

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL - PBA



MADEIRA ENERGIA S.A.

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL



PORTO VELHO / RO

VOLUME II

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO SANTO ANTÔNIO

FEVEREIRO / 2008



MADEIRA ENERGIA S.A.

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL



PORTO VELHO / RO

VOLUME II

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO SANTO ANTÔNIO

FEVEREIRO / 2008

SUMÁRIO

VOLUME I

- SEÇÃO 01 - Apresentação
- SEÇÃO 02 -
 - Programa Ambiental para a Construção - PAC
 - Sistema de Gestão Ambiental - SGA
- SEÇÃO 03 - Programa de Monitoramento do Lençol Freático
- SEÇÃO 04 - Programa de Monitoramento Sismológico
- SEÇÃO 05 - Programa de Monitoramento Climatológico

VOLUME II

- SEÇÃO 06 - Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico
- SEÇÃO 07 - Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico
- SEÇÃO 08 - Programa de Acompanhamento dos Direitos Minerários e da Atividade Garimpeira
- SEÇÃO 09 - Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico
- SEÇÃO 10 - Programa de Monitoramento Limnológico
- SEÇÃO 11 - Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas
- SEÇÃO 12 - Programa de Conservação da Fauna
- SEÇÃO 13 - Programa de Desmatamento das Áreas de Influência Direta
- SEÇÃO 14 - Programa de Conservação da Fauna

VOLUME III

- SEÇÃO 15 - Programa de Acompanhamento das Atividades de Desmatamento e Resgate da Fauna na Área de Interferência Direta
- SEÇÃO 16 - Programa de Conservação da Ictiofauna
- SEÇÃO 17 - Programa de Compensação Ambiental
- SEÇÃO 18 - Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental
- SEÇÃO 19 - Programa de Saúde Pública
- SEÇÃO 20 - Programa de Apoio às Comunidades Indígenas
- SEÇÃO 21 - Programas Relacionados ao Patrimônio Arqueológico, Pré-Histórico e Histórico
- SEÇÃO 22 - Programa de Remanejamento da População Atingida
- SEÇÃO 23 - Programa de Ações a Jusante
- SEÇÃO 24 - Programa de recuperação da Infra-estrutura Afetada

VOLUME IV

- SEÇÃO 25 - Programa de Compensação Social
- SEÇÃO 26 - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório
- SEÇÃO 27 - Programa de Apoio às Atividades de Lazer e Turismo
- SEÇÃO 28 – Equipe Técnica
- SEÇÃO 29 – Anexos

Projeto Básico Ambiental
AHE Santo Antônio

SEÇÃO 06
PROGRAMA DE MONITORAMENTO
HIDROSEDIMENTOLÓGICO

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

INDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	JUSTIFICATIVA	1
3.	BASE LEGAL	2
4.	OBJETIVOS	4
4.1	Objetivos Gerais	4
4.2	Objetivos Específicos	4
5.	METAS	5
5.1	Meta I: Implantação e Operação de Estações Fluviométricas.....	5
5.2	Meta II: Realização de Medições de Descarga Líquida e Sólida.....	6
5.3	Meta III: Análises Laboratoriais.....	8
5.4	Meta IV: Levantamento de Seções Topobatimétricas e Coleta de Material para Análise Granulométrica	8
5.5	Meta V: Outros Monitoramentos	10
5.6	Meta VI: Banco de Dados Hidrossedimentométricos	11
5.7	Meta VII: Caracterização e Avaliação do Sedimento Transportado e Retido nos Reservatórios	11
5.8	Meta VIII: Elaboração de Relatórios	12
6.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	12
7.	PROCEDIMENTOS / METODOLOGIA.....	13
7.1	Considerações iniciais	13
7.2	Licitação dos equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real....	15
7.3	Instalação e Operação da Rede Fluviométrica	15
7.4	Medições de Descarga Líquida e Sólida.....	17
7.5.	Complementação da descrição do rio Madeira para suporte À modelagem de transporte de sedimentos unidimensional na condição atual e com reservatórios	28
7.6.	Levantamentos topobatimétricos e de granulometria para acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira após o enchimento do reservatório da AHE Santo Antônio	29
7.7	Levantamentos batimétricos do rio Madeira, nas áreas próximas ao AHE Santo Antônio, para suporte à modelagem matemática bi-dimensional do transporte de sedimentos	30
7.8	Consolidação da base de dados hidrossedimentológicos.....	30
7.9	Estudos Hidrossedimentológicos Básicos.....	31
7.10	Caracterização Espacial do Sedimento Transportado pelo Rio Madeira.....	32
	em Condições Naturais.....	32
7.11	Análise do Comportamento Sedimentológico do Reservatório da AHE Santo Antônio..	33
7.12	Caracterizar as principais feições geomorfológicas do rio Madeira a jusante do AHE Santo Antônio até a localidade de Humaitá	36
8.	RESPONSABILIDADES	36
9.	RELATÓRIOS / PRODUTOS	36
10.	CRONOGRAMA	38
11.	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	38

12.	BIBLIOGRAFIA.....	38
-----	-------------------	----

ANEXOS

ANEXO I - Cronograma de Atividades

ANEXO II – Modelo Sedimentológico Bidimensional

ANEXO III – Modelo Reduzido

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA 7.1 Exemplo de amostragem pelo método de igual incremento de largura (EDWARDS & GLYSSON, 1999)

FIGURA 7.2 Amostrador pontual integrador US P-61-A1 (DAVIS, 2005)

FIGURA 7.3 Amostrador pontual integrador US P-72 (DAVIS, 2005)

Figura 7.4 Amostrador pontual integrador US P-63 (DAVIS, 2005)

FIGURA 7.5 Amostrador pontual instantâneo Callede I

FIGURA 7.6 Peneiramento (malha de 62 μm) para separar as areias do material fino

FIGURA 7.7 Dispositivo de filtração frontal Sartorius

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA.

O Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico apresentado nesta Seção 06 do PBA do AHE Santo Antônio atende às condições de validade Nº 2.1, 2.3 e 2.32 da LP Nº 251/2007.

2. JUSTIFICATIVA

Em decorrência da grande carga sólida transportada pelo rio Madeira e da necessidade de realização de estudos adequados de remanso e de assoreamento dos reservatórios, bem como dos efeitos a jusante dos aproveitamentos planejados, torna-se necessário realizar um monitoramento hidrossedimentológico permanente que permita acompanhar e avaliar os impactos ambientais potenciais e orientar a futura operação das usinas hidrelétricas. Neste sentido, como se demonstrará adiante, os trabalhos previstos neste Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico serão realizados em trecho do rio Madeira que abrange tanto aquele que futuramente se transformará no reservatório do AHE Santo Antônio quanto o que estará sob a influência do futuro reservatório do AHE Jirau. Isto levará à situação de que os estudos de monitoramento hidrossedimentológico deverão ser compartilhados entre os aproveitamentos do AHE de Jirau e de Santo Antônio.

Os estudos encontrados na literatura técnica demonstram que cada reservatório tem características próprias em função da topografia, da morfologia fluvial, do tempo de residência da água, da vazão e da carga sólida afluente, da granulometria dos sedimentos, bem como de outros fatores. Assim, não se pode generalizar ocorrências, devendo ser avaliada antecipadamente a questão de vazões afluentes e defluentes e a possibilidade de assoreamento progressivo do reservatório. Da mesma forma, é necessário estudar antecipadamente, caso a caso, os eventuais problemas de mudanças da morfologia do canal de jusante da barragem.

Essa avaliação é feita a partir de estudos baseados na experiência já existente e em modelos computacionais, sendo necessária a existência de dados e informações diversas, como conformação do curso d'água, medidas de descarga líquida, descarga sólida, granulometria de sedimentos em suspensão e do leito, levantamentos de seções transversais e outros.

Os estudos hidrossedimentológicos realizados no âmbito dos estudos de viabilidade apoiaram-se em um monitoramento extenso e abrangente dessas principais variáveis. Entretanto, o detalhamento desses estudos demonstrou a necessidade de complementação e ajustes do monitoramento executado no sentido de:

- aprofundar e detalhar os estudos realizados por ocasião do EIA e de outros a serem realizados visando elucidar questões relativas a sedimentos surgidas durante o processo de licenciamento, permitindo a elaboração de prognósticos evolutivos mais confiáveis (por

meio de modelagem matemática e com apoio dos ensaios a serem realizados em modelo reduzido);

- permitir o acompanhamento das alterações do comportamento hidrossedimentométrico das características morfológicas do rio Madeira, antes e após a implantação dos reservatórios;

A área de abrangência do monitoramento se estende desde a confluência do rio Madeira com o rio Beni, a montante do reservatório da AHE Jirau, até a localidade de Humaitá, a jusante da barragem da AHE Santo Antônio.

Assim, os estudos de assoreamento dos reservatórios e seus efeitos sobre o remanso, no trecho de montante, e a jusante da barragem de Santo Antônio elaborados na fase de Estudos de Viabilidade serão complementados e detalhados durante a fase de Projeto Básico, com base em um conjunto maior de informações, algumas já disponíveis e outras a levantar, que integram o presente Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do rio Madeira e dos Futuros Reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio.

3. BASE LEGAL

A legislação ambiental brasileira é composta por instrumentos preventivos, orientadores, corretivos e repressivos, de incentivo e fomento de atividades que visam o adequado equilíbrio entre a proteção ambiental e o uso dos recursos naturais.

A Lei n.º 6.938/81 instituiu a política nacional de meio ambiente seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Esta lei constituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA e instituiu o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental. Estabeleceu, dentre os instrumentos da política:

- o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- o zoneamento ambiental;
- a avaliação de impactos ambientais;
- o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

Esta lei estabelece que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de empreendimentos e a realização de atividades que utilizam recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como aqueles que são os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis. Já no caso de atividades e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional, o licenciamento compete ao IBAMA.

O licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental destacam-se como instrumentos de planejamento ambiental e de prevenção, sendo o processo de licenciamento ambiental das atividades que afetam o meio ambiente regulamentado, a partir de 1986, através da Resolução CONAMA n.º 001, de 23 de janeiro de 1986. Esta resolução estabelece as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da

Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Esta resolução define que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e do respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA), a serem submetidos a aprovação do órgão competente.

Destacam-se ainda como elementos norteadores dos processos de avaliação de impactos ambientais e da adequação de atividades potencialmente poluidoras as seguintes normas legais:

A Resolução CONAMA n.º 006, de 16 de setembro de 1987, que estabelece regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente aquelas nas quais a União tenha interesse relevante como a geração de energia elétrica.

A Resolução CONAMA n.º 237/1997 que dispõe sobre o licenciamento ambiental e a repartição de competência entre os diversos níveis do SISNAMA.

A Resolução n.º 15 do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, de 22 de novembro de 2002, criou um Grupo de Trabalho para propor procedimentos e mecanismos visando assegurar que todos os empreendimentos destinados à expansão da oferta de energia elétrica disponham da Licença Prévia Ambiental, como condição para serem autorizados ou licitados, a partir de 2004.

Nesse sentido, destaca-se que a Lei n.º 10.487/2004 que autoriza a criação da EPE, define entre suas competências a obtenção da licença prévia ambiental e a declaração de disponibilidade hídrica necessária às licitações de empreendimentos de geração hidrelétrica, selecionados pela EPE.

A lei n.º 9.427, de 26 de dezembro de 1996, instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, com funções de regulação e fiscalização, e disciplinou o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica.

No caso de concessão para exploração de usinas com potência superior a 30 MW, a lei n.º 9.074/1995, estabelece que o relatório final do estudo de viabilidade pode constituir a base técnica para a licitação da concessão de projetos de geração de energia hidrelétrica.

A Lei n.º 9.984/2000, que criou a Agência Nacional de Águas (ANA) indica a ANEEL como responsável para solicitar a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica junto a ANA, para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União.

A Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, que criou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), estendeu também essa competência a esta empresa pública.

Finalmente, é oportuno destacar que a ANA emitiu a resolução ANA n.º 131, de 11 de março de 2003, que dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União.

Na análise do pedido de declaração de reserva de disponibilidade hídrica é verificada a compatibilidade do projeto face aos usos múltiplos na bacia. A base destes estudos é a alocação de água e prioridades para outorgas de uso estabelecidas no plano de recursos hídricos da bacia, quando este existir. Além disso, essa declaração objetiva dar condições para que o processo de concessão do empreendimento hidrelétrico se inicie com a certeza de que a

empresa vencedora tenha a garantia da obtenção da outorga de direito de recursos hídricos. Em geral, são estabelecidos condicionantes a serem atendidos durante o período de instalação e operação do empreendimento hidrelétrico.

Desta forma, a DRDH e a consequente outorga de direito de uso de recursos hídricos, bem como a concessão da LI e da LO do AHE Santo Antônio vai depender do cumprimento daquilo que foi examinado e deferido nas fases anteriores. Portanto, nesse sentido, se insere a presente programação de monitoramento hidrossedimentológico.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivos Gerais

O Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório do AHE Santo Antônio tem os seguintes objetivos gerais:

- Aprofundar o conhecimento sobre o comportamento sedimentológico do rio Madeira nas condições atuais, anteriores a construção dos aproveitamentos de Santo Antônio e Jirau, ampliando a base de dados disponível;
- Monitorar a evolução do comportamento hidrossedimentológico dos reservatórios dos AHEs de Santo Antônio e de Jirau e do rio Madeira ao longo de todo o estirão afetado pela implantação dos mesmos, durante a etapa de construção e por um período de 5 anos após a entrada de operação das usinas;
- Subsidiar estimativas de erosão e/ou deposição a jusante dos aproveitamentos hidrelétricos;
- Monitorar as variações morfológicas da calha fluvial e margens do rio Madeira em um trecho representativo a jusante do AHE de Santo Antônio
- Avaliar os prognósticos de assoreamento e de vida útil dos reservatórios, bem como os efeitos a montante e a jusante dos mesmos após um período de 5 anos da entrada de operação das usinas.

4.2 Objetivos Específicos

Entre os objetivos específicos, destacam-se os seguintes:

- Monitorar e avaliar a evolução temporal da descarga sólida do rio Madeira afluente aos reservatórios de forma a identificar tendências evolutivas da produção de sedimentos na bacia;
- Monitorar e avaliar a evolução espacial e temporal do fluxo de sedimentos do rio Madeira a jusante dos reservatórios de forma a identificar tendências evolutivas da erosão e deposição de sedimentos no trecho;
- Monitorar e avaliar os prognósticos do comportamento hidrossedimentológico e de alterações morfológicas do rio Madeira, estabelecidos com base nas modelagens

matemáticas do escoamento e do transporte de sedimentos, nos trechos dos futuros reservatórios e nos trechos por eles influenciados;

- Monitorar e avaliar os prognósticos de assoreamento e vida útil dos reservatórios por meio de modelagem matemática;
- Monitorar e avaliar a evolução geomorfológica do curso do rio Madeira a jusante do AHE Santo Antônio (migração lateral do curso, dinâmica de ilhas, etc.);
- Monitorar a evolução dos taludes marginais em trechos representativos do rio Madeira;
- Monitorar e efetuar prognósticos de remanso devido aos reservatórios de Jirau de Santo Antônio através do uso de modelagem matemática.

5. METAS

Para que os objetivos (gerais e específicos) declarados no item anterior sejam atingidos, será necessário que se alcancem as metas, por meio da realização das atividades listadas a seguir:

5.1 Meta I: Implantação e Operação de Estações Fluviométricas

As atividades integrantes dessa meta são:

5.1.1 Atividade I.1

Aquisição de equipamentos da rede para obtenção de dados em tempo real. Esta atividade compreende a elaboração de termo de referência com especificação técnica dos equipamentos, e aquisição dos equipamentos.

5.1.2 Atividade I.2

Implantar equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real em 8 (oito) estações fluviométricas, indicadas na **Tabela 5.1** e destacadas na **Tabela 5.2**.

Tabela 5.1
Monitoramento Hidrossedimentológico
do rio Madeira - Rede Fluviométrica Básica

POSTO	RIO	ENTIDADE	TIPO	ESTAÇÃO TELEMÉTRICA A INSTALAR
Guajará-Mirim	Mamoré	ANA	FDS	
Cachuela Esperanza	Beni		FDS	X
Abunã-Vila	Madeira	ANA	FDS	X
Morada Nova – Jusante	Abunã	ANA	FDS	
Vila Mutum	Mutum-Paraná		F	X
Jirau-jusante	Madeira	FURNAS	FDS	X
Jaciparaná – Jusante	Jaciparaná	ANA	FDS	

Continua...

...Continuação

POSTO	RIO	ENTIDADE	TIPO	ESTAÇÃO TELEMÉTRICA A INSTALAR
Porto Velho	Madeira	ANA	FDS	
Seção Jus-03	Madeira	ANA	F	X
Jamari - Foz	Jamari		F	X
São Carlos (Seção Jus-10)	Madeira	FURNAS	FDS	X
Vila Papagaios	Madeira	AHIMOC	F	X
Jiparaná – Foz	Jiparaná		F	X
Humaitá	Madeira	ANA	FDS	

Observações Gerais:

- FDS – nível d'água, descarga líquida e descarga sólida;
- F - nível d'água;
- A frequência de medições esta detalhada no item 7;
- Todas as estações serão dotadas de equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real;
- Localização por Coordenadas do Sistema IBGE.

Tabela 5.2
Estações para implantação de
equipamentos de aquisição em tempo real

ESTAÇÃO	RIO
Abunã-Vila	Madeira
Vila Mutum	Mutum-Paraná
Jirau-jusante	Madeira
Seção Jus-03	Madeira
Jamari - Foz	Jamari
São Carlos (Seção Jus-10)	Madeira
Vila Papagaios	Madeira
Jiparaná – Foz	Jiparaná

5.1.3 Atividade I.3

Instalar estações fluviométricas em Cachuela Esperanza no rio Beni, a jusante da cachoeira de Jirau no rio Madeira, na foz do rio Jamari, e na foz do rio Jiparaná, conforme indicado na **Tabela.5.1**;

5.1.4 Atividade I.4

Operar 14 (quatorze) estações fluviométricas conforme indicado na **Tabela 5.1**.

5.2 Meta II: Realização de Medições de Descarga Líquida e Sólida

Essa meta é composta pelas seguintes atividades:

5.2.1 Atividade II.1

Realizar campanhas de medições de descarga líquida e sólida, com amostragem integrada na vertical, visando a obtenção de concentração de sedimentos em suspensão e granulometria média na vertical e granulometria do material do leito, em nove estações fluviométricas indicadas na **Tabela 5.1** e destacadas na **Tabela 5.3** seguir. A frequência dessas medições consta do item 7.

Tabela 5.3
Estações com medições convencionais de descarga líquida e sólida
(amostragem integrada na vertical)

ESTAÇÃO	RIO
Guajará-Mirim	Mamoré
Cachuela Esperanza	Beni
Abunã-Vila	Madeira
Morada Nova – Jusante	Abunã
Jirau-jusante	Madeira
Jaciparaná – Jusante	Jaciparaná
Porto Velho	Madeira
São Carlos (Seção Jus-10)	Madeira
Humaitá	Madeira

5.2.2 Atividade II.2

Realizar campanhas de medições de descarga líquida e sólida, com amostragem pontual detalhada visando obter granulometria do material do leito, concentração e granulometria dos sedimentos em suspensão em até 5 (cinco) pontos ao longo das verticais, em quatro estações fluviométricas, indicadas na **Tabela 5.1** e destacadas na **Tabela 5.4** a seguir. A frequência dessas medições consta do item 7.

Tabela 5.4
Estações com medições detalhadas de descarga líquida e sólida
(amostragem pontual)

ESTAÇÃO	RIO
Abunã-Vila	Madeira
Jirau-jusante	Madeira
Porto Velho	Madeira
Humaitá	Madeira

5.2.3 Atividade II.3

Cálculo das Medições de Descarga Líquida e Sólida visando quantificar a carga sólida em suspensão e de arrasto nas seções dos postos fluviométricos de controle, resultante de medição de descarga líquida realizada simultaneamente com a descarga sólida, conforme metodologias descritas no item 7.

5.3 Meta III: Análises Laboratoriais

5.3.1 Atividade III.1

Controlar, registrar e armazenar adequadamente cada amostra para análise posterior, considerando a metodologia a ser utilizada.

5.3.2 Atividade III.2

Realizar as análises de laboratório para as amostras de sedimento em suspensão para obtenção da concentração e da granulometria conforme metodologia apresentada no item 7.

5.4 Meta IV: Levantamento de Seções Topobatimétricas e Coleta de Material para Análise Granulométrica

Esta meta é composta das seguintes atividades:

5.4.1 Atividade IV.1

Levantamento de Seções Topobatimétricas e Análise Granulométrica do leito para suporte à modelagem uni-dimensional.

A **Tabela 5.5** apresentada a seguir indica a quantidade de seções para levantamento batimétrico e de granulometria do leito em cada trecho de interesse. A coleta de material para análise granulométrica do material do leito deverá ser feita em 3 verticais por seção. Caberá ao hidrometrista a seleção das seções nas quais serão realizadas as coletas, entre aquelas com levantamento batimétrico, em função das facilidades operacionais, respeitando uma distribuição uniforme ao longo do trecho.

Tabela 5.5
Número de Seções Topobatimétricas para suporte a
modelagem de transporte de sedimentos (1D)

TRECHO	EXTENSÃO DO TRECHO (KM)	NÚMERO DE SEÇÕES PARA LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO	NÚMERO DE SEÇÕES PARA GRANULOMETRIA DO LEITO
A montante de Abunã	60	12	6
Reservatório de Jirau	127	38	20
Reservatório de Santo Antônio	124	35	20
Santo Antônio a Humaitá	246	40	20

5.4.2. Atividade IV.2

Levantamentos topobatimétricos de trechos do rio Madeira, nas áreas próximas aos aproveitamentos, para suporte a modelagem física e matemática (bi-dimensional) do transporte de sedimentos.

A **Tabela 5.6** apresentada a seguir indica as extensões e áreas necessárias em cada trecho.

Tabela 5.6
Levantamentos topobatimétricos para suporte a modelagem
física e matemática (bi-dimensional)

TRECHO	TRECHO	EXTENSÃO (KM)	ÁREA COMPLEMENTAR (KM ²)
AHE Santo Antônio	montante	7,5	1,5
	jusante	9	6,5

Observação:

A área indicada para levantamento corresponde a área complementar em relação aos levantamentos já disponíveis.

5.4.3 Atividade IV.3

Levantamentos de seções topobatimétricas dos rios Abunã, Mutumparaná e Jaciparaná.

5.4.4 Atividade IV.4

Levantamentos topobatimétricos e de granulometria para acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira após a construção dos reservatórios, compreendendo:

- Levantamentos de perfil longitudinal ao longo do reservatório de uma linha poligonal representativa do curso principal.
- Coleta e análise granulométrica de material do leito em todas as seções topobatimétricas levantadas, em 3 verticais por seção.
- Levantamentos de seções topobatimétricas: A **Tabela 5.7** apresentada a seguir indica a quantidade de seções para levantamento topobatimétrico em cada trecho de interesse.

Tabela 5.7
Nº de seções topobatimétricas e de granulometria do leito
para suporte ao acompanhamento da evolução do leito

TRECHO	NÚMERO DE SEÇÕES	NÚMERO DE SEÇÕES PARA GRANULOMETRIA DO LEITO
A montante de Abunã	6	6
Reservatório de Jirau	20	20
Reservatório de Santo Antônio	20	20
Santo Antônio a Humaitá	20	20

Observações:

- As seções levantadas deverão, em princípio, coincidir com as levantadas para suporte a modelagem. Os resultados desta modelagem poderão indicar a eventual necessidade de relocação de seções.
- As seções deverão ser levantadas com frequência anual, a partir do ano do enchimento do reservatório, sempre no mês de junho (após o período de cheia).

5.5 Meta V: Outros Monitoramentos

5.5.1 Atividade V.1

Caracterizar as principais feições geomorfológicas (linhas de margens, principais ilhas e ilhotas e depósitos aluvionares) do rio Madeira a jusante da AHE Santo Antônio até a localidade de Humaitá mediante o auxílio de fotos aéreas e/ou imagens de satélite atuais e para períodos pretéritos (1980, 1990, 2000).

5.5.2 Atividade V.2:

Realizar 1 (uma) campanha de campo com o intuito de reconhecer e levantar, em trechos de interesse, a vegetação ciliar que compõe os principais depósitos aluvionares e as margens do rio Madeira, antes do início da operação do projeto.

5.5.3 Atividade V.3

Realizar 1 (uma) campanha de campo com o intuito de reconhecer e levantar trechos representativos do rio Madeira com margens já erodidas ou potencialmente erodíveis no estirão a jusante do AHE Santo Antônio até a localidade de Humaitá, antes do início da operação do projeto.

5.5.4 Atividade V.4

Monitorar a regressão de margens em trechos representativos do rio Madeira no estirão a jusante do AHE Santo Antônio até Humaitá, após a entrada de operação do reservatório.

5.6 Meta VI: Banco de Dados Hidrossedimentométricos

5.6.1 Atividade VI.1:

Definição / estabelecimento do banco de dados hidrossedimentométricos.

5.6.2 Atividade VI.2

Manter atualizado o Banco de Dados hidrossedimentométricos considerando as medições sedimentométricas realizadas após a conclusão dos estudos anteriores e no âmbito deste programa;

5.6.3 Atividade VI.3:

Realizar a análise de consistência das medições hidrossedimentométricas, incluindo: concentração de sedimentos, descarga líquida, descarga sólida em suspensão, fundo e total, granulometria em suspensão e fundo, de toda a base de dados.

5.7 Meta VII: Caracterização e Avaliação do Sedimento Transportado e Retido nos Reservatórios

5.7.1 Atividade VII.1

Caracterizar o sedimento transportado pelo rio Madeira para diferentes trechos que compõem o estirão em estudo, desde o ingresso ao reservatório de Jirau (a jusante da confluência com o rio Beni) até a localidade de Humaitá, definindo granulometrias típicas para o material de fundo e em suspensão, e associadas a diferentes condições hidrológicas, na condição atual e com reservatórios;

5.7.2 Atividade VII.2

Realizar um balanço hidrossedimentológico (a partir do fluxo de sedimentos) para os trechos Abuna-Jirau-PortoVelho-Humaitá, de forma a identificar tendências evolutivas da erosão e/ou deposição de sedimentos em cada trecho, na condição atual e com frequência anual a partir do início de operação do projeto;

5.7.3 Atividade VII.3

Avaliar a evolução temporal da descarga sólida do rio Madeira afluente aos reservatórios de forma a identificar tendências evolutivas da produção de sedimentos na bacia;

5.7.4 Atividade VII.4

Caracterizar a evolução da eficiência da retenção do reservatório do AHE Santo Antônio

5.7.5 Atividade VII.5

Caracterizar a evolução da curva cota x área x volume do reservatório do AHE Santo Antônio

5.7.6 Atividade VII.6

Caracterizar os trechos de deposição e de erosões previstos ao longo dos reservatórios e no trecho de jusante, através dos levantamentos topobatimétricos e de granulometria, e verificar os prognósticos de evolução de alterações morfológicas indicadas pelos modelos matemáticos (real x previsto).

Na hipótese de ocorrência de diferenças significativas em termos espaciais e temporais entre a condição real (verificada pelo monitoramento) e os prognósticos (realizados através da modelagem unidimensional – **ANEXO 2**), deverão ser desenvolvidas análises para identificação das possíveis causas de divergências utilizando, caso necessário, o modelo unidimensional como ferramenta de análise.

5.8 Meta VIII: Elaboração de Relatórios

5.8.1 Atividade IX.1

Consolidar em relatórios todos os levantamentos, monitoramentos e análises realizadas apresentando conclusões e recomendações objetivas para todas as atividades realizadas.

6. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O presente programa de levantamentos e monitoramento hidrossedimentológico terá como área de abrangência o rio Madeira desde seus formadores, a montante no rio Beni e no rio Mamoré, até o limite de jusante no rio Madeira junto à cidade de Humaitá. Com isso, os estudos abrangem conjuntamente as áreas de influência de ambos os aproveitamentos de Santo Antônio e de Jirau. A decisão de incluir esta ampla área de estudos teve por base a necessidade de obter dados que permitam simultaneamente analisar tanto a situação atual quanto a futura com a presença dos dois empreendimentos. Com isso, pressupõe-se que a responsabilidade pela realização de tais estudos e programa será inicialmente do empreendimento do AHE de Santo Antônio e, posteriormente, compartilhada entre os dois empreendimentos, de Jirau e de Santo Antônio.

Essa ampla área de abrangência, para a realização de levantamentos e do monitoramento de dados e informações hidrossedimentológicas, se justifica devido ao efeito sinérgico que esses reservatórios podem promover no transporte e na deposição de sedimentos, na erosão das margens e da calha fluvial, seja no estirão dos próprios reservatórios, bem como a jusante dos mesmos.

A localização, imediatamente a jusante desses aproveitamentos hidrelétricos da cidade de Porto Velho, capital do estado de Rondônia, com cerca de 300 mil pessoas, é mais um aspecto relevante que justifica uma ampla área para desenvolver este programa de monitoramento e levantamentos de dados e informações hidrossedimentológicas.

7. PROCEDIMENTOS / METODOLOGIA

7.1 Considerações iniciais

A construção de uma barragem e a formação de um reservatório ocasionam mudanças num curso d'água, reduzindo as velocidades médias do escoamento e criando bolsões de relativa estagnação que propiciam a deposição de sedimentos. Com isso, o equilíbrio sedimentológico do estirão fluvial é modificado, podendo trazer reflexos a montante e a jusante da barragem, cuja magnitude depende do grau de modificação de regime introduzido pelo barramento.

De uma forma geral, é de se esperar, quando se implanta uma barragem em um curso d'água e se forma um reservatório em que o fluxo adquire características de relativa estagnação, que a redução de velocidades dentro do reservatório formado dê início a um processo de assoreamento, com o sedimento mais grosso se depositando logo na entrada do reservatório, enquanto que as partículas mais finas se depositam ao longo do mesmo, preferencialmente nos locais de menor velocidade ou de água estagnada.

Ao mesmo tempo, a água liberada a jusante da barragem, caso venha a transportar uma quantidade menor de sedimentos, devido a parcela que retida no reservatório, apresenta uma “sobra” de energia, que pode resultar em trabalhos de erosão a jusante do barramento.

Com o tempo, espera-se que esta situação evolua para um novo regime de equilíbrio. Dentro do reservatório, à medida que o assoreamento vai evoluindo, as velocidades voltam a aumentar, reduzindo assim, paulatinamente, a parcela de sedimento que se deposita. Costuma-se dizer, por isso, que a capacidade de retenção de sedimentos do reservatório diminui com o tempo.

De forma equivalente, o desequilíbrio sedimentológico no estirão a jusante da barragem tende a diminuir, porque o material erodido imediatamente a jusante acaba se depositando mais adiante, reduzindo aos poucos a declividade média do trecho, até que um novo perfil de equilíbrio se estabeleça.

Nos casos onde ocorre mais acentuadamente, o processo de assoreamento dos reservatórios pode trazer diversas modificações, tais como:

- Diminuição da capacidade de armazenamento do reservatório, com reflexos na regularização de vazões e, no caso de usinas hidrelétricas, possíveis perdas na produção energética;
- Intensificação dos efeitos de remanso, com elevação gradual dos níveis d'água na região da entrada (montante) do reservatório;
- Em casos extremos, quando o sedimento alcança o pé da barragem e a região da tomada d'água da usina, podem ocorrer danos aos equipamentos hidromecânicos e, às vezes, interrupção da geração.

Por outro lado, a possibilidade de ocorrer um desequilíbrio sedimentológico a jusante da barragem pode acarretar:

- Erosão do leito fluvial e das margens imediatamente a jusante da barragem;

- Deposição de sedimento erodido um pouco mais a jusante, com o surgimento de novos bancos de areia ou ilhas;
- Necessidade de reavaliação de potenciais interferências com a navegação.

Por esses motivos, justifica-se a realização de avaliações qualitativas e quantitativas do processo de assoreamento dos reservatórios e da evolução do leito a jusante das barragens por meio de modelagens matemáticas, baseadas em uma base detalhada de dados e de informações que resultarão do presente programa de monitoramento hidrossedimentológico. Este programa deverá incluir:

- Descrição detalhada da topologia do leito fluvial e dos futuros reservatórios, através de seções topobatimétricas, perfis do leito do rio e perfis de linha d'água para diferentes condições hidrológicas;
- Avaliação quantitativa do transporte sólido existente, através de medições de descarga sólida realizadas em diferentes pontos do estirão de interesse;
- Descrição da natureza do sedimento transportado, através de curvas granulométricas do material de fundo e em suspensão. Essas curvas devem ser associadas as condições fluviais nas quais o material foi coletado (magnitude de vazões líquidas, enchente ou vazante, etc.) e aos locais de coleta, de preferência cobrindo todo o trecho de interesse;
- Conhecimento acerca da origem do sedimento transportado pelo rio, se é gerado a montante ou se resulta de erosão ao longo do próprio trecho em estudo;
- Conhecimento do comportamento do leito fluvial, sua mobilidade, ocorrência de dunas, praias móveis ou fixas, ilhas, etc..

Parte dessas informações deverá ser obtida mediante campanhas de levantamento, como as seções, medições de descarga líquida e sólida, perfis de linha d'água, análises granulométricas e petrográficas, sondagens, etc. Outras informações, entretanto, exigem intervalos de tempo de observação para serem construídas, de forma que devem ser atualizadas e reavaliadas a medida que novos dados são agregados.

É oportuno ressaltar que os estudos hidrossedimentológicos elaborados no âmbito do EVTE de Santo Antônio foram realizados fundamentalmente com dados de duas campanhas de medições de descarga líquida e sólida, nas quais foram realizadas as seguintes medições:

- 1ª Campanha – maio/2002
 - 3 Medições em Abunã e Porto Velho
- 2ª Campanha – novembro/2003 a setembro/2004
 - 37 Medições em Guajará Mirim
 - 1 Medição em Araras
 - 28 Medições em Abunã
 - 38 Medições em Porto Velho

No período de setembro de 2004 até janeiro de 2007 FURNAS deu continuidade à campanha hidrométrica, tendo sido realizadas outras 186 medições assim distribuídas.

- 50 Medições em Guajará Mirim
- 56 Medições em Abunã

- 80 Medições em Porto Velho

A quantidade adicional de informação gerada após a realização dos estudos apresentados no EIA já é suficiente para justificar uma revisão e atualização daqueles estudos. Entretanto, outras questões levantadas indicam a necessidade dessa revisão e aprofundamento, a saber:

- As seções topobatimétricas empregadas na modelagem não eram em número suficiente para detalhar, de forma adequada, a topologia do rio Madeira e do futuro reservatório do AHE Santo Antônio, por que: (1) algumas seções haviam sido obtidas de levantamentos batimétricos do canal de navegação, sem a precisão altimétrica requerida na modelagem; (2) alguns estirões do rio Madeira apresentam corredeiras localizadas seguidas de longos trechos de baixa declividade, exigindo maior número de seções para sua representação adequada no modelo; (3) o trecho modelado a jusante de Santo Antônio não possuía a extensão necessária para que as condições de contorno de jusante deixassem de afetar diretamente o comportamento do rio Madeira nas imediações de Porto Velho, logo a jusante de Santo Antônio, prejudicando assim a aplicação do modelo no estirão de jusante.
- Os resultados apresentados pelo modelo sedimentológico unidimensional empregado divergiram das estimativas feitas com auxílio de modelos empíricos, no âmbito dos estudos de engenharia. Os resultados do modelo apresentaram ainda divergências em relação a dados observados do atual comportamento de seções de montante do rio Madeira na região do reservatório de Jirau. Mesmo que conceitualmente essas divergências possam ser explicadas, é necessário aprofundar os estudos de modelagem para maior confiabilidade das previsões relativas ao futuro comportamento hidrossedimentológico dos trechos do rio Madeira na área dos reservatórios e a montante deles.
- Algumas questões quanto ao comportamento dos sedimentos na região próxima aos barramentos não foram abordadas diretamente pelo modelo empregado, em parte devido à sua limitação dimensional, em parte porque exigiria também informações ainda não existentes. Uma nova modelagem, com emprego de modelos bi ou tridimensionais foi demandada pelo IBAMA em função dessa dificuldade.

Estes pontos justificam a realização do presente programa.

7.2 Licitação dos equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real

Esta atividade consiste na elaboração dos termos de referência e as especificações técnicas para licitação da compra dos equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real, bem como a operação e manutenção dos equipamentos por 5 (cinco) anos.

7.3 Instalação e Operação da Rede Fluviométrica

7.3.1 Considerações Iniciais

Os trabalhos de operação da rede hidrométrica básica do AHE Santo Antônio compreendendo a instalação, aquisição de leituras de réguas, realização de medições de descarga líquida e de descarga sólida, serão realizados segundo as normas do extinto DNAEE (1970), das instruções indicadas nos guias da ANEEL (CARVALHO *et al.*, 2000a,b), bem como o orientado pelos Manuais da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1994; WMO, 2003), e de outras

entidades, como o Serviço Geológico dos Estados Unidos e o Departamento do Interior dos Estados Unidos.

7.3.2 Instalação de Estação Fluviométrica

A instalação das estações fluviométricas previstas no presente programa estão listadas na **Tabela 5.1**.

Os postos a serem instalados para complementação da rede atual (na terceira coluna da tabela referida descreve-se a entidade responsável pela estação) deverão ser posicionados numa das margens com os lances de réguas de forma a permitir a execução de leituras desde cotas inferiores ao nível mínimo ocorrido a cotas superiores à maior enchente registrada. Preferencialmente, os postos fluviométricos em cursos d'água afluentes ao rio Madeira deverão ser instalados em trechos de rio sem influência de remanso do futuro reservatório ou de enchente do próprio rio Madeira.

Nas estações onde serão realizadas medições de descarga líquida e sólida será estabelecida uma seção transversal materializada por dois postes alinhados, um em cada margem, a fim de permitir a realização dessas medições em qualquer situação de nível d'água. Em cursos d'água estreitos, até 200 m de largura, os postes deverão permitir a medição com cabo de aço. Em rios largos, os postes serão utilizados para balizamento e deverão ter cores diferenciadas para permitir posicionamento adequado do barco.

Em todos os locais onde existirem réguas deverão ser instaladas duas referências de níveis como a seguir:

- A primeira no alto da barranca antes do final do último lance para facilidade de nivelamento e correção periódica dos lances;
- A segunda em posição acima do nível de maior enchente para garantia de reposição dos lances numa eventual perda por efeito de enchentes extraordinárias.

Todas as referências de nível deverão ser em concreto, nas dimensões indicadas nas normas do DNAEE (1970), e amarradas ao *Datum* oficial do IBGE.

Preferencialmente, os postos a serem instalados deverão ser posicionados em locais com moradores próximos a serem contratados e devidamente treinados, para efetuar leituras duas vezes ao dia, manter o local limpo e zelar pela integridade das instalações. A ficha descritiva da estação deverá ser elaborada pelo hidrometrista, de acordo com as normas da Agência Nacional de Águas.

7.3.3 Critérios de Operação

A operação dos postos fluviométricos consiste na obtenção de leituras de régua diárias e na realização periódica de medições de descarga líquida e sólida, dependendo da finalidade da estação. As réguas de todos os postos deverão ser lidas diariamente às 7 e às 17 horas, pelo observador, devidamente treinado, que anotará essas leituras em cadernetas apropriadas. As medições de descargas líquida e sólida serão realizadas pelo hidrometrista, de acordo com a metodologia e frequência estabelecida nos itens seguintes.

7.3.4 Critérios de Manutenção da Estação

Em cada visita ao posto, o hidrometrista deverá inspecionar os lances de réguas, verificando seu estado de conservação e limpeza, as condições de acesso, a verticalidade das réguas, a legibilidade das escalas e facilidades de leitura. A re-instalação será providenciada caso algum lance tenha sido carregado por enchente ou desaparecer por qualquer outro motivo.

As seções transversais de medições deverão ser mantidas limpas e visíveis para permitir a realização das medições comodamente. Os postes de materialização deverão ser mantidos pintados para permitir boa visibilidade. Os postos fluviométricos de outras entidades deverão também merecer cuidados se estiverem em más condições. Nesse caso, o engenheiro responsável pela rede deverá notificar os responsáveis pela operação dos postos daquelas entidades e solicitar permissão para a realização da manutenção necessária.

Em cada visita ao posto o hidrometrista deverá preencher o formulário “Ficha de Inspeção” indicando as condições do posto no momento da visita e todas as providências realizadas ou a ser executadas no futuro.

7.4 Medições de Descarga Líquida e Sólida

7.4.1 Considerações Iniciais

Os trabalhos de operação da rede hidrométrica básica do AHE Santo Antônio, compreendendo a instalação, aquisição de leituras de réguas, realização de medições de descarga líquida e de descarga sólida, serão realizados segundo as normas do extinto DNAEE (1970), das instruções indicadas nos Guias da ANEEL (CARVALHO *et al.*, 2000a,b), bem como o orientado pelos Manuais da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1994; WMO, 2003), e de outras entidades, como o Serviço Geológico dos Estados Unidos (EDWARDS & GLYSSON, 1999) e o Departamento do Interior dos Estados Unidos (USDI, 2001).

As equipes de hidrometria deverão utilizar dois tipos de embarcações para a realização das medições:

- Para as medições nos afluentes - Mutum, Jaciparaná, Abunã, Jamari e Jiparaná - poderá ser utilizada uma canoa de alumínio de 6 m, com motor de popa a fim de permitir a colocação de pelo menos dois guinchos e acomodar quatro técnicos.
- Para as medições no rio Madeira, Beni e Mamoré deverão ser utilizados barcos maiores, com cobertura, que possam permitir a instalação de três guinchos com 50m de cabo cada, para medição simultaneamente (se conveniente) de descarga líquida, amostragem de sedimento em suspensão e de material de fundo, instalação e uso de ecobatímetro e ADCP, além de comportar pelo menos oito tripulantes.

Considerando a distância entre as estações e ainda a impossibilidade de transposição das cachoeiras e barragens, deverá ser prevista a aquisição de pelo menos 3 (três) barcos e 3 equipes. Em função das condições locais do rio Madeira deverá ser previsto também o uso de uma canoa com motor de popa e tripulante para apoio ao barco principal, com a finalidade de executar entre outras as seguintes atividades: afastamento de troncos de madeira, transporte de pessoal, apoio em situações de emergência, etc.

7.4.2 Procedimentos

Está prevista a aplicação de 3 (três) tipos de procedimentos para a realização de medições de descarga líquida e sólida no rio Madeira e afluentes, no âmbito deste Programa, a saber:

- Medição convencional em grandes rios;
- Medição convencional em pequenos e médios cursos d'água – afluentes; e,
- Medição detalhada de descarga sólida em grandes rios.

7.4.2.1 Medição convencional em grandes rios – Madeira, Beni e Mamoré

Esta metodologia se aplica à realização de medição de descarga líquida e sólida convencional nos rios Madeira, Mamoré e Beni nas estações listadas na **Tabela 7.1**. a seguir:

Tabela 7.1
Estações com medições convencionais de descarga líquida e sólida
(Grandes rios - amostragem integrada na vertical)

POSTO	RIO
Guajará-Mirim	Mamoré
Cachuela Esperanza	Beni
Abunã-Vila	Madeira
Jirau-jusante	Madeira
Porto Velho	Madeira
São Carlos (Seção Jus-10)	Madeira
Humaitá	Madeira

Observação: destaca-se que qualquer atividade em Território Boliviano (na estação de Cachuela Esperanza no rio Beni) deve ser precedida de negociações entre estes Países.

- Freqüências das medições

As medições de descarga líquida e sólida deverão ser realizadas com freqüência quinzenal no período de águas altas (dezembro a junho) e freqüência mensal no período de estiagem. Por outro lado, como uma forma de assegurar a qualidade do dado sedimentométrico obtido, será implementada uma rotina de re-amostragem de sedimentos em suspensão durante dois dias sucessivos, para cada estação. Cita-se um exemplo: os trabalhos de amostragem acontecem um dia, e as mesmas atividades repetem-se no dia seguinte (para a mesma estação), o que permitiria vislumbrar flutuações da descarga sólida em suspensão (esta metodologia de re-amostragem considera que não existem mudanças significativas da descarga líquida de um dia para o outro).

- Medições de descarga líquida

As medições de descarga líquida serão realizadas preferencialmente com medidores acústicos de efeito doppler (ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler) de 300 kHz, uma vez que equipamentos de 600 ou de 1200 kHz não tiveram um bom desempenho em campanhas

anteriores (equipamentos com frequências maiores teriam mais dificuldades de medir em condições de elevada carga de sedimentos).

Uma metodologia alternativa ao uso de ADCP é o uso de molinete hidrométrico de eixo horizontal, suspenso em guincho hidrométrico, com 50m de cabo e com uso de lastro adequado às velocidades da ocasião da medição (20, 30 ou 50 quilos). Nesse caso, as medições deverão ser preferencialmente realizadas pelo método detalhado (superfície, 0,20, 0,40, 0,60, 0,80 da profundidade e fundo) de acordo com as normas do DNAEE (1970). Em ocasião de enchentes, com velocidades acima de 2 m/s, poderá ser utilizado o método de dois pontos (0,20 e 0,80 da profundidade de cada vertical) a critério do responsável pelo Programa.

Excepcionalmente, em ocasião de grandes vazões, em que a velocidade pode alcançar valores acima de 3 m/s e profundidades da ordem de 40m, com o rio transportando grande quantidade de troncos, será aceito o método de medida a 0,60 da profundidade, mantendo-se, porém, o critério da quantidade de verticais. Esse procedimento garante agilidade na medição e diminuição dos riscos para a equipe e equipamentos.

As verticais deverão ser distribuídas em igual incremento de largura em número adequado a largura do rio e de acordo com os critérios das normas do DNAEE e do WMO (1994, 2003), e também com instruções complementares do responsável do programa. Durante as medições recomenda-se o uso de um ecobatímetro para definição das profundidades e posicionamento das verticais. É de fundamental importância a disponibilidade deste equipamento para a qualidade da medição, especialmente durante o período de águas altas, em razão das grandes velocidades e profundidades de escoamento, que arrastam o molinete impedindo de alcançar a profundidade total do rio na vertical considerada, mesmo utilizando lastro de 50 kg.

O barco é posicionado na vertical com uso de poita (garatêia) para ancoragem, sendo a distância aos marcos estabelecida com uso de um Sistema de Posicionamento Global (GPS).

- **Medições de descarga sólida**

As medições de descarga sólida compreendem a amostragem de sedimento em suspensão para determinação da concentração e da granulometria e amostragem do leito para determinação da granulometria (além da medição da descarga líquida). A partir dessas grandezas será obtida, de forma direta, a descarga sólida em suspensão e, de forma indireta, a descarga sólida do leito.

Normalmente, a quantidade transporte de sedimentos de arrasto representa uma fração pequena em relação a carga total de sedimentos, variando normalmente entre o 1,0% e 20,0% do transporte total. Todavia, devido a sua importante contribuição a morfologia fluvial em rios e ambientes costeiros, é uma informação necessária e essencial nos estudos sobre evolução de canais de navegação, formação de deltas e sedimentação de reservatórios.

Basicamente, existem duas formas de quantificar a carga sólida de arrasto de uma corrente d'água: mediante métodos diretos (*in situ*) ou por métodos indiretos (VANONI, 1975; CARVALHO *et al.*, 2000a). As medições diretas são feitas mediante o uso de amostradores portáteis apoiados no leito ou mediante o uso de estruturas fixas ou fendas que retêm o sedimento na seção transversal. Dentre as medições indiretas destaca-se principalmente o uso de fórmulas de previsão do transporte de sedimentos que utilizam dados hidrossedimentológicos da corrente. Esta última sistemática é justificada pela dificuldade de medições diretas da carga do leito devido às grandes velocidades e profundidades dos rios Madeira, Mamoré e Beni, que dificultam sobremaneira a realização da medição pelo grande empuxo no cabo e no equipamento de amostragem. Além desses fatores, o posicionamento

deste equipamento no leito do rio provoca perturbações nas condições de escoamento em seu entorno que mascaram os resultados finais.

Até o momento tem-se usado o método modificado de Einstein para obter uma primeira estimativa da descarga sólida do leito, mas serão implementados outros modelos de uso reconhecido na literatura internacional como são os de Toffaletti e van Rijn (VANONI, 1975; SIMONS & SENTURK, 1992).

Em relação à amostragem de sedimentos em suspensão, cabe dizer que será realizada pelo método de igual incremento de largura (IIL), com integração na vertical, que permite a reunião das sub-amostras das diversas verticais e que seja feita uma só análise de concentração e de determinação da granulometria por processo adequado. Nas amostragens de material em suspensão pelo método IIL deverá ser utilizado o equipamento adequado às profundidades. Nas situações com profundidades até 4,5m deverá ser utilizado o amostrador D-49 e para profundidades superiores o amostrador de saca. Considerando as características dos rios Madeira, Mamoré e Beni, deverá ser utilizado o amostrador de saca para a coleta da amostra.

Em relação ao procedimento de amostragem, cabe destacar que o método IIL é o método mais utilizado para amostragem da mistura água-sedimento, devido a sua simplicidade. No método, a área da seção transversal é dividida numa série de verticais igualmente espaçadas. Em cada vertical se utiliza a amostragem por integração na vertical, mas com a mesma velocidade de trânsito em todas as verticais. Nesse caso deve-se também utilizar sempre o mesmo amostrador, com o mesmo bico. Como as velocidades médias em cada vertical são diferentes, diminuindo geralmente do talvegue para as margens, então as quantidades amostradas por garrafa vão se reduzindo a partir do talvegue (**Figura 7.1**).

Para a operação de campo e obtenção adequada das diversas amostras, em primeiro lugar é feita a medida da descarga líquida com verticais escolhidas igualmente espaçadas para se ter as velocidades médias da corrente para o cálculo dos tempos de amostragem. O bico do amostrador é escolhido conforme a velocidade: em baixas velocidades, usa-se o bico de 1/4"; em velocidades moderadas, o bico de 3/16" e em maiores velocidades, o de 1/8". É necessário que a primeira sub-amostra seja otimizada, isto é, que seja coletado um volume até o limite permitido na garrafa, ou próximo. As outras sub-amostras serão obtidas com tempos proporcionais. As sub-amostras obtidas podem ser combinadas em uma só amostra composta para determinação da concentração média e, se necessário, da granulometria média.

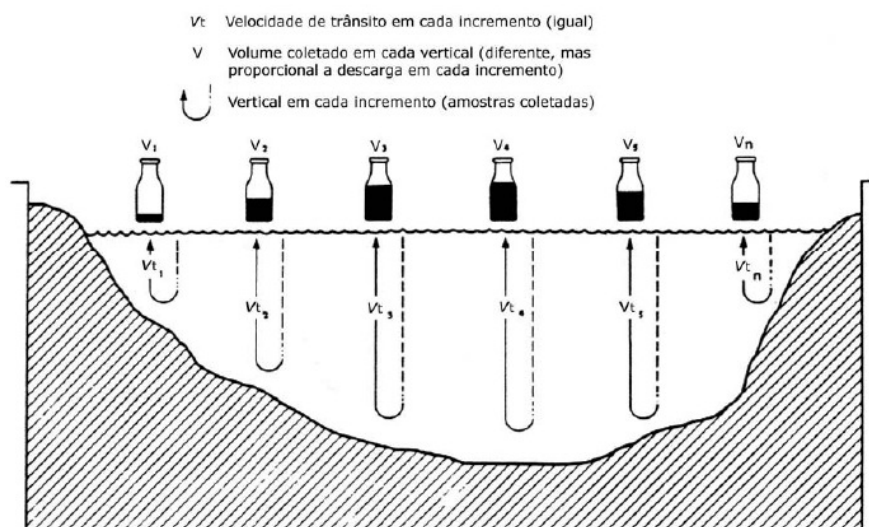


Figura 7.1 - Exemplo de amostragem pelo método de igual incremento de largura (EDWARDS & GLYSSON, 1999)

O número de verticais a ser adotado na coleta deverá ser de 10 a 20, sendo que o hidrometrista deverá garantir a coleta de um volume mínimo de amostra de forma a garantir a análise da **Tabela 7.3**.

Tabela 7.3
Volume mínimo de amostra necessária para a análise da concentração de sedimentos em suspensão (WMO, 2003)

CONCENTRAÇÃO ESPERADA DE SEDIMENTO EM SUSPENSÃO [mg/l, ppm, g/m ³]	VOLUME DA AMOSTRA [l]
> 100	1
50 a 100	2
20 a 30	5
< 20	10

Na coleta de sedimento do leito, deverá ser utilizado o amostrador BM-54 que garante a obtenção da mesma quantidade de material em cada vertical. Deverá ser utilizado também o método de igual incremento de largura nessas amostragens, com as verticais coincidentes com as verticais de amostragem de sedimento em suspensão. Nas situações em que as velocidades estiverem elevadas, superiores a 3,0m/s, e com dificuldades de amostragem, pode-se acoplar um lastro acima do amostrador BM-54 de forma a garantir a amostragem (DAVIS, 2005).

As amostras obtidas deverão ser colocadas em sacas independentes, etiquetadas adequadamente e enviadas ao laboratório para análise de granulometria. Os frascos com amostras em suspensão e os sacos plásticos com amostras do leito deverão estar bem acondicionados e protegidos para não haver perda de material no transporte.

- Análises laboratoriais

Uma vez no laboratório o responsável registrará cada amostra e armazenará para análise posterior, considerando em cada caso a metodologia a ser utilizada. As amostras de sedimento em suspensão deverão ser analisadas para obtenção da concentração e da granulometria. Atualmente, os métodos mais utilizados para determinação da concentração de sedimentos no laboratório são os métodos de filtração e evaporação.

Considerando que as amostras do sedimento em suspensão deverão ser analisadas para obtenção da concentração e da granulometria, deverão ser utilizados preferencialmente os métodos do tubo de remoção pela base e o de pipetagem para essas análises. No entanto, antes desse processo deverão ser removidas, por peneiramento, as frações com dimensões iguais ou maiores que areia de toda a amostra. Esse peneiramento é feito em “peneirinhas” de 5 cm de diâmetro que depois são levadas a estufa e, em seguida, pesadas.

As amostras de sedimento do leito deverão ser analisadas para obtenção da granulometria por peneiramento. Caso haja resíduo significativo na última peneira, esse resíduo de silte e argila deverá ser então analisado por método semelhante aos explicitados para o sedimento em suspensão.

- Cálculos da descarga líquida e sólida

Os resultados da medição da descarga líquida, as anotações de campo durante a realização das medições e as anotações durante a análise laboratorial deverão ser encaminhados ao responsável pelo programa para cálculo da descarga sólida em suspensão e total.

Quando as medições da descarga líquida são realizadas mediante molinete hidrométrico, os resultados de todos os cálculos deverão compor um arquivo específico para cada estação, contendo: número da medição, data de realização, cota do nível d'água, largura, profundidade média, velocidade média, área da seção, descarga líquida e observações. No caso da medição ser realizada com ADCP, o software de aquisição e pós-processamento de dados (*WinRiver*) determina automaticamente todos esses dados.

A descarga sólida do leito deverá ser calculada através dos seguintes métodos: método modificado de Einstein, Toffaletti, van Rijn (todos os métodos descritos foram desenvolvidos originalmente para escoamentos com leito de areia, como acontece com o rio Madeira). O método modificado de Einstein permite obter a descarga em suspensão medida, a descarga sólida não medida, a descarga de arrasto e a descarga sólida por faixas granulométricas.

É possível obter valores aproximados da descarga de sedimentos em suspensão através de tecnologias alternativas, como o uso de turbidímetros ou o uso de ADCP's, mas em ambos os casos deve-se realizar a calibração dos mesmos a partir de medições pontuais de sedimento em suspensão. Quanto maior o número de pontos e de verticais, melhor a calibragem a ser obtida. No entanto destaca-se que essas metodologias são exploratórias e não se encontram totalmente estabelecidas na literatura.

Os resultados finais consistirão de um relatório de cada medição incluindo as listagens da granulometria por porcentagens de faixas granulométricas e por porcentagens de argila, silte, areia fina, areia média, areia grossa e cascalho.

7.4.2.2 Medição convencional em pequenos e médios cursos d'água – afluentes

Esta metodologia se aplica à realização de medição de descarga líquida e sólida convencional em pequenos e médios cursos d'água, com largura igual ou menor que 200 m, ou seja, nas estações indicadas na **Tabela 7.4**.

Tabela 7.4
Estações com medições convencionais de descarga líquida e sólida
(Pequenos e Médios Cursos D'água - amostragem integrada na vertical)

POSTO	RIO
Morada Nova – Jusante	Abunã
Vila Mutum	Mutum-Paraná
Jaciparaná – Jusante	Jaciparaná
Jamari - Foz	Jamari
Jiparaná – Foz	Jiparaná

- Freqüências das medições

As medições de descarga líquida e sólida deverão ser realizadas no primeiro ano com freqüência mensal no período de águas altas (dezembro a junho) e bimestral no período de estiagem. Após este período os resultados obtidos deverão ser analisados visando o espaçamento entre as medições.

- Medições de descarga líquida

Serão realizadas exclusivamente com o uso de molinete hidrométrico, conforme consta no item anterior (descarga líquida em grandes rios). O posicionamento da embarcação nas margens, bem como nas verticais será realizada com GPS.

- Medições de descarga sólida

Nas situações com profundidades de até 4,5m recomenda-se o uso do amostrador D-49 e para profundidades superiores o amostrador de saca. Em relação a amostragem de sedimentos do leito nos afluentes, pode-se utilizar o amostrador de fundo BMH-60 que é um pouco mais leve que o BM-54 e de mais fácil operação (DAVIS, 2005).

- Análises laboratoriais

As análises laboratoriais serão realizadas da mesma forma descrita no item anterior (grandes rios).

- Cálculos da descarga líquida e sólida

Os cálculos da descarga líquida e sólida serão realizados da mesma forma descrita no item anterior (grandes rios).

7.4.2.3 Medição detalhada de descarga sólida em grandes rios

Alem das atividades de monitoramento sedimentológico que incluem a amostragem de sedimentos em suspensão com amostradores integradores na vertical (corresponde ao programa convencional de medição de descarga sólida), recomenda-se a implementação de outro programa de amostragem com a finalidade de caracterizar a distribuição vertical de sedimentos ao longo do estirão em estudo.

- Locais de amostragem

Para ter uma boa representação temporal do comportamento das diferentes frações de sedimentos seriam necessárias de 4 a 6 campanhas de medições ao longo do ano, que permitam representar os períodos de enchente, cheia, vazante e estiagem do rio Madeira. Quanto à representatividade espacial, o adequado seria 5 locais de amostragem: em uma seção a montante da área de influência do reservatório de Jirau (Abunã), em uma seção no reservatório de Jirau, em uma seção no reservatório de Santo Antônio, e duas seções a jusante de Porto Velho (São Carlos e Humaitá).

Em cada seção de medição deverão coletar-se amostras em 3-5 verticais (em função da largura da seção e características batimétricas da mesma) e, em cada vertical, colhidas de 3 a 5 amostras. Em média, a amostragem em uma vertical requer aproximadamente de 30 a 60 minutos, sendo que a maior parte do tempo é utilizado para posicionar a embarcação.

- Amostragem de sedimentos em suspensão com o uso de amostradores pontuais

A amostragem pontual de sedimentos objetiva a caracterização vertical do perfil da concentração dos sedimentos em suspensão. Dessa forma, será possível conhecer os gradientes de concentração com a profundidade não apenas em função da fração (areia ou sedimentos finos) mas também para os diferentes tamanhos de grãos de sedimento. Por outro lado, o adequado conhecimento das frações que estão sendo transportadas nas diferentes profundidades é fundamental para avaliar a eficiência de retenção dos reservatórios.

- Tipos de amostradores:

Os amostradores pontuais de sedimentos em suspensão podem ser do tipo integrador ou instantâneo. Entre os amostradores pontuais integradores pode-se citar o US P-61-A1 (**Figura 7.2**), US P-72 (**Figura 7.3**) e US P-63 (**Figura 7.4**). Como exemplo de amostrador pontual instantâneo pode-se citar o Calde I (**Figura 7.5**). Este último amostrador é comumente utilizado nos rios amazônicos no escopo do Projeto HiBAm (Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica), e consiste num tubo de PVC com capacidade aproximada de 12 litros e na sua parte inferior um sobre peso de 50 quilogramas. O tubo possui os extremos abertos e com tampas ligadas a um gatilho para o fechamento, o qual é ativado com o lançamento de um mensageiro. Quando o mensageiro toca o gatilho, o tubo se fecha, guardando no seu interior a água coletada na profundidade onde o amostrador se encontra posicionado.



Figura 7.2 - Amostrador pontual integrador US P-61-A1 (DAVIS, 2005)

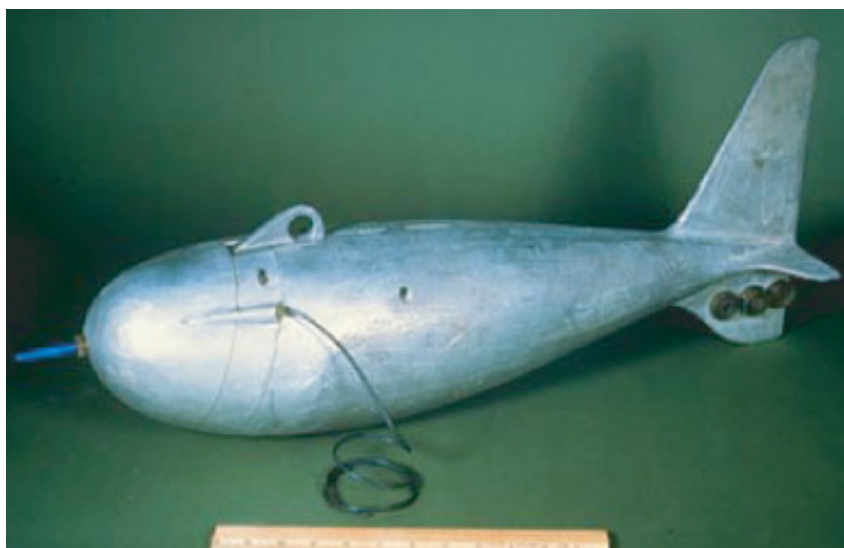


Figura 7.3 - Amostrador pontual integrador US P-72 (DAVIS, 2005)



Figura 7.4 - Amostrador pontual integrador US P-63 (DAVIS, 2005)



Figura 7.5 : Amostrador pontual instantâneo Callede I

- Análise da concentração e distribuição granulométrica dos sedimentos em suspensão:

Depois de colhida a amostra, parte dela deverá ser armazenada para a determinação da distribuição granulométrica para cada uma das diferentes profundidades de amostragem. O restante da amostra deverá ser peneirada na malha de 0,063 mm (**Figura 7.6**) para separar as areias dos sedimentos finos (argila e silte). As areias deverão ser colocadas num recipiente adequado para posterior secagem e determinação da concentração no laboratório. A amostra com sedimentos finos deverá ser dividida (com o intuito de ter um volume de amostra menor) para sua posterior filtragem (**Figura 7.7**).



Figura 7.6 - Peneiramento (malha de 62 µm) para separar as areias do material fino (silte e argila)



Figura 7.7 - Dispositivo de filtração frontal Sartorius

Para realizar a análise da granulometria do sedimento em suspensão deve-se separar uma garrafa com 1 ou 2 litros de amostra. A análise granulométrica desta fração pode ser feita através de métodos tradicionais de sedimentação, como o método do tubo de retirada pelo fundo, pipetagem ou pelo densímetro.

- Do processamento dos dados

Os cálculos da descarga líquida e descarga sólida listadas serão utilizados para o processamento final dos dados.

O primeiro passo será a obtenção de níveis médios diários em boletins mensais e anuais. Isso será feito para todos os meses e anos de operação das réguas.

O segundo passo será a análise de consistência dos dados de vazões e de descarga sólida pelos processos conhecidos.

O terceiro passo será a obtenção da curva-chave de vazões com os valores de níveis e descarga líquida medida, $Q = f(h)$. Pela aplicação da equação da curva-chave nos valores dos boletins de níveis d'água médios anuais serão obtidos os boletins de vazões médias diárias para todos os anos de operação do posto.

O quarto passo será a obtenção da curva-chave de sedimentos com os valores de descarga sólida em suspensão medida em função da vazão, $Q_{sm} = f(Q)$. Pela aplicação da equação da curva-chave de sedimentos nos valores dos boletins de descarga líquida serão obtidos os boletins da descarga sólida em suspensão medida para todos os anos de operação do posto.

Prefere-se utilizar a descarga em suspensão para o traçado da curva-chave de sedimentos pela maior confiança nos resultados. De acordo com os trabalhos dessa natureza espera-se um erro de 10%, enquanto para medições ou resultados de descarga do leito tem-se um erro de 25%.

A descarga sólida total será obtida com o seguinte artifício: na lista de medições de descarga sólida pelo método de Einstein procura-se ver no conjunto de medições, qual a diferença e a porcentagem entre descarga sólida total e descarga sólida medida para todas as medições realizadas. Adiciona-se o valor médio a descarga sólida medida média. Este procedimento é importante porque nem todas as medições de descarga sólida apresentam um resultado coerente, sendo a descarga sólida em suspensão o valor mais confiável.

7.5. Complementação da descrição do rio Madeira para suporte à modelagem de transporte de sedimentos unidimensional na condição atual e com reservatórios

7.5.1. Considerações Iniciais

Durante os estudos de viabilidade dos AHEs Santo Antônio e Jirau foram levantadas diversas seções transversais no rio Madeira que serviram de base aos estudos de remanso devido os reservatórios como também à modelagem matemática do transporte de sedimentos unidimensional na situação atual e com reservatórios. Entretanto, tem-se a necessidade de detalhamento para maior confiabilidade nas previsões.

A complementação da descrição atual do rio Madeira compreende o levantamento de seções topobatimétricas e de granulometria do leito nessas seções. A **Tabela 5.5** indica a quantidade de seções para levantamento batimétrico e de granulometria do leito em cada trecho de interesse.

A coleta de material para análise granulométrica do material do leito deverá ser feita em 3 verticais por seção. Caberá ao hidrometrista a seleção das seções nas quais serão realizadas as coletas, entre aquelas com levantamento batimétrico, em função das facilidades operacionais, respeitando uma distribuição uniforme ao longo do trecho.

7.5.2. Frequência dos levantamentos

Tanto o levantamento das seções topobatimétricas transversais como das amostragens para granulometria do leito deverão ser levantadas no primeiro ano, visando sua utilização imediata nas modelagens matemáticas e na caracterização dos trechos de interesse do rio Madeira. Após o enchimento do reservatório o relevamento das seções transversais e amostragem de sedimento do leito será realizada com uma frequência anual.

7.5.3. Levantamentos das seções transversais

Deverão ser instalados marcos de concreto em ambas margens, demarcando a seção, para os quais serão determinadas as coordenadas (mediante uso de GPS), amarradas ao *Datum* do IBGE, a partir dos marcos já instalados na região. O levantamento da parte submersa da seção deverá ser realizada com ecobatímetro digital acoplado a GPS. Quando possível sugere-se o uso de DGPS (GPS com correção diferencial) para a determinação das coordenadas geográficas.

7.5.4. Granulometria do Leito

As amostras obtidas deverão ser colocadas em sacos plásticos independentes, isto é, uma para cada vertical, etiquetadas adequadamente e enviadas ao laboratório para análise. Uma vez no laboratório, as amostras deverão ser analisadas para obtenção da granulometria por peneiramento (úmido ou seco). O material do leito coletado ao longo da seção transversal pode apresentar uma diversidade de granulometria grande, desde material grosso como pedregulho e areia, até material fino como silte e argila. Nesse caso, uma análise desse material exigirá métodos diferentes para sua completa definição. O material grosso seria analisado por peneiramento. Sobrando resíduo fino após a peneira de malha mais fina igual ou

maior que 5%, procede-se a uma análise pelo processo do densímetro, de pipetagem ou do tubo de retirada pelo fundo.

Na coleta de sedimento do leito, deverá ser utilizado o amostrador BM-54 que garante a obtenção da mesma quantidade de material em cada vertical, isto é, sem perdas. Nas situações em que as velocidades estiverem elevadas, superiores a 3,0m/s, e com dificuldades de amostragem, pode-se acoplar um lastro acima do BM-54 visando a garantia de amostragem.

7.6. Levantamentos topobatimétricos e de granulometria para acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira após o enchimento do reservatório da AHE Santo Antônio

7.6.1 Considerações Iniciais

Os levantamentos topobatimétricos e de granulometria para monitoramento da evolução do leito do rio Madeira após o enchimento do reservatório do AHE Santo Antônio compreenderá:

- O levantamento de seções transversais topobatimétricas

A **Tabela 5.7** indica a quantidade de seções em cada trecho de interesse. As seções levantadas deverão, em princípio, coincidir com as levantadas para suporte à modelagem. Entretanto, os resultados desta modelagem poderão indicar a eventual necessidade de relocação das seções.

- Levantamentos de perfil longitudinal ao longo do reservatório de uma linha poligonal representativa do curso principal.
- Coleta e análise granulométrica de material do leito em todas as seções topobatimétricas levantadas, em 3 verticais por seção.

7.6.2 Frequência dos levantamentos

Tanto o levantamento das seções, quanto do perfil longitudinal e das amostragens para granulometria do leito deverão ser realizadas anualmente a partir do ano do enchimento do reservatório, sempre no mês de junho (após o período de cheia).

7.6.3 Levantamentos das Seções transversais

Deverão ser instalados marcos de concreto em ambas as margens, demarcando a seção, para os quais deverão ser determinadas suas coordenadas, amarradas ao *Datum* do IBGE, a partir dos marcos já instalados na região. A localização dos marcos poderá realizar-se com o auxílio de GPS.

O levantamento da parte submersa da seção será realizado mediante ecobatímetro digital, enquanto que a localização dos pontos levantados será feita com posicionamento global (GPS ou DGPS). A escolha de utilizar GPS ou DGPS vai depender do objetivo específico do levantamento. Aos efeitos de obter seções batimétricas com adequado grau de precisão, indica-se preferencialmente o uso de ecobatímetro (single-beam ou multi-beam) ao uso de ADCPs, pois as medições de ADCP não apresentam a resolução vertical requerida na camada

mais próxima ao fundo. Um ecobatímetro freqüentemente utilizado é o RAYTHEON DE 719E (Precision Survey Fathometer) com saída acústica de 200 kHz, que apresenta resolução vertical de 0,01-0,05 m. e permite trabalhar em um amplo intervalo de profundidades (0-160 m) e permite a correção por salinidade e temperatura da água para a velocidade do som (1393-1590 m/s). Paralelamente ao uso deste equipamento, pode-se utilizar o software HYPACK Max - Hydrographic Survey Software, que permite o trabalho acoplado do ecobatímetro com saída digital e gráfica, e do GPS ou DGPS (via satélite).

7.6.4 Levantamento de Perfis Longitudinais

De forma a complementar as medições de perfis batimétricos, serão realizados perfis longitudinais do leito ao longo dos reservatórios, em linhas representativas do curso principal. Os procedimentos metodológicos bem como os equipamentos utilizados para estes levantamentos são os mesmos que os descritos no item anterior (Levantamento das Seções Transversais).

Estes levantamentos serão realizados após a implantação dos reservatórios quando terão uma freqüência anual

7.6.5 Granulometria do Leito

Na coleta de sedimento do leito, deverá ser utilizado o amostrador BM-54 que garante a obtenção da mesma quantidade de material em cada vertical, isto é, sem perdas. Nas situações em que as velocidades estiverem elevadas, superiores a 3,0m/s, e com dificuldades de amostragem, pode-se acoplar um lastro acima do BM-54 visando a garantia de amostragem.

As amostras obtidas deverão ser colocadas em sacos plásticos independentes, isto é, uma para cada vertical, etiquetadas adequadamente e enviadas ao laboratório para análise. Uma vez no laboratório, as amostras deverão ser analisadas para obtenção da granulometria por peneiramento. Caso haja resíduo significativo na última peneira (mais fina), o resíduo deverá ser analisado pelo método de retirada pelo fundo, pipetagem ou tubo de acumulação visual.

7.7 Levantamentos batimétricos do rio Madeira, nas áreas próximas ao AHE Santo Antônio, para suporte à modelagem matemática bi-dimensional do transporte de sedimentos

As áreas localizadas a montante e a jusante de cada reservatório serão levantadas mediante batimetria de alta resolução (espacial e vertical) de forma a auxiliar a modelagem física e matemática (bi-dimensional) do transporte de sedimentos. A **Tabela 5.6** indica as extensões e áreas necessárias em cada trecho.

7.8 Consolidação da base de dados hidrossedimentológicos

A estimativa da precisão de dados sedimentométricos é uma tarefa complexa, devido as diferentes fases necessárias para obtenção do valor final da descarga sólida. Além de uma série de amostras e análises laboratoriais, bem como dos métodos de cálculo usualmente

empregados; ressalta-se, neste contexto, a falta de uma metodologia adequada para a análise de consistência (WMO, 2003).

Erros podem ser devido à má escolha do equipamento, ou equipamento defeituoso; erro de operação na amostragem; erro devido a medição da vazão que incidirá no cálculo e até na amostragem; erros de análise do sedimento, bem como erro na escolha da fórmula adequada no caso de descarga do leito ou total (CARVALHO, 2000a). Paralelamente, erros acumulados podem resultar numa diferença significativa, comprometendo a qualidade dos dados.

Um fator diretamente relacionado à análise de consistência das séries de dados é a frequência de operação, que algumas vezes pode conduzir a obtenção de resultados inadequados. Por exemplo, dados de operação eventual devem cobrir toda a variação do nível d'água e vazão no posto, bem como abranger todo o período de estiagem e, principalmente, do período chuvoso. Parâmetros adequados para a realização de estudos são de primordial importância. Assim, pode-se chegar a conclusão que, mesmo tendo bons dados, se estes não foram obtidos com a frequência adequada, não representaram o fenômeno natural e conduzirão a estudos incompletos ou resultados não confiáveis.

Alguns dos prováveis erros serão eliminados a partir dos requisitos a cumprir pelas equipes de trabalho de campo e de laboratório. Por exemplo, os equipamentos devem ser testados antes do início da campanha de medição, as amostras coletadas devem ter uma graduação coerente (uma sub-amostra com muito sedimento em relação às demais deve conduzir a outra amostragem naquela vertical), o processo de etiquetagem das amostras em suspensão e do leito deve ser coerente, simples e claro, e assim por diante. Fica explícito que a eliminação da maior parte dos erros se atinge através de medições cuidadosas no campo e no laboratório.

Durante o processamento dos dados, por exemplo, ao preparar uma curva-chave de sedimento e verificar dispersão de pontos incoerentes, o operador não deverá simplesmente desprezar dados, mas sim verificar cada planilha de medição antes de descartar. Os pontos muito distantes da curva média que estejam introduzindo erros, após o seu exame, são os que serão descartados (Edward & Glysson, 1999; CARVALHO, 2000a).

Assim sendo, a análise de consistência de dados hidrossedimentológicos e a consolidação da ampla base de dados hidrossedimentológicos, que será gerada no decorrer dos estudos do AHE Santo Antônio, justificam a criação de um banco de dados hidrossedimentométricos atualizado e consistido, agregando as medições de descarga sólida realizadas pela Agência Nacional de Águas ANA, por FURNAS-CNO antes e após a conclusão dos estudos de viabilidade, e aquelas realizadas no âmbito deste programa.

Este banco deverá conter para todas as medições realizadas, as seguintes informações gerais: número de identificação, data de execução, nível d'água, descarga líquida, concentração de sedimentos em suspensão, descarga sólida em suspensão, granulometria em suspensão e de fundo, e um resumo da metodologia utilizada. Deverá também agregar as informações referentes a descarga sólida de fundo estimada pelo método de Einstein modificado, e outros.

7.9 Estudos Hidrossedimentológicos Básicos

7.9.1 Considerações Iniciais

Os estudos hidrossedimentológicos básicos têm o objetivo de produzir informações essenciais, para uso em estudos subseqüentes. Desta forma, para todas as estações monitoradas,

deverão ser realizados estudos visando a definição da curva chave de sedimentos, série de descargas sólidas médias diárias e médias mensais.

7.9.2 Curva-Chave de Sedimentos

A curva-chave de sedimentos das estações monitoradas deverá ser representada pela relação entre a descarga sólida em suspensão medida, Q_{sm} , e a descarga líquida, Q_L , ou seja, $Q_{sm} = f(Q_L)$.

Prefere-se utilizar a descarga em suspensão para o traçado da curva-chave de sedimentos pela maior confiança nos resultados. De acordo com os trabalhos dessa natureza espera-se um erro de 10%, enquanto que para medições os resultados de descarga do leito apresentam erros na faixa de 25% (CARVALHO *et al.*, 2000a).

7.9.3 Série de descarga sólida média diária

Pela aplicação da equação da curva-chave de sedimentos aos valores de descarga líquida média diária obtém-se as descargas sólidas em suspensão médias diárias, para todo o período histórico de operação do posto fluviométrico.

Considerando a grande variabilidade da descarga sólida de fundo (não medida) em relação à descarga sólida em suspensão (valor mais confiável), a série de descarga sólida total deverá ser obtida através do seguinte procedimento:

- Seleção do método a ser utilizado para estimativa da descarga total através das descargas sólidas medida;
- Cálculo da relação entre a descarga sólida total e a descarga sólida medida para todas as medições realizadas;
- Obtenção das estatísticas dessas relações;
- Geração da série de descarga sólida total através da aplicação da relação média a série de descarga sólida em suspensão.

7.9.4 Série de descarga sólida média mensal e anual

A partir da série de descargas sólidas (total média diária) serão obtidas as séries de descarga médias mensais e anuais, para todo o período com disponibilidade de dados.

7.10 Caracterização Espacial do Sedimento Transportado pelo Rio Madeira em Condições Naturais

7.10.1 Considerações Iniciais

A caracterização espacial do sedimento transportado pelo rio Madeira ao longo do estirão fluvial de interesse, de Guajará Mirim à cidade de Humaitá, tem o objetivo de identificar a variabilidade espacial da concentração total de sedimentos em suspensão, da descarga sólida em suspensão e total, da granulometria do sedimento em suspensão e do leito, para condições

hidrológicas típicas – seca, enchente, cheia e vazante – na situação atual, isto é sem os reservatórios.

Os resultados produzidos nesta atividade permitirão também a formação de uma base de informações para análise dos resultados da modelagem matemática uni-dimensional e bi-dimensional (**Anexo I**) do transporte de sedimentos do rio Madeira em condições naturais.

7.10.2 Frequência

Esta atividade deve ser realizada no primeiro ano de elaboração deste programa, considerando toda a base de dados disponível e repetida com os dados disponíveis até o enchimento do reservatório

7.10.3 Procedimentos

- Para cada estação, classificar os dados de concentração total de sedimentos em suspensão, da descarga sólida em suspensão e total, da granulometria do sedimento em suspensão e do leito por período hidrológico e por faixa de vazões (níveis d'água);
- Análise dos resultados de cada estação visando identificar características do transporte de sedimentos representativas de cada período hidrológico;
- Análise dos resultados visando identificar a variabilidade espacial das características do transporte de sedimentos nos trechos de interesse, Guajará Mirim – Abunã, Abunã – Jirau, Jirau – Porto Velho e Porto Velho – Santo Antônio.

Na primeira avaliação, será utilizada a base de dados atual, o que certamente limitará a análise dos trechos entre Abunã e Porto Velho. Porém, a segunda avaliação contará com os dados da estação de Jirau - jusante (cerca de três anos aproximadamente) o que permitirá uma melhor caracterização do transporte de sedimentos do rio Madeira neste trecho, em condições naturais. As avaliações deverão ser consolidadas em relatório específico.

7.11 Análise do Comportamento Sedimentológico do Reservatório da AHE Santo Antônio

7.11.1 Considerações Iniciais

Os levantamentos e monitoramentos previstos neste programa permitirão caracterizar os volumes e granulometria dos sedimentos afluentes, retidos/erodidos, e defluentes do reservatório de Santo Antônio, permitindo caracterizar o comportamento sedimentológico do reservatório e aferir parâmetros estabelecidos nos estudos anteriores bem como os prognósticos realizados, quais sejam:

- A evolução do leito no trecho do reservatório;
- A evolução da curva cota x área x volume do reservatório de Santo Antônio;
- Comportamento sedimentológico do reservatório;
- Eficiência de retenção do reservatório; e,

- Validação dos prognósticos de deposição ou de erosão previstos pelos resultados da modelagem matemática do transporte de sedimentos.

7.11.2 A evolução do leito no trecho do reservatório e a jusante (entre Santo Antônio e Humaitá)

7.11.2.1 Frequência das Análises

O acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira, no trecho do reservatório deverá ser realizado, a princípio, anualmente, devendo ser avaliada posteriormente a possibilidade de um maior espaçamento em função da velocidade das alterações morfológicas eventualmente detectadas. Os resultados das medidas das descargas sólidas mais recentes serão úteis para a verificação de maior ou menor carga sólida afluente ao reservatório, permitindo, outrossim, o cálculo do assoreamento e sua possível evolução através de modelos matemáticos como o HEC-RAS ou HEC-6.

7.11.2.2 Procedimentos

- A forma clássica de determinar a evolução morfológica do reservatório leva em consideração a obtenção do volume de sedimentos retidos/erodidos, no período em análise, através da comparação do volume do reservatório no tempo (t) e no tempo (t+1). O volume do reservatório em cada instante de análise será estimado através das áreas de escoamento em cada seção (superposição das seções transversais), para cada cota do nível d'água. A precisão esperada para esse procedimento vai depender diretamente do intervalo de tempo utilizado para avaliar os depósitos bem como da precisão (espacial) com a qual os relevamentos são realizados.
- Paralelamente ao método anterior, será realizada a superposição de perfis longitudinais efetuados ao longo do reservatório, para o mesmo período em análise, identificando os principais trechos de deposição e/ou erosão;
- Identificação da granulometria do leito em cada seção transversal levantada e análise comparativa desses resultados com o regime fluvial verificado no período, ou seja, magnitude das vazões líquidas e sólidas afluentes ao reservatório;
- Elaboração de um desenho síntese do comportamento hidrossedimentológico do reservatório no período, com a indicação dos depósitos mais importantes, variação de volumes e granulometrias;
- Elaboração de relatório específico após cada período de monitoramento e estudos.

7.11.3 Evolução da Curva Cota x Área x Volume do reservatório

7.11.3.1 Considerações Iniciais

A evolução das alterações da curva cota x área x volume do reservatório pode ser avaliada através das seções transversais topobatimétricas realizadas anualmente no reservatório. A precisão dessas estimativas é diretamente proporcional a quantidade dessas seções.

Ressalta-se que a curva constante do estudo de viabilidade foi obtida de restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000 com curvas de nível a cada 5,00m de equidistância. Em razão dessas diferenças metodológicas torna-se necessário avaliar os desvios entre essas estimativas e avaliar a possibilidade de ajustar um fator de correção.

7.11.3.2 Frequência das Análises

A evolução temporal da curva cota x volume deverá ser avaliada a cada três anos, a contar do enchimento do reservatório, considerando para tal fim os levantamentos topobatimétricos realizados anualmente como parte desse programa.

7.11.3.3 Procedimentos

Conforme apresentado, as seções topobatimétricas transversais obtidas de levantamentos periódicos (anuais), permitirão o traçado de novas curvas cota x área x volume, a comparação com levantamentos anteriores e também o traçado de perfis longitudinais ao reservatório. Isto possibilita a verificação da curva de dejeção e a evolução de um provável assoreamento.

Conforme previsto no programa de monitoramento, serão efetuadas medições da descarga líquida e descarga sólida regularmente. Esses dados permitirão que seja acompanhado, paralelamente, o comportamento da bacia através da verificação do aumento ou redução da carga sólida com o tempo.

7.11.4 Evolução do Comportamento Sedimentológico do Reservatório

O acompanhamento do possível assoreamento do reservatório através dos levantamentos realizados e estudos paralelos de fluxo de sedimentos no trecho permitirá a adoção de medidas de proteção que forem necessárias em tempo hábil. A carga sólida do rio Madeira é praticamente toda gerada nos Andes e em território boliviano, fora do alcance de providências na alta bacia por parte da gerência dos aproveitamentos de Jirau e Santo Antônio. Assim, medidas de controle de sedimento pelo assoreamento do reservatório terão de ser locais. No trecho de influência do reservatório será mantida floresta ciliar em ambas as margens do rio Madeira e também nos afluentes, o que evitará a afluência da maior parte do sedimento lateral provocado por erosão na bacia contribuinte. Outras medidas de controle de sedimento serão estudadas de acordo com a evolução do comportamento no reservatório, podendo ser prevista a dragagem localizada de sedimentos, se necessária.

Com o crescimento da população em todo o mundo, espera-se o mesmo para a bacia contribuinte na Bolívia. Isso acarretará maior uso do solo, com potenciais reflexos na geração de sedimentos. Fica evidente que o monitoramento sedimentológico do reservatório é uma necessidade permanente.

7.11.5 Evolução da Eficiência da Retenção de Sedimentos nos Reservatórios

A partir do momento que é feito o enchimento do reservatório altera-se o comportamento hidráulico e sedimentométrico do curso d'água. Um dos primeiros reflexos possíveis é o assoreamento do reservatório (na área denominada delta do reservatório, na extremidade a montante). No início, a capacidade de reter sedimento é função do volume de sedimento afluente, da granulometria do sedimento, da topografia local, do tipo de operação do reservatório, da vazão afluente, do tempo de residência da água no reservatório e outros

fatores. A medida que o reservatório vai se alterando, a capacidade de reter sedimentos vai diminuindo.

O monitoramento hidrossedimentológico programado é constante (fundamentalmente descarga sólida), junto com os levantamentos topobatimétricos do reservatório (e de sua área de influência), permitirá que se calcule anualmente a eficiência de retenção de sedimentos e, com isso, a evolução da eficiência de retenção.

7.12 Caracterizar as principais feições geomorfológicas do rio Madeira a jusante do AHE Santo Antônio até a localidade de Humaitá

Pretende-se caracterizar as principais feições geomorfológicas (linhas de margens, principais ilhas e ilhotas e depósitos aluvionares) do rio Madeira a jusante da AHE Santo Antônio até a localidade de Humaitá mediante o auxílio de fotos aéreas e/ou imagens de satélite atuais e para períodos pretéritos (1980, 1990, 2000). Através da digitalização em um sistema de informação geográfica das diferentes configurações (geomorfologias) do curso principal será possível estabelecer tendências evolutivas da calha do rio, bem como inferir o comportamento sedimentológico do rio baseado na migração de bancos de areia, ilhas e ilhotas.

Essa atividade terá desdobramento com o reconhecimento e levantamento de trechos representativos do rio Madeira com margens já erodidas ou potencialmente erodíveis no estirão a jusante do AHE Santo Antônio até a localidade de Humaitá, antes do início da operação do projeto. Nesse contexto, os levantamentos e visitas de campo assumem particular importância como uma forma de monitorar a regressão de margens em trechos representativos do rio Madeira

8. RESPONSABILIDADES

A execução deste programa será inicialmente da responsabilidade do empreendedor do projeto do AHE Santo Antônio. Posteriormente, com a definição do empreendedor do projeto do AHE Jirau, as responsabilidades deverão ser compartilhadas entre ambos os empreendedores, tendo por base o conceito de que a área de estudos é comum a ambos os projetos.

9. RELATÓRIOS / PRODUTOS

A **Tabela 9.1** apresenta a relação dos produtos a serem elaborados ao longo da execução do Programa e correspondentes datas previstas de emissão.

Tabela 9.1
Elaboração de Relatórios

Nº	TÍTULO	DATA DE EMISSÃO
R1	Termo de Referência para fornecimento de rede de aquisição de dados em tempo real	1 abril de 2008
R2	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira e Análise Granulométrica do Leito - Trecho Abunã a Humaitá - Relatório Parcial	1 junho de 2008
R3	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira sem reservatório (dados até abril de 2008) - Relatório Parcial	1 junho de 2008
R4	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira e Análise Granulométrica do Leito - Trecho Abunã a Humaitá - Relatório Final	1 agosto de 2008
R5	Implantação da Rede Telemétrica - Relatório Final	1 de outubro de 2008
R6	Monitoramento das Condições Geomorfológicas do rio Madeira anteriores a implantação do reservatório Santo Antônio	1 de fevereiro de 2009
R7	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira sem reservatório - Período: abril de 2008 a junho de 2009 - Relatório Parcial	1 de dezembro de 2009
R8	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira sem reservatório - Período: julho de 2009 a junho de 2010 - Relatório Parcial	1 de dezembro de 2010
R9	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira no trecho do futuro reservatório da AHE Santo Antônio e entre Santo Antônio e Humaitá - Período: junho e julho de 2011	1 de outubro de 2011
R10	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira sem reservatório - (dados até junho de 2011) - Relatório Final	1 de dezembro de 2011
R11	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira - Trechos: reservatório da AHE Santo Antônio e entre Santo Antônio e Humaitá - Período: junho e julho de 2012	1 de outubro de 2012
R12	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira com reservatório - Período: agosto 2012 a julho de 2013	1 de dezembro de 2012
R13	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira - Trechos: reservatório da AHE Santo Antônio e entre Santo Antônio e Humaitá - Período: junho e julho de 2013	1 de outubro de 2013
R14	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira com reservatório - Período: agosto 2012 a julho de 2013	1 de dezembro de 2013
R15	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira - Trechos: reservatório da AHE Santo Antônio e entre Santo Antônio e Humaitá - Período: junho e julho de 2014	1 de outubro de 2014
R16	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira com reservatório - Período: agosto 2013 a julho de 2014	1 de dezembro de 2014
R17	Levantamento Topobatimétrico do rio Madeira - Trechos: reservatório da AHE Santo Antônio e entre Santo Antônio e Humaitá - Período: junho e julho de 2015	1 de outubro de 2015
R18	Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do rio Madeira com reservatório - Período: agosto 2014 a julho de 2015	1 de abril de 2016

10. CRONOGRAMA

O Cronograma de Atividades está apresentado no **Anexo I**.

11. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

Dentre os programas ambientais previstos no projeto básico Ambiental dos aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio, o Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentométrico do rio Madeira e do futuro reservatório do AHE Santo Antônio terá relação com os seguintes:

- Programa 17 – Programa de Compensação Ambiental.
- Programa 22 – Programa de Remanejamento da População Atingida.
- Programa 23 – Programa de Ações a Jusante.

Estes programas empregarão os resultados do levantamento e monitoramento Hidrossedimentométrico como informação auxiliar na identificação das áreas, infra-estrutura e populações atingidas.

Além desses programas, os resultados dos levantamentos hidrométricos e topobatimétricos previstos serão fundamentais para a modelagem matemática do comportamento sedimentológico do rio Madeira e futuros reservatórios.

12. BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, N.O., Filizola Jr., N.P., dos Santos, P.M.C. & Lima, J.E.F.W., 2000 *Guia de Práticas Sedimentométricas*, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Brasília.

CARVALHO, N.O., Filizola Jr., N.P., dos Santos, P.M.C. & Lima, J.E.F.W., 2000 *Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios*, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Brasília.

DAVIS, B.E., 2005. *A Guide to the Proper Selection and Use of Federally Approved Sediment and Water-Quality Samplers*, Vicksburg, MS, U.S. Department of the Interior – U.S. Geological Survey, Open-File Report 2005-1087, 20p.

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), 1970. *Normas e Recomendações Hidrológicas - Anexo II Fluviometria*, Ministério das Minas e Energias, estabelecidas pelo Decreto N° 60852 de 14 de junho de 1967, Brasília.

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), 1970. *Normas e Recomendações Hidrológicas - Anexo III Sedimentometria*, Ministério das Minas e Energias, estabelecidas pelo Decreto N° 60852 de 14 de junho de 1967, Brasília.

DOS SANTOS I., Heiz Dieter Fill, Martha R. V. B. Sugai, Homero Buba, Regina Tiemy Kishi, Eduardo Marone & Luiz Fernando Lautert, LACTEC, ABRH, 2001, 372p.

- EDWARDS, T.K. & Glysson, G.D., 1999. *Field methods for measurement of fluvial sediment*, U.S. Geological Survey, Techniques of Water-Resources Investigations, Book 3, Chapter C2.
- SIMONS D. & Senturk F., 1992. *Sediment Transport Technology*, Water and Sediment Dynamics, Water Resources Publications, LLC, 919p.
- USDI, 2001. *Water Measurement Manual*. US Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Disponível em http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/pubs/wmm/.
- VANONI V.A., 1975. *Sedimentation Engineering* (Manuals and Reports on Engineering Practice, No. 54), ASCE, 726p.
- World Meteorological Organization (WMO) N° 168, 1994. *Guide to Hydrological Practices*, Data acquisition and processing, analysis, forecasting and other applications, Fifth Edition, Geneva, Switzerland.
- World Meteorological Organization (WMO) N° 948, 2003. *Manual on Sediment Management and Measurement* by Yang Xiaoqing, Operational Hydrology Report N° 47, Geneva, Switzerland.

ANEXO I
Cronograma de Atividades

MADEIRA ENERGIA S/A

ANEXO II

MODELO SEDIMENTOLÓGICO BIDIMENSIONAL

1. INTRODUÇÃO

Em atenção à condição de validade 2.3 da LP 257/2007, emitida pelo IBAMA para o AHE Santo Antônio, apresenta-se, neste anexo, o modelo sedimentológico bidimensional para subsidiar o detalhamento de programas deste PBA.

1.1 Considerações Iniciais

Os estudos sedimentológicos do rio Madeira realizados durante o Projeto de Viabilidade e o EIA, que cobriram todo o estirão do rio Madeira desde sua confluência com o rio Beni, a montante dos futuros reservatórios, até a confluência com o rio Jamarí, cerca de 50 km a jusante da barragem de Santo Antônio, compunham uma programação de trabalho mais abrangente, formulada com o objetivo de responder a três questões propostas no âmbito dos Estudos de Meio Ambiente, naquela ocasião, a saber:

- Espacialização dos sedimentos no reservatório - Elaborar uma carta temática localizando no reservatório os pontos mais importantes de acúmulo de sedimentos, indicando também as estimativas em termos quantitativos, destas deposições.
- Tipos de sedimentos que predominariam (ou deverão predominar) nos pontos notáveis de deposição - Complementando o item anterior, indicar a faixa granulométrica predominante em cada depósito.
- Depósitos identificados: sazonais e permanentes - Estimar quais deposições seriam (ou deverão ser) permanentes, não sendo removidas para jusante em virtude do regime hidrológico e de operação.

O confronto dessas questões com a base de dados disponível naquela ocasião indicou ser necessário abordar o problema por etapas, tendo sido estabelecida uma programação geral, distribuindo o trabalho em três etapas sucessivas, conforme descrito a seguir:

- **Primeira etapa:** realizada com base nos dados e levantamentos disponíveis propiciados pelo Inventário Hidrelétrico do Rio Madeira e nos Estudos de Viabilidade do AHE Jirau e Santo Antônio, visando a: caracterização hidráulica e sedimentológica geral do trecho de interesse, empregando metodologias e ferramentas de análise compatíveis com as informações disponíveis.
- **Segunda etapa:** realização de uma campanha complementar de levantamentos de campo, de programação definida em função do resultado da primeira etapa de estudos. Essa campanha, voltada para subsidiar os estudos da terceira etapa, deve centrar-se no levantamento de mais seções topobatimétricas (maior discretização do trecho) e perfis longitudinais do leito do rio, além da realização de medições de descarga líquida e sólida e análises granulométricas, para caracterização mais detalhada do material do leito.
- **Terceira etapa:** a ser desenvolvida após a realização da campanha complementar: envolve estudos mais aprofundados, objetivando caracterizar com maior precisão os processos fluviais. Para tanto, contempla o emprego de um modelo hidrodinâmico acoplado a modelo de transporte de sedimento, ambos desenvolvidos com base nos dados coletados.

Apenas a primeira etapa da programação acima foi abordada nos estudos realizados durante a elaboração do EIA, tendo sido apresentadas algumas sugestões e recomendações com relação às duas etapas seguintes dos estudos.

Os resultados dessa primeira etapa foram amplamente debatidos durante o processo de licenciamento, dando origem, entre outros desdobramentos, à condicionante estabelecida na Licença Prévia Nº 251/2007 emitida pelo IBAMA.

A modelagem aqui proposta tem por objetivo, portanto, aprofundar os estudos realizados por ocasião do EIA e elucidar questões que surgiram durante o processo de licenciamento.

A área de abrangência da mesma se estende desde uma seção no rio Madeira localizada 60 km a montante do rio Abunã, a montante do reservatório da UHE Jirau, até a localidade de Humaitá, a jusante da barragem da UHE Santo Antonio, o que perfaz um trecho de 560 km.

A modelagem matemática proposta é composta por modelos unidimensional e bi-dimensionais, dependendo da área de aplicação dos mesmos, conforme apresentado na Metodologia, mais adiante.

1.2 Justificativa

Nos Estudos de Viabilidade Técnico Econômica (EVTE) de Usinas Hidrelétricas, constitui prática normal a realização de estudos de Remanso e de Vida Útil dos reservatórios formados. Na grande maioria dos casos, estes estudos permitem uma análise adequada dos efeitos da implantação dos reservatórios, em particular quanto às modificações nos níveis d'água e no equilíbrio sedimentológico no estirão a montante do empreendimento.

Considerando que o rio Madeira caracteriza-se por apresentar elevadíssimas concentrações de sedimentos em suspensão, alcançando valores que se destacam quando comparados com outros cursos d'água no Brasil e no exterior, era natural que se dispensasse um cuidado especial na análise das possíveis modificações no equilíbrio sedimentológico decorrentes da introdução das barragens de Jirau e Santo Antônio, o que se procurou fazer. A metodologia empregada nos estudos do EIA buscou, inicialmente, tirar o melhor proveito dos estudos já realizados para o projeto de engenharia da viabilidade das duas usinas, para em seguida aprofundar essas análises através do emprego de um modelo de hidráulica fluvial com fundo móvel, o modelo HEC-6, capaz de quantificar a evolução da calha fluvial através da realização de balanços sedimentológicos por trechos.

O emprego desse tipo de modelagem deve ser fundamentado em uma base de dados bastante detalhada, incluindo:

- Descrição detalhada da topologia do leito fluvial e dos futuros reservatórios, através de seções topobatimétricas, perfis do leito do rio e perfis de linha d'água para diferentes condições hidrológicas;
- Avaliação quantitativa do transporte sólido existente, através de medições de descarga sólida realizadas em diferentes pontos do estirão de interesse;
- Descrição da natureza do sedimento transportado, através de curvas granulométricas do material de fundo e em suspensão. Essas curvas devem ser associadas às condições fluviais nas quais o material foi coletado (magnitude de vazões líquidas, enchente ou vazante, etc.) e aos locais de coleta, de preferência cobrindo todo o trecho de interesse;

- Conhecimento acerca da origem do sedimento transportado pelo rio, se é gerado a montante ou se resulta de erosão ao longo do próprio trecho em estudo;
- Conhecimento sobre o comportamento do leito fluvial, sua mobilidade, ocorrência de dunas, praias móveis ou fixas, ilhas, etc.

Parte dessas informações pode ser obtida mediante campanhas de levantamento, como as seções, medições de descarga líquida e sólida, perfis de linha d'água, análises granulométricas e petrográficas, sondagens, etc. Outras informações, entretanto, exigem maior tempo de observação para serem obtidas, de forma que devem ser atualizadas e reavaliadas à medida que novos dados vão sendo agregados.

Os estudos hidrossedimentológicos elaborados no âmbito do EVTE de Santo Antônio foram realizados fundamentalmente com dados de duas campanhas de medições de descarga líquida e sólida, nas quais foram realizadas as seguintes medições:

- 1ª Campanha - maio/2002
 - 3 Medições em Abunã e Porto Velho
- 2ª Campanha - novembro/2003 a setembro/2004
 - 37 Medições em Guajará Mirim
 - 1 Medição em Araras
 - 28 Medições em Abunã
 - 38 Medições em Porto Velho

No período de setembro de 2004 até janeiro de 2007, portanto após a apresentação da EVTE / EIA, FURNAS / CNO deu continuidade à campanha hidrométrica, tendo sido realizadas outras 186 medições assim distribuídas.

- 50 Medições em Guajará Mirim
- 56 Medições em Abunã
- 80 Medições em Porto Velho

Apenas a quantidade adicional de informação gerada após a realização dos estudos apresentados no EIA já indicaria a necessidade de uma revisão e atualização daqueles estudos.

Entretanto, outras questões foram levantadas, reforçando a necessidade dessa revisão e indicando a conveniência do seu aprofundamento, a saber:

- As seções topobatimétricas empregadas na modelagem não eram em número suficiente para detalhar, de forma adequada, a topologia do rio Madeira e dos futuros reservatórios, porque: (1) algumas seções haviam sido obtidas de levantamentos batimétricos do canal de navegação, sem a precisão altimétrica requerida na modelagem; (2) alguns estirões do rio Madeira apresentam corredeiras localizadas seguidas de longos trechos de baixa declividade, exigindo maior número de seções

para sua representação adequada no modelo; (3) o trecho modelado a jusante de Santo Antônio não possuía a extensão necessária para que as condições de contorno de jusante deixassem de afetar diretamente o comportamento do rio Madeira nas imediações de Porto Velho, logo a jusante de Santo Antônio, prejudicando assim a aplicação do modelo no estirão de jusante.

- Os resultados apresentados pelo modelo sedimentológico unidimensional empregado divergiram das estimativas feitas com auxílio de modelos empíricos, no âmbito dos estudos de engenharia, gerando discussões adicionais durante o processo de licenciamento. Mesmo que conceitualmente essas divergências possam ser explicadas, é necessário demonstrar os argumentos empregados nas discussões havidas, com o emprego de uma modelagem mais aprofundada.
- Algumas questões quanto ao comportamento dos sedimentos na região próxima aos barramentos não foram abordadas diretamente pelo modelo empregado, em parte devido à sua limitação dimensional, em parte porque exigiria também informações ainda não existentes. Uma nova modelagem, com emprego de modelos bi ou tridimensionais foi demandada pelo IBAMA em função dessa dificuldade.

Estes pontos justificam a realização da Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira e dos Futuros Reservatórios, cujos objetivos são apresentados a seguir.

1.3 Objetivos

A Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira e dos Futuros Reservatórios tem os seguintes objetivos:

- Aprofundar o conhecimento sobre o comportamento sedimentológico do rio Madeira nas condições atuais, anteriores à construção dos aproveitamentos de Santo Antônio e Jirau, considerando todas as informações disponíveis até o presente;
- Prognosticar a evolução do comportamento do rio Madeira ao longo de todo o estirão afetado pela implantação dos reservatórios mencionados, ampliando a base de dados disponível e empregando as melhores técnicas de modelagem existentes e compatíveis com essa base;
- Detalhar o prognóstico do comportamento hidrossedimentológico das porções do reservatório próximas à barragem da AHE Santo Antônio, com auxílio de modelos bidimensionais;
- Deixar implantada ferramenta de análise sedimentológica (modelo unidimensional) que permita o acompanhamento dos processos prognosticados, após a entrada em operação dos aproveitamentos.

2. SEQUÊNCIA DOS ESTUDOS

Para que os objetivos declarados anteriormente sejam atingidos, é necessária a execução de diversas atividades, englobando os estudos e levantamentos listados a seguir. Destaca-se que algumas dessas atividades deverão ser executadas no âmbito do Projeto Básico Ambiental -

Programa 5 - “Programa de Levantamentos e Monitoramentos Hidrossedimentológico do rio Madeira e do Futuro Reservatório do AHE Santo Antônio”. As atividades programadas são:

- Atualização da base de dados existente, com a adição das medições sedimentométricas realizadas após a conclusão dos estudos anteriores e com o conhecimento adquirido durante o processo de discussão e nas viagens de inspeção realizadas;
- Complementação da base de dados com o levantamento de novas seções topobatimétricas e de granulometria do leito distribuídas ao longo de todo o estirão de interesse, particularmente nas zonas de corredeiras e a montante da barragem de Jirau. A Tabela 2.1 apresenta a quantidade necessária em cada segmento a ser estudado. Esta atividade será realizada no âmbito do Programa 5 do PBA;

Tabela 2.1
Quantidade de Seções para Levantamento Topobatimétrico e de Granulometria do Leito, para suporte à modelagem unidimensional

TRECHO	EXTENSÃO DO TRECHO (km)	QUANTIDADE DE SEÇÕES PARA LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO	QUANTIDADE DE SEÇÕES PARA GRANULOMETRIA DO LEITO
A montante de Abunã	60	12	6
Reservatório de Jirau	127	38	20
Reservatório de Santo Antônio	124	35	20
Santo Antônio a Humaitá	246	40	20
Total	557	125	66

- Caracterização do sedimento transportado pelo rio Madeira ao longo do estirão compreendido entre uma seção localizada 60 km a montante de Abunã e a cidade de Humaitá, definindo granulometrias típicas de material de fundo e em suspensão, associadas a diferentes segmentos e a diferentes condições hidrológicas;
- Estabelecimento de um modelo matemático unidimensional para o estirão mencionado, incorporando as novas informações levantadas e disponíveis, e desta forma rever e atualizar a modelagem utilizada anteriormente, ampliando a abrangência até Humaitá. A extensão total a modelar, passa a ser de 560 km;
- Estabelecimento de dois modelos matemáticos bidimensionais para as zonas dos reservatórios próximas à barragem do AHE Santo Antônio, onde os efeitos laterais e verticais apresentem importância no comportamento sedimentológico. O modelo de montante abrangerá um trecho com 5 km de extensão e o de jusante 9 km;
- Com o auxílio desses modelos, quantificação do sedimento depositado ao longo dos reservatórios, caracterizando a distribuição espacial e a evolução cronológica dos depósitos;
- Ainda empregando tais modelos, caracterização e quantificação dos efeitos causados pela captura de sedimentos no reservatório sobre o comportamento do estirão de jusante, tais como degradação do leito e/ou ocorrência de concentrações sólidas mais significativas no mesmo. Neste último caso, ao início de cada período de vertimento, devido à possível liberação de sedimentos mais finos, eventualmente retidos a montante e nas imediações do vertedouro, na estiagem anterior.

- Finalmente, produção de um documento que consolide o conhecimento acumulado com a modelagem e forneça subsídios para o acompanhamento futuro (após implantação dos reservatórios) dos processos prognosticados.

3. METODOLOGIA

Embora tenha havido, por parte do IBAMA, a demanda por uma modelagem bidimensional do rio Madeira, não houve uma definição quanto à abrangência do modelo. A definição do domínio a modelar foi feita, então, com base nos seguintes argumentos:

- O trecho de rio em maior parte envolvido nas análises possui quase 560 km de extensão e em maior parte, largura máxima da ordem de 1 km, com profundidades que não ultrapassam os 30 m. Analisado em conjunto, portanto trata-se claramente de um domínio unidimensional;
- Observando-se em detalhe, entretanto, é possível verificar que mesmo em condições naturais alguns trechos apresentam largura apreciável e modificações em planta importantes, cuja consideração é necessária para a correta compreensão do escoamento e do processo de transporte de sedimento. Este é o caso, por exemplo, do alargamento que ocorre a jusante do Salto Teotônio, onde se forma uma ampla bacia, com depósitos sedimentares e ilhas;
- Após a implantação dos aproveitamentos, os trechos próximos às barragens também apresentam essa característica bidimensional, com o escoamento se aproximando em velocidades mais baixas e afunilando em direção à Tomada de Água e/ou ao Vertedouro, sendo depois restituído a jusante, quando volta a se expandir;
- Em resumo, as demandas mais importantes para modelagem bidimensional se impõem apenas nos trechos próximos às barragens, a montante e a jusante, onde se deseja investigar o comportamento do sedimento fino aí depositado, assim como sua movimentação durante as manobras de vertimento;

Esses fatos indicaram a diretriz metodológica a adotar na modelagem, ou seja, executá-la em duas etapas complementares, assim definidas:

Modelagem unidimensional do já referido estirão de 560 km – de montante da foz desde do rio Abunã até a cidade de Humaitá - para simulação das condições atuais (calibragem de parâmetros) e prognóstico das futuras, após a implantação dos dois reservatórios, considerando a ordem prevista de implantação, ou seja, Santo Antônio antes de Jirau.

Modelagem bidimensional de segmentos do reservatório e do rio Madeira a jusante, próximo à barragem de Santo Antônio, utilizando os resultados da modelagem unidimensional para o estabelecimento das condições de contorno. Os domínios da modelagem bidimensional deverão ter seus limites suficientemente afastados da região de interesse da simulação (próxima da barragem) para que os efeitos numéricos decorrentes das condições de contorno não afetem os resultados.

3.1 Modelo Unidimensional

Prevê-se a utilização do modelo HEC-6T, que é uma versão comercial do modelo HEC 6 - Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs, desenvolvido e distribuído pelo U.S Army Corps

of Engineers, empregado nos estudos anteriores (referências 1 e 2). A opção pelo emprego de um modelo comercial nessa etapa dos trabalhos foi ditada pela existência de suporte técnico ao software, que para o modelo HEC-6 já não é mais disponível.

Será também empregado, para verificação, o modelo HEC-RAS - River Analysis System, desenvolvido pelo U. S. Corps of Engineers, que em sua versão mais recente, a versão 4.0, possui um módulo de simulação de transporte de sedimentos (referências 3 a 5).

Os principais aspectos da modelagem a realizar são apresentados a seguir.

- **Caracterização da Geometria do Canal:** para caracterização adequada, pelo modelo, da geometria do canal, é necessária a utilização de seções topobatimétricas com espaçamento da ordem de 5 vezes a largura do canal. Este espaçamento deve ser refinado nas regiões mais sensíveis, como é o caso das extremidades dos reservatórios, onde podem ser esperadas as maiores alterações, devido à deposição de sedimentos. As seções levantadas no campo deverão receber tratamento prévio, antes da implantação no modelo, para eliminação de zonas sem escoamento ou de irregularidades localizadas, que possam introduzir ruídos na modelagem.
- **Caracterização do escoamento e dos sedimentos:** é necessário definir as cargas de sedimento afluentes e as vazões associadas. A distribuição granulométrica do material do leito deverá ser elaborada a partir de análises de amostras de sedimento coletadas ao longo do estirão a ser modelado. Deverão ser tomadas, para tanto, amostras de material de fundo em diversas seções, de modo a caracterizar a variação longitudinal da granulometria do material de leito.
- **Calibração do Modelo:** o modelo deverá ser calibrado para reproduzir (1) as cargas sedimentares medidas em pontos situados na porção intermediária do trecho modelado ou no seu limite de jusante; (2) qualquer tendência detectada anteriormente - de modificação de geometria de leito ou calha (evolução de seções topobatimétricas ou margens, por exemplo); eventuais evoluções de curvas-chave existentes ao longo do trecho modelado.
- **Extensão Geográfica do Trecho Modelado:** O trecho a ser modelado (560 km) estende-se desde 60 km a montante da localidade de Abunã, a montante do reservatório do AHE Jirau, até a localidade de Humaitá, cerca de 240 km a jusante da barragem do AHE Santo Antonio. Cobre, portanto, toda a extensão dos dois futuros reservatórios e também um longo estirão a jusante, de modo a tratar a uma só vez e, supõe-se com certa folga, todo trecho do rio Madeira potencialmente sensível aos efeitos da implantação dos dois empreendimentos.
- **Cenários a Serem Simulados:** Cada simulação deverá compreender um mesmo período de 50 anos, de modo a capturar as tendências correspondentes ao cenário específico em análise. Estes cenários devem abranger, pelo menos, a situação atual, sem os empreendimentos, e as futuras, considerando a ordem de implantação das usinas e algumas hipóteses de defasagem das construções.
- **Resultados do Modelo:** O modelo HEC-6 permite fornecer a evolução histórica do perfil do leito do rio, afetado pela deposição ou remoção de sedimentos, e a conseqüente evolução do perfil da linha d'água, afetado pela mudança das condições hidráulicas. Estes resultados serão analisados tendo em vista suas diversas implicações, tais como: incremento dos efeitos de remanso a montante dos reservatórios, formação de barras que possam afetar a navegação nos trechos de deposição, alteração da morfologia de leito e margens a jusante das barragens, em virtude de erosões e modificações do equilíbrio sedimentológico nesses trechos, e outros.

- **Análise de Sensibilidade:** deverá ser realizada análise de sensibilidade dos resultados da modelagem à variação de seus parâmetros e dos dados de entrada. Por exemplo, deverá ser analisado o efeito de variações da carga sedimentar da bacia sobre os resultados da modelagem.

3.2. Modelo Bidimensional

A modelagem bidimensional deverá se restringir às regiões próximas às obras do AHE Santo Antônio (5 km a montante e 9 km a jusante), onde as maiores profundidades e o alargamento proporcionado pela barragem, a montante, e os efeitos das estruturas de descarga, a jusante, têm maior influência sobre o comportamento sedimentológico.

A modelagem visa responder às questões levantadas nas fases precedentes dos estudos, até que sejam esgotados os recursos da ferramenta computacional.

Dentre os modelos que poderão ser empregados na modelagem bidimensional podem ser citados

- **SSIIM** - Sediment Simulation In Intakes with Multiblock Option, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Faculdade de Engenharia, Ciência e Tecnologia da NTNU - Norwegian University of Science and Technology (referência 6). Este modelo resolve as equações de Navier-Stokes empregando o método dos volumes de controle com o algoritmo SIMPLE e o modelo de turbulência k-epsilon. Soluciona também a equação de difusão-convecção para transporte de sedimento, utilizando a fórmula de Van Rijn para o contorno do leito. O modelo inclui ainda um módulo de qualidade da água.
- **GEMSS** - Generalized Environmental Modeling System for Surface Waters, desenvolvido a partir das pesquisas que deram origem ao conhecido modelo bidimensional de qualidade da água CE-QUAL-W2 (referência 7) e baseado no algoritmo tridimensional do modelo GLLVHT (referência 8), atualmente mantido e distribuído pela ERM, empresa multinacional de consultoria em meio ambiente. O modelo possui módulos para simulação de qualidade da água e de transporte de sedimento.
- **MIKE 21C** - River Hydraulics and Morphology, modelo bidimensional de hidráulica e morfologia fluvial desenvolvido e distribuído pelo DHI-Software, que permite simular alterações na forma do leito do rio e das margens, ocasionadas por mudanças de regime fluvial ou pela introdução de estruturas ao longo do curso d'água. O modelo simula o transporte de sedimentos para qualquer fração granulométrica, desde materiais finos e coesivos até cascalho, empregando diversas fórmulas de transporte.
- **SMS** - Surface Water Modeling System, modelo matemático bidimensional, integrado na vertical, desenvolvido pelo Brigham Young University - Environmental Modeling Research Laboratory. Esta interface inclui o modelo hidrodinâmico RMA-2 e o modelo de transporte de sedimentos SED2D, além dos programas de pré e pós-processamento. Permite simular alterações na forma do leito do rio e das margens, ocasionadas por mudanças de regime fluvial ou pela introdução de estruturas ao longo do curso d'água. O modelo simula o transporte de sedimentos para qualquer fração granulométrica, desde materiais finos até cascalho, empregando diversas fórmulas de transporte (referências 9 e 10).

Domínio de Modelagem: A modelagem referente ao AHE Santo Antonio será compartimentada em dois segmentos, um a montante da barragem (com 5 km) e outro a jusante (com 9 km). Baseando-se no método dos elementos finitos, o modelo deverá permitir que a configuração e a densidade da malha reflitam os padrões do escoamento e minimizem as zonas de recirculação, onde pertinente.

Dados Necessários: Para implementação e calibração são necessários:

- Batimetria Contínua - em detalhe, dos trechos abrangidos pelos domínios da modelagem.
- Dados Hidrodinâmicos - Níveis d' água, curvas-chave de descarga líquida e distribuição transversal de velocidades ou vazões.
- Sedimentométricos - Concentrações de sedimento em suspensão e distribuição granulométrica do sedimento do leito.

3.3 Levantamentos Necessários

Para a realização da modelagem unidimensional, considerando inclusive o efeito dos principais afluentes existentes no trecho, tais como os rios Abunã, Mutum-Paraná, Jaci Paraná e Jamarí, deverão ser inicialmente levantadas seções topobatimétricas complementares às já existentes. Tomando por base a experiência acumulada nos estudos realizados durante a Viabilidade e o EIA, serão definidos os locais dessas novas seções de forma a suprir as deficiências detectadas na modelagem anterior. Os principais aspectos a serem observados para a determinação das novas seções a serem levantadas são:

- No trecho a jusante de Porto Velho, substituir as seções topobatimétricas empregadas anteriormente, baseadas em cartas náuticas, por novas seções, localizadas de forma a melhor representar o estirão fluvial e devidamente amarradas altimetricamente.
- Repetir este procedimento no trecho a montante de Abunã, considerando ainda a necessidade de modelar com maior precisão as diversas cachoeiras e corredeiras existentes, prevendo seções a montante e a jusante das mesmas.
- Nos afluentes, levantar seções cobrindo o estirão afetado pelas variações de nível d'água do rio Madeira e, mais tarde, pelos futuros reservatórios.
- Nos trechos dos futuros reservatórios, complementar o levantamento existente com novas seções topobatimétricas, tomando os mesmos cuidados descritos anteriormente. Envolvem trechos com diversas corredeiras e cachoeiras, que necessitam ser adequadamente representadas.
- Finalmente, nos trechos próximos ao barramento de Santo Antonio, onde será empregada a modelagem bidimensional, elaborar planta topobatimétrica completa, para conformar o modelo digital de terreno necessário à implementação do modelo.

Estima-se que serão necessárias cerca de 130 seções topobatimétricas ao longo de todo o estirão objeto dos estudos. Essas seções serão mais concentradas nos trechos de remanso, na entrada dos reservatórios e em seu estirão superior, devendo ter distribuição (espaçamento) mais uniforme nos demais trechos. Ressalta-se que os levantamentos de campo são previstos para serem realizados no âmbito do Programa 5 do PBA.

3.4 Considerações Finais

Após a implementação de cada modelo, será dada ênfase especial à fase de calibragem, quando se buscará, ajustando os respectivos parâmetros, reproduzir situações de campo registradas/observadas. Os modelos estarão aptos para as aplicações após a devida validação com os dados observados / registrados.

As simulações deverão ser organizadas em conjuntos dedicados à investigação de cada uma das questões levantadas durante as fases anteriores dos estudos, considerando separadamente os efeitos da implantação de cada um dos dois reservatórios, segundo a ordem de construção estabelecida.

Os estudos em cada modelo serão apresentados em Relatório Final, de consolidação de todo o trabalho, o qual deverá incluir os aspectos metodológicos, a coleta e o tratamento dos dados básicos, as aplicações realizadas, as análises, as conclusões obtidas e as recomendações quanto ao monitoramento da fase pós implantação de cada aproveitamento.

4. INTERRELAÇÃO COM OS PROGRAMAS AMBIENTAIS

Dentre os programas ambientais previstos no Projeto Básico Ambiental dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antonio e Jirau, a Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira e dos Futuros Reservatórios terá relação com os seguintes:

- Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentométrico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da AHE Santo Antônio.
- Programa de Compensação Ambiental.
- Programa de Remanejamento da População Atingida.
- Programa de Ações a Jusante.

O Programa 5 fornecerá grande parte das informações necessárias à implantação dos modelos matemáticos objeto deste documento.

Os Programas 17, 22 e 23 empregarão resultados da modelagem matemática como informação auxiliar na identificação das áreas, infraestrutura e população atingidas.

5. CRONOGRAMA FÍSICO

O Cronograma Físico da Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira e dos Futuros Reservatórios é apresentado em anexo e prevê um prazo total de 22 meses para sua execução.

Destaca-se que a Consolidação dos Dados Hidrossedimentológicos disponíveis e os Estudos para seleção do Modelo Bidimensional a ser empregado já estão em elaboração.

6. BIBLIOGRAFIA

- U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), "Guidelines for the Calibration and Application of Computer Program HEC-6", Training Document No. 13, Davis, CA, October 1992.
- U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), "HEC-6, Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs, User's Manual," June 1991, Davis, CA.
- U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), "HEC-RAS, River Analysis System - User's Manual", Computer Program Documentation CPD-68, Version 4.0, November, 2007.
- U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), "HEC-RAS, River Analysis System - Hydraulic Reference Manual", Computer Program Documentation CPD-69, Version 3.1, November, 2002.
- U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC), "HEC-RAS, River Analysis System - Applications Guide", Computer Program Documentation CPD-70, Version 3.1, November, 2002.
- Niel Reidar B. Olsen, "A Three Dimensional Numerical Model for Simulation of Sediment Movements In Water Intakes With Multiblock Option", Version 1.1 and 2.0 for OS/2 and Windows, User's Manual - Department of Hydraulics and Environmental Engineering, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, December 7, 2006.
- Cole, T. and Buchak, E. "CE-QUAL-W2: A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 2.0," Tech. Rpt. EL-95-May 1995, Waterways Experiments Station, Vicksburg, MS, 1995.
- John Eric Edinger, "Waterbody Hydrodynamic and Water Quality Modeling - An Introductory Workbook and CD-ROM on Three-Dimensional Waterbody Modeling. ASCE Press, 2002.
- Donnell, Barbara P., Letter, Joseph V., McAnally, W. H., and others, "Users Guide for RMA2 Version 4.5," [22 Apr] 2005.
- Letter, Joseph V., Teeter, Teeter, Allen M., Donnell, Barbara P., and others, "User's Guide for SED2D Version 4.5 [14 Apr] 2003.

ANEXO III
MODELO REDUZIDO

1. INTRODUÇÃO

Em atenção à condição de validade 2.3 da LP 257/2007, emitida pelo IBAMA para o AHE Santo Antônio, apresenta-se, neste anexo, com base em seu arranjo geral e projeto das obras, um resumo das características sugeridas para cada um dos modelos a serem utilizados para estudos que irão subsidiar o detalhamento de programas deste PBA.

Esses estudos demandam a construção e a operação de 5 (cinco) modelos das principais estruturas hidráulicas componentes do arranjo, com características e escopos diversos e, portanto, com prazos de materialização e utilização diferentes, embora parcialmente realizáveis de forma simultânea. Os modelos previstos são:

- Modelo de conjunto do AHE
- Modelo de detalhe do vertedouro
- Modelo de detalhe da tomada d'água
- Modelo de conjunto do sistema de transposição de peixes (STP)
- Modelo de detalhe das singularidades do sistema de transposição de peixes

2. MODELO DE CONJUNTO DO AHE

Características preliminares:

- Escala – 1:80 (desejável)
- Vazão máxima – 84.000 m³/s
- Dimensões da área a ser modelada – aproximadamente 7,5km x 3,8km (protótipo). Ver croqui anexo.
- Estruturas de Barramento – altura – 27,0m a 34,0m
- Desnível (Queda) - máximo = 26,1m(maior estiagem) ; mínimo = 6,8m(cheia decamilenar)
- Tomada de Água / Casa de Força:
 - Nº. de unidades – 44
 - Tipo de turbina – bulbo
 - Vazão de cada unidade - ~600m³/s
 - Seção das grades -18,0m(largura) x 30,0m(altura)
 - Diâmetro rotor - ~8,0m
 - Tubo de sucção(saída) – 1 vão de 15,3m(altura) x 16,6m(largura)
- Vertedouro:
 - Vazão máxima – 84.000m³/s
 - Tipo – Soleira baixa, com comportas segmento e laje curta a jusante.

- Nº. e dimensões aproximadas das comportas – 21 de 20,0m(largura) x 22,0m(altura) x 22,0m(raio)
- Eclusa:(Ver Escopo Básico)
 - Câmara única, de 320,0m (comprimento) x 40,0m(largura) x 33,5m (profundidade)
 - Canais – 0,5km(montante) ; 2,9km(jusante)
- Sistema de Transposição de Peixes
 - Distância máxima entre entrada e saída do canal – aproximadamente 2,0km

Escopo Básico:

Os ensaios envolverão as estruturas do Vertedouro, do Circuito de Geração e as Etapas de Desvio do Rio.

A reprodução da entrada e saída dos canais da Eclusa(eventual, dependendo do arranjo final destes) e do STP neste modelo se destina a permitir caracterizar as condições de fluxo e ondas reinantes nos respectivos trechos de rio e reservatório, nas diferentes situações de operação do aproveitamento hidroelétrico, e servir de subsídio aos projetos dessas obras.

Quanto ao circuito de geração, os estudos nesse modelo envolverão os canais de adução e de fuga, incluindo as eventuais melhorias em suas geometrias, muros divisórios ou laterais, diques de proteção, dispositivos anti-vórtice, etc., para diversos números de unidades operativas e situações de ensaio, tendo em vista as condições de aproximação e restituição observadas/registradas nos ensaios de diagnóstico iniciais.

O vertedouro será avaliado quanto à sua capacidade de vazão, perfis envoltórios de linha d'água, condições de aproximação, dissipação de energia e restituição(incluindo os levantamentos de velocidades e ondas nas margens e calha do rio a jusante), transposição de sedimentos e de troncos para jusante (ensaios qualitativos), plano de operação das comportas, etc. Os testes das eventuais alternativas de melhorias na estrutura e/ou nos canais associados que se mostrem necessários também fazem parte do escopo. O modelo deverá dispor de facilidades para realização de ensaios com fundo móvel a jusante dessa estrutura.

Deverão ser realizados, também, ensaios qualitativos de avaliação dos efeitos do vertedouro (a montante e a jusante) sobre os sedimentos transportados até o local do barramento. Considerando a predominância de sedimentos finos no rio Madeira e a impossibilidade de sua representação na escala do modelo, o laboratório deverá utilizar os materiais usuais nesses casos. Estes devem apresentar facilidade para a simulação do transporte por arraste e por suspensão de sedimentos e boa visualização dos efeitos das obras e de sua operação sobre os mesmos, durante os ensaios. Tais materiais tanto serão colocados em locais ou trechos pré-determinados, antes dos ensaios, como lançados durante os mesmos. As facilidades e os procedimentos laboratoriais para a realização desse tipo de ensaio devem ser previstos e entendidos como parte do escopo.

Com o vertedouro e/ou a tomada de água, em várias situações de operação, será avaliado o desempenho de alternativas de dispositivos ou facilidades para retenção e coleta de corpos flutuantes, sobretudo troncos, a montante do aproveitamento (Estruturas móveis, tipo “log-boom”, ou fixas – a definir).

Os ensaios das etapas de desvio do rio poderão envolver a reprodução de canais, de ensecadeiras e de blocos rebaixados (inconclusos) em determinados vãos do vertedouro. No caso das ensecadeiras, em determinadas fases dos ensaios e em determinados trechos, as

mesmas poderão ser rígidas (segmentos pré-moldados); na maioria das fases, entretanto, serão reproduzidas com material granular solto. No primeiro caso, para análise quantitativa das seqüências de lançamento (níveis e velocidades); no segundo, para as análises mais qualitativas(arraste de blocos, formação e mobilidade de barras pelos blocos arrastados, etc).

Registros fotográficos e em video e a elaboração de relatórios específicos fazem parte do escopo.

Prazos:

Prevê-se que, após construção, o modelo poderá ser utilizado para aferição e ensaios por um período de 18 (dezoito) meses; devendo ficar disponível para eventuais ensaios complementares na fase de Projeto Executivo por mais um ano.

Importante - Nos primeiros 5 (cinco) meses, o modelo deverá ser usado para a realização de um diagnóstico geral do arranjo proposto, com a identificação dos aspectos que obrigatoriamente exigirão revisão mais significativa na fase de Projeto Executivo. Essas revisões, em princípio não otimizadas, já deverão constar do Projeto Básico a ser submetido à ANEEL no final do primeiro semestre de 2008. Este fato torna prioritários o início da construção e a realização dos ensaios nesse modelo. Para agilizar esses ensaios de diagnóstico, que nas circunstâncias poderão ser realizados até mesmo de modo expedito, onde possível o modelo deverá ser projetado prevendo a execução em módulos, facilmente substituíveis; inclusive sem exigir a interrupção do ensaio, em alguns casos. Ao laboratório caberá definir os materiais mais convenientes – concreto, massa epóxi, acrílico, madeira, etc., conforme o caso. Indicações mais precisas quanto às partes do modelo que deverão prever essa concepção serão fornecidas oportunamente, juntamente com os desenhos que subsidiarão a modelagem.

Também em função dos prazos, eventualmente poderá ser solicitada a implantação das obras no modelo sem prévia aferição. Por esta razão, sugere-se que a batimetria, nos trechos em que não se prevê escavação, seja reproduzida com boa precisão; utilizando-se para modelagem, por exemplo, o método dos planos cotados ou outro similar.

3 MODELO DE DETALHE DO VERTEDOURO

3.1 Características Básicas

Reproduzindo pelo menos 1 (um) vão completo, 2 (dois) pilares de 5,0m de espessura e 2 (dois) meios vãos, o mesmo deverá ter escala de 1:50, no mínimo, e extensões equivalentes a 500m a montante e 600m a jusante, aproximadamente.

3.2 Escopo

Deverão ser levantadas as curvas de vazão, com e sem controle de comportas, perfis de linha d'água, pressões médias e instantâneas(na soleira, bacia e pilar) e estudadas as condições de dissipação de energia e de erosão a jusante, neste último caso com ensaios em fundo móvel. Eventuais otimizações de geometria dos pilares e da concordância soleira-laje de jusante incluem-se neste escopo.

Em particular, nesse modelo, em função da escala mais favorável, deverão ser avaliadas de modo minucioso as condições de transposição para jusante de sedimentos mais pesados – eventualmente trazidos até o local do barramento por arraste. Todos os recursos – materiais e técnicas de ensaio – usualmente empregados em estudos dessa natureza devem ser previstos, visando à maior confiabilidade dos resultados. Devido à sua grande relevância ambiental, esta parte dos estudos deve ser considerada prioritária na programação dos ensaios. Também deverão ser avaliadas, de forma qualitativa, as condições de passagem de troncos – de dimensões características – através da estrutura.

Registros fotográficos e em vídeo e a elaboração de relatórios específicos complementam o escopo.

3.3 Prazos

O projeto, a construção e os ensaios deste modelo deverão ser desenvolvidos em paralelo aos do modelo de conjunto, podendo seu cronograma de ensaios ser estabelecido em 8 (oito) meses, com possibilidade de ser prorrogado por mais 4 (quatro) meses, eventualmente. O seu projeto deverá prever o estudo de alternativas de forma rápida, ou seja, com a utilização de módulos intercambiáveis, etc.

4. MODELO DE DETALHE DA TOMADA D'ÁGUA

4.1 Características básicas

Simulando o circuito hidráulico completo de uma unidade, este modelo deverá ter uma escala (não distorcida) não inferior a 1:40 e reproduzir extensões mínimas de canal a montante e a jusante de, respectivamente, 300m e 200m.

4.2 Escopo

Neste modelo será dada ênfase às avaliações das características do escoamento, desde a seção das grades até a seção inicial do bulbo e à saída dos tubos de sucção, verificando-se a adequabilidade (ou não) das formas propostas no Projeto Básico e indicando possíveis melhorias recomendáveis.

Medições de velocidade e pressão em seções e pontos específicos da estrutura, além da caracterização dos campos de velocidade nos trechos de canal e rampas contíguas, a montante e a jusante, e observações visuais fazem parte do escopo.

Também nesse modelo deverão ser realizados ensaios que visem caracterizar, da melhor maneira possível, as condições da transposição, para jusante, de sedimentos que se aproximem da estrutura de Tomada d'Água.

Na eventualidade de se evidenciarem no modelo de conjunto tendências de vorticidades à entrada das unidades, poderão vir a ser ensaiadas alternativas de dispositivos anti-vórtice neste modelo de detalhe. Nesse caso, se possível, com um aumento na vazão de engolimento. Por isto, o projeto das instalações específicas deverá prever uma certa folga de dimensionamento das bombas, dispositivos de controle, altura de paredes, etc.

Registros fotográficos e em vídeo e a elaboração de relatórios específicos fazem parte do escopo.

4.3 Prazo

Além do prazo de construção, devem ser previstos 6 (seis) meses para a realização dos ensaios normais e mais 3 (três) para possíveis ensaios complementares.

Visando à adequada compatibilização dos ritmos de obtenção das informações no modelo e de sua utilização no projeto, a modelagem também deve ser concebida para permitir o estudo rápido de alternativas, ou seja, com a utilização de módulos intercambiáveis e outros recursos, sempre que possível.

5 MODELOS DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES (STP)

Em princípio, se prevêem que serão necessários dois modelos reduzidos para os estudos do STP: um modelo de conjunto e um de detalhe de singularidades típicas.

5.1 Modelo de conjunto

5.1.1 Características

Escala - 1:25

Vazão – 35m³/s

Limites de área para implantação do modelo – suficiente para reprodução do canal do STP em toda sua extensão (cerca de 2,0km, no arranjo dos Estudos de Viabilidade). Em caso de conveniência para o laboratório, o canal poderá ser sub-dividido em segmentos, para serem construídos em paralelo, unidos por curvas de raios suficientemente longos em planta, porém respeitando os desníveis teóricos previstos para cada segmento.

Desníveis totais (entre as seções de entrada e saída) – os mesmos do aproveitamento hidroelétrico.

Estruturas e obras – canais em solo ou rocha, estruturas de controle e singularidades (rampas e degraus) que simularão características topobatimétricas e hidrodinâmicas naturais da Cachoeira de Teotônio. Em princípio, as estruturas de controle consistirão de 2(duas) tomadas de água, cada uma com 5 aberturas de 3,0m(largura) x 2,0m(altura), dotadas de comportas segmento(de fundo) e muros e paredes divisórias a montante e a jusante.

5.1.2 Escopo

Este modelo se destinará às observações qualitativas do desempenho hidráulico geral e à verificação dos níveis e velocidades esperados ao longo de todo o sistema.

Também deverá permitir a avaliação das características específicas do escoamento através e nas imediações das estruturas de controle (neste caso, incluindo o levantamento de suas curvas de vazão, para diferentes aberturas de comporta) e nas singularidades do circuito (degraus ou rampas).

Inicialmente, neste modelo de conjunto serão implantadas e observadas, com o intuito de diagnóstico e concomitantemente ao desenvolvimento do Projeto Básico do AHE, apenas as concepções preliminares dos tipos de singularidades previstas, já apresentadas à ANEEL como complemento ao projeto de Viabilidade do empreendimento. Numa fase posterior, com as soluções definitivas das singularidades, estudadas no modelo de detalhe, já implantadas nos pontos respectivos do sistema neste modelo, será feita a caracterização final da versão correspondente ao Projeto Executivo do Sistema.

Registros fotográficos e em vídeo e a elaboração de relatórios específicos complementam o escopo, em ambas as fases.

5.1.3 Prazos

Além do prazo de construção, estimado em 2(meses), devem ser previstos 18(dezoito) meses de disponibilidade deste modelo para os ensaios das fases de Projeto Básico e Projeto Executivo.

Em função dos prazos estipulados, provavelmente apenas no Projeto Executivo e no PBA será possível incorporar-se ao projeto as otimizações das singularidades, objeto do modelo de detalhe descrito no item seguinte.

Desta forma, pode-se estimar que os ensaios **prioritários** neste modelo para a fase de Projeto Básico terão duração de apenas 3(três) meses. Os 15 (quinze) meses restantes deverão compreender o tempo de espera da chegada das informações de campo, que subsidiarão a definição mais precisa de alternativas para as singularidades, o seu estudo no modelo de detalhe e a implantação e estudo, neste modelo de conjunto, das alternativas selecionadas no de detalhe para cada tipo de singularidade.

6 MODELO DE DETALHE DE SINGULARIDADES

6.2.1 Características

Escala – 1:10 a 1:15

Limites para implantação – 60m x 30m, aproximadamente (protótipo).

Singularidades – por ora, deve ser admitido que consistirão de trechos de canal com seções pré-definidas (trapezoidais, típicas de escavação em solo ou em rocha), nos quais será possível a implantação de sub-trechos dotados de degraus e/ou rampas, em princípio com desníveis de 0,5m, 1,0m, 1,5m e 2,0m. Esses degraus ou rampas terão algumas particularidades geométricas a serem especificadas oportunamente (prevê-se que deverão ser 3 tipos de singularidades, com 2 alternativas para cada um). Os sub-trechos mencionados devem ser concebidos na forma de pré-moldados (ou peças intercambiáveis de madeira, por exemplo), visando facilitar a substituição de uma alternativa por outra e o estudo de variantes, caso necessário. Visualiza-se que por comodidade operacional o trecho inferior do canal seja modelado em cota fixa (com o nível d'água de jusante sendo controlado por comporta basculante, por exemplo) e o de montante tenha seu fundo facilmente modificável, utilizando

um dos processos construtivos mencionados(ou outro qualquer), impondo-se a altura desejada para a singularidade.

Blocos cúbicos dissipadores(pré-moldados) – em alternativas com lados desde 0,5m até 2,0m, modelados em quantidades suficientes para, aplicados nos trechos de degraus e rampas e suas vizinhanças, propiciarem a possibilidade de se introduzir as perdas de carga e as características hidrodinâmicas ambientalmente desejadas em cada caso. Na concepção ora vigente, esses blocos teriam a função de simular, na escala do modelo, o efeito de blocos de rocha de dimensões similares previstos para o protótipo.

OBS. – Estima-se que características geométricas dessas singularidades, para a modelagem na versão inicial, poderão ser fornecidas ao laboratório logo após o início dos serviços, na seqüência de uma reunião específica com os consultores em Ictiofauna, os quais deverão referendar a solução de engenharia encaminhada à ANEEL ou propor as modificações necessárias ainda nessa fase. As características das alternativas para a fase final, como já mencionado, dependem dos resultados do monitoramento e levantamentos de campo.

6.2.2 Escopo

.Avaliação qualitativa e quantitativa de desempenho de cada alternativa dos tipos de singularidades, nas duas fases.

Levantamento de perfis de linha d'água e de velocidades.

Estudo da melhor disposição, em planta, dos blocos dissipadores, para cada tipo e alternativa.

Amplio registro fotográfico e em vídeo das situações ensaiadas.

Relatórios específicos.

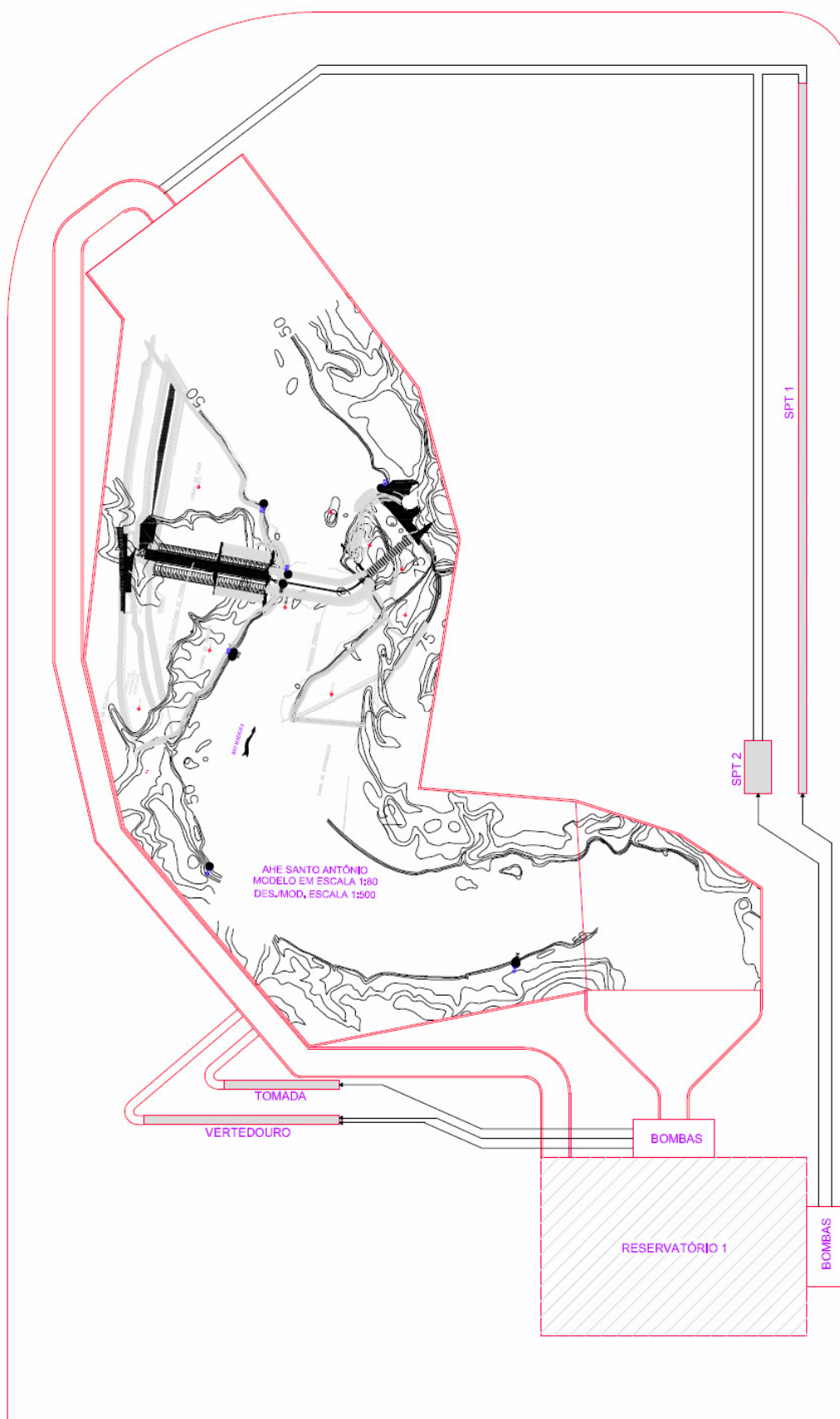
6.2.3 Prazo

Incluindo o prazo de construção (suposto em 2 meses), estima-se que este modelo deverá estar disponível por um período total de 8 (oito) meses.

Seu início poderá ter uma defasagem da ordem de até 6(seis)meses em relação ao do modelo de conjunto do STP.

Os modelos reduzidos estão sendo construídos em terreno de Furnas Centrais Elétricas S/A no Rio de Janeiro de acordo com o desenho apresentado a seguir.

AHE Santo Antônio – Modelo Reduzido



Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 07:

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

HIDROBIOGEOQUÍMICO

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	JUSTIFICATIVA	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	Objetivo Geral.....	4
3.2	Objetivos Específicos	4
4.	METAS/RESULTADOS ESPERADOS	4
4.1	Fase de Pré-enchimento	4
4.2	Fase de Pós-enchimento	5
5	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	5
6.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
6.1	Desenho Amostral	6
6.2	Georeferenciamento das Estações de Coleta.....	6
6.3	Definição das Variáveis Amostradas	7
6.4	Amostragem Abiótica.....	7
6.5	Amostragem Biológica.....	9
6.6	Monitoramento de Fontes Difusas (MFD)	12
6.7	Avaliação Humana	12
6.8	Análises Laboratoriais	13
6.9	Análise dos Dados.....	13
6.10	Autorizações Especiais.....	16
7.	RELATÓRIOS/PRODUTOS	17
8.	CRONOGRAMA.....	17
9.	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	17
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	18

ANEXOS

Anexo I – Cronograma de Atividades

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de Instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA.

O Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico apresentado nesta Seção 07 do PBA do AHE Santo Antônio atende às condições de validade da LP Nº 251/2007 relacionadas a seguir: condições de validade Nº 2.1, 2.7, 2.8, e 2.32.

Metais pesados são já de longa data considerados poluentes prioritários em estudos ambientais. Porém, somente há poucos anos, a comunidade científica começou a dar atenção a exposição humana a certos compostos químicos, a exemplo do metilmercúrio (MeHg), Cd, Pb entre outros que, mesmo em doses moderadas e contínuas, podem provocar efeitos tóxicos irreversíveis à saúde humana. A disponibilidade e conseqüente toxicidade destas substâncias depende da extensão da contaminação e de seu comportamento físico-químico e biológico, determinado por fatores ambientais do sistema aquático. Embora essas atividades variem de acordo com a ocupação da bacia de drenagem e com a organização econômica e social da região, todas elas geram impactos e deterioração da qualidade da água, e interferem na quantidade de água disponível.

A bacia superior do rio Madeira foi a segunda mais importante região produtora de ouro de garimpo na Amazônia, desde os anos 70 até meados dos anos 90. Esta atividade teve seu ápice durante a década de 80, quando da liberação da Reserva Garimpeira do rio Madeira, regulamentada pelas portarias MME 1345/79 e 1034/80, que delimitou a área de SW de Porto Velho a NE-SW da Vila de Abunã (BASTOS & LACERDA, 2004). Entre 1979 e 1990 estima-se que cerca de 90 toneladas de mercúrio foram emitidas para o meio ambiente, sendo cerca de 60% emitida para a atmosfera e o restante perdido sob forma de mercúrio metálico na calha do próprio rio (PFEIFFER & LACERDA, 1988; LACERDA *et al.*, 1989). Segundo Lacerda *et al.* (2004), essa porção emitida para a atmosfera teria se depositado nos corpos d'água e em solos próximos as margens do rio Madeira., considerando que a deposição do mercúrio gasoso originário dessa atividade acontece em até 60 km da fonte.

A atividade de mineração de ouro no rio Madeira em território brasileiro decresceu significativamente nos últimos 10 anos, no entanto, na porção boliviana (rios Beni e Madre de Dios) esta atividade tem apresentado um crescimento substancial, sendo responsável pela emissão anual de 0,25 a 0,5t de mercúrio, contribuindo diretamente para a porção brasileira da bacia (MAURICE-BOURGOIN *et al.*, 2000). O rio Mutum-Paraná, afluente da margem direita, vem sendo utilizado desde a “corrida do ouro” como apoio logístico para balsas e dragas, atividade realizada durante os períodos de cheia com objetivos de refúgio até o próximo período de seca, e para a manutenção dos equipamentos. Ainda hoje essa prática ocorre, embora em escala bastante reduzida. Não podemos desconsiderar, entretanto, o mercúrio de origem natural, que no caso do rio Madeira, pode ser originário da Cordilheira dos Andes, em função do processo de erosão natural vulcânico e principalmente dos solos da região, sobretudo por estes apresentarem o dobro dos teores de mercúrio que nos sedimentos de fundo e em suspensão (BASTOS *et al.*, 2006).

Os processos envolvidos na capacidade de imobilização e de acumulação de mercúrio em um solo dependem das propriedades biogeoquímicas das localidades específicas, o que na região

são influenciadas pelas várias formas de uso da terra, resultando em capacidades diferentes de acumulação e liberação de mercúrio (BASTOS & LACERDA, 2004). Alguns autores defendem que os altos teores de mercúrio nos solos Amazônicos sejam oriundos de uma lenta acumulação a partir da deposição vagarosa ao longo de milhões de anos, ao invés de ter sua origem em ações antropogênicas, embora para a região do alto rio Madeira a contribuição antrópica não possa ser desconsiderada.

O outro fator importante que comprovadamente contribui para a mobilização do mercúrio é o intenso uso da terra na região, com a emissão de mercúrio devido ao desmatamento seguido de queimada (LACERDA, 1998) e a conseqüente erosão do solo como fator de transporte e enriquecimento do mercúrio em sedimentos (ROULET *et al.*, 1998). Estes solos atuam como depósito de mercúrio, que por erosão e lixiviação acabam atingindo os ecossistemas aquáticos. Acredita-se que as queimadas liberem uma significativa fração de mercúrio disponível por volatilização, sulfato ou carbono lábil, estimulando assim os processos de metilação. Portanto, o mercúrio depositado nos sedimentos de rios e lagos pode ser proveniente dos lançamentos direto nos rios, como ocorre na exploração de ouro (PFEIFFER *et al.*, 1991), ou de enxurradas devido à erosão do solo onde o mercúrio está depositado, sendo então transportado adsorvido às partículas de solo até os sistemas aquáticos adjacentes (ROULET *et al.*, 1999).

Uma vez lançado no sistema aquático na sua forma química metálica, o mercúrio tende a ir para o fundo, porém a elevada energia do rio Madeira seria suficiente para transportá-lo até áreas de “encaixes” onde ficaria retido e provavelmente seria sedimentado pela deposição dos sólidos em suspensão. Com isso, as regiões de maior probabilidade desta deposição ocorrer seriam as áreas de cachoeiras. Baseado nos cálculos de Lacerda *et al.* (1989), poderão estar depositados na sub bacia do rio Madeira aproximadamente 40t de mercúrio. Certamente, uma porção desse mercúrio se disponibilizou e transformou-se quimicamente até sua forma mais tóxica, metil-Hg, bioacumulando-se e biomagnificando-se ao longo da cadeia trófica. Outra parcela pode ter sido transportada adsorvida aos sólidos em suspensão, e por sua vez sedimentada em outras áreas de remanso do rio, também sujeitas aos processos de biodisponibilização, já que o mercúrio adsorvido no particulado é passível de formar complexos solúveis, principalmente na presença de compostos húmicos. As porções inativas desse mercúrio metálico, por sua vez, são fontes potenciais com risco de sofrer remobilização por atividades que revolvam solos recentes.

O ciclo biogeoquímico do mercúrio se dá por alterações na forma química do mercúrio por meio de reações de oxirredução (mediados ou não por luz), metilação e demetilação (estes predominantemente controlados por microorganismos). Estes processos ocorrem, principalmente, pela ação de microorganismos. No entanto, a eficiência dessas reações e transformações químicas será controlada pelas variações das condições físicas e químicas do sistema aquático.

Por não se degradar no ambiente, o mercúrio pode acumular-se nos diferentes compartimentos ambientais, onde manifesta sua toxicidade. Sofre diversas transformações químicas, principalmente nos sistemas aquáticos. A mais importante une o mercúrio inorgânico (íons Hg^{+2}) a radicais metil (CH_3^-), formando o composto organometálico ou metilmercúrio (CH_3Hg^+). A forma química irá indicar o grau de toxicidade do mercúrio. Na sua forma elementar metálica (Hg^0) é pouco tóxico e de baixa solubilidade em água, porém nesta mesma forma química, mas na fase gasosa, sua toxicidade já é bastante considerável. É reconhecidamente tóxico na forma catiônica Hg^{+2} , mas sua forma química mais tóxica é a metil-Hg (CH_3Hg^+). Nesta forma possui características lipofílicas, o que lhe permite atravessar membranas biológicas, garantindo-lhe eficiência na bioacumulação e biomagnificação.

A metilação pode ocorrer através da ação de microorganismos aeróbicos, sendo mais intensa porém quando realizada pelos anaeróbicos. Porém, pode ainda ser exclusivamente química,

ocorrendo de diferentes modos, como os intermediados por ácidos húmicos e fúlvicos ou pela metilcobalamina (MAURO *et al.*, 2001). Os mesmos autores conseguiram em experimentos de bioensaio uma taxa de metilação de cerca de 30% superior em raízes de uma macrófita aquática (*Eichhornia crassipes*) do que em sedimento de fundo, ambos de uma mesma região. Isso ocorre devido à eficiente superfície de retenção de partículas fornecida pelas raízes da espécie mencionada, somada a grande atividade microbiana residente nesse *habitat*.

O metilmercúrio é um poluente altamente neurotóxico que se acumula nos organismos e biomagnifica ao longo da cadeia trófica. É formado através de uma reação de transferência de um grupamento metil para o mercúrio inorgânico. Essa transformação, denominada metilação, é mediada principalmente por microrganismos que habitam em ambientes anóxicos. A metilação pode ser abiótica como resultado de uma reação não enzimática na transferência do grupamento metil, por via fotoquímica ou interação com substâncias húmicas presentes nos corpos d'água, porém com uma taxa de metilação menor do que pela mediada por microrganismos. As taxas de metilação de mercúrio em sistemas aquáticos são influenciadas tanto pela especiação do mercúrio quanto por sua biodisponibilidade. Diversas variáveis ambientais, que se inter-relacionam, tais como a atividade biológica dos microrganismos metiladores, disponibilidade de nutrientes, pH, temperatura, potencial redox, e a presença de complexos orgânicos e inorgânicos podem afetar as taxas de metilação. A importância de cada um desses fatores na produção de metilmercúrio pode variar em diferentes ecossistemas.

A entrada de metil-Hg em peixes ocorre pela absorção direta pelas brânquias e por meio da dieta alimentar. Distribui-se por todas as partes do organismo ao se ligar aos grupos “SH” das proteínas. A biomagnificação se caracteriza pelo aumento da concentração ao longo da teia alimentar, o que enquadra as espécies de hábito alimentar preferencial piscívoras e com maior tempo de vida, serem as espécies com as concentrações mais elevadas de Hg. Entre 70 e 90% do mercúrio total encontrado no pescado da Amazônia está na forma química metil-Hg.

Em resumo, o mercúrio de origem natural e/ou antrópica, ao entrar nos ecossistemas aquáticos participa de ciclos biogeoquímicos mediados por microorganismos, onde é transformado quimicamente, bioacumulando e biomagnificando na cadeia trófica. Sendo assim, os peixes predadores podem acumular altos níveis de mercúrio e funcionar como veículos desta forma química para seus consumidores, como répteis, aves e os seres humanos.

2. JUSTIFICATIVA

A atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos e biológicos, afetando os recursos naturais e a saúde humana, podendo causar desequilíbrios ambientais no ar, nas águas e populações de vida aquática, no solo e no meio social. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) poluição ou contaminação ambiental é uma alteração do meio ambiente que pode afetar a saúde e a integridade dos seres vivos.

As atividades agrícolas, pecuárias, de mineração e o desmatamento contribuem significativamente no comportamento complexo do mercúrio no contexto amazônico. A disponibilidade e conseqüente toxicidade desta substância depende da extensão da contaminação e de seu comportamento físico-químico e biológico, determinado por fatores ambientais do sistema.

A poluição química e biológica na bacia hidrográfica do rio Madeira configura os principais problemas sócio-ambientais da Amazônia, podendo, neste aspecto, ser entendida como uma região modelo cujo estudo poderá servir de referência para toda a região. A contaminação pelo mercúrio, que marcou a Amazônia na década de 80 até meados de 90, volta a ser cenário de

discussão, devido aos passivos ambientais deixados pela atividade de garimpagem de ouro.

Os estudos dos processos e mecanismos do mercúrio no meio ambiente brasileiro têm preocupado os órgãos ligados tanto à saúde pública como os de controle da poluição ambiental, tentando identificar os compartimentos impactados pela contaminação, e também determinar os mecanismos de transporte junto às populações potencialmente expostas à intoxicação. É de grande importância o monitoramento das condições ambientais no sistema aquático influenciado pelas diferentes etapas de implementação do empreendimento hidrelétrico, assim como nas populações humanas, dando ênfase àquelas com hábitos tradicionais ribeirinhos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Efetuar monitoramento ambiental e humano na área de estudo determinando as concentrações de poluentes organo-metálicos, a exemplo do mercúrio.

3.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os teores de mercúrio total (Hg-T) e metil-mercúrio (MeHg) em matrizes ambientais e humanas;
- Quantificar os corpos d'água da área de estudo quanto às principais variáveis físico-químicas;
- Quantificar as concentrações de elementos químicos (Pb, Cd, Cr, Zn, Mn, Fe, Co e Ni) nos compartimentos ambientais bióticos e abióticos;
- Selecionar e avaliar duas comunidades ribeirinhas quanto ao perfil epidemiológico por meio de inquérito alimentar e anamnese;
- Utilizar métodos estatísticos univariados, multivariados e geoestatísticos como ferramenta para o monitoramento do mercúrio durante as fases de pré-enchimento e pós-enchimento visando sua capacidade mitigadora e preditiva;
- Geração de um Banco de Dados relacional georreferenciado das matrizes bióticas e abióticas e epidemiológicas.

4. METAS/RESULTADOS ESPERADOS

De acordo com cada fase do projeto, espera-se obter informações sobre o comportamento espacial e temporal do mercúrio, assim como investigar os mecanismos de organificação, bioacumulação e biomagnificação do mercúrio pela biota na área de abrangência do empreendimento. Serão observadas nas áreas potencialmente críticas as taxas de metilação, permitindo assim poder mapear os *hot points*.

4.1 Fase de Pré-enchimento

Complementar os estudos realizados durante a realização do EIA-RIMA. Estabelecer

parâmetros de comparação na medida em que houver mudança na dinâmica do mercúrio logo após o início das obras do empreendimento.

4.2 Fase de Pós-enchimento

Nesta etapa do projeto haverá alagamento de solos e áreas de vegetação, promovendo a proliferação de macrófitas e alterações nas condições físico-químicas da água, devido à transformação de um sistema lótico em lêntico. Nesta fase do estudo, espera-se acompanhar a evolução do comportamento do mercúrio nas áreas críticas durante a fase de enchimento/pós-enchimento. Espera-se também neste período estabelecer parâmetros de comparação com a fase de pré-enchimento e previsão para a fase de estabilização do reservatório. Espera-se obter dados que permitam avaliar as condições físico-químicas da água e das condições redox junto aos sedimentos límnicos, bem como os perfis de estratificação térmica, verificando sua influência na alteração do comportamento do mercúrio, tanto na coluna d'água como nos sedimentos límnicos.

Nesta fase serão estabelecidos os padrões do comportamento do mercúrio e será adquirido o conhecimento detalhado de áreas críticas que foram alteradas durante o processo de transformação do ecossistema. Serão estabelecidas estações de monitoramento contínuo, até a fase de completa estabilização do sistema lêntico criado pela barragem.

Durante a fase inicial do pós-enchimento ocorre o aumento dos bancos de macrófitas, e espera-se neste momento avaliar se haverá um incremento nos processos de acumulação e biomagnificação do mercúrio, uma vez que dependendo do tamanho dos bancos de macrófitas, estes podem potencializar o processo de bioacumulação nesta etapa.

Espera-se ainda, a partir de dados de mercúrio obtidos no pescado, oferecer subsídios para os estudos da exposição através de anamnese das populações que vivem sob influência da área do empreendimento. Justifica-se esta preocupação, uma vez que o peixe é a principal fonte de proteína para estas populações (DOREA *et al.*, 2003).

5 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O estudo biogeoquímico do mercúrio deverá ocorrer em todas as fases dos procedimentos de engenharia, inclusive acompanhando a movimentação de terra na área do Santo Antonio. Outro aspecto importante nesse estudo é não se restringir à área principal do empreendimento, sobretudo considerando trechos a montante e jusante da futura barragem. Assim, serão consideradas áreas limite a montante no Jirau e jusante na região de Calama.

Serão realizadas amostragens pontuais a jusante, próximo à foz do rio Jamari, e a montante, no rio Mutum. Esta abordagem será importante, pois dará subsídios aos estudos de risco de exposição humana ao metil-mercúrio. Desta forma, na abordagem para fins de verificação da exposição humana, a escala adotada no trabalho será regional, fixando-se em alguns pontos prioritários para o monitoramento do Hg na bacia hidrográfica do rio Madeira.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Desenho Amostral

O processo metodológico inicia-se pelo estabelecimento das estações de amostragens no programa de monitoramento do comportamento de mercúrio na área do empreendimento do complexo hidrelétrico do rio Madeira (AHE Santo Antônio). Haverá a determinação das variáveis monitoradas, de métodos de investigação e a análise de resultados.

A escolha das estações de coletas compreende primeiramente as áreas indicadas no EIA-RIMA como áreas com potencial para organificação de mercúrio. Além destas áreas, as amostragens se estenderão as outras estações de coletas apresentadas na **Figura 1** e em locais que serão definidos em campo, incluindo os bolsões de inundação.

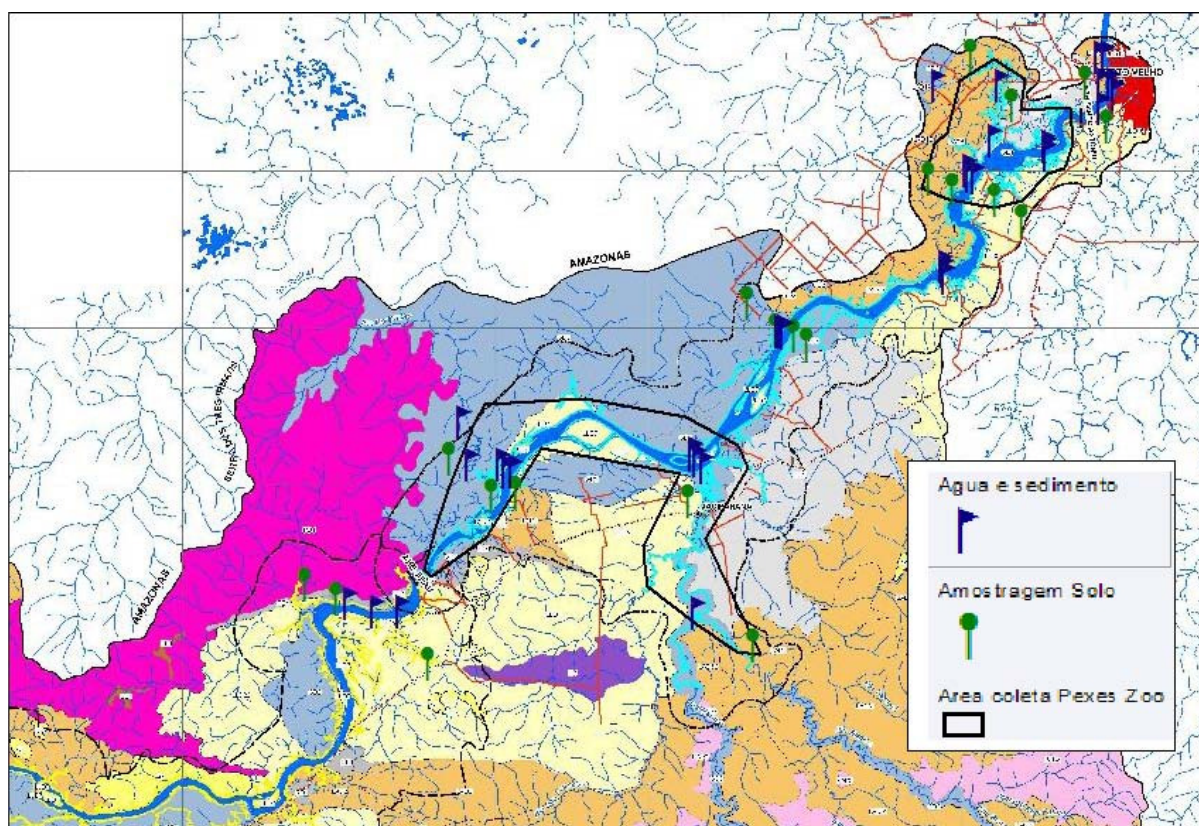


Figura 1 - Áreas de coletas e as principais matrizes a serem coletadas, para o PBA de Monitoramento Hidrobiogeoquímico

6.2 Georeferenciamento das Estações de Coleta

Os pontos de coletas já georeferenciados serão inclusos no Banco de Dados para posterior uso no monitoramento. As demais estações de coleta serão georeferenciadas com aparelho de receptor de GPS - Sistema de Posicionamento Global (Trimble Geoexplorer XT 500). A construção de mapas base para trabalhos de campo será a partir dos programas ArcView 3.2 e ArcGIS 9.0.

Os parâmetros adotados para georeferenciamento dos pontos a serem amostrados são:

Sistemas de Coordenadas Geográficas: com segundos expressos até três casas decimais;

Datum: Datum Horizontal oficial adotado pelo IBGE: SAD 69 (*South América Datum*1969).

6.3 Definição das Variáveis Amostradas

O monitoramento será realizado a partir variáveis abióticas e bióticas. A amostragem abiótica compreende água (AG), o material particulado em suspensão (MPS), solos (SL), sedimento de fundo (SD) e perfis de sedimento (PSD). As variáveis bióticas monitoradas serão peixes (PX), macrófitas (MA), plâncton (PL) e a atividade bacteriana com potencial de metilação (PM). Em todos os pontos selecionados para o monitoramento de Hg serão também medidos “*in loco*”, utilizando sonda multiparamétrica (Horiba U-20), os parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica, Eh, oxigênio dissolvido, temperatura, transparência, turbidez, profundidade).

6.4 Amostragem Abiótica

6.4.1 Água (AG)

A concentração de mercúrio na coluna d'água será monitorada durante as fases pré-enchimento, enchimento e pós-enchimento. Os estudos compreenderão o canal principal do rio Madeira, nos tributários indicados no EIA-RIMA (rio Jaci-Paraná, Igarapé Jatuarana, Cachoeira de Santo Antonio, Igarapé Caripunás) e nas áreas alagáveis associadas a estes ambientes. A amostragem destas áreas será durante a fase de pré-enchimento e pós-enchimento para identificar atuais fontes de mercúrio e sítios de metilação. Este tipo de análise permitirá avaliar mudanças nestes parâmetros após o alagamento. O estudo será realizado durante as fases de pré-enchimento e pós-enchimento a partir de coletas semestrais, distribuídas de acordo com o ciclo hidrológico anual do rio Madeira (cheia e seca).

As amostras de águas serão coletadas em garrafas de teflon e preservadas com ácido nítrico (HNO₃ 65% ultra-puro, Merck), mantendo o pH da água inferior a 2,0 até o momento das análises.

6.4.2 Solos (SL)

Os solos serão amostrados próximo às margens do rio Madeira e a seus afluentes considerando os seguintes aspectos: área de impacto direto e indireto causados pelo alagamento, gradientes topográficos, e perfis verticais de solo, considerando ainda as diferentes unidades pedológicas.

Desta forma, durante a fase de pré-enchimento serão monitorados os solos onde serão alagados e solos marginais ao rio Madeira e seus afluentes. Durante a fase de enchimento serão monitorados solos próximos às áreas alagadas e sazonalmente alagadas, levando em consideração a evolução histórica do uso e ocupação pretérita do solo para posterior verificação de atividades que podem vir a contribuir com o aumento das concentrações de mercúrio no sedimento nas fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório. As coletas de solos serão semestrais durante a fase de pré-enchimento e pós-enchimento do reservatório. A principal ênfase será dada às áreas próximas à foz dos afluentes indicados no EIA-RIMA

como áreas com maior potencial de acumulação e transformação do mercúrio e a áreas de sabida atividade de mineração e de qualquer outro tipo de atividade humana.

Serão realizados perfis de solos a partir do horizonte orgânico até os horizontes **A**, **B** e **C**. Serão distribuídas estações de coletas de solo nas margens do rio Madeira e de seus principais afluentes. Serão realizadas, no período de pré-enchimento, trincheiras para descrição detalhada dos solos. As coletas após este período serão realizadas utilizando-se de trado holandês.

Após a coleta, as amostras serão acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas a +5°C até o momento do procedimento analítico. Serão realizadas, conjuntamente à análise de mercúrio no solo, análises granulométricas e do teor de matéria orgânica para verificar o potencial de estocagem de mercúrio no solo e de posterior disponibilização após o alagamento destas áreas. Cada estação de coleta será descrita em ficha de campo, onde serão anotadas as características geológicas e pedológicas, bem como o uso e ocupação do solo.

No laboratório, as amostras serão inicialmente homogeneizadas a úmido nos próprios sacos de polietileno utilizados em campo, através da aplicação de água ultra-pura (Milli-Q, Milipore) sendo posteriormente peneiradas na fração <200 mesh (<74 µm), considerada a mais ativa fisicamente em processos de adsorção, por possuir maior área superficial (BASTOS, 1997). Em seguida, a fração fina do solo será transferida para um gral de porcelana e será seca em estufa a temperatura inferior a 50°C. Após secagem e maceração procede-se a análise por espectrofotometria de absorção atômica acoplada ao gerador de vapor frio.

6.4.3 Sedimentos (SD)

O mercúrio no sedimento será monitorado levando em consideração os seguintes fatores: áreas próximas a atividades antrópicas; áreas de sedimentação natural do rio Madeira e em seus afluentes; áreas de intensa atividade de mineração; áreas próximas a onde será realizada a remoção de florestas e movimentação de solos e rochas para a construção do reservatório. Serão estabelecidos pontos a montante e a jusante destas atividades, pois elas contribuem para o transporte de mercúrio depositado no solo para os sedimentos via enxurradas. Serão realizadas amostragens nos locais indicados no EIA-RIMA (**Figura 1**). A amostragem compreenderá desde a foz destes afluentes, pois estes locais estão indicados nos EIA-RIMA, até as áreas preferenciais de organificação do mercúrio, que possibilitam sua incorporação na cadeia trófica.

Os pontos de amostragens estão indicados na **Figura 1**. Os pontos de amostragens nos afluentes serão distribuídos de maneira que os pontos localizem-se na área de influência direta (AID) e um ponto em cada estação de coleta na área de influência indireta (AIID) do rio Madeira. Desta forma a amostragem nos afluentes compreenderá desde a foz do rio Madeira até as áreas fora dos limites de influência direta das águas do rio Madeira. Esta preocupação justifica-se devido ao transbordamento lateral do rio Madeira que afoga a foz de seus afluentes transportando mercúrio adsorvido aos sólidos em suspensão, podendo depositá-lo nos afluentes.

A amostragem de pontos a montante e a jusante das áreas de influência direta do reservatório serão inclusas no projeto de monitoramento, visando assim a compreensão da dinâmica do mercúrio em toda a bacia hidrográfica do rio Madeira. Objetiva-se com este padrão de amostragem verificar o comportamento do mercúrio fora e dentro das áreas de inundação do reservatório para posterior comparação.

As amostras de sedimentos de fundo serão coletadas utilizando-se coletor pontual de

sedimento em aço-inóx – draga de Eckman. Este equipamento permite a coleta da camada mais reativa do sedimento – 5 cm de profundidade. Após a coleta o material será acondicionado em sacos de polietileno e resfriado até o momento de preparação e análise da amostra no laboratório.

Os perfis verticais de sedimento serão coletados com tubo de acrílico de dimensões 100 cm comprimento x 7,5cm de diâmetro nas áreas de remanso dos pontos mencionados acima. Após a coleta as amostras de sedimentos serão fatiadas de 5 em 5 cm e acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas resfriadas até a preparação da amostra para análise. Paralelamente, sedimentos provenientes das escavações serão coletados para verificação de possíveis mobilizações de mercúrio.

As amostras de sedimentos serão inicialmente homogeneizadas a úmido nos próprios sacos de polietileno utilizados em campo, através da aplicação de água ultra-pura (Milli-Q, Millipore) sendo posteriormente peneiradas na fração < 200 mesh (< 74 µm), considerada a mais ativa fisicamente em processos de adsorção, por possuir maior área superficial (BASTOS, 1997). Em seguida, a fração fina do sedimento será transferida para um gral de porcelana e será seca em estufa à temperatura de 50°C. Após secagem e maceração procede-se a análise por espectrofotometria de absorção atômica acoplada ao gerador de vapor frio.

6.4.4 Material Particulado em Suspensão (MPS)

O monitoramento do transporte de mercúrio pelo MPS será realizado durante a fase de pré-enchimento com amostragens semestrais de MPS ao longo do rio Madeira e seus afluentes. Especial atenção será dada as áreas de maiores atividades antrópicas e áreas de garimpagem de ouro, pois estas áreas constituem fontes potenciais de mercúrio adsorvido às partículas orgânicas e inorgânicas transportadas pelo rio Madeira. Serão necessárias amostragens nas áreas a montante das áreas do empreendimento para verificar a possível existência de fontes potenciais de MPS. Durante a fase de pós-enchimento será intensificada a amostragem de MPS, com coletas a cada trimestre do ano de enchimento, com objetivo de verificar possíveis mudanças em um curto espaço de tempo. Serão utilizados dados do monitoramento hidrossedimentológico para avaliar a contribuição da exportação de mercúrio pelos sedimentos em suspensão.

As amostras de MPS serão obtidas a partir da água sub-superficial (cerca de 20cm de profundidade) que serão coletadas em frascos de 5 litros de polietileno que serão transportadas sob refrigeração. No laboratório serão filtradas em filtros de fibra de vidro de 0,45 µm Whatman GF/C previamente pesados. Para a determinação da massa de material particulado retido nos filtros, pelo menos dois filtros de cada ponto de coleta serão secos em estufa a 60°C até apresentarem peso constante em balança analítica de 4 casas decimais. A diferença entre as pesagens dos filtros antes e depois da filtragem equivalerá a massa de particulado presente no volume de água filtrado em cada ponto de coleta. Posteriormente o filtro sofrerá extração química para quantificação de mercúrio total pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica acoplada ao gerador de vapor frio.

6.5 Amostragem Biológica

As matrizes bióticas a serem monitoradas indicadas no EIA-RIMA e na licença prévia concedida pelo IBAMA são as seguintes: peixes, invertebrados aquáticos e macrófitas aquáticas.

Propõe-se a seguinte abordagem de coleta e análise das amostras bióticas: A amostragem ocorrerá nas estações de coletas indicadas na **Figura 1**. Levando-se em consideração

aspectos ecológicos e ecotoxicológicos, serão estabelecidas estações de coletas próximo à foz do rio Jaci Paraná englobando o igarapé Caracol da margem esquerda e o igarapé Caripunas da margem direita do rio Madeira. Outra estação será localizada próximo às cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio, englobando o igarapé Jatuarana e o igarapé Braço do Teotônio. A proposta de amostragem por área justifica-se pela dinâmica do pulso de inundação do rio Madeira que provoca deslocamento das populações de peixes e invertebrados aquáticos, e também pela sua interação com o ecossistema terrestre, incluindo os bolsões de inundação formados nestas áreas.

6.5.1 Peixes (PX)

O monitoramento dos níveis de mercúrio total (Hg-T) e metil-mercúrio (MeHg) serão realizados em peixes bioindicadores nas AID e AII, a montante e a jusante do empreendimento. Estas amostragens serão semestrais nas fases de pré-enchimento e pós-enchimento do reservatório para avaliar a exportação, bioacumulação e biomagnificação do MeHg derivado dos reservatórios.

Serão definidas as espécies a serem amostradas com base nos levantamentos realizados pelos estudos ictiológicos que compuseram o EIA-RIMA, podendo inclusive ser realizadas amostragens de peixes nos principais pontos de desembarque pesqueiro.

Ainda na fase de pré-enchimento serão utilizadas as espécies chaves para o biomonitoramento como *Cichla monoculus* e *Hoplias malabaricus*. Também será investigado o comportamento do Hg-T e MeHg nas espécies de importância ecológica e econômica a fim de verificar possíveis fontes de mercúrio orgânico para a população consumidora de pescado.

Os peixes serão amostrados sempre considerando os períodos de cheia e seca. O esforço de captura das espécies será focado nas espécies de interesse. Os peixes serão capturados com redes de malhar com 20 metros de comprimento com 2,5 metros de altura com malhas compreendendo 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 mm. Após as coletas, os animais serão fotografados e identificados por meio de chaves de identificação.

As quantificações de Hg-T e MeHg serão realizadas no tecido muscular utilizando-se das técnicas de espectrofotometria de absorção atômica com geração de vapor frio e cromatografia gasosa com ECD, respectivamente. A amostragem compreenderá os afluentes do rio Madeira, rio Jaci Paraná, igarapé Caripunas, igarapé Jatuarana e cachoeiras Teotônio. Maior ênfase será dada aos afluentes, pois estes abrigam a grande parte da fauna residente. As espécies buscam estes locais em busca de abrigo, alimentação e reprodução (ESTEVEES & ARANHA, 1999).

6.5.2 Invertebrados Aquáticos (IA)

As coletas dos invertebrados aquáticos serão realizadas sazonalmente, junto com as amostragens de peixes. Serão utilizadas redes de arraste de 250 µm para coleta na superfície da água. As amostras do substrato na superfície do sedimento de fundo serão realizadas utilizando-se de draga de Eckman. Estas serão coletadas e peneiradas para separar os animais do folhio. Moluscos, quando presentes, poderão ser coletados manualmente ou com auxílio de rapiche.

Após a identificação até o menor grupo taxonômico, estes serão acondicionados em sacos de polietileno e resfriados até o momento da análise. Este processo será repetido nos principais habitat nas estações de coletas de material biótico. Nos locais de coleta será realizada uma avaliação com o objetivo de melhor compreensão ecológica destes grupos de indivíduos para posterior avaliação durante as alterações causadas pela formação do reservatório.

6.5.3 Macrófitas Aquáticas (MA)

O monitoramento de macrófitas aquáticas será realizado como se segue: as amostragens serão realizadas nos principais bancos de macrófitas já existentes nas áreas do empreendimento e nos afluentes. Na fase de enchimento e pós-enchimento o EIA-RIMA prevê um aumento nos bancos de macrófitas, principalmente próximo aos principais tributários e em seus meandros abandonados. Nesta etapa será intensificada a amostragem nos bancos de macrófitas para verificar a eficiência de metilação nesses ambientes. As amostras serão coletadas e armazenadas em sacos de polietileno. No laboratório serão fotografadas; identificadas; lavadas com água ultra-pura; separadas em folhas e talos; codificadas; secas em estufas a 40°C; trituradas/pulverizadas em liquidificador; e armazenadas em frascos de vidro para posterior determinação de Hg-T e MeHg.

6.5.4 Plâncton (PL)

A amostragem de plâncton será realizada nas fases de pré-enchimento e pós-enchimento, nos ambientes lênticos formados pelo reservatório e demais áreas indicadas no EIA-RIMA. Maior ênfase será dada nos afluentes, pois estes corpos d'água possuem características favoráveis ao aumento da biomassa do zooplâncton durante a conversão de ambiente lótico em ambiente lêntico.

As amostras de plâncton serão coletadas com o auxílio de redes de arraste com abertura de malha entre 25 e 68 µm. Os organismos coletados serão separados por tamanho com o auxílio de sistemas de filtragem montados com telas de 25 e 68 µm em alíquotas: uma com os organismos maiores que 68µm e outra entre 25 e 68 µm. Processos utilizando lavagem com água ultra-pura e centrifugação serão utilizados com objetivos de retirar os sólidos em suspensão que permanecerem aderidos as amostras. Estas amostras serão então liofilizadas para a posterior determinação Hg-T e MeHg.

Para a amostragem qualitativa e quantitativa do fitoplâncton e do zooplâncton, será realizada a filtragem de 200 litros de água em redes com malha de 25 µm e o mesmo volume em malha de 68 µm, respectivamente. Essas amostras serão empregadas na avaliação da composição das comunidades de zooplâncton e fitoplâncton presentes no ambiente no momento das coletas.

A amostragem de zooplâncton para análise de Hg-T e MeHg será realizada semestralmente na fase de pré-enchimento. No período de pós-enchimento as análises serão realizadas em períodos mais curtos (trimestrais) nos primeiros 2 anos do pós-enchimento do estudo, para verificar possíveis mudanças na dinâmica esperada. Após dois anos de monitoramento, não havendo alterações significativas, o monitoramento passará a ser realizado semestralmente.

6.5.5 Taxa de Metilação (TM)

Além da determinação de Hg-T e MeHg nas matrizes bióticas e abióticas já discutidas, serão realizados estudos sobre o potencial de metilação das áreas indicadas no EIA-RIMA. Os principais sítios potenciais de metilação a serem analisados serão sedimentos, água e raízes de macrófitas aquáticas durante o período de enchente, cheia, vazante e seca nas fases de pré-enchimento, enchimento e pós-enchimento (GUIMARÃES *et al.*, 2000; MIRANDA *et al.*, 2004).

6.6 Monitoramento de Fontes Difusas (MFD)

Serão acompanhadas atividades desenvolvidas no ecossistema terrestre na área de influência direta do empreendimento, como exemplo, a remoção de vegetação, de solo e de rochas que serão realizadas durante a implantação das estruturas físicas da barragem. Estes procedimentos podem contribuir com a mobilização do mercúrio para o ecossistema aquático. Estas atividades serão monitoradas quanto a sua eficiência em disponibilizar mercúrio para o ecossistema aquático do rio Madeira, a fim de verificar sua real contribuição no ciclo biogeoquímico do mercúrio na bacia hidrográfica do rio Madeira.

6.7 Avaliação Humana

Serão realizados estudos quantitativos e qualitativos ao longo dos períodos de pré e pós-enchimento em humanos residentes na área de influência do empreendimento. Nos estudos quantitativos, o estabelecimento do perfil de morbimortalidade da população será realizado a partir de estudos ecológicos, transversais, inquérito epidemiológico, estudos longitudinais dos principais agravos e dos usuários expostos a contaminação química e biológica. Serão elaborados indicadores de monitoramento e indicadores sentinelas de qualidade de saúde. O estudo permitirá também identificar as ações necessárias para prevenir efeitos adversos na saúde.

6.7.1 Coleta das Amostras

Para a avaliação da toxicologia do mercúrio nos seres humanos serão coletadas amostras de cabelo e leite materno. Os cabelos são coletados da região da nuca com tesoura de aço por pessoal treinado e acondicionado em sacos de polietileno. No laboratório, após lavagem, sofrerão mineralização e extração com solvente orgânico para quantificação de Hg-T e MeHg, respectivamente. As amostras de leite materno serão coletadas e acondicionadas em frascos de vidro com tampa rosqueada a temperatura de +5°C até o início do processo analítico. As determinações das concentrações de Hg-T e MeHg serão realizadas pelas técnicas de espectrofotometria de absorção atômica com geração de vapor frio e de cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons, respectivamente (BASTOS *et al.*, 1998; Kehring, 1999).

Os sujeitos da pesquisa serão orientados quanto ao estudo em realização para que haja autorização do mesmo no fornecimento das amostras, conforme os critérios legais. A realização de um inquérito alimentar terá acompanhamento de profissionais da saúde e a escolha da comunidade-alvo levará em conta o aceite e total participação por parte da mesma na atividade, através de Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, e principalmente aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

6.7.2 Testes Neurocomportamentais (TNC)

Nos estudos neurocomportamentais (avaliação neuropsíquica), a equipe do IBCCF/UFRJ supervisionará a aplicação dos testes. Este segmento do estudo inclui testes clínicos simples de memória, equilíbrio, acuidade visual, linguagem e coordenação motora destinados a pesquisa em indivíduos expostos cronicamente a poluentes persistentes. Estes testes serão aplicados no ambiente familiar ou na escola das comunidades. Os dados obtidos nesta comunidade serão comparados ainda aos previamente obtidos em outros estudos em avaliações semelhantes (PACHECO-FERREIRA, 2001).

6.8 Análises Laboratoriais

6.8.1 Análise de Hg Total (Hg-T)

As amostras serão analisadas segundo metodologia proposta por BASTOS *et al.* (1998) através da técnica de espectrofotometria de absorção atômica específico para determinação de mercúrio (Perkin Elmer, modelo FIMS-400 - *Flow Injection Mercury System*), com amostrador automático (AS-90) e micro-computador com programa próprio acoplado (*Software Winlab-Perkin Elmer*). Este equipamento consiste de um espectrofotômetro especificamente desenhado para medidas de absorção de radiação do comprimento de onda emitido pelo mercúrio. Utiliza-se como fonte de radiação uma lâmpada de mercúrio e como receptor uma fotocélula com sensibilidade máxima de 254 nm de comprimento de onda (SEGADE & TYSON, 2003). O equipamento tem ainda um amalgamador que permite a análise de Hg-T em matrizes de baixas concentrações na faixa entre 1-10 ng.L⁻¹

6.8.2 Análises de Metilmercúrio (MeHg)

Para as análises de MeHg serão empregados métodos mais complexos (Kehring, 1999) com alta sensibilidade que se baseiam em uma combinação de extrações com solventes e compostos orgânicos, seguidas pela dosagem do MeHg através de cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons (CG-DCE).

6.9 Análise dos Dados

Neste estudo será aplicada uma técnica de **amostragem por conglomerados** que permitirá a produção de inferências para cada uma das microrregiões destacadas no EIA-RIMA que constituem áreas prioritárias envolvendo a organificação do Hg na Bacia do Rio Madeira sendo, portanto, áreas potenciais para o monitoramento e dinâmica do mercúrio em seus diversos compartimentos envolvendo matrizes bióticas e abióticas, além dos estudos epidemiológicos.

(i) Matrizes bióticas e abióticas - O programa de monitoramento do mercúrio, expresso nas suas diversas matrizes bióticas e abióticas deverá englobar as duas fases do empreendimento: fase pré-enchimento e pós-enchimento.

A metodologia proposta para coleta de dados está relacionada aos objetivos do trabalho proposto. Segundo Pillar (2004), duas categorias de monitoramento podem ser distinguidas de acordo com o objetivo do levantamento. A primeira categoria diz respeito a levantamentos menos abrangentes sendo que o resultado final consiste, geralmente, em médias de cada uma destas variáveis. Uma segunda categoria de monitoramento, baseado em levantamentos frequentes (como o aqui proposto), tem por objetivo estudar a variação destes ou de outros atributos dentro do universo amostral, buscando reconhecimento de padrões no espaço e/ou tempo, além de sua interpretação.

A malha amostral proposta na área diretamente afetada, ao longo do rio Madeira e seus afluentes, leva em consideração as características do rio, do futuro reservatório e do projeto da usina (**Figura 1**). Áreas que devem ser consideradas para a amostragem estão descritas abaixo:

- (a) Rio Madeira, a montante da área do futuro reservatório. A instalação de uma estação a montante do empreendimento terá por objetivo observar características do ambiente fluvial.

- (b) Rio Madeira, no corpo do futuro reservatório, a jusante. A instalação desta estação de amostragem terá por objetivo observar possíveis influências da presença do próprio reservatório na qualidade da água do rio Madeira e do futuro reservatório.
- (c) Rio Madeira, no corpo do futuro reservatório, próximo ao eixo da futura barragem, observando-se que esteja a montante do desvio do rio. A seleção desta estação no corpo do rio Madeira, que posteriormente corresponderá àquela instalada no corpo do futuro reservatório, considerou que ao longo do eixo longitudinal do reservatório há um contínuo fluxo de água e sedimentos, com início na região de influxo do rio até atingir a barragem, onde se observam zonas distintas que se diferenciam quanto as propriedades físicas, químicas e biológicas da água: zona fluvial, a zona de transição e a zona lacustre (Thornton, 1990), sendo necessário que o monitoramento do mercúrio considere estas alterações.
- (d) Rio Madeira, na porção do rio compreendida entre a futura barragem e a futura casa de força, que será atendida pela vazão sanitária. A instalação desta estação de amostragem terá por objetivo observar possíveis influências da vazão sanitária na estrutura do ecossistema lótico. A fim de subsidiar esta análise na fase reservatório, é importante a coleta de dados na fase rio.
- (e) Rio Madeira, a jusante da futura casa de força. A instalação desta estação de amostragem visa observar possíveis influências da instalação da futura casa de força, operação e manutenção da mesma naquele ecossistema lótico. A fim de subsidiar esta análise na fase reservatório, é importante a coleta de dados na fase rio.
- (f) Rio Jatuarana, próximo à sua desembocadura no futuro reservatório. Afluente de relevância na região do empreendimento, poderá contribuir com aportes ao futuro reservatório. A fim de subsidiar esta análise de possíveis contribuições do rio Jatuarana ao futuro reservatório, faz-se necessária a coleta de dados na fase rio.
- (g) Rio Jaci-Paraná, próximo à sua desembocadura no futuro reservatório. A fim de subsidiar esta análise de possíveis contribuições do rio Jaci-Paraná ao futuro reservatório, faz-se necessária a coleta de dados na fase rio.

A malha amostral (número de estações e posicionamento geográfico) sugerida poderá ser alterada em função de informações relevantes levantadas em visitas de campo, dados cartográficos e posicionamento de estações de medições hidrológicas e sedimentológicas.

(ii) Estudos Epidemiológicos - Tendo em vista o desejo de representatividade na microrregião, e considerando que o número de habitantes das localidades expressa uma característica importante que as diferenciam e que deve ser levada em conta na composição da amostra, consideraram-se as localidades que farão parte da amostra as quais serão subdividido de acordo com o número de habitantes compondo, assim, o segundo nível de pré-estratificação, o **porte da localidade**.

O último critério de pré-estratificação será a idade. Para cada localidade participante da amostra será examinado um determinado número de indivíduos numa dada faixa-etária ou idade-índice. A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere a composição da amostra em determinadas idades-índice e grupos etários, os quais serão utilizados no presente projeto com algumas modificações visando maior representatividade no contexto amazônico.

O **tamanho de amostras** (indivíduos) será feito através de um levantamento preliminar em campo, com a aplicação de um questionário epidemiológico/socioeconômico. A partir destas informações serão calculados os desvios padrões com os quais serão calculados os erros das médias das variáveis (indivíduos) envolvidas neste estudo que será usado para determinar o tamanho amostral com significância de 95%.

Este método citado tem grande aplicação em estudos epidemiológicos conforme pode ser visto em Beiguelman (1999). Esta técnica é bastante usada quando o estudo a ser realizado não

engloba toda população, mas sim uma parte representativa e com significância desta população. Caso esta técnica estatística empregada venha a indicar um maior número de amostras, estas serão amostradas.

6.9.1 Banco de Dados e Georeferenciamento das Informações

Todas as informações geradas no monitoramento do meio abiótico, biótico e epidemiológico serão compiladas num banco de dados relacional por meio dos *softwares* *Microsoft Access* e a geração *Arc*. O Banco de Dados será idealizado para armazenar dados de modo a facilitar o acesso aos dados obtidos pelo monitoramento.

A base desse banco de dados constitui-se nos pontos amostrais georeferenciados, sobre uma base física, considerando as características planialtimétricas, edáficas, hidrológicas e climáticas. A partir desse banco de dados será possível padronizar as informações entre os diferentes locais de estudo e facilitar as análises estatísticas.

6.9.2 Análise Estatística dos Dados

Inicialmente será realizada análise exploratória de dados constituindo basicamente em resumir e organizar os dados coletados através de tabelas, gráficos ou medidas numéricas, e a partir dos dados resumidos procurar alguma regularidade ou padrão nas observações que permitam realizar interpretações iniciais nos dados coletados. A partir dessa interpretação inicial é possível identificar se os dados seguem algum modelo conhecido, que permita estudar o fenômeno sob análise, ou se é necessário sugerir um novo modelo.

A análise dos resultados compreenderá a aplicação de testes estatísticos univariados e multivariados para comparações pareadas e estudos de correlação. A análise estatística será realizada atentando-se para prerrogativas da análise como a normalidade dos dados. Considerando o número de amostras inferiores ao número de variáveis analisadas ($n - p < 30$), será necessário avaliar a normalidade multivariada dos dados (Johnson & Wichern 1998).

O teste de Shapiro-Wilk será utilizado para verificar a normalidade dos dados seguidos e da aplicação do teste *t* e análise de variância para averiguar diferenças significativas em nível de 95% de confiança.

Análises multivariadas serão empregadas para explorar as informações obtidas no banco de dados, a fim de reduzir o volume de informações a serem interpretadas, testar as hipóteses levantadas com base nas matrizes bióticas e abióticas evidenciados, e para obter as listagens de informações indicadoras de cada grupo.

Serão utilizados métodos de classificação e ordenação, presentes no programa PC-ORD (McCune & Mefford, 1999). O uso das duas técnicas é recomendado porque um método complementa o outro, pois se há formação dos mesmos grupos nos dois métodos, é porque estes são realmente consistentes.

A análise univariada não inclui as correlações entre as múltiplas variáveis avaliadas, entretanto a análise fatorial por técnica de Monte Carlo (considera as incertezas nos cálculos das cargas fatoriais), por componentes principais, e pelo método da máxima verossimilhança será aplicada de acordo com as características do conjunto de dados a ser analisado.

As cargas fatoriais serão importantes na determinação de grupos com características semelhantes e na redução do número de variáveis a serem aplicadas, assim como na

identificação de possíveis fontes ambientais. Os valores dos fatores obtidos a partir das cargas fatoriais calculadas serão utilizados na confecção de mapas e testes estatísticos aplicados a esses resultados na tentativa de facilitar a discussão.

6.9.3 Análise Espacial e Geoestatística dos Dados

O primeiro passo para a análise geoestatística é o reconhecimento da variável, chamado de análise exploratória. Esta análise permite a caracterização da variável pela sua estatística básica (média, mediana, moda, variância, quantis, curtose e assimetria) através de histogramas e outras ferramentas, da identificação de agrupamentos, correlação entre variáveis e, principalmente, o comportamento espacial, dado pela (semi) variograma. A Geoestatística Clássica faz, então, o uso do variograma para o cálculo dos pesos que serão atribuídos a cada amostra para a predição de um ponto onde se desconhece o valor assumido pela variável.

A Geoestatística tem na *krigagem* uma das metodologias mais aplicadas recentemente, são mais de 30 técnicas diferentes, sendo mais usadas a Krigagem Simples, Ordinária, Indicativa e Universal, cada uma assumindo hipóteses diferentes e/ou com aplicações distintas. Para seu uso são necessários o conhecimento da Teoria de Funções Aleatória e a Teoria da Probabilidade, daí decorrem todos os seus postulados. Então, uma amostra passa a refletir o valor assumido por uma variável aleatória num ponto em um certo momento. Essa variável aleatória obedece a função aleatória que é descrita por uma função de densidade de probabilidade.

6.10 Autorizações Especiais

Para a amostragem dos peixes é necessária a autorização do IBAMA/RO de coleta sazonal da variedade de espécies de peixes na bacia do rio Madeira. Também é necessária a autorização do uso de reagentes químicos (solventes e ácidos) controlados pela Polícia Federal e Ministério do Exército.

Para a avaliação humana, os pesquisadores devem se comprometer que não há possibilidade de danos a dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual dos participantes, em qualquer fase da pesquisa e dela decorrente, ou mesmo dano associado ou decorrente deste monitoramento, cumprindo as exigências da resolução CNS 196/96. Os (a) participantes, individual ou coletivamente, serão voluntários, e não haverá qualquer forma de remuneração. A anuência dos sujeitos da pesquisa e/ou de seu representante legal será livre de vícios (simulação, fraude ou erro), dependência, subordinação ou intimidação, após explicação completa e pormenorizada sobre a natureza do monitoramento, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que este possa acarretar, formulada em um termo de consentimento, autorizando sua participação voluntária na pesquisa. A pesquisa será realizada sem riscos para os participantes, uma vez que o exame clínico não machuca, o cabelo cresce de novo e a doação de leite materno não implicará em prejuízos a alimentação das crianças envolvidas. Os materiais biológicos citados no projeto serão estudados na busca dos níveis de exposição corporal. Os pesquisadores comprometem-se a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados, sejam eles favoráveis ou não, garantindo que danos previsíveis sejam evitados.

7. RELATÓRIOS/PRODUTOS

Serão apresentados relatórios parciais trimestrais e um final a cada ano durante os 8 anos do projeto, considerando sempre as fases de pré e pós-enchimento, pela empresa contratante. Os relatórios conterão um diagnóstico ambiental e humano da presença de mercúrio em conformidade com a proposta supracitada. Essas informações também propiciarão envio de comunicações a congressos pertinentes e submissão de artigos para revistas científicas com a concordância e participação dos contratantes.

Esses relatórios também apresentarão informações de levantamento de estudos pretéritos na área de estudo com objetivos comparativos, além do confrontamento de dados com a Legislação pertinente.

8. CRONOGRAMA

O Cronograma está apresentado no **Anexo I**.

9. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

A análise técnica dos resultados ambientais do programa de monitoramento de mercúrio será realizada de forma sistêmica englobando dados do programa de hidrossedimentologia e do programa de controle do desmatamento. Estes dados serão organizados em banco para análise da dinâmica do Hg em função destas variáveis ambientais. Os dados obtidos nos planos de compensação social fornecerão subsídios para o monitoramento das populações que vivem na área do empreendimento. Os programas de compensação social a partir do controle dos movimentos migratório na área de estudo possibilitarão a inclusão ou exclusão dos sujeitos do monitoramento das populações humanas no entorno do empreendimento.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALMEIDA, M.D.; LACERDA, L.D.; BASTOS, W.R. & HERRMANN, J.C. Mercury loss from soils following conversion from forest to pasture in Rondônia, western Amazon, Brazil. **Environmental Pollution**, v. 137, p. 179-186, 2005.
- ANVISA. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos – DINAL – Portaria n° 685 de 27 de agosto de 1998 fixa limites máximos de tolerância de contaminantes químicos em alimentos. Diário Oficial de 24/09/98. 1998.
- AULA, I.; BRAUNSWEILLER, H.; LEINO, T.; MALIN, I.; PORVARI, P.; HATANAKA, T.; LODENIUS, M. & JURAS, A. Levels of mercury in the Tucuruí reservoir and its surrounding area in Pará, Brazil. *In*: Watras, C.J. & Huckabee, J.W. (Eds.) Mercury Pollution: Integration and Synthesis. Lewis Publ., p. 21-40.1995.
- BASTOS, W. & LACERDA, L.D. A contaminação por Mercúrio na bacia do Rio Madeira: Uma breve revisão. **Geochimica Brasiliensis**, v. 18, n. 2, p. 99-114, 2004.
- BASTOS, W. R., MALM, O. PFEIFER, W. C. & CLEARY, D., Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon Brazil. **Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**, Rio de Janeiro. v. 50, p. 255-260. 1998.
- BASTOS, W.R.; GOMES, J.P.O; OLIVEIRA, R.C.; ALMEIDA, R.; NASCIMENTO, E.L.; LACERDA, L.D.; SILVEIRA, E.G. & PFEIFFER, W.C. Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. **Sci. Tot. Environm.** v.368, p.344 – 351. 2006.
- BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. 4ª. Edição, Ribeirão Preto-SP, Editora da Revista Brasileira de Genética. 1996.
- BISINOTI, M.C. & JARDIM, W.F. Behavior of methylmercury in the environment. **Quím. Nova**, July/Aug., vol.27, no.4, p.593-600. ISSN 0100-4042. 2004.
- DOREA, J., G. Fish are central in the diet of Amazonian riparians: Should we worry about their mercury concentrations? **Environmental Research**, New York,v.92, n1. p. 232-244. 2003.
- ESTEVES, K. E; J. M. R. ARANHA. Ecologia trófica de peixes de riachos. Pp. 157-182. *In*: E. P. CARAMASCHI; R. MAZZONI & P. R. PERES-NETO (eds). Ecologia de Peixes de Riachos. Série **Oecologia Brasiliensis**, vol. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 260p. 1999.
- AHE Santo Antônio Projeto Básico Ambiental – PBA Revisão de 14/01/08 Consórcio MESA S.A.
- FADINI, P.S. & JARDIM, W.F. Is the Negro River Basin (Amazon) impacted by naturally occurring mercury **Sci. Tot. Environ.**, 275:71-82, 2001.
- GUIMARÃES, J.R.D., MEIL, I. M., HYLANDER, L.D. SILVA, E.C., ROULET, M., MAURO, J.B.N. & LEMOS, R.A. Mercury net methylation in five tropical floodplain regions of Brazil:

high in the root zone of floating macrophyte mats but low in surface sediments and flooded soils. **Sci. Tot. Environ.** 261:99-107. 2000.

IBAMA. Instrução normativa nº 65, de 13 de abril de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 abr. 2005. Seção 1, p.144-145.

KEHRIG, H. A. & MALM, O. Methylmercury in fish as a tool for understanding the Amazon Hg contamination. *Applied Organometallic Chemistry*, John Wiley & Sons Ltd, v. 13, p. 689-696, 1999.

LACERDA, L.D. & SALOMONS, W. **Mercury from Gold and Silver Mining: A Chemical Time Bomb**. Springer Verlag, 146 p. 1998.

LACERDA, L.D. **Mercury from gold and silver mining**. Springer New York. 1998.

LACERDA, L.D.; PFEIFFER, W.C.; OTT, A.T. & SILVEIRA, E.G. Mercury contamination in the Madeira River, Amazon - Hg inputs to the environment. **Biotropica**, 21:91-93, 1989.

LACERDA, L.D.; SOUZA, M. & RIBEIRO, M.G. The effects of land use change on mercury distribution in soils of Alta Floresta, Southern Amazon. **Environ. Pollut.**, 129:247-255, 2004.

MALM, O.; PFEIFFER, W.C.; SOUZA, C.M.M. & REUTHER, R. Mercury pollution due to gold mining in the Madeira River basin, Brazil. **Ambio**. Stockholm. Vol. 19, no. 1, pp. 11-15. 1990.

MAURICE-BOURGOIN, L.M.; QUIROGA, I; CHINCHEROS, J. & COURAU, P. Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira Rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. **Sci. Tot. Environm.**, 260:73-86, 2000.

MAURO, J.B.N.; GUIMARÃES, J.R.D. & MELAMED, R. Mercury methylation in macrophyte roots of a tropical lake. *Water Air Soil Pollut.*, 127:271-280, 2001.

McCUNNE, B. & MEFFORD, M.J. **Multivariety analysis of ecological data**, version 4.0. Mjm.software designs. Oregon, 1999.

MIRANDA, R.M., GUIMARÃES, J.R.D., ROULET, M.; ACHA, D., COELHO-SOUZA, S., MAURO, J.B.N. & INIGUEZ, V. Mercury methylation and bacterial activity in macrophyte-associated periphyton in floodplain lakes of the Amazon basin. **RMZ Materials and Geoenvironment** 51:1218-1220. 2004.

PACHECO-FERREIRA, H.. **Mercúrio na Amazônia – Efeitos sobre a saúde das populações ribeirinhas**. UFPA. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Tese de doutorado. 2001.

PFEIFFER, W.C.; MALM, O.; SOUZA, C.M.M.; LACERDA, L.D. & SILVEIRA, E.G. Mercury in the Madeira River Ecosystem, Rondonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Vol. 38, No. 3/4, p 239-245, 1991.

PFEIFFER, W. C. & LACERDA, L. D. Mercury inputs to the Amazon region, Brazil. **Environ. Technol. Lett.**, 9:325-350, 1988.

PILLAR, V.P. **Suficiência amostral. In: Amostragem em Limnologia** (Orgs. Bicudo,

- C.E. & Bicudo, D.). Ed. Rima, São Carlos-SP. 2004.
- PORVARI, P. Mercury levels in fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and in River Moju in Amazônia, in the state of Pará, Brazil. **Sci. Tot. Environ.** 175: 109-117, 1995.
- ROULET, M.; LUCOTTE, M.; SAIT ALBAN, A.; TRAN, S.; RHEAULT, I.; FARELA, N.; SILVA, E.D.; DESENCOURT, J.; PASSOS, E.D.; SOARES, G.S.; GUIMARÃES, J.R.D.; MERGLER, D. & AMORIM, M. The geochemistry of mercury in central Amazonian soils developed on the Alter-do-Chão formation of the lower Tapajós River Valley, Pará State, Brazil. **Sci. Tot. Environ.**, 223:1-24, 1998.
- SEGADE, S. R. & TYSON, J. F. Determination of inorganic mercury total mercury in biological and environmental samples by flow injection – cold vapor – atomic absorption spectrometry using sodium borohydride as the sole reducing agent, **Spectrochimica Acta, Amsterdã**, v.58, n.5, p. 797 – 807, 2003.
- TUOMOLA, L. Mercury Levels in Fish Five Years after Construction of Lago Manso Reservoir, Brazil. Degree project in Biology. Examensarbete i biologi, 20 p, Biological Education Centre and Department of Limnology. Uppsala University. Supervisors: Lars Hylander and Edinaldo de Castro e Silva. 2005.
- VERDON, R.; BROUARD, D.; DEMERS, C.; LALUMIERE, R. & LAPERLE, M. Mercury Evolution (1978-1988) in Fishes of the La Grande Hydroelectric Complex, Quebec, Canada. **Water, Air and Soil Pollution**, Vol. 56, p 405-417, 1991.

ANEXO I
CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

MADEIRA ENERGIA S/A

Projeto Básico Ambiental
AHE Santo Antônio

SEÇÃO 08

**PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTOS DOS DIREITOS
MINERÁRIOS E DA ATIVIDADE GARIMPEIRA**

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

INDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	JUSTIFICATIVA	2
3.	OBJETIVO	2
4.	METAS.....	3
5.	PROCEDIMENTOS.....	3
6.	BASE LEGAL	6
7.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	6
9.	CRONOGRAMA.....	7
10.	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	7
11.	BIBLIOGRAFIA	7

ANEXOS

Anexo I – Cronograma de Atividades

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Acompanhamento dos Direitos Minerários e da Atividade Garimpeira faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA. Este programa atende à condição de validade 2.1 da referida licença.

Entre as décadas de 1950 e 1970, a garimpagem de cassiterita e ouro no rio Madeira absorveu importante contingente de mão-de-obra, notadamente migrante. No início da década de 1970, em razão do incremento da lavra mecanizada, a produção cresceu significativamente, alcançando seu auge na década de 1980 e entrando em declínio a partir da década seguinte.

Em 1979 e 1989, através das Portarias Ministeriais Nº 1.345/79 e Nº 1.034/80, o Ministério de Minas e Energia criou duas Reservas Garimpeiras no rio Madeira, que compreenderam o segmento do rio situado entre a cachoeira do Teotônio, a montante da cidade de Porto Velho, e a cachoeira do Paredão. Em 2004, através das Portarias Nº 262 e Nº245, o DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) corrigiu os polígonos ao longo do rio Madeira destinados ao aproveitamento mineral pelo Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.

Todavia, reconhecidamente as atividades garimpeiras no rio Madeira, no município de Porto Velho, alcançaram uma amplitude espacial maior do que os limites legais definidos pelas Portarias do Ministério de Minas e Energia e do DNPM, estendendo-se desde a localidade de Belmonte, a jusante de Porto Velho, até Abunã, localidade situada a montante.

Conforme resultados do levantamento efetuado no âmbito do EIA/RIMA dos aproveitamentos Santo Antônio e Jirau, na Área de Influência Direta do AHE Santo Antônio foram constatados e identificados 121 locais de garimpo de ouro ativo interferindo com o reservatório do AHE Jirau e 78 locais no reservatório do AHE Santo Antônio. A lavra manual, com equipamentos rudimentares também foi registrada no cadastramento preliminar efetuado quando da elaboração do EIA/RIMA.

A área conta também com diversos processos de pesquisa e lavra registrados no DNPM em nome de empresas, cooperativas garimpeiras e pessoas físicas envolvendo tanto o ouro, a cassiterita, mas também outras substâncias minerais, caso da ametista e do topázio, bem como áreas de exploração de areia e rocha para britagem.

Considerando a ocorrência de depósitos minerais em áreas que serão diretamente afetadas pelas obras e/ou pela formação do reservatório do AHE Santo Antônio, o presente programa detalha as ações necessárias à gestão das interferências com a atividade minerária desenvolvida no rio Madeira.

As ações propostas serão executadas em parceria com a CPRM - Serviço Geológico do Brasil, instituição com reconhecida experiência no acompanhamento da atividade garimpeira no rio Madeira e no estado de Rondônia e em pesquisas minerais nesse mesmo rio.

2. JUSTIFICATIVA

O reservatório que será formado pela implantação do AHE Santo Antônio se sobrepõe tanto a áreas de mineração ativa, preliminarmente cadastradas no EIA/RIMA, como a áreas que apresentam jazidas minerais ainda não exploradas, o que configura uma interferência permanente, com impactos sobre a mineração enquanto atividade produtiva e econômica, o que justifica o desenvolvimento de ações capazes de minimizar os impactos previstos.

Complementarmente, faz-se necessário compatibilizar esse tipo de atividade com o aproveitamento hidráulico para geração de energia elétrica, que configura atividade de interesse público.

As áreas com exploração mineral em curso sofrerão importantes restrições que podem inviabilizar o seu desenvolvimento. De modo semelhante, as áreas ainda não exploradas, algumas com pesquisas em curso, também sofrerão restrições e impedimentos a partir da formação do futuro lago.

De modo geral, pode-se afirmar que o ouro lavrado no rio Madeira procede de aluviões cascalhíferos geralmente soterrados por camadas de depósitos arenosos, ou então em arenitos ferruginizados, às vezes com feições conglomeráticas, denominado popularmente como “mucururu”, bastante freqüente nas áreas de inundação.

Além de grande mobilidade ao longo do rio Madeira e de seus afluentes, a atividade apresenta forte sazonalidade em razão do regime fluvial. Nas cheias, quando a lâmina d'água do rio Madeira chega a alcançar até 18 metros de profundidade, os únicos equipamentos capazes de operar nessas condições são as dragas, que configuram um equipamento de maior porte e se deslocam com facilidade pelo rio. Em decorrência da elevação do nível do rio, as balsas ficam impossibilitadas de operar devido à deficiência tecnológica e velocidade do rio. Nesse período, os garimpeiros atuam em outras atividades econômicas, como agricultura familiar, pesca, dentre outras.

Os estudos ambientais constataram e identificaram 78 locais de garimpo de ouro ativo interferindo com o futuro reservatório do AHE Santo Antônio.

No âmbito do DNPM, os estudos identificaram 12 processos legalizados, sendo que 9 encontram-se na etapa de autorização de pesquisa mineral, 2 em fase de licenciamento e 1 como concessão de lavra, requerida em nome da pedreira Rondomar. As 9 áreas de autorização de pesquisa identificadas, segundo o estudo, referem-se aos bens minerais granito, granito ornamental, ouro, areia e titânio. As duas áreas em fase de licenciamento estão registradas para a exploração de granito, argila e laterita.

Em síntese, a formação do reservatório alterará as condições de desenvolvimento das atuais e futuras atividades minerárias e garimpeiras, sobretudo pela ampliação da lâmina d'água e também pela inundação de áreas marginais e de afluentes do rio Madeira.

3. OBJETIVO

O objetivo central do presente programa é o de nortear a resolução e minimização das interferências da implantação do empreendimento com as atividades mineraria e garimpeira existentes no rio Madeira, bem como, sempre que possível, compatibilizar a atividade produtiva com a geração de energia hidrelétrica e o seu reordenamento na área do futuro reservatório e no seu entorno.

Para tanto, considerando que a atividade apresenta forte sazonalidade e mobilidade espacial, o programa objetiva também monitorar a produção da atividade garimpeira e a situação legal dos processos registrados no DNPM.

4. METAS

Destacam-se como principais metas do presente programa:

- Inventariar e mapear todos os processos ativos no âmbito do DNPM e incidentes na AID, incluindo a diferenciação quanto ao tipo e fase do processo;
- Obter junto ao DNPM o bloqueio de toda a AID do empreendimento, incluindo não só o futuro reservatório e a área das obras civis (barramento), mas também todas as áreas de apoio;
- Produção de cadastro/inventário de todas as atividades minerárias existentes na AID do futuro reservatório do AHE Santo Antônio, incluindo dados relativos aos locais explorados, bens minerais, técnica de exploração, produção, mão-de-obra empregada, situação legal junto ao DNPM e aos órgãos ambientais, mobilidade da atividade a partir das alterações sazonais no nível da água;
- Efetuar as negociações e acordos compensatórios com os detentores de direitos minerários e homologá-los junto ao DNPM;
- Realocar a atividade garimpeira fora da área de inundação;
- Garantir a liberação de toda a área afetada pelo empreendimento, evitando conflitos com a atividade minerária.

5. PROCEDIMENTOS

Os objetivos e metas apresentados anteriormente serão alcançados mediante o desenvolvimento das seguintes atividades:

Atualização dos processos registrados no DNPM

Trata-se de levantamento que objetiva atualizar a ocorrência de áreas requeridas para pesquisa ou lavra no DNPM e que incidam espacialmente na AID do AHE Santo Antônio.

Os estudos ambientais anteriores ao PBA apresentaram levantamento preliminar. O quadro geral de áreas requeridas no DNPM é muito dinâmico, o que justifica tal levantamento.

As informações poderão ser solicitadas ao DNPM ou acessadas através do banco de dados SIGMINE, mantido pelo próprio DNPM em site.

No mínimo, a atualização dos processos minerários deve contemplar o levantamento do titular, a situação legal, bem mineral, localidade, área, distrito, município, último evento registrado.

A partir das informações obtidas deverá ser produzido um mapa dos processos minerários que ocorrem na AID, o que subsidiará outras atividades previstas no âmbito do presente programa.

Solicitação de bloqueio no DNPM

A partir da atualização dos processos minerários, será efetuada a solicitação de bloqueio da área para novas atividades e a suspensão ou encerramento dos processos ativos, evitando assim futuras interferências dessas atividades com a implantação e operação do AHE Santo Antônio. Nesse sentido, objetiva-se que o bloqueio de emissão de novos títulos minerários, caso de autorizações de pesquisa, registros de licenciamento e permissões de lavra garimpeira, bem como impedir a concessão de lavra para os processos existentes.

É recomendável que a solicitação de bloqueio seja consolidada antes da emissão da Licença de Instalação, impedindo o registro de novos processos na área de interesse.

O bloqueio será oficializado ao DNPM através de ofício ou relatório técnico complementado pelo mapeamento da AID e dos processos incidentes na área. As informações cartográficas serão apresentadas em formato digital *shapefile* (*.shp) para posterior integração ao banco de dados geográficos do DNPM.

Cadastramento e monitoramento das atividades minerárias

Para esta atividade estão programados quatro meses de trabalhos de campo e escritório constando, fundamentalmente, do cadastramento das balsas e dragas, das frentes de lavra e de toda a atividade garimpeira e mineral ativa na AID.

No caso específico das áreas de garimpo, essa programação está orientada para monitorar todo um ciclo anual de atividade e deve ainda estender-se após este primeiro ano de diagnóstico, ao longo do desenvolvimento do projeto básico e de construção da hidrelétrica.

O cadastramento inclui o levantamento de aspectos sócio-econômicos para a verificação da população efetivamente atingida, além de um levantamento cadastral detalhado relativo à situação legal da atividade junto ao DNPM e aos órgãos ambientais, substância explorada, produção, preços de comercialização, mão-de-obra, renda, métodos de extração, beneficiamento, equipamentos, mercados de destino, dentre outros aspectos.

Identificação de jazidas para realocação das atividades

Em parceria com técnicos da CPRM, consiste num conjunto de serviços técnicos que permitirão identificação e investigação de potenciais áreas para exploração mineral fora da área de inundação. São previstos os seguintes procedimentos:

Levantamento e análise de informações anteriores

Consistirá no levantamento e análise de todos os dados secundários existentes no Projeto Garimpo, executado pela CPRM até a década de 1990, na Caixa Econômica Federal, na Polícia Federal, Capitania dos Portos em Porto Velho, de instituições de saúde pública, além de outros órgãos federais, estaduais e municipais, esgotando em todos os níveis as informações disponíveis sobre o assunto, principalmente sobre a população garimpeira, a reserva e a produção aurífera. Deverão ser levantados os temas relacionados ao garimpo tais como: i) legislação correlata da atividade garimpeira; ii) histórico e produção aurífera; iii) sindicatos dos garimpeiros e outras entidades representativas da classe; iv) população, saúde e segurança pública; v) saneamento, aspectos jurídicos, prostituição, “lavagem de dinheiro”, tráfico de drogas, dentre outros pertinentes.

Aquisição de documentação técnica

Nessa etapa serão adquiridos os dados técnicos referentes a todos os trabalhos já executados na área, principalmente as imagens de satélite antigas e atuais, em um período abrangendo os últimos vinte e cinco anos, desde o início das atividades do garimpo de ouro. Será importante também a aquisição de material aerofotogramétrico ou orbital, em escala compatível para a realização dos trabalhos.

Fotointerpretação e análise de imagens

Pela necessidade de obtenção de informações de áreas potenciais a um eventual aproveitamento econômico de ouro, dentro e fora das áreas de influência direta do empreendimento, deverá ser realizada uma análise detalhada das fotografias aéreas e das imagens de satélite, tanto atual como de outras épocas, para a obtenção de parâmetros fotogeológicos, visando a formulação de critérios fotogeológicos que permitam a elaboração de um mapa fotogeológico preliminar. Esse produto que conterá também informações de trabalhos anteriores orientará a programação dos trabalhos de campo.

Identificação preliminar de áreas potenciais

Inicialmente, deverá ser efetuado um estudo geológico, para a identificação de locais, que poderão permitir uma futura exploração mineral. Constará, basicamente, de uma correlação do mapa gerado pela fotointerpretação e consolidado com os dados de investigação de campo, análise dos trabalhos realizados nos estudos de viabilidade e, finalmente, cotejados com os mapas de áreas já produtoras.

Sondagens Elétricas Verticais- SEV's

Definidas as áreas potenciais, estas deverão ser investigadas por levantamentos geofísicos (Sondagens Elétricas Verticais - SEV), para estimar profundidade e extensão de paleocanais (unidades aluvionares com potencial para ouro), com o objetivo de orientar programas de sondagens mecânicas e/ou poços de pesquisa. A quantidade de linhas e o número de sondagens serão definidas em função da extensão das áreas potenciais cartografadas no item anterior.

Sondagens e Poços de Pesquisa

Numa terceira etapa de avaliação de áreas potenciais, os paleocanais serão alvo de investigações por sondagem e poços, para definir a presença de ouro e teores que justifiquem ou não uma atividade de exploração. Esta terceira etapa dependerá de uma análise criteriosa dos resultados dos trabalhos desenvolvidos ao longo do primeiro ano, portanto não consta da programação do primeiro ano, mas são de fundamental importância para avaliar o potencial de ouro nas áreas de influência direta do empreendimento. Análises mineralógicas e de amalgamação deverão ser realizadas também nessa etapa.

Acordos com os concessionários e permissionários

Como parte do programa é prevista a realização de acordos objetivando a compensação por restrições técnicas ou mesmo a inviabilização do desenvolvimento das atividades de pesquisa e/ou de extração mineral na AID do empreendimento em pauta.

Além de consolidar a resolução das interferências mediante o pagamento de indenização, a partir da negociação com os permissionários (garimpeiros) será possível identificar os interessados na realocação da atividade garimpeira para os setores definidos a partir do trabalho de investigação previsto no presente programa.

Realocação da atividade garimpeira

Com base no cadastramento das atividades minerárias previsto, e especialmente considerando os resultados da investigação de potenciais áreas de garimpo fora da área de inundação, será efetuada a realocação da atividade garimpeira para esses setores específicos, livres de restrições decorrentes da ampliação significativa da lâmina d'água e de conflitos com a geração de energia elétrica.

Para tanto, serão atendidos os pressupostos da Lei Federal Nº 7.805/1989, que criou o regime de permissão de lavra garimpeira.

O empreendedor deverá inicialmente definir as condições e as áreas do reservatório do AHE Santo Antônio onde as atividades garimpeiras poderão ser realizadas sem trazerem riscos à operação do empreendimento.

A realocação da atividade garimpeira deverá ser considerada nas áreas de permissão minerária onde a atividade puder ser realizada.

6. BASE LEGAL

O Ministério do Meio Ambiente, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis outorgou a Licença Prévia – LP - Nº 251/2007 e registrada como Processo nº 02001.003771/2003-25. A LP é relativa aos aproveitamentos hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia, município de Porto Velho. A potência instalada para o AHE Santo Antônio será de 3.150 MW e a área do reservatório de 271,3 km². A obra é composta por um barramento a fio d'água, casa de força, vertedouros e turbinas tipo bulbo.

Esta LP é válida pelo período de 02 (dois) anos, estando sua validade condicionada ao cumprimento das condicionantes constantes no documento, que deverão ser atendidas dentro dos respectivos prazos estabelecidos, e dos demais anexos constantes do processo que são partes integrantes desse documento.

Complementarmente, no caso específico das atividades minerárias, cumpre registrar que interferências entre tais atividades e projetos de utilidade pública são previstas no Decreto Lei Nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração) que, em seu artigo 42 estabelece a possibilidade de recusa de autorização se a lavra for considerada prejudicial ao bem público.

7. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O presente programa deverá ser desenvolvido em toda a AID do AHE Santo Antônio, o que inclui trecho do rio Madeira e de seus tributários.

Deverá envolver todos os atores envolvidos nas atividades minerárias na região, o que inclui além de empresas mineradoras e garimpeiros, cooperativas de garimpeiros, associações, sindicatos, a Prefeitura de Porto Velho, o DNPM e a CPRM.

8. RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela execução do programa é do empreendedor em parceria com a CPRM. É desejável o envolvimento da Prefeitura de Porto Velho.

9. CRONOGRAMA

O Cronograma de Atividades está apresentado em anexo.

10. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

Da mesma forma que os impactos ambientais estão inter-relacionados, produzindo efeitos cumulativos, os Programas Ambientais são interdependentes no tempo e no espaço.

As principais relações de sinergia e interdependência são verificadas com os programas de:

- Comunicação Social e Educação Ambiental;
- Resgate do Patrimônio Arqueológico Pré-Histórico e Histórico;
- Remanejamento da População Atingida(Reorganização das atividades produtivas);
- Compensação Social;
- Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios.

11. BIBLIOGRAFIA

BIZZI L.A., SCHOBENHAUS C., GONÇALVES J.H., BAARS F.J., DELGADO I. de M., ABRAM M.B., LEÃO NETO R., MATOS G.M.M. de, SANTOS J.O.S. 2002. Geologia e recursos minerais da Amazônia Brasileira; Região cratônica. Sistema de Informações Geográficas - SIG. Brasília. (Escala 1:1 750.000). CD Rom.

FURNAS, ODEBRECHT, LEME. EIA – RIMA UHE Santo Antônio e Jirau. Belo Horizonte, 2006. CD Rom.

LOBATO F.P.N.S., APPEL L.E., GODOT M.C.F.T. de, RITTER J.E. 1966. Pesquisa de cassiterita no Território Federal de Rondônia. DNPM, Rio de Janeiro, 191 p. Bol., 125.

RIZZOTTO G.J., QUADROS M.L.E.S., OLIVEIRA J.G.F, CASTRO J.M.R. (2004). Geologia e Recursos Minerais do Entorno de Jirau. Convênio FURNAS / CPRM (no prelo).

ANEXO I
Cronograma de Atividades

MADEIRA ENERGIA S/A

Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 09:

PROGRAMA DE PRESERVAÇÃO DO

PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	ÁREA DE ESTUDO.....	1
3.	JUSTIFICATIVAS.....	2
4.	OBJETIVOS	3
5.	ATIVIDADES.....	3
5.1	Levantamento e Análise de Informações Anteriores.....	3
5.2	Aquisição de Documentação Técnica.....	3
5.3	Fotointerpretação e Análise de Imagens de Satélite.....	3
5.4	Levantamento de Campo de Sítios Paleontológicos.....	4
5.5	Sondagens Elétricas Verticais- SEV`s.....	4
5.6	Sondagens, Poços de Investigação e Trincheiras	4
5.7	A Coleta de Fósseis.....	4
5.8	Análises Laboratoriais	6
5.9	Relatórios Trimestrais de Progresso.....	6
5.10	Relatório Final	7
6.	CRONOGRAMA.....	7
7.	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	7

ANEXOS

Anexo 1 - Cronograma de Execução

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA. Este programa atende à condição de validade 2.1 da referida licença.

A descoberta de sítios fossilíferos no território brasileiro, a dilapidação deste patrimônio científico e cultural, e a inexistência de uma legislação adequada, conduziram à promulgação do Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942, que regulamentava e protegia devidamente os depósitos de fósseis, estabelecendo ainda que caberia ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM a fiscalização do seu cumprimento. Posteriormente, as constituições brasileiras de 1946 (Art. 174), de 1967 (Art. 172) e de 1969 (Art. 180) revelaram preocupações genéricas visando à proteção do patrimônio fossilífero, colocando sob a “proteção do poder público” obras, monumentos, documentos e locais de valor histórico e artístico e paisagens naturais. Em 1967 e 1969, legislações complementares acrescentavam a este conjunto as jazidas arqueológicas. Finalmente, a Constituição de 1988 inova e moderniza a concepção desses bens – “de natureza material e imaterial” – classificando-as, no seu conjunto, como “patrimônio cultural brasileiro” e agrupando-os nas suas especificidades.

Na Amazônia Ocidental, a presença de jazigos fossilíferos é conhecida há várias décadas, notadamente Estado do Acre, vizinho a Rondônia, onde foram identificados fósseis de três idades distintas – Cretáceo, Mioceno Superior ao Plioceno e Plioceno ao Pleistoceno, graças ao trabalho de inúmeros pesquisadores, principalmente vinculados à Universidade Federal do Acre. Em Rondônia, a descoberta de registros fósseis limitava-se a ocorrência restrita junto à Bacia Paleozóica de Pimenta Bueno, onde haviam sido caracterizados alguns exemplares de fusulinídeos e restos vegetais (Coníferas) na formação arenosa Rio Ávila, do Cretáceo.

Com a abertura da frente garimpeira do rio Madeira, no início da década de 80, começaram a surgir evidências de restos fósseis sepultados em sedimentos pleistocênicos e/ou holocênicos, de natureza arenosa ou conglomerática, recuperados em catas abertas por garimpeiros manuais ou no leito do rio pela ação de sucção dos equipamentos semi-mecanizados. Entretanto, o grande avanço na descoberta de restos fossilizados esteve vinculado a abertura de catas profundas, de considerável envergadura, representando terraços pleistocênicos e expondo uma coluna sedimentar de até 30 – 40 metros de profundidade, onde foi descoberta *in situ* uma rica fauna fóssil, notadamente de vertebrados, estando localizados preferencialmente nas frentes garimpeiras de Araras e Taquaras, a montante da Vila de Abunã.

2. ÁREA DE ESTUDO

As atividades serão desenvolvidas ao longo do rio Madeira e adjacências, no trecho compreendido desde a cachoeira de Santo Antônio a jusante, até a cachoeira de Jirau a montante, numa extensão aproximada de 120 km pelo rio.

3. JUSTIFICATIVAS

A intensa atividade garimpeira na exploração de ouro aluvionar observada ao longo do rio Madeira, desde a década de 70 até os dias atuais, trouxe consigo a exumação de uma apreciável quantidade de material paleontológico, de idade presumivelmente pleistocênica, onde se destacam fósseis vertebrados. As principais exposições destes fósseis estão situadas a montante da vila de Abunã, na área de influência indireta do empreendimento hidrelétrico, notadamente nas proximidades das vilas de Araras e Taquaras, a céu aberto, junto de escavações profundas, algumas das quais superando aos 30 metros. Além disso, foram identificados também na área de influência direta, a partir da recuperação de material cascalhífero, mineralizado, efetuado pelas dragas através de métodos de garimpagem submersa.

É interessante observar que, apesar da expressividade das descobertas, de seu volume e da variedade faunística das peças recuperadas durante vários anos, não foi realizado nenhum estudo técnico que melhor caracterizasse estas ocorrências, seja em distribuição espacial e/ou catalogação das espécies animais aí encontradas. Deve ser ressaltado, oportunamente, que este material fossilífero, em geral, foi retirado da coluna sedimentar quaternária sem as medidas preventivas recomendadas, dificultando o controle estratigráfico apropriado.

Do ponto de vista geológico, o material fossilífero está alojado em sedimentos quaternários, predominantemente pleistocênicos, com espessuras variáveis de até 30 metros, distribuindo-se em camadas arenosas, mais oxidadas e camadas siltíco-argilosas, redutoras, sítio preferencial dos fósseis. Em decorrência de processos erosivos ao longo da calha do rio Madeira e no seu entorno, por ação pluvio-fluvial, as feições morfológicas dos depósitos terciário-quaternários foram modificadas substancialmente, provocando o retrabalhamento de sedimentos mais antigos e conseqüentemente dos próprios fósseis, que foram se posicionar em camadas de depósitos conglomeráticos, frequentemente auríferos, denominados localmente de “mucurus”.

Durante a realização dos estudos preliminares, constatou-se um vultoso material fossilífero, de grande valor científico, distribuído com pessoas atuantes no garimpo tais como: garimpeiros, ex-garimpeiros e comerciantes, bem como com instituições públicas e/ou privadas, destacando-se o Museu Estadual e o Museu implantado na Usina Hidrelétrica de Samuel. Entre o material recuperado, merecem destaque várias espécies da megafauna quaternária, que apresentam pouca afinidade com a fauna atual, e mesmo aqueles pertencentes a gêneros vivos integram atualmente espécies diferentes.

Desta forma, a associação biótica recuperada e/ou a ser recuperada dos depósitos quaternários da área estudada representa um momento importante para um melhor conhecimento da evolução ambiental da região amazônica, notadamente da região ocidental.

As características ambientais regionais, juntamente com o conhecimento do material paleontológico, poderão ser de grande valia no sentido de revelar aspectos, até então desconhecidos, da relação homem/megafauna e se constituir em importantes fontes de informações para a paleontologia e para a arqueologia.

Com a desaceleração da atividade garimpeira observada nos últimos anos, torna-se mais viável a possibilidade do estudo da estratigrafia dos níveis conglomeráticos localizadas nos garimpos a céu aberto, além da recuperação de algum material fossilífero. Entretanto, os jazigos fósseis mais profundos, posicionados *in loco* e certamente melhor preservados,

serão mais inacessíveis devido à inexistência de escavações recentes, podendo se tornar necessária a abertura de trincheiras em locais selecionados.

4. OBJETIVOS

Os objetivos principais atrelados ao programa paleontológico consistem em:

- Contribuição ao conhecimento paleontológico nacional e internacional a partir das contribuições dos estudos dos fósseis na área de influência direta;
- Recuperação de informações para a interpretação paleoambiental;
- Contribuir para a recuperação e preservação do patrimônio paleontológico, principalmente da fauna extinta;
- Fornecer informações para o planejamento do resgate e salvamento durante as escavações obrigatórias no leito do rio, no eixo da barragem de Santo Antônio;
- Revelação de informações, até então desconhecidas, sobre a coexistência da megafauna pleistocênica e a ocupação humana;
- Registro das informações necessárias para a composição de um arquivo de dados paleontológicos, que permita o estabelecimento das estratégias para a fase de salvamento.

5. ATIVIDADES

5.1 Levantamento e Análise de Informações Anteriores

Consistirão no levantamento e análise de todos os dados secundários existentes sobre a megafauna do rio Madeira e bacias vizinhas com a finalidade de balizar as investigações de campo. Nesta fase deverá ser contactado o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, órgão responsável pela preservação do patrimônio paleontológico nacional para a discussão e definição das atividades do Programa.

5.2 Aquisição de Documentação Técnica

Nessa etapa serão adquiridos os trabalhos técnicos referentes a todos os já executados na área, em especial aqueles que abordem o tema paleontologia. Serão adquiridas ainda as imagens de satélite e fotografias aéreas em escalas compatíveis com os objetivos deste programa.

5.3 Fotointerpretação e Análise de Imagens de Satélite

Pela necessidade de obtenção de informações, de áreas potenciais a existência de um sítio paleontológico, dentro e fora das áreas de influência direta do empreendimento, deverá ser realizada uma análise detalhada das fotografias aéreas e das imagens de satélite tanto atuais como de outras épocas, para a obtenção de parâmetros fotogeológicos, visando a formulação de critérios que permitam a elaboração de uma base cartográfica preliminar norteadora do planejamento das atividades de investigação de campo.

5.4 Levantamento de Campo de Sítios Paleontológicos

Será desenvolvido inicialmente, na forma de prospecção paleontológica nos barrancos do rio Madeira e afluentes e cortes de estradas nas áreas de influência direta, tendo como referência o trecho entre a cachoeira de Santo Antônio e a cachoeira de Jirau. Essa atividade permitirá uma melhor caracterização do perfil estratigráfico e extensão dos terraços terciário-quaternários objeto principal dessas investigações.

Paralelamente será realizada uma atividade de monitoramento junto aos equipamentos de recuperação de ouro, tais como dragas, balsas e de desmonte hidráulico de barrancos, para verificar a possível ocorrência de material fóssilífero.

5.5 Sondagens Elétricas Verticais- SEV's

No caso das ocorrências fóssilíferas a montante do empreendimento, estas não são aflorantes. Necessita-se, portanto, da utilização de métodos indiretos de investigação para definir áreas potenciais para abrigar possíveis sítios paleontológicos, que seriam os paleocanais do rio Madeira. Serão realizados levantamentos geofísicos (Sondagens Elétricas Verticais-SEV's), para estimar profundidade e extensão de paleocanais, com o objetivo de orientar programas de sondagens mecânicas, trincheiras e poços de investigação. A quantidade de linhas e quantidade de sondagens serão definidas em função da extensão das áreas potenciais cartografadas no item anterior.

5.6 Sondagens, Poços de Investigação e Trincheiras

As áreas potenciais a ocorrência de fósseis, os paleocanais, deverão ser alvo de investigações por sondagem, poços e/ou trincheiras, para definir a presença ou não dos mesmos. Essas atividades serão desenvolvidas ainda em diversas lagoas pretéritas e pântanos no entorno do local da barragem de Santo Antônio para avaliação das condições objetivas dos sítios, visando ao trabalho de salvamento e a definição do perfil estratigráfico.

5.7 A Coleta de Fósseis

Os procedimentos para encontrar ou retirar um fóssil de uma rocha ou de um sedimento são inúmeros, devendo-se levar em consideração que as técnicas irão variar de acordo com o objetivo do coletor, do tempo disponível, do local e da natureza da rocha sedimentar.

Antes de ir ao campo para coleta é necessário definir os locais de prospecção e obter-se o máximo de informações a respeito da geologia local e dos fósseis já encontrados na região. Com os dados conhecidos, deverá ser feito um esboço do perfil do afloramento e uma descrição da rocha da localidade fóssilífera. Todo o material coletado deverá ser registrado e anotado o nível estratigráfico, a litologia do local de ocorrência e a orientação do fóssil na rocha. Essas informações são essenciais para que se possa interpretar o paleoambiente, além de contribuírem para a compreensão da evolução geológica da área.

O posicionamento geográfico preciso do local é de grande importância, envolvendo descrição das localidades incluindo nome de municípios, fazendas, estradas, quilômetros, pontos de referência e coordenadas.

Além dos afloramentos, minas e pedreiras são bons locais para coleta de fósseis, pois nesses locais é comum haver rochas expostas, não alteradas, que podem fornecer material

em bom estado de preservação. Cortes de rodovias e ferrovias, bem como barrancos, são também pontos importantes, embora nestes casos possa haver alteração superficial devido a processos intempéricos, que tendem a mascarar a presença de fósseis.

Em geral os sedimentos de granulação muito grosseira não são bons para coleta, pois a compactação subsequente tende a fragmentar os fósseis porventura presentes. Sedimentos de cor avermelhada podem conter principalmente restos de vertebrados ou madeiras petrificadas. Fósseis de organismos mais frágeis como folhas, tendem a ser destruídos, restando somente uma marca que constitui o molde. Sedimentos escuros, cinzentos ou negros, de granulação fina, são os mais favoráveis, preservando organismos mais delicados como cutículas e palinórfos de uma maneira geral.

Em um afloramento raramente os fósseis ocorrem em toda a área exposta. O mais comum é que haja uma concentração em determinados níveis, as vezes muito finos. Os planos de estratificação, principalmente os que apresentam variações de litologia, merecem atenção especial. É conveniente que se faça um croqui ou esboço do afloramento, medindo-se a espessura das diversas camadas nele contidas, registrando as diferenças litológicas e outros detalhes significativos.

É importante assinalar que, dependendo do tipo de rocha, a técnica utilizada será diferente. Assim, a coleta em folhelhos pouco compactos requer a separação e exame das camadas que se soltam, para a verificação da presença de fósseis. Arenitos e calcários requerem a fragmentação em blocos para observação. Atenção especial deve ser dada a eventual presença de nódulos ou concreções, pois estes podem ter um fóssil no seu interior.

Em muitas situações os fósseis estão visíveis nos afloramentos, bastando seguir-se o processo de rotina da escavação e preparação para o posterior transporte. Os macrofósseis raramente são encontrados inteiros e articulados. Normalmente são encontradas partes como dente, mandíbula, ossos, escamas, conchas, garras, placas dérmicas, etc., ocasionalmente bastante fragmentados. Todo material coletado deve ser registrado e anotado o nível estratigráfico, a litologia do local de ocorrência e a orientação do fóssil na rocha. A confecção de desenhos esquemáticos e fotografias da posição dos fósseis nos afloramentos são de grande importância para a Tafonomia. Fragmentos pequenos devem ser envoltos em papel, identificados e acondicionados em frascos ou sacos.

A retirada do material do afloramento requer cuidados e atenção. Muitas vezes é necessária a abertura de uma trincheira ou degrau possibilitando o acesso ao fóssil em um plano vertical, facilitando a visualização e os trabalhos de escavação. Em um plano horizontal, não sendo possível a abertura de trincheiras ou degraus, a rocha matriz deve ser recortada com a utilização de cinzeis e marretas, respeitando uma distância segura do material, evitando a sua fragmentação. Quanto maior a quantidade de rocha matriz envolvendo o fóssil maior será a segurança no transporte.

Cuidados especiais devem ser tomados com fósseis grandes e quebradiços. No momento da escavação, se o fóssil for friável ou consistir em um material frágil e com risco de fragmentação, como um osso longo, por exemplo, é aconselhável envolvê-lo em uma camada de gesso. Tal procedimento inicia-se engessando a parte exposta do fóssil. Posteriormente escava-se a parte inferior virando-o com o gesso para baixo e engessando novamente o material exposto. Forma-se dessa maneira um bloco de gesso rígido com o fóssil dentro, evitando a sua fragmentação durante o transporte e a manipulação. A bandagem do gesso é feita a partir de tiras recortadas de saco de linhagem ou tecido semelhante, embebidas em gesso. Uma camada de papel de alumínio aplicada diretamente sobre o fóssil e outra de papel toalha o protegem da umidade e confere um amortecimento entre o fóssil e o gesso.

Para embalar, além da bandagem de gesso, existem inúmeras possibilidades e materiais utilizados de acordo com as dimensões e fragilidade dos fósseis, lembrando sempre que os fósseis devem ser retirados com o sedimento que os englobam. Papel, algodão, jornal, sacos plásticos e fitas adesivas são bastante utilizados. É importante frisar que um fóssil sem referência de localização não possui valor científico nem estratigráfico.

Os microfósseis constituem importantes elementos para a paleontologia aplicada em virtude de suas pequenas dimensões, abundância, diversidade e ampla distribuição geográfica e estratigráfica, tornando-se imprescindíveis, na determinação do paleoambiente e na datação geocronológica da rocha que os contêm.

Ocorrem freqüentemente em folhelhos, siltitos e calcários de coloração escura. Essas mesmas rochas com coloração clara ou avermelhada não são favoráveis a observação de microfósseis e/ou palinormorfos.

Para o estudo dos microfósseis e palinormorfos é importante que a amostra seja coletada com cuidado, desprezando-se a parte superior do afloramento que está exposta ao intemperismo. Esta amostra deverá estar livre de qualquer contaminação e embalada em sacos plásticos hermeticamente fechados. Deverão ser anotadas todas as informações sobre as procedências, posição estratigráfica, profundidade (no caso de sondagem) e coordenadas do ponto de coleta.

Tratando-se de furos de sondagem as amostras deverão ser retirados dos testemunhos nos níveis mais propensos a conservação dos fósseis (níveis mais escuros) ou em níveis selecionados após acurado estudo do testemunho. É importante lembrar que as amostras devem ser marcadas com as indicações de topo e base.

As amostras coletadas em superfície ou subsuperfície, devidamente acompanhadas das informações pertinentes, deverão ser encaminhadas ao laboratório com as solicitações referentes aos tipos de análises desejadas.

Os jazigos fossilíferos devem ser entendidos como “monumentos culturais naturais” face a sua importância científica e interesse para o público. Representam momentos únicos da história geológica da vida na Terra possibilitando a compreensão de catástrofes ecológicas, transformações ambientais, evolução dos seres vivos e do próprio significado da vida em nosso planeta.

5.8 Análises Laboratoriais

Após a coleta do material, conforme descrição no item anterior, serão realizados exames laboratoriais como datações de carbono 14, dentre outros necessários, de modo a melhor caracterizar o material paleontológico coletado.

5.9 Relatórios Trimestrais de Progresso

Durante a execução desses estudos serão apresentados relatórios trimestrais das atividades desenvolvidas, permitindo avaliar o desempenho dos trabalhos, cumprimento de metas e reavaliar a metodologia adotada.

Esses relatórios abordarão as informações levantadas mensalmente, principalmente as relacionadas a catalogação de sítios paleontológicos, os trabalhos de avaliação de áreas potenciais e outras informações relevantes. O primeiro relatório mensal, apresentará uma

síntese dos dados secundários levantados, acompanhado do mapa preliminar da fotointerpretação, com a programação dos trabalhos de campo.

5.10 Relatório Final

Deverá ser elaborado o Relatório Final contendo todos os resultados das atividades desenvolvidas, incluindo mapas, tabelas catálogos, análises e outros anexos.

6. CRONOGRAMA

O Cronograma de Atividades está apresentado no Anexo I.

7. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

Este programa tem relação com o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

ANEXO I
CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

MADEIRA ENERGIA S/A

Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 10

PROGRAMA DE MONITORAMENTO

LIMNOLÓGICO

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2. OBJETIVOS	2
3. ÂMBITO DE APLICAÇÃO	3
4. PROCEDIMENTOS/ METODOLOGIA	4
5. RESPONSABILIDADES	10
6. RELATÓRIOS/PRODUTOS	11
7. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	12
8. BIBLIOGRAFIA	13

ANEXO

ANEXO I - Cronograma

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Programa de Monitoramento Limnológico faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA.

O Programa de Monitoramento Limnológico apresentado nesta Seção 10 do PBA do AHE Santo Antônio atende às condições de validade 2.1, 2.10, 2.22 e 2.32 da LP Nº 251/2007.

A implantação da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio tem como principal objetivo gerar a energia correspondente a 3.150 MW. A usina de Santo Antônio será localizada em trecho do rio Madeira, inteiramente situado no município de Porto Velho, estado de Rondônia, cerca de 1.070 km a montante de sua desembocadura no rio Amazonas.

O reservatório formado a montante da cachoeira de Santo Antônio terá área mínima estimada em 271 km², dos quais 164 km² são da própria calha do rio implicado. Dessa forma, a área de inundação será de 107 km² de terras das margens do rio Madeira, com um comprimento de cerca de 130 km de leito de rio inundado entre as cachoeiras de Santo Antônio e Jirau.

A classificação de águas na Amazônia reflete as diferenças entre águas aluviais quimicamente ricas de áreas elevadas de origem geológica recente (águas brancas), e aquelas com baixo teor de matéria em suspensão e com reduzidas concentrações de íons dissolvidos, de baixo relevo e de origem geológica antiga (águas pretas e claras). Além desses, tipos transicionais ocorrem em toda a Amazônia. No entanto, em todos os rios dessa região é característica fundamental a flutuação pronunciada e previsível do nível das águas, com um padrão monomodal de descarga, principalmente nos grandes rios.

Esse padrão é de importância primordial para a compreensão do dinamismo e estrutura ecológica da Amazônia, em particular da inter-relação entre o ambiente aquático e o terrestre. Além disso, o padrão sazonal de variação do nível (e descarga) dos rios reflete a sazonalidade da precipitação pluviométrica em toda a bacia, resultando em períodos bem definidos de águas altas e águas baixas. Dessa forma, com uma variação no nível da água podendo alcançar até 14m, grandes áreas adjacentes aos rios são inundadas anualmente e, como consequência, são registradas alterações hidroquímicas cíclicas que refletem a importância dessas modificações. Assim, afora as variações físico-químicas e biológicas nas águas, há uma variação na fertilidade das planícies de inundação, onde parte da carga de sedimentos transportada pelos rios pode ser depositada. O represamento de rios altera essa variação cíclica natural previsível, especialmente na área inundada a montante da construção de uma barragem.

O monitoramento limnológico será baseado nas alterações cíclicas naturais e no fato da construção da barragem para o AHE da Santo Antônio. O trabalho será realizado de acordo com a necessidade de conhecimento sobre estas variações cíclicas na bacia do rio Madeira e com as determinações do EIA do empreendimento, que determina o “acompanhamento sistematizado de parâmetros indicadores da evolução da qualidade ambiental e sanitária do sistema hídrico do rio Madeira, tendo em vista o potencial modificador decorrente da implantação do empreendimento. Por isso, o programa de monitoramento será elaborado

para as fases do pré-enchimento ao pós-enchimento objetivando antever e diagnosticar as modificações previstas na dinâmica limnológica advindas da transformação dos ambientes lóticos em lênticos” (Tomo C - Volume 1/1, Capítulo III, pág. 191-194). Dessa forma, o monitoramento também trabalha com a possibilidade de permitir a adoção de eventuais medidas de controle e de entendimento sobre as alterações ambientais decorrentes da construção de hidrelétricas nessa região, permitindo o refinamento das previsões relacionadas à qualidade das águas.

Portanto, o propósito principal desta proposta é verificar a eficiência e eficácia dos procedimentos de caráter ambiental a serem adotados na implantação e operação do empreendimento, no que diz respeito à manutenção da qualidade do ambiente aquático. Esta verificação tem em vista a correção ou ajuste de eventos que porventura estejam modificando o meio hídrico. Assim, atende essencialmente os condicionantes da Licença Prévia de Instalação LI-251/2007, de 09 de julho de 2007, expedida pelo Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para a construção da barragem de Santo Antônio, além de contemplar indagações sobre o conhecimento da qualidade hídrica Amazônica.

A região de estudo abrange o rio Madeira a montante e a jusante do reservatório do AHE de Santo Antônio.

No presente programa de monitoramento será considerada a influência dos afluentes nos corpos de água abaixo da cachoeira de Jirau, estendendo-se até a barragem e a jusante da cachoeira de Santo Antônio. Nesse trecho farão parte do monitoramento três estações limnológicas no rio Madeira, sendo a mais distante, a Estação Jusante-03, cerca de 113 quilômetros abaixo da cachoeira de Santo Antônio. Abaixo dessa estação, em torno de 16 km, encontra-se o canal de acesso ao lago Cuniã, à margem esquerda do rio Madeira.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Este programa tem como objetivo geral monitorar variáveis físicas, químicas e biológicas que caracterizem a qualidade das águas do rio Madeira, bem como de seus principais tributários e lagos, e que estejam localizados na área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio. Este monitoramento será iniciado antes da construção do aproveitamento e se prolongará até a fase de operação de modo a detectar e tomar medidas para mitigar eventuais impactos ambientais do empreendimento.

Objetivos Específicos

- Gerar uma base detalhada de dados limnológicos que venha a caracterizar o rio Madeira e outros ecossistemas aquáticos associados, nas áreas de Influência direta e indireta do AHE de Santo Antônio antes do início das obras de implantação do empreendimento. Esta base incluirá a tomada ou cálculo de 77 variáveis físicas, químicas e biológicas em 20 estações de coleta dispostas a montante e a jusante do empreendimento, em 4 amostragens trimestrais ao longo de um ciclo hidrológico completo. Esta base de dados servirá de referência das condições ambientais que precederam a construção e/ou operação do empreendimento, para posteriormente detectar claramente eventuais impactos ambientais decorrentes da construção e/ou operação do empreendimento.

- Seguindo-se a essa fase de caracterização (1), manter monitoramento seguindo delineamento amostral idêntico nos nove anos subseqüentes de modo a acompanhar as modificações nas características limnológicas destes ecossistemas aquáticos durante as fases de construção (2), e de operação.
- Monitoramento e classificação contínua da qualidade da água através de índices padrão, calculados a partir das variáveis medidas em campo (índices de qualidade de água - IQA, e de estado trófico - IET).
- Selecionar variáveis indicadoras de degradação ambiental neste sistema que possam ser usadas como sentinelas para desencadear medidas de controle ou mitigação de impactos ambientais.

Tabela 1

Metas / Resultados Esperados

Metas / Resultados esperados	Período
Gerar referencial detalhado sobre as <i>características físico-químicas</i> da água do rio Madeira, e de seus principais lagos e afluentes, a montante e a jusante do empreendimento. Avaliar a <i>variação sazonal e espacial</i> nestas características, através de coletas trimestrais em 20 pontos de amostragem, no centro do corpo d'água, com medidas na sub-superfície e fundo.	12 meses que antecedem a fase das obras no rio (histórico)
Gerar referencial sobre a <i>variação vertical de algumas características físico-químicas</i> da água do rio Madeira, e de seus principais lagos e afluentes, a montante e a jusante do empreendimento, através de coletas trimestrais em 20 pontos de amostragem, no centro do corpo d'água, com medidas tomadas ao longo de um perfil de profundidades.	12 meses que antecedem a fase das obras no rio (histórico)
Gerar referencial sobre a <i>variação transversal</i> em determinadas <i>características físico-químicas</i> da água no rio Madeira, em 7 estações de coleta a montante e a jusante do empreendimento, através de coletas trimestrais comparando calha, margem esquerda e margem direita em 1, 2, ou várias profundidades dependendo do parâmetro.	12 meses que antecedem a fase das obras no rio (histórico)
Gerar referencial detalhado sobre as <i>características biológicas</i> do rio Madeira, e de seus principais lagos e afluentes, a montante e a jusante do empreendimento. Avaliar a <i>variação sazonal e espacial</i> nestas características, através de coletas trimestrais em 20 pontos de amostragem numa única profundidade.	12 meses que antecedem a fase de obras no rio (histórico)
Repetir anualmente todas as etapas listadas acima	Ano 2 ao ano 4 (acompanhamento); ano 5 (impacto); ano 6 ao ano 10 (monitoramento)

3. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplicado nos trechos do rio Madeira, principais tributários e lagos associados, passíveis de sofrerem influência direta e indireta pelo empreendimento.

4. PROCEDIMENTOS/ METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo geral deste programa compreende um trecho de 300 km do rio Madeira, incluindo seus principais afluentes e lagos, desde a cachoeira do Jirau, a montante do empreendimento, até o Lago Cuniã, a jusante do empreendimento. Portanto, inclui trechos amostrados durante a elaboração dos estudos de impacto ambiental, e também atende as demandas da Licença Prévia Nº 251/2007 de estender a área de estudo a jusante do empreendimento.

Estações de Coletas Limnológicas

A escolha das estações de coletas limnológicas foi baseada em análise de imagens cartográficas e de satélites, e em vistorias em campo, nos estudos limnológicos que deram origem ao EIA/RIMA, e na Licença Prévia Nº 251/2007 do IBAMA, que conforme as seguintes transcrições, determina:

“2.10. Ampliar, no programa de monitoramento limnológico, o número de estações de coleta e amostras no eixo vertical”; e

“2.22. Apresentar programa de monitoramento para os impactos dos empreendimentos sobre o aporte de nutrientes, sobre a vida animal e vegetal no rio Madeira, nos igarapés e lagos tributários, a jusante dos empreendimentos”.

Ainda, as estações de coleta foram posicionadas levando em consideração a formação do futuro reservatório do AHE Santo Antônio, de modo a garantir que os sítios de amostragens limnológicas possam ser permanentes.

Sendo assim, este programa propõe amostrar 21 estações limnológicas, sendo 8 estações no rio Madeira (5 a montante e 3 a jusante do empreendimento); 6 estações em rios e igarapés tributários do rio Madeira a montante do empreendimento; 5 estações em igarapés e canais e 2 estações em um importante lago a jusante do empreendimento.

Uma descrição pormenorizada das estações de coleta segue abaixo, ordenadas de montante a jusante (ver **Tabela I**; **Figura 1** e **Figura 2** esquemáticas; **Figura 3** a **Figura 28**).

Estação Montante 05 (MON.05) - localizada no rio Madeira, a jusante da cachoeira Jirau, sendo este o ponto mais a montante na área de influência do futuro reservatório do AHE de Santo Antônio. A qualidade hídrica desse ponto será considerada a matriz limnológica para a avaliação das modificações hidroquímicas advindas da construção da hidrelétrica de Santo Antônio.

Estação rio Caripuna (CAR) - localizada no rio Caripuna, cerca de 1 quilômetro a montante da desembocadura desse rio na margem esquerda do rio Madeira. A foz desse rio está a cerca de 27 quilômetros a jusante da cachoeira Jirau.

Estação Montante 04 (MON.04) - localizada no rio Madeira, cerca de 10 quilômetros a montante da foz do rio Jaciparaná. Os dados obtidos nesse ponto comporão parte da informação para a avaliação da influência do rio Jaciparaná sobre as águas do Madeira e do futuro reservatório da hidrelétrica de Santo Antônio.

Estação Jaciparaná I (JACI.01) – localizada no rio Jaciparaná, cerca de 4 quilômetros acima de sua desembocadura na margem direita do rio Madeira. A foz desse afluente está cerca de 81 quilômetros à montante da cachoeira de Santo Antônio.

Estação Jaciparaná II (JACI.02) – localizada no rio Jaciparaná, cerca de 15 quilômetros a montante de sua foz. A avaliação limnológica desse ponto pretende investigar a influência do represamento das águas desse rio em consequência da barragem na cachoeira de Santo Antônio.

Estação Rio Caracol (CRC) – localizada no rio Caracol, cerca de 1 quilômetro a montante de sua foz. A sua desembocadura, na margem direita do rio Madeira, está a cerca de 2km a jusante da confluência do rio Jaciparaná.

Estação Montante 03 (MON.03) - localizada no rio Madeira, cerca de 24 quilômetros a jusante da desembocadura do rio Jaciparaná e 30 quilômetros a montante da estação montante 02. Pretende-se nesse ponto detectar as possíveis interferências na qualidade da água do rio Madeira pelas águas do rio Jaciparaná e Caracol, afluentes sob forte influência da colonização agropecuária na região.

Estação Montante 02 (MON.02) - localizada no rio Madeira, cerca de 10 quilômetros à montante da cachoeira de Teotônio e 27 quilômetros da cachoeira de Santo Antônio.

Estação Jatuarana I 01 (JAT I.01) – localizada próximo à foz deste rio, dentro do mesmo, na margem esquerda do rio Madeira. A avaliação limnológica deste ponto pretende investigar a influência do represamento das águas deste rio em consequência da barragem na cachoeira de Santo Antônio.

Estação Jatuarana I 02 (JAT I.02) – localizada cerca de 1,5 quilômetro a montante da desembocadura desse rio na margem esquerda do rio Madeira. A foz desse igarapé está a cerca de 15 quilômetros a montante da cachoeira de Santo Antônio.

Estação Montante 01 (MON.01) - localizada no rio Madeira, cerca de 8,5 quilômetros a montante da cachoeira de Santo Antônio. Nesse ponto pretende-se avaliar toda a contribuição hidroquímica a montante dessa cachoeira e do futuro reservatório do AHE de Santo Antônio. É um ponto onde certamente todo o volume de água do rio Madeira encontra-se sob forte mistura, em consequência não apenas do grande desnível do leito do rio até este local, mas também pela vigorosa influência da cachoeira de Teotônio, a maior em todo o percurso do rio Madeira.

Estação Jusante 01 (JUS.01) - Rio Madeira, cerca de 3km à jusante da Cachoeira de Santo Antônio. Nesse ponto será realizada a avaliação limnológica de toda a água vertida do reservatório da hidrelétrica. É também um ponto de forte mistura da coluna de água, totalizando da estação MON.05 até aqui, cerca de 18 metros de desnível.

Estação Jatuarana II (JAT II) – localizada cerca de 500 metros a montante da desembocadura desse igarapé na margem esquerda do rio Madeira. A foz desse igarapé está a cerca de 5,5 quilômetros a montante da Estação Jusante 02 (JUS.02).

Estação Jusante 02 (JUS.02) – localizada no rio Madeira, cerca de 25km a jusante da Cachoeira de Santo Antônio. É o início do baixo rio Madeira, trecho característico de um rio de planície.

Estação Belmont (BEL) – localizada no igarapé Belmont, cerca de 200m a montante de sua foz. A foz desse igarapé está a cerca de 27 quilômetros a jusante da cachoeira de Santo Antônio e 2 km abaixo da Estação Jusante 02 na margem direita do rio Madeira.

Estação Jamarí (JAM) – localizada no rio Jamarí, cerca de 10 km a montante de sua desembocadura no rio Madeira. O Jamarí desemboca na margem direita do rio Madeira, cerca de 93 quilômetros a jusante da cachoeira de Santo Antônio.

Estação Jusante 03 (JUS.03) - localizada no rio Madeira, cerca de 20km a jusante da foz do rio Jamarí e 113km a jusante da cachoeira de Santo Antônio.

Cuniã-canal_E.1 - Estação Cuniã-canal, localizada no canal do lago Cuniã cerca de 10km a montante da foz do canal do lago. A foz do canal, margem esquerda do rio Madeira, está cerca de 36 quilômetros a jusante da foz do rio Jamarí, 16km abaixo da estação JUS.03 e cerca de 130 km a jusante da cachoeira de Santo Antônio.

Cuniã-canal_E.2 - Estação Cuniã-canal, localizada no canal do lago cerca de 42 km a montante da foz do canal do lago. Esse ponto corresponde ao início do canal que dá acesso do lago ao rio Madeira.

Lago Cuniã_E.3 - Estação no principal lago-abastecedor do Cuniã, cerca de 2,5km a montante de E.2.

Lago Cuniã_E.4 - Estação central no lago Cuniã, cerca de 6,5km à montante da estação E.2.

Duração do Estudo e Periodicidade das Amostragens

Este Programa prevê o monitoramento limnológico antes, durante e depois da construção do aproveitamento hidrelétrico, de modo a permitir a detecção de eventuais impactos ambientais, permitir que estes eventuais impactos possam ser associados claramente ao advento da construção e operação do empreendimento, e permitir avaliar a capacidade de estabilização dos corpos d'água perante tal interferência.

Com isto em mente, este programa contemplará:

- Uma fase de **caracterização limnológica** (ano 1) que servirá de referência ('controle') na interpretação dos dados coletados após o início das obras, como também para detectar possíveis sintomas de degradação ambiental já existentes na área, e portanto não decorrentes da implantação do empreendimento;
- Uma fase de **acompanhamento das modificações** ao longo da construção do empreendimento (ano 2 ao ano 4);
- E, seguindo-se, a fase de **caracterização do impacto da construção e da operação** (anos 5-10).

Por causa da notável influência do ciclo hidrológico em muitos dos parâmetros limnológicos, a cada ano serão conduzidas campanhas de campo trimestrais, compreendendo as quatro fases do ciclo hidrológico. Estas campanhas, nas fases de enchente, cheia, vazante e seca, ocorrerão respectivamente nos meses de janeiro, abril, junho e outubro, com ajustes anuais de acordo com a variação do ciclo hidrológico.

Variáveis Limnológicas Quantificadas

Conforme os estudos limnológicos que deram origem ao estudo de impacto ambiental, e de acordo com o parecer dos consultores, em cada estação de coleta limnológica haverá de um a três pontos de amostragem onde quantificaremos todas as variáveis de qualidade da água abordadas no EIA/RIMA e no diagnóstico ambiental do rio Madeira mencionados anteriormente, além de outras que virão a complementar a base de dados limnológicos (como por exemplo, a análise de elementos-traço, i.e., metais pesados). Estas variáveis de qualidade da água foram agrupados em categorias de natureza FÍSICA (A, B, C), FÍSICO-QUÍMICA, QUÍMICA (1 A-D,2,3,4,5,6) e BIOLÓGICA, detalhadas nas **Tabelas 1 a 2**.

Em cada ponto de amostragem serão tomadas medidas em várias profundidades (de 1 a 15, dependendo do ponto e da categoria de variáveis; **Tabela 3**) de modo a atender a Licença Prévia No. 251, transcrita abaixo:

“2.10. Ampliar, no programa de monitoramento limnológico, o número de estações de coleta e amostras no eixo vertical.”

Tabela 2

Número de pontos e de profundidades de amostragem ao longo da coluna d'água por estação de coleta onde serão amostradas variáveis da qualidade da água.

Grupo de Variáveis	Abreviação	Variáveis (N)	RIO MADEIRA (7 estações)		AFLUENTES (8 estações)		CANAL LAGO CUNIÃ (2 estações)		LAGO CUNIÃ (2 estações)	
			Prof. (N)	Pontos (N)	Prof. (N)	Pontos (N)	Prof. (N)	Pontos (N)	Prof. (N)	Pontos (N)
Físicas - A	FI-A	6	1	3 (calha + margens)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (centro)
Físicas - B	FI-B	1	15	3 (calha + margens)	5	1 (calha)	5	1 (calha)	8	1 (centro)
Físicas - C	FI-C	6	2	1 (calha)	1	1 (calha)	2	1 (calha)	2	1 (centro)
Físico-Químicas	FQ	3	15	3 (calha + margens)	5	1 (calha)	5	1 (calha)	8	1 (centro)
Químicas 1-A	Q1-A	2	15	3 (calha + margens)	5	1 (calha)	5	1 (calha)	8	1 (centro)
Químicas 1-B	Q1-B	4	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (centro)
Químicas 1-C	Q1-C	2	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (centro)
Químicas 1-D	Q1-D	8	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (centro)
Químicas 2	Q2	6	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	2	1 (centro)
Químicas 3	Q3	7	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	2	1 (centro)
Químicas 4	Q4	16	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	2	1 (centro)
Químicas 5	Q5	3	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	2	1 (centro)
Químicas 6	Q6	13	2	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	2	1 (centro)
Biológicas	B1	6	1	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (calha)	1	1 (centro)

Observações:

1. Todas estas variáveis serão medidas quatro vezes ao ano de modo a caracterizar o ciclo hidrológico do sistema.

2. Para efeito de cálculo das variáveis medidas em toda a coluna de água, foi considerada uma profundidade média de 15m para as estações do rio Madeira; 8m para as estações nos afluentes e no lago Cuniã; e 5m para as estações no canal do lago Cuniã.

As variáveis pertencentes aos subgrupos físico e físico-químico visam primordialmente avaliar as condições da água em função da variabilidade climática (temperatura e radiação solar) e de características ópticas locais. A radiação luminosa é fator condicionante para a existência dos processos fotossintéticos, e a transferência de calor entre os sistemas ar-água e ao longo da coluna vertical da água influenciam processos das demais ordens. Além disso, alterações na concentração de material em suspensão nos sistemas fluvial e lacustre podem indicar influências antrópicas de várias magnitudes. Atividades relacionadas à escavação durante a fase de construção do empreendimento poderão alterar, em caráter temporário, a concentração de íons $[H^+]$ e a condutividade da água e conseqüentemente a

disponibilidade iônica em geral, com resultados negativos para toda a cadeia trófica (Diagnóstico Ambiental, 2004).

As variáveis químicas compõem um grupo mais abrangente, onde estão incluídos os macro-elementos essenciais para a estabilidade da vida na água, como C, N e P em suas várias formas que, entre outros fatores, podem indicar processos de eutrofização, e elementos iônicos, que participam de processos celulares. Tem-se o O₂ dissolvido e suas demandas bioquímica e química, um importante indicativo das condições bióticas da água, e uma das principais variáveis de qualidade da água exigida pelos órgãos ambientais. Incluem-se também outros gases como o CO₂, suas frações, a disponibilidade de C, nutrientes inorgânicos etc., essenciais à produtividade primária dos ambientes hídricos.

Além disso, têm-se nos elementos-traço importantes indicadores de interferência antropogênica na região. Mesmos em baixas concentrações, esses elementos podem causar intoxicações que se desenvolvem lentamente, e somente são identificados após muitos anos, gerando doenças características como nervosismo, baixa resistência às infecções respiratórias e gastrointestinais, câncer, hemorragias, dentre outras.

Entre as variáveis biológicas estão os organismos que podem ser utilizados como indicadores biológicos, capazes de revelar alterações decorrentes da atividade antrópica. As atividades relacionadas à fase de construção e conclusão do empreendimento podem promover a eutrofização e contaminação dos corpos de água, alterando toda a cadeia trófica. Nesse contexto estão inseridas as análises qualitativas e quantitativas do fito e zooplâncton, assim como da macrofauna bentônica.

Por outro lado a análise bacteriológica se justifica devido ao aumento da atividade humana na área de influência da obra, que pode proporcionar o aumento da carga de coliformes fecais e totais nos corpos circunvizinhos, cujos teores limites são bem especificados segundo a legislação CONAMA 20/86 e resolução 357 de 17 de março de 2005.

Resumindo, o programa de monitoramento limnológico monitorará, ao longo de dez anos e em quatro campanhas ao ano, 77 variáveis de natureza física, físico-química, química e biológica (medidas ou calculadas) em 21 (vinte) estações de coletas limnológicas.

Estações no Rio Madeira

As variáveis limnológicas agrupadas em físicas B (**Tabela II**), físicoquímicas (**Tabela II**), e químicas I-A, ou seja, temperatura da água, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, concentração molar, concentração de O₂ e saturação de oxigênio dissolvido, serão medidas/analizadas metro a metro da superfície até a profundidade máxima no centro da calha do rio e a 100m das margens direita e esquerda, em cada uma das oito estações limnológicas do rio.

As variáveis do grupo físicas-A (**Tabela II**), ou seja, temperatura do ar, profundidade, transparência, coeficiente de atenuação vertical, zona eufótica e cor serão medidas no centro da calha do rio e a 100m das margens direita e esquerda em cada uma das oito estações no rio Madeira.

Todas as outras variáveis dos grupos química I a química VI que constam nas tabelas III e IV e as físicas C da **Tabela II** (turbidez, sólidos em suspensão, sólidos totais dissolvidos, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis), serão analisadas na sub-superfície e na profundidade máxima da estação no centro da calha do rio.

Estações nos Afluentes

Em cada um dos sete afluentes haverá uma estação limnológica no centro da calha do rio, com exceção dos rios Jaciparaná e Jatuarana I, nos quais haverá duas estações, conforme descrito no item “Estações Limnológicas”.

As variáveis agrupadas em físicas B, físico-químicas e químicas I-A, ou seja, temperatura da água, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, concentração molar, concentração de O₂ e saturação de oxigênio dissolvido, serão medidas/analizadas metro a metro da superfície à profundidade máxima em cada estação.

Todas as outras variáveis dos grupos química I a química VI que constam nas tabelas III e IV e as físicas C da tabela II (turbidez, sólidos em suspensão, sólidos totais dissolvidos, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis), serão analisadas apenas na sub-superfície da estação no centro da calha de cada afluente. Nas mesmas estações serão também medidas as variáveis do grupo físicas - A, ou seja, temperatura do ar, profundidade, transparência, coeficiente de atenuação vertical, zona eufótica e cor.

Estações no Canal do Lago

As variáveis agrupadas em físicas B, físico-químicas e químicas I-A, ou seja, temperatura da água, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, concentração molar, concentração de O₂ e saturação de oxigênio dissolvido, serão medidas/analizadas metro a metro da superfície a profundidade máxima no centro da calha (Estação Limnológica) de cada uma das duas estações no canal do lago Cuniã.

Todas as outras variáveis dos grupos química I a química VI que constam nas Tabelas III e IV e as físicas C da tabela II (turbidez, sólidos em suspensão, sólidos totais dissolvidos, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis), serão analisadas apenas na sub-superfície de cada uma das duas estações no centro da calha do canal. Nas mesmas estações serão também medidas as variáveis do grupo físicas-A, ou seja, temperatura do ar, profundidade, transparência, coeficiente de atenuação vertical, zona eufótica e cor.

Estações no Lago Cuniã

As variáveis agrupadas em físicas B, físico-químicas e químicas I-A, ou seja, temperatura da água, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, concentração molar, concentração de O₂ e saturação de oxigênio dissolvido, serão medidas/analizadas metro a metro da superfície à profundidade máxima no centro de cada uma das duas bacias que compõem o lago Cuniã.

Todas as outras variáveis dos grupos química II a química VI que constam nas Tabelas III e IV e as Físicas C da Tabela II (turbidez, sólidos em suspensão, sólidos totais dissolvidos, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis), serão analisadas na sub-superfície e na profundidade máxima de cada uma das duas estações do lago Cuniã. Nas mesmas estações, serão também medidas apenas na sub-superfície as variáveis do grupo Físicas-A, ou seja, temperatura do ar, profundidade, transparência, coeficiente de atenuação vertical, zona eufótica e cor, bem como as dos grupos química I-B4, C2 e D8.

Protocolos Analíticos

As determinações analíticas terão por base as recomendações do programa biológico internacional para ambientes aquáticos (GOLTERMAN *et al.* 1978). Serão também considerados, entre outros, os fundamentos técnicos descritos por Strickland & Parsons (1972), Rodier (1978), Mackereth *et al.* (1978), APHA (1995) e Wetzel & Likens (2000); e as

adaptações de coleta e análise de Darwich (1995) e do Laboratório de Química da Água da Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática do INPA descritas no Diagnóstico Ambiental do Sistema Fluvial do rio Madeira no trecho de implantação das usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio (RO).

Especificamente, a análise dos principais íons dissolvidos e dos elementos-traço será realizada utilizando-se técnicas de espectrometria de massa, plasma e fluorescência. Em geral, afora os procedimentos analíticos, os equipamentos utilizados em medições e análises compreendem potenciômetros, turbidímetros, radiômetros, espectrofotômetros, absorção atômica, plasma, fluorímetro. Quando pertinente, as análises serão realizadas tanto na fração total como na fração filtrada das amostras de água.

A estrutura populacional e composição taxonômica do fitoplâncton serão obtidas através de amostras quantitativas e qualitativas obtidas por tubo coletor de volume conhecido em toda a zona eufótica com uma amostragem integral (Método desenvolvido pelo laboratório da CPBA do INPA). A não filtração possibilita a análise integral da fração fitoplancônica, não sendo eliminada qualquer fração menor que um tamanho estabelecido de malha de rede de coleta. As sub-amostras serão preservadas em solução transeau ou lugol para a análise qualitativa e quantitativa, respectivamente. A contagem será feita em câmara de Uthermöl com aumento de 400x ou 1000x em microscópio invertido. A identificação sistemática será realizada por análise comparativa e de variabilidade morfológica e morfométrica através de amostras populacionais.

Com relação ao sistema de classificação das classes, será adotado aquele estabelecido por Round (1971) para a Divisão Chloophyta e o de Bourrelly (1968, 1970) para as demais. Outras consultas serão utilizadas: Forster (1963, 1964, 1969, 1970, Martins (1980, 1982, 1986a, 1986b); Mera (1995, 1997); Prescott (1962); Prescott et al. (1972, 1975, 1977, 1982); Thomasson (1971); Aherkovich (1976, 1981); Aherkovich & Schmidt (1974), Aherkovich & Raí (1979); Aherkovich & Franken (1980); e Uthermöhl (1958). As amostras quantitativa e qualitativa do zooplâncton serão filtradas em rede com malha de 55µm e coletadas com arrastos e bomba (300 litros) respectivamente. Para a identificação e contagem de zooplâncton serão utilizadas lupas especiais (Koste, 1972, 1978; Paggi, 1995).

Para a identificação e contagem da macrofauna bentônica, será utilizada uma draga de Petersen de aproximadamente 250 cm² de área amostral. As amostras serão fixadas com formol, com concentração final de 10% (v/v). No laboratório, as amostras serão lavadas em peneira de 1,0 e 0,5 mm de abertura, e os organismos serão triados e identificados com o auxílio de microscópio estereoscópico e bibliografia atualizada, sendo preservados em álcool 70% (v/v).

A análise de isótopos estáveis, que foi inicialmente aplicada em estudos de geoquímica, encontra um vasto campo de atuação em estudos ambientais fundamentada na diferença isotópica existente entre os diferentes compartimentos de um ecossistema. Nesta proposta, a técnica visa ajudar na definição de cadeias tróficas e suas possíveis variações como provenientes do empreendimento hidrelétrico, estabelecendo uma linha base das fontes de produção existentes.

5. RESPONSABILIDADES

O empreendedor é responsável pela execução do programa, podendo contratar instituições de ensino e/ou pesquisa de atuação na região.

6. RELATÓRIOS/PRODUTOS

Serão feitos relatórios de campo após cada campanha, e relatórios analíticos anuais, e um de consolidação ao final de cada etapa. Comparações deverão ser feitas entre os resultados obtidos nas campanhas, bem como entre etapas, para melhor avaliação das influências do empreendimento.

Produtos Ofertados

A Proposta do programa de monitoramento limnológico nos sistemas integrados da bacia hidrográfica do rio Madeira na área de influência do empreendimento visa detectar de maneira eficaz as possíveis perturbações ambientais decorrentes da construção da barragem de Santo Antônio, fundamentado nas Resoluções do CONAMA N^{os} 357 (17/03/2005) e 358 (29/04/2005) do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (substituem a Resolução CONAMA N^o 20/86), nos condicionantes da Licença Prévia de Instalação LI N^o 251/2007, de 09 de julho de 2007, expedida pelo Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para a construção da barragem de Santo Antônio, além de outras normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e dos municípios sedes do estabelecimento. Dessa forma, em sentido mais amplo esse trabalho contempla o conhecimento sobre a qualidade hídrica Amazônica. Também fazem parte dos produtos:

- Implantar um sistema de monitoramento permanente das águas da bacia dos rios envolvidos na construção da barragem de Santo Antônio;
- Obter informações sobre a biodiversidade de organismos que compõem a base da cadeia trófica aquática da região;
- Identificar espécies planctônicas atuantes como indicadores biológicos que possam auxiliar na previsão e identificação de impactos ambientais na região derivados da atividade de engenharia;
- Gerar subsídios básicos com variáveis limnológicas abióticas que possam ajudar na interpretação de pesquisas de outros programas de monitoramento (e.g., peixes) na área de influência da barragem de Santo Antônio;
- Atuar como consultoria junto a empresa contratante dando subsídios para previsão, identificação e mitigação de possíveis impactos ambientais causados por atividades antrópicas no sistema antes, durante e depois das obras de construção;
- Divulgar os resultados no âmbito científico junto a congressos, simpósios e workshops nacionais e internacionais, e pela elaboração de livros editados em parceria com a empresa construtora, reforçando a imagem da instituição junto a sociedade e a comunidade científica nacional e internacional;
- Manter a empresa contratante informada por meio de relatórios técnicos parciais após cada expedição de campo e após cada ciclo hidrológico com um relatório técnico consolidado sobre todas as variáveis investigadas no programa de monitoramento.

7. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

Este programa apresenta interface com os seguintes programas: Conservação da Ictiofauna; Monitoramento de Macrófitas Aquáticas; e Monitoramento Hidrobiogeoquímico.

Cronograma de Execução e Liberação de Recursos Financeiros

O programa de monitoramento limnológico proposto está elaborado para o primeiro ciclo hidrológico correspondente aos 12 (doze) meses do ano de 2008. As campanhas de campo serão aproximadamente trimestrais, perfazendo um total de quatro (04) campanhas por ciclo hidrológico/ano, sendo que os resultados das mesmas serão apresentados na forma de Relatórios Técnicos Parciais (RTP) para cada campanha (Expedição) de campo com as variáveis obtidas diretamente no campo. Ao final de cada ciclo hidrológico será apresentado um Relatório Técnico Consolidado (RTC) sobre todas as variáveis investigadas no programa de monitoramento limnológico anual. Os prazos de entrega dos relatórios técnicos parciais e consolidado deverão estar associados a liberação de recursos, o que será estabelecido em comum acordo, por contrato, com as partes proponente e a empresa quando da assinatura do contrato. A abordagem ambiental do programa de monitoramento limnológico para os anos subseqüentes será exatamente a mesma até o enchimento do reservatório para o AHE de Santo Antônio. Com o enchimento é possível haver mudanças quanto a metodologia de trabalho a serem definidas com a avaliação do monitoramento até aquele momento. Os custos e correção de valores serão discutidos com a assinatura do contrato.

8. BIBLIOGRAFIA

- APHA - American Public Health Association. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14a ed. Washington, DC. 1193 p.
- BICUDO, C. E. M. & M. MENEZES. 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrições. 2ª. Edição. Rima Editora, São Carlos, São Paulo. 489 p.
- BICUDO, C. E. M. 1990. Metodologia para o estudo qualitativo das algas do perifíton. Acta Limnol. Brasil., 3:477-491.
- BOURRELLY, P. 1968. Les algues d'eau douce: initiation à la systematique, Vol. 2: les algues jaunes et brunes, les Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées e Diatomées. Editions N. Boubée e Cie, Paris. 438 p.
- BOURRELLY, P. 1970. Les algues d'eau: Initiation à la sytematique, Vol. 3: les algues bleues et rouges, les Euglénies, Peridiniens et Cryptomonadine. Paris: Editions N. Boubés e Cie, Paris. 512 p.
- DARWICH, A. J. 1982. Estudos limnológicos na represa hidrelétrica de Curuá-Uma (Santarém-Pará). M. Sc. thesis. INPA/FUA, Manaus, Amazonas: 207 p.
- DARWICH, A. J. 1995. Processos de decomposição de *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchcock (Graminae = Poaceae), capim semi-aquático da várzea amazônica. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 327 p.
- De PAULA, F. C. F. 1990. Geoquímica de sedimentos do rio Madeira (RO) e de alguns afluentes da margem direita. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil. 76 p.
- FERREIRA, E. J. G. 1984a. A ictiofauna da represa hidrelétrica de Curuá-Uma, Santarém, Pard. I distribuição das espécies. Amazoniana 8 (3):351-363.
- FERREIRA, J. R.; DEVOL, A. H.; MARTINELLI, L. A.; FORSBERG, B. R.; VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. & MORTATITI, J. 1988. Chemical composition of the Madeira River: seasonal trends and total transport. Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hambur, Scopel/UNEP, Sanderban 66 :63-75.
- FÖRSTER, K. 1963. Desmidiaceen aus Brasilien, 1: Nord Brasilien. Revue Algologique, nov. sér. 7(1):38-92.
- FÖRSTER, K. 1964. Desmidiaceen aus Brasilien, 2: Bahia, Goyaz, Piauí und Nord Brasilien. Hydrobiologia, 23(3/4): 321-505.
- FÖRSTER, K. 1969. Amazonische Desmidiaceen, 1: Areal Santarém. Amazoniana, 2(1/2):5-231.
- FÖRSTER, K. 1974. Amazonische Desmidiaceen, 2: Areal Maués-Abacaxis. Amazoniana, 5(2):135-242.

- GOLTERMAN, H. L. & F. A. KOUWE. 1980. Chemical budgets and nutrient pathways, pp. 85-140. In: Le Cren, E. D. & R. H. Lowe-McConnell (eds.) The Functioning of Freshwater Ecosystems, IBP 22. Cambridge University Press, London.
- GOLTERMAN, H. L., R. S. CLYMO & M. A. OHNSTAD. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. 2nd ed. IBP Handbook nº 8. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 214 p.
- HOLANDA, O. M. 1982. Captura, distribuição, alimentação e aspectos reprodutivos de *Hemiodus unimaculatus* (BLOCH, 1794) e *Hemiodopsis* sp. (Osteichthyes, Characoidei, Hemiodidae) na represa hidrelétrica de Curuá Una, Pará. Tese de Mestrado, INPA/FUA, Manaus: 99 p.
- HUSZAR, V. L. M. 1994. Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 328 p.
- JUNK, W. J., P. B. BAYLEY & R. E. SPARKS. 1989. The flood pulse concept in riverfloodplain systems, pp. 110-127. In: Dodge, D. P. (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106.
- JUNK, W. J.; J. A. S. NUNES DE MELLO. 1990. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. Estud. Av. vol.4 no.8 São Paulo Jan./Apr. 1990.
- JUNK, W. J.; ROBERTSON. B. A.; DARWICH, A. J.; VIEIRA, I. 1981. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazonia central. Acta Amazônica 11(1):687.
- KERN, J., A. J. DARWICH, K. FURCH & W. J. JUNK. 1996. Seasonal denitrification in flooded and exposed sediments from the Amazon floodplain at lago Camaleão. Microbial Ecol., 32: 47-57.
- KOSTE, W. 1972. Rotatorien aus Gewassen Amazoniens. Amazoniana 3: 258-505.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropa. Überordnung Monogononta, vol. 2. Borntraeger, Stuttgart. 673 p.
- MACKERETH, F. J. H., J. HERON & J. F. TALLING. 1978. Water Analysis: Some Revised Methods for Limnologists. Freshwater Biological Association, Special Publication 36. 120 p.
- MARTINELLI, L. A.; FORSBERG, B. R.; VICTORIA, R. L. DEVOL, A. H.; MORTATTI, J. ; FERREIRA, J. R.; BONASSE, J. & OLIVEIRA, E. 1989. Suspended sediment load in Madeira River. In: Degens, E. T., S. Kemps & D. Eisma (eds.) Transport of Carbon and Others Mineral in Major World Rivers, Lakes and Estuaries. Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburg. Scope/UNEP, Sanderband 68.
- MERA, P. A. S. 1995. Características ecológicas da desmidioflórula de uma região hidrográfica do sistema Trombetas, Estado do Pará, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 237p.

- MERA, P. A. S. 1997. Estudo Qualitativo do Fitoplâncton na Região de Influência da Estação Ecológica de Anavilhanas, Município de Novo Airão (AM). Relatório, Convênio INPA-IBAMA. 52 p.
- PAGGI, J. C. 1995. Crustácea (Cladocera), pp. 909-951. In: Lopretto, E. C. & G. Tell (eds.) Ecosistemas de águas continentales: metodologias para su estudio. Ediciones Sur, La Plata.
- PRESCOTT, G. W. 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. With an Illustrated Key to the Genera of Desmids and Freshwater Diatoms. University of Michigan. 977 p.
- PRESCOTT, G. W., C. E. M. BICUDO & W. C. VINYARD. 1982. A Synopsis of North American Desmids 2(4). Desmidiaceae: Placadermae. University of Nebraska Press, Lincoln. 700p.
- PRESCOTT, G. W., H. T. CROASDALE & W. C. VINYARD & C. E. M. BICUDO. 1981. A Synopsis of North American Desmids 2(3). Desmidiaceae: Placodermae. University of Nebraska Press, Lincoln. 720 p.
- PRESCOTT, G. W., H. T. CROASDALE & W. C. VINYARD. 1972. Desmidiales, 1: Saccodermae, Mesotaeniaceae. In: North American Flora, sér. 2, part 6. The New York Botanical Garden, New York. 84pp. Prescott, G. W., H. T. Croasdale & W. C. Vinyard. 1975. A Synopsis of North American Desmids 2(1). Desmidiaceae: Placodermae. University of Nebraska Press, Lincoln. 275 p.
- PRESCOTT, G. W., H. T. CROASDALE & W. C. VINYARD. 1977. A Synopsis of North American Desmids 2(2). Desmidiaceae: Placadermar. University of Nebraska Press, Lincoln. 413p.
- ROBERTSON, B. A. 1980. Composição, abundância e distribuição de Clodocera (Crustaceae) na região da água livre da represa hidrelétrica de Curuá-Una, Pará. Tese de Mestrado, INPA/FUA, Manaus: 105 p.
- RODIER, J. 1978. L'analyse de l' eau. 6a ed. Paris, Bordas. 1136 p.
- ROUND, F. E. 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. Br. phycol. J., 6(2): 235-264.
- ROUND, F. E. 1991. Diatoms in river monitoring studies. J. Appl. Ecol., 3: 129- 145.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed. Bull. 167. Fish. Res. Bd. Canada, Ottawa. 310p.
- THOMASSON, K. 1971. Amazonian Algae. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., Mém. 2^a Série, Fasc. 86:57p.
- AHERKOVICH, G. & G. W. SCHMIDT. 1974. Phytoplankton taxa in den Zentralamazonischen Schwemmlandensee, Lago do Castanho. Amazoniana, 5(2):243-283.
- AHERKOVICH, G. & H. RAI. 1979. Algen aus den Rio Negro und seinen Nebenflüssen. Amazoniana, 6(4):611-638.
- AHERKOVICH, G. & M. FRANKEN. 1980. Aufwuchsalgen aus Zentralamazonischen Regenwaldächen. Amazoniana, 7(1):49-79.

- AHERKOVICH, G. 1976. Algen aus den Flüssen Rio Nedro und Rio Tapajós. Amazoniana, 5(4): 65-515.
- AHERKOVICH, G. 1981. Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. Amazoniana, 7(2):191-219.
- AHERKOVICH, G. 1984. Phytoplankton, pp 295-310. In: Sioli, H. (ed.) The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin. Monographiae Biologicae 56. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- UTHERMOHL, H. 1958. Zur Vervollkommenung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. int. Ver. theor. Angew. Limnol., 9:1-38.
- VIEIRA, J. 1982. Aspectos sinecológicos da ictiofauna de Curuá-Una, represa hidrelétrica da Amazônia brasileira. Univ. Fed. de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil: 107 p.
- WETZEL, R. G. & G. E. LIKENS. 2000. Limnological Analysis. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 357 p.

ANEXO

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

Tabela I. Localização e descrição das estações de coleta na área de influência da UHE de Santo Antônio.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO					
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL					
Grupo de Limnologia					
Ciclo hidrológico anual - BACIA DO RIO MADEIRA: rios, igarapés e lago					
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA					
Número	Estações de coleta		Coordenadas		Descrição
	Nome	Código	S	W	
1	Montante 05	MON.05	9°12'39.10"	64°37'15.97"	Rio Madeira, cerca de 20km à jusante da cachoeira Jiráu.
2	Rio Caripuna	CAR	9°11'41.43"	64°37'25.30"	Rio Caripuna, cerca de 1km à montante de sua foz.
3	Montante 04	MON.04	9°10'25.40"	64°28'39.60"	Rio Madeira, cerca de 10km à montante da foz do rio Jaciparaná.
4	Jaciparaná 1	JACI.01	9°13'37.44"	64°23'05.87"	Rio Jaciparaná, cerca de 4km à montante de sua foz.
5	Jaciparaná 2	JACI.02	9°17'20.10"	64°23'53.20"	Rio Jaciparaná, cerca de 15km à montante de sua foz.
6	Rio Caracol	CRC	9°11'48.85"	64°22'29.26"	Rio Caracol, cerca de 1km à montante de sua foz.
7	Montante 03	MON.03	9° 01'39.20"	64°16'44.10"	Rio Madeira, cerca de 24 km à jusante da desembocadura do rio Jaciparaná
8	Montante 02	MON.02	8°55'36.10"	64° 04'56.90"	Rio Madeira, cerca de 10km à montante da Cachoeira de Teotônio.
9	Jatuarana I	JAT.I	8°49'46.60"	64° 02'58.01"	Igarapé Jatuarana I, cerca de 1km à montante de sua foz.
10	Montante 01	MON.01	8°50'31.50"	63°59'42.30"	Rio Madeira, cerca de 8,5km à montante da Cachoeira de Santo Antônio.
11	Jusante 01	JUS.01	8°47'17.50"	63°55'53.70"	Rio Madeira, cerca de 3km à jusante da Cachoeira de Santo Antônio.
12	Jatuarana II	JAT.II	8°38'48.17"	63°55'08.44"	Igarapé Jatuarana II, cerca de 500m à montante de sua foz.
13	Jusante 02	JUS.02	8°38'13.30"	63°52'02.10"	Rio Madeira, cerca de 25km à jusante da Cachoeira de Santo Antônio.
14	Belmont	BEL	8°38'34.95"	63°51'00.98"	Igarapé Belmont, cerca de 200m à montante de sua foz.
15	Jamarí	JAM	8°29'25.49"	63°29'58.48"	Rio Jamarí, cerca de 10km à montante de sua desembocadura no rio Madeira.
16	Cuniã-canal_E.1	CC_E.1	8°11'31.88"	63°23'40.96"	Estação Cuniã-canal, cerca de 10km à montante da foz do canal do lago.
17	Cuniã-canal_E.2	CC_E.2	8°18'40.99"	63°29'11.93"	Estação Cuniã-canal, cerca de 42km à montante da foz do canal do lago.
18	Cuniã-lago_E.3	CL_E.3	8°19'24.41"	63°30'11.87"	Estação em lago-abastecedor do Cuniã, cerca de 2,5km à montante de E.2.
19	Lago Cuniã_E.4	CL_E.4	8°18'13.52"	63°27'00.59"	Estação central no lago Cuniã, cerca de 6,5km à montante da Estação E.2.
20	Jusante 03	JUS.03	8°18'33.22"	63°23'32.77"	Rio Madeira, cerca de 20km à jusante da desembocadura do rio Jamarí.

Tabela II. Variáveis físicas e físico-químicas: bacia do rio Madeira, área de influência da UHE de Santo Antônio.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO				
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL				
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Caracol, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.				
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira				
VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Deteção
Físicas-A				
Temperatura do ar		°C	termômetro comum de Hg	0,1
Profundidade		m	profundímetro	0,1
Transparência	FI-A-6	m	disco de Secchi	0,05
Coeficiente atenuação vertical		m ⁻¹	radiômetro LI-COR / cálculo	0,01
Zona eufótica		m	cálculo	0,01
Cor		mg Pt/L	espectrofotométrico	
Físicas-B				
Temperatura da água	FI-B-1	°C	potenciométrico - sonda WTW Oxi 197	0,1
Físicas-C				
Turbidez		NTU	turbidímetro Orbeco-Hellige digital Modelo 966	0,01
Sólidos em suspensão		mg/L	filtração / gravimétrico	0,1
Sólidos totais dissolvidos	FI-C-6	mg/L	filtração / evaporação / gravimétrico	0,1
Sólidos totais		mg/L	evaporação / gravimétrico	0,1
Sólidos fixos		mg/L	evaporação / gravimétrico	0,1
Sólidos voláteis		mg/L	evaporação / gravimétrico	0,1
Físico-químicas				
Condutividade elétrica		μS ₂₅ /cm	potenciométrico - sonda WTW LF 197	0,1
Potencial hidrogeniônico (pH)	FQ.3	und	potenciométrico - sonda WTW pH 197	0,001
Concentração molar [H+]		μmol/L	cálculo a partir do pH	0,001

Tabela III. Variáveis químicas I a III: bacia do rio Madeira na área de influência da UHE de Santo Antônio.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO					
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL					
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Caracol, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.					
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira					
VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Deteção	
Q u í m i c a s					
Oxigênio, demandas e relações de consumo					
Q u í m i c a s I - A					
Oxigênio -percentagem de saturação	Q1-A2	%	potenciométrico - sonda WTW Oxi 197	0,1	
Oxigênio - concentração		mg/L	potenciométrico - sonda WTW Oxi 197	0,01	
Q u í m i c a s I - B					
O ₂ .inicial (Winkler DBO) %	Q1-B4	% saturação	cálculo a partir do O ₂ Winkler modificado	0,1	
O ₂ inicial (Winkler DBO) mg/L		mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,01	
O ₂ 5dias		mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,01	
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ₅		mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,05	
Q u í m i c a s I - C					
Demanda química de oxigênio - DQO	Q1-C2	mg/L	oxidação com o KMnO ₄	0,05	
Carbono bioquimicamente oxidado (C.dbo)		mg/L	cálculo a partir da DBO	0,05	
Q u í m i c a s I - D					
DBO.100/O ₂ - consumo de O ₂ pela DBO ₅	Q1-D8	%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅	0,1	
O ₂ .100/DQO - o O ₂ presente é x% da DQO		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DQO	0,1	
DBO.100/DQO - a DBO ₅ é x% da DQO		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅ e da DQO	0,1	
O ₂ .100/(DBO+DQO) - o O ₂ é x% das demandas		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅ e da DQO	0,1	
Carbono inorgânico		mg/L	cálculo a partir do CO ₂ total	0,05	
Carbono orgânico total (quimicamente oxidado)		mg/L	cálculo a partir da DQO	0,05	
Carbono total		mg/L	cálculo a partir do C orgânico e inorgânico	0,05	
Carbono orgânico refratário		mg/L	C orgânico subtraído do C bioquimicamente oxidado	0,05	
Q u í m i c a s II					
Sistema tampão					
Gás carbônico livre	Q2.6	mg/L	titulação potenciométrica com NaOH	0,05	
Gás carbônico total		mg/L	titulação potenciométrica com HCl	0,05	
Alcalinidade		meq/L	titulação potenciométrica com NaOH e HCl	0,001	
Alcalinidade de bicarbonatos		mg HCO ₃ /L	titulação potenciométrica com NaOH e HCl	0,05	
Dureza		CaCO ₃ mg/L	titulação / cálculo	0,05	
Dureza devido ao cálcio e magnésio		d ^o Ca,Mg	titulação / cálculo	0,05	
Q u í m i c a s III					
Íons principais					
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Q3.7	mg/L	espectroscopia / absorção atômica	0,01	
Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , HCO ₃ ⁻		mg/L	titulação / espectro e potenciométrico	0,01	

Tabela IV. Variáveis químicas IV a VI: bacia do rio Madeira na área de influência da UHE de Santo Antônio.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO				
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL				
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Caracol, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.				
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira				
VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Deteção
Q u í m i c a s				
Nutrientes inorgânicos e suas frações				
Q u í m i c a s IV				
Nitrogênio e suas frações				
Nitrogênio amoniacal	Q4.16	µg/L	espectrofotométrico	5,0
Nitrito		µg/L	espectrofotométrico	5,0
Nitrato		µg/L	coluna Cd/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio inorgânico dissolvido		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio total dissolvido		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio total		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio orgânico dissolvido		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio orgânico total		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio particulado		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo e suas frações				
Ortofosfato	Q4.16	µg/L	espectrofotométrico	5,0
Fósforo total dissolvido		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo total		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo orgânico dissolvido		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Fósforo orgânico total		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Fósforo particulado		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Silicatos reativos		mg/L	molibdato de Na / espectrofotométrico	0,05
Q u í m i c a s V				
Ferro dissolvido	Q5.3	mg/L	fenantrolina / espectrofotométrico	0,05
Ferro total		mg/L	fenantrolina / espectrofotométrico	0,05
Óleos e graxas		mg/L	gravimétrico: extração com n-hexano em Soxhlet	0,05
Q u í m i c a s VI				
Elementos-traço ("metais pesados")				
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn	Q6.13	µg/L	absorção atômica / forno de grafite / fluorescência	0,001

Tabela V. Variáveis biológicas: bacia do rio Madeira na área de influência da UHE de Santo Antônio.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Caracol, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.

Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira

VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Deteção
B i o l ó g i c a s				
Clorofila <i>a</i> (Chla)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Pigmentos totais (Pig tots)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Fitoplâncton (F)		sp/quant	rede de plâncton 20 µm/contagem	sp
Zooplâncton (Z)	BL6	sp/quant	rede de plâncton 55 µm/contagem	sp
Coliformes totais		nmp/100mL	colimétrico - colilert / cultura	1,0
Coliformes fecais		nmp/100mL	colimétrico - colilert / cultura	1,0
Fracionamento isotópico de 13C e 15N		‰	colimétrico - colilert / cultura	1,0

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

Tabela VI. Resumo das variáveis limnológicas determinadas no monitoramento ambiental na baía do rio Madeira

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO				
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL				
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Caracol, Jatuarana I e II, Belmont e Jamari e canal do lago Cunã e lago Cunã.				
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira				
VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Deteção
Físicas-A				
Temperatura do ar		°C	termômetro comum de Hg	0,1
Profundidade		m	profundímetro	0,1
Transparência		m	disco de Secchi	0,05
Coefficiente atenuação vertical	FI-A-6	m ⁻¹	radiômetro LI-COR / cálculo	0,01
Zona eufótica		m	cálculo	0,01
Cor		mg Pt/L	espectrofotométrico	
Físicas-B				
Temperatura da água	FI-B-1	°C	potenciômetro - sonda WTW Oxi 197	0,1
Físicas-C				
Turbidez		NTU	turbidímetro Orbeco-Hellige digital Modelo 966	0,01
Sólidos em suspensão		mg/L	filtração / gravimétrico	0,1
Sólidos totais dissolvidos	FI-C-6	mg/L	filtração / evaporação / gravimétrico	0,1
Sólidos totais		mg/L	evaporação / gravimétrico	0,1
Sólidos fixos		mg/L	evaporação / gravimétrico	0,1
Sólidos voláteis		mg/L	evaporação / gravimétrico	0,1
Físico-químicas				
Condutividade elétrica		µS ₂₅ /cm	potenciômetro - sonda WTW LF 197	0,1
Potencial hidrogeniônico (pH)	FQ.3	und	potenciômetro - sonda WTW pH 197	0,001
Concentração molar [H ⁺]		µmol/L	cálculo a partir do pH	0,001
Químicas				
Oxigênio, demandas e relações de consumo				
Químicas I-A				
Oxigênio - porcentagem de saturação	Q1-A2	%	potenciômetro - sonda WTW Oxi 197	0,1
Oxigênio - concentração		mg/L	potenciômetro - sonda WTW Oxi 197	0,01
Químicas I-B				
O ₂ inicial (Winkler DBO) %		% saturação	cálculo a partir do O ₂ Winkler modificado	0,1
O ₂ inicial (Winkler DBO) mg/L	Q1-B4	mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,01
O ₂ 5dias		mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,01
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ₅		mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,05
Químicas I-C				
Demanda química de oxigênio - DQO	Q1-C2	mg/L	oxidação com o KMnO ₄	0,05
Carbono bioquimicamente oxidado (C.dbo)		mg/L	cálculo a partir da DBO	0,05
Químicas I-D				
DBO.100/O ₂ - consumo de O ₂ pela DBO ₅		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅	0,1
O ₂ .100/DQO - o O ₂ presente é x% da DQO		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DQO	0,1
DBO.100/DQO - a DBO ₅ é x% da DQO		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅ e da DQO	0,1
O ₂ .100/(DBO+DQO) - o O ₂ é x% das demandas	Q1-D8	%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅ e da DQO	0,1
Carbono inorgânico		mg/L	cálculo a partir do CO ₂ total	0,05
Carbono orgânico total (quimicamente oxidado)		mg/L	cálculo a partir da DQO	0,05
Carbono total		mg/L	cálculo a partir do C orgânico e inorgânico	0,05
Carbono orgânico refratário		mg/L	C orgânico subtraído do C bioquimicamente oxidado	0,05
Químicas II				
Sistema tampão				
Gás carbônico livre		mg/L	titulação potenciométrica com NaOH	0,05
Gás carbônico total		mg/L	titulação potenciométrica com HCl	0,05
Alcalinidade	Q2.6	meq/L	titulação potenciométrica com NaOH e HCl	0,001
Alcalinidade de bicarbonatos		mg HCO ₃ /L	titulação potenciométrica com NaOH e HCl	0,05
Dureza		CaCO ₃ /mg/L	titulação / cálculo	0,05
Dureza devido ao cálcio e magnésio		d ^o CaMg	titulação / cálculo	0,05
Químicas III				
Ions principais				
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻	Q3.7	mg/L	espectroscopia / absorção atômica	0,01
Químicas IV				
Nutrientes inorgânicos e suas frações				
Nitrogênio amoniacal		µg/L	espectrofotométrico	5,0
Nitrito		µg/L	espectrofotométrico	5,0
Nitrato		µg/L	coluna Cd/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio inorgânico dissolvido		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio total dissolvido		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio total		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio orgânico dissolvido		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio orgânico total	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio particulado		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Ortofosfato		µg/L	espectrofotométrico	5,0
Fósforo total dissolvido		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo total		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo orgânico dissolvido		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Fósforo orgânico total		µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Fósforo particulado		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Silicatos reativos		mg/L	molibdato de Na / espectrofotométrico	0,05
Químicas V				
Ferro dissolvido	Q5.3	mg/L	fenantroína / espectrofotométrico	0,05
Ferro total		mg/L	fenantroína / espectrofotométrico	0,05
Óleos e graxas		mg/L	gravimétrico: extração com n-hexano em Soxhlet	0,05
Químicas VI				
Elementos-traço (metais pesados)				
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn	Q6.13	µg/L	absorção atômica / forno de grafite / fluorescência	0,01
Biológicas				
Fracionamento isotópico 13C e 15N				
Clorofila <i>a</i> (Chl _a)	BI.7	µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Pigmentos totais (Pig tots)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Fitoplâncton (F)		sp/quant	rede de plâncton 20 µm/contagem	sp
Zooplâncton (Z)		sp/quant	rede de plâncton 55 µm/contagem	sp
Coliformes totais		nmp/100mL	colimétrico - colilert / cultura	1,0
Coliformes fecais		nmp/100mL	colimétrico - colilert / cultura	1,0

Tabela VII. Macrófitas aquáticas: identificação e elementos químicos determinados.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.

Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira

MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Método de análise e limite de sensibilidade das variáveis

VARIÁVEIS (21 variáveis)	Período	Unidade	M é t o d o	Detecção
Identificação	ANÁLISE TRIMESTR	sp	chaves	1
Cinzas		kg/ha	calcinação	0,1
Matéria orgânica		kg/ha	digestão/calcinação	0,1
Carbono orgânico		kg/ha	cálculo	0,1
Sódio		mg/g	digestão/absorção atômica	0,01
Potássio		mg/g	digestão/absorção atômica	0,01
Cálcio		mg/g	digestão/absorção atômica	0,01
Magnésio		mg/g	digestão/absorção atômica	0,01
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn		mg/g	digestão/absorção atômica	0,05

Tabela VIII. Sedimentos superficiais: granulometris e elementos químicos determinados.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

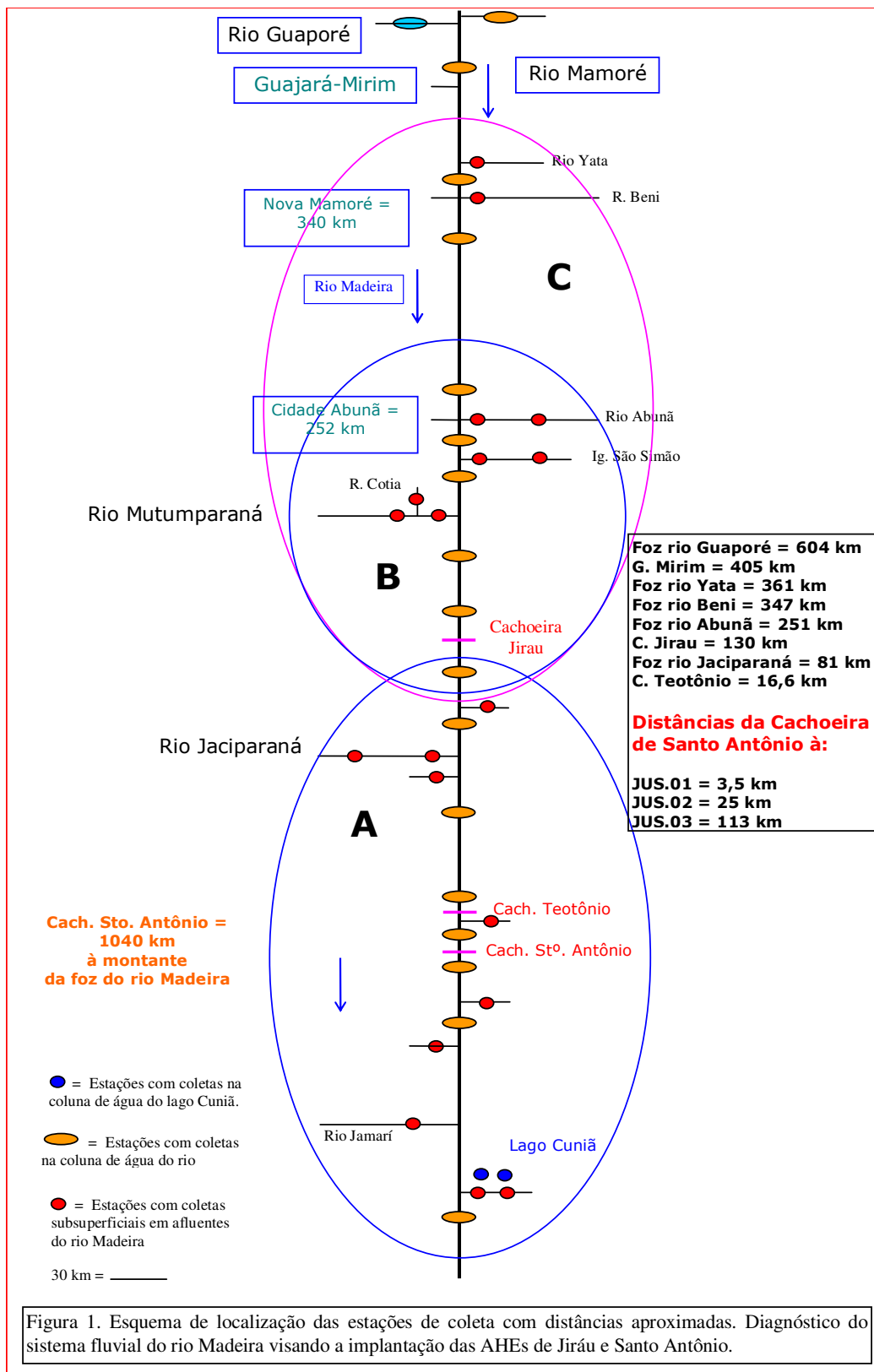
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.

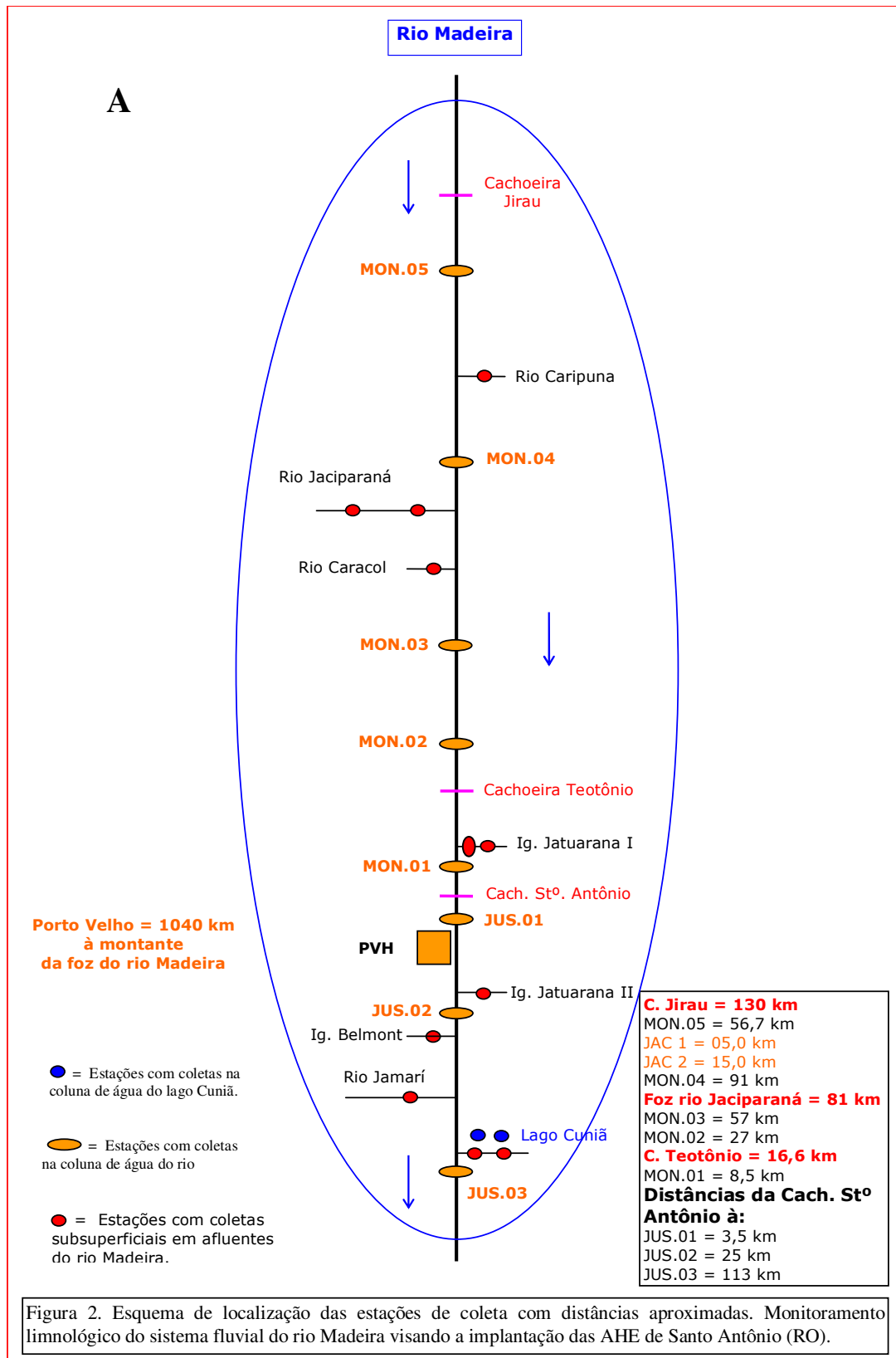
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira

SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

Método de análise e limite de sensibilidade das variáveis

VARIÁVEIS (24 variáveis)	Período	Unidade	M é t o d o	Detecção
Granulometria (areia grossa, areia fina, silte, argila)	ANÁLISE TRIMESTRAL	g/kg	químico / gravimétrico	0,01
Cinzas		g/kg	calcinação / gravimétrico	0,01
Matéria orgânica		g/kg	digestão/calcinação	0,05
Carbono orgânico		g/kg	cálculo	0,05
Sódio		g/kg	digestão/absorção atômica	0,01
Potássio		g/kg	digestão/absorção atômica	0,01
Cálcio		g/kg	digestão/absorção atômica	0,01
Magnésio		g/kg	digestão/absorção atômica	0,01
Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn		g/kg	digestão/absor. atômica-FG	0,01





MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

Tabela XVI. Quantificação de análises limnológicas por tipo de ambiente, por estações de coleta, quantidade de pontos e profundidades registradas.

USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO																
PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL																
GRUPO DE LIMNOLOGIA - Variáveis limnológicas																
Ciclo hidrológico anual - BACIA DO RIO MADEIRA: rios, igarapés e lago																
CÁLCULO ANUAL ANÁLISES LIMNOLÓGICAS - Estações: 1) Rio Madeira: sete; 2) Afluentes: oito; 3) Canal do lago: duas; 4) Lago Cuniã: duas estações.																
Variáveis	RIO MADEIRA				AFLUENTES				CANAL DO LAGO				LAGO CUNIÃ			
	Variáveis Quant.	Repetições			Variáveis Quant.	Repetições			Variáveis Quant.	Repetições			Variáveis Quant.	Repetições		
Tipo																
Variáveis físicas, físico-químicas e químicas - água																
	Variáveis	Estações	Profund	Pontos	Variáveis	Estações	Profund	Pontos	Variáveis	Estações	Profund	Pontos	Variáveis	Estações	Profund	Pontos
Física A	6	7	1	3	6	8	1	1	6	2	1	1	6	2	1	1
Física B	1	7	15	3	1	8	5	1	1	2	5	1	1	2	8	1
Física C	6	7	2	1	6	8	1	1	6	2	2	1	6	2	2	1
Físico-química	3	7	15	3	3	8	5	1	3	2	5	1	3	2	8	1
Química I Q1-A2	2	7	15	3	2	8	5	1	2	2	5	1	2	2	8	1
Química I Q1-B4	4	7	2	1	4	8	1	1	4	2	1	1	4	2	1	1
Química I Q1-C2	2	7	2	1	2	8	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Química I Q1-D8	8	7	2	1	8	8	1	1	8	2	1	1	8	2	1	1
Química II Q2-6	6	7	2	1	6	8	1	1	6	2	1	1	6	2	2	1
Química III	7	7	2	1	7	8	1	1	7	2	1	1	7	2	2	1
Química IV	16	7	2	1	16	8	1	1	16	2	1	1	16	2	2	1
Química V	3	7	2	1	3	8	1	1	3	2	1	1	3	2	2	1
Química VI	13	7	2	1	13	8	1	1	13	2	1	1	13	2	2	1
Sub-total 1	77								77				77			
Variáveis biológicas - água																
13C e 15N isotópicos	2	5	1	1	n	n	n	n	n	n	n	n	2	1	1	1
Coliformes totais	1	7	1	1	1	8	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Coliformes fecais	1	7	1	1	1	8	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Chlorofila a	1	7	1	1	1	8	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Pigmentos totais	1	7	1	1	1	8	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Fitoplâncton: quali quantitativo	2	7	1	1	2	8	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Zooplâncton: quali quantitativo	2	7	1	1	2	8	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Identif/contagem zooplâncton	3	7	1	1	3	8	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1
Identif/contagem fitoplâncton	3	7	1	1	3	8	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1
Sub-total 2	16				14				14				16			
Variáveis macrófitas aquáticas (MA) e sedimentos superficiais (SS)																
	Variáveis	Estações	Espécie	RCF ⁴	Variáveis	Estações	Espécie	RCF ⁴	Variáveis	Estações	Espécie	RCF	Variáveis	Estações	Espécie	RCF4
Macrófitas (duas espécies) ¹	21	2	2	3	21	3	2	3	n	n	n	n	21	2	2	3
Sedimentos (SS) ²	24	4	1	1	24	5	1	1	24	2	1	1	24	2	1	1
Ocorrência de MA ³	1	7	6	1	1	5	1	1	n	n	n	n	1	2	1	1

Obs.: 1) duas espécies dominantes de macrófitas aquáticas flutuantes em dois pontos de amostragem no rio Madeira à montante da barragem; duas espécies dominantes em três afluentes à montante da barragem; duas espécies dominantes em dois pontos no lago Cuniã.
2) coleta de sedimentos no rio Madeira em duas estações à jusante e duas à montante da barragem; em três afluentes à montante e dois à jusante da barragem; em duas estações no canal do lago; em duas estações no lago Cuniã.
3) registrar a ocorrência de macrófitas aquáticas nos pontos de amostragem limnológica.
4) análises individualizadas em raiz (R), caule (C) e folhas (F) de cada espécie analisada.

ANEXO II

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Rotina a ser mantida
até Agosto de 2017

Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 11

Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	1
3. BASE LEGAL	1
4. OBJETIVOS	2
6. ÂMBITO DE APLICAÇÃO	3
7. PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA	3
8. RESPONSABILIDADES	5
9. RELATÓRIOS/PRODUTOS	5
10. CRONOGRAMA	5
11. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS	5
12. BIBLIOGRAFIA	6

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de Instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA. Este programa atende às condições de validade 2.1 e 2.32 da referida licença.

2. JUSTIFICATIVA

Este programa atende às exigências da Licença Prévia Nº 251/2007 e tem como objetivo geral acompanhar as transformações decorrentes da implantação do reservatório nas comunidades de macrófitas aquáticas - plantas herbáceas de hábito emergente, flutuante ou submerso - no rio Madeira e em ecossistemas aquáticos associados. Para acompanhar as mudanças decorrentes das alterações ambientais subdividiu-se o estudo em 4 fases: 1ª) **caracterização da cobertura, composição e estrutura de comunidades de macrófitas** (meses 1 ao 34, período entre a instalação do empreendimento e o início efetivo de obras no rio Madeira), 2ª) **acompanhamento das modificações** (meses 34 ao 40, mês em que será iniciada a formação do reservatório), 3ª) **caracterização do impacto da construção** (meses 41 ao 53) e **monitoramento** (meses 53 ao 90) nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento

Macrófitas aquáticas são componentes importantes de ecossistemas aquáticos por contribuírem significativamente para a produtividade primária e, portanto, para os ciclos de nutrientes e a distribuição de oxigênio dissolvido em corpos d'água. Além disso, formam estandes que funcionam como habitats para o perífiton e para animais vertebrados e invertebrados. Inúmeras espécies de peixes, anfíbios e aves usam estandes de macrófitas como local de abrigo, alimentação, reprodução, e berçário (POMPEO 1999, SCHIESARI *et al.* 2003). As macrófitas afetam fisicamente o meio, reduzindo o fluxo d'água, interceptando a penetração de luz, alterando a taxa de sedimentação, e protegendo as margens de processos erosivos.

3. BASE LEGAL

Este programa responde a uma das demandas da Licença Prévia Nº 251/2007:

“2.22. Apresentar programa de monitoramento para os impactos dos empreendimentos sobre o aporte de nutrientes, sobre a vida animal e vegetal no rio Madeira, nos igarapés e lagos tributários a jusante dos empreendimentos”

4. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Monitorar as comunidades de macrófitas aquáticas e palustres associadas ao rio Madeira, bem como em seus principais tributários e lagos, localizadas na área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio. Este monitoramento será iniciado antes da construção do Aproveitamento e se prolongará até a fase de operação, de modo a detectar e tomar medidas para mitigar eventuais impactos ambientais do empreendimento.

Objetivos Específicos

- Gerar uma base de dados das comunidades de macrófitas aquáticas e palustres do rio Madeira e dos ecossistemas aquáticos associados. As variáveis de resposta incluirão a cobertura, composição e estrutura de comunidades de macrófitas (conforme indicada por frequência de ocorrência e biomassa de cada espécie) *em até 20 estações* de coleta dispostas a montante e a jusante do empreendimento, em 4 amostragens trimestrais ao longo de um ciclo hidrológico completo. Esta base de dados servirá de referência das condições ambientais que precederam a construção e/ou operação do empreendimento,
- Seguindo-se a essa fase de caracterização (1), manter monitoramento seguindo delineamento amostral idêntico nos nove anos subseqüentes de modo a acompanhar a dinâmica das populações e as modificações na estrutura de comunidades de macrófitas, durante as fases de construção da obra (2), de operação das obras, e após a entrada em funcionamento da última turbina (3).
- Fornecer subsídios para avaliar, no contexto do Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico, a atuação de macrófitas como reservatórios (‘sinks’) de i) nutrientes e ii) metais pesados em ecossistemas aquáticos.
- Selecionar espécies de macrófitas que venham a ser usadas como bioindicadores de contaminação, eutrofização, e outras formas de degradação ambiental decorrentes do empreendimento, para desencadear medidas de controle e/ou mitigação de impactos ambientais.
- Sugerir medidas de controle em caso de proliferação indesejada de espécies de macrófitas aquáticas que resulte em prejuízo para a geração de energia e para os usos múltiplos do reservatório.

5. METAS/RESULTADOS ESPERADOS

O Quadro 1 apresenta os resultados esperados e outras informações afins.

Quadro 1
Metas e resultados esperados

Metas / Resultados esperados	Período
Gerar referencial detalhado sobre a cobertura, composição e estrutura de comunidades de macrófitas do Rio Madeira, e de seus principais lagos e afluentes, a montante e a jusante do empreendimento. Avaliar a <i>variação sazonal e espacial</i> nestas características, através de coletas trimestrais em 20 áreas de amostragem de 1km de extensão centradas em cada uma das Estações de Coletas Limnológicas. (verificar com programa de limnologia)	meses 1 ao 34
Repetir anualmente todas as etapas listadas acima	mês 34 ao 40 (acompanhamento); mês 41 ao 53 (impacto); mês 53 ao 90 (monitoramento)

6. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplicado nos trechos do rio Madeira, principais tributários e lagos associados, passíveis de sofrerem influência do empreendimento. (mapa de distribuição proposta das estações amostrais).

7. PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo geral deste Programa compreende um trecho de 300 km do Rio Madeira, incluindo seus principais afluentes e lagos, desde a Cachoeira do Jirau, a montante do empreendimento, até o Lago Cuniã, a jusante do empreendimento. Inclui trechos amostrados durante a elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental.

Estações de Amostragem de Macrófitas

As estações de amostragens de Macrófitas coincidirão com as estações de amostragens do Programa de Monitoramento Limnológico, de modo a otimizar gastos e esforços, bem como ampliar o entendimento dos fatores físico-químicos que possam influenciar o grau de cobertura macrofítica, e a composição das comunidades de macrófitas na área monitorada.

O programa propõe amostrar macrófitas em 21 estações, sendo 8 estações no Rio Madeira (5 a montante e 3 a jusante do empreendimento); 6 estações em rios e igarapés tributários do Rio Madeira a montante do empreendimento; e 5 estações em igarapés e canais e 2 estações em um importante lago a jusante do empreendimento. Uma descrição pormenorizada das estações de coleta segue no Programa de Monitoramento Limnológico.

Duração do Estudo e Periodicidade das Amostragens

Este Programa prevê o monitoramento de macrófitas antes, durante e depois da construção do Aproveitamento Hidrelétrico, de modo a permitir a detecção de eventuais impactos ambientais, e fornecer os elementos necessários para desencadear medidas para gerenciamento e controle.

Com isto em mente, este Programa contemplará, conforme já mencionado no item 2. Justificativa, quatro fases: 1ª) **caracterização da cobertura, composição e estrutura de comunidades de macrófitas** (meses 1 ao 34, período entre a instalação do empreendimento e o início efetivo de obras no rio Madeira), 2ª) **acompanhamento das modificações** (meses 34 ao 40, mês em que será iniciada a formação do reservatório), 3ª) **caracterização do impacto da construção** (meses 41 ao 53) e **monitoramento** (meses 53 ao 90) nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

Por causa da influência do ciclo hidrológico na biomassa, cobertura e composição de comunidades de macrófitas, a cada ano serão conduzidas campanhas de campo trimestrais compreendendo as quatro fases do ciclo hidrológico. Estas campanhas, nas fases de enchente, cheia, vazante e seca, ocorrerão respectivamente nos meses de janeiro, abril, junho e outubro, com ajustes anuais de acordo com a variação do ciclo hidrológico.

Variáveis Quantificadas e Protocolo de Amostragem

Ao longo do Rio Madeira, a distribuição de macrófitas é heterogênea e altamente agrupada em estandes. Esta distribuição heterogênea é influenciada fortemente pela velocidade da água, pelo desenvolvimento da margem, e pelo gradiente batimétrico da zona litoral.

Por esse motivo, é necessária a amostragem de macrófitas em áreas mais amplas que aquelas descritas no Programa de Monitoramento Limnológico. Assim, este Monitoramento será conduzido em 2 níveis:

- *Análise da Cobertura Macrofítica através de fotografias aéreas ou imagens de satélite.* Primeiramente, será tomada, digitalizada e georreferenciada uma fotografia aérea ou imagem centrada no ponto correspondente à estação de coleta limnológica, em escala compatível. Numa faixa de 1 km – 500 m a montante e 500 m a jusante da estação será estimada a cobertura de estandes de macrófitas na zona litoral de cada margem fornecendo subsídios para refinar o delineamento da amostragem *in situ*.
- *Análise da Composição e Estrutura da Comunidade de Macrófitas através de Amostragem em Campo.* Uma vez detectada a distribuição e extensão dos estandes de macrófitas, será realizada a divisão e parcelamento das áreas para amostragem em número adequado e a ser definido. Em cada parcela serão coletadas, triadas, identificadas e pesadas (peso úmido drenado) todas as espécies de macrófitas presentes. Os dados utilizados como resposta amostral para cada estação de coleta indicarão:
 - i) a composição das comunidades de macrófitas (lista de espécies por estande);
 - ii) a frequência de ocorrência de cada espécie na comunidade (% de parcelas em que cada espécie ocorreu); e
 - iii) a biomassa de cada espécie presente na comunidade, e sua dominância.

A amostragem em campo também será usada para avaliar a eficiência de se detectar estandes de macrófitas através do uso de fotografias aéreas.

- A partir destes dados, gerados em cada amostragem trimestral, poder-se-á então:

- Analisar a dinâmica de populações e comunidades de macrófitas ao longo do tempo, seja na escala sazonal ou na escala inter-anual.

Combinando-se a área coberta pelos estandes de macrófitas com os cálculos de biomassa e as análises de nutrientes e metais presentes nos tecidos das macrófitas realizadas no Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico, espera-se poder extrapolar a capacidade das macrófitas em atuar como reservatórios de nutrientes e contaminantes, e por conseguinte, verificar a efetividade de se usar a remoção de macrófitas como uma estratégia para o gerenciamento da eutrofização ou contaminação ambiental na área de estudos.

8. RESPONSABILIDADES

O empreendedor é o responsável pela execução do programa e buscará viabilizar os trabalhos, sempre que possível com a participação de instituições de ensino e pesquisa de atuação na região.

9. RELATÓRIOS/PRODUTOS

Serão emitidos relatórios de campo após cada campanha, e relatórios analíticos anuais, além de um relatório de consolidação ao final de cada etapa.

10. CRONOGRAMA

O Cronograma de Atividades está apresentado no Anexo I.

11. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

Este programa tem interfaces com os Programas de Monitoramento Limnológico, de Conservação da Ictiofauna, e de Monitoramento Hidrobiogeoquímico.

12. BIBLIOGRAFIA

- APHA - American Public Health Association. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14a ed. Washington, DC. 1193 p.
- European Community. 2002. Guidance on Monitoring the Water Framework Directive. 168 pp.
- Kalff, J. 2002. Limnology: inland water ecosystems. Prentice Hall.
- POMPEO, M. L. M. As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo. In: M.L.M. Pompeo (Org.). Perspectivas da Limnologia no Brasil.. São Luis: Gráfica e Editora União, 1999, p. 105-119.
- SCHIESARI, L., J. Zuanon, C. Azevedo-Ramos, M. Garcia, M.; Gordo, M. Messias, & E.M. Vieira, 2003. Macrophyte Rafts as Dispersal Vectors for Vertebrates in the Lower Solimões River, Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 19: 333-336.

ANEXO I

Cronograma de Atividades

MADEIRA ENERGIA S/A

Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 12

PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FLORA

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	JUSTIFICATIVAS	3
3.	BASE LEGAL	3
4.	SUBPROGRAMA DE RESGATE DE FLORA.....	4
5.	OBJETIVOS	7
5.1	Metas/Resultados Esperados	8
5.2	Âmbitos de Aplicação	8
5.3	Procedimentos.....	9
6.	SUB-PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA SUCESSÃO VEGETACIONAL NAS MARGENS DOS RESERVATÓRIOS	13
6.1	Objetivos	14
6.2	Metas e Resultados Esperados	15
6.3	Âmbito de Aplicação	15
6.4	Metodologia.....	15
7.	RESPONSABILIDADES	19
8.	RELATÓRIOS	20
9.	CRONOGRAMA.....	20
10.	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	20
11.	BIBLIOGRAFIA	20

ANEXOS:

Anexo I - Cronograma

Anexo II - Viveiro de Espécies Florestais e Não-florestais para o Programa Conservação da Flora do AHE Santo Antônio: Instalações, Equipamentos e Capacidade Operacional

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Conservação da Flora faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA.

O Programa de Conservação da Flora apresentado nesta Seção 12 do PBA do AHE Santo Antônio atende às condições de validade da LP Nº 251/2007 relacionadas a seguir: condições de validade Nº 2.1, 2.15, 2.18, 2.22 e 2.32.

Este documento encontra-se subdividido em dois subprogramas, a saber:

- “Subprograma de Resgate de Flora”
- “Subprograma de Monitoramento da Sucessão Vegetacional da Margens dos reservatórios”

Na Amazônia, devido a altíssima biodiversidade e a complexidade das interações dos organismos entre si e destes com o meio físico, o manejo dos recursos naturais deve se basear no profundo conhecimento científico sobre o funcionamento dos ecossistemas. A minimização de impactos e a recuperação de áreas degradadas neste bioma, atividades hoje obrigatórias em função da legislação brasileira e da consciência ambiental da sociedade, demandam a utilização integrada de conhecimentos multidisciplinares. O desenvolvimento de tecnologias de recuperação ambiental adaptadas às condições locais só será bem sucedido se fortemente baseado no conhecimento sobre a vegetação nativa e suas interações com o meio físico e com a fauna que com ela interage.

O potencial da flora nativa para reabilitação dos ambientes degradados tem sido pouco explorado nos grandes empreendimentos na Amazônia. A recuperação paisagística tem sido, via de regra, baseada na semeadura de forrageiras (principalmente capins e leguminosas exóticas) e no plantio de árvores (na maioria exóticas), para quais é possível obter sementes em escala comercial. A falta de conhecimento florístico e ecológico da vegetação nos locais dos empreendimentos faz com que o resultado paisagístico dos trabalhos de recuperação ambiental dos empreendimentos sejam muito similares, independente se executados no sul do Brasil, na Amazônia ou em qualquer outra região. As consequências ecológicas da introdução de grande quantidade de propágulos de espécies exóticas na biota local tem sido via de regra, desconsiderada. Para reverter este quadro é importante a colaboração das empresas que geram impactos ambientais com as instituições de pesquisas locais, normalmente detentoras de valiosos conhecimentos específicos sobre a composição e ecologia da flora autóctone.

Impactos do Empreendimento na Vegetação

Apesar da área de inundação relativamente pequena em relação a outras hidrelétricas amazônicas, os impactos do AHE de Santo Antônio sobre a flora autóctone não poderá ser desconsiderado. O empreendimento deverá forçosamente promover a conversão de áreas florestais, devido ao desmatamento necessário para implantação da infra-estrutura e obras civis. Para a implantação dos canteiros de obras, alojamentos, áreas de empréstimos e acessos do AHE Santo Antônio, previsto o desmatamento de cerca de 729 ha de vegetação nativa, incluindo tipologias de floresta ombrófila aberta das terras baixas, floresta ombrófila

aberta aluvial, matas secundárias (capoeiras) e formações pioneiras de várzea. O desmatamento dará acesso e oportunidade de coleta de grande número de amostras botânicas do dossel, de grande valor científico. Não somente amostras férteis das árvores – fundamentais para identificação botânica segura – poderão ser coletadas em abundância, mas também haverá acesso a um grande número espécies epífitas, hemiepífitas e lianas, normalmente difíceis de serem coletadas e estudadas. A viabilização de coletas botânicas em larga escala nestas áreas fortalecerá os acervos botânicos locais (Herbário da UNIR, a ser criado) e regionais (Herbários do INPA, Museu Goeldi e outras acervos amazônicos e nacionais) contribuindo para as atividades de ensino e pesquisa em Botânica Sistemática, Fitogeografia, Genética, etc., nessas instituições.

As áreas que sofrerão supressão florestal para instalação de infra-estrutura são relativamente pequenas em comparação com a escala dos desmatamentos que ocorrem na região. No entanto, o nível de impacto a que serão submetidas será intenso, devido a retirada total da vegetação, remoção do *top-soil*, terraplanagem, compactação, etc. Sua reabilitação adequada, com utilização de elementos selecionados da flora nativa, será importante não somente para recuperação paisagística do entorno da barragem, mas também pela ação educativa junto aos moradores da região e aos visitantes do empreendimento. Servirá também para fortalecer a imagem do setor elétrico brasileiro, bem como do consórcio empreendedor, como um conjunto de entidades com preocupação e responsabilidade sócio-ambiental.

Com a criação do reservatório do AHE Santo Antônio, com área de 27.100 ha, está prevista também a remoção de 10.448 ha de florestas ombrófilas abertas das terras baixas e aluviais (florestas de terra firme e de várzea) para limpeza das áreas de inundação. A retirada desta vegetação deverá ocorrer a partir da implantação do empreendimento, devendo durar até cerca de dois meses antes do enchimento do reservatório. Os impactos sobre essas áreas são inevitáveis e irreversíveis, em função da inundação permanente. Todos os habitats ribeirinhos, no trecho entre cachoeira Santo Antonio e confluência do rio Abunã, deverão ser afetados em função da mudança do regime hidrológico causada pelo barramento do rio Madeira. Os trechos mais próximos das barragens deverão sofrer maiores impactos, em função da maior inundação, do que os trechos mais a jusante dos reservatórios. O desaparecimento da maior parte das comunidades vegetais adaptadas ao pulso de inundação do rio Madeira, no trecho supracitado, inviabiliza a implantação de programas de conservação *in situ* para as espécies que ocorram nesses ambientes. Por isso, bancos genéticos *ex-situ* para espécies selecionadas devem ser implementados, visando especialmente a conservação de populações de espécies de importância econômica e alimentar, que ocorram nos ambientes sazonalmente inundáveis.

Aproveitamento da Flora

Neste programa, será priorizado o aproveitamento científico das espécies botânicas ocorrentes nas comunidades vegetais de áreas inundáveis. A maior compreensão da composição florística e do funcionamento das comunidades vegetais da várzea e a conservação do germoplasma das espécies que as compõem será de importância fundamental para o manejo do ambiente visando a restauração ecológica das novas margens formadas com a criação do reservatório.

As áreas que serão inundadas também servirão como fonte de material vegetal vivo (germoplasma), em forma de sementes, mudas, estruturas vegetativas e indivíduos íntegros de herbáceas de sub-bosque, epífitas e hemi-epífitas. Todo germoplasma coletado neste programa deverá ser processado em viveiros e epifitários apropriados, a serem instalados no local do empreendimento e nas instituições envolvidas. As coleções vivas servirão para investigação científica das espécies e serão disponibilizadas para futuras atividades de reabilitação e recomposição florística do canteiro de obras, das áreas de empréstimo e das

futuras margens do reservatório (em interface com Programa Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD). Sementes e mudas de espécies de valor econômico ou ecológico deverão também ser distribuídos junto a população e instituições locais (produtores rurais, escolas, hortos municipais), em conjunção com programas de extensão agro-florestal e conscientização ambiental (em interface com o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental).

O solo superficial (“*topsoil*”) das florestas e outros tipos de vegetação podem se constituir em importante fonte de nutrientes, matéria orgânica, microrganismos, mesofauna e principalmente de propágulos vegetais, disponível a baixo custo. Neste programa, o potencial regenerativo do *topsoil* das comunidades vegetais que formam as várzeas do rio Madeira será investigado, com o objetivo de se averiguar a possibilidade de resgatar propágulos em larga escala das áreas que serão desmatadas/inundadas e acelerar a revegetação com espécies nativas em áreas alteradas pelas obras e nas futuras margens do reservatório.

2. JUSTIFICATIVAS

O desenvolvimento das atividades previstas neste programa contribuirá, portanto, para o conhecimento de uma das regiões de maior diversidade florística do mundo. Pretende-se assim, a mitigação dos danos ambientais causados, ao tempo em que se alcança um aporte de conhecimento a respeito das comunidades vegetais locais. Com os trabalhos aqui propostos o empreendedor irá interagir com a comunidade científica regional, contribuindo desta maneira para o fortalecimento das estruturas de pesquisa de importantes instituições amazônicas. Ao mesmo tempo, possibilitará a execução de estudos botânicos e ecológicos relevantes, o aperfeiçoamento do corpo de pesquisadores das instituições colaboradoras e a formação de pessoal qualificado, em nível de graduação e pós-graduação, em uma região ainda carente de recursos humanos na área ambiental. Além de publicações científicas, dissertações/teses de pós-graduação e monografias, será produzido também material editorial de disseminação para a sociedade em geral, com conteúdo de alta qualidade informativa. Isto contribuirá para que as atividades de comunicação e de relações públicas – governamental e empresarial – sejam baseadas em informações científicas sólidas sobre a vegetação da região, em interface com o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental.

3. BASE LEGAL

O presente programa pretende cumprir obrigações legais do empreendedor apregoadas pela seguinte legislação:

Constituição da República Federativa do Brasil

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

Código Florestal Brasileiro – Lei nº 4771/65 e suas alterações

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

Art. 4º A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto. (Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001).

§ 4º O órgão ambiental competente indicará previamente a emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001).

4. SUBPROGRAMA DE RESGATE DE FLORA

O Programa de Conservação da Flora do AHE de Santo Antonio consiste de dois subprogramas: a) Resgate da Flora e b) Monitoramento de Sucessão Vegetacional nas Margens dos Reservatórios. O presente trabalho se refere às atividades a serem desenvolvidas pelo primeiro subprograma.

Resgate da Flora

Iniciativas visando o resgate da flora nativa serão necessárias para compensar as crescentes pressões oriundas das atividades humanas na região, direta ou indiretamente causadas pelos empreendimentos hidrelétricos. A conservação *in situ* (isto é, conservação das espécies em seu habitat) deve ser prioritária, por ser de efeito mais imediato e de mais baixo custo, especialmente quando implantadas em terras públicas. Para estabelecer programas de conservação *in situ* com base científica sólida é importante que sejam identificados e inventariados trechos significativos das tipologias de vegetação local que possam ainda ser conservados ou utilizados de forma racional pela população local. A criação de áreas de conservação/uso sustentado objetiva a manutenção dos estoques remanescentes de espécies de importância socioeconômica, endêmicas, raras e ameaçadas, bem como de espécies-chave nos diferentes habitats regionais. O poder público e os empreendedores, munidos de dados sobre a relevância florística das áreas ainda remanescentes, poderão avaliar a possibilidade de criar novas unidades de conservação de uso direto e indireto, visando a conservação da flora e a exploração racional dessas espécies no futuro. Adicionalmente, e de forma não excludente com essas ações, deverá se apoiar os órgãos ambientais públicos (federais e estaduais) na gestão e proteção das unidades de conservação já existentes na área de influência dos empreendimentos hidrelétricos.

O inevitável desmatamento para implantação dos canteiros de obra, alojamentos, áreas de empréstimo e limpeza da área do reservatório do AHE de Santo Antônio dará acesso a grande número de amostras férteis das árvores, bem como a epífitas, hemiepífitas e lianas que ocorram nos estratos mais altos da floresta. Para maximizar o aproveitamento desse material biológico de grande valor científico, se faz necessário um planejamento para que amostras dessa fitodiversidade possam ser coletadas e resgatadas. O aproveitamento científico e utilização desse material botânico se dará: (1) pela coleta e incorporação de amostras férteis nas coleções botânicas locais, regionais e nacionais e (2) pela produção de mudas de árvores, arbustos, epífitas, etc., a partir de sementes, estruturas vegetativas ou indivíduos inteiros, que poderão ser re-introduzidas em bancos de germoplasma, epifitários, em áreas degradadas a serem recuperadas, pomares de produtores rurais e nas futuras margens do reservatório.

As Tipologias Vegetacionais da Várzea

As diversas fitofisionomias que formam as comunidades pioneiras da várzea do Madeira (que vão desde a formação pós-praia dominada por herbáceas da família Onagraceae até a floresta de várzea) precisarão ser florística e ecologicamente melhor estudadas. A compreensão do processo de sucessão secundária na várzea e a conservação do germoplasma das diversas espécies das comunidades ribeirinhas é de importância fundamental para futuras ações visando induzir a reabilitação dessas comunidades vegetais nas futuras margens do reservatório.

Todas as tipologias vegetacionais naturalmente adaptadas aos pulsos de inundação do rio Madeira, no trecho entre a cachoeira Santo Antonio e a boca do rio Abunã, serão bastante afetadas pelos empreendimentos, sendo que algumas delas, que ocupam as cotas mais baixas, poderão desaparecer. Os impactos serão ocasionados, basicamente, pelo aumento da cota do espelho d'água e a conseqüente inundação permanente dos ambientes periodicamente alagáveis, cujas espécies são adaptadas para inundações sazonais. Estes impactos sobre ambientes ribeirinhos e de terras baixas serão de difícil mitigação. A destruição dos habitats ciliares, especialmente no trecho entre a cachoeira Santo Antonio e a confluência com o rio Abunã, inviabiliza a implantação de programas de conservação *in situ* para as espécies que ocorram nesses ambientes. Portanto, iniciativas de conservação *ex-situ* de também devem ser implementados, especialmente visando a conservação de espécies selecionadas dos ambientes sazonalmente inundáveis. Estas espécies serão cultivadas em viveiros e epifitários, sendo posteriormente utilizadas para ações visando a recomposição florística nas futuras margens do reservatório (interface com o PRAD). Algumas espécies, porém, merecerão programas especiais de conservação genética em bancos de germoplasma.

Bancos de Germoplasma

Os bancos de germoplasma de plantas são coleções de material vivo, em forma de sementes, pólen, tecidos ou indivíduos cultivados, que visam a conservação da diversidade genética das espécies vegetais. São especialmente indicados para espécies com potencial sócio-econômico que estejam ameaçadas pela erosão genética causada pela super-exploração ou destruição do habitat, bem como para aquelas que demandem ações para o melhoramento genético. Os bancos de germoplasma são importantes por preservarem e disponibilizarem genótipos ameaçados, que podem ser utilizados para o repovoamento ou reabilitação de áreas que sofreram algum tipo de impacto ambiental. Servem também para conservar genes de valor estratégico que podem ser usados, por meio do melhoramento genético convencional ou da biotecnologia, para expressão de características que visem obter alto rendimento e qualidade. Dessa forma, os bancos de germoplasma podem ser vistos como reservatórios de variabilidade genética que servem para ações de conservação

genética e/ou para atender novas demandas dos mercados, maximizando a utilização do potencial econômico das espécies.

Iniciativas para a conservação genética de espécies de plantas raras, impactadas ou que sofram pressão de exploração devem contemplar a implementação de bancos genéticos *ex situ*, de forma a estabelecer em uma mesma área amostras de germoplasma coletados em populações distribuídas na maior área geográfica possível, possibilitando assim o resgate de sub-amostras de espécies alvo sob risco de desaparecimento devido a atividades antrópicas. Neste programa, espécies de relevância econômica e importância ecológica, cujas populações sofram significativos impactos devido ao empreendimento, serão selecionadas para programas de conservação genética *ex-situ*. A diversidade genética das populações representadas no banco será avaliada usando marcadores moleculares de última geração, que acessem a variabilidade do genoma do cloroplasto e do núcleo celular.

Duas espécies nativas das áreas inundáveis do rio Madeira foram preliminarmente escolhidas para o programa de conservação genética: o camu-camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) e a sumaúma (*Ceiba pentandra*, Malvaceae-Bombacoideae). São espécies de importância socioeconômica e ecológica, encontradas comumente entre a cachoeira Santo Antonio e a confluência do rio Abunã.

O camu-camu é um arbusto de áreas inundáveis nativo da região amazônica. As populações naturais de camu-camu ocorrem, na área do empreendimento, nos pedrais e praias da beira do rio Madeira e tributários. Suas populações, portanto, estão sob grande risco devido a formação do reservatório. Trata-se de uma espécie estratégica para programas de segurança alimentar, pois possui concentração extraordinária de vitamina C em seus frutos (YUYAMA *et al.* 2002), chegando a ter 100 vezes mais vitamina C que o limão.

A sumaúma é a maior árvore das florestas de várzea da Amazônia e suas populações vêm sendo intensamente exploradas nas últimas décadas para produção de compensados. Seus imensos troncos de madeira leve são, após o corte, amarrados uns aos outros formando grandes jangadas que são rebocadas até as indústrias de laminação, geralmente localizada a margens de grandes rios. As cachoeiras do rio Madeira formam uma barreira natural a este tipo de transporte, ocasionando que as populações de sumaúma a jusante da cachoeira de Santo Antonio ainda estejam relativamente preservadas. Por ser uma espécie da várzea, adaptada a colonizar áreas de cotas mais baixas e suportar inundações sazonais, suas populações deverão sofrer grande impacto com a formação do reservatório.

Resgate de Epífitas

Espécies epífitas, além do grande potencial econômico como ornamentais, possuem um papel importante nas comunidades florestais uma vez que, auxiliam na manutenção da diversidade biológica e no equilíbrio da floresta proporcionando recursos alimentares como frutos, néctar, pólen e retenção de água. As epífitas possuem uma capacidade de elaborar biomassa suspensa, que associada a retenção de água e matéria orgânica proporcionam micro habitats especializados para a microfauna (ODUM & PIGEON, 1970). Funcionam também como bioindicadores do estágio sucessional da floresta, tendo em vista que comunidades em fases secundárias apresentam menor diversidade epifítica do que comunidades primárias (BUDOWSKY, 1965). Diante do exposto, este programa prevê atividades para resgatar, cultivar, propagar e re-introduzir na natureza espécies de epífitas e hemiepífitas em todos os habitats ocorrentes (inclusive os rochosos) na área de influência direta da Hidrelétrica de Santo Antônio.

Difusão

As informações geradas a partir das pesquisas realizadas no subprograma deverão constar em publicações científicas, dissertações e monografias, além dos relatórios técnicos previstos no cronograma de atividades. Adicionalmente, a dinâmica do subprograma de resgate da flora permitirá a produção de material editorial destinado a comunicação social e a educação ambiental de origem institucional. Será elaborado material editorial com linguagens comunicativas específicas para públicos alvos diferenciados. O desenvolvimento dos produtos editoriais da pesquisa corrente buscará criar uma nova abrangência de divulgação de resultados, que geralmente as publicações científicas ou os relatórios técnicos não atingem. Neste segmento dos trabalhos, o público alvo prioritário deverá ser as comunidades do entorno (incluindo Porto Velho). A difusão das informações objetiva que as comunidades envolvidas tenham referências suficientes sobre o andamento das etapas do empreendimento, seus impactos sobre a flora, medidas mitigadoras e compensatórias (em interface com o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental).

Criação de Herbário na UNIR

As coleções botânicas, imprescindíveis para o estudo da diversidade vegetal, detêm um inestimável acervo de dados. Elas documentam a existência de espécies em um determinado tempo e espaço; documentam elementos da flora de áreas preservadas e de áreas hoje perturbadas ou empobrecidas; são indispensáveis em pesquisas taxonômicas e filogenéticas e essenciais na identificação precisa das espécies (BARBOSA & PEIXOTO, 2003). De acordo com Schatz (2002), o principal conhecimento da diversidade biológica emana do estudo das coleções de história natural efetuado pelos taxonomistas. Assim, os herbários, depositários de parte dos testemunhos dessa riqueza, desempenham um papel único e crítico para os esforços globais em mitigar a perda da biodiversidade.

Um produto importante deste subprojeto será a estruturação e a implantação de um Herbário na Universidade Federal de Rondônia, que servirá para acondicionar as amostras coletadas nas áreas de influência dos empreendimentos hidrelétricos do rio Madeira e para impulsionar atividades de ensino e pesquisa nesta instituição. O Herbário deverá ter cerca de 200 m² de área, construído de forma que possa ser expandido no futuro. A capacidade de armazenamento de amostras inicial deverá ser de cerca de 50.000 amostras. Além da estruturação física do Herbário, haverá também investimentos para sua informatização. A informatização do acervo visa facilitar o gerenciamento da coleção. Herbários informatizados respondem com mais agilidade as perguntas dos cientistas, dos gestores da área ambiental e de outros segmentos da sociedade usuários da informação final.

5. OBJETIVOS

São objetivos deste subprograma:

- Agregar conhecimento florístico e ecológico sobre as comunidades vegetais e espécies a serem afetadas pelo empreendimento;
- Viabilizar parcerias com instituições de ensino e pesquisa locais e regionais, para aproveitamento científico da flora;
- Minimizar o impacto relativo a perda de germoplasma vegetal, resgatando e cultivando propágulos das áreas a serem suprimidas pelo Programa de Desmatamento das Áreas de Interferência Diretas;
- Reintroduzir o germoplasma resgatado nas áreas a serem recuperadas, contribuindo para o Programa Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, previsto no PAC;

- Estabelecer um programa de conservação ex-situ para espécies vegetais selecionadas, com o estabelecimento de bancos de germoplasma;
- Elaborar produtos editoriais com embasamento científico sólido sobre a vegetação regional, a serem utilizados em interface com os Programas de Comunicação Social e de Educação Ambiental, visando o aumento da consciência sócio-ambiental das comunidades do entorno.

5.1 Metas/Resultados Esperados

- Resgatar e acondicionar de forma apropriada amostras da diversidade vegetal local e regional, em um herbário a ser criado na Universidade Federal de Rondônia (UNIR), com cerca de 200 m² e capacidade mínima de acondicionamento inicial de 50.000 amostras;
- Estabelecer uma rede de parcerias entre ao menos cinco instituições regionais e nacionais para o aproveitamento científico do material botânico, por meio da coleta, processamento e envio de ao menos 5.000 amostras botânicas oriundas das áreas do empreendimento para incorporação nos Herbários de instituições amazônicas e nacionais;
- Inventariar e gerar dados florísticos qualitativos e fitossociológicos em ao menos 50 ha das tipologias vegetais a serem desmatadas no canteiro de obras, nas áreas de empréstimo e nas áreas inundadas pelo reservatório;
- Coletar, identificar e propagar sementes e mudas de árvores, palmeiras e plantas de sub-bosque das áreas a serem desmatadas, para serem introduzidas pelo PRAD nas áreas a serem recuperadas (ao menos 200.000 mudas produzidas/resgatadas e disponibilizadas para plantio), com ênfase em espécies de importância socioeconômica, endêmicas, raras e ameaçadas, bem como espécies-chave nos diferentes habitats;
- Resgatar, identificar, cultivar e re-introduzir nas áreas a serem recuperadas espécies epífitas e hemi-epífitas coletadas nas áreas desmatadas (ao menos 3.000 indivíduos resgatados e 1000 reintroduzidos);
- Caracterizar florística e estruturalmente as comunidades vegetais pioneiras que ocupam os terraços marginais da várzea, identificando, coletando e propagando o germoplasma das espécies mais indicadas para reabilitação ecológica das futuras margens do reservatório;
- Avaliar o potencial regenerativo dos solos superficiais (“*topsoils*”) das florestas e das formações pioneiras de várzea, visando a restauração ecológica dos ambientes ciliares nas margens do futuro reservatório;
- Implementar bancos de germoplasma visando a conservação genética *ex situ* de espécies vegetais selecionadas, que possuam relevância ecológica e socioeconômica e cujas populações venham a ser negativamente afetadas pelo empreendimento;
- Elaborar material editorial a partir das informações extraídas dos relatórios e durante as atividades de campo, para subsidiar os programas de comunicação social e de educação ambiental.

5.2 Âmbitos de Aplicação

O Programa será desenvolvido principalmente na AID do empreendimento AHE Santo Antonio. As atividades se concentrarão nas 273 ha de áreas com floresta ombrófila aberta das terras baixas, que serão suprimidas para implantação dos canteiros de obras, bem

como na área de 10.448 ha de florestas ombrófilas abertas das terras baixas e aluviais (florestas de terra firme e de várzea) que serão removidas para limpeza das áreas de inundação.

5.3 Procedimentos

Coleta de material para herborização: (1) *Coleta e preparação das amostras no campo* - Serão coletados indivíduos férteis (flores e frutos) nas parcelas dos inventários florísticos e de maneira não sistemática em diferentes pontos das áreas de influência direta e indireta do empreendimento. As amostras dos indivíduos coletados serão classificadas preliminarmente no campo, com base na experiência prévia dos botânicos e parobotânicos envolvidos. Os dados serão registrados em caderneta de campo, com número do coletor, coordenadas geográficas e descrição do habitat de ocorrência. As amostras serão acondicionadas provisoriamente em jornais, sacos plásticos, sacos de rafia e conservadas em álcool para ser transportado ao INPA; (2) *Tratamento das coletas no laboratório* - Desidratação em estufa elétrica com temperatura de 45° a 60° C, por um período de 4 a 6 dias, Triagem do material coletado para posterior identificação das espécies; (3) *Identificação das espécies* - As identificações serão baseadas fundamentalmente nas obras de Gentry (1993), Ribeiro *et al.* (1999), Souza & Lorenzi (2005), literatura especializada em tratamento taxonômico, e também por comparação morfológica com as exsicatas depositadas no herbário do INPA. As correções nomenclaturais serão feitas pelo site www.mobot.org; Duplicatas serão enviadas para identificação por especialistas nas famílias e gêneros botânicos encontrados. (4) *Descrição taxonômica das espécies* - Será baseado na observação de plantas vivas, coletadas no campo, e de análise morfológica comparativa. Esta será procedida em laboratório e baseada na terminologia tratada por Kress *et al.* (1999), Lawrence (1977), Radford *et al.* (1974) e Font. Quer (1953). Na classificação de famílias, gêneros e espécies adotar-se-á o sistema de classificação do APG [= Angiosperm Phylogeny Group] II (2003).

Coleta de Germoplasma: Através de trilhas ao longo da área a ser diretamente afetada pelo empreendimento, deverão ser coletados propágulos vegetativos (mudas) e reprodutivos (frutos e sementes) de espécimes vegetais nativas. Tal coleta deverá ser feita mensalmente, desde a mobilização de mão-de-obra até o momento de remoção da vegetação para limpeza das áreas das obras. Áreas de desmatamento recente (2-3 meses) serão também utilizadas como provedoras de germoplasma devido ao grande número de mudas oriundas da regeneração natural encontradas nesses ambientes. A periodicidade das coletas de frutos e sementes no campo permitirá a conhecer a fenologia de frutificação para as diferentes espécies, permitindo a criação de planos mensais de colheita, direcionando e otimizando as etapas de produção de mudas. As espécies coletadas serão classificadas no campo, com base na experiência dos botânicos e parobotânicos. Para cada acesso coletado será registrada a data de coleta, coordenadas geográficas e descrição do habitat de ocorrência. Frutos e sementes serão colhidos manualmente ou com o auxílio de “podões”. Frutos encontrados sobre o solo, abaixo das matrizes, poderão também ser aproveitados, desde que em boas condições fitossanitárias. Deverá se procurar obter sementes e mudas oriundos do maior número possível de matrizes nas diferentes populações, visando ampliar ao máximo a diversidade genética nos lotes de plântulas a serem produzidos. Será dada prioridade a coleta de sementes e mudas de espécies de importância socioeconômica, endêmicas, raras e ameaçadas, bem como espécies importantes para manutenção da fauna silvestre.

Produção de Mudanças: As mudas de árvores e palmeiras coletadas no campo serão transferidas diretamente para sacos de polietileno preto de tamanho adequado, tomando-se precaução para manter o torrão de terra agregado ao sistema radicular. O arranque das mudas será efetuado por meio de ferramentas apropriadas, como pá de jardineiro e enxada.

No viveiro, as mudas coletadas no campo serão separadas em lotes por espécie e colocados em locais com luminosidade variada, de acordo com a demanda de cada espécie (heliófila, semi-heliófila, ombrófila). As sementes serão retiradas dos frutos por maceração e lavagem sob água corrente ou permanecerão nos próprios frutos, dependendo da espécie. Sementes não semeadas imediatamente devem passar por período de secagem ao ar livre e serem posteriormente armazenadas em sacos plásticos em sala a temperatura ambiente (desde que não sejam recalcitrantes) ou em câmaras frias, câmaras secas e câmaras frias e secas, que se adaptam a maioria das situações (VIEIRA *et al.*, 2001). As sementes de cada lote devem ser pesadas e contadas para a estimativa da quantidade total de sementes e das taxas de germinação de cada lote a ser semeado. Espécies com baixos percentuais de germinação ou germinação demorada serão submetidas a tratamentos para queda de dormência, tais quais: imersão em água fervente, imersão em água a temperatura ambiente por 1-2 dias, retirada do arilo, escarificação mecânica, etc. As sementes de cada lote serão colocadas para germinar em sementeiras, nas condições de viveiro. As plântulas serão repicadas após a emissão do primeiro par de folhas, sendo em seguida transferidas para sacos pretos de polietileno e colocadas em canteiros revestidos por telas sombrite 50%. Após cerca de 30-60 dias de permanência nos canteiros com cobertura de sombrite 50%, as mudas de pioneiras e árvores pioneiras de longa vida, que apresentam resistência a exposição solar direta, serão transferidas para canteiros em pleno sol. Quando alcançarem cerca de 50-60 cm de altura serão consideradas aptas para a utilização nos plantios. As espécies clímax e secundárias tardias, normalmente menos resistentes a insolação direta, serão mantidas no interior do telado e introduzidas posteriormente as espécies heliófitas nos plantios.

Coleta de Epífitas e Hemiepífitas: A coleta de epífitas e hemiepífitas deverá incluir criptógamas e fanerógamas (particularmente das famílias Araceae, Bromeliaceae, Orchidaceae, além das Pteridófitas e Briófitas). Epífitas e hemiepífitas presentes nas áreas de supressão florestal serão coletadas e transferidas para casa de vegetação apropriada (epifitário). As epífitas e hemiepífitas serão acomodadas em placas/vasos de fibras de côco. Será coletada uma amostra botânica da árvore suporte a qual o indivíduo de epífita está estabelecido, com objetivo de identificar o forófito. De cada indivíduo resgatado serão anotados dados sobre espécie de forófito, grossura do tronco/ramo do forófito, altura/estrado da floresta, habitat, data de coleta e coletor. Epífitas colonizando rochas e pedrais na área de supressão florestal e na área de inundação serão também coletadas. Uma parcela dos indivíduos férteis será incorporada aos Herbários das instituições participantes, como espécimes testemunho. Ao menos 1000 indivíduos deverão ser reintroduzidos em remanescentes florestais próximos ao empreendimento ou em áreas em recuperação., procurando-se sempre que possível manter as mesmos micronichos de colonização (espécie de forófito, altura do solo, habitat) dos indivíduos quando coletados na natureza.

Inventários Florísticos em Tipologias Florestais: Os levantamentos florísticos das florestas que serão suprimidas serão realizados em 50 áreas amostrais, cada uma se estabelecendo cinco parcelas de 50 x 40 m, totalizando 1 ha inventariado por área amostral. As parcelas serão distribuídas nas fitofisionomias florestais que serão suprimidas, seja nas áreas de canteiro de obra e áreas de empréstimo (com predominância de floresta ombrófila aberta das terras baixas) ou nas áreas de inundação (com predominância de floresta ombrófila aluvial). Os inventários deverão prioritariamente anteceder em algumas semanas o desmatamento das áreas de supressão da vegetação. Indivíduos e/ou populações de espécies de importância econômica, raras, endêmicas ou ameaçadas deverão ser assinalados e o germoplasma (mudas, frutos sementes, estruturas vegetativas) ser prioritariamente resgatado. Nas amostras serão mensurados todos os indivíduos arbóreos, herbáceos, cipós, palmeiras etc, com diâmetro a altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm. O sub-bosque será avaliado em sub-parcelas de 5 x 1 m, obedecendo o critério de classificação em categorias de altura (HIGUCHI *et al.*, 1985; LIMA-FILHO *et al.*, 2002),

assim distribuídas: Classe I – Indivíduos com altura < 50 cm; Classe II – Indivíduos com altura ≥ 50 cm < 1,5 m; Classe III – Indivíduos com altura ≥ 1,5 m < 3,0 m; Classe IV – Indivíduos com altura ≥ 3,0 m e DAP ≤ 10 cm. A coleta do material botânico nas amostras padronizadas será feita de materiais férteis (flores e frutos) ou não, os quais serão submetidos à secagem em estufa (70°C) por 48 h. para então, serem identificados, através da morfologia comparada com as exsiccatas disponíveis no Herbário do INPA, e literatura especializada como a de Ribeiro *et al.* (1999) e Souza e Lorenzi (2005). Na classificação de famílias, gêneros e espécies adotar-se-á o sistema de classificação do APG [= Angiosperm Phylogeny Group] II (2003). As amostras férteis serão incorporados ao herbário do INPA, recebendo um número de acervo de coleção. Duplicatas serão enviadas para o Herbário da UNIR e de outras instituições amazônicas e nacionais. Amostras não identificadas com nomes científicos receberão códigos de morfotipagem e serão enviadas para especialistas. Os nomes das taxa serão confirmados pelo banco de dados botânicos da flora tropical do *Missouri Botanical Garden* (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vas.html>). Na avaliação florística e de diversidade será estimada a área basal, densidade absoluta e relativa, frequências absoluta e relativa, dominâncias absoluta e relativa e valor de importância de espécies, segundo Müeller-Dombois e Ellemberg (1974). A estimativa da importância ecológica das famílias será através do Valor de Importância Familiar (VIF), segundo Mori *et al.* (1983). A diversidade florística será avaliada através dos Índices de Riqueza de Espécie e de Shannon (MAGURRAN, 1988); a equitabilidade (uniformidade) será obtida como recomendado por Magurran (1988). A similaridade florística entre os pontos de amostragem será estimada através do índice quantitativo de Morisita-Horn (MAGURRAN, 1988). Na avaliação da florística e diversidade do sub-bosque será utilizada metodologia de Müeller-Dombois e Ellemberg (1974). A posição sociológica será baseada em Finol (1971).

Inventários Florísticos em Tipologias Não-florestais: As diversas comunidades pioneiras serais da várzea do rio Madeira serão caracterizadas florística e estruturalmente por meio de 100 parcelas de 50 x 20 m dispostas ao longo de 10 transectos (média de 10 parcelas/transecto). Os transectos deverão cobrir desde as primeiras comunidades herbáceas pós-praia, dominadas por espécies de Onagraceae, até as formações dominadas por *Cecropia leucocoma* adultas e florestas de várzea *stricto sensu*. Para as comunidades com dominância de espécies herbáceas e arbustivas serão distribuídas aleatoriamente dentro das parcelas cinco sub-parcelas de 3 x 3 m onde serão estimadas, para cada espécie, a porcentagem de cobertura, a densidade e a biomassa. A porcentagem de cobertura por espécie será estimada visualmente ou por meio de análise de fotografias digitais tiradas em ângulo de 90° do solo. A densidade por espécie será obtida pela contagem do número de indivíduos/m² nas sub-parcelas. A biomassa de cada espécie e da comunidade será obtida por meio da remoção de todos os indivíduos (parte aérea e raízes) da sub-parcela, com posterior separação por espécie, secagem em estufa a 70° e pesagem em balança digital. Os dados florísticos serão relacionados ao tipo de solo, a cota altitudinal e ao período em que a formação vegetal permanece inundada.

Potencial Regenerativo do Banco de Sementes: Serão efetuadas, durante a estação seca, coletas de amostras solo superficial nas cinco fisionomias de vegetação que formam as comunidades serais da várzea, identificadas pelas equipes botânicas do INPA/Unir na área de influência do AHE de Santo Antônio: (1) formação pós-praia dominada por espécies de *Ludwigia* (Onagraceae); (2) formação de gramíneas-ciperáceas; (3) formação arbustiva dominada por oeirana (*Tesaria integrifolia*); (4) formação arbórea dominada por embaúba (*Cecropia leucocoma*); e (5) formação de floresta de várzea *stricto sensu*. Para cada tipo de vegetação serão distribuídos 10 quadrados de madeira de 50 x 50 cm, do interior dos quais serão coletadas as amostras de solo superficial (0-5 cm de profundidade) que serão em seguida transferidos para sacos plásticos pretos. Em casa de vegetação, as amostras dos solos superficiais de cada tipo de vegetação serão distribuídas em bandejas plásticas (50 x 50 x 8 cm), onde serão mantidas a temperatura ambiente, sobre cobertura de sombrite 50% e diariamente irrigadas. O número de plântulas emergentes em cada bandeja será contado

semanalmente para se determinar a densidade de propágulos férteis e a curva de germinação de sementes, calculada através do somatório do número acumulado de sementes germinadas por semana (BASKIN & BASKIN, 1989). Para se determinar o potencial regenerativo (propágulos viáveis/m²) dos solos das diversas tipologias, os censos de plântulas emergentes prosseguirão até seis meses após o início do experimento. Para determinação da riqueza florística do banco de sementes presente no solo superficial, as plântulas serão separadas em morfoespécies baseando-se na morfologia dos cotilédones e das primeiras folhas. Amostras das diferentes morfoespécies serão cultivadas até ser possível a identificação botânica segura. A identificação poderá ser efetuada também por comparação morfológica das plântulas com espécies coletadas na área de estudo.

Bancos de Germoplasma de Espécies Selecionadas: Devem ser amostrados (isto é, coletadas sementes) 30 indivíduos adultos de cada espécie, coletadas ao longo da área de influência direta do empreendimento. Os lotes contendo as famílias de sementes (ou seja, as progênies de polinização aberta oriundas de uma matriz), devidamente acondicionados e identificados, serão enviados para o viveiro. O número de sementes a serem coletadas deve ser suficiente para que se possa produzir em viveiro progênies de meio-irmãos formadas por 40-60 plântulas de cada matriz, das quais as 20 de melhor vigor serão introduzidas no Banco de Germoplasma, totalizando 600 indivíduos por espécie. As sementes serão plantadas em sementeiras protegidas da ação predadora de roedores e formigas. As sementes de cada matriz deverão ser plantadas em conjunto nas sementeiras, com clara identificação do número da matriz na sementeira. No processo de repicagem das plântulas para os sacos plásticos, estas deverão receber etiqueta individual com numeração que especifique a família a que pertence. As mudas, serão plantadas em espaçamento de 4 x 4 metros (camu-camu) e 15 x 15 metros (sumaúma), na estação chuvosa subsequente a germinação.

Caracterização Genética das Espécies: Na caracterização genética das populações naturais serão utilizados marcadores de DNA micros satélites dos genomas nuclear e do cloroplasto. O DNA genômico total será extraído pelo método CTAB (DOYLE & DOYLE 1987). Serão utilizados seis locos microsatélites nucleares, utilizando pares de iniciadores (“primers”) previamente desenvolvidos e otimizados para as espécies (BRONDANI et al. 2003, Rojas *et al.* in prep). Para a análise do genoma do cloroplasto serão utilizados microsatélites universais (WEISING & GARDNER, 1999). Após a genotipagem das amostras em seqüenciador automático de DNA serão feitas as seguintes estimativas de diversidade genética e determinação da estrutura genética das populações: o número total de alelos, frequências alélicas, heterozigosidades esperada e observada sob equilíbrio de Hardy-Weinberg, os coeficientes de endogamia (F_{IS} e F_{IT}) e de diferenciação genética entre as populações (F_{ST} e R_{ST}). Para tal será utilizado o programa FSTAT (GOUDET 2000). Para determinar a distribuição da variabilidade genética dentro e entre as populações será realizada uma análise de variância molecular (AMOVA) (EXCOFFIER *et al.* 1992), utilizando-se o programa ARLEQUIN (SCHNEIDER 2001).

Produtos editoriais e relatórios técnicos: Durante as excursões de campo para coleta dos diversos materiais vegetais previstos no Programa Conservação da Flora e seus sub-programas, será realizado o acompanhamento documental e a captação de imagens, “*in situ*”, de todas as atividades desenvolvidas e executadas e, em especial, de toda fitofisionomias encontradas. O registro das imagens – móveis e estáticas – será realizado com equipamento fotográfico e de filmagem de alta resolução, executado por profissional especialista. Os registros serão organizados e armazenados em mídia digital ainda nas estações de coleta. Todos os registros serão georeferenciados. As informações da captação, localização, características e outras, serão vinculadas a um banco de dados de imagens dedicado e desenvolvido para facilitar o controle dos dados e sua recuperação imediata das imagens e informações necessárias para a produção de relatórios técnicos e os produtos editoriais previstos.

Informatização do Acervo: Será utilizando o programa BRAHMS (*Botanical Research and Herbarium Management System*), para a informatização do herbário de modo a oferecer respostas rápidas e eficientes sobre a diversidade vegetal coletada (SECCO *et al.* 2003). Serão seguidas as etapas sugeridas por Peixoto (2005) para um processo de informatização bem sucedido: escolha do software, tratamento das informações, treinamento de pessoal para uso do programa, digitação das informações, revisão dos nomes por taxonomistas e disponibilização dos dados.

6. SUB-PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA SUCESSÃO VEGETACIONAL NAS MARGENS DOS RESERVATÓRIOS

O Programa de Conservação da Flora do empreendimento hidrelétrico de Santo Antonio consiste de dois sub-programas: a) Resgate da Flora e b) Monitoramento de Sucessão Vegetacional nas Margens dos Reservatórios. O presente trabalho trata do detalhamento do segundo sub-programa.

Com construção do empreendimento e a permanência da cota do rio em seu nível máximo e o alagamento superficial em alguns sítios, espera-se a supressão da vegetação naqueles locais. Porém, o efeito da elevação do nível do rio se estenderá além dos limites da nova cota, pelo efeito da elevação do lençol freático. Desta maneira, novas condições ecológicas se formarão ao longo das novas margens incluindo a diminuição da disponibilidade de oxigênio as plantas pela ocupação dos poros e microporos do solo antes ocupados por ar e agora na nova situação, ocupados por água.

As fitofisionomias presentes na área de influência direta do empreendimento compreendem Florestas Ombrófilas Abertas Aluviais do rio Jaci-paraná (Floresta de Igapó) e do rio Madeira (Floresta de Várzea) e Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com Palmeiras (Florestas de Terra Firme). Cada uma destas fisionomias florestais desenvolve-se sobre condições ecológicas próprias e é constituída por uma flora própria (BRAGA, 1979).

Para muitas espécies o alagamento representa risco que pode levar a morte dentro de poucos dias ou semanas. De maneira geral, alagamentos são mais letais as plantas que a deficiência hídrica. Segundo Crawley (1997), algumas plantas poderão morrer mesmo que expostas a um pequeno intervalo de tempo de alagação. Outras são capazes de responder de diversas maneiras o que lhes possibilitará a sobrevivência ao alagamento de suas raízes.

Com o processo de alagamento e elevação do lençol freático ocorre uma limitação na disponibilidade de oxigênio no solo, criando-se assim um ambiente favorável ao desenvolvimento de organismos anaeróbicos os quais poderão tornar-se dominantes, criando um meio extremamente redutor com a produção de substâncias tóxicas e a conseqüente restrição das trocas gasosas das raízes com o ambiente edáfico, ocasionada pela diminuição de O₂ e acúmulo de N₂, CO₂, CH₄ e H₂ (CRAWLEY, 1997). As plantas poderão sobreviver a este novo meio através de adaptações morfo-anatômicas ou fisiológicas (CRAWFORD, 1978; ARMSTRONG, 1979; LARCHER, 2004). Dentre as estruturas anatômicas mais comuns podemos citar desenvolvimento de aerênquima em raízes e caules submersos (DAVANSO-FABRO *et al.*, 1998; KOLB *et al.*, 1998), possibilitando a planta armazenar e transportar oxigênio. Morfológicamente, poderá ser observada a hipertrofia de lenticelas (MARQUES *et al.*, 1996), bem como o aumento do número destas estruturas e o incremento de raízes adventícias e daquelas próximas a superfície do substrato (LOBO & JOLY, 1995). O conjunto destas estruturas possibilita ao indivíduo a difusão do oxigênio das partes aéreas para as raízes mantendo o processo

aeróbico viável. Não obstante o estabelecimento das diversas estruturas adaptativas a nova situação, Crawley (1997) afirma que o alagamento produz efeitos negativos nas taxas de crescimento relativo. Para Joly (1991), a duração do alagamento tem forte impacto na diversidade específica de um determinado sítio. Por outro lado, “as árvores, por terem vida longa e uma estrutura complexa e rígida, podem tolerar não somente algumas variações anuais no ambiente das raízes, mas também mudanças em longo prazo” (RODGE *et al*, 1998).

A vegetação localizada ao longo das margens dos rios e demais cursos d’água tem a função de preservar os mananciais, evitando ou diminuindo o assoreamento além de fornecer abrigo a fauna. A vegetação das margens poderá também se tornar um fator importante na transformação deste reservatório em área de lazer para a população.

Conhecer a composição florística relacionada ao ambiente em que ocorre é fundamental para compreender as relações entre as espécies e o meio físico. Monitorar a vegetação quando submetida a um *stress* ambiental poderá possibilitar a mitigação de danos ambientais decorrentes do *stress*. Nesta situação enquadram-se os locais e a sua vegetação onde ocorrerá a elevação do nível do lençol freático ou mesmo seu alagamento.

Faz-se aqui uma ressalva quanto ao início proposto para as atividades previstas para este subprograma. Inicialmente, foi proposto pelo empreendedor começar as atividades a partir do ano seis, contados do início das atividades gerais de construção do empreendimento. O enchimento do reservatório tem previsão para o mês 44, portanto 16 meses antes do início proposto para as atividades do presente sub-programa. Aqui se propõe começar as atividades de monitoramento da vegetação das novas margens a partir do início do ano quatro, isto é, no mês 37 do início das obras.

6.1 Objetivos

A presente proposta de estudos tem por objetivo acompanhar os efeitos resultantes da elevação do nível do lençol freático sobre as comunidades vegetais ao longo das novas margens do reservatório do AHE de Santo Antônio. Serão efetuadas avaliações periódicas da dinâmica das comunidades vegetais sujeitas as alterações ambientais Para tanto se propõe dimensionar os danos, expressos pela alteração estrutural das comunidades afetadas, relacionando-os com a alteração das condições ambientais, respondendo ao final dos trabalhos qual o efeito dos novos e diferentes níveis de lençol freático sobre as comunidades florestais de terra firme.

Para que este alvo seja alcançado deverão ser necessárias as seguintes informações de suporte: (1) caracterização florística e estrutural da Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com Palmeiras (florestas de terra firme) existentes na área que constituirão as futuras margens do reservatório; (2) caracterização edáfica das áreas das antigas e novas margens.

Os dados sobre a caracterização florística e estrutural das Florestas Ombrófilas Abertas Aluviais do rio Jaci Paraná e do rio Madeira (florestas de igapó e de várzea), também essenciais, serão obtidos com as atividades desenvolvidas no subprograma anterior.

6.2 Metas e Resultados Esperados

A presente proposta se objetiva a alcançar as seguintes metas:

- caracterizar florística e estruturalmente 15 hectares da vegetação das novas margens do reservatório;
- medir periodicamente o nível do lençol freático nas 15 parcelas permanentes;
- caracterizar química e fisicamente os solos das áreas dos estudos florísticos e estruturais, antes e após o enchimento do reservatório;
- produzir semestralmente estimativas de dinâmica das comunidades estudadas.

6.3 Âmbito de Aplicação

Os trabalhos deste subprograma se concentrarão no perímetro do futuro reservatório do AHE de Santo Antônio.

6.4 Metodologia

Este sub-programa será executado na área de influência direta do empreendimento, considerando-se uma área de preservação permanente de 500 m das margens conforme condicionante para obtenção da licença de instalação. Deverá ter início antes do enchimento do reservatório.

Para os locais onde há previsão de alteração do nível do lençol freático, mas não ocorrerá alagamento superficial, o procedimento será de instalação de parcelas permanentes as quais deverão ser monitoradas periodicamente por um período mínimo de cinco anos. As parcelas permanentes serão instaladas em sítios sob diferentes níveis de lençol freático. O monitoramento consistirá na contagem e medição semestral dos indivíduos arbóreos e na medição do nível do lençol freático. Da mesma maneira que nos estudos com parcelas temporárias, aqui as parcelas permanentes serão distribuídas em locais drenados por rios de água preta e rios de água branca.

Caracterização edáfica - Serão coletadas 25 alíquotas de solo em cada hectare dos estudos fitossociológicos. As amostras serão obtidas nas profundidades de 0-20 cm, 20-40cm e 40-60cm. Na análise química serão determinados os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e matéria orgânica, os valores de pH, a soma de bases, a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação de bases (V%). Na classificação granulométrica será utilizada a classificação textural de Medina (1972).

Estrutura fitossociológica - A presente proposta destina-se ao estudo do componente arbóreo. Para a determinação da estrutura fitossociológica nas áreas com unidades amostrais permanentes será utilizado o sistema de parcelas (MUELLER-DUMBOIS & ELLENBERG, 1974). Em cada sítio serão instaladas 100 parcelas contíguas de 10 m x 10 m, perfazendo um total de 1,0 ha amostrado. Para a área do empreendimento serão instalados 15 hectares de parcelas permanentes.

Coleta de dados dos indivíduos amostrados - De cada indivíduo amostrado será anotada a parcela de ocorrência, nome da espécie, o perímetro na altura do peito (1,30 m) e a altura. O perímetro será medido utilizando uma fita métrica graduada. Nas áreas de parcelas

permanentes, o ponto de medição (1,30 a altura do peito) de todos os indivíduos amostrados será identificado de forma permanente, usando placas metálicas numeradas, para viabilizar os recenseamentos periódicos. A altura das árvores será estimada com o auxílio de uma vara de tamanho conhecido. Para a anotação dos dados referentes a cada indivíduo amostrado (o número do indivíduo, o número da parcela a que pertence o DAP, altura, observações relevantes, etc.) serão utilizados coletores eletrônicos de dados de campo.

Levantamento florístico das espécies - Para a florística das comunidades estudadas utilizar-se-ão as informações coletadas nos levantamentos fitossociológicos complementados por coletas botânicas nas regiões de entorno daqueles estudos. O material coletado será herborizado segundo Fidalgo & Bononi (1984) e servirá como material testemunho. A determinação do material será realizada preferencialmente em campo. Quando não for possível, será determinado com base em bibliografia pertinente ou encaminhado a herbários para determinação por comparação ou ainda, persistindo dúvidas será destinado a especialistas. Uma vez identificados os espécimes, as exsiccatas serão incorporadas a herbários da região. Para a delimitação de famílias será seguido o sistema da APG II (APG II, 2003). Para espécies, os binômios serão confirmados na página da web <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html> do *Missouri Botanical Garden*, e os nomes dos autores serão abreviados segundo Brummitt & Powell (1992), com atualização na página <http://www.ipni.org/index.html>.

Caracterização do nível do lençol freático – Ao longo de cada uma das 15 toposequências onde estarão localizadas as parcelas permanentes, nas margens do futuro reservatório, serão instalados dez piezômetros separados por 10 m uns dos outros. Os piezômetros são construídos por tubos de PVC de 3 polegadas de diâmetro, com ranhuras horizontais de 2mm de espessura no último metro. A porção ranhurada do tubo deve ser envolta com tela de material inerte, de forma dificultar a entrada de partículas nas ranhuras. O espaço entre o tubo e o furo feito pelo trado deverá ser preenchido com cascalho, até cobrir as ranhuras, servindo como pré-filtro. O primeiro piezômetro deverá ser instalado no início da toposequência, aproximadamente no ponto de cota máxima do reservatório. Quinzenalmente, a partir do enchimento do reservatório, será feita a medida do nível do lençol freático por meio de uma regra graduada, pelo período de dois anos. Com base nos mapas topográficos e das profundidades do lençol registradas nos piezômetros, serão elaborados mapas piezométricos, que representam a disposição geométrica da água subterrânea (linhas de mesmo nível ou isopiezas). Estes dados serão relacionados com as taxas de mortalidade/regeneração das espécies nativas na borda do reservatório.

Análise fitossociológica e florística - Serão estimados os seguintes parâmetros fitossociológicos para espécies: densidade, frequência e dominância relativas e absolutas e, valores compostos como valor de importância e cobertura segundo Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) e Martins (1991). Serão também estimados, parâmetros fitossociológicos para famílias: diversidade, densidade e dominância e valor de importância, segundo Mori & Boom (1983).

Densidade absoluta

$$DA = ni / ha$$

onde:

DA = densidade absoluta

ni = número total de indivíduos amostrados da espécie *i*

ha = hectare

Densidade Relativa

$$DR = (ni / N) \cdot 100$$

onde:

DR = densidade relativa

n_i = número total de indivíduos amostrados da espécie i
 N = número total de indivíduos amostrados

Dominância Absoluta

$$DoA = g_i/ha$$

onde:

DoA = dominância absoluta

g_i = área basal total da espécie i

ha = hectare

Dominância Relativa

$$DoR = (g_i/G) \cdot 100$$

onde:

DoR = dominância relativa

g_i = área basal total da espécie i

G = somatório das áreas basais de todas as espécies

Frequência Absoluta

$$FA = N^\circ \text{ de parcelas de ocorrência da espécie } i / N^\circ \text{ total de parcelas}$$

Frequência Relativa

$$FR = (FA / \sum FA) \cdot 100$$

Índice de Valor de Importância para espécies

$$IVI = (DR + DoR + FR)/3$$

Valor de Importância para Famílias

$$Vif = (DiR + DoR + DR)/3$$

onde:

DiR = diversidade relativa

DiR = N° de espécies da família i / N° total de espécies

DoR = dominância relativa

DoR = Área basal da família i / Área basal total

DR = densidade relativa

DR = N° de indivíduos da família i / N° total de indivíduos

A diversidade específica da comunidade estudada será estimada pelo índice H' de Shannon e a equabilidade, pelo índice J' de Pielou descritos em Kent & Coker (1992), segundo as seguintes fórmulas:

s

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

$i=1$

onde:

n_i = número de indivíduos da espécie " i "

N = número total de indivíduos

s = número de espécie

$\ln$ = logaritmo natural

p_i = n_i/N

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

onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

S = número de espécies

n = logaritmo natural

Os dados fitossociológicos para famílias e espécies e demais dados comunitários serão calculados e analisados utilizando-se a planilha eletrônica MS Excel e programas livres como PAST.

Suficiência amostral - A representatividade das amostras será verificada através da curva espécie-área definida por CAIN (1938), elaborada a partir do incremento do número de espécies por área amostrada.

Reavaliações fitossociológicas - A estrutura fitossociológica será reavaliada anualmente quando serão realizadas novas medidas de diâmetro e altura de todas as árvores. Os indivíduos ingressantes serão amostrados usando a mesma metodologia da primeira medição, recebendo uma numeração própria, que identifique a medição em que o indivíduo foi incorporado no levantamento. As árvores mortas que permanecerem em pé também serão medidas e plaqueadas, bem como as árvores que desaparecerem do censo anterior serão consideradas mortas.

Análise da dinâmica da comunidade - A partir dos dados contínuos obtidos das parcelas permanentes, serão calculados os valores das taxas de mortalidade e recrutamento, expressa em número de indivíduos, bem como a mortalidade, expressos em área basal. Com base nas taxas de recrutamento e mortalidade serão estimados as taxas de rotação (*turnover*), meia-vida (*half-life*) e o tempo de duplicação (*doubling time*) para a comunidade amostrada no fragmento florestal, o que permite diagnosticar sobre sua presente transformação e prognosticar o seu futuro. Serão calculados ainda os incrementos em diâmetro e área basal. Os cálculos dos parâmetros de dinâmica serão feitos para a comunidade ou segmentos da mesma, tais como parcelas, espécies selecionadas ou classes diamétricas. As taxas médias anuais de mortalidade, recrutamento e crescimento serão calculados usando-se o modelo logaritmo (LIEBERMAN *et al.*, 1985; KORNING & BALSLEV, 1994):

$$r = (Ct / Co)^{1/t} - 1,$$

onde:

r = taxa de mortalidade média anual quando $r > 0$ ou taxa de recrutamento médio anual quando $r < 0$;

t = tempo transcorrido em anos entre as duas amostragens;

Co = é o tamanho da população no primeiro levantamento

Ct = é o tamanho da população após t anos transcorridos.

A média aritmética entre os valores absolutos das taxas de mortalidade e recrutamento fornece a taxa de rotação (*turnover*) da comunidade, que é uma medida de seu dinamismo. O crescimento médio anual das árvores, em diâmetro ou área basal, também será calculado com o uso do modelo logarítimo.

Com base nesses valores, serão calculados a meia-vida e o tempo de duplicação da comunidade, bem como a rotação e a estabilidade em anos, de acordo com Korning & Balslev (1994). Meia vida ($t_{1/2}$) é o tempo necessário para a comunidade reduzir seu tamanho pela metade, mediante a taxa de mortalidade encontrada; tempo de duplicação (t_2) é o tempo necessário para esta comunidade dobrar seu tamanho, mediante as taxas de recrutamento. Estes parâmetros serão calculados pelas expressões:

$$t_{1/2} = \ln(0.5) / \ln(1 + r)$$

$$t2 = \ln(2) / \ln(1+r)$$

A rotação em anos é calculada pela média dos valores de meia-vida e tempo de duplicação; a estabilidade em anos é obtida da diferença entre estes mesmos valores e dá uma medida do balanço entre eles.

As análises dos parâmetros dinâmicos encontrados para espécies de diferentes grupos ecológicos e habitats preferenciais complementarão e detalharão os padrões encontrados para as comunidades e permitirão alargar o conhecimento sobre as estratégias de vida das espécies em particular.

Correlação dos dados físicos e vegetacionais - Para a análise de ordenação dos dados de vegetação e dados de solos e da vegetação com os diferentes níveis do lençol freático, será utilizada a análise de correspondência canônica - CCA (TER BRAAK, 1986, 1987). A análise de correspondência canônica permite uma análise direta de gradientes, onde a variação da comunidade pode ser diretamente relacionada a variação ambiental (TER BRAAK, 1986, 1987). Desta forma, este método tem sido empregado para estabelecer comparações entre a variação na abundância das espécies e variáveis ambientais nas unidades amostradas. A CCA produz um diagrama "biplot" no qual as espécies e as unidades amostradas são representadas por pontos, e as variáveis ambientais por vetores que indicam a direção e taxa de mudança dessas variáveis no espaço de ordenação (TER BRAAK & PRENTICE, 1988; TER BRAAK, 1995). Desta forma, através deste diagrama e dos escores das espécies e das variáveis ambientais nos eixos de ordenação canônica, é possível detectar a existência de um padrão de variação da comunidade e das características principais de distribuições das espécies ao longo da variação ambiental (TER BRAAK, 1987). Kent & Ballard (1988) recomendam o uso do CCA quando se objetiva uma relação mais estreita de variáveis ambientais e a composição e a distribuição de espécies. A CCA será utilizada usando o programa PC-ORD versão 4.0 (McCune & Mefford, 1997). Nessa análise será aplicado o teste de permutação "Monte Carlo" (TER BRAAK, 1988), que consiste em alterar linhas da matriz original de variáveis ambientais, com intuito de testar a relação de variância entre as duas matrizes (dados ambientais e vegetacionais), identificando a probabilidade de acerto da relação encontrada entre as matrizes originais. Para verificar a similaridade florística entre as localidades comparadas será utilizada a técnica de classificação através da utilização do índice de similaridade de Jaccard, usando a construção de dendrograma, sendo o mais utilizado o de "média de grupo" (UPGMA).

7. RESPONSABILIDADES

O empreendedor é responsável pela execução do programa e é desejável a participação de instituições de ensino e/ou pesquisa, como a Universidade Federal de Rondônia.

As parcerias deverão ser viabilizadas através de convênios elaborados para esta finalidade entre as partes envolvidas.

8. RELATÓRIOS

Serão produzidos quatro Relatórios Anuais (ano I, II, III e IV), entregues no mês de março subsequente a cada ano de atividade e um Relatório Final (ano V) ao final do quinto ano, abrangendo todas as atividades desenvolvidas pelo programa no período. Circulação restrita.

9. CRONOGRAMA

O Cronograma de Atividades está apresentado no Anexo I.

10. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

O Programa de Conservação da Flora terá intensa interface com três outros programas:

(1) *Programa de Desmatamento das Áreas de Interferência Direta*, no qual serão acompanhadas as frentes de desmatamento para coleta de material botânico para incorporação nos herbários e amostras de germoplasma (sementes, epífitas, mudas, etc) para posterior uso na recuperação das áreas degradadas e formação dos bancos de germoplasma;

(2) *Plano de Recuperação das Áreas Degradadas*, no qual serão desenvolvidas atividades em conjunto de coleta de propágulos e mudas no campo, propagação e manutenção em viveiro e reintrodução nas áreas em recuperação. Em interface com este plano também serão feitas atividades relacionadas manejo do solo superficial, como fonte de propágulos de plantas nativas para reabilitação das áreas degradadas.

(3) *Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental*, que obterá informações científicas e materiais didáticos sobre a flora local e as atividades inerentes do Programa Conservação da Flora, com linguagem decodificada para os diversos públicos alvos.

11. BIBLIOGRAFIA

APG II. (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436

ARMSTRONG, W. (1979). Aeration in higher plants. *Adv. Bot. Res.*, 7, 225-332.

BASKIN, C. C. & Baskin, J. M. 1998. *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, New York.

BARBOSA, M.R.V. & Peixoto, A.L. 2003. Coleções botânicas brasileiras: situação atual e perspectivas. In: Peixoto, A.L. (org.). *Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. p.113-125.

- BRAGA, P. I. S. (1979). Subdivisão Fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da Floresta Amazônica. *Acta Amazonica*, 9(4):53-80. Suplemento.
- BRONDANI, R. P. V.; Gaiotto, F. A.; Missiaggia, A. A.; Kirst, M.; Gribel, R.; Grattapaglia, D. (2003) Microsatellite markers for *Ceiba pentandra* (Bombacaceae), an endangered tree species of the Amazon forest. *Molecular Ecology Notes*, 3:177-179.
- BRUMMITT, R.K & Powell, C.E. (1992). Authors of plant names. Royal Botanical Gardens, Kew.
- BUDOWSKY, G. (1965). Distribution of tropical american forest species in the light of successional processes. *Turrialba*, 15:40-42.
- CAIN, S. A. 1938. The species-area curve. *Am. Midl. Nat.* 23:573-581.
- CRAWFORD, R. M. M. (1978). Metabolic adaptation to anoxia. In: *Plant life in anaerobic environments*, eds. Hook, D. D.; Crawford, R. M. M. *Ann Arbor Science*, pp. 119-136.
- CRAWLEY, M. J. (1997). *Plant ecology*. Blackwell Science Ltda. Oxford.
- DAVANSO-FABRO, V. M., Medril, M. E.; Bianchini, E. and Pimenta, J. A. (1998). Tolerância à inundação: aspectos da anatomia ecológica e do desenvolvimento de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 41(4):475-482.
- DOYLE, J.J., Doyle, J. L. (1987). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12:13-15.
- EXCOFFIER, L., Smouse, P. E., Quattro, J. M. (1992). Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction sites. *Genetics*, 131:479-491.
- FIDALGO, O. & Bononi, V. L. R. (1984). Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo.
- FINOL, U.H. (1971). Nuevos parametros a considerarse en el análisis estructural de las selvas virgenes tropicales. *Rev. For. Venezolana*, 14:29-42.
- FONT-QUER, P. (1953). *Diccionario de Botânica*. Barcelona: Labor, 1244 p
- GENTRY, A.H. (1993). A field guide to families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. Washington, DC – USA: Conservation International. 895 pp.
- GOUDET, J. (2000) FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.1). Available from <http://www.unil.ch/izea/softwares/fstat.html>.
- HIGUCHI, N.; Jardim, F.C.S.; Santos, J.; Alencar, J.C. (1985). Bacia 3 - Inventário Diagnóstico da Regeneração Natural. *Acta Amazonica*, 15:199-233.
- JOLY, C. A. (1991). Flooding tolerance in tropical trees. Pp. 23-34. In M. B. Jackson; D. D. Davis & H. Lambers (eds.) *Plant under oxygen deprivation*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- KENT, M. & Ballard, J. (1988). Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio*, 78:109-124.

- KENT, M. C. & Coker, P. (1992). Vegetation description and analysis: a practical approach. Belhaven, London.
- KOLB, R. M.; Medri, M. E.; Bianchini, E.; Pimenta, J. A.; Giloni, P. C. and Correa, G. T. (1998). Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith and Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. *Rev. Bras. Bot.*, 21(3):305-312.
- KORNING, J. & Balslev, H.(1994). Growth rates and mortality patterns of tropical lowland tree species and the relation to forest structure in Amazonian Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*. 10:151-166.
- KRESS, W.J.; Betancur; Echeverry. (1999). Heliconias: Llamadas de la selva colombiana (Guia de campo). Bogotá, Colômbia. Cristina Uribe Editores Ltda. 199 pp.
- LARCHER, W. (2004). Ecofisiologia Vegetal. Ed. RiMa. São Carlos.
- LAWRENCE, G. H. M. (1977). *Taxonomia das Plantas Vasculares*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2:538-542.
- LIEBERMAN, D., Lieberman, M., Peralta, R. & Hartshorn, G. S. (1985). Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 73:915-924.
- LIMA-FILHO, D.A; Revilla, J.; Coêlho, L.S.; Ramos, J.F.; Santos, J.L.; Oliveira, J.G. (2002). Regeneração natural de três hectares de floresta ombrófila densa de terra firme na região do rio Urucú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 32: 555-570.
- LOBO, P. C. and Joly, C. A. (1995), Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. *Rev. Bras. Bot.*, 18(2):177-183.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, USA. 192 pp.
- MARQUES, M. C. M.; Pimenta, J. A. and Colli, S. (1996), Aspectos do metabolismo e da morfologia de *Cedrella fissilis* Vell. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Bren. submetidas a diferentes regimes hídricos. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 39(2): 385-392.
- MARTINS, F. R. (1991). Estrutura de uma floresta mesófila. Ed. da Unicamp. Campinas. 246p.
- MEDINA, H.P. (1972). Classificação textural. In: Moniz, A. (ed.) Elementos de pedologia. São Paulo: Editora Polígono e EDUSP, p.21-28.
- MORI, S.A. & Boom, B.M. (1983). Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* 15:68-70.
- MORI, S. A.; Boom, B. M.; Carvalino, A. M. & Santos, T. S. (1983). Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest (notes) *Biotropica*, 15(1):68-70.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.
- ODUM, H.T.; e Pigeon, R.F. (eds.). (1970). *A tropical rain forest*. Div. Tech. Info., U.S. Atomic Energy Commission, Washington, D.C.

- PEIXOTO, F. L. 2005. O processo de informatização de herbários: estudo de caso. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical. 69p.
- RADFORD, A. E., Dickison, W.C., Massey, J.R. (1974). *Vascular Plant Systematics*. New York: Harper & Row, 891p.
- RIBEIRO, J.E.L.S, Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. (1999). Flora da Reserva Ducke. Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 793pp.
- RODGE, G.D., Pimenta, J.A., Bianchini, E., Medri, M.E., Colli, S. e Alves, L.M.T. (1998), Metabolismo respiratório de raízes de espécies arbóreas tropicais submetidas à inundação. *Rev. Bras. Bot.*, 21(2):153-158.
- SCHATZ, G.E. 2002. Taxonomy and herbaria in service of plant conservation: lessons from Madagascar's endemic families. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 145-152.
- SCHNEIDER, S., Kueffer, J. M., Rosseli, D., Excoffier, L. (2001). Arlequin version 2.001: A software for population genetic data analysis. Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland.
- SECCO, R.S., Martins-da-Silva, R.C.V., Ferreira, C.A.C., Sarquis, R., Filer, D. & Duarte, J.R.M. 2003. Informatização dos herbários amazônicos – Gerenciamento, integração e utilização da informação. P. 66-74. In: Jardim, M.A.G., Bastos, M.N.C. & Santos, J.U.M. (Eds.) Desafios da botânica no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal. Belém. 294p.
- SOUZA, V. C. e Lorenzi, H. (2005). Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa, SP, 640pp.
- TER BRAAK, C.J.F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67:1167-1179.
- TER BRAAK, C.J.F. (1987). The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* (69): 69-77.
- TER BRAAK, C.J.F. (1988). CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). Wageningen: Institute of Applied Computer Science.
- TER BRAAK, C.J.F., Prentice, I.C. (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18: 271-317.
- TER BRAAK, C.J.F. (1995). Ordination. In: Jongman, R.H.G, Ter Braak, C.J.F. & Van Tongeren, O.F.R. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge: Cambridge University Press, p.91-173.
- VIEIRA, A.H.; Martins, E.P.; Pequeno, P.L.; Locatelli, M. & Souza, M.G. 2001. Técnicas de produção de sementes florestais. Porto Velho: Embrapa, CT 2005.

WEISING, K., Gardner, R. C. (1999). A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphisms in chloroplast genomes of dicotyledonous angiosperms. *Genome*, 42: 9 – 19.

YUYAMA, K.; Aguiar, JPL, Yuyama, LKO 2002. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Acta Amazonica*, 32(1):169-174.

ANEXO I

Cronograma de Atividades

[illegible]

ANEXO II
Viveiro de Espécies Florestais e Não-florestais para o Programa
Conservação da Flora do AHE Santo Antônio: Instalações,
Equipamentos e Capacidade Operacional

Viveiro de Espécies Florestais e Não-florestais para o Programa Conservação da Flora do AHE Santo Antônio: Instalações, Equipamentos e Capacidade Operacional

Objetivo: Produção de mudas de espécies nativas para atendimento aos programas e projetos de recuperação ambiental do AHE de Santo Antonio.

Nº de funcionários: 10 funcionários permanentes (2 técnicos florestais e 5 viveiristas).

Área total 12.000 m²

Infra-estrutura

- Sementeiras: 10 canteiros suspensos (1 m do solo) com 10 x 2 m (200 m²) de alvenaria. Irrigação por sistema de aspersão não-automatizado. Cobertura com sombrite 50% de sombreamento. Piso recoberto com brita.
- Almoxarifado: Depósito de insumos, ferramentas e armazenamento de sementes, 50 m².
- Barracão de serviço para preparo do substrato e enchimento de saquinhos plásticos. 60m²
- Estrutura de bancadas suspensas setorizadas para manutenção das mudas. Total 200 bancadas de 10 x 1,5 m (3.000m²). Irrigação automatizada
- Setor para cultivo protegido: 2 estufas de germinação (200 m²), com cobertura de plástico, cobertura interior com tela galvanizada, sombreamento ráfia de 50% e fechamento lateral com tela de sombreamento de 50%.
- Setor de adaptação/desenvolvimento: 420 m² de área telada ráfia 30% de sombreamento. 3) Área de desenvolvimento/rustificação: 420 m²
- Reservatórios (2) tubulares metálicos com capacidade para armazenar conjuntamente 30 mil litros de água.
- Poço artesiano.
- Piso recoberto com seixo, pedregulho e cascalho.
- Casa para Funcionários: Cozinha (pia, fogão, geladeira, filtros de água, armários, mesas e cadeiras), banheiros masculino e feminino. 60 m²
- Escritório (mesa, cadeiras, telefone, computador, impressora, armários, estantes e arquivos) com banheiro. 60 m²
- Residência. Moradia do encarregado. 60 m²

Equipamentos

- Betoneira 400l para mistura de substrato.
- Mesa vibratória para enchimento de tubetes.
- Equipamentos para beneficiamento e armazenamento de sementes: geladeiras (4), esmeril, embaladora, balança eletrônica.

Consumo

- Saquinhos de polietileno dimensões:
 - 10 x 20 x 0,15cm
 - 12 x 20x 0,15cm
 - 14 x 20x 0,15cm
 - outras dimensões maiores
- Tubetes de polipropileno:
 - 115 cm³ – nativas pioneiras
 - 280 cm³ – nativas não pioneiras e sementes grandes
- Adubo NPK (10:10:10)
- Esterco bovino

- Terra preta
- Ferramentas diversas

Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 13:

PROGRAMA DE DESMATAMENTO DAS

ÁREAS DE INTERFERÊNCIA DIRETA

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	PROGRAMA DE DESMATAMENTO DE ÁREAS DE INTERFERÊNCIA DIRETA.....	1
2.1	Justificativa	1
2.2	Base Legal	3
2.3	Objetivo	3
2.4	Metas	4
2.5	Âmbito de Aplicação	4
2.6	Procedimentos.....	4
2.7	Responsabilidades	9
2.8	Relatórios e Produtos	10
2.9	Cronograma	10
2.10	Interfaces com outros programas	10
2.11	Bibliografia.....	11
3.	SUBPROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO DA MADEIRA A SE REMOVIDA	12
3.1	Introdução	12
3.2	Justificativa	14
3.3	Base Legal	15
3.4	Objetivo	16
3.5	Metas	16
3.6	Âmbito de Aplicação	16
3.7	Procedimentos.....	16
3.8	Responsabilidade	17
3.9	Relatórios e Produtos	18
3.10	Cronograma	18
3.11	Interfaces com outros Programas.....	18
3.12	Bibliografia.....	18

ANEXOS:

Anexo 1: Cronograma

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Desmatamento das Áreas de Interferência Direta faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA.

O Programa de Desmatamento de Áreas de Interferência Direta apresentado nesta Seção 13 do PBA do AHE Santo Antônio atende às condições de validade da LP Nº 251/2007 relacionadas a seguir: condições de validade Nº 2.1 e 2.18

Este documento, além do programa principal, inclui o Subprograma de Certificação da Madeira a ser Removida.

2. PROGRAMA DE DESMATAMENTO DE ÁREAS DE INTERFERÊNCIA DIRETA

2.1 Justificativa

As áreas afetadas por reservatórios, normalmente sofrem diversas modificações nos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Esses parâmetros estão relacionados e dependem das condições ambientais marginais ao próprio curso d'água que dá origem ao reservatório.

A área de influência direta do AHE Santo Antônio apresenta uma intensa alteração e fragmentação da cobertura vegetal natural produto do desmatamento, das queimadas, da ocupação desordenada, da mineração e das atividades agropecuárias.

As formações vegetais dominantes na região e caracterizadas no EIA são a floresta ombrófila aberta das terras baixas (terra firme) e floresta ombrófila aluvial (várzea e igapó).

A floresta de terra firme ocorre sobre planícies sedimentares de relevo aplainado, com presença de palmeiras e de grandes árvores emergentes, espaçadas, formando um dossel aberto com altura de 40 m. Em termos de distribuição espacial, a margem esquerda do rio Madeira encontra-se mais preservada, possivelmente em função do relevo mais acidentado e poucos acessos.

Os estudos estruturais e fitossociológicos apontaram para uma riqueza e diversidade arbórea alta. A área diretamente afetada apresenta uma densidade de 267 indivíduos por hectare (EIA, 2006).

As espécies de importância econômica, para consumo de madeira apresentam um volume de 70 m³/ha, provenientes de 63 espécies, destacando-se abiurana, açoita, amapá, anelím, breu, caroba, cedro, copaíba, faveira, freijó, ipê, jatobá, roxinho, sucupira e samaúma.

As florestas de várzea e igapó ocorrem ao longo das planícies de inundação dos rios e igarapés, da AID de Santo Antônio. Os terrenos são planos e os solos rasos e mal drenados, com períodos de inundação e sujeitos a altas taxas de deposição de sedimentos.

Os estudos estruturais e fitossociológicos, para estas formações apontaram para uma riqueza e diversidade arbórea alta. A área diretamente afetada apresenta uma densidade de 233

indivíduos por hectare (EIA, tomo B, vol. 3, 2006), com predominância de espécies pioneiras, com volume médio de madeira de 187 m³/ha. Assim, os volumes encontrados nas áreas inventariadas são inferiores ao da média amazônica, que é de 200 m³/ha (HIGUCHI, 1985).

O presente Programa Ambiental destina-se ao desmatamento de áreas situadas no interior do futuro reservatório da usina hidrelétrica de Santo Antônio, cuja área a ser alagada ocupará 271 km², de modo a melhorar as condições futura das águas deste reservatório.

A qualidade da água do futuro reservatório do AHE Santo Antônio poderá ser afetada pelo excesso de matéria orgânica presente na área a ser alagada. A presença de matéria orgânica pode levar à proliferação de macrófitas aquáticas e processos de eutrofização, provocando uma demanda de oxigênio e levando o sistema a sua degradação. Assim, o desmatamento visa a preservação das condições sanitárias do futuro lago.

A retirada da cobertura arbórea das bacias de acumulação de empreendimentos hidrelétricos é um procedimento recomendado, tendo em vista as implicações ambientais resultantes do alagamento da biomassa. Neste contexto o desmatamento se enquadra no conjunto de ações mais amplo das atividades de limpeza do reservatório, nas quais se incluem outras ações, como a demolição de edificações, desinfecção de fossas e instalações animais, etc.

Assim, ambientalmente, o desmatamento e a conseqüente retirada da biomassa vegetal resultante desta ação são justificados pelos seguintes motivos:

- a decomposição da biomassa vegetal lenhosa, mesmo ocorrendo de forma lenta, pode ter efeitos significativos em relação à qualidade da água e, portanto, se transformar em fator limitante para o uso do futuro reservatório. É evidente que essa influência está vinculada a outros fatores, como o volume remanescente à época do enchimento, ao tempo de residência da água no reservatório, à altura da lâmina d'água a ser formada e ao volume total do reservatório;
- a biomassa lenhosa é um recurso de larga utilização pela sociedade e representa, em última análise, um recurso que não deve ser perdido, seja pelo seu valor econômico, ou pelas suas características de "bem natural" cada vez mais escasso. A importância da utilização desses recursos está vinculada às características e ao volume do material remanescente nestas áreas;
- as condições de ambiente semi-lêntico, criadas pela formação do reservatório, associadas à existência de formações vegetais em seu interior, podem criar condições favoráveis à procriação de insetos e outros vetores de doenças, com prejuízo para a qualidade ambiental da região;
- a utilização do reservatório para outros fins, como navegação e práticas esportivas, pode ter suas condições de segurança prejudicadas em função da vegetação arbórea remanescente. A retirada destes remanescentes permite melhores condições de segurança futura para eventuais usos múltiplos do reservatório;
- as ações de resgate e salvamento da fauna no período de enchimento do reservatório são facilitadas, sobremaneira, pela retirada prévia da cobertura arbórea. A exploração desses remanescentes, quando conduzida adequadamente, leva ao deslocamento da população faunística para áreas mais elevadas, em busca de novos abrigos e fontes de alimentação.

No âmbito deste programa serão promovidas ações de desmatamento que priorizarão áreas marginais ao futuro reservatório que vierem a formar ambientes de acumulação de águas, áreas próximas a assentamentos humanos, locais de valor estético e setores de segurança da barragem.

O desmatamento das áreas florestadas gerará a oportunidade de se utilizar um potencial florestal considerado de preservação permanente por situar-se nas margens do rio Madeira; tornando-se imperativa a busca da maximização tanto do desmatamento como do aproveitamento da madeira.

2.2 Base Legal

O Ministério do Meio Ambiente, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis outorgou a Licença Prévia – LP - Nº 251/2007 e registrada como Processo nº 02001.003771/2003-25. A LP é relativa aos aproveitamentos hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia, município de Porto Velho. A potência instalada para a UHE Santo Antônio será de 3.150 MW e a área do reservatório de 271,3 km². A obra é composta por um barramento a fio d'água, casa de força, vertedouros e turbinas tipo bulbo.

Esta LP é válida pelo período de 02 (dois) anos, estando sua validade condicionada ao cumprimento das condicionantes constantes no documento, que deverão ser atendidas dentro dos respectivos prazos estabelecidos, e dos demais anexos constantes do processo, os quais são partes integrantes desse documento.

Também formam parte da base legal o Decreto Nº 5.975, de 30/11/2006 e que regulamenta os art. 12, 15, 16, 19, 20 e 21, da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nº 3.179, de 21 de setembro de 1999 e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências.

Resoluções CONAMA 002/96; 237/97 e 303/02, sobre compensação ambiental; licenciamento ambiental e áreas de proteção permanente.

Instrução Normativa IBAMA nº 30, de 31 de dezembro de 2002, que disciplina o cálculo do volume geométrico das árvores em pé, através da equação de volume que especifica, e dá outras providências; Portaria IBAMA nº 37-N/92, que estabelece lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção.

Já a Instrução Normativa IBAMA Nº 146, de 10/01/2007 estabelece critérios e padroniza os procedimentos relativos à fauna, no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre. A norma dá os critérios sobre a velocidade do desmatamento e regime de enchimento do reservatório.

A Portaria IBAMA Nº 8-N, de 17/02/2000 determina que a autorização de desmatamento, na área a ser inundada, poderá registrar-se no IBAMA nas Categorias de Extração de Toras, Produção de Carvão e Produção de Lascas, para fins de comercialização do material lenhoso.

2.3 Objetivo

O objetivo geral deste Programa é realizar o desmatamento nas áreas de interferência direta visando à redução dos impactos ambientais resultantes da formação do reservatório e à conseqüente inundação das formações vegetais ocorrentes.

Como objetivos específicos, relacionam-se:

- identificar, quantificar e localizar as diferentes formações vegetais e o volume de fitomassa, na área a ser removida;
- mapear os limites das áreas de inundação e de proteção permanente;
- definir o cronograma prévio de desmatamento;
- facilitar o processo de deslocamento da fauna associada, pela retirada direcionada da vegetação arbórea presente nas áreas de intervenção direta;
- reduzir os efeitos negativos da remoção das populações ribeirinhas
- reduzir os efeitos da decomposição da biomassa florestal sobre a qualidade da água do futuro reservatório;
- melhorar as condições de segurança para eventuais usos múltiplos do futuro reservatório, pela retirada de formações florestais remanescentes e próximas ao nível superior da lâmina d'água a ser formada;
- compatibilizar as ações previstas no EIA com o programa de desmatamento;
- permitir o aproveitamento econômico da biomassa lenhosa remanescente na área do futuro reservatório, definir áreas de estocagem de madeira, providenciar guias de transporte e vigilância de estoque.

2.4 Metas

- Mapeamento da área a ser desmatada, com quantificação da fitomassa, volumes a serem comercializados e queimados no local;
- Inventário florestal detalhado;
- Cronograma de desmatamento, com estratégias detalhadas para a extração da cobertura vegetal, locando estradas de transporte e formatos de aproveitamento do volume madeireiro resultante na forma de lenha, escoramento, estacas, moirões, toras para serraria, carvão e outros;
- Autorização para a supressão de vegetação e exploração do volume madeireiro com cronograma de atividades adaptado às fases de enchimento do reservatório;
- Execução e acompanhamento do desmatamento.

2.5 Âmbito de Aplicação

Este Programa será executado na área de influência direta do empreendimento (canteiro de obras, bota-foras, áreas de empréstimo, construção de estradas e áreas a serem alagadas).

2.6 Procedimentos

As ações de desmatamento para implantação de estruturas relacionadas às obras civis, como a implantação do canteiro de obras demandarão a supressão de Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas, em uma área equivalente a 273 ha na AID, 103 ha do ambiente constituído pelas formações vegetais pioneiras, típicas das várzeas do rio Madeira e 14 ha de pedrais com sua vegetação associada.

Outras atividades que demandarão desmatamento são a construção de estradas e caminhos nas duas margens do rio Madeira, ajustes da geometria da BR-364, na margem direita, construção do canal de fuga, casa de força, canal de aproximação, canal de adução, vertedouro e canal de restituição (Anexo).

Já no impacto produzido pelo desmatamento de áreas para formação do reservatório pretende-se que sejam suprimidos o máximo possível de áreas de floresta ombrófila aberta das terras baixas/floresta ombrófila aberta aluvial na AID do aproveitamento hidrelétrico Santo Antônio. As formações vegetais pioneiras típicas das várzeas do rio Madeira também serão removidas da AID do AHE. Serão 14.052 ha alagadas, na cota de 70 m. Já a superfície total das áreas agriculturáveis que serão perdidas é de 13.000 ha.

Considera-se que as atividades de derrubada e retirada da vegetação podem ser divididas em duas etapas de procedimentos distintos: i) procedimentos preliminares e ii) procedimentos operacionais.

Procedimentos Preliminares

Deverão ser seguidos os seguintes procedimentos:

- demarcação da cota máxima de inundação;
- análise fitossociológica da vegetação, inventário volumétrico, diagnóstico botânico e inventário florestal;
- avaliação e abertura de acessos: embora a existência de acessos em condições de tráfego até as áreas a serem exploradas seja de grande importância para as atividades de exploração florestal, no caso específico do AHE Santo Antônio, esta atividade pode apresentar riscos ambientais. Por essa razão, recomenda-se que sejam aproveitadas todas as estradas de acesso à AID já existentes e somente sejam abertas novas no interior da mesma, ou seja, abaixo das cotas 70 e 90. Essa precaução tem por objetivo evitar a abertura de acessos em áreas não atingidas, o que poderia permitir sua utilização para desmatamentos ilegais na região;
- planejamento de estocagem ou transformação de produtos: a retirada do material lenhoso, oriundo da exploração florestal, em muitos casos, não pode ser feita diretamente para o consumidor final (transporte direto), o que é a situação ideal. Dessa forma, torna-se necessária a sua estocagem em locais intermediários, acima da cota de inundação, para posterior transporte ou transformação final. O planejamento prévio de localização desses depósitos pode ser útil para as etapas futuras da exploração, embora se deva observar que, durante a exploração propriamente dita, podem surgir oportunidades de consumo do material, o que dispensará a necessidade de estoques intermediários;
- mobilização comunitária e treinamento básico: procedimento a ser adotado como estratégia de trabalho para a opção indicada. Neste caso, deverá ser realizado um grande esforço de comunicação e mobilização comunitária visando à adesão do maior número possível de interessados nas atividades de desmatamento. Além da mobilização, deverá ser realizado um cadastramento dos interessados e realizados treinamentos básicos para a atividade. Em função das características desta atividade, recomenda-se que elas sejam realizadas com a parceria de instituições ou empresas com experiência em atividades de extensão rural e assistência técnica a comunidades.

Marcação prévia das áreas de supressão de vegetação

- Nos trechos de mata serão adotados cuidados especiais para garantir que o desmatamento respeite o limite de intervenção autorizado nos documentos do licenciamento ambiental (licenças ambientais e autorizações de supressão de vegetação).
- As áreas de mata a serem suprimidas serão previamente marcadas com fita plástica sinalizadora (zebrada) colorida, de modo a permitir a rápida visualização, em campo, das árvores a serem cortadas.

- A marcação das áreas a serem limpas será realizada por equipe de topografia.

Outras atividades antecedentes ao início da supressão de vegetação

- Antes do início do corte de vegetação, uma equipe coordenada por um biólogo ou engenheiro florestal, percorrerá as áreas de supressão visando identificar e resgatar epífitas, propágulos, plântulas e mudas pequenas e outros materiais de interesse, inclusive sementes e outros materiais de propagação potencialmente úteis nos trabalhos de revegetação. Quando possível ou pertinente, esses materiais serão entregues à empresa responsável pela execução antecipada de plantios compensatórios, herbários ou bancos de germoplasma.
- A construtora deverá habilitar pelo menos uma área de triagem para receber eventuais animais feridos durante as atividades de desmatamento. Essa área deverá estar operacional antes do início do desmatamento, consistindo de uma sala com área mínima de 12 m², gaiolas de diversos tamanhos, caixas de contenção, equipamentos de manejo (puçás, paquímetros, alicates, pinças, luvas, etc.), e medicamentos. Para atendimento de animais feridos, as construtoras deverão estabelecer convênio com um médico veterinário.
- No período imediatamente anterior ao início do corte de vegetação em cada área, a equipe responsável pelo corte realizará, sob supervisão de um biólogo, uma varredura extensiva de toda a área com a intenção de afugentar a fauna silvestre (ver programa de resgate de fauna). Essa varredura será repetida todo dia em que ocorrer supressão, mesmo em áreas onde já tenha sido realizada em dias anteriores. Ninhos e animais de baixa mobilidade serão resgatados e soltos / colocados na região do entorno, salvo quando se considere necessário, a critério do biólogo responsável, o seu envio para a área de triagem.

Procedimentos Operacionais de Exploração

A caracterização preliminar das áreas que necessitam ser desmatadas, os prazos de execução destas atividades, definidas nos cronogramas de obras, bem como os dados básicos sobre volumes a serem retirados permitem já um detalhamento de maquinário a ser utilizado, rendimentos por operação florestal, etc...)

As atividades de exploração florestal, para efeito de limpeza de áreas de interferência direta, deverão ser divididas em quatro etapas distintas:

- derrubada da vegetação (desmatamento);
- desdobramento da madeira;
- transporte do material lenhoso;
- limpeza de resíduos.

O procedimento ou método utilizado pode ser manual ou mecânico e a decisão para a adoção entre essas opções dependerá, basicamente, das condições de relevo e características de solo das áreas a serem desmatadas, da disponibilidade de equipamentos em nível regional e do potencial florestal existente.

Sugere-se que seja seguida ou avaliada a seguinte seqüência operacional:

- demarcação e identificação, em campo, de setores de desmatamento;
- limpeza prévia de sub-bosque com foices, se for o caso;
- derrubada das árvores;
- desdobramento de madeira (lenha) ou separação de fuste (outros usos);

- encoivramento de resíduos e secagem;
- retirada da lenha e madeira;
- queima de coivaras (material fino e resíduos);
- enterramento das cinzas.

Corte de vegetação

- A supressão de vegetação deve ser restrita ao que consta nos documentos do processo de licenciamento do empreendimento (limites de intervenção autorizados).
- O corte de árvores será realizado por equipe especialmente treinada. A equipe contará com encarregados, operadores de moto-serra e ajudantes, todos munidos dos EPIs necessários e obrigatórios, de rádio-comunicadores e dos equipamentos e ferramentas adequadas.
- Será terminantemente proibido o uso de fogo assim como de equipamentos de terraplenagem para a derrubada de vegetação.
- A equipe obrigatoriamente deve ter consigo uma cópia autenticada da autorização de supressão de vegetação, inclusive com o mapa dos limites da área de intervenção liberada para a obra.
- Também deverá ser obtida autorização específica (IBAMA) para retirada e transporte de lenha para terceiros (ver programa de Certificação da madeira). Os volumes a serem solicitados se calcularão com base nos levantamentos fitossociológicos.
- Os seguintes cuidados devem ser adotados como forma de proteção da vegetação remanescente:
 - A queda das árvores deverá ser sempre orientada na direção da área já desmatada e nunca na direção do maciço florestal.
 - A presença de cipós, trepadeiras e outras plantas semelhantes será verificada antes da derrubada das árvores. O emaranhado de cipós nas copas das árvores pode ocasionar a queda não desejada de árvores com ampliação da área desmatada e ocorrência de acidentes com os trabalhadores. Os cipós e trepadeiras nestas condições devem ser cortados previamente a continuidade do desmatamento.
 - A remoção do material cortado deve ser realizada pela área de intervenção autorizada e nunca pelo meio da vegetação remanescente.
 - A galhada resultante do corte não deverá permanecer em nenhum momento nas laterais da área desmatada, como forma de prevenir a ocorrência de fogo no material seco.

Remoção da camada orgânica do solo e da serrapilheira

- A camada orgânica do solo e a serrapilheira, ricas em nutrientes e com propriedades físicas adequadas para plantio, devem ser armazenadas em bota-espera para utilização posterior no recobrimento de áreas de terraplanagem ou áreas utilizadas como empréstimo e bota-fora.
- Caso houver material excedente, este poderá ser disponibilizado para a empresa responsável pela execução antecipada de plantios compensatórios.

Classificação e aproveitamento de restos vegetais

- O material vegetal resultante do corte de árvores poderá ser utilizado conforme especificado no Programa de Certificação da Madeira.
- Galhada (com até 15 cm de diâmetro) e folhagem será triturada mecanicamente. O material vegetal gerado será estocado em bota-espera para aproveitamento posterior na recomposição ambiental de áreas degradadas. Alternativamente, poderá ser entregue a empresa responsável pela execução antecipada de plantios compensatórios.
- Material lenhoso não aproveitável (tocos e raízes) poderá ser destinado ao aterro municipal ou aos bota-foras, com controle da disposição para evitar áreas instáveis.

Se por um lado, a retirada do material na margem direita será facilitada pelo grande número de acessos e pela BR 364, que passa paralela ao rio Madeira, por outro, na margem esquerda haverá um alto grau de dificuldade. A retirada do material lenhoso e toras com valor comercial será uma operação que deverá ser avaliada cuidadosamente no Programa de Certificação de Madeira a ser Removida. Essas atividades deverão contemplar travessia por balsa, estocagem em lugares adequados para posterior transporte e acessos.

Independentemente do método utilizado, algumas recomendações relativas ao processo de exploração florestal serão detalhadas a continuação:

- compatibilizar o cronograma de execução das obras do empreendimentos, nas suas diferentes etapas, com os cronogramas de desmatamento, queimadas e certificação de madeira;
- o desenvolvimento das frentes de trabalho deverá ser sempre no sentido de jusante para montante;
- o processo de derrubada da vegetação sempre deve ser realizado no sentido das partes baixas para as partes altas. Este procedimento tem por objetivo facilitar o deslocamento da fauna em busca de novos abrigos nas partes mais elevadas;
- o enleiramento deve ser realizado sempre no sentido transversal à declividade do terreno, servindo como prática temporária de conservação de solos;
- todas as etapas de exploração florestal devem considerar a necessidade de facilitar os trabalhos posteriores de retirada do material lenhoso. Deve-se sempre ter em mente que a retirada desse material é a etapa mais complexa dos trabalhos, especialmente na margem esquerda do rio Madeira e, normalmente, o fator limitante para a consecução plena dos objetivos propostos;
- quando for necessária a realização de queima de resíduos florestais, deverão ser observadas as disposições da Portaria IBAMA, nº 94N de 09/07/98;
- atenção especial deve ser dada ao relacionamento com os proprietários rurais, em especial no que se refere ao empreiteiro executor das atividades de limpeza. Não apenas a área atingida é parte da propriedade rural, como, em diversas etapas do trabalho (abertura de acessos, deslocamento de equipamentos e pessoal, estocagem de material lenhoso etc.), a anuência e boa vontade do proprietário é fundamental para o bom desenvolvimento dos trabalhos;
- ao se estabelecer o cronograma de atividades para a realização dos serviços de desmatamento, deve ser considerado o período chuvoso, época em que essas atividades são bastante afetadas com a redução significativa de rendimento, podendo ocorrer, também, sua paralisação temporária;
- na contratação de empresas para a complementação dos serviços das comunidades, é importante que a seleção deste prestador de serviços leve em consideração alguns fatores, tais como i) a experiência da empresa em atividades de desmatamento. A exploração florestal apresenta algumas peculiaridades em que a experiência pode se transformar em fator preponderante para sua execução; ii) a apresentação de atestado

- de habilitação para execução destes serviços e iii) a existência de um responsável técnico pela execução;
- verificar a disponibilidade de equipamentos adequados, para a realização das atividades previstas, próprios ou de terceiros, e estabelecer prazos para sua mobilização nas frentes de trabalho;
 - considerando o tamanho e a dispersão da área a ser explorada, o executor necessita abrir diversas frentes de trabalho simultâneas. É fundamental que a empresa contratada apresente boa estrutura gerencial para coordenar as ações e prestar o apoio logístico necessário (alojamentos, ferramentas, almoxarifado, veículos);
 - o empreendedor deverá manter um serviço permanente de acompanhamento e avaliação dos serviços de campo, de forma a detectar e resolver rapidamente eventuais problemas. Da mesma forma, deve realizar as avaliações e medições de campo, como forma de garantir a qualidade dos serviços. Essa fiscalização será imprescindível para que a retirada não comprometa as Áreas de Influência Indireta dos reservatórios, mesmo que sejam árvores isoladas;
 - durante todas as operações de desmatamento, serão tomadas providências relativas à fauna, tendo em vista afugentamento, captura e salvamento de animais, além de medidas para controle de acidentes com animais peçonhentos.(ver detalhes no Programa de Acompanhamento de Desmatamento e de Resgate da Fauna em Áreas Diretamente Afetadas).

2.7 Responsabilidades

A responsabilidade objetiva deste Programa é do empreendedor, porém cada participante das atividades tem responsabilidades conjuntas:

Responsabilidades da Construtora:

A participação do Empreendedor em funções de fiscalização e/ou auditoria não limita, de forma alguma, a responsabilidade da(s) construtora(s) pela correta adoção das Instruções de Controle Ambiental, nem restringe a sua responsabilidade em casos de danos ambientais e/ou de responsabilidade civil.

Com relação aos danos ambientais, registra-se que, nos termos do Artigo 14º da Lei Federal Nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), o poluidor, ou aquele que der causa a um dano ambiental, está sujeito a *responsabilidade objetiva*. Isto quer dizer que ele é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade, independentemente da existência de culpa, ou seja, mesmo que não tenha concorrido para a existência do dano.

Responsabilidades da Equipe de Monitoramento Ambiental:

A Equipe de Monitoramento Ambiental atuará em representação do Empreendedor e será responsável pela coordenação dos procedimentos de controle, monitoramento e documentação ambiental das obras, responsabilizando-se também pela guarda e arquivamento de todos os documentos que integram os *Registros Ambientais* do empreendimento.

Toda situação não prevista deverá contar com a rápida orientação dessa equipe, que também deverá definir procedimentos corretivos nos casos de ocorrência de impactos ambientais indesejáveis.

Responsabilidades do Empreendedor:

A equipe de fiscalização das obras do Empreendedor prestará apoio à Equipe de Monitoramento Ambiental no que for necessário para garantir o enquadramento dos procedimentos executivos adotados pela(s) construtora(s) nas diretrizes e especificações pré-definidas, ou em outras instruções que venham a ser estabelecidas por necessidade, durante o andamento das obras.

2.8 Relatórios e Produtos

Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos. A periodicidade dos relatórios para este Programa será de três meses. Serão ao todo:

- 8 Relatórios de campo (1/trimestre);
- 2 Relatórios parciais (6 e 12 meses);
- 1 Relatório Final de Consolidação do Programa.

2.9 Cronograma

O prazo para a execução dos trabalhos será de dois anos, conforme cronograma anexo.

2.10 Interfaces com outros programas

O Programa de Desmatamento das Áreas de Intervenção Direta apresenta interfaces com os seguintes programas: Subprograma de Certificação da Madeira a ser Removida; Programa de Conservação da Flora; Programa de Conservação da Fauna.

2.11 Bibliografia

- BDT. Recomposição de matas ciliares. Orientações básicas. www.bdt.fat.org.br/ciliar/sp/tabela.
- CARNEIRO, J.G.A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Viçosa: Imprensa Universitária, 1997. 447 p.
- FERRI, M.G. Plantas do Brasil. São Paulo: Blucher Ltda., 1969. 239 p.
- FURNAS, ODERBRECHT, LEME. EIA. Estudo de Impacto Ambiental. Aproveitamentos hidrelétricos Santo Antônio e Jirau. Rio Madeira – RO. Belo Horizonte, Leme, 2006.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. Viveiros florestais. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 88p.
- GLOBALBANK. PCH Dores de Guanhões. Programa de limpeza e desmatamento da área a ser inundada pelo reservatório. Rio das Velhas Consultoria Ambiental, 2006.
- HIGUCHI, N.; JARDIM, F.C.S.; SANTOS, J. dos; BARBOSA, A.P.; WOOD, T.W.W. Inventário Florestal Comercial. Manaus. Acta Amazônica, 15(B/4):327-368. set/dez. 1985.
- IBGE. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 193 p.
- KENT, M. & COKER, P. Vegetation description and analysis: a practical approach. London: CRC Press, 1992.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F.H.G.; JUAREZ, K.M. The Cerrado mammals: diversity, ecology and natural history. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). The Cerrados of Brazil. New York: Columbia University Press, 2002. p. 266-284.
- MARGULIS, S. Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro, IPEA, 1990.
- ODUM, E.P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara S.A., 1988.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. *et al.* Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous Forest in Southeastern Brazil. Vegetation 113:99-124.

3. SUBPROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO DA MADEIRA A SER REMOVIDA

3.1 Introdução

A Certificação Florestal tem como fundamento a garantia dada ao consumidor de que determinado produto é originário de manejo florestal ambientalmente adequado, socialmente justo e economicamente viável. Ou seja, os produtos que têm o selo da certificação são aqueles produzidos com madeira de florestas certificadas.

No Brasil, o Programa Nacional de Certificação de Origem Florestal foi lançado em 22 de agosto de 2002, para qualificar as madeiras utilizadas pelas indústrias brasileiras. Assim, as madeiras certificadas são colhidas dentro de critérios e padrões que respeitam o meio ambiente.

A entidade reguladora da certificação florestal no mundo é o FSC, Conselho de Manejo Florestal (*Forest Stewardship Council*). O FSC é uma instituição internacional, sem fins lucrativos constituída em 1993, com o objetivo do incentivo à promoção do manejo correto das florestas. É o responsável pelo desenvolvimento de princípios e critérios, a serem atendidos para a obtenção da certificação e, também, pelo credenciamento de certificadores no mundo. O sistema FSC assegura a integridade da cadeia de custódia da madeira desde o corte da árvore até o produto final chegar às mãos dos consumidores. O FSC oferece garantia de que a atividade madeireira ocorre de maneira legal e não acarreta a destruição das florestas primárias e promove a gestão florestal ambientalmente adequada, socialmente benéfica e economicamente viável, baseada nos Princípios e Critérios do acordo internacional "Declaração das Florestas", aprovado na ECO-92 e aplicável a todos os tipos de florestas que fornecem madeira para a indústria.

O FSC não certifica, ele credencia certificadores e estes, por sua vez, através do desenvolvimento de padrões próprios e guias de campo para auditoria, emitem a certificação florestal com base no atendimento, pelo pretendente, dos princípios e critérios definidos pelo FSC.

No Brasil, desde 1996 a Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS em parceria com algumas associações do setor, instituições de ensino e pesquisa, organizações não governamentais e com apoio de alguns órgãos do governo, vem trabalhando com um programa voluntário denominado Cerflor - Programa Brasileiro de Certificação Florestal. O Cerflor surgiu para atender uma demanda do setor produtivo florestal do país. Desde 1996, a Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS estabeleceu acordo de cooperação com a ABNT para desenvolver os princípios e critérios para o setor.

Os princípios da SBS estabelecem:

- Princípio nº 1 – *Obediência às Leis e aos Princípios do FSC*: O manejo florestal deve respeitar todas as leis aplicáveis ao país onde opera, os tratados internacionais e acordos assinados por este país e obedecer a todos os princípios e critérios do FSC;
- Princípio nº 2 – *Direitos e responsabilidades de Posse e Uso*: As posses de longo prazo e os direitos de uso da terra e dos recursos florestais devem ser claramente definidas, documentados e legalmente estabelecidos;

- Princípio nº 3 – Direitos dos Povos Indígenas: Os direitos legais e costumários dos povos indígenas de possuir, usar e manejar suas terras, territórios e recursos, devem ser reconhecidos e respeitados;
- Princípio nº 4 – Relações Comunitárias e Direitos dos Trabalhadores: As atividades de manejo florestal devem manter ou ampliar, a longo prazo, o bem estar econômico e social dos trabalhadores florestais e das comunidades locais;
- Princípio nº 5 – Benefícios da Floresta: As atividades de manejo florestal devem incentivar o uso eficiente e otimizado dos múltiplos produtos e serviços da floresta para assegurar a viabilidade econômica e uma grande quantidade de benefícios ambientais e sociais;
- Princípio nº 6 – Impacto Ambiental: O manejo florestal deve conservar a diversidade ecológica e seus valores associados, os recursos hídricos, os solos, os ecossistemas e paisagens frágeis e singulares. Dessa forma estará mantendo as funções ecológicas e a integridade das florestas;
- Princípio nº 7 – Plano de Manejo: Um plano de manejo – apropriado à escala e intensidade das operações propostas – deve ser escrito, implementado e atualizado. Os objetivos de longo prazo de manejo florestal e os meios para atingi-los devem ser claramente definidos;
- Princípio nº 8 – Monitoramento e Avaliação: O monitoramento deve ser conduzido – apropriado à escala e à intensidade do manejo florestal - para que sejam avaliados as condições da floresta, o rendimento dos produtos florestais, a cadeia de custódia, as atividades de manejo e seus impactos ambientais e sociais;
- Princípio nº 9 – Manutenção de Florestas de Alto valor de Conservação: Atividades de manejo de florestas de alto valor de conservação devem manter ou incrementar os atributos que definem estas florestas. Decisões relacionadas a florestas de alto valor de conservação devem sempre ser consideradas no contexto de uma abordagem de precaução;
- Princípio nº 10 – Plantações: As plantações florestais devem ser planejadas de acordo com os princípios de 1 a 9, o Princípio 10 e seus Critérios. Considerando que as plantações podem proporcionar um leque de benefícios sociais e econômicos e contribuir para satisfazer as necessidades globais por produtos florestais, elas devem completar o manejo, reduzir as pressões e promover a restauração e conservação das florestas naturais.

Em 2001 foi instalado o Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis, com objetivo de abrir espaço de diálogo entre o setor produtivo, governo e o Congresso Nacional. Dentro do enfoque do Programa Fórum de Competitividade, o setor traçou ações necessárias para o desenvolvimento e implementação de pré-projetos e de um futuro Contrato de Competitividade. Um dos projetos propostos foi o de Certificação Florestal, onde se busca introduzir a certificação florestal no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação.

Com esse objetivo foi criada a Subcomissão Técnica de Certificação Florestal, no âmbito da Comissão Técnica de Certificação Ambiental, para o desenvolvimento dos trabalhos. Assim, o Cerflor - Programa Brasileiro de Certificação Florestal - foi lançado em reunião do Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis, no dia 22 de agosto de 2002. A certificação dos produtos, considerando a totalidade da produção proveniente de floresta certificada, chamada-se **Cadeia de Custódia**. Pode ser exclusiva, quando os produtos são

feitos somente com matéria prima certificada ou não exclusiva, quando utiliza matérias-primas certificadas e não certificadas.

Nesse contexto, a madeira a ser removida na região do aproveitamento hidrelétrico Santo Antônio contará com a adequação ao FSC e atenderá aos princípios da SBS. A cadeia de custódia exclusiva entre a remoção, a estocagem, o transporte e a entrega aos centros de distribuição será monitorada pela JGP. O pedido de remoção será protocolado no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

3.2 Justificativa

A retirada da cobertura arbórea das bacias de acumulação de empreendimentos hidrelétricos é um procedimento recomendado, tendo em vista as implicações ambientais resultantes do alagamento da biomassa. Neste contexto a remoção da vegetação se enquadra no conjunto de ações mais amplo das atividades de limpeza do reservatório. Assim, a retirada da biomassa lenhosa justifica-se pelos seguintes motivos, elencados no Programa de Desmatamento (decomposição da biomassa vegetal lenhosa; a biomassa lenhosa é um recurso de larga utilização pela sociedade e representa um recurso que não deve ser perdido, seja pelo seu valor econômico, ou pelas suas características de bem cada vez mais escasso; as condições de ambiente semi-lêntico criadas pela formação do reservatório, podem criar condições com prejuízo para a qualidade ambiental da região; a retirada destes remanescentes permite melhores condições de segurança futura para eventuais usos múltiplos do reservatório e as ações de resgate e salvamento da fauna no período de enchimento do reservatório são facilitadas pela retirada prévia da cobertura arbórea.

Por outro lado, nos estudos florísticos apresentados no Estudo de Impacto Ambiental – EIA –, Tomo B, Volume 3 (Diagnóstico Ambiental) para o AHE Santo Antônio (2006) foram identificadas duas formações vegetacionais principais: a) Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas e b) Floresta Ombrófila Aluvial. A biomassa verde calculada para a Floresta Aberta foi de 286,52 ton/ha, enquanto na Floresta Aluvial o valor foi de 364,67 ton/ha.

Os resultados desses estudos demonstram que na área de influência do AHE Santo Antônio, a alteração da cobertura vegetal natural é intensa e o processo de fragmentação da vegetação está adiantado e é diagnosticado como irreversível chegando muitas vezes às margens do rio Madeira. O desmatamento ao longo de ambas as margens é intenso.

A exploração madeireira seletiva é observada na margem direita do rio Madeira. Porém, a Floresta Ombrófila Aluvial apresenta-se bem conservada, inclusive com a presença maciça de indivíduos de grande porte de *Calycophyllum spruceanum* (mulateiro) em algumas localidades e, ainda indivíduos isolados de grande porte de *Ceiba pentandra* (sumaúma), *Piranhea trifoliolata* (piranheira) ao longo da várzea do rio Madeira e de seus principais afluentes. Essas espécies são amplamente utilizadas para fins madeireiros e sua permanência na área pode ser explicada porque o setor madeireiro, em Rondônia, não opera com balsas ao longo do rio, impossibilitado pela ocorrência das cachoeiras no trecho entre Porto Velho e Jirau.

O Cronograma Físico de Construção do AHE Santo Antônio apresenta 12 atividades a serem desenvolvidas ao longo de 8 anos. Já o prazo para o início da geração comercial de energia elétrica é de 48 meses (**Tabela 1**).

As ações de desmatamento para implantação de estruturas relacionadas às obras civis, como a implantação do canteiro de obras demandarão a supressão de Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas, em uma área equivalente a 273 ha na AID, 103 ha do ambiente constituído

pelas formações vegetais pioneiras, típicas das várzeas do rio Madeira e 14 ha de pedrais com sua vegetação associada.

O impacto produzido pelo desmatamento de áreas para formação do reservatório suprimirá o máximo possível de áreas de floresta ombrófila aberta das terras baixas e floresta ombrófila aberta aluvial, que possui 8.978 ha, na AID do AHE (EIA, 2006). As formações vegetais pioneiras típicas das várzeas do rio Madeira serão removidas em 1.370 ha da AID, do AHE Santo Antônio.

Diante desse contexto, a certificação da madeira removida nas diferentes etapas de construção do AHE Santo Antônio será realizada por uma equipe multidisciplinar com especialistas de várias áreas que avaliarão cada aspecto da atividade de remoção, estocagem e transporte, assegurando a cadeia de custódia.

3.3 Base Legal

A LP outorgada pelo IBAMA, para o AHE Santo Antônio é válida pelo período de 02 (dois) anos, estando sua validade condicionada ao cumprimento das condicionantes constantes no documento, que deverão ser atendidas dentro dos respectivos prazos estabelecidos, e dos demais anexos constantes do processo que são partes integrantes desse documento.

Também formam parte da base legal o Decreto Nº 5.975, de 30/11/2006 e que regulamenta os art. 12, 15, 16, 19, 20 e 21, da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2º da Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nº 3.179, de 21 de setembro de 1999 e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências.

Resoluções CONAMA 002/96; 237/97 e 303/02, sobre compensação ambiental; licenciamento ambiental e áreas de proteção permanente.

Instrução Normativa IBAMA nº 30, de 31 de dezembro de 2002, que disciplina o cálculo do volume geométrico das árvores em pé, através da equação de volume que especifica, e dá outras providências; Portaria IBAMA nº 37-N/92, que estabelece lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção.

Já a Instrução Normativa IBAMA Nº 146, de 10/01/2007 estabelece critérios e padroniza os procedimentos relativos à fauna, no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre. A norma dá os critérios sobre a velocidade do desmatamento e regime de enchimento do reservatório.

A Portaria IBAMA Nº 8-N, de 17/02/2000 determina que a autorização de desmatamento, na área a ser inundada, poderá registrar-se no IBAMA nas Categorias de Extração de Toras, Produção de Carvão e Produção de Lascas, para fins de comercialização do material lenhoso.

Embora não tenha força legal a atividade seguirá os padrões FSC para certificação de Cadeia de Custódia considerando a responsabilidade do Sistema de Controle, que garanta o transporte desde a floresta até o pátio de madeira, manuseio, armazenamento, transporte até os compradores finais e arquivamento de registros, assim como o treinamento de pessoal para a atividade e a divulgação das informações do processo.

3.4 Objetivo

O objetivo principal deste Programa é garantir a correta utilização da madeira a ser removida em função do desmatamento necessário para a construção do AHE de Santo Antônio, no Município de Porto Velho, Rondônia.

Como objetivos específicos:

- Colaborar na identificação, quantificação e localização das madeiras economicamente aproveitáveis e o volume de fitomassa, na área a ser removida;
- compatibilizar as ações previstas no EIA com o programa de desmatamento;
- permitir o aproveitamento econômico da biomassa lenhosa removida na área do futuro reservatório, definir áreas de estocagem de madeira, providenciar guias de transporte e vigilância de estoque.

3.5 Metas

- inventário florestal detalhado;
- quantificação da fitomassa e volumes a serem comercializados e queimados no local;
- complementar o cronograma de desmatamento, com estratégias detalhadas para a extração da cobertura vegetal, locando estradas de transporte e formatos de aproveitamento do volume madeireiro resultante na forma de lenha, escoramento, estacas, moirões, toras para serraria, carvão e outros;
- autorização para a supressão de vegetação e exploração do volume madeireiro com cronograma de atividades adaptado às fases de enchimento do reservatório;
- acompanhamento do desmatamento.

3.6 Âmbito de Aplicação

Este Programa, que será executado na área de influência direta do empreendimento, onde haverá alagamento produzido pelo AHE e onde se localizam as obras de infra-estrutura e apóio, contribuirá e complementar o Programa de Conservação da Flora.

3.7 Procedimentos

Os procedimentos para implementação do Programa de Certificação da Madeira têm como objetivo principal garantir a origem da madeira proveniente das espécies que se encontram nas áreas onde haverá supressão de vegetação, para as obras do AHE.

Assim, nas áreas contempladas no programa de desmatamento será feito um inventário que identificará as espécies com valor comercial.

O Plano de Alagamento das Áreas deverá ter seu início antes da inundação propriamente dita, com as atividades de afugentamento e resgate da fauna existente no local, resgate da flora e controle das atividades de desmatamento e limpeza da área a ser inundada e, por fim, controle da vazão do reservatório após o funcionamento das turbinas.

A equipe de trabalho demarcará as áreas e espécies a serem removidas e que terá como base as informações do EIA. Uma vez iniciadas as atividades de corte, a equipe de resgate da flora acompanhará o andamento das frentes de obras, de forma a coletar material botânico das copas das árvores tombadas, uma vez que este material estaria inacessível de outra forma.

Uma avaliação sucinta das condições fitossanitárias dos indivíduos das diversas espécies de interesse deverá ser realizada, para evitar a comercialização de indivíduos doentes e defeituosos.

Todo o material removido deverá ser acondicionado adequadamente para seu transporte. Este programa e seus resultados deverão ser divulgados durante as ações de comunicação social e educação ambiental propostas.

Antes do início das atividades de desmatamento da área a ser inundada deve-se realizar o afugentamento da fauna de médio e grande porte. A supressão da vegetação deverá ser acompanhada por uma equipe de especialistas em fauna, para resgate de espécimes de pequeno porte, que eventualmente permanecerem no local após o afugentamento.

O desmatamento das margens deverá ser realizado na época de seca e sem destoca, de forma a não revolver o solo evitando, assim, o risco de erosão das margens e minimizando a quantidade de encostas com solo exposto, na temporada chuvosa.

O desmatamento deve ser iniciado pelas partes mais planas, com planejamento para o avanço durante as obras. Os restos vegetais deverão ser classificados, sendo que a parte sem valor comercial será descartada, enquanto a outra parte, que será utilizada na comercialização será estocada em bota-espera, enleirado e preparado para transporte.

No caso de serem encontradas fossas ou cisternas durante a limpeza da área a ser inundada, essas deverão ser submetidas a processo de sanitização com cal.

Desta forma, o programa de certificação da madeira a ser removida promoverá um inventário adequado das espécies extraídas, com o volume total de madeira a ser comercializada; disponibilizará as autorizações requeridas ao IBAMA, com as respectivas datas dos transportes e dados dos veículos envolvidos e receptores da madeira; definirá e adequará os sítios de estocagem da madeira entre o corte e o transporte, com as ações necessárias para garantir a segurança do material estocado.

A madeira que não for comercializada deverá ser disponibilizada para outros usos, após sua adequação para essas finalidades. Para isso, o empreendedor detectará, quantificará e qualificará instituições que podem ser receptoras desse material, através da cadeia de custódia.

3.8 Responsabilidade

A responsabilidade de implantação deste programa é do empreendedor, podendo contratar empresas de consultoria, e instituições de ensino e pesquisa com atuação na região. A execução do Programa de Certificação será de responsabilidade das equipes técnicas do Consórcio.

3.9 Relatórios e Produtos

- relatórios de campo;
- 8 relatórios semestrais da cadeia de custódia;
- relatório final de consolidação contendo o volume total de madeira removida, comercializada e disponibilizada para outros fins.

3.10 Cronograma

A atividade de certificação da madeira comercializada, que ocorre na área de influência direta do AHE Santo Antônio começará após a obtenção da licença de instalação – LI – e elaboração do inventário florestal.

Sua execução ocorrerá conforme o cronograma em anexo.

3.11 Interfaces com outros Programas

O Subprograma de certificação da madeira a ser removida tem relação com o Programa de Desmatamento da Área de Interferência Direta e com o Programa de Conservação da Flora.

3.12 Bibliografia

BDT: Recomposição de matas ciliares. Orientações básicas:
www.bdt.fat.org.br/ciliar/sp/tabela.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1997. 447 p.

CTA & IMAFLORA. V Curso Intensivo em Avaliação para Certificação Florestal. Rio Branco, 21 a 26 de agosto de 2000.

FERRI, M.G. **Plantas do Brasil**. São Paulo: Blucher Ltda., 1969. 239 p.

FURNAS, ODERBRECHT, LEME. EIA. Estudo de Impacto Ambiental. Aproveitamentos hidrelétricos Santo Antônio e Jirau. Rio Madeira – RO. Leme, 2006.

GLOBALBANK. **PCH Dores de Guanhães**. Programa de limpeza e desmatamento da área a ser inundada pelo reservatório. Rio das Velhas Consultoria Ambiental, 2006.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F.C.S.; SANTOS, J. dos; BARBOSA, A.P.; WOOD, T.W.W. **Inventário Florestal Comercial**. Manaus. Acta Amazônica, 15(B/4)-327:368. set/dez. 1985.

IBAMA. **CITES**. Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. Resolução Conf. 11.15 (Rev. CoP12). Empréstimos,

doações e intercâmbios não comerciais de de espécimes de museu e herbário. Brasília, DF.

IBGE. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 193 p.

IPEF & IMAFLORA. 1º Curso sobre Certificação da Cadeia de Custódia. Piracicaba, 06 a 07 de junho de 2001.

KENT, M. & COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: CRC Press, 1992.

SCOLFORO, J.R. e FIGUEIREDO FILHO, A. **Mensuração florestal 2: volumetria**. Lavras: ESAL/FAE

ANEXO I
Cronograma de Atividades

MADEIRA ENERGIA S/A

Projeto Básico Ambiental

AHE Santo Antônio

SEÇÃO 14

PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FAUNA

0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

INDICE

1.	INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA.....	1
2.	OBJETIVOS	5
3.	METAS/RESULTADOS ESPERADOS	6
4.	BASE LEGAL	6
5.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....	7
6.	PROCEDIMENTOS / METODOLOGIA.....	8
7.	RESPONSABILIDADES	11
8.	RELATÓRIOS / PRODUTOS	11
9.	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS	11
10.	CRONOGRAMA	12
11.	SUBPROGRAMAS ESPECÍFICOS	12
11.1	Subprograma de Levantamento da Entomofauna.....	12
11.2	Subprograma de Monitoramento de Herpetofauna	29
11.3	Subprogramas de Levantamento da Mastofauna Terrestre	44
11.4	Subprograma de Monitoramento de Quirópteros	64
11.5	Monitoramento e Controle de Incidência de Raiva Transmitida por Morcegos Hemáfagos	74
11.6	Introdução/Justificativa.....	74
11.7	Objetivos.....	75
11.8	Metas/Resultados Esperados	76
11.9	Âmbito de Aplicação	77
11.10	Procedimentos/Metodologia.....	77
11.11	Relatórios/Produtos	78
11.12	Cronograma.....	79
11.13	Bibliografia.....	79
11.14	Subprograma de Monitoramento de Mamíferos Aquáticos e Semi-Aquáticos	82
11.15	Subprograma de Monitoramento de Avifauna	88
11.16	Monitoramento de Ambientes Específicos para Aves	93

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O Programa de conservação da Fauna faz parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, que subsidiará a solicitação da Licença de instalação deste empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Este programa foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA (Leme Engenharia, 2005) dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, tendo sido referendado pela Licença Prévia Nº 251/2007 concedida pelo IBAMA.

O Programa de Conservação da Fauna apresentado nesta Seção 14 do PBA do AHE Santo Antônio atende às condições de validade da LP Nº 251/2007 relacionadas a seguir: condições de validade nº 2.1, 2.11, 2.14, 2.16, 2.17, 2.22 e 2.32.

Este documento encontra-se subdividido em oito subprogramas, a saber:

SP1 - “Monitoramento de Entomofauna”

SP2 - “Monitoramento de Avifauna”

SP3 - “Monitoramento de Ambientes Específicos para Aves”

SP4 - “Monitoramento de Jacarés e Quelônios”

SP5 - “Monitoramento da Mastofauna Terrestre”

SP6 - “Monitoramento de Mamíferos Aquáticos e Semi-Aquáticos”

SP7 - “Monitoramento de Quirópteros”

SP8 - “Monitoramento da Raiva Transmitida por Morcegos Hematófagos”

A região do médio Madeira, acima de Porto Velho, ainda possui vastas áreas de ecossistemas naturais que abrigam uma fauna silvestre muito rica. Existem também componentes biogeográficos e evolutivos importantes operando sobre essa fauna, já que o rio Madeira funciona como barreira e limite de distribuição. Muitos animais, e diversas espécies presentes em um dos lados são distintas daquelas presentes no outro, aumentando consideravelmente a biodiversidade regional. A fauna da região inclui espécies novas para a ciência (algumas coletadas pela primeira vez durante os levantamentos de EIA/RIMA dos AHE's Santo Antônio e Jirau), espécies endêmicas e espécies ameaçadas de extinção. Muitas espécies de animais vivem exclusivamente nas imediações dos cursos d'água, em ambientes sucessionais ribeirinhos, florestas ripárias e de várzea. Outras tantas espécies utilizam uma gama diversa de ambientes, que incluem tanto as áreas supracitadas quanto as chamadas florestas de terra firme.

A criação do AHE Santo Antônio irá interferir com áreas da planície aluvial e terá impactos potenciais em várias populações de animais silvestres. Com o desmatamento da área a ser alagada e subsequente subida do nível da água, espera-se que indivíduos, populações e até mesmo espécies de animais terrestres sejam deslocadas para as cotas mais altas, o que resultará na alteração da estrutura das comunidades da nova margem do rio. Inicialmente, espera-se a co-ocorrência entre as espécies preexistentes e recém-chegadas na área. Entretanto, a médio e longo prazo, extinções locais de algumas espécies resultarão numa comunidade composta de espécies adaptadas às novas condições estruturais do ambiente modificado pelo alagamento. Além disso, espécies de terra firme que usam recursos da várzea constante ou esporadicamente sofrerão com a eliminação dos referidos recursos, podendo adaptar-se ou não a nova situação. As hipóteses centrais a serem investigadas são de que:

- 1 Com o desmatamento e a subida do nível da água, as espécies/populações serão empurradas para cotas mais altas, o que resultará numa substituição de espécies na nova margem do rio. Após uma fase inicial de co-ocorrência entre as

espécies preexistentes e recém-chegadas, as recém-chegadas poderão sofrer extinção local e a composição da comunidade próxima à nova margem a montante voltará a assemelhar-se mais à composição de espécies de áreas a jusante.

- 2 Espécies que habitam a terra firme, mas dependem de alguma maneira de recursos providos pela floresta de várzea (ex. grandes frugívoros) sofrerão com a eliminação desses recursos, declinando ou mesmo desaparecendo das áreas monitoradas.

Além disso, as espécies exclusiva ou predominantemente aquáticas poderão ser afetadas por alteração de seus habitats e (em alguns casos) imposição de uma barreira artificial aos seus deslocamentos e fluxos populacionais.

Conhecer taxonômica e ecologicamente a fauna local, determinando quais espécies serão mais afetadas, monitorar o comportamento de suas populações ao longo da construção e operação do empreendimento, e adotar medidas de manejo e conservação são imperativos para assegurar sua existência futura. Dessa forma, o programa de monitoramento de fauna foi elaborado para responder e mitigar diversos impactos ambientais previstos no EIA/RIMA, e constantes da **Tabela 1**. Cada subprograma possui elementos aplicáveis a diferentes impactos e não necessariamente se sobrepõem nesses quesitos, mas de uma maneira geral será investigado:

- 1 Se antes da criação do reservatório existe uma diferença entre as áreas de influência direta e áreas de controle a montante em termos de proporção de espécies compartilhadas;
- 2 Se dentro das áreas monitoradas há espécies dependentes (em qualquer grau) dos ambientes ribeirinhos a serem suprimidos pela barragem;
- 3 Se logo após a formação do reservatório haverá ou não alteração da composição das comunidades nas áreas de influência indireta próximas ao reservatório a montante,
- 4 Se em caso de alteração, esta será seguida de relaxamento e quando estabilizada quão semelhante será à situação inicial.

TABELA 1

Relação dos subprogramas de Conservação da Fauna com os principais impactos incidentes sobre a fauna apontados pelo EIA

Atividade	Impacto	Subprograma						
		SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7
Construção do Canteiro	Perda e/ou afugentamento da fauna terrestre e aquática							
	Desaparecimento de habitats específicos para morcegos							
	Aprisionamento de elementos da mastofauna aquática (botos) dentro da área ensecada							
	Interferência sobre a fauna de mamíferos aquáticos e semi-aquáticos (contaminação por efluentes e sólidos em suspensão)							
Desmatamento e Limpeza do Reservatório	Perda e/ou fuga de elementos da fauna em ambientes de flor. ombrófila aberta das terras baixas/flor. aberta aluvial							
	Perda e/ou fuga de elementos da fauna existentes em formações pioneiras de várzea							
	Perda de habitats para a entomofauna							
Enchimento do Reservatório	Perda de áreas para reprodução (desova) de quelônios e de jacarés							
	Perda de ambientes específicos para a avifauna (locais de alimentação e reprodução)							
	Desaparecimento de habitats reprodutivos para mamíferos aquáticos e semi-aquáticos							
	Interferência em movimentos migratórios de quelônios							
	Interferência em Unidades de Conservação							

Continua...

...Continuação

Atividade	Impacto	Subprograma
	Criação de novos ambientes nas margens dos reservatórios	
	Possibilidade da eliminação de barreiras naturais das espécies de botos existentes na área	

Além dos resultados práticos imediatos, o programa vai possibilitar a existência de maior cooperação técnico-científica entre as Instituições de Ensino, Pesquisa, Gestão e Administração do Estado de Rondônia e da Região Amazônica, e entre estas e as instituições de ensino de outras regiões do país, contribuindo para a formação de recursos humanos regionais qualificados e consolidação dos centros emergentes de ensino e pesquisa. As informações obtidas serão disponibilizadas através de publicações técnico-científicas e de divulgação.

Sistema de monitoramento

Para maximizar a utilidade dos dados obtidos e melhor cumprir os objetivos estabelecidos no programa é proposto um sistema de amostragem diferente daquele usado no EIA, a implantação de módulos de amostragem compatível com aqueles estabelecidos pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio <<http://www.ppbio.inpa.gov.br>>, criado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia para aumentar a eficiência de estudos de monitoramento de biodiversidade na Amazônia.

O PPBio é baseado no uso de protocolos de amostragem padronizados e integrados espacialmente, usando infra-estrutura modular de trilhas e parcelas de amostragem. Um sistema como o PPBio possibilita que diversos pesquisadores correlacionem os resultados de seus trabalhos, explorando as interações ecológicas que ocorrem entre táxons distintos. Sítios de amostragem do PPBio já estão em operação no Amazonas, Pará e Roraima, e outros estão sendo instalados no Acre, Amapá e em Rondônia.

O tipo de amostragem proposta permitirá análises conjuntas, mesmo quando realizadas em grupos-alvo que variam em tamanho e hábitos, como invertebrados, lagartos, cobras, anuros, aves, pequenos ou grandes mamíferos. Um projeto integrado para diferentes grupos taxonômicos, que envolva especialistas de várias áreas, é capaz de promover mais resultados em um espaço de tempo mais curto, com um custo significativamente menor do que pesquisadores trabalhando independentemente.

Além disso, existem previsões de aumento da temperatura média e mudanças drásticas no regime de chuvas da Amazônia para os próximos 10 anos, com consequências significativas projetadas para a biodiversidade de região (CORREIA, et al. 2007, LUIZÃO, 2007, NOBRE, et al. 2007). Portanto, uma das principais vantagens de usar um modelo de amostragem equivalente ao do PPBio será a possibilidade de fazer comparações com outras regiões da Amazônia. Desse modo, será possível separar os efeitos do empreendimento dos efeitos de outros fatores de maior escala atuando sobre a região com maior segurança, caso mudanças importantes venham a ser registradas após a implementação do AHE Santo Antônio. Em síntese, a estratégia de amostragem proposta tem as seguintes vantagens:

- os sítios (módulos) de amostragem são desenhados para permitir a amostragem de **todos os grupos biológicos**, possibilitando o estudo **integrado** do efeito das obras do AHE e do enchimento do lago, a um custo total menor que o de cada grupo amostrando independentemente;

- o uso de um sistema padronizado de amostragem permitirá a **comparação dos resultados com os de outros sítios** na Amazônia;
- a amostragem sistemática e integrada com a de outros locais na Amazônia permitirá separar os efeitos da construção do AHE dos **efeitos de mudanças climáticas** previstos para a Amazônia nos próximos anos;
- a medição sistemática de variáveis ambientais nas parcelas de amostragem permitirá estabelecer a **relação entre espécies ou grupos de espécies e características do habitat**;
- ao utilizar uma metodologia padronizada de um programa governamental, o projeto gerará dados cuja utilidade vai muito além das necessidades de monitoramento do AHE Santo Antônio, já que poderão fazer parte de uma **rede de informação** capaz de inventariar e monitorar a diversidade biológica na Amazônia em face das mudanças de uso do solo e dos efeitos de mudanças climáticas na região.

As áreas prioritárias do estudo foram selecionadas entre aquelas que sofrerão supressão vegetal e/ou alagamento em decorrência da formação do reservatório, florestas indiretamente impactadas no entorno imediato dessas áreas, e ambientes controle, não sujeitos ao alagamento promovido pelo empreendimento. Considerando os demais empreendimentos hidrelétricos previstos para o rio Madeira, haverá mudanças significativas nas formações vegetais aluviais do alto rio Madeira no território brasileiro. Nesse cenário, as áreas consideradas controle pelo AHE Santo Antônio serão em parte perdidas. Mesmo assim, até que ocorra o enchimento de outros AHEs as áreas controle terão fornecido informações suficientes para calibrar o monitoramento desenvolvido em Santo Antônio. O **Mapa 1 anexo**, que acompanha esse programa delimita a área de abrangência dos subprogramas.

Uma vez que os grupos de fauna estudados são muito distintos, as diferentes problemáticas e justificativas são abordadas dentro de cada subprograma. Destaca-se desde já que para a realização de coletas e doações de material da fauna, em todos os subprogramas, serão solicitadas as autorizações pertinentes ao IBAMA.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Esse trabalho fornecerá informações sobre a diversidade da fauna silvestre amazônica e suas necessidades de conservação, assuntos de interesse de toda a sociedade brasileira, empenhada na busca de alternativas de desenvolvimento sustentável da região. Além disso, o programa irá desenvolver e aplicar (caso seja necessário) estratégias de manejo e conservação destinados a alvos específicos da fauna, para manter amostras significativas da mesma, na região de influência do AHE Santo Antônio. Pretende-se aprofundar os conhecimentos sobre a distribuição, uso de habitat e biologia dos grupos-alvo da fauna, avaliar o efeito agudo (curto prazo) e cumulativo (médio e longo prazos) da construção da represa e do enchimento do lago do AHE Santo Antônio, e determinar um protocolo de monitoramento de longo prazo para os grupos-alvo na área de influência do AHE para direcionar ações de manejo, as quais deverão ser implementadas sempre que se detectar problemas de conservação de espécies/grupos da fauna regional, atribuíveis direta ou indiretamente ao empreendimento.

Além dos objetivos comuns listados acima e divididos nos subprogramas, há também objetivos e metas específicas de cada um, enumerados nas respectivas seções.

Objetivos específicos

- Complementar o levantamento da entomofauna, herpetofauna, avifauna e mastofauna na área de influência direta do reservatório de modo a obter uma caracterização adequada das principais comunidades animais da região para subsidiar estratégias de conservação de amostras significativas dessa fauna;
- Identificar e monitorar as espécies que serão afetadas pelo alagamento, bem como aquelas com potencial para avaliação continuada da qualidade de habitats na área de influência do empreendimento;
- Obter dados de história natural e ecologia de comunidades de espécies ou grupos novos para a ciência, endêmicos ou aparentemente sensíveis, de modo a aperfeiçoar o manejo, garantir sua conservação, e gerar base de dados para comparações em longo prazo nesse e em outros empreendimentos semelhantes;
- Estabelecer estratégias de conservação da fauna silvestre local e, quando pertinentes, ações de manejo.

Maiores detalhamentos se encontram descritos em seu respectivo subprograma.

3. METAS/RESULTADOS ESPERADOS

As metas e resultados gerais esperados são apresentados na **Tabela 2**.

TABELA 2.
Metas e resultados esperados.

Meta / Resultados Esperados
Delimitação e implementação de sítios de amostragem em todas as áreas de monitoramento predefinidas.
Caracterização de parâmetros fitofisionômicos e abióticos dos sítios de amostragem
Obtenção de um quadro de caracterização satisfatório da composição e dinâmica das comunidades faunísticas ao longo do ciclo hidrológico
Definição de parâmetros e espécies indicadoras para monitoramento dos diferentes subgrupos.
Primeira avaliação do processo de transformação da paisagem.
Criação da estrutura de banco de dados
Segunda avaliação do processo de transformação da paisagem.

4. BASE LEGAL

O Programa de Monitoramento e Conservação da Fauna tem como base legal a Instrução Normativa do IBAMA nº 146, de 10 de janeiro de 2007, que consideram o Art. 225, parágrafo 1º, inciso VII da Constituição da República Federativa do Brasil, o Artigo 1º da Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, Artigo 1º, inciso III, e o Artigo 6º, inciso I, item b, da Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986 e o Artigo 4º, inciso V, parágrafo 2º, da Resolução Conama nº 237 de 16 de dezembro de 1997, o Artigo 15 do Decreto nº 5.718 de 13 de março de 2006. Esta IN 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 a fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela Lei nº 6938/81 e pelas Resoluções Conama nº 001/86 e nº 237/97.

5. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O Programa de Conservação da Fauna será executado dentro de zonas específicas das áreas de influência do empreendimento (AID e AII, expandida ao AHE Jirau). O programa considera dois conjuntos de áreas de monitoramento, definidos de acordo com os alvos dos subprogramas, os quais podem ser elementos da fauna terrestre ou animais ligados aos ambientes aquáticos.

Nos casos de monitoramento de fauna terrestre, o Programa de Conservação da Fauna selecionou *a priori* polígonos delimitados por coordenadas geográficas, dispostos sobre as duas margens do rio Madeira (um dos polígonos, incluído entre os controles, localiza-se na sub-bacia do rio Jaciparaná, e não no rio Madeira), predominantemente cobertos por vegetação nativa, considerados como réplicas de amostragem. Os polígonos, ilustrados no **Mapa 1**, foram divididos em dois subgrupos:

- áreas de coleta - quatro polígonos com porções a serem atingidas pelo reservatório, um dos quais poderá ser ou não selecionado (polígono 4) depois da visita *in loco*, a depender do estado de conservação. Essa última área é próxima ao núcleo urbano de Porto Velho, e pode estar alterada e sujeita a grande pressão independente do empreendimento, ao ponto de não justificar sua inclusão no programa de monitoramento e conservação.
- área controle - três áreas supostamente não impactadas pelo empreendimento, distribuídas entre a sub-bacia do rio Jaciparaná e a área a montante do rio Madeira.

A adoção de áreas controle tem por objetivo detectar mudanças nos parâmetros das comunidades animais que estejam acontecendo por fenômenos outros que independam do empreendimento. Essa abordagem foi desenvolvida para produzir respostas objetivas diante de um quadro ecológico muito complexo e pouco estudado, no qual transformações naturais decorrentes de causas diversas poderiam ser consideradas, com variáveis graus de incerteza, como provocadas pela implantação do empreendimento.

O número de áreas de monitoramento escolhidas deriva da necessidade de se ter uma quantidade suficiente de réplicas para analisar os resultados por meio de procedimentos estatísticos robustos (ANOVAs por exemplo). Já a determinação dos locais (coordenadas dos polígonos) levou em conta diversos parâmetros: 1) delimitação das áreas a serem alagadas (previsão de cotas de 70 m) com base na interpretação de mapas topográficos, 2) presença de áreas de várzea, terra firme e outras formações de interesse nas duas margens do rio, inferida através de interpretação de imagens de satélite recentes 3) identificação das vias de acesso (terrestre e fluvial), 4) levantamento de instituições locais de apoio (por exemplo, prefeituras, bases do Exército). Por fim deverá ainda passar por uma 5) a seleção final de áreas *in loco*, ainda não executada. A implantação dos sítios de amostragem em cada polígono (dois sítios, ou módulos, de amostragem, um em cada margem do rio Madeira, ou do Jaciparaná), seguirá os moldes do programa PPBio <http://www.ppbio.inpa.gov.br>, descrito adiante.

Para os elementos da fauna aquática ou associada a esses ambientes, optou-se por uma área de monitoramento que compreende todos os trechos navegáveis do rio Madeira e seus maiores tributários nas áreas de influência dos AHEs Santo Antônio e Jirau. Essa área é ilustrada no **Mapa 1**, e se justifica porque as populações dos organismos estudados se distribuem de maneira mais ou menos contínua ao longo do rio.

6. PROCEDIMENTOS / METODOLOGIA

Uma vez que os grupos de fauna estudados são muito distintos, os procedimentos metodológicos específicos são detalhados em cada uma das subseções. Muitos desses procedimentos são idênticos ou bastante similares aos protocolos estabelecidos no PPBio. As atividades que fazem parte do escopo de trabalho desse programa são as seguintes:

- Marcação de transecções e instalação de aparatos de coleta de dados específicos para o grupo da fauna dentro dos sítios de monitoramento pré-definidos, para observação de fauna (mastofauna, avifauna, herpetofauna, anfíbiofauna e entomofauna) e captura de exemplares, com metodologias específicas;
- Identificação das espécies da fauna, coleta de material testemunho e formação de coleções de referência em Rondônia;
- Deposição de material zoológico nos principais museus de instituições públicas.
- Determinação de espécies bioindicadoras e marcação de indivíduos para estudos de médio e longo prazo; Coleta de tecidos de espécies monitoradas ou de interesse científico para estabelecimento de bancos genéticos;
- Registros fotográficos e emissão de relatórios analíticos;
- Busca e monitoramento continuado de recursos específicos utilizados pela fauna (pedrais, barreiros, praias, etc);
- Proposição de medidas para conservação das espécies estudadas e, se necessário, ações de manejo específicas.
- Além disso, há um arcabouço de procedimentos comuns a todos os monitoramentos, descrito a seguir.

Delimitação e Arquitetura dos Sítios (Módulos) de Amostragem

A unidade amostral proposta, denominada **sítio** ou **módulo de amostragem**, será um subconjunto da grade de trilhas de 5x5 km, com resolução de 1x1 km definida pelo PPBio. As trilhas deverão ter piquetes com placas de identificação demarcando as posições a cada 50m. A disposição das trilhas do módulo é apresentada na **Figura 1**.

Serão instalados 12 sítios de amostragem (10 ao longo dos rios Madeira e 2 no Jaciparaná). Os sítios serão dispostos a montante da área do barramento, de maneira pareada dentro das áreas indicadas no **Mapa 1 anexo**, sendo seis na margem direita e seis na margem esquerda dos referidos rios (**Figura 1**). A localização exata de cada par de sítios de amostragem será definida no segundo semestre de 2008 pela coordenação da equipe. Os sítios devem ser implementados até outubro 2008, por uma equipe capacitada, e com experiência na instalação de grades do PPBio. É imprescindível que a equipe de instalação seja integrada por um topógrafo profissional. No acesso de cada grade, próximo ao início do mesmo, será montada uma estrutura de acampamento de campo simples, com água potável, despensa, local coberto para disposição de redes e barracas, mesa de trabalho e sanitário, como exemplificado pela **Figura 2**.



FIGURA 1 - Esquema de implantação de sítios de monitoramento de fauna do AHE Santo Antônio.



FIGURA 2 - Exemplo de infra-estrutura de acampamento de campo.

Cada grade deverá ser implementada com linhas paralelas e perpendiculares à margem dos rios, delimitadas a partir do ponto de pico da cheia. Com o enchimento do reservatório, uma parte variável de cada módulo será inundada, e as parcelas de amostragem de fauna atingidas deverão ser transpostas para o restante dos módulos. Caso um determinado grupo da fauna não possa ser mais amostrado numa área de módulo remanescente (o que é provável para censos de aves e mamíferos e também para o posicionamento de armadilhas fotográficas), este deverá ser estendido até ter novamente o tamanho adequado para o monitoramento.

Coleta e Caracterização de Dados de Topografia, Solo, Estrutura Fitofisionômica e Clima

Em cada sítio de amostragem serão medidas as seguintes variáveis ambientais:

- Inclinação e altitude do terreno - A inclinação será medida em 50 pontos equidistantes 500 metros ao longo das grades; sendo que nas análises será considerada a média das medidas das linhas perpendiculares ao rio como valor da inclinação do terreno. A altitude será medida no ponto central e nos vértices de cada módulo;
- Características do solo - serão coletadas 50 amostras de solo, distantes 500 m entre si, a 10 cm de profundidade. Será utilizada nas análises a proporção de argila no solo e outros parâmetros químicos físico-químicos básicos. As análises serão feitas em laboratório apropriado;
- Estrutura fitofisionômica - a estrutura fitofisionômica, termo que no presente estudo corresponde à densidade da folhagem, permitirá quantificar a estrutura espacial do habitat e constitui uma importante variável para a estruturação das comunidades de pequenos vertebrados (Malcolm, 1995; Pardini *et al.*, 2005). Para descrever a estrutura vegetal será aplicado o método de Hubbell e Foster (1986), onde uma vara de três metros é fincada no chão, servindo como referência para o estabelecimento de uma coluna vertical imaginária de cerca de 10 a 15 cm de diâmetro. Nesta coluna, a quantificação da densidade da folhagem será feita com o auxílio de um telêmetro, sendo calculado o número de metros preenchidos pela folhagem em oito estratos: de 0 a 1 m, de 1 a 5 m, de 5 a 10 m, de 10 a 15 m, de 15 a 20 m, de 20 a 25 m, de 25 a 30 m e de 30 a 35 m. A amostragem será feita a cada 100 metros ao longo dos módulos.

Medidas de composição de solos e estrutura da vegetação das parcelas terrestres, assim como as medidas de variáveis ambientais nas parcelas aquáticas serão feitas por uma equipe de técnicos treinados.

Dados climáticos (pluviometria e temperatura ambiental) serão aproveitados das estações meteorológicas supostamente implementadas pelo empreendimento.

Adicionalmente, os sítios de amostragem implementados poderão ser também utilizados pelo programa de conservação de flora, e uma maior interação com o referido programa aumentará ainda mais os benefícios em termos de informação gerada e custos, já descritos anteriormente.

Banco de Dados

Todas as informações serão inseridas em um banco de dados, que armazenará a base para as análises quantitativas e qualitativas do monitoramento. As informações deverão incluir: (1) a identificação do taxon (família e espécie); (2) o nome popular; (3) abundância relativa por área de monitoramento; (4) habitat; (5) micro habitat; (6) guilda (quando aplicável); (7) especificidade ao habitat ou grau de suscetibilidade a perturbação antrópica; (8) estimativa da área de ocupação; (9) localidade de registro; (10) padrão de distribuição geográfica; (14) presença nas UCs da região; (15) índice de vulnerabilidade.

Análise de Abundância / Raridade

O conjunto de dados obtido nos diferentes inventários permitirá a execução de análises de raridade dos táxons presentes na área monitorada, acessada através de três parâmetros (conforme RABINOWITZ *et al.* 1986, KATTAN 1992, ROMA 1996, GOERK 1997): Cada parâmetro, na verdade uma variável contínua, será categorizado em classes excludentes: **distribuição geográfica** (ampla/restrita); **especificidade ao habitat** (baixa/alta); e **abundância relativa da população nas amostras** (comum/incomum). Tais dicotomias

facilitam a obtenção rápida de um padrão geral de abundância/raridade, auxiliando no estabelecimento de bioindicadores e prioridades para a conservação.

Manejo e Conservação de Espécies / Comunidades

As ações de manejo e conservação serão implementadas conforme demanda, para garantir a preservação de amostras significativas da fauna local. Tais ações poderão incluir campanhas de divulgação e esclarecimento sobre riscos e ameaças incidentes sobre determinadas espécies, apoio a fiscalização, recriação de ambientes específicos, delimitação de áreas protegidas para abrigo de populações alvo, implantação de centros de criação e reintrodução de espécies, entre outras. Como as referidas ações devem ser espécie-específicas, elas não podem ser detalhadas no momento atual, já que ainda não há indicativos concretos a respeito de espécies atingidas, magnitude de impactos sobre populações e potencial de reversibilidade.

As ações de conservação e manejo serão formuladas e implementadas por ecólogos ou biólogos da conservação capacitados na medida em que sua necessidade seja detectada durante o monitoramento da fauna. Elas terão objetivos e metas específicas, definidas em função da resolução dos problemas em questão. Uma vez implantada uma ação, esta deverá ser integrada ao monitoramento para aferimento de resultados e verificação de sua eficácia.

7. RESPONSABILIDADES

O empreendedor é responsável pela execução do programa, podendo contratar instituições de ensino e/ou pesquisa de atuação na região.

8. RELATÓRIOS / PRODUTOS

Todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidadas ao final de cada ano.

9. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

Todos os subprogramas do Programa de Conservação da Fauna estão relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem. Além disso, alguns destes subprogramas relacionam-se com o Programa de Compensação Ambiental, Programa de Conservação da Flora, Programa de Conservação da Ictiofauna, Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas, Programa de Limnologia. A **Tabela 3** ilustra a relação dos diversos subprogramas com os demais programas do PBA.

TABELA 3

Relação dos subprogramas do Monitoramento de Fauna com os demais programas do PBA do AHE Santo Antônio.

Programa do PBA	Subprograma do Monitoramento de Fauna						
	SP 9.1	SP 9.2	SP 9.3	SP 9.4	SP 9.5	SP 9.6	SP 9.7
Programa de Compensação Ambiental							
Programa de Conservação da Flora							
Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas							
Programa de Limnologia							
Programa de Conservação da Ictiofauna							

10. CRONOGRAMA

O Cronograma está apresentado em anexo.

11. SUBPROGRAMAS ESPECÍFICOS

11.1 Subprograma de Levantamento da Entomofauna

11.1.1 Introdução/Justificativa

Ao contrário dos demais subprogramas, o levantamento de entomofauna não contempla atividades complementares de manejo e conservação. Isso ocorre porque se pressupõe que os requerimentos ecológicos dos insetos são por demais variados, complexos e desconhecidos para que se possa estabelecer medidas eficazes de conservação, que não a delimitação de unidades de proteção. Ao mesmo tempo, os requerimentos de área das espécies são geralmente baixos, e populações viáveis podem ser mantidas em pequenas áreas com habitats preservados.

Os insetos constituem cerca de 85% de todas as espécies animais, correspondem a maior diversidade biológica existente no planeta e vivem nos mais variados ecossistemas, com os mais variados hábitos. Para ilustrar o significado dessa situação tome-se o exemplo de que numa única árvore, escolhida ao acaso nas florestas tropicais da América do Sul ou Central, podem ser encontradas cerca de 4.000 espécies de besouros (ERWIN, 1982), além de muitas outras de outras ordens. Muitas dessas espécies são ainda desconhecidas ou não descritas pela ciência.

Muitos insetos são abundantes em ecossistemas terrestres, onde desempenham papéis essenciais em processos ecológicos como polinização, decomposição, reciclagem de nutrientes minerais e manutenção de propriedades físicoquímicas do solo, além de servirem

de alimento para muitos outros animais. Algumas espécies apresentam grande importância econômica, como pragas agrícolas, parasitas ou vetores de doenças. Os insetos têm taxas de crescimento populacional altas, curto tempo de geração (KREMEN *et al.* 1993) e são eficientes como “aviso preliminar” sobre mudanças súbitas no sistema em geral, já que respondem rapidamente a qualquer transformação no estado de seus recursos primários, seu habitat ou abundância de seus inimigos naturais (BROWN, 1997). Como têm alta diversidade, grandes populações e são amostrados com maior facilidade, o rigor estatístico no monitoramento de insetos é atingido mais facilmente do que no trabalho com vertebrados. Por isso, a sua utilidade no monitoramento ambiental, como bioindicadores, é incontestável. No entanto, para que possam ser corretamente usados precisam ser bem conhecidos, e isso está longe de ocorrer em ambientes megadiversos como a Amazônia.

Os levantamentos de entomofauna associados aos estudos de impacto ambiental (e esse não foi uma exceção) costumam esbarrar nas seguintes dificuldades na amostragem e análises: diversidade muito alta; tamanho reduzido da maioria das espécies; escassez de especialistas; dificuldades na identificação taxonômica, mesmo por especialistas; e conhecimento limitado da biologia e ecologia das espécies. Por causa dessas dificuldades é inviável fazer um estudo completo do grupo, mesmo em áreas aparentemente pequenas.

A melhor solução para o problema acima consiste em selecionar alguns indicadores para amostragem detalhada, com a justificativa de que não se abrange grande porcentagem da entomofauna, mas trabalha-se com grupos com requisitos ambientais distintos e participação em processos ecológicos importantes, que seriam duplos efetivos de toda a diversidade envolvida. Como aparentemente nenhum grupo de organismos é totalmente adequado para o monitoramento ambiental, cabe fazer o uso de assembleias de espécies de diferentes grupos nessa atividade (KREMEN *et al.* 1993). Nesse caso há a dificuldade de decidir quais táxons serão amostrados e inferir até onde os padrões encontrados nesses grupos seriam extrapoláveis aos demais. Além disso, essa decisão também depende da disponibilidade de especialistas, que não guarda qualquer relação com abundância, importância nos processos ecológicos ou resposta às perturbações ambientais.

Grupos da entomofauna passíveis de amostragem através de armadilhas são os mais indicados para levantamentos sistemáticos e monitoramentos, porque a utilização de artefatos de captura permite a amostragem quantitativa satisfatória em um maior número de áreas por período de tempo. Também é desejável que os grupos escolhidos não sejam meras taxocenoses, mas sim, representem guildas verdadeiras, ou seja grupos de espécies que utilizem pelo menos um determinado recurso ambiental (por exemplo: alimento) da mesma maneira. Tal fato permite detectar variações dentro de grupos ecológicos definidos, com papel conhecido na estruturação das comunidades biológicas, gerando maior capacidade de interpretação e predição de alterações e consequente melhora na avaliação ambiental. Por fim, os grupos estudados devem ser biologicamente e taxonomicamente bem conhecidos, facilmente observáveis, identificáveis em qualquer sítio ou estação e amplamente distribuídos. De forma geral, várias famílias e subordens de insetos importantes nas funções dos sistemas naturais preenchem esses requisitos (BROWN, 1997). Dentre esses grupos destacam-se os lepidópteros (borboletas e mariposas); coleópteros (besouros); himenópteros (formigas, abelhas), dípteros (moscas) e alguns insetos aquáticos (ex. efemérides e libélulas).

O presente levantamento irá contribuir para o conhecimento de grupos chave da entomofauna, permitindo que trabalhos futuros de monitoramento possam ser conduzidos com maior facilidade, rapidez e segurança na obtenção de resultados. Tais avanços poderão ser empregados em empreendimentos similares e mesmo nas fases de médio e longo prazo do monitoramento ambiental do AHE Santo Antônio.

11.1.2 Objetivos

Objetivo Geral

Esse trabalho fornecerá informações sobre a diversidade da entomofauna amazônica e suas necessidades de conservação, que são assuntos de interesse de toda a sociedade brasileira, empenhada na busca de alternativas de desenvolvimento sustentável da região. Pretende-se aprofundar os conhecimentos sobre a taxonomia, distribuição, uso de habitat e biologia dos grupos da entomofauna e determinar um protocolo de monitoramento de longo prazo passível de ser empregado na área de influência do AHE, em caso de necessidade. No caso mais claro, no que se refere a condicionante 2.11, referente as espécies fitófagas.

Objetivos específicos

- Ampliar o levantamento da entomofauna na área de influência direta do reservatório de modo a obter uma caracterização adequada de guildas chaves de insetos ocorrentes na área;
- Documentar a ocorrência e monitorar o aumento de pragas, em especial fitófagas.
- Identificar, dentre os grupos estudados, as espécies que mais serão afetadas pelo alagamento, bem como aquelas com potencial para avaliação continuada da qualidade de habitats naturais na área de influência do empreendimento;
- Obter dados de história natural e ecologia de comunidades de espécies ou grupos novos para a ciência, endêmicos ou aparentemente sensíveis para iniciar uma base de dados para comparações em longo prazo nesse e em outros empreendimentos semelhantes.
- Formar coleção de referência/testemunho de grupos ecologicamente representativos da entomofauna regional.

11.1.3 Âmbito de aplicação

Locais de amostragem específicos a serem definidos dentro dos sítios de monitoramento delimitados nas áreas do **Mapa 1**, conforme definido na seção geral.

11.1.4 Metas / Resultados Esperados

As Metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 4**.

TABELA 4.

Metas e resultados esperados.

Meta / Resultados Esperados
Obtenção de conhecimento da composição das taxocenoses estudadas
Criação de coleções de referência dos grupos estudados, com mínimo de 75% de material identificado
Obtenção do quadro de evolução populacional de potenciais pragas agrícolas, baseadas nos grupos indicadores selecionados para estudos

11.1.5 Procedimentos / Metodologia

Na **figura 3** anexa é apresentado o esquema geral de amostragens para a entomofauna, destacando-se que poderão ocorrer situações específicas por grupo.

Escolha dos Grupos

Borboletas

Borboletas são um grupo conspícuo de insetos, cujo número de espécies encontrado em ambientes naturais da região neotropical pode facilmente ultrapassar 1.000 (BROWN, 1992; EMMEL & AUSTIN 1990). Na última década, o papel das borboletas como bioindicadores tem sido reconhecido tanto em regiões temperadas, quanto em regiões tropicais (BROWN, 1991; NEW, 1997). Esses animais apresentam grande fidelidade ecológica a condições espaciais e microclimáticas espécie-específicas, e a resposta acentuada das comunidades de borboletas a perturbação antrópica constatada em diversos ecossistemas torna seu monitoramento, uma ferramenta importante para o manejo de sistemas naturais. Estudos recentes têm demonstrado que as borboletas têm o maior potencial preditivo associado a variação ambiental para extrapolação de dados para outros grupos de vertebrados e invertebrados.

Abelhas solitárias Euglossíneas

Os machos de abelhas solitárias sem ferrão da subfamília Euglossinae são polinizadores espécie-específicos de determinadas espécies de orquídeas. Dessas plantas eles obtêm substâncias necessárias a sintetização de feromônios com os quais atraem as fêmeas. Por outro lado, as fêmeas são seletivas quanto aos locais de nidificação. Embora não seja um *taxon* particularmente numeroso, a relação ecológica complexa torna sua sobrevivência condicionada a integridade dos ambientes naturais, e faz desses insetos, um grupo interessante para monitoramento de efeitos de alteração e fragmentação de habitats, especialmente aqueles florestais (POWELL & POWELL, 1987; RAW, 1989).

Escaravelhos coprófago-necrófagos

Besouros coprófago-necrófagos se alimentam de fezes e restos de animais mortos, e representam uma parcela importante dos decompositores dos ecossistemas naturais. Dentre esses besouros, os escaravelhos (família Scarabeidae), conhecidos popularmente como “rola-bostas”, são um grupo diversificado e conspícuo, taxonômica e ecologicamente bem estudado (CAMBEFORT *et al.*, 1991). Esses insetos também têm sido utilizados no estudo de alterações (HOLLOWAY *et al.*, 1992) e fragmentação (KLEIN, 1989) dos ambientes naturais, sendo um dos grupos de melhor custo-benefício em amostragens rápidas.

Formigas de serrapilheira

Formigas representam a maior biomassa animal das florestas tropicais e um dos grupos terrestres mais bem sucedidos do mundo, com cerca de 9.500 espécies descritas e uma estimativa populacional da ordem de 10.000.000.000 de indivíduos (GLEICH *et al.* 2002). São excelentes alvos para estudos de biodiversidade, devido a grande importância ecológica, distribuição geográfica ampla, alta riqueza local e regional, dominância numérica e por serem taxonômica e ecologicamente bem conhecidas, sensíveis a mudanças na condição do ambiente e facilmente amostradas (ALONSO & AGOSTI, 2000). São particularmente estudadas devido a aptidão de certas espécies como pragas agrícolas e urbanas. Diferentes espécies vivem em colônias pequenas ou numerosas e exibem alta plasticidade morfológica e ecológica. Algumas são predadoras de invertebrados e até vertebrados pequenos, enquanto outras predam sementes, comem folhas ou mesmo

cultivam fungos. Na mata existe grande número de formigas de solo e fossórias, além de outras tantas arborícolas que eventualmente andam pelo chão.

Cupins

Os cupins representam boa parte da biomassa de insetos presente na floresta, e chegam a constituir a base alimentar de mamíferos de médio e grande porte, como o tamanduá-bandeira (*Mirmecophaga tridactyla*) e o tatu-canastra (*Priodontes maximus*). Embora não sejam particularmente diversos, permitem amostragem aproximada de biomassa por área, através da contagem padronizada de ninhos, tendo sido usados em estudos de fragmentação ecossistêmica (FONSECA DE SOUZA & BROWN, 1994). São ainda pragas potenciais de pastagens em sistemas tropicais.

Gafanhotos

A ordem Orthoptera, com mais de 25.000 espécies identificadas (NASKRECKI & OTTE, 1998; EADES, et al., 2006), tem sua maior expressão nos gafanhotos, de grande representatividade na região amazônica. A superfamília Acridoidea (gafanhotos) possui espécies terrestres que utilizam os mais variados ambientes e estratos (desde a vegetação pioneiras rasteira, campos, arbustos até sub-bosques e vegetação alta das florestas), e espécies semi-aquáticas com ciclos vitais associados a populações de macrófitas aquáticas, às margens de corpos de água, ou ainda em gramíneas em áreas úmidas ou periodicamente alagadas

A importância ecológica dos gafanhotos está baseada na reciclagem da matéria vegetal, pelo fato de serem em sua maioria desfolhadores, ou ainda pela ocupação de outros nichos consideráveis, como comedores de matéria orgânica vegetal em decomposição, musgos, etc. (AMÉDÉGNATO, 1977). São ainda considerados importantes na teia trófica, sendo consumidos por muitos vertebrados. Além disso, têm grande importância econômica, já que muitas espécies podem causar danos consideráveis em áreas cultivadas, destruindo plantações inteiras em curto espaço de tempo, ou ainda danificando os tecidos vegetais através de oviposições endofíticas.

Insetos de larvas aquáticas das ordens Odonata, Ephemeroptera, Megaloptera e Trichoptera

Insetos de larvas aquáticas associadas a ambientes lóticos, como Trichoptera e Megaloptera, ou com espécies sensíveis, que apresentam necessidades microclimáticas definidas, como Odonata e Ephemeroptera são potenciais indicadores de alterações no ambiente aquático. A amostragem desses grupos não pode ser feita através de armadilhas, mas, devido a sua estrita associação aos cursos d'água, pode ser conduzido com igual eficiência na área do reservatório e tributários da bacia hidrográfica. Esses grupos da entomofauna são particularmente susceptíveis as alterações provocadas pela criação do reservatório e podem ser monitorados em pontos de controle fixos e áreas sujeitas a inundação.

Além dos grupos citados, insetos atraídos pela luz e bem conhecidos taxonomicamente, tais como mariposas esfingídeas e saturnídeas, são também bastante indicados para esse inventário.

Delimitação dos sítios de amostragem

O estudo será conduzido em seis localidades a montante do barramento ao longo dos rios Madeira e Jaci-Paraná (definidas na seção geral do programa), nos doze sítios de monitoramento escolhidos. Serão usadas as transecções de cerca de 5 km através da várzea e do contato várzea/terra-firme nas duas margens do rio, em cada uma das áreas amostradas. Os dispositivos de coleta serão colocados nas transecções de amostragem de

acordo com a especificidade metodológica associada a cada grupo inventariado, e cobrirão as diferentes fitofisionomias e habitats de maneira diferente (**Mapa 1**). Apesar da presença de muitas fitofisionomias na região não será possível o monitoramento de todos os diferentes ambientes, devido ao grande esforço de amostragem necessário para a amostragem de insetos em cada sítio, pelo que se optará pela seleção de biótopos mais representativos da região. No caso de insetos aquáticos, o inventário será realizado em diferentes corpos d'água presentes nos sítios de amostragem.

Periodicidade

São previstas quatro campanhas anuais de cinco dias, nas épocas de enchente, cheia, vazante e seca, conforme descrito na seção geral. Todos os grupos selecionados para estudo, no âmbito desse subprograma, serão amostrados em cada campanha.

Metodologia por grupo

Borboletas

Algumas guildas de borboletas conspícuas e numerosas nos neotrópicos — borboletas que se alimentam de exudações ou frutos fermentados e borboletas de sub-bosque que usam alcalóides pirrolizidínicos — podem ser capturadas por meio de iscas especiais, que permitem amostragem em parâmetros qualitativos e quantitativos.

Armadilhas para borboletas frugívoras são variações de um tipo apelidado de “Van Someren-Rydon” e funcionam com iscas, em geral frutos fermentados, principalmente bananas. Shuey (1997) discutiu os diversos problemas da utilização de armadilhas em amostragens quantitativas e apresentou uma série de modificações, do modelo e da técnica, recomendáveis para sua utilização com tal objetivo. Cada sítio do monitoramento deve contar com 18 armadilhas VSR armadas durante quatro dias consecutivos (sem contar o dia de armação). As armadilhas devem ser distribuídas equitativamente pelas três transecções paralelas do sítio. A isca usada deve ser uma mistura de bananas, caldo de cana, açúcar mascavo e água, homogeneizada e padronizada conforme Shuey (1997). As armadilhas serão suspensas por linhas de nylon (linha de pedreiro) apoiadas em galhos, alçadas com auxílio de uma atiradeira. Devem ser suspensas nos mesmos locais em todas as temporadas de coleta. Para a disposição das armadilhas devem ser evitados locais muito sombreados, e a distância mínima entre estas deve ser de 200 m.

Durante cada amostragem, a vistoria das armadilhas deve ser diária, se possível feita a partir das 15:00 (16:00 no horário de verão). A isca deve ser trocada no segundo dia, e regada com uma mistura de caldo de cana e açúcar mascavo nas demais checagens. Para cada amostragem, dias de sol ou nublados serão contados, enquanto dias chuvosos ou períodos de chuva intensa e suas horas posteriores devem ser desconsiderados e repostos. Após chuvas fortes ou prolongadas as iscas devem ser inspecionadas e, se necessário, regadas com caldo de cana e açúcar mascavo, ou trocadas.

Nas imediações das mesmas transecções de amostragem, chumaços da planta *Heliotropium indicum* devem ser pendurados no sub-bosque das matas, a cerca de um metro de altura, para atrair borboletas da subfamília Ithomiinae. A planta é facilmente encontrada na vegetação herbácea que se desenvolve na margem dos rios (caso haja um centro operacional de monitoramento, pode ser cultivada a partir de sementes e de modo subespontâneo em suas dependências). Como o poder atrativo é muito alto, quatro ou cinco chumaços, dispostos em fitofisionomias diferentes são suficientes para amostrar a comunidade. Os chumaços devem ser visitados pela manhã (até 9:00) e no final da tarde (depois das 16:30) e as borboletas presentes devem ser recolhidas com auxílio de pucá grande.

Durante o primeiro ano de monitoramento, os exemplares devem ser coletados para assegurar a identificação correta e formar coleção de referência. As espécies mais abundantes no primeiro ano, e a maioria dos animais capturados nos anos subseqüentes deve ser identificada, marcada e solta. Entretanto, alguns exemplares de espécies pouco comuns e aqueles ainda não registrados deverão ainda ser coletados. A identificação será feita por especialistas e após a conclusão do trabalho, todo o material coletado deve ser depositado em uma instituição pública. Para aqueles animais não coletados, a marcação será feita na face ventral das asas posteriores, com canetas de retroprojeto. O código utilizado deve permitir identificar as recapturas intra-sítio, inter-sítio e inter-amostragem. Este controle de recapturas garantirá a confiabilidade dos dados de abundância relativa, pela exclusão dos indivíduos recapturados, além de gerar estimativas populacionais e de uso de habitats, informações sobre o grau de vagilidade, deslocamento dos animais.

Além da amostragem por armadilhas poderão ser incluídos censos visuais complementares. Esse tipo de amostragem é mais dispendioso em matéria de tempo, mas permite identificar muitas espécies que não são atraídas pelas armadilhas. A técnica atual mais difundida para monitoramento de comunidades de borboletas através de censos é a amostragem por transecções (POLLARD E YATES 1993). Esta consiste em percorrer uma trilha de tamanho variável (no caso as transecções da grade) a uma velocidade constante, enquanto se registra todas as borboletas vistas dentro de um espaço imaginário de volume fixo, projetado ao redor do observador munido de binóculos. Os censos devem ser feitos em dias de sol, por períodos de tempo equivalentes entre as áreas amostradas, com um mínimo de 16 horas de amostragem por área em cada temporada de monitoramento.

Abelhas solitárias Euglossíneas

Os machos dessas espécies de abelhas podem ser facilmente atraídos por essências alcoólicas e capturados em armadilhas especiais. Essas armadilhas são construídas com garrafas plásticas de água mineral ou refrigerantes (PET um ou dois litros) com a área dos gargalos cortada e invertida para formar um tipo de “covo”. No interior da armadilha é colocado um algodão com essência alcoólica. As essências alcoólicas mais utilizadas são o acetato de benzil, o eucaliptol, o salicilato de metil, o escatol e a vanilina. Tais essências devem ser colocadas em armadilhas diferentes, uma vez que são menos eficientes quando misturadas num único recipiente. É recomendável um estudo piloto para testar quais são as essências mais atrativas no local. Durante o monitoramento deve-se utilizar pelo menos seis armadilhas por sítio amostrado por temporada, com um espaçamento mínimo de 1 km. As armadilhas deverão ser iscadas durante quatro manhãs consecutivas, sendo recolhidas ao final de cada tarde.

As abelhas capturadas deverão ser coletadas e preservadas em álcool 70% para serem identificadas por especialistas. Depois de identificado, o material deverá integrar coleções zoológicas públicas.

Escaravelhos coprófago-necrófagos

Escaravelhos e demais besouros coprófago-necrófagos podem ser capturados por meio de armadilhas de isca. Essas armadilhas são construídas com garrafas plásticas de água mineral ou refrigerantes (PET de dois ou cinco litros) cujos gargalos são cortados, alargados e invertidos. Um pequeno recipiente contendo a isca (fígado de boi mantido sem refrigeração por dois dias) e tapado com tela plástica é atado à parede interna da garrafa e uma solução de etileno glicol, bórax e água (pode-se utilizar fluido de refrigeração de motores de automóvel diluído na proporção de 1/3) é colocada no fundo, até formar uma coluna de dois centímetros de altura. A armadilha é, em seguida, enterrada para que sua boca fique no nível do solo, e assim permanece por quatro dias, quando é recolhida. Ao se enterrar a armadilha, deve-se tapar a folga da cova com serrapilheira íntegra, para evitar que terra e matéria vegetal de pequeno tamanho caia em seu interior e dificulte a triagem do

material coletado. Deve-se ainda, colocar um prato de plástico suspenso sobre a armadilha (p. ex. com uma estrutura de arame) para evitar que esta seja inundada por água de chuva. A cada temporada de amostragem deve-se usar um mínimo de seis armadilhas por sítio de coleta, espaçadas mais de 500 metros, ou em diferentes fitofisionomias.

Ao se retirar a armadilha, o líquido de seu interior não deve ser jogado no ambiente (por que é contaminante), mas pode ser reaproveitado depois de filtragem. Os besouros escarabeídeos capturados devem ser selecionados em triagem e transferidos para potes com álcool 70% para assegurar a preservação até que sejam montados em alfinetes entomológicos para identificação. Posteriormente o material deverá ser encaminhado coleções zoológicas em alguma instituição pública. Esse tipo de armadilha costuma capturar uma série de outros insetos, além dos besouros escarabeídeos. Tal material também deverá ser preservado em álcool 70% (sem necessitar de nova triagem para separá-lo) e encaminhado a coleções de instituições públicas que manifestem interesse pelo mesmo.

Formigas de serrapilheira

A metodologia usada seguirá o padrão internacional adotado para estudos de diversidade biológica (ALONSO & AGOSTI, 2000) que utilizam formigas de solo como indicadores biológicos das condições ambientais. Em cada sítio serão amostrados 4 conjuntos com 30 parcelas distanciadas com intervalos de 50 m, considerada suficiente para garantir a independência das mesmas (DELABIE, 1999).

Para maximizar a atração das formigas nas parcelas, utilizar-se-á iscas elaboradas com cerca de 1cm³ de sardinha preservada em óleo comestível em lata, dispostas em pedaços de papel higiênico com largura de 20 X 10 cm dobrado (SILVESTRE, 2000), as iscas ficarão dispostas sobre o solo (sobre a serrapilheira) ficando expostas por cerca de 90 minutos. Em cada parcela será extraída uma amostra de 1m² de serrapilheira. O material coletado será retirado das parcelas com o auxílio de luvas de couro e pás para peneiras concentradoras de serrapilheira. Essas são feitas de tecido reforçado de algodão, atado numa haste superior de ferro com diâmetro de 30 cm e outra haste de ferro com tela de arame disposta horizontalmente para peneirar o material coletado. O material peneirado será embalado em sacos plásticos ainda em campo, e levado para laboratório, onde será mantido em armadilhas de Winkler por 72h, para a extração das formigas. Esta técnica consiste na utilização de uma rede de contenção de tecido perfurado, de 40 cm de comprimento por 20 cm de largura, com malha de 4 mm. Cada rede acomoda cerca de 600 g de material particulado. A rede cheia de material é colocada dentro de uma armação de metal, revestida por tecido resistente. A parte superior do extrator é vedada e pendurada por uma corda. Na parte inferior do extrator acopla-se um pote de plástico com álcool a 80%. Por fim, os últimos exemplares serão triados manualmente com o auxílio de pinças entomológicas após a colocação do material particulado resultante da amostragem em uma bandeja de plástico de 30 cm de largura por 50 cm de comprimento.

A identificação dos gêneros e das espécies será feita num estereomicroscópio, com auxílio da chave dicotômica de Bolton (1994; 2003). A identificação será confirmada por especialistas no grupo. O material será depositado em coleções zoológicas públicas.

Cupins

Nas três as transecções de cada sítio de amostragem haverá contagem e marcação dos ninhos de cupim existentes. Um pequeno número de insetos (soldados e operários) deverá ser coletado em cada ninho, fixado e rotulado para identificação das espécies. Os tamanhos das transecções deverão ser definidos durante estudo piloto, e não precisam necessariamente cobrir todos os 5 km da grade aberta. Adicionalmente, as coletas com sacos de Winkler do levantamento de formigas vão conter inúmeros indivíduos de cupins de solo, que deverão ser aproveitados.

O material coletado deverá ser fixado em álcool 70 % e encaminhado a especialistas para identificação, sendo depositado em coleções públicas.

Gafanhotos

As seguintes técnicas de coleta de Orthoptera serão empregadas nos sítios de amostragem definidos para o inventário de insetos :

Gafanhotos semi-aquáticos - Busca por campos úmidos de gramíneas e colônias de macrófitas aquáticas no rio Madeira e igarapés menores, nas áreas delimitadas anteriormente. Os gafanhotos semi-aquáticos vivem associados a essas plantas onde são facilmente encontrados. A coleta dos gafanhotos usará rede entomológica adaptada para esse tipo de vegetação. As amostras serão compostas por 15 batidas da rede sobre cada colônia da espécie vegetal hospedeira. Os pontos de coleta serão georreferenciados, a fim de se determinar das espécies de gafanhotos.

Os gafanhotos coletados serão acondicionados em sacos plásticos identificados com os dados de coleta.

Gafanhotos terrestres - A coleta gafanhotos Acridoidea terrestres será feita por busca ativa com auxílio de rede entomológica ao longo das trilhas de grade estabelecidas em cada sítio de monitoramento. Dois coletores caminharão paralelamente em cada trilha, mantendo distância de cerca de cinco metros um do outro. Os gafanhotos coletados serão sacrificados em introduzidos em frascos mortíferos com acetato de etila e acondicionados em recipientes com identificação de trilha e local de coleta.

Todo o material coletado será transportado para o laboratório em mantas úmidas, acondicionadas em caixas plásticas com boa vedação. No laboratório haverá a triagem, montagem, etiquetagem e identificação prévia em nível de morfo-espécie (ou se possível espécie), e será posteriormente encaminhado a especialistas para confirmação de identificação.

A coleção de referência formada será encaminhada a uma instituição pública após o término do inventário.

Insetos de larvas aquáticas das ordens Odonata (libélulas), Ephemeroptera, Megaloptera e Trichoptera

Os referidos insetos aquáticos não serão apanhados em armadilhas, mas sim por coleta ativa. Cada sítio de amostragem terá um número de pontos de amostragem ligado a diferentes ambientes aquáticos incluindo a calha do rio principal, igarapés menores e brejos. As coletas serão feitas em todos os substratos disponíveis para colonização de ninfas, tanto no rio Madeira como em seus tributários de maior ou menor porte que estejam nos sítios de amostragem definidos. O número de locais amostrados será definido durante o estudo piloto, de acordo com referidos os cursos d'água. Os materiais necessários serão: puçás adaptados para a coleta aquática, álcool, frascos transparente, sacos plásticos, pinças entomológicas, etiquetas, bandejas e draga Petersen (252 cm²).

Em cada sítio amostral haverá coletas durante cinco dias consecutivos. As coletas poderão ocorrer em substratos próximos a superfície, como mata marginal, folhiço, algas, raízes, troncos, macrófitas aquáticas, folhiço de fundo e pedras, e consistirão basicamente da raspagem dos substratos com o puçá para captura insetos. O material raspado será colocado em bandejas, triado e fixado em campo, sendo acondicionado em frascos cheios de álcool 80%. Uma parte da amostra do substrato será também depositada em sacos

plásticos e fixada em álcool 96%, sendo triada em laboratório. Em cada local de coleta serão realizadas três réplicas, para obtenção de uma melhor representatividade da comunidade.

Todos os exemplares adultos e a maior parte das larvas e ninfas será fixada ainda no campo e conservada em álcool 80%. Uma vez que a identificação de determinados grupos é auxiliada com base nos estágios alados, serão feitas tentativas de criar ninfas de último instar até que venham a completar a metamorfose. Para tal, serão utilizados recipientes plásticos, como garrafas ou copos, com pequenos furos nas suas laterais inferiores e cobertos com filó na abertura superior, envoltos em uma estrutura flutuante, normalmente isopor. Os recipientes serão deixados no próprio local onde as ninfas foram coletadas, ficando parcialmente submersos. Após o final do período de campo, as ninfas capturadas serão levadas para o laboratório e mantidas em aquários, frascos ou bandejas com água do próprio rio, até a metamorfose. No caso de Ephemeroptera, em virtude da subimago, de pouca utilidade taxonômica, a armadilha de luz mais recomendável é a do tipo Lençol, que consiste unicamente de lâmpada, bateria e um pano branco. As subimagos atraídas para o lençol serão transferidas individualmente para pequenos recipientes de plástico, até que ocorra a ecdise imaginal (SALLES, 2006). Após a identificação, todo o material deverá ser incorporado a coleções zoológicas públicas.

Análise de dados

Diversas formas de análise serão empregadas para a caracterização das subcomunidades encontradas. Essas análises permitirão uma comparação entre as diferentes áreas inventariadas e permitirão a avaliação continuada, caso se opte por um monitoramento futuro¹.

Para extrapolar os dados e avaliar quão completo foram os inventários no que se refere ao método de coleta empregado, deverão ser usados estimadores de riqueza (COLWELL, 2006) calculados pelo software EstimateS. A estimativa de riqueza das espécies presentes em cada comunidade pode ser feita por extrapolação da curva de acumulação de espécies, por estimadores paramétricos e por estimadores não paramétricos, sendo os estimadores paramétricos - Chao 1, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap considerados os melhores para estudos como o proposto. Dentre os estimadores selecionados: Chao 1 leva em consideração os dados de abundância das espécies raras; Jackknife 1 leva em consideração os dados de espécies raras representadas por um indivíduo (singleton); Jackknife 2 leva em consideração os dados de espécies Singleton e as raras representadas por dois indivíduos (doubleton); Bootstrap utiliza a reamostragem dos dados originais para construção do modelo estimativo (SANTOS, 2003).

Os índices de diversidade funcionam de forma que a distribuição de cada espécie é pesada (no sentido estatístico) por sua abundância relativa. (RICKLEFS, 1996). Um dos índices amplamente usados em ecologia, o índice de Simpson é o indicado para este tipo de estudo. O cálculo deste índice é a partir das proporções (P_i) das espécies (i) na amostra total de indivíduos. Este índice dá menos peso para as espécies raras que para as espécies comuns e usa a probabilidade de que dois indivíduos escolhidos aleatoriamente pertençam a mesma espécie. Se essa probabilidade é alta a diversidade é baixa e vice-versa.

Como o foco deste trabalho envolve comunidades, serão usadas análises tipo ordenação por escalonamento multidimensional não métrico (importantes para ordenar dados advindos de áreas bem diferentes em termos de impacto), ou ordenação por análise de correspondência, consideradas mais adequadas para evidenciar padrões. É salutar também realizar análise de agrupamento que tem como objetivo dividir a amostra em grupos, de forma que os elementos pertencentes agrupados sejam similares entre si com respeito as

¹ O qual não está no escopo desse PROGRAMA.

variáveis que foram medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a esta mesma variável (MINGOTI, 2005). Ela é útil neste tipo de estudo para reduzir a dimensionalidade da amostra ou o número de variáveis a serem avaliadas. Para o cálculo da matriz de similaridade o ideal para este estudo é o coeficiente de similaridade de Morisita-Horn (1966).

Várias hipóteses relativas às comparações entre diferentes sítios e na escala de tempo (incluindo a evolução do quadro populacional em grupos de cupins, formigas e gafanhotos, que são pragas potenciais) poderão ser validadas a partir do teste de Mantel, cujo princípio básico é a comparação entre matrizes (similaridade e/ou distância). As matrizes comparadas serão: a matriz original de similaridade e a matriz hipótese, que é formulada através dos dados originais em função da hipótese a ser testada.

11.1.6 Relatórios e Produtos

A periodicidade dos relatórios para este programa será trimestral com consolidação em um relatório ao final de cada ano.

11.1.7 Interface com outros Programas

Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem, equipamentos, instalações e parte da equipe técnica. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental e Programa de Conservação da Flora.

11.1.8 Cronograma

O empreendedor é responsável pela execução do programa, podendo contratar instituições de ensino e/ou pesquisa de atuação na região.

11.1.9 Bibliografia

- ADIS, J. 1982. Eco-entomological observations from the Amazon: III. How do leafcutting ants of inundation forests survive flooding? *Acta Amazonica*, 12:839-840.
- ALLAN, J.D. 1995. *Stream ecology*. Kluger Academic Press, U.S.A.
- ALMEIDA, L.M.; Ribeiro-Costa, C.S.; Marinoni, L., 1988. *Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos*. Ribeirão Preto: Holos, 88p
- ALONSO, L. E. & AGOSTI, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. eds. *Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution. p.1-8.
- AMÈDÉGNATO, C. 1977. *Étude des Acridoidea Centre et Sud Americains (Catantopinae, Sensu Lato) Anatomie des Genitalia, Classification, Repartition, Phylogenie*. Thèse de Doctorat. Université Pierre et Marie, Paris, France. 383 p.

- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. 2001a. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 61: 249-258.
- BAPTISTA, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & SOARES, L. H. J. 1998. Distribuição de comunidades de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial do sudeste brasileiro. In: Nessimian J.L. & Carvalho A.L. (Ed.) *Ecologia de insetos aquáticos*. Rio de Janeiro: PPGEUFRJ, 5: 191-207.
- BASSET, Y., NOVOTNY, V., MILLER, S. E. & NEIL, D.S. 1998. Assessing impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. *Journal of Applied Ecology*, 35: 461-466.
- BOLTON, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the World. Cambridge, Harvard University. 222p.
2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71:1-370.
- BOWMAN, D.M. J. S., WOINARSKI, J. C. Z., SANDS, D. P. A., WELLS, A & MCSHANE, V. J. 1990. Slash-and-burn agriculture in the wet coastal lowlands of Papua New Guinea: response of birds, butterflies and reptiles. *Journal of Biogeography*, 17(3): 227-239.
- BROWN Jr, K.S. 1984. Species diversity and abundance in Jaru, Rondonia (Brazil). *News of Lepidopterist's Society*, 3: 87-88.
- BROWN Jr, K.S. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. In: *Biodiversity in Brazil. A first approach*. São Paulo: CNPQ, 221-253 p.
- BROWN JR., K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In: COLLINS, N.M. & THOMAS, J.A. (eds). *The conservation of insects and their habitats*. Royal Entomological Society Symposium XV. London: Academic Press, 349-404.
- BROWN, K. S. Jr. & HUTCHINGS, R. W. 1997. Disturbance, Fragmentation, and the Dynamics of Diversity in Amazonian Forest Butterflies. Pp. 91-110 In: Laurance, W. F. & Bierregaard, R. O. Jr. (eds.). *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. Univ. Chicago Press. Chicago.
- BROWN, K. S. Jr. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. Pp. 350-404. In: Collins, N. M. & Thomas, J. A. (eds.). *Conservation of insects and their natural environments*. R.E.S. Symposium Nr. 15. Academic Press, London.
- BROWN, K. S. Jr. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. Pp. 142-183. In: Morellato, L. P. C (org.) *História Natural da Serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Ed. da UNICAMP: Campinas, SP.
- BROWN, K. S. JR. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use Neotropical Forests: Insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1: 25-42.
- BUSS, D.F.; SALLES, F.F. 2007. Using Baetidae Species as Biological Indicators of Environmental Degradation in a Brazilian River Basin. *Environ Monit Assess* 130:365–372

- BUTTERFLY MONITORING PROTOCOL. 2003. In: BATRA, P. (coord.). Tropical Ecology, assessment and monitoring (Team) initiative. 1-16 p.
- CALLISTO, M. & GONÇALVES JÚNIOR, J. F. 2002. A Vida nas Águas das Montanhas. *Ciência Hoje*, vol. 31. Nº 182. p. 68-71.
- CAMBEFORT, Y., HANSKI, I. A. & HANSKI, I. 1991. Dung beetle ecology. Princeton Univ. Press., 520 p.
- CÂNDIDO Jr., J. F. 2001. Alterações Ambientais Antrópicas Sobre Avifauna na Amazônia: O Caso de Rondônia In ALBUQUERQUE, J.L.B. Et al Ornitologia e Conservação: da Ciência às Estratégias. Tubarão: ed. UNISUL 344p
- CAPOBIANCO, J.P.R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A.; SAWYER, D.; SANTOS, I.; PINTO, L.P. 2001. Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. São Paulo: Instituto Socioambiental. 540p.
- CASSOLA F. & PEARSON D.L. 2000. Global patterns of tiger beetle species richness (Coleoptera: Cicindelidae): their use in conservation planning *Biological Conservation* 95: 197-208.
- COLWELL, R. K. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 8. persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.
- COWLEY, M.J.R. 2000. The density and distribution of British of Butterflies. – Tese de doutorado. University of Leeds.
- DA-SILVA, E.R.; SALLES, F.F.; NESSIMIAN, J.L.; COELHO, L.B.N. 2003. A identificação das famílias de Ephemeroptera (Insecta) ocorrentes no estado do Rio de Janeiro: chave pictórica para as ninfas. *Boletim do Museu Nacional*, n518.
- DAVIES, K. F. & MARGULES, C. R. 1998. Effects of fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. *Journal of Animal Ecology* 67: 460-471.
- DE VRIES, P. J. 1988. Stratification of fruit-feeding nymphalid butterflies in a Costa Rican rainforest. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 26: 98 -108.
- DE VRIES, P. J., MURRAY, D. & LANDE, R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62: 343-364.
- DE VRIES, P. J., WALLA, T.R & GREENEY, H.F. 1999. Species diversity in special and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community from two Ecuadorian rainforests. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 333-353.
- DE VRIES, P.J. & WALLA, T.R. 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 74: 1-15.
- DELABIE, J.H.C. 1999. Comunidades de formigas (Hymenoptera. Formicidae) métodos de estudo e estudos de casos na Mata Atlântica p.58-68. In *Anais do encontro de Zoologia do Nordeste*. Feira de Santana, Editora Feira de Santana- BA.
- DELABIE, J.H.C. 1999. Comunidades de formigas (Hymenoptera. Formicidae) métodos de estudo e estudos de casos na Mata Atlântica p.58-68. In *Anais do Encontro de Zoologia do Nordeste*. Feira de Santana, Editora Feira de Santana- BA.

- DIDHAM, R.K.; J. GHAZOUL; N.E. STORK & A. J. DAVIS. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Tree*, 1 (6): 255-260.
- EADES, D.C., OTTE, D. & NASKRECKI, P. 2007. Orthoptera Species File Online. Version 2.0/3.1. [retrieval date]. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> – Consulta Mar/2007.
- ELOUARD, J.M., GATTOLLIAT, J.L. & SARTORI, M. 2003. Ephemeroptera, mayflies. In *The Natural History of Madagascar* (Goodman S.M & J.P. Benstead, eds). University of Chicago Press, Chicago, p.639-645.
- EMMEL, T. C. & AUSTIN, G. T. 1990. The tropical rain forest butterfly fauna of Rondonia, Brazil: species diversity and conservation. *Tropical Lepidoptera*, 1(1): 1-12
- EMMEL, T.C. & AUSTIN, G.T. 1990. The tropical rain forest butterfly fauna of Rondonia, Brazil: species diversity and conservation. *Tropical Lepidoptera*, 1(1): 1-12.
- ERWIN, T. L., 1982. Tropical Forests: their richness in coleoptera and other arthropod species. *Col.Bull.* 36(1): 74-75.
- FIGUEROA, R., VALDOVINOS C., ARAYA E. & O. PARRA (2003). Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores de Calidad del Água de ríos del sur de Chile. 275 *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 275-285.
- FRANCISCHETTI, C.N.; DA-SILVA, E.R.; SALLES, F.F; NESSIMIAN, J.L. A. 2004. Efemeroterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição. *Lundiana* 5(1):33-39.
- FREITAS, A.V.L. & PEÑA, C. 2006. Description of Genus Guaianaza for “Euptychia” pronophila (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) with a description of the immature stages. *Zootaxa* 1163: 49-59.
- FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN Jr, K.S. 2003. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN Jr., L. et al. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: ed. UFPR, 125-151 p.
- GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R.P.L. CARVALHO; G.C. BAPTISTA; E. BERTI FILHO; J.R.P. PARRA; R.A ZUCCHI; S.B. ALVES; J.D. VENDRAMIM; L.C. MARCHINI; J.R.S. LOPES; C. OMOTO. 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ. 920 p
- GANHO, N. G. & R. C. MARINONI. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza de famílias capturadas através de armadilhas malaise. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (4): 727-736.
- GILLOTT, C. 1995. *Entomology*, 2ª Edition. Plenum Press, New York.
- GLEICH, M. MAXEINER, D., MIERSCH, M. & NICOLAY, F. Life counts. *Cataloguing life on Earth*. Atlantic Monthly press, N.Y. 284 p.
- HAMER, K.C. & HILL, J.K. 2000. Scale-dependent effects of habitat disturbance on species richness tropical forests. *Conservation Biology*, 14:1435-1440.
- HILL, J.K., HAMER K.C., LACE, L.A. & BANHAM, W.M.T. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 41: 744-754.

- HÖLLDOBLER, B., WILSON, E. O. 1990. The Ants. Cambridge , Massachusetts. Harvard University. xii pp. 732.
- HOLLOWAY, J. D., KIRK-SPRIGGS, A. H. & KHEN, C. V. 1992. The response of some rain forest insect groups to logging and conversion to plantation. Philosophical Transactions of Royal Society of London. B. 335: 425-436.
- KLEIN, B. C., 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. ecology 70(6): 1715-1725.
- KREMEN, C.; COLWELL, R. K. ; ERWIN, T. L.; MURPHY, D. D.; NOSS, R. F.; SANJAYAN, M. A. 1993. Terrestrial Arthropod Assemblages: Their Use in Conservation Planning. Conservation Biology 7(4): 796-808.
- LEGENDRE O. & LEGENDRE L., 1998, Numerical Ecology: Developments in Environmental Modelling 20. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands.
- LEWINSOHN, T. M., FREITAS, A. V. L. & P. I. PRADO. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. Megadiversidade Volume 1 Nº 1.
- MAGURRAN A.E., 1988, Ecological diversity and its measurements. Croom Helm, London, 179 p.
- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University Press, 2004.
- MARQUES, M. G. S. M., FERREIRA, R. L. E BARBOSA, R. A. R. 1999. A Comunidade de Macroinvertebrados Aquáticos e Características Limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. Rev. Bras. Biol., maio, 59(2): 203 – 210. ISSN 0034 – 7108.
- McGEOCH, A. M. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. Biol. Rev., 73:181-201.
- MINGOTI, S. A. 2005. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- MINSHALL, G.W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships. The ecology of aquatic Insects (V.H. Resh & D.M. Rosenberg, eds). Praeger, New York, p.358-400.
- NEW, T. R. 1997. Butterfly Conservation. 2ed. Oxford University Press: Melbourne, Australia.
- POLLARD, E. & YATES, T. J. 1993. Monitoring butterflies for ecology and conservation. Chapman & Hall: London, UK. 274p.
- POWELL, A. H. & POWELL, G. N. V. 1987. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. Biotropica 19: 176-179.
- RAMOS, F.A. 2000. Nymphalid butterfly communities in an Amazonian forest fragment. Journal of Research on the Lepidoptera, 35: 29-41.
- RAW, A. 1989. The dispersal of Euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). Revista Brasileira de Entomologia 33 (1): 103-107.

- REZENDE, C.F. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folhígio submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central. *Biota Neotropica*, 7(n2):
- RICKLEFS, R.E. 1996. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 470p.
- RODRIGUEZ, J. P., PEARSON, D. L. & BARRERA R., R., 1997. A test for adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera, Carabidae, Cicindelinae) appropriate indicators for monitoring degradation of tropical forests in Venezuela? *Biological Conservation* 83: 69-76.
- RODRIGUEZ, J. P., PEARSON, D. L. & ROBERTO BARRERA R. (1998) A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (coleoptera: cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the
- SALLES, F.F. 2006. *A Ordem Ephemeroptera No Brasil (Insecta): Taxonomia E Diversidade*. Tese de doutorado, UFV.
- SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In CULLEN Jr. et al. (Ed.). *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Ed. UFPR, 2003, p.19-42.
- SANTOS, M. S., DIAS, N., LOUZADA, J. N. C., ZANETTI, R., DALAIE, J. H. C., NASCIMENTO, I. C. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. *Rev. Iheringia, Sér. Zool*, Porto Alegre, 96(1):95-101.
- SHAHABUDDIN, G. & PONTE, C.A. 2005. Frugivorous butterflies species in tropical forest fragments: correlates of vulnerability to extinction. *Biodiversity and Conservation*, 14:1137-1152.
- SHUEY, J. A. 1997. An optimized portable bait trap for quantitative sampling of butterflies. *Tropical Lepidoptera* 8(1): 1-4
- SILVEIRA, O.T. 2003. Fauna de Insetos das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: Takiyama, L.R. ; Silva, A.Q. da (orgs.). *Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú*, Macapá-AP, CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, p.73-80.
- SILVESTRE, R. 2000. *Estrutura de Comunidades de Formigas do Cerrado*. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Ribeirão Preto – USP.
- SPARROW, H.R., SISK, T.D., ERLICH, P.R. & MURPHY, D.D. 1994. Techniques and guidelines for monitoring Neotropical butterflies. *Conservation Biology*, 8:800-809.
- STORK, N. E. 1991. The composition of the Arthropods Fauna Bornean Lowland Rain Florest Trees. *Journal of Tropical Ecology*. 7(2):161-180.
- THE NYMPHALIDAE SISTEMATICS GROUP. Disponível em: <http://nymphalidae.utu.fi/index.htm> . Acesso em 18 de outubro de 2007.
- THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. 2000. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos em florestas tropicais umidas. Rio Branco: EMBRAPA Acre. 21p.

- UHEARA-PRADO, M., BROWN Jr, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2006. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Global Ecology and Biogeography*, 1-12 p.
- UHEARA-PRADO, M., FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN Jr, K.S. 2004. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica*, 4(1):1-25.
- VIEIRA, I. C. G.; Silva, J. M.; Toledo, P. M. 2005. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade amazônica. *Estudos Avançados* 19 (54): 153-164.
- WILLMOTT, K.R. 2004. Brush-footed butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). In: Capinera, J. L. (ed.). *Encyclopedia of Entomology*, volume I, A-E. London: Kluwer Academic Publishers, 379-384 p.
- WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In E.O. WILSON. 1997. *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 657p.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall. 662p.

11.2 Subprograma de Monitoramento de Herpetofauna

O monitoramento de herpetofauna (répteis) e da anfíbiofauna (anfíbios) é proposto para a área de influência direta e indireta do AHE Santo Antônio inicialmente durante três anos anteriores (2009-2011) e os dois anos posteriores (2012-2013) ao enchimento do lago do empreendimento. O programa unificado proposto é uma fusão de dois subprogramas previstos no escopo do EIA, denominados inicialmente "Sub-programa de monitoramento de herpetofauna" e "Sub-programa de monitoramento de quelônios e jacarés", sendo capaz de atender todas as condicionantes e requisitos impostos aos mesmos. São propostas as denominações "**Subprograma de monitoramento de herpetofauna terrestre e pequenos igarapés**" e "**Subprograma de herpetofauna de rios e grandes igarapés**", incorporados no mesmo monitoramento de herpetofauna pelos seguintes motivos:

- quelônios e jacarés também pertencem à herpetofauna;
- na verdade, ambos subprogramas amostram quelônios e jacarés; o primeiro amostra os quelônios e jacarés de igarapés até 4ª ou 5ª ordem (que não foram amostrados para o EIA) e o segundo amostra quelônios e jacarés do rio Madeira e seus afluentes de maior porte na área.

Nessa nova organização, os dois subprogramas poderão ser feitos por uma equipe única de herpetofauna. Do mesmo modo, os relatórios poderão ser unificados.

11.2.1 Herpetofauna Terrestre e Pequenos Igarapés

Grupos alvo

Ordem **Anura** (sapos, rãs e pererecas)

Ordem **Caudata** (salamandras)

Ordem **Gymnophiona** (cobras-cegas)

Ordem **Squamata** (anfísbenas, serpentes e lagartos)

Ordem **Crocodylia** (jacaré-paguá e jacaré-coroa)

Ordem **Chelonia** (quelônios)

11.2.1.1 Introdução/Justificativa: Anfíbios e répteis são grupos de vertebrados bastante diversificados na região neotropical. Muitas espécies desses grupos são peças importantes dos ecossistemas da região, ocupando níveis intermediários e mesmo superiores nas complexas teias tróficas existentes nos diferentes ambientes. Além disso, anfíbios anuros têm grande sensibilidade a alterações em seus habitats e são excelentes indicadores de qualidade ambiental, enquanto crocodilianos e quelônios são recursos importantes (alimentares e econômicos) para as populações tradicionais amazônicas.

O inventário de herpetofauna realizado para o EIA dos AHEs Santo Antônio e Jirau registrou uma das mais altas diversidades de anfíbios conhecidas para Rondônia (94 espécies), além de 28 espécies de lagarto e 31 de serpentes. Destas, 65 espécies de anfíbios, 21 de lagartos e 16 de serpentes foram registradas na área do AHE Santo Antônio. Das espécies de anfíbio da área conjunta Santo Antônio-Jirau, 24 provavelmente são novas para a ciência, sendo que três delas (*Eleutherodactylus gr ockendeni*, *Scinax* sp1 e *Scinax* sp2) foram encontradas apenas na área de Santo Antônio. Não foram registrados quelônios terrestres (jabutis) na área de Santo Antônio, apesar de duas espécies (*Geochelone carbonaria* e *G. denticulata*) terem sido mencionadas como presentes na área, em entrevistas com residentes.

Doze das espécies de anfíbios registradas para o EIA estão tipicamente associadas a floresta primária não perturbada, e podem ser consideradas bioindicadoras do estado de

conservação da floresta; seis espécies de anfíbios podem ser consideradas endêmicas, isto é, são restritas ou muito provavelmente restritas a zona da área de estudo; e oito espécies de anfíbio e três de serpente podem ser consideradas raras, isto é, são raramente encontradas e com baixa densidade (três delas, *E. altamazonicus*, *I. quixensis* e *H. boliviana* são raras só no Brasil, tendo ampla distribuição em outros países amazônicos). Porém, não há informação suficiente sobre a distribuição geográfica e requerimentos ecológicos de muitas das espécies registradas, pelo que, não se pôde estabelecer seu estado de conservação. Além disso, verificou-se um alto número de espécies que não puderam ser identificadas em sua maioria, sendo provavelmente novas para a ciência. Dentre essas últimas espécies destacam-se as seis registradas e não identificadas de *Colostethus*, da família Dendrobatidae, típica de florestas preservadas, das quais duas (*Colostethus* sp.1 e *Colostethus* sp.3) já foram registradas em outras áreas da Amazônia.

O desenho amostral utilizado no EIA (maior número de transectos distribuídos por toda área a ser amostrada; maior esforço; diferentes ambientes) mostrou-se eficiente para a detecção da diversidade de anfíbios. Porém, a curva de amostragem de anfíbios não se estabilizou em nenhuma das localidades inventariadas (em parte, devido ao fato das expedições de amostragem ter sido realizadas em épocas distintas do ano, nas quais diferentes grupos de espécies se encontravam em atividade), pelo que faz-se necessária a continuação do inventário para obter uma caracterização precisa da comunidade e determinação das espécies dominantes em diferentes ambientes. Além disso, há que se obter dados de autoecologia das espécies endêmicas e/ou novas, para estabelecer programas de conservação para mesmas.

11.2.1.2 Objetivos

Objetivo Geral

Esse trabalho fornecerá informações sobre a diversidade da herpetofauna amazônica e suas necessidades de conservação, assuntos de interesse de toda a sociedade brasileira, empenhada na busca de alternativas de desenvolvimento sustentável da região. Além disso, o programa irá desenvolver e aplicar (caso seja necessário) estratégias de manejo e conservação destinados a alvos específicos da fauna, para manter amostras significativas da mesma, na região de influência do AHE Santo Antônio.

Objetivos específicos

- Complementar o levantamento da anfíbiofauna e da herpetofauna na área de influência direta do reservatório e em áreas controle para obter uma caracterização adequada das principais comunidades de anfíbios e répteis da região, em especial daqueles ambientes com maior área afetada pelo empreendimento;
- Identificar e monitorar as espécies que mais serão afetadas pelo alagamento, bem como potencial para a indicação da qualidade de habitat na área do empreendimento;
- Obter dados de história natural e ecologia de comunidades de espécies ou grupos novos para a ciência, novas ocorrências, endêmicos ou aparentemente sensíveis, de modo a subsidiar estratégias de conservação e manejo;
- Estabelecer estratégias de conservação e, quando pertinentes, ações de manejo para manter amostras de populações e comunidades representativas de répteis e anfíbios na área de influência do empreendimento;

11.2.1.3 Metas / Resultados Esperados: As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 5**.

TABELA 5.

Metas e resultados esperados.

Meta / Resultados Esperados
Obter conhecimento sobre a biologia, ecologia e o comportamento de espécies endêmicas e daquelas novas para a ciência
Amostragem sistemática e integrada espacial e temporalmente de todos os táxons contemplados no sub-programa, dentro da área afetada pelo reservatório
Determinação de parâmetros e espécies sensíveis e indicadoras a serem monitoradas
Implementação de protocolo de monitoramento, detecção de impactos e proposição de medidas de conservação dos componentes afetados

11.2.1.4 Âmbito de aplicação: Canteiro de obras do AHE Santo Antônio, durante a fase inicial de remoção de vegetação e solo.

Locais de amostragem específicos a serem definidos dentro dos sítios de monitoramento delimitados nas áreas do **Mapa 1**, conforme definido na seção geral.

11.2.1.5 Procedimentos / Metodologia: Em cada sítio de amostragem serão usadas três trilhas de 4km de comprimento, paralelas a margem do rio Madeira (ou Jaci-Paraná) e separadas por uma distância de 1km. As formas de amostragem empregarão trilhas e parcelas e cobrirão sistematicamente os ambientes de margem de rio, várzea e de terra-firme, além de biótopos especiais (p.ex. miritizal) em alguns sítios (ver esquema de amostragem na **Figura 4** anexa).

A cada quilômetro ao longo das trilhas serão instaladas **parcelas de amostragem terrestre** (um total de 10 parcelas por módulo). Cada parcela terá 250 m de comprimento, partindo da trilha e seguindo a direção da curva de nível do ponto de partida, para minimizar a variação ambiental dentro da parcela. As primeiras linhas de parcelas serão instaladas muito próximas da margem do rio Madeira ou Jaci-Paraná (linha de margem da cota do rio no pico da cheia). Essas parcelas se perderão com o enchimento do reservatório, mas os dados servirão para analisar o deslocamento e eventual perda de espécies em relação as amostragens subsequentes ao enchimento. Depois do enchimento as parcelas serão alocadas em novas trilhas dentro da grade de amostragem.

Trinta **conjuntos de interceptação e queda** (*pitfall traps*) serão instaladas em cada sítio, divididos em três grupos de 10 paralelamente dispostos em relação as parcelas de amostragem. Cada conjunto será composto por quatro baldes de 80 L, dispostos em forma de Y, o balde central distando 10 m de cada um dos três baldes periféricos. Os baldes periféricos serão conectados com o central por uma cerca de lona com uma altura de 50 cm, disposta de modo a cruzar o centro de cada balde. As estações serão instaladas próximo as parcelas terrestres, dependendo da situação local (presença de água, áreas planas, declives, rochas, etc.). Nenhuma outra atividade poderá ser realizada em uma área de 30 m de diâmetro a partir do balde central.

Também serão instaladas 6-10 **parcelas ripárias** (parcelas instaladas à margem de igarapés) em cada módulo. O número total de parcelas dependerá do número de igarapés que existir dentro do módulo. As parcelas ripárias serão formadas a partir de transecções de 250 m de comprimento a 1,5 m de distancia da margem direita do igarapé.

Por fim, serão instaladas três **parcelas aquáticas**, ao longo dos três igarapés de maior porte que cruzarem as trilhas de 5 km. Cada parcela terá 1000 m de comprimento e será acompanhada por uma picada ao longo da margem esquerda do igarapé, e marcada a cada 50 m por fita colorida e uma placa de identificação fixada em tronco de árvore na margem oposta a da picada. Em cada um destes pontos serão medidos, largura do igarapé, profundidade máxima e média da água, velocidade da corrente, transparência da água, cobertura vegetal e presença de refúgios para fauna aquática.

Para espécies cuja área de vida é ampla, como grandes serpentes, tartarugas terrestres, grandes lagartos, como *Tupinambis*, os monitoramentos são feitos nas trilhas de 5 km. Para grupos de espécies cuja área de vida é pequena, e que em geral respondem a variáveis ambientais em escala local (anfíbios, pequenos lagartos, pequenos mamíferos), as amostragens são realizadas nas parcelas terrestres. Parte desses grupos também será amostrada por meio das armadilhas de interceptação e queda. Nas parcelas ripárias serão amostrados anuros, lagartos, serpentes que vivem neste tipo de ambiente e dependem essencialmente destes tipos de micro habitat. Nas parcelas aquáticas serão amostrados quelônios e jacarés (também podem ser usadas para amostragem dos invertebrados aquáticos).

Durante os trabalhos de remoção de vegetação e solo na área do canteiro de obras da barragem serão realizadas coletas de animais desalojados, representando uma oportunidade de amostragem de espécies fossoriais, que dificilmente são encontradas em amostragens tradicionais. Anfíbios e répteis serão coletados em áreas de solo recém revolvido. O cronograma de coletas será ajustado com o cronograma de trabalho no canteiro de obras.

Durante cada campanha serão amostrados todos os 12 módulos de amostragem (parcelas terrestres, estações de armadilhas de interceptação e queda, parcelas ripárias e parcelas aquáticas). Cada módulo será amostrado por um período de 5 dias.

A distribuição das amostragens ao longo do ano permitirá um amplo monitoramento de toda a herpetofauna, pois a estação seca é a mais apropriada para a coleta de lagartos heliotérmicos e serpentes, enquanto a estação chuvosa é a mais apropriada para levantamentos de anuros e lagartos não heliotérmicos. As repetições das amostragens permitirão uma melhor estimativa do tamanho das populações e suas relações com o os fatores ambientais.

Métodos de amostragem

Anfíbios, lagartos e serpentes

Amostragem visual em transecções - Trata-se de uma combinação do método de levantamento por encontros visuais (*visual encounter surveys*, CRUMP & SCOTT, 1994) e do método de contagem pontual (usado principalmente por ornitólogos). Uma ou mais pessoas devem percorrer a linha central da parcela (250m), registrando todos os indivíduos avistados ou ouvidos (no caso de anuros) durante o percurso, que deve durar, no mínimo, 1 hora. A cada 25 ou 50m deve-se parar durante 5 minutos, durante os quais serão registrados todos os animais avistados ou ouvidos (no caso de anuros). Lagartos das famílias Teiidae e Scincidae normalmente se encontram de dia com temperatura ambiente acima de 29°C. Os lagartos das famílias Polychrotidae e Tropicuridae, e os do gênero *Gonatodes* (família Gekkonidae) devem ser procurados visualmente em arbustos e em troncos, a qualquer hora do dia ou da noite. As espécies de hábitos noturnos (a maioria das espécies de anuros, os lagartos do gênero *Thecadactylus* e a maioria das espécies de serpentes) serão procuradas durante a noite. As espécies com indivíduos de maior porte (p.ex. *Tupinambis*) serão monitoradas ao longo das transecções de 5 km durante o deslocamento entre as parcelas.

Busca ativa em sub-parcelas - Os lagartos da família Gymnophthalmidae e os do gênero *Coleodactylus* (Gekkonidae), as serpentes e os anuros diurnos que vivem na serrapilheira serão amostrados por busca ativa. O método se constitui no revolvimento do folheto e de troncos caídos, por duas pessoas, enquanto percorrem sub-parcelas de 1x250m instaladas ao lado da linha central da parcela, a qualquer hora do dia.

Busca passiva - com armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps with driftfence*). Amostragem padronizada, adequada a coleta de anuros, répteis, mamíferos, aranhas, besouros, Orthoptera (gafanhotos e grilos) e outros animais da serrapilheira. Fornece dados quantitativos que podem ser comparados entre diferentes áreas, quando o tamanho dos baldes, a distância entre eles e o padrão da montagem de armadilhas são iguais.

Registro de vocalizações de anuros - Em cada área de estudo serão feitas gravações das vocalizações de anuros utilizando um gravador digital Marantz PMD660. Posteriormente, as gravações serão digitalizadas e analisadas através do programa computacional Raven 1.2. O banco de dados obtido poderá ser utilizado na avaliação de diferenças entre populações da mesma espécie entre as margens do Rio Madeira para estudos de sistemática e taxonomia de anuros e na descrição de novas espécies do grupo.

Quelônios terrestres

Quelônios terrestres (jabutis) normalmente ocorrem em baixa densidade e possuem hábitos discretos e baixa mobilidade, sendo, portanto, difíceis de amostrar. Jabutis serão amostrados ao percorrer as trilhas de 5km, e as trilhas das parcelas terrestres e ripárias, por meio de encontros fortuitos. Cada animal encontrado será sexado, pesado, medido (comprimento reto e curvo da carapaça e comprimento reto central e máximo do plastrão). Juvenis, sub-adultos e adultos jovens terão contados e medidos os anéis de crescimento nas placas costais e peitorais, para estimativas de idade relativa e padrão de crescimento. Cada animal receberá uma marca individual, por meio de furos nas placas marginais da carapaça, seguindo o código de marcação de Magnusson *et al* (1997), para identificação de eventuais recapturas ao longo dos quatro anos de trabalho. Amostras de tecido serão coletadas e preservadas em etanol para futuros estudos genéticos. Marcas como deformações da carapaça, mutilações e cicatrizes serão registradas, e cada indivíduo será fotografado, para auxílio em futuras identificações.

Quelônios e jacarés de igarapés

As parcelas aquáticas serão amostradas por meio de armadilhas tipo covo, com dois tamanhos de abertura (80 cm e 50 cm), usadas alternadamente, dependendo da profundidade do igarapé no ponto a ser amostrado. Os covos serão instalados a cada 100m ao longo da parcela de 1km (portanto 10 covos/parcela em cada campanha). Os covos serão cevados com frango ou sardinha. Tanto quelônios, quanto jacarés pequenos (do gênero *Paleosuchus*), que normalmente habitam igarapés de pequeno porte, são capturados com esse tipo de armadilha. Em princípio, as três parcelas aquáticas de cada módulo serão amostradas simultaneamente. As armadilhas serão instaladas no primeiro dia de trabalho em cada módulo e serão revisadas no começo e final de cada uma das quatro noites subsequentes, sendo retiradas no quinto dia. Dependendo da distância entre parcelas aquáticas (que vai depender da distribuição de igarapés em cada módulo de amostragem), uma ou mais parcelas terão que ser amostradas consecutivamente. Nesse caso, a amostragem de igarapés durará mais dias que a amostragem dos demais grupos.

Cada animal encontrado será identificado quanto a espécie, sexado, pesado, medido (comprimento reto e curvo da carapaça e comprimento reto central e máximo do plastrão para quelônios, e comprimento total, da cabeça e do tronco para jacarés). Juvenis, sub-adultos e adultos jovens de quelônios terão contados e medidos os anéis de crescimento nas placas costais e peitorais, para estimativas de idade relativa e padrão de crescimento.

Cada animal receberá uma marca individual, por meio de furos nas placas marginais da carapaça para quelônios, seguindo o código de marcação de Magnusson et al (1997), e por meio de remoção de escamas carenais da cauda para jacarés, seguindo o código de marcação de Magnusson e Lima (1991), cada para identificação de eventuais recapturas ao longo dos quatro anos de trabalho. Amostras de tecido serão coletadas e preservadas em etanol para futuros estudos genéticos. Marcas como deformações, mutilações e cicatrizes serão registradas, e cada indivíduo será fotografado, para auxílio em futuras identificações.

Jacarés também serão encontrados por meio de localização visual pelo brilho dos olhos, durante o deslocamento noturno ao longo das trilhas marginais as parcelas aquáticas. Nesse caso os animais serão capturados a mão.

Fixação e preservação do material

Os indivíduos coletados serão sacrificados por super dosagem de anestésico de uso veterinário. Todas as espécies serão fotografadas para registro das cores em vida como testemunho das características locais das espécies conhecidas e auxílio na identificação de espécies problemáticas. Após o sacrifício e antes de fixar os indivíduos serão retiradas amostras de tecidos, que serão preservadas em etanol p.a.. Este procedimento maximizará o aproveitamento do material para futuros estudos genéticos. Antes de ser fixado cada espécime será pesado, numerado e terá seus dados – número, identificação, peso, algumas medidas, cor do animal vivo, observações ecológicas, local, data, eventualmente tipo e número da armadilha, número de fotografia, se pertinente, localização do registro de canto (fita, minidisk ou outro), e se uma amostra de tecido foi obtida – registrados em cadernos de campo. Anfíbios e répteis serão fixados em formol 10% e preservados em álcool 70%. O material herpetológico coletado será tombado em coleções herpetológicas de instituições públicas (ex. INPA e Museu Paraense Emílio Goeldi), onde permanecerá disponível para estudo pela comunidade científica. Uma coleção de referência poderá ser organizada para permanecer em instituição local, caso haja interesse e quando uma infra-estrutura adequada tenha sido instalada. Para as espécies de anuro ainda não descritas oficialmente para a ciência, serão coletados dados complementares como a gravação das vocalizações de 15 indivíduos, coleta de pelo menos 20 machos, 20 fêmeas, um total de 100 girinos de diferentes localidades. Serão feitos estudos especiais de marcação e seguimento dos adultos para descrever área de vida, comportamento reprodutivo e o local de desova das referidas espécies. A busca pelas mesmas será intensificada fora das áreas futuramente alagadas pelo reservatório.

Os espécimes não identificados em campo serão identificados em laboratórios especializados (ex Laboratório de Ecologia de Comunidades do INPA ou Museu Paraense Emílio Goeldi) por comparação com literatura especializada. Todas as vocalizações dos anuros e as fotografias de todas as espécies serão digitalizadas e usadas para confirmação de espécies problemáticas e descrição de espécies novas.

Análise de dados

Todos os dados coletados em campo serão informatizados em base de dados. Os indivíduos registrados por meio do método de Crump & Scott (1994) servirão de base para determinar a riqueza de espécies de anuros, lagartos e cobras, e estimar a abundância relativa de cada espécie em cada sítio, entre sítios, ambientes, épocas do ano e margens do rio. Será utilizado o programa PRESENCE 2.0 (MACKENZIE & HINES, 2005) para estimar o número de levantamentos necessários para se alcançar mais de 90% de probabilidade de se detectar determinada espécie em qualquer uma das parcelas, a partir da fórmula: $1-(1-p)^n$ (MAGNUSSON, com. pessoal); onde p é a probabilidade de detecção da espécie e n é o número de levantamentos. Serão consideradas apenas as espécies com maior probabilidade de ser afetadas pela perturbação causada pelo empreendimento.

Dados para quelônios e jacarés serão analisados quanto a presença, abundância relativa e sua relação com características do habitat. Se houver recapturas, eventualmente os dados poderão ser usados em modelos de captura-recaptura, usando o programa MARK.

Espécies alvo de monitoramento serão determinadas por análise de abundância/raridade. Uma vez que se estabeleçam os parâmetros de monitoramento, as populações das espécies alvo serão acompanhadas pelo menos por sete anos (com três monitoramentos subseqüentes seguidos de dois espaçados, conforme descrito na seção geral). Alterações populacionais atribuíveis a implantação do empreendimento gerarão medidas de manejo e/ou conservação.

11.2.1.6 Relatórios e Produtos Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidados em um relatório ao final de cada ano.

11.2.1.7 Interface com outros Programas Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem, equipamentos, instalações e parte da equipe técnica. Além disso, esse sub-programa relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental e Programa de Conservação da Flora.

11.2.1.8 cronograma: [O cronograma está apresentado em anexo.](#)

11.2.2 Herpetofauna de Rios e Grandes Igarapés

(antigo subprograma de Monitoramento de Quelônios e Jacarés)

Grupos alvo:

Ordem **Crocodylia** (jacarés)

Ordem **Chelonia** (quelônios)

11.2.2.1 Introdução/Justificativa: Tartarugas e jacarés são predominantemente aquáticos, o que os torna especialmente sensíveis aos empreendimentos hidrelétricos. Além disso, são parte considerável da biomassa de vertebrados aquáticos nos ecossistemas amazônicos e têm importância econômica e cultural para as populações ribeirinhas. Na região de Santo Antônio observou-se diversas interações entre as referidas populações e os animais em questão: adultos e ovos de quelônios, principalmente de tracajá e tartaruga (além de jabutis), são consumidos localmente. “Banha” e escamas das referidas espécies têm uso medicinal local. Jacarés também são capturados para consumo local e na área de Jaci-Paraná eles estão associados a prejuízos, destruindo redes de pesca. Há caça de jacarés em pequena escala para consumo e para eliminar grandes animais, vistos como ameaças ou capazes de causar prejuízos. O uso medicinal de sua “banha” também foi relatado no EIA. Todas essas atividades dependem da manutenção de populações saudáveis de quelônios e jacarés na região do AHE.

Os crocodilianos e quelônios registrados no EIA são comuns e a maioria é considerada de ampla distribuição na Amazônia. Na área de Santo Antônio as menores densidades de jacaré foram registradas no rio Jaci-Paraná na cheia e no trecho Teotônio-Santo Antônio na seca. As maiores densidades foram observadas no igarapé Caripuna na cheia e no rio Jaci-Paraná na seca. Perturbações antrópicas (garimpo, desmatamento e caça de subsistência)

contribuem para manter as populações reduzidas. As maiores densidades, tanto para jacarés, quanto para quelônios, foram observadas nos afluentes perenes do rio Madeira, sendo especificamente o rio Jaci-Paraná, o mais importante.

Das seis espécies de crocodilianos que ocorrem no Brasil, cinco vivem na região do rio Madeira e seus afluentes em habitats de grandes e pequenos rios, lagos e igarapes. São elas jacaré-açu (*Melanosuchus niger*), jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*), jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*), jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) e jacaré-coroa (*P. trigonatus*). Vários autores têm mostrado que a história de vida dos crocodilianos depende do meio em que vivem e de variações sazonais e plurianuais. Variáveis climáticas, como nível de água, precipitação e temperatura se refletem na dinâmica populacional dos crocodilianos, em diferentes etapas de sua vida. As densidades de jacarés variam em função de fatores ambientais, da qualidade do habitat. Fatores antrópicos, como a pressão de caça, atuam principalmente sobre as taxas de sobrevivência adulta. Os parâmetros biológicos dos crocodilianos podem ser acompanhados anualmente através de técnicas de monitoramento já conhecidas.

A presença de ninhadas de jacaré na área de Santo Antônio indica que pelo menos três espécies (*Caiman yacare*, *Paleosuchus palpebrosus* e *Melanosuchus niger*) se reproduzem nesta área, apesar da existência de habitats pouco favoráveis, como cachoeiras e corredeiras no rio Madeira. Em particular, o rio Jaci-Paraná parece constituir hoje uma das principais áreas de reprodução de jacarés na área do empreendimento.

Para quelônios, o EIA registrou maior densidade geral e maior diversidade potencial de espécies na área do AHE Santo Antônio, em comparação com a área do AHE Jirau. No entanto, só houve registros positivos (em amostragens de avistamento) de quatro espécies nas referidas áreas (*Podocnemis expansa*, *P. unifilis*, *Phrynops geoffroanus* e *Chelus fimbriatus*), sendo que a última foi avistada apenas na área do Jirau. As demais espécies listadas para a área de Santo Antônio (nove espécies) foram apontadas por moradores locais em entrevistas usando guias ilustrados, e, portanto, são dependentes de confirmação. Pode, de fato, haver um número maior de espécies que as observadas na área, pois muitas espécies não são passíveis de ser registradas por avistamento em rios e igarapés de maior volume, quer porque tenham hábito críptico, quer porque ocorram preferencialmente em cursos de água menores. Entrevistas revelaram doze etnoespécies de quelônios, correspondendo a pelo menos doze espécies biológicas, das quais sete já haviam sido registradas em outros inventários no Estado de Rondônia. Cinco das espécies citadas em entrevistas (*Kinosternon scorpioides*, *Peltecephalus dumerilianus*, *Phrynops gibbus*, *Phrynops nasutus nasutus*, *Rhinoclemmys punctularia*) não foram confirmadas para a região por observação ou coleta, e sua ocorrência nas Áreas de Estudo dos AHEs Santo Antônio e Jirau ainda é incerta. Na área de Santo Antônio as maiores densidades de quelônios foram observadas no rio Jaci-Paraná.

Na área conjunta Santo Antônio-Jirau foram mencionadas (também em entrevistas com moradores) sete praias de desova para tracaá (*Podocnemis unifilis*), sendo cinco na área de Santo Antônio (praia do Camaleão e praia do Tarumã, no rio Madeira, na região de Teotônio; praia da Conceição e Três-praias, no rio Jaci-Paraná; e praia Altamira, no igarapé Caripuna) e duas na área do Jirau (praia da Taquara e praia do Tamburete, ambas na região do Abunã). Para tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*) os registros de praias de desova são somente da área do AHE Jirau (praia da Taquara, e observação direta de desovas em uma praia desconhecida, abaixo da cachoeira do Paredão).

Não é esperado que a criação das represas projetadas para o alto Madeira afete a sobrevivência de indivíduos adultos de quelônios e jacarés que habitam o rio Madeira e seus afluentes de maior porte, desde que suas fontes de alimento não sejam reduzidas drasticamente. No entanto, as represas eliminarão os locais de desova dessas espécies localizadas em praias e zonas ripárias, podendo eliminar por completo o recrutamento de

novos indivíduos de espécies altamente dependentes de praias de grandes rios para sua reprodução, como *Podocnemis expansa*. Por exemplo, em Balbina, apenas recentemente, décadas após o enchimento do reservatório, voltou a haver registros de reprodução de *P. expansa*, em praias de igarapés que tiveram seu regime hídrico mudado após o enchimento (D. BALENSIEFER, com. pessoal).

A se confirmar que as únicas praias de desova de *P. expansa* na região estão localizadas na área do Jirau, a reprodução dessa espécie não deve ser afetada significativamente pela represa de Santo Antônio. *P. unifilis*, no entanto, pode perder a maioria das suas principais praias de desova, segundo o EIA, localizadas na área de Santo Antônio.

11.2.2.2 Objetivos

Objetivo Geral

Melhorar o conhecimento sobre a diversidade, distribuição, biologia e comportamento da herpetofauna de rios e grandes igarapés na área de influência do AHE Santo Antônio; avaliar o efeito das obras no leito do rio e do enchimento do reservatório do AHE Santo Antônio sobre a distribuição, reprodução e padrão de movimentação de quelônios e jacarés de rios e grandes igarapés; e elaborar um protocolo para o monitoramento a médio e longo prazo da distribuição e abundância de jacarés e quelônios de rios e grandes igarapés na área de influência do AHE Santo Antônio, incluindo propostas de medidas de conservação e manejo dessas espécies na região.

Objetivos Específicos

- Realizar amostragens de jacarés no rio Madeira e seus afluentes de maior porte em 10 ocasiões durante cinco anos (duas campanhas por ano) a partir de 2008, para estimar a distribuição, densidade, estrutura de tamanho e razão sexual das espécies encontradas;
- Realizar amostragens de quelônios no rio Madeira e seus afluentes de maior porte em seis ocasiões durante quatro anos (duas campanhas por ano) a partir de 2010, e medir variáveis ambientais em cada local de amostragem;
- Mapear e caracterizar as praias do rio Madeira e seus afluentes de maior porte quanto a características físicas, distância de comunidades humanas e presença de desovas de quelônios;
- Monitorar praias de desova de *Podocnemis expansa* e *P. unifilis*, enquanto existirem, para estimar número de desovas e medir e marcar fêmeas;
- Monitorar os movimentos de indivíduos de *Podocnemis expansa* e jacarés antes e depois do enchimento do reservatório de Santo Antônio.

11.2.2.3 Metas / Resultados Esperados: As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 6**.

TABELA 6

Metas e resultados esperados

Meta / Resultados Esperados
Melhorar o conhecimento sobre a diversidade, distribuição espacial, densidade, estrutura populacional e comportamento de espécies de quelônios e crocodilianos na área do AHE
Obter conhecimento sobre o uso de hábitat por quelônios, e tamanho da população de fêmeas reprodutivas atual de <i>Podocnemis expansa</i> e <i>P. unifilis</i> da região
Obter conhecimento sobre o impacto antrópico atual sobre os ninhos de <i>Podocnemis expansa</i> e <i>P. unifilis</i> na área
Determinar as características de praias usadas por quelônios para reprodução na área do AHE
Determinar os parâmetros populacionais de quelônios e jacarés de cursos d'água impactados pelo empreendimento
Verificação da necessidade, e em caso positivo, estabelecer áreas de proteção e praias artificiais para desova das espécies monitoradas

11.2.2.4 Âmbito de aplicação: Rio Madeira e seus afluentes no trecho entre a área de influência expandida do AHE Santo Antônio (principalmente os afluentes Jaci-paraná e Caripuna), conforme **Mapa 1** da seção geral.

Praias de desova de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* no Rio Madeira entre cachoeira Santo Antônio e Abunã.

11.2.2.5 Procedimentos / Metodologia

Jacarés

Monitoramento das densidades, estrutura de tamanho e razão sexual

Jacarés serão contados por meio de censos noturnos na região entre Santo Antônio e Jirau, em duas campanhas anuais, cada uma de 10 dias de duração, em março e setembro, inicialmente em 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012. Em cada campanha serão feitos 10 censos de jacarés em trechos de 5 a 10 km nas margens do rio Madeira, trechos do rio Jaci-Paraná e outros afluentes. As contagens de jacarés serão realizadas após o crepúsculo, a partir das 19h, utilizando-se um bote ou canoa de alumínio deslocando-se a baixa velocidade. Os animais serão localizados pelo brilho dos olhos usando um farol manual acoplado a uma bateria de 12 volts, e, na aproximação, serão identificados. Cada local de avistamento será georeferenciado por meio de GPS.

Os jacarés serão capturados com laço, pegador, cambão, e com a mão durante a atividade do censo, a fim de identificar a espécie, e para tomada de medidas biométricas, como comprimento da cabeça, do crânio, do rostro-anal, e total. Os padrões de manchas maxilares e do dorso e ventre serão registradas através de fotos. A massa corporal será medida usando um dinamômetro de mola tipo PESOLA, tanto para jovens como para adultos. Os indivíduos que não forem capturados, terão seu comprimento estimado e depois corrigido através de uma equação matemática.

Cada animal capturado receberá três tipos de marcação: retirada de escamas duplas e simples em combinações numéricas previamente estabelecidas, brinco numerado de plástico interdigital das patas traseiras de cores diferentes para cada sexo, e etiqueta numerada fixada na membrana interdigital da pata traseira. Um pedaço da escama retirada para marcação será acondicionado em frascos com etanol e disponibilizados para futuros estudos genéticos. As deformações, mutilações e cicatrizes e presença de parasitas serão registradas. Os jacarés devidamente marcados serão devolvidos no mesmo local de

captura, para que estudos de movimento e uso de espaço sejam feitos mediante a recaptura desses indivíduos.

Dados climáticos, como precipitação, nível da água e temperatura, serão monitorados diariamente pela empresa responsável pelo empreendimento através da instalação de réguas de nível e uma estação meteorológica na área do empreendimento.

Monitoramento do movimento e uso de espaço dos jacarés

O estudo de movimento e uso de espaço será feito através da técnica de radiotelemetria convencional. Cada rádio transmissor tem uma frequência de emissão, que é captada por um receptor de sinais de ondas eletromagnéticas. O rádio será implantado na cavidade intraperitoenal dos animais. A duração de bateria dos transmissores é de aproximadamente um ano, por isso o movimento e área de uso de 10 jacarés adultos será monitorado desde setembro 2011, pouco antes do enchimento, até setembro 2012 (alguns meses depois do enchimento). Os deslocamentos dos 10 jacarés serão plotados sobre um mapa da área, e as áreas de uso serão determinadas para cada indivíduo monitorado antes e após o enchimento. As espécies e número de indivíduos de cada espécie a receber um transmissor serão determinados com base nos dados de abundância de cada espécie obtidos por meio das amostragens bi-anuais. O padrão de movimentação dos jacarés também poderá ser inferido a partir das localizações de captura e recaptura de indivíduos marcados durante as amostragens bi-anuais.

Quelônios

As épocas de amostragem aqui indicadas estão baseadas na suposição de que o pico de desova de *Podocnemis* na área de influência do AHE Santo Antônio se dá em setembro, usando como referência o estudo de F. Soares sobre a reprodução de *Podocnemis expansa* no Rio Guaporé (RO) (SOARES 2000). Essa suposição será confirmada ou não por meio de entrevistas com moradores de comunidades locais durante a visita preliminar a área de estudo no segundo semestre de 2008. Na ocasião também se procurará estabelecer, com ajuda de moradores, a localização das principais praias de desova de *Podocnemis* na área, além de outros locais propícios a captura de quelônios. Se ficar estabelecido que o pico de desova é em outro mês, o cronograma de amostragens terá que ser reajustado em função dessa informação.

Amostragens de habitats aquáticos de quelônios

Habitats propícios para quelônios serão amostrados no rio Madeira, entre cachoeira Santo Antônio e cachoeira do Jirau, no rio Jaci-Paraná, no igarapé Caripuna e outros afluentes de porte equivalente em campanhas bi-anuais. Em cada ano, uma campanha será realizada em abril e outra em agosto. Quelônios serão capturados por meio de uso de redes malhadeiras em locais de águas lânticas (lagos e baías) e capassacos em ambientes lóticos (redes de espera instaladas em locais de correnteza moderada e que tem um grande rendimento nas capturas de quelônios realizadas por ribeirinhos do rio Purus). As redes permanecerão por 24h em cada local de amostragem, com revisão a cada 3h. Cada ponto amostrado será georeferenciado e caracterizado quanto a profundidade, velocidade da correnteza, transparência e temperatura da água, tipo e densidade aproximada de vegetação. Em cada campanha de 2008 a 2011 serão amostrados pelo menos 15 pontos diferentes, totalizando um mínimo de 60 pontos. Após o enchimento do reservatório aproximadamente os mesmos pontos serão amostrados novamente. Cada animal capturado será identificado quanto a espécie, classe de idade (adulto ou juvenil) e sexo (se for adulto), medido, pesado, fotografado, receberá uma marca individual por meio de uma combinação de furos nas placas marginais, seguindo o código usado por Magnusson *et al.* (1997), e será solto no mesmo local de captura.

Mapeamento de praias

Para determinar a disponibilidade e uso atual de habitat reprodutivo para *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* será feito um levantamento de praias no rio Madeira, entre cachoeira Santo Antônio e cachoeira do Jirau, no rio Jaci-Paraná, no igarapé Caripuna e outros afluentes de porte equivalente em setembro/outubro de 2008 e 2009. Para cada praia encontrada serão registrados comprimento, largura máxima e altura máxima, e presença e número de desovas de quelônios. A presença de desovas será averiguada por meio de procura de rastros de quelônios nas praias e/ou pelas marcas deixadas na areia pela fêmea ao fechar a cova. A presença da desova será confirmada pressionando uma estaca de madeira sobre o local das marcas, que apresentará pouca resistência à penetração na areia em caso positivo (SOARES 2000). Se possível, a espécie será identificada pelas dimensões dos rastros da fêmea ou pelo tamanho da cova e número de cascas de ovos, no caso de desova eclodida. Será coletada uma amostra de areia de cada praia para determinação da granulometria, conforme Souza e Vogt (1994). Desovas totalmente removidas (sem presença de cascas e restos de vitelo) serão registradas como predadas por pessoas. Cada desova encontrada será marcada com uma estaca de madeira identificada com a data do registro. A localização de cada praia será georeferenciada e, depois de plotada em um mapa da área, se medirá a distância da mesma até a comunidade humana mais próxima.

Os dados servirão para determinar quais praias estão sendo usadas para desova por *Podocnemis* e as características das praias usadas para desova, que poderão servir como referência para a eventual construção de praias artificiais, como medida mitigadora de impacto para *Podocnemis expansa*.

Monitoramento de praias de desova

Serão monitoradas as principais praias de desova de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* na área. Nesse caso se incluirá a praia da Taquara, na região do Abunã, e, possivelmente, uma praia não identificada abaixo da cachoeira do Paredão, que foram indicadas como as únicas praias de desova de *P. expansa* na região Santo Antônio – Jirau. Apesar de estar situadas fora da área designada de estudo desse projeto, a amostragem dessas praias em Jirau se faz necessária, porque a população reprodutiva de *P. expansa* é, muito provavelmente, a mesma que habita também a área de Santo Antônio, e o monitoramento de praias durante a desova representa a melhor oportunidade de acesso a população de fêmeas reprodutivas de *Podocnemis*, pois as fêmeas são mais facilmente capturáveis quando saem da água para desovar.

Serão realizadas quatro campanhas de monitoramento de praias de desova, nas praias do Camaleão (rio Madeira), do Tarumã (rio Madeira), da Conceição (rio Jaci-Paraná), Três-praias (Jaci-Paraná) e Altamira (lg. Caripuna), na área da Santo Antônio, todas indicadas no EIA como praias principais de desova de *P. unifilis*.

Os monitoramentos serão feitos do final de agosto ao início de outubro (supondo que o mês de pico de desova é setembro), durante pelo menos cinco noites não consecutivas em cada praia em cada campanha. O monitoramento seguirá o protocolo de Soares (2000), que consiste na observação de fêmeas em desova em noites sem vento ou chuva, entre 21:00 e 04:00. O maior número possível de fêmeas voltando para a água depois de desovar são interceptadas. As fêmeas são viradas com o plastrão para cima, e assim permanecem até a manhã. Pela manhã as fêmeas são medidas, marcadas (por meio de entalhes nas escamas marginais por meio de uso de serra de denteção fina, seguindo o código de Cagle (1939), que permite a marcação de um maior número de indivíduos que o código de Magnusson et al. (1997). Após a marcação as fêmeas são imediatamente liberadas. Todas as desovas detectadas serão marcadas com estacas de madeira identificadas com a data da desova e, se conhecida, a identidade da fêmea. Desovas desaparecidas sem deixar restos de cascas e vitelo serão registradas como casos de predação por pessoas.

A recaptura de fêmeas marcadas entre anos permitirá estimar o tamanho da população reprodutiva, por meio da utilização do programa MARK para modelagem de dados de captura/recaptura, e a filopatria das fêmeas as praias de desova (se desovam sempre na mesma praia ou em praias diferentes).

Rastreamento por satélite

No rio Guaporé foram detectados deslocamentos de mais de 240km por fêmeas de *Podocnemis expansa*. *P. unifilis* provavelmente também se desloca por distância equivalente. Em vista disso, é provável que a área conjunta de Abunã até Santo Antônio, e possivelmente além de Porto Velho, seja usada como área de deslocamento de uma mesma população das duas espécies. Para avaliar o uso de espaço de tartarugas e tracajás na região se propõe o uso de rastreamento via satélite, por meio de transmissores PTT (Platform Transmitter Terminals), que emitem sinais periódicos, que são captados por satélites, que calculam a posição do objeto rastreado. Os transmissores são fixados por meio de resina ao dorso do animal, e podem ser programados para transmitir na época, pelo número de horas por dia e no período do dia desejáveis. Como não necessitamos de rastreamento intensivo, mas apenas de localizações periódicas para estimar a área de vida geral dos animais ao longo do ano, os transmissores podem ser programados para duração de bateria de até dois anos.

O Argos environmental satellite system, da Agência Espacial da França, NOAA e NASA, possibilita a realização de convênios para fornecimento gratuito dos dados de rastreamento. Esse sistema já foi usado com sucesso por um pesquisador do INPA para rastrear *Podocnemis expansa* no rio Trombetas. Durante um ano, doze fêmeas de *Podocnemis expansa* serão equipadas com transmissores e rastreadas, sendo recapturadas em suas praias de desova para remoção dos transmissores. Os dados servirão para estimar a amplitude de movimentação de *P. expansa* na região do alto Madeira, e o padrão de movimentação das fêmeas dentro de sua área de vida. Os transmissores serão programados para não transmissão de janeiro a março, quando a constante cobertura de nuvens na época chuvosa impede a boa comunicação entre o transmissor e os satélites de rastreamento. Outras 12 fêmeas de *Podocnemis unifilis* capturadas em praias de desova na área de influência do AHE Santo Antônio serão equipadas com os mesmos transmissores e serão rastreadas por mais um ano, após o enchimento do reservatório. Nesse caso não haverá garantia de recuperação dos aparelhos, pois não se sabe se as fêmeas serão recapturadas em praias de desova.

Dados obtidos com os monitoramentos subsidiarão as estratégias de manejo e conservação de quelônios e jacarés na área do AHE, caso estas se mostrem necessárias para manutenção das suas populações.

11.2.2.6 Relatórios e Produtos: Como já foi relacionado, todos os Subprogramas do Programa de Conservação da Fauna serão sistematizados em relatórios trimestrais consolidados em um relatório ao final de cada ano.

11.2.2.7 Interface com outros Programas: Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental, Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna, Programa de Controle de Macrófitas Aquáticas e Programa de Limnologia.

11.2.2.8 Cronograma: O Cronograma de Atividades está apresentado no Anexo I.

11.2.3 Bibliografia

- AZEVEDO-RAMOS, C. & U. GALATTI. 2002. Patterns of amphibian diversity in Brazilian Amazonia: conservation implications. *Biol. Cons.* 103:103-111.
- BLAUSTEIN, A. R. & D. B. WAKE. Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution*, v.5, p.203-204, 1990.
- BLAUSTEIN, A. R., B. EDMOND, J. M. KIESECKER, J. J. BEATTY e D. G. HOKIT. Ambient ultraviolet radiation causes mortality in salamander eggs. *Ecol. Appl.* v.5, p.740-743, 1995.
- BROEKHOVEN, G. Non-timber forest products: Ecological and economic aspects of exploitation in Colombia, Ecuador and Bolivia. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 1996.
- CAGLE, F.R. 1939. A system for marking turtles for future identification. *Copeia* 1939:170-173.
- CALDWELL J. P. and A. P. LIMA. A new amazonian species of *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae) with a nidicolous tadpole. *Herpetologica* 59:219-234
- CANDIDO, L. A., MANZI, A. O., TOTA, J., SILVA, P. R. T., SILVA, M. F. S., SANTOS, R. M. N. & CORREIA, F. W. S. O Clima atual e o futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: a questão da savanização. *Ciência & Cultura* v. xXX, p.44-47, 2007.
- CRUMP, M. L. & N. J. SCOTT Jr. Visual encounter surveys. In: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek, M. S. Foster (eds.). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington, Smithsonian Institution Press, p. 84-92, 1994.
- CORREIA, F. W. S., Manzi, A. C., Cândido, L. A., Santos, R. M. N. & Pauliques, T. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. *Ciência & Cultura* v. xXX, p.39-43, 2007.
- DUELLMAN, W. E & L. Trueb. *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1994.
- GRAM, S., Kvist, L.P., Caseres, A. The economic importance of products extracted from Amazonian flood plain forests. *AMBIO* 30:365-368, 2001.
- HATCH, A. C. E G. A. Burton. Effects of photoinduced toxicity of fluorathane on amphibian embryos and larvae. *Environ. Toxicol. Chem.* v.17, p.1777-1784, 1998.
- HEYER, W. R. 1977. Taxonomic notes on frogs from the Madeira and Purus rivers, Brazil. *Pap. Avul. Zool.* 31:141-162.
- HIGUCHI, N. A exploração seletiva de madeira na Amazônia brasileira: sua relação com o desmatamento e o mercado internacional de madeira dura tropical. In: Relatório Final do Projeto BIONTE – Biomassa e Nutrientes Florestais, MCT-INPA/DFID. p.15-30, 1997.
- HOPKINS, W. A., J. Congdon e J. K. Ray. Incidence and impact of axial malformations in larval bullfrogs (*Rana catesbeiana*) developing in sites polluted by a coal-burning power plant. *Environm. Toxicol. Chem.* v.19, p.862-868, 2000.

- LIMA, A. P. and J. P. CALDWELL. 2001. A new Amazonian species of *Colostethus* with sky blue digits. *Herpetologica* 57(2):180-189.
- MAGNUSSON, W. E. Estatística, delineamento amostral e projetos integrados: a falta de coerência no ensino e na prática. *Revista Brasileira de Ecologia* v.1, p.37-40, 1999.
- MAGNUSSON, W. E., LIMA, A. P. 1991. The Ecology Of A Cryptic Predator, *Paleosuchus Trigonatus* In A Tropical Rainforest. In *Journal of Herpetology*. , v.25, 41- 48.
- MAGNUSSON, W.E., A.C. de LIMA, V.L. da COSTA, O.P. de LIMA. 1997. Growth of the turtle, *Phrynops rufipes* in Central Amazonia, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 2 (4):576-581.
- MAGNUSSON, W. E. ; LIMA, A.P. ; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C. ; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V F . RAPELD, uma modificação do método de Gentry para inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração.. *Biota neotropica*, v. 5, n. 2, 2005.
- PECHMAN, J. H., D. E. SCOTT, R. D. SEMLITSCH, J. P. CALDWELL, L. J. VITT e J. W. GIBBONS. Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science* v.235, p.892-895, 1991.
- SARKAR, S. Ecological theory and anuran declines. *Bioscience* v. 46, p.199-207, 1996.
- SALLICK, J., A. MEJIA, & T. ANDERSON. Non-timber forest products integrated with natural forest management, Rio San Juan, Nicaragua. *Ecological Applications* v. 5, p. 878-895, 1995.
- SOARES, F.G.S. 2000. Distribuição, mortalidade e caça de *Podocnemis* (Testudinata, Pelomedusidae) no Rio Guaporé, Rondônia, Brasil. Dissertação de mestrado, Ecologia/INPA, 61 pp.
- SOUZA, R.R. e R.C. VOGT. 1994. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle *Podocnemis unifilis*. *J. Herpetology* 28:453-464.
- VOGT, R.C., G.M. MOREIRA e A .C. C. DUARTE. 2001. Biodiversidade de répteis do bioma floresta amazônica e ações prioritárias para sua conservação. Pp: 89-96 in Biodiversidade na Amazônia brasileira. Avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. Co-edição Editora Estação Liberdade/Instituto Socioambiental.

11.3 Subprogramas de Levantamento da Mastofauna Terrestre

Esse subprograma está dividido em duas seções com metodologias e objetivos um pouco distintos, justificadas pela dicotomia existente no estudo de mamíferos terrestres, usualmente separados em **pequenos mamíferos** e **mamíferos de médio e grande porte**. Entende-se por pequenos mamíferos aquelas espécies das Ordens Rodentia e Marsupialia (roedores e marsupiais) com peso inferior a 1,5kg de peso, e por mamíferos de médio e grande porte o grupo constituído pelos representantes de sete Ordens Xenarthra – preguiças, tatus e tamanduás, Primates - primatas, Carnivora (abrangendo as famílias Felidae, Canidae e Mustelidae), Artiodactyla (veados e catetos/queixadas), Perissodactyla (anta), Rodentia e Didelphimorphia (roedores e marsupiais com mais de 1,5kg de peso).

A amostragem da mastofauna realizada durante o EIA dos AHEs Santo Antônio e Jirau revelou a presença de 83 espécies de mamíferos, agrupadas em oito Ordens e 26 Famílias. Ainda que várias espécies da mastofauna tenham sido encontradas somente na área de influência de um dos AHEs, é preciso ter em mente que nos contextos ecológico e geográfico locais (e considerando o esforço amostral empregado) todas elas são passíveis de ocorrer nas duas áreas. Entre os pequenos mamíferos, foram encontradas dez espécies de marsupiais e oito de roedores (totalizando 18 espécies distintas), representados por 170 indivíduos coletados. Já entre os mamíferos de médio e grande porte (incluindo espécies de hábito semi-aquático, mas excluindo aquelas de hábito aquático) foram registradas 59 espécies nas áreas de Santo Antônio e Jirau. A ocorrência de algumas espécies foi comprovada por meio de um único tipo de registro, enquanto outras foram evidenciadas por combinações de dois ou mais métodos: 24 espécies foram amostradas por meio de coletas, 44 através de avistamentos e 18 foram registradas exclusivamente a partir de entrevistas. Outros tipos de registro também foram obtidos (pegadas, fezes, tocas, etc), embora de forma menos significativa. Destaca-se a presença de uma espécie não identificada do gênero *Callicebus* (provavelmente *Callicebus sthephenashi*) e de um outro primata, aparentemente híbrido de *Saguinus fuscicollis* e *Saguinus labiatus*.

Para os pequenos mamíferos, ainda pouco se sabe sobre as espécies ocorrentes nessa parte do rio Madeira (considerando tanto Santo Antônio, quanto Jirau), e seu grau de diferenciação em relação, tanto à fauna de áreas adjacentes, quanto aquelas de outras regiões da Amazônia. Porém, os estudos preliminares de morfometria e padrão de pelagem de vários táxons provenientes do local, realizados durante o Diagnóstico Ambiental do EIA, indicaram diferenças claras para espécies de marsupiais e roedores em relação aos congêneres de outras áreas amazônicas. Por outro lado, a verificação da existência de espécies crípticas e endêmicas no rio Madeira ainda não foi adequadamente abordada. Muitas seqüências de DNA de mamíferos oriundas de várias partes da Amazônia já foram publicadas e uma comparação entre essas seqüências e aquelas das áreas de Santo Antônio e Jirau é essencial para a caracterização das espécies de pequenos mamíferos dessas áreas e sua relação com aquelas do restante do bioma.

Especificamente na área do AHE Santo Antônio, o levantamento indicou grande riqueza de espécies da mastofauna, com 12 espécies de pequenos mamíferos e 58 de médio e grande porte (18 espécies registradas diretamente através de avistamentos e as demais considerando todos os tipos de registro, particularmente as entrevistas com as comunidades locais). Em relação ao *status* de conservação das espécies registradas, destaca-se a ocorrência de oito taxa classificados como vulneráveis à extinção, de acordo com a lista oficial do IBAMA (2003), das quais seis pertencem à Ordem Carnivora e duas à Ordem Xenarthra. Entre os carnívoros, há cinco espécies de felinos, um canídeo e um mustelídeo, e dentre os Xenarthra cita-se uma espécie pertencente a Família Myrmecophagidae, (*Myrmecophaga tridactyla* - tamanduá-bandeira), e um representante dos Dasypodidae (*Prionomys maximus* - tatu-canastra). Trinta e três espécies constam da CITES (Apêndice I, II ou III da convenção) e é importante ressaltar que todas as 17 espécies de primatas, assim

como 9 das 15 espécies de carnívora citadas na área estão inseridas em alguma categoria de ameaça à extinção, segundo esta convenção. Todas as espécies consideradas ameaçadas por quaisquer das listas são representantes de grupos de mamíferos de médio e grande porte, incluindo um táxon semi-aquático, não tendo sido registradas espécies de pequeno porte sob ameaça.

Juntamente com o inventário foi possível identificar alguns impactos antrópicos específicos sobre a mastofauna na área de estudo do AHE Santo Antônio, destacando-se:

- Grande fragmentação e perda de habitat na margem direita do rio Madeira, em decorrência da proximidade da cidade de Porto Velho e da devastação histórica do interflúvio Madeira-Machado. Existência de dois Projetos de Assentamento do INCRA, localizados na margem esquerda do rio Madeira (Joana d'Arc I e II), causando fragmentação de habitat recente e crescente nessa parte da Área de Influência do Empreendimento;
- Elevada pressão de caça, tanto em período recente, quanto pretérito ou histórico - de acordo com relatos obtidos, a caça já era muito intensa no auge do garimpo, durante a década de 1980.

Salienta-se que, por conta das referidas pressões, a mastofauna de médio e grande porte presente na área de estudo deste AHE já vem sofrendo grande impacto antrópico, evidenciado por:

- Ausência de espécies de primatas atelíneos e da espécie de cebídeo de médio porte *Cebus albifrons* (caiarara);
- Densidade absoluta considerada relativamente alta para os primatas calitriquídeos (gêneros *Callithrix* e *Saguinus*), cebídeos (*Cebus apella* e *Saimiri boliviensis*) e do pitecídeo *Pithecia irrorata*, todas espécies oportunistas ou que apresentam preferência por ambiente de borda e vegetação secundária;
- Elevadas taxas de avistamento de indivíduos/10 km percorridos, geralmente superiores as encontradas nos outros sítios, para a maioria das espécies, em decorrência provavelmente ao adensamento de fauna como consequência da fragmentação de habitat observada na área.

A área do AHE apresenta grande importância em termos de conservação da biodiversidade, pela presença de considerável número de espécies de mamíferos não-primatas vulneráveis à extinção (IBAMA, 2003), além de 17 espécies de primatas (9 observadas diretamente e as demais citadas em entrevistas). Considerando as espécies de primatas, há uma pertencente ao Anexo I (*Callimico goeldi*) com forte indício de ocorrência, e outras sete espécies inseridas no Anexo II da CITES que comprovadamente ocorrem no local. Por si só, as evidências de presença das espécies de primatas raras e pouco conhecidas cientificamente - *Callimico goeldi* e *Cebuella pygmaea* – atestam a alta relevância da mastofauna local e, consequentemente, seu valor elevado em termos conservacionistas.

Como citado anteriormente, o conhecimento sobre os limites de distribuição tanto ecológica quanto geográfica, bem como de demografia populacional e história natural é praticamente inexistente para a grande maioria das espécies de pequenos mamíferos das florestas neotropicais. No rio Madeira essa situação não é diferente, mas estudos preliminares de vários táxons de roedores e marsupiais provenientes da região em questão, realizados para o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), indicaram diferenças claras no padrão de pelagem e morfometria local em relação ao que se encontra em outras áreas conhecidas da Amazônia. Porém, o significado taxonômico dessas diferenças ainda está por ser determinado (veja FRANCO & DA SILVA, 2005), e dele depende qualquer iniciativa de conservação. Para que essas questões sejam respondidas de modo adequado, os trabalhos de campo devem subsidiar estudos sistemáticos

envolvendo tanto a morfologia quanto a genética populacional dos táxons em questão. Os métodos de monitoramento propostos vêm atender às várias recomendações feitas pelos técnicos no âmbito do licenciamento da obra e suas condicionantes, quando, no que se refere ao estudo de pequenos mamíferos, foram sugeridos: (1) inventários biológicos adicionais pré e pós-enchimento empregando grande esforço de coleta de dados; (2) delineamento de modo que diferentes tipos de vegetação sejam amostrados e em diferentes estações do ano, (3) coleta de espécimes para coleções científicas e para outras instituições de pesquisas; (4) realização de estudos genéticos populacionais a fim de estabelecer a singularidade da fauna a ser afetada pelo empreendimento, avaliar o grau de conexão biológica da área de influência direta com o seu entorno, avaliar se o rio Madeira constitui barreira evolutiva e qual papel desempenha na distribuição da biodiversidade local, entre outros.

11.3.1 Objetivos

Objetivo Geral

A partir das informações resumidas acima elaborou-se um programa de monitoramento de mastofauna com os seguintes objetivos:

- Complementar os censos e o levantamento na área de influência direta do reservatório e em áreas controle para obter mais informações sobre a comunidade de pequenos mamíferos e a confirmação da presença de espécies consideradas importantes do ponto de vista conservacionista, porém não observadas em campo (ex. *Callimico goeldi* e *Cebuella pygmaea*), em particular naqueles ambientes com maior área afetada pelo empreendimento;
- Obter dados de história natural e ecologia de comunidades para espécies ou grupos endêmicos ou aparentemente sensíveis, de modo a subsidiar estratégias de conservação e manejo;
- Estabelecer estratégias de conservação e, quando pertinentes, ações de manejo para manter amostras de populações e comunidades representativas da mastofauna na área de influência do empreendimento;

Objetivos específicos

Pequenos Mamíferos

- Caracterizar a comunidade, através da riqueza, abundância e composição de espécies de roedores e marsupiais nas áreas de várzea e outros tipos de formações vegetais que serão desmatadas para o alagamento, e em áreas adjacentes de florestas de terra-firme em áreas de influência direta e em áreas controle na AII indireta expandida;
- Identificar espécies de roedores e marsupiais do rio Madeira por meio de uma abordagem múltipla de coleta e análise, envolvendo trabalhos integrados e em colaboração, para o estudo da morfologia e formação de banco genético dos animais amostrados;
- Criar uma coleção de referência de mamíferos da região do Médio Madeira, a ser partilhada e depositada em instituições públicas;

Grandes Mamíferos

- Identificar e monitorar as espécies que mais serão afetadas pelo alagamento, bem como com potencial para a indicação da qualidade de hábitat na área do empreendimento;
- Identificar as preferências de habitats das espécies-alvo;

- Relacionar os padrões de deslocamento das espécies alvo deste sub-programa com a complexidade da paisagem, grau de conectividade e impacto das atividades humanas direta e indiretamente relacionadas ao empreendimento;
- Modelar os habitats de ocorrência das espécies para subsidiar estratégias de conservação.

11.3.2 Metas / Resultados Esperados

As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 7**.

TABELA 7

Metas e resultados esperados.

Meta / Resultados Esperados
Obter conhecimento sobre a biologia, ecologia e o comportamento de espécies endêmicas e daquelas novas para a ciência
Amostragem sistemática e integrada espacial e temporalmente de todos os táxons contemplados no sub-programa, dentro da área afetada pelo reservatório
Determinação de parâmetros e espécies sensíveis e indicadoras a serem monitoradas
Implementação de protocolo de monitoramento, detecção de impactos e proposição de medidas de conservação dos componentes afetados

11.3.3 Âmbito de aplicação

Para as metodologias de transecção linear com e sem armadilhas e procura ativa de fezes os locais de amostragem específicos definidos dentro dos sítios de monitoramento delimitados ao longo das margens esquerda e direita dos rios Madeira e Jaciparaná, nas áreas definidas no **Mapa 1**, conforme definido na seção geral. A metodologia de rádio-telemetria será aplicada em toda a área de influência direta e parte da área de influência indireta.

11.3.4 Procedimentos / Metodologia

Pequenos Mamíferos

Caracterização da comunidade de pequenos mamíferos

A identificação de exemplares de pequenos mamíferos do alto rio Madeira é problemática, visto que o conhecimento científico atual da taxonomia de grande parte das espécies amazônicas ainda é precário. Entre os pequenos mamíferos é comum a existência de espécies capazes de serem separadas somente com a análise morfológica e morfométrica de elementos cranianos e/ou por técnicas citogenéticas e moleculares, necessitando de análises laboratoriais para estudo da morfologia e morfometria e citogenética para caracterização do cariótipo das espécies. No campo, será usada uma abordagem múltipla, envolvendo coleta de dados morfológicos, morfométricos e genéticos das espécies de roedores e marsupiais. Será necessário a curadoria do material coletado incluindo a preparação das peles, limpeza dos materiais ósseos e preservação de amostras de tecido mole. Deve-se recorrer a ajuda de especialistas na área, com em envio de parte do material para centros de pesquisa com coleções representativas (INPA, MPEG, MZUSP e MNRJ), onde este pode ser determinado com a maior segurança possível. A coleta dos animais se dará principalmente durante os primeiros anos de monitoramento e na fase de desmatamento e enchimento do reservatório terá as seguintes finalidades: (i) obtenção de

espécimes-testemunho, (ii) obtenção de suspensões celulares para estudos em citogenética e (iii) obtenção de amostras de tecido para estudos moleculares.

Delineamento e esforço amostral

O estudo será conduzido em seis localidades a montante do futuro barramento (definidas na seção geral do programa), cada uma com dois sítios de amostragem pareados, localizados em margens opostas dos rios Madeira e Jaci-Paraná. Cada sítio de amostragem será composto por um trio de transecções disposto ao longo de duas faixas a distâncias diferentes das margens do rio:

- A= 20 metros da margem do rio
- (D) = 20 metros distante da cota 70 (corresponderá a cerca de 20 m da futura margem criada pelo reservatório)
- (D2) = 2 km da cota 70

A primeira faixa corresponde a parte da área a ser alagada, cuja previsão da extensão do alagamento será de 200 m de largura, sendo dessa forma considerada como uma área de influência direta da construção do empreendimento. A segunda faixa é adjacente à primeira e por não sofrer alagamento é considerada como sendo uma área de influência indireta do empreendimento. Na primeira faixa será estabelecido dois e na segunda uma transecção de amostragem, de 2,5 km de comprimento paralelas a calha do rio Madeira. Dessa forma, serão abertos três transecções por margem, totalizando seis transecções por área, antes do alagamento, (que serão reduzidas a quatro após o alagamento), salvo os sítios controle, que a priori, permanecerão com seis transecções. As transecções dispostas paralelamente a calha do rio Madeira aumentam a probabilidade de que a amostragem seja feita em um mesmo tipo de ambiente, já que na maior parte dessa região, apesar da presença de um mosaico de ambientes, o gradiente vegetacional varia paralelamente em relação ao rio e tem como fisionomia dominante a terra firme. Apesar da presença de vários tipos de vegetação, devido ao grande esforço de amostragem necessário para o monitoramento de pequenos mamíferos em cada sítio principal nas áreas de floresta de terra firme, não será possível a amostragem de todos os diferentes ambientes existentes na região. No entanto, sempre que possível, serão realizadas amostragens com armadilhas iscadas, bem como buscas ativas em diferentes áreas. Essas amostragens, mesmo que esporádicas, contribuirão para o conhecimento da diversidade de pequenos mamíferos da região, por meio do registro das espécies que ocorrem nesses ambientes.

A metodologia aqui sugerida busca responder às questões abordadas, considerando que algumas espécies podem ser restritas a certos tipos de habitats ou serem distribuídas em manchas (por razões históricas e/ou ecológicas) (VOSS & EMMONS, 1996). Seguindo essa linha e mediante a combinação de métodos complementares de captura espera-se a produção de um inventário completo, bem como a quantificação dos atributos de riqueza e partilhamento de espécies, no que se refere à sucessão de espécies da comunidade de pequenos mamíferos ao longo do período de amostragem. Especialmente, espera-se realizar o registro de possíveis mudanças na comunidade de pequenos mamíferos decorrentes das modificações ambientais causadas pelo barramento do rio e conseqüente formação do reservatório do AHE de Santo Antônio.

As amostragens de cada área de transecções pareadas em margens opostas do rio serão simultâneas, realizadas duas vezes ao ano, em diferentes estações (cheia e seca). Cada transecção terá 2 km (Figura 2A). Em uma primeira porção desta transecção (2 km), a cada intervalo de 20 m será instalada uma estação de captura. Cada estação de captura será constituída de uma armadilha instalada no chão ou no sub bosque (± 2 m), onde usaremos armadilhas de arame galvanizado do tipo Tomahawk (14,5 x 14,5 x 41 cm) e armadilhas de alumínio do tipo Sherman (8 x 9 x 23 cm). A cada duas armadilhas no chão (uma Sherman e uma Tomahawk seguidas), serão instaladas duas no sub-bosque seguindo a mesma

seqüência num trecho de 2 km (Figura 2B). Armadilhas de dossel, seguindo o modelo de captura proposto por Malcolm (1991), serão instaladas preferencialmente acima de 20 m de altura a cada 100 m de trilha (Figura 2B). As armadilhas serão iscadas com pedaços de banana e pasta de amendoim torrado ou com pedaços de abacaxi e um chumaço de algodão embebido em óleo de fígado de bacalhau, e reiscadas a cada dois dias ou sempre que necessário.

Paralelamente as trilhas de armadilhas serão instaladas 10 armadilhas de interceptação e queda (a princípio, os mesmos usados pelo subprograma de herpetofauna). Esse método de captura é constituído por quatro baldes de 80 l enterrados e conectados entre si por barreiras perpendiculares de lona plástica, que interceptam e conduzem o animal até o alçapão. Cada armadilha de interceptação e queda terá seus quatro baldes armados em forma Y, sendo um central e um em cada vértice, unidos por cercas laterais de 10 metros de comprimento e 50 cm de altura (o sistema será o mesmo usado pela herpetofauna). O local de instalação das armadilhas será fixo. Depois do alagamento, as armadilhas originalmente presentes na faixa alagada serão remanejadas para uma nova transecção. O esquema de amostragem é ilustrado na **Figura 5** anexa.

Caracterização da fauna regional: exemplares-testemunhos

A situação taxonômica confusa e a grande similaridade entre algumas espécies de pequenos mamíferos dificultam muito a identificação de determinados exemplares em campo. Dessa forma, no período inicial do monitoramento propriamente dito, será de importância fundamental a coleta abrangente e sistemática de séries de “exemplares-testemunho” para caracterizar satisfatoriamente as comunidades de pequenos mamíferos, bem como montar coleção de referência com o registro histórico da fauna local, e fornecer base material para estudos sistemáticos e ecológicos subseqüentes. Nesse contexto, parte significativa dos pequenos roedores e marsupiais capturados durante os primeiros monitoramentos deve ser coletada. Sugere-se uma coleta intensa no primeiro ano e naquele antecedente ao desmatamento/alagamento da área do reservatório (deve-se considerar também a coleta daqueles animais resgatados durante o enchimento do reservatório...) para formar as séries (a serem depositadas numa única instituição pública, com um ou dois indivíduos extras depositados nas maiores coleções do país – MPEG, MZUSP e MNRJ). Nos demais anos poderá haver coleta esporádica de animais de interesse para complementar as séries.

Os espécimes capturados serão fotografados ainda vivos e preparados segundo procedimentos utilizados em coleções mastozoológicas (ASM - Animal Care and Use Committee, 1995). As medidas morfométricas e informações sobre a condição reprodutiva e utilização de habitat dos indivíduos capturados serão tomadas sempre que possível. As identificações prévias realizadas em campo serão confirmadas em laboratório, onde a identificação taxonômica dos indivíduos capturados será baseada em literatura científica pertinente a cada um dos grupos amostrados. Também será usado material de referência depositado em coleções científicas para análise comparativa. Amostras de tecido (fígado e músculo) e de medula óssea femoral serão coletadas, rotuladas e preservadas, visando futuras análises citogenéticas e moleculares. As amostras serão guardadas num banco genético que ficará a disposição de pesquisadores interessados em entender a história evolutiva e/ou pormenores biogeográficos dos referidos táxons. Ressalta-se que as referidas análises, associadas a determinação das características morfológicas observadas nos crânios e nas peles dos indivíduos coletados podem ser fundamentais para a determinação final e inequívoca das espécies ocorrentes na área. Tanto os exemplares depositados, quanto o banco genético ficarão em local apropriado, definido após entendimento das partes envolvidas.

Os animais capturados e não coletados serão fotografados, sexados e medidos antes da soltura. A coleção de referência de pequenos mamíferos para a região sob influência do

barramento para a construção do AHE (a ser formada na fase inicial do trabalho) possibilitará maior familiaridade com os exemplares pelo pessoal de campo e conseqüentemente a identificação a mais precisa possível de grande número de espécies sem necessidade de coleta.

Análise dos dados

As comunidades de pequenos mamíferos serão comparadas através de estimativas do número de espécies total por transecção, bem como estimativas do número de espécies compartilhado entre as comunidades. A diferença na composição das espécies entre os área de impacto direto e área de impacto indireto na ADA e entre ADA e controle serão definidas por análises de ordenação multivariadas (NMDS). Espécies indicadoras serão definidas de acordo com os padrões de distribuição e abundância definidos nos primeiros quatro anos de monitoramento, e acompanhadas depois do enchimento do reservatório.

Para avaliar a mudança nos parâmetros da comunidade (como abundância (total e específica), riqueza, substituição e extinção de espécies) e das espécies indicadoras serão aplicadas Análises de Variância uni e multidimensionais. Alterações significativas na abundância e padrões de ocorrência dessas espécies depois do enchimento desencadearão medidas de manejo e conservação pertinentes.

Mamíferos de Médio e Grande Porte

A metodologia básica a ser utilizada no acompanhamento das espécies de mamíferos grandes e médios será a de rádio-telemetria, que permite monitorar de forma mais eficiente tanto os padrões de deslocamento entre áreas sob diferentes níveis de impacto - áreas que serão desmatadas e/ou alagadas, áreas contíguas a estas, de diferentes fitofisionomias e composição de habitats, etc - quanto padrões regionais - potenciais deslocamentos entre áreas e fragmentos florestais contíguos com diferentes níveis de conectividade e matriz de entorno, e prover informações relevantes sobre uso de habitat -. Além disso, permite a caracterização de exigências espaciais das espécies monitoradas. O acompanhamento de indivíduos ao longo do tempo fornece informações sobre reprodução, taxas de mortalidade e causa de morte, fatores importantes para o monitoramento e avaliação de uma população. Outras três metodologias complementares serão empregadas, a saber: armadilhas-fotográficas; coleta de fezes (que permitem estudos genéticos não invasivos) e transecção linear diurna. Deve-se destacar que a maior parte das espécies compreendidas nesse grupo de mamíferos apresenta capacidade de deslocamento elevada, não sendo adequado o estabelecimento de um delineamento amostral baseado somente em observação direta por pesquisador, como é o caso do censo em transecção linear. Tal metodologia será empregada somente para a amostragem de determinados primatas, grupo para o qual se obtém excelentes resultados com este tipo de monitoramento.

Rádio-telemetria

Todas as espécies de mamíferos de médio e grande porte ocorrentes na área poderão ser monitoradas através desta metodologia. Serão envidados esforços na busca ativa por espécies de maior interesse conservacionista e científico para a colocação de rádios-transmissores VHF. Os seguintes critérios, capazes de fornecer informações e dados mais substanciais sobre os impactos do empreendimento neste grupo focal, serão utilizados para priorização das espécies a serem monitoradas através deste método:

- Espécies indicadoras de qualidade ambiental e estruturantes da comunidade de mamíferos, priorizando as espécies de carnívoros predadores de topo de médio e grande porte pertencentes a família Felidae, como onça-pintada (*Panthera onca*) e jaguatirica (*Leopardus pardalis*).

- Espécies raras e pouco conhecidas sob o ponto de vista ecológico/comportamental, como os canídeos cachorro-do-mato-de-orelhas-curtas (*Atelocynus microtis*) e cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos venaticus*).
- Espécies de primatas com distribuição aparentemente disruptiva e/ou pouco esclarecida na área, com uso restrito de habitats específicos, como, por exemplo, mico-de-Goeldi (*Callimico goeldi*) e bugio-vermelho (*Alouatta seniculus*).
- Espécies com status de conservação, como, p. ex., *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) e *Priodontes maximus* (tatu-canastra), ambas categorizadas como vulneráveis pela lista de 2003 do IBAMA, sendo a primeira constante do anexo II da CITES e a segunda espécie o anexo I da mesma.
- Espécies cinegéticas sujeitas a grande pressão de caça na área do empreendimento. Ex. anta (*Tapirus terrestris*) e queixada (*Tayassu pecari*).

Os animais monitorados através de rádios-transmissores serão capturados preferencialmente, mas não exclusivamente, nos seis polígonos definidos no delineamento amostral geral para monitoramento de fauna terrestre (grades similares à do PPBIO). Idealmente, deverão ser obtidos dados de um número semelhante de indivíduos capturados nas áreas sujeitas a impacto do desmatamento/enchimento e nos controles. A forma de captura, através de armadilhas e contenção química (anestésicos), será definida em campo, de acordo com a adequação para as espécies alvo. As especificações dos transmissores, como tipo, marca, peso e bateria serão definidas com base em experiências anteriores bem sucedidas realizadas por pesquisadores (publicadas ou informações de comunicação pessoal) para as diferentes espécies em ambientes florestais similares. As capturas realizadas durante a execução o **Programa de Acompanhamento e Resgate de Fauna Silvestre** – tanto no contexto do processo de desmatamento, como no de enchimento do reservatório – também serão aproveitadas para alocação dos transmissores nos espécimes.

A priori, todos os transmissores empregados (tanto para primatas como para as espécies terrestres e escansoriais) usarão o sistema VHF, cujos receptores ficarão alocados em um sistema de seis a sete torres de retransmissão com cerca de 30 m de altura confeccionadas por andaimes, dispostas com espaçamento médio de cerca de 20 km em margens alternadas, conforme proposto nos subprogramas de monitoramento de mamíferos aquáticos e ictiofauna.

O esforço amostral de coleta de dados pela metodologia de rádio-telemetria não será restrita aos quatro períodos amostrais conjuntos com as demais equipes de fauna em decorrência da necessidade de obtenção de maior volume de dados para a compreensão dos padrões de deslocamento e uso de habitat. Esta amostragem será contínua ao longo de todos os anos do subprograma. Ressalta-se ainda que o sucesso amostral desta metodologia depende de diversos fatores que afetam a detecção dos espécimes em campo (como topografia, tipologia vegetal, localização do espécime na área, atividade do mesmo, experiência do pesquisador, entre outros), o que acarreta em muitos dias de trabalho de campo sem obtenção efetiva de dados, o que justifica um esforço contínuo em campo no emprego da mesma. Uma sub-equipe composta por biólogos se dedicará exclusivamente ao emprego desta metodologia. No primeiro ano do programa, haverá participação contínua de um veterinário com experiência de contenção química de mamíferos silvestres e um auxiliar de campo com experiência em armadilhamento para ajudar na captura dos espécimes. Depois deste período, este profissional será mobilizado quando necessário.

Para a utilização deste método será necessária a alocação de torres de retransmissão na área, as quais também serão utilizadas nos subprogramas de monitoramento dos mamíferos aquáticos e semi-aquáticos e dos bagres migradores, otimizando a relação-custo benefício da mesma. As projeções serão obtidas em regime descontínuo através da técnica de triangulações (kenward, 1987), obtendo pelo menos duas “posições” direcionais do transmissor/collar de dois lugares conhecidos e distantes, utilizando o sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) como referência.

Haverá um período de adaptação a implementação da técnica de triangulação devido a reflexão e oscilação do sinal emitido, geralmente ocasionados em relevos acidentados e vegetações densas. Para minimizar este viés, os dados iniciais tomados de cada espécie poderão ser desprezados nas análises finais.

Será realizado um esforço para obter as duas projeções no menor intervalo possível, mas o maior intervalo aceitável será estabelecido conforme a realidade no campo.

As estimativas de localização e área de uso serão feitas utilizando o programa TRACKER 1.1. através do Mínimo Polígono Convexo (MPC) (MOHR apud MILLSPAUGH & MARZLUF, 2001) e Adaptativo de Kernel (AK) Worton (1987), considerando 95% das localizações de cada animal. Os Centros de Atividade (AC) que indicam as áreas de uso mais intensivo de cada animal foram obtidas utilizando 60% e 30% das localizações (AK 60 e AK 30).

Armadilhas-fotográficas

O uso de armadilhas fotográficas (ou “camera traps”) é relativamente novo no estudo da vida selvagem, mas cada vez mais popular em levantamentos de campo e trabalhos com mamíferos, particularmente de grandes carnívoros (KARANTH & NICHOLS 1998; WOLFF 2001; SILVEIRA *et al.* 2003; TROLLE 2003, SILVEIRA, 2004; SILVER *et al.*, 2004; GONZÁLES-ESTEBAN *et al.*, 2004; MAFFEI *et al.*, 2005; SOISALOA & CAVALCANTI, 2006, SPALTON *et al.*, 2006). Esta metodologia não é invasiva e é eficiente em quase todas as condições de campo, permitindo que áreas extensas sejam monitoradas com poucas pessoas, independentemente das condições locais do ambiente (Wemmer *et al.*, 1996; Rappole *et al.*, 1985), e com perturbação humana mínima. Outras vantagens incluem a determinação acurada da presença de espécies, mesmo as crípticas ou de difícil visualização, assim como a possibilidade de avaliação (para as espécies em que a individualização é possível) da idade, sexo, abundância relativa e absoluta dos indivíduos, e estrutura populacional (KARANTH & NICHOLS, 1998; SILVEIRA *et al.*, 2003).

A câmera fotográfica a ser utilizada será digital, equipada com um sensor infravermelho passivo, baterias tipo “C” alcalinas, dispostas em uma caixa acrílica ou metálica impermeável. O sensor é conectado ao disparador da câmera através de um cabo. A câmera é provida de “flash” embutido e há um dispositivo que permite diferentes opções para programação do intervalo entre um disparo e outro, sendo que neste estudo as armadilhas serão programadas para acionar a máquina fotográfica em intervalos de no mínimo 1 minuto, 24 horas por dia. Quando o feixe de ondas emitido pelo sensor infravermelho é interrompido por um animal que passa na frente da armadilha, ocorre o disparo da máquina fotográfica e o seu registro.

Em cada uma das 4 expedições anuais serão estudadas 12 áreas amostrais, seis em cada margem do rio Madeira. Em cada sítio amostral serão alocadas sete estações de armadilhas fotográficas. Em cada estação serão colocadas duas armadilhas fotográficas, uma em frente à outra com o objetivo de registrar ambos os lados dos espécimes, a fim de se permitir a individualização (quando a espécie permitir) através do padrão de pelagem. Desta forma, em cada sítio amostral serão alocadas 14 câmeras, ou seja, 84 instaladas em cada expedição nas 12 áreas amostrais subseqüentemente (6 em cada margem do rio Madeira). Todas as armadilhas fotográficas serão alocadas e acionadas ao final do emprego da metodologia de transecção linear em cada área amostral, para que a eficiência de captura das mesmas (fotos) não seja impactada pela presença dos pesquisadores na área. Esta alocação subseqüente é importante porque aproveitará o reconhecimento de campo efetuado pela equipe de mamíferos de médio e grande porte (além das informações fornecidas pelas demais equipes) para alocação das mesmas nos locais de maior uso e deslocamento recente deste grupo focal, como carreiros ativos, tocas ativas, latrinas, locais de descanso e árvores em frutificação. As armadilhas fotográficas ficarão acionadas por um

período médio de 45 dias consecutivos de acionamento das câmeras em cada campanha, haverá um esforço amostral 315 estações/dia por grade, ou 3.780 estações/dia por expedição. Anualmente haverá um esforço amostral acumulado pelas quatro expedições de 15.120 estações/dia. Ao final dos seis anos previstos do programa haverá um esforço amostral acumulado de 90.720 estações/dia.

Inicialmente, 16 câmeras sobressalentes deverão ser adquiridas e guardadas para reposição imediata das câmeras que eventualmente se estragarem.

Para avaliar a importância dos diferentes ambientes, serão calculado índices fotográficos a partir do número de fotos obtidas para cada espécie durante 100 horas de exposição em cada tipo de ambiente. Também serão calculados índices para as diferentes estações do ano propostas no delineamento amostral geral de fauna, evidenciando assim as potenciais diferenças sazonais no uso de hábitat das espécies ocorrentes na área.

Com base no conjunto de fotografias obtidas de uma mesma espécie cujo reconhecimento individual é inviável, será utilizado como critério para minimizar o viés causado pelas fotografias consecutivas de um mesmo animal, fotografias consideradas como independentes somente as tiradas após um intervalo de 1 hora. Este critério será utilizado tanto para os cálculos dos índices como para a análise dos padrões de atividade diário das diferentes espécies registradas.

Para a análise de padrões de atividades, as fotografias serão divididas em intervalos de 24 horas e agrupadas em 4 intervalos de 6 horas e serão aplicados testes não paramétricos, como o teste de média de Kruskal-Wallis H. para analisar a diferença entre da frequência de fotografias tiradas nos diferentes intervalos.

Na análise dos dados dos índices sazonais será utilizado o método de χ^2 .

A atividade de alocação e acionamento das armadilhas fotográficas terá duração média de seis dias em cada campanha (um dia em cada sítio amostral em média). O esforço amostral alocado para esta fase desta metodologia será intercalado com o da transecção linear, e será realizado pela mesma equipe (dois biólogos e dois auxiliares de campo) em uma expedição com duração média de 31 dias. A equipe permanecerá, em média, 4 dias em cada localidade, e dedicarão os primeiros três dias ao esforço amostral da transecção linear diurna e o 4º dia a alocação das armadilhas fotográficas. Serão gastos, em média, cerca de 7 dias em deslocamentos entre as localidades. Após uma semana do término desta expedição, uma equipe irá desativar e recolher as armadilhas fotográficas. Cada ciclo completo de ativação/desativação das mesmas, junto com o emprego do esforço amostral de transecção levará 37 dias aproximadamente, com duração de 45 dias considerando a semana de intervalo entre o final do trabalho de alocação/transecção e início da retiradas das câmeras em campo.

As quatro campanhas para monitoramento das câmeras fotográficas serão realizadas em intervalos aproximados de 14 dias e serão realizadas pela sub-equipe responsável pela implementação da metodologia de rádio-telemetria. Estas campanhas são necessárias para a verificação do devido funcionamento das mesmas e eventuais ajustes (posição, regulação do campo de detecção) e substituição da sílica-gel. Dentro de cada armadilha fotográfica deverá ser alocado um saquinho com sílica gel com indicador de umidade para reduzir a umidade relativa do ar dentro das mesmas e diminuir a ocorrência de problemas de funcionamento em função da elevada umidade, particularmente na estação chuvosa.

Cada campanha terá duração média de 3 a 4 dias, totalizando 6 a 8 dias de trabalho de campo dedicados ao monitoramento das máquinas.

As armadilhas serão programadas para registrar o dia e a hora de cada fotografia. Os registros de todas as espécies obtidos pelas armadilhas fotográficas serão contados para obter a abundância relativa. Essa abundância pode ser expressa como frequência f de registros da espécie i , calculada como $f_i = n_i/N$, sendo n_i o número de registros de espécie i e N o número total de todos os registros. Posteriormente, este índice será dividido pelo total do esforço amostral, que são as horas de câmera exposta (Maffei *et al.*, 2003; SILVEIRA, 2004). Isto também permitirá um monitoramento das variações sazonais de deslocamento e abundância relativa das espécies.

Amostras de Fezes

A identificação de espécies de carnívoros se fará a partir da extração, amplificação e seqüenciação de DNA presente nos excrementos coletados, seguindo o protocolo desenvolvido pelo Laboratório de Biologia Molecular da Estación Biológica de Doñana (Espanha), para monitoramento e manejo de carnívoros ameaçados de extinção naquele país (PALOMARES *et al.* 2002). Será utilizado um marcador para DNA mitocondrial (citocromo B), desenvolvido por Johnson *et al.* (1998), que amplifica fragmentos de aproximadamente 200 bp, e é aplicável a excrementos de mamíferos carnívoros de procedência desconhecida. As seqüências de amostras desconhecidas são, então, comparadas com seqüências obtidas a partir de amostras de espécie conhecida ou com seqüências publicadas em bases de dados eletrônicas.

Amostras de fezes serão coletadas para confirmação da ocorrência das espécies e identificação individual dos animais. O uso da técnica de extração de DNA de fezes para conduzir estimativas de população, vem sendo amplamente utilizado para diferentes taxas em todo o mundo (LION, 2007).

Será empregada metodologia de busca ativa pela equipe técnica deste subprograma durante todos seus deslocamentos na área, assim como através do pagamento aos moradores locais por fezes encontrada. Os locais que se dispuserem a colaborar no projeto receberão treinamento para aprender a reconhecer as fezes e coletá-las adequadamente.

Uma vez localizado um excremento que se suponha ser de um mamífero silvestre, o mesmo não deve ser manuseado diretamente para evitar contaminação com DNA humano. A coleta deve ser feita com a utilização de luva plástica descartável (nunca usar a mesma luva para outra coleta, e nunca colocar a luva de volta no saco plástico que contém o material de coleta), e o material colocado em um envelope de papel pequeno (papel marrom, aprox. 15x9cm). Em seguida, a amostra deve ser colocada em um pote plástico hermético contendo sílica-gel com indicador de umidade. No pote, deve-se anotar com marcador indelével a data, a localização do excremento e o coletor. A sílica deve ir sendo trocada (sempre usando luva plástica descartável), até que não mude mais de cor. O coordenador deste subprograma será responsável pela distribuição do material de coleta ("Kits") para todas as equipes que trabalharão nos subprogramas de monitoramento de todos os grupos de mamíferos.

Fezes dos mamíferos focais coletadas em campo terão parte retirada e armazenada em álcool 70-95%. O DNA das fezes será extraído através de protocolos padronizados. Todas as amostras de fezes serão enviadas para a extração de DNA e análises posteriores no laboratório de genética. No caso das onças, como há possibilidade de distinção entre fezes de onça-parda e onça-pintada a olho nu, a confirmação da espécie será realizada utilizando fragmentos de DNA mitocondrial do gene *cyt-b*. Para sua identificação individual serão utilizadas genótipos com 8 *loci* microsatelitais (Eizirik *et al.* 2001; Ruiz-Garcia *et al.* 2006) utilizando primers específicos para felinos (Menotti-Raymond *et al.* 1999). As respectivas frequências alélicas em cada *locus* e a média de alelos será calculada. A heterozigosidade e desvio do equilíbrio de Hardy-Weinberg será calculada com o programa GENEPOP 3.4 (<http://wbiomed.curtin.edu.au/genepop/>) (Raymond & Rousset 1995). Os resultados das

amostras de cada área amostrada serão comparados. Isto permitirá avaliar a diversidade genética e isolamento das populações das espécies estudadas.

Censos Diurnos em Transecções Lineares para Monitoramento de Primatas

A metodologia de transecção linear - "*linear transect*", proposta por Burham (1980), utiliza somente registros visuais das espécies. Pode ser considerada o procedimento metodológico padrão estabelecido para estudos de populações de mamíferos diurnos de florestas tropicais (p.ex. EISENBERG *et al.* 1979; EMMONS, 1984; BROCKELMAN e ALI, 1986; PERES, 1990, 1996, 1997b; BODMER *et al.*, 1997), sendo o método mais usado na região neotropical, já aplicado inclusive em levantamentos realizados no Estado de Rondônia (FERRARI *et al.* 1995, 1996; LEMOS De SÁ, 1996; Segunda Aproximação do ZSEE, 1998, MESSIAS 2001, 2002 a e b, 2003, 2004 a e b, 2005). Esta metodologia será usada para alcançar estimativas populacionais mais robustas das seguintes espécies de primatas - mico-leãozinho (*Cebuella pygmaea*), mico-de-Goeldi (*Callimico goeldi*), macaco-barrigudo (*Lagothrix lagothricha*), macaco-aranha (*Ateles chamek*) e bugio-vermelho (*Alouatta seniculus*), todas de hábitos diurnos. As demais espécies diurnas de primatas ocorrentes na área também terão sua abundância relativa e, se possível, sua densidade estimadas.

Esta metodologia será implementada em cada área amostral. As transecções cobrirão as fitofisionomias de floresta aluvial (várzea) e de terra-firme, bem como ambientes ribeirinhos, podendo, parte do percurso, ser paralela a margem do rio. As trilhas deverão ter cerca de um (1) metro de largura, ser o mais retilíneas possível, bem limpas e marcadas de 50 em 50 metros.

O esforço amostral desta metodologia será empregado somente fora dos períodos das campanhas conjuntas de fauna terrestre, visto que a mesma demanda, para sua eficiência amostral, a ausência de quaisquer tipos de interferência humana na área de amostragem. O eventual emprego desta metodologia durante as campanhas conjuntas, mesmo que em trilha exclusiva, acarretará em subestimativa e viés dos dados obtidos, fragilizando a interpretação biológica dos dados. Desta forma, a mesma será utilizada a partir do 7º dia após a conclusão das campanhas conjuntas, intervalo mínimo necessário para o "descanso" do sistema de trilhas e retorno das atividades normais dos espécimes na área.

Em cada campanha será realizada uma média de 30 km de "censo" em cada grade, realizada por uma equipe de um biólogo e um auxiliar de campo. Serão utilizadas duas trilhas, uma paralela ao eixo do rio Madeira (a mais próxima deste, com objetivo de estimar a densidade populacional das espécies focais que, a priori, estariam associadas aos ambientes da margem do rio) e outra perpendicular ao seu eixo (tendo como grupo focal espécies mais associadas à mata de terra firme). Estas trilhas serão utilizadas alternadamente. Cada trilha será percorrida duas vezes ao dia (ida e retorno), representando 10 km por dia em condições climáticas favoráveis (este método não é aplicável com chuva, que afeta as condições de visibilidade). A campanha para emprego desta metodologia terá duração média de 18 dias (3 de coleta de dados nos seis sítios amostrais), e será realizada de forma intercalada com a metodologia de armadilhas fotográficas (fase de alocação e acionamento das câmeras). A equipe será composta por biólogos e seus respectivos auxiliares de campo, os mesmos profissionais que alocarão as câmeras. As campanhas para alocação das armadilhas fotográficas e realização de censo diurno terão uma duração média de 31 dias. O cronograma das atividades diárias encontra-se na **Tabela 8**.

Tabela 8.
Cronograma de atividades diárias da expedição para alocação das armadilhas fotográficas (AF) e emprego da metodologia de transecção linear diurna.

Dias	Deslocamento	Alocação AF	Transecção linear diurna
1 ^º	X		
2 ^º , 3 ^º , 4 ^º		X (sítio 1)	X (sítio 1)
5 ^º		X (sítio 1)	
6 ^º	X		
7 ^º , 8 ^º , 9 ^º			X (sítio 2)
10 ^º		X (sítio 2)	
11 ^º	X		
12 ^º , 13 ^º , 14 ^º			X (sítio 3)
15 ^º		X (sítio 3)	
16 ^º	X		
17 ^º , 18 ^º , 19 ^º			X (sítio 4)
20 ^º		X (sítio 4)	
21 ^º	X		
22 ^º , 23 ^º , 24 ^º			X (sítio 5)
25 ^º		X (sítio 5)	
26 ^º	X		
27 ^º , 28 ^º , 29 ^º			X (sítio 6)
30 ^º		X (sítio 6)	
31 ^º	X		

Cada área amostral terá um esforço médio acumulado de 120 km de censo por grade por ano, o que representa 720 km por margem por ano ou 1.440 km de censo em todos os pontos amostrais por ano. Ao longo dos seis primeiros anos de programa totalizará um esforço de 8.640 km de censo diurno, e em dez anos de monitoramento 14.400 km de transecção.

O censo começará assim que as condições de visibilidade permitirem, geralmente em torno das 6:00hs da manhã, continuando até percorrer duas vezes (ida e retorno), dependendo das condições climáticas diárias. O recenseador caminhará a uma velocidade média constante de 1,5 km/hora, adotando um tempo padrão máximo de 10 minutos para o registro de cada avistamento, no qual será anotada a identificação da espécie, o número de indivíduos do grupo (no caso de espécies sociais), composição sexo-etária do grupo (quando possível), local do avistamento em relação a trilha, horário de avistamento, tipo de fitofisionomia local e informações pertinentes a biologia e comportamento da espécie, como tipo de atividade (forrageio, descanso, deslocamento, fuga, alerta, comportamento social), item alimentar consumido, descrição do comportamento social e outras observações.

A identificação dos táxons em campo se baseará no guia de campo da Emmons e Feer (1997) considerando, além das características morfológicas dos espécimes avistados, a sua distribuição geográfica provável.

A maioria das espécies de primatas diurnos terá sua densidade populacional estimada baseado na definição da distância confiável de visibilidade por espécie, seguindo o método de Kelker (distância perpendicular confiável), considerando como um número mínimo vinte (20) avistamentos. Neste método a largura da faixa confiável ($2w$) é definida por meio da análise da frequência geral de avistamentos de cada espécie de acordo com as distâncias animal-trilha (x). O valor de w é estimado plotando-se as frequências e identificando a distância na qual ocorre uma queda bem definida na frequência de avistamentos, ou seja, a distância a partir da qual a probabilidade de avistamento declina significativamente.

A fórmula é a seguinte: $D = n / 2Lw$

Onde D é densidade absoluta, ou seja, o número de indivíduos/km²;

n é o nº de avistamentos ocorridos dentro da faixa de distância da trilha estabelecida como animal/trilha confiável (desprezam-se todos os avistamentos realizados além da faixa confiável);

L é a extensão do transecto; e

w é a faixa de distância da trilha estabelecida como animal/trilha confiável

O cálculo de densidade populacional também poderá ser baseado na expansão da série de Fourier ou outros tipos de funções (BUCKLAND *et al.*, 1993). Burnham *et al.* (1980) e Brockelman e Ali (1986) recomendam um número mínimo de quarenta (40) avistamentos para o cálculo de densidade populacional baseado na expansão da série de Fourier ou outros tipos de funções (BUCKLAND *et al.*, 1993).

Estimativa das Populações das Espécies Focais

Espécies com padrões únicos de pelagem, com ocelos ou de carapaça, como os gatos pintados (*Panthera onca*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii* e *Leopardus tigrinus*) e tatu-canastra (*Priodontes maximus*), permitem que fotografias de seu corpo possam, comparativamente, individualizar cada animal. Desta forma, além de índices de abundância de fauna, as fotografias podem fornecer dados sobre a densidade destas espécies.

Os registros das espécies-alvo serão analisados com modelos de captura-recaptura, utilizando-se o programa de computador CAPTURE (WHITE *et al.* 1982). O programa CAPTURE irá fornecer a estimativa da abundância, e com estes dados e a área amostrada será possível estimar a densidade da espécie. A área efetiva de amostragem incluirá um buffer circular ao redor de cada ponto de amostragem, cujo raio será a metade da distância média máxima dos registros múltiplos individuais durante o período de amostragem (WILSON & ANDERSON, 1985). De acordo com o programa, utiliza-se o critério de uma população fechada, e estabelece-se um período para o estudo, no caso 45 dias.

As estimativas das populações das espécies focais em cada margem serão realizadas através de duas metodologias complementares de amostragem empregadas neste estudo: contagem de indivíduos através de suas fezes e contagem de indivíduos através de registros fotográficos. O emprego destas duas metodologias servirá também para ajustar, comparar e discutir as melhores técnicas para estimar as populações destas espécies em ambiente florestal. Como o método de transecção linear diurno não é o método mais adequado para as espécies focais (com hábitos noturnos e crepusculares), os eventuais dados obtidos destas espécies através deste método eventualmente serão utilizados apenas com caráter complementar.

As estimativas populacionais serão analisadas através da combinação de dados de densidade de cada espécie e a proporção de seus habitats em cada área estudada.

Avaliação das Dinâmicas Populacionais das Espécies

O emprego desta metodologia tem como ponto de partida o teste da hipótese de que os espécimes das espécies de mamíferos de médio e grande porte terrestres e escansoriais – como os carnívoros de modo geral, ungulados e roedores caviomorfos - cuja área de uso abrange total ou parcialmente as áreas a serem impactadas (desmatadas e submersas pelo reservatório) apresentarão um padrão de deslocamento maior que os espécimes cuja área de uso (ou maior parte dela) abrange áreas não impactadas contíguas.

Ao final de cada ano e do estudo serão acumulados os dados de cada um dos estudos de captura-recaptura realizados com espécies focais. Estes poderão ser analisados com um modelo de captura-recaptura para populações abertas (POLLOCK, 1982; POLLOCK *et al.* 1990), chamado também de “desenho robusto”. Tal desenho de captura-recaptura inclui vários períodos secundários de amostragem dentro de cada período primário (cada estação ou ano). As histórias de capturas obtidas serão usadas para obter parâmetros como abundância específica temporal, taxa de sobrevivência anual, e taxa de recrutamento, como foi recentemente realizado para o tigre (KARANTH *et al.*, 2006).

Modelagem dos Habitats de Ocorrência das Espécies Focais

As análises da abundância, densidade das espécies focais e as suas dinâmicas, assim como sua preferência para os tipos de vegetação permitirão conhecer a distribuição das espécies dentro de cada área de estudo e a caracterização dos seus respectivos habitats. Os dados dos diferentes habitats disponíveis nas áreas, assim como seus entornos, serão processados num sistema de informação geográfica (SIG) e posteriormente serão refinados com os dados verificados no campo (WIKRAMANAYAKE *et al.*, 2004). Análises *a posteriori*, como métodos de menor intensidade de dados (Least-cost patch, WIKRAMANAYAKE *et al.*, 2004), modelos de seleção de recursos (CAROL & MIQUELLE, 2006) e modelos explícitos de populações (como Análises de Viabilidade Populacional) serão realizados a fim de prever a ocorrência das espécies nos diferentes habitats, assim como para avaliar a importância humana direta na viabilidade das espécies (p.e. sobrevivência destas) versus impactos humanos indiretos (p.e. fecundidade dos predadores via eliminação das presas) (CAROL & MIQUELLE, 2006).

Identificação dos Índices de Preferência de Habitats

Coordenadas geográficas de cada evidência (fezes ou registro fotográfico), encontrada nas áreas de estudo servirão para caracterizar os habitats das espécies focais. Para cada espécie monitorada, as localizações serão agrupadas de acordo com o tipo da vegetação (fitofisionomia e nível de impacto antrópico) ocupada. A proporção do uso da vegetação f_i , é comparada com a proporção desse mesmo tipo de vegetação na área de vida do indivíduo, usando o “G-test”. A hipótese nula é de que o animal utiliza os tipos de vegetação de acordo com a disponibilidade. Se H_0 for rejeitado, para cada proporção de uso, intervalos serão construídos para ver quais tipos de vegetação são responsáveis pelo resultado (BYERS & STEINHORST 1984), permitindo a classificação como significativamente preferido ou evitado.

As informações obtidas servirão para estabelecer medidas de manejo e conservação espécie-específicas na área de influência do empreendimento e UCs adjacentes.

11.3 5 Relatórios e Produtos

Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidados em um relatório ao final de cada ano.

11.3.6 Interface com outros programas

Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental e Programa de Conservação da Flora.

11.3.7 onograma

O Cronograma está apresentado em Anexo .

11.3.8 bliografia

Animal Care and Committee 1995. *Guidelines for the capture, handling and care of mammals as approved by the American Society of Mammalogists*.

AURICCHIO, P. 1995. *Primatas do Brasil*. Terra Brasilis Editora Ltda. São Paulo – SP.

BOBROWIEC, P. E. D. 2007. Caracterização molecular da dieta do morcego hematófago *D. rotundus* na Amazônia Brasileira. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 115 pp.

BROCKELMAN, W.Y. & ALI, R. 1986. Methods of surveing and sampling forest primate populations Marsh, C.W. e Mittermeier, R.A. (eds.). IN: *Primate Conservation in the Tropical rainforest*. New York, Alan R, Liss, Inc., p.21-62, 1986.

BUCKLAND, S.T. & A. E. YORK. 2002. Abundance Estimation. pp. 1-6 In: *Encyclopedia of Marine Mammals*, Perrin, W.F., B. Würsig e J.G.M. Thewissen, Academic Press.

BUCKLAND, S.T., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P. E LAAKE, J.L. 1993. *Distance sampling: estimating abundance of biological populations*. London: Chapman & Hall.

BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R. & LAAKE, J.L. 1980. *Estimation of density from line transect sampling of biological populations*. Wildlife Monographs, v.72.

CARTER, S.K. e ROSAS, F.C.W. 1997. Biology and Conservation of the Giant Otter, *Pteronura brasiliensis*. Mammal Review, 27 (1): 1-26.

CASINOS, A. & J. OCAÑA. 1979. A craniometrical study of the genus *Inia* d'Orbigny. 1834. Säugetierkundliche Mitteilungen 27(3):194-206.

CHARLES-DOMINIQUE, P., BROSSET, A. & JOUARD, S. 2001. Atlas des chauves-souris de Guyane. *Patrimoines Naturels*, 49: 1-172.

da SILVA, V.M.F. 1993. Aspects of the biology of the Amazonian dolphins genus *Inia* and *Sotalia fluviatilis*. PhD. Thesis, University of Cambridge (Inédita).

DOYLE, J.J. e DOYLE, J.L. 1987. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus, 12: 13-15.

da SILVA, V. M. F, MARTIN, A. R. 2000. A study of the boto or Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) in the Mamirauá Reserve, Brazil: operation and techniques. Organizado por Reeves, Randal R., Smith, Brian D., Kasuya, Toshio. Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia.. 1a. ed. Oxford, v.23, p.121-131.

DUPLAIX, N. 1980. Observations on the ecology and behaviour of the giant otter *Pteronura brasiliensis* in Suriname. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, 34: 495-620.

EISENBERG, J. F. & REDFORD, K. 1999. *Mammals of the Neotropics, Volume 3, The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. University of Chicago Press. Chicago, Illinois.

- EMMONS, L.H. & L. FEER, 1997. *Neotropical Rainforest Mammals, A Field Guide*. University of Chicago Press.
- EMMONS, L.H. 1984. Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica*, 16(3): 210-222.
- FRANCO, A.M.R. 1990. Leishmaniose Tegumentar em *Didelphis marsupialis*, Linnaeus 1758 (Marsupialia: Didelphidae): Estudo da infecção Experimental por *Leishmania* spp. Dissertação de mestrado apresentada à Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação do Instituto Oswaldo Cruz, RJ, para obtenção do grau de Mestre em Biologia Parasitária.
- FRANCO, A.M.R. & da SILVA M.N.F. 2005. *Relatório final de atividades nas áreas dos AHEs Salto do Jirau e Santo Antônio "Estudos da mastofauna do rio Madeira, no trecho que envolve a localidade da Cachoeira de Santo Antônio (Rondônia) e Jirau: Inventário de roedores e marsupiais (Mammalia: Rodentia & Marsupialia) e seus endoparasitas (Kinetoplastida: Trypanosomatidae)".* Furnas Centrais Elétricas.
- GREGORIN, R. & TADDEI, V. A. 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotropical/Journal of Neotropical Mammalogy*, 9: 13-32.
- HERSHKOVITZ, P. 1977. *Living New World monkeys (Platyrrhini) vol.1*. University of Chicago Press, Chicago.
- HUBBELL, S.P. & R.B. Foster. 1986. *Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest*. In: *Plant Ecology* (M. J. Crawley, ed.). pp 77-95. Blackwell, Oxford.
- JOHNSON, W.E. 2002. Faecal genetic analysis to determine the presence and distribution of elusive carnivores: design and feasibility for the Iberian lynx. *Mol. Ecol.* 11: 2171-2182.
- JOHNSON, W.E.; CULVER, M.; IRIARTE, J.A.; EIZIRIK E.; SEYMOUR, K.L. & O'BRIEN, S.J. 1998. Tracking the evolution of the elusive Andean mountain cat (*Oreailurus jacobita*) from mitochondrial DNA. *J Hered.* 89:227-232 Palomares, F.; J. A. Godoy; A. Piriz; S.J. O'Brien e W.E.
- KALKO, E. K. V., FRIEMEL, D., HANDLEY, C. O. & SCHNITZLER, H. U. 1999. Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica*, 31: 344-353.
- KELLOGG, R. & GOLDMAN, E.A. 1944. Review of the spider monkeys. *Proc. U.S. natn. Mus.*, 96: 1-45.
- KIMURA, M. A simple method for estimating rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *J. Mol. Evol.* 16: 111-120. 1980.
- KINZEY, D.; P.OLSON & R.GUERRODETTE. 2002. Marine mammals data collection procedures on research ship line-transect surveys by the Southwest Fisheries Science Center. [http://swfsc.nmfs.noaa.gov/prd/star/Data Reports in PDF/Line-transect report.pdf](http://swfsc.nmfs.noaa.gov/prd/star/Data%20Reports%20in%20PDF/Line-transect%20report.pdf).
- KOCHER, T.D., THOMAS, W.K., MEYER, A., EDWARDS, S.V., PAABO, S., VILLABLANCA, F.X. & WILSON, A.C. 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 86: 6196-6200.

- LEMKE, T. O. 1984. Foraging ecology of the long-nosed bat, *Glossophaga soricina*, with respect to resource availability. *Ecology*, 65: 538-548.
- LIM, B. K. & ENGSTROM, M. D. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama forest, Guyana, and the Guyana subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 10: 631-657.
- LEMONS de SÁ, R.M. 1996. *Effects of the Samuel hydroelectric Dam on Mammal and Bird communities in a heterogeneous lowland Amazonian Forest*. Tese de Doutorado, University of Florida, Gainesville.
- LEWIS-ORITT, N.; PORTER, C.A. & BAKER, R.J. 2001. Molecular systematics of the family Mormoopidae (Chiroptera) based on Cytochrome b and Recombination Activating Gene 2 sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 20: 426-436.
- LOPES, M.A. 1993. *Conservação do Cuxiú-Preto, Chiropotes satanas satanas (Cebidae, Primates) e de outros Mamíferos na Amazônia Oriental*. Dissertação apresentada ao Curso de PG em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém/Pará.
- MALCOLM. J.R., 1991. Comparative abundances of Neotropical small mammals by trap height. *J. Mammal.* 72: 188-192.
- MALCOLM. J.R., 1995. *Forest structure and the abundance and diversity of neotropical small mammals In: Forest Canopies*. Lowman & Nadkarmi (Eds.) Academic Press, San Diego.
- McGARIGAL, K. 2002. *Fragstats 3.3: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Oregon State University, Corvallis, OR.
- MANGINI, P.R. & P.A. NICOLA. 2003. *Captura e marcação de animais silvestres In: Cullen Jr., L., R. Rudran, C. Valladares-Pádua (Org.), Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre*, Editora da Universidade Federal do Paraná, pp. 91-123.
- MARTIN, A.R. and da SILVA, V.M.F. (2004b). River dolphins and flooded forest: seasonal habitat use and sexual segregation of botos (*Inia geoffrensis*) in an extreme cetacean environment. *J. Zoology*.
- MARTIN, A.R., da SILVA, V.M.F. and SALMON, D.L. (2006). Riverine habitat preferences of botos (*Inia geoffrensis*) and tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in the central Amazon. *Marine Mammal Science*.
- MESSIAS, M.R. 2001. "Mamíferos de Médio e Grande Porte da Reserva Biológica Estadual do Rio Ouro Preto, Rondônia - Brasil". *Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural*, 04: 27-35.
- MESSIAS, M.R. 2002a. *Avaliação Ecológica Rápida da Estação Ecológica de Antônio Mujica Nava – Relatório de Mastofauna Diurna e Aves Cinegéticas*. Planaflo, Convênio BR 007, Porto Velho.
- MESSIAS, M.R. 2002b. "Impacto da Pressão de Caça e Extração Seletiva de Madeira na Mastofauna Diurna no Estado de Rondônia", Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Rio

Claro, para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração: Zoologia).

- MESSIAS, M.R. 2003. *Relatório Técnico da Mastofauna de Médio e Grande Porte do Parque Nacional da Serra da Cutia /RO*. Apresentado ao IBAMA/DF, KANINDÉ e WWF/Brasil.
- MESSIAS, M.R. 2004a. Mastofauna diurna da Estação Ecológica Estadual Antônio Mujica Nava. *Resumos do X Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, fevereiro de 2004.
- MESSIAS, M.R. 2004b. Mastofauna diurna do PARNA Serra da Cutia/RO: Subsídio à elaboração do Plano de Manejo. *Resumos do X Congresso Brasileiro de Zoologia*. Brasília, fevereiro de 2004.
- MESSIAS, M.R.; Oliveira, M.A.; Nascimento, M.C.; Amorim, T.M.; Ferronato, M.L. & Bonavigo, P.H. 2005. Comunidade singular de primatas do alto Rio Madeira: Novas formas do gênero *Saguinus* e expansão da distribuição geográfica de *Cebuella pygmaea* (mico-leãozinho) e *Callimico goeldi* (macaco-de-goeldi). *Resumos XI Congresso Brasileiro de Primatologia*. Porto Alegre.
- NAIFF, M.F. 1998. Leishmaniose Tegumentar na Amazônia. Distribuição geográfica dos agentes etiológicos na região. Tese de mestrado. Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, IOC, FIOCRUZ, 60p.
- NOWAK, R.M. 1991. *Walker's Mammals of the World*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- PARDINI, R., DITT, E.H., CULLEN Jr., L., BASSI, C., RUDRAN, R. 2003. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: *Métodos de Estudo em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre*. Cullen Jr., L., Rudran, R. E Valladares-Padua, C. (org). Editora da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. pp. 181-201.
- OTIS, D. L., BURNHAM, K. P., WHITE, G. C. & ANDERSEN, D. P. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1–135.
- PARDINI, R., S.M. De SOUZA, R. BRAGA-NETO & J.P. METZGER. 2005. *The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape*. *Biological Conservation* (124) 253 - 266.
- PATTON, J. L.; M. N. F. da SILVA & J. R. MALCOLM. 2000. *Mammals of the Rio Juruá and the Evolutionary and Ecological Diversification of Amazonia*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 244: 306pp.
- PILLERI, G. & M. GIHR. 1977. Observations on the Bolivian (*Inia boliviensis* d'Orbigny, 1834) with description of a new subspecies (*Inia geoffrensis humboldtiana*). Pp 11-76 in G.PILLERI (ed) *Investigations on Cetacea, VIII*, Berna.
- RONDÔNIA. 2002. *Relatório de Mastofauna. Diagnóstico Sócio Econômico Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio Econômico Ecológico*. Acordo de empréstimo nº 3444 BR. Contrato nº 005/96 – PGE. 1998.

- Van ROOSMALEN, M.G.M. & Van ROOSMALEN, T. 1997. An Eastern Extension of the Geographical Range of the Pygmy Marmoset, *Cebuella pygmaea*. *Neotropical Primates* 5(1): 3-6.
- Van ROOSMALEN, M.G.M.; van ROOSMALEN, T.; MITTERMEIER, R.A & RYLANDS, A.B. 2002. A taxonomic review of the titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. *Neotropical Primates*, 10(Suppl.): 1-52.
- ROSAS, F.C.W.; SOUSA-LIMA, R.S. & Da SILVA, V.M.F. 2003. Avaliação preliminar dos Mamíferos do Baixo Rio Purus. Capítulo VI. Pp. 49-59. In: C.P. de Deus; R.da Silveira & L.H. R. Py-Daniel (eds.). Piagaçu-Purus: Bases científicas para a criação de uma reserva de desenvolvimento sustentável.
- RYLANDS, A.B.; SCHNEIDER, H.; LANGGUTH, A.; MITTERMEIER, R.A.; GROVES, C.P. & RODRÍGUEZ-LUNA, E. 2000. An assessment of the diversity of New World primates. *Neotropical Primates*, 8(2): 61-93.
- SIMMONS, N.B. 2005. Order Chiroptera. In: Wilson, D. E. & Reeder, D. M. *Mammal species of the world : a taxonomic and geographic reference*. Third edition, The Johns Hopkins University Press, 2000 pp.
- SIMMONS, N. B. & VOSS, R. S. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna, part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237: 1-219.
- SWOFFORD, D.L. *Paup* phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods) version 4.03b*. Sinauer, Sunderland. MA. 1999.
- TAMURA, K. & NEI, M. Estimation of the number of nucleotide substitution in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Mol. Biol. Evol.* 10: 512-526. 1993.
- TIRIRAS, D. 1999. *Mamíferos del Ecuador*. Sociedad para la Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad Ecuatoriana. Publicación Especial 2. Ecuador.
- UIEDA, W., PALEARI, L.M., LIMA, R.J.S., BEGOT, A.L., RIBEIRO, J.R., CAMPOS, A.C.R. e SANTOS, M.A. 2002. Aspectos ecológicos das agressões humanas por morcegos hematófagos na região norte do Brasil. In: Relatório Final de Pesquisa, FAPESP. Botucatu. p. 132.
- VIDAL, O.; J.BARLOW; L.A.HURTADO; J.TORRE; P.CENDÓN & Z.OJEDA. 1997. Distribution and abundance of the Amazon dolphin (*Inia geoffrensis*) and the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the upper Amazon River. *Marine Mammal Science* 13(3):427-445.
- VIZOTTO, L. D. & TADDEI, V. A. 1973. Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. Boletim de Ciências, São José do Rio Preto, 1-72pp.
- VOSS, R. S. & EMMONS, L. H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 230: 1-115.
- WHITE, G. C., ANDERSEN, D. R., BURNHAM, K. P. & OTIS, D. L. 1982. Capture–recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory LA-8787-NERP, Los Alamos. 235 pp.

11.4 Subprograma de Monitoramento de Quirópteros

11.4.1 Introdução/Justificativa

Uma avaliação das respostas dos grupos taxonômicos chave que desempenham serviços importantes à manutenção dos ecossistemas é essencial para programas de manejo e monitoramento em florestas tropicais. Devido a sua variedade de itens alimentares, que inclui frutos, folhas, néctar, pólen, insetos, sangue e pequenos vertebrados, morcegos realizam um papel crucial na polinização, dispersão de sementes e predação de insetos em ambientes tropicais (FLEMING, 1982). Nenhum outro grupo de vertebrados possui tanta diversidade de guildas tróficas como o encontrado em morcegos, os quais podem explorar diversos estratos da vegetação e tipos de habitat.

Esta variedade de estratégias de forrageio faz dos morcegos o grupo animal mais completo em termos de diversidade biológica. Além disso, estas características tornam os morcegos potenciais bioindicadores ambientais devido: grande abundância local, maior riqueza de espécies local entre os mamíferos, são ecologicamente diversos, respondem negativamente a distúrbios ambientais e são relativamente fáceis de amostrar e identificar em campo.

Para proteger e conservar as populações de morcegos e a comunidade como um todo é importante reconhecer que morcegos interagem com o seu ambiente em uma escala espacial ampla, que inclui uma mistura de habitat. Por causa da sua grande capacidade de deslocamento, morcegos podem exigir recursos (alimento e abrigo diurno) que estão presentes em múltiplos tipos de habitat. Por exemplo, na várzea *Noctilio leporinus* procura forragear sob os cursos d'água e possui abrigo diurno em na terra firme. No geral, organismos que necessitam de diversos habitat para sobreviver são mais sensíveis a perda do habitat original e a fragmentação.

Diversas espécies de morcegos respondem negativamente a distúrbios ambientais (COSSON et al., 1999; MEDELLÍN et al., 2000; SCHULZE et al., 2000; GORRESEN & Willig, 2004; NUMA et al., 2005; WILLIG et al., 2007) e ao corte seletivo da floresta (OCHOA, 2000; CLARKE et al., 2005a, b; PETERS et al., 2006; CASTRO-ARELLANO et al., 2007). Dependendo da espécie de morcego, os ambientes antropizados são intransponíveis. Por exemplo, Cosson *et al.* (1999) em seu estudo realizado em ilhas formadas pela construção de uma barragem na Guiana Francesa, sugerem morcegos frugívoros e nectarívoros pequenos não toleram a redução do habitat e o isolamento das ilhas formadas pelo alagamento do mesmo.

Em uma escala de paisagem é importante considerar que a matriz exhibe habitats acessíveis e não acessíveis aos morcegos (JABERG & GUIBAN, 2001; ESTRADA & COATES-ESTRADA, 2002; GEHRT & CHELSVIG, 2004; GORRESEN & WILLIG, 2004; NUMA et al., 2005). A paisagem pode ser dominada por uma matriz inóspita formada por áreas em diferentes graus de antropização (pastagens, floresta secundária, áreas agrícolas), cercada por fragmentos de floresta. Os ambientes inacessíveis para morcegos podem estar associados a baixa densidade e qualidade de recursos, estrutura da vegetação inóspita e paisagem degradada.

Como mencionado acima, muitas espécies de morcegos não toleram a perda do habitat original, reduzindo a taxa de reprodução e a sua densidade demográfica na área. No entanto outras espécies podem aumentar em abundância devido a matriz oferecer algum tipo recurso em maior quantidade e qualidade. Durante o forrageio, o deslocamento entre o abrigo e o local de forrageio também deve ver conectada por ambientes acessíveis. Para entender os fatores determinantes para sua conservação é importante conhecer como a população de morcegos interage com uma paisagem antropizada.

Alterações ambientais não seguem um padrão espacial que permita delimitar experimentos com múltiplas réplicas de tamanho e forma dos diferentes habitats da matriz que compõe a paisagem. Uma alternativa é o uso medidas de aproximação, na qual as conclusões são baseadas na diferença entre as paisagens espacialmente distintas. A relação entre as características da paisagem (composição e configuração) e a população de morcegos é necessária para prever as respostas das espécies de morcegos frente a diferentes atividades de manejo da paisagem e planejar melhor a distribuição dos esforços de conservação.

De acordo com os estudos disponíveis, a Amazônia é extremamente rica em espécies de morcegos (BERNARD & SAMPAIO, no prelo, TAVARES *et al.*, no prelo), mas há grande heterogeneidade no nível de informação disponível ao longo de sua extensão geográfica. A parte Amazônica em território não-brasileiro a oeste da América do Sul tem sido relativamente mais amostrada e melhor compreendida, com o estabelecimento de estudos de longa duração (e.g. PACHECO *et al.*, 1993). Na contramão, está a Amazônia ocidental brasileira, sub-amostrada, ou simplesmente desconhecida, em grande parte, em termos da fauna de morcegos. Os dados ainda escassos sobre morcegos na Amazônia brasileira foram coletados principalmente nas regiões circunvizinhas as capitais de Manaus (AM) e Belém (PA) e, em muito raros casos, em regiões próximas a centros urbanos (e.g. HANDLEY, 1967; PICCININI, 1974; TADDEI & REIS, 1980; UIEDA, 1980; MOK *et al.*, 1982; REIS, 1984; REIS & PERACCHI, 1987; GRIBEL & TADDEI, 1989; BERNARD, 2001a; 2001b; SAMPAIO *et al.*, 2002). Os poucos inventários publicados da fauna de morcegos do Estado de Rondônia indicam uma diversidade de 20 espécies (Hingst-Zaher *et al.*, 2002), mas estima-se um mínimo de 130 espécies potencialmente ocorrentes na área (Tavares *et al.*, no prelo). Identificar quais são as ameaças que atuarão sobre cada grupo taxonômico é crucial para a escolha de planos de monitoramento e manejo para a conservação da biodiversidade.

A compreensão das relações entre as características da paisagem (composição da vegetação, forma e tamanho dos diferentes habitat) e a população das espécies de morcegos é necessária para prever as respostas das espécies frente a diferentes atividades de manejo da paisagem e assim poder planejar melhor a distribuição dos esforços de conservação.

O reservatório AHE vai interferir diretamente em ambientes não alterados que são utilizados por diversas espécies de morcegos e assim afetará a comunidade desses animais como um todo. Neste cenário, três grandes impactos são previstos: alagamento das margens do rio Madeira; submersão dos afloramentos rochosos; e aumento do desmatamento.

O alagamento das margens do rio Madeira afetará diretamente espécies de morcegos associadas aos cursos d'água que utilizam este ambiente para forragear (ex. *Noctilio leporinus*, *N. albiventris*, *Mimon crenulatum*, *Macrophyllum macrophyllum*, várias espécies da família Vespertilionidae) e como abrigo diurno (ex. *Rynchonictes naso*, *Noctilio leporinus*, *N. albiventris*). Com a perda das margens, não se sabe quais espécies de morcegos poderão ser afetadas e se a comunidade como um todo poderá se recompor com o tempo; o enchimento da barragem provocará a submersão e perda permanente dos afloramentos rochosos ou pedrais localizados ao longo do rio Madeira e suas margens. Isto afetará diretamente o abrigo diurno de uma fauna específica de morcegos que habitam os pedrais. Estes pedrais são usados pelos morcegos somente durante a estação seca, quando estão acima do nível das águas. Ainda não existem informações científicas para onde estes morcegos se deslocam durante a estação das cheias.

A perda dos pedrais a montante da barragem poderá reduzir consideravelmente o tamanho populacional de várias espécies de morcegos; é previsível que ocorra um aumento de desmatamentos provocado pela imigração de pessoas como mencionado anteriormente, atingindo a comunidade de morcegos que habitam as florestas de terra firme. A comunidade

de morcegos que usam os curso d'água e a floresta certamente são diferentes. Os pedrais são colonizados principalmente por morcegos das famílias Emballonuridae, Mormoopidae, Furipteridae, Molossidae e Natalidae, enquanto que morcegos Phyllostomidae (família mais numerosa em espécies) e Thyropteridae procuram se abrigar e forragear nas áreas de mata.

A abundância relativa do grupo como um todo tende a diminuir, visto que muitos pedrais ao longo das margens do rio ficarão submersos pela área da represa. O desmatamento das florestas remanescentes, principalmente na margem direita do rio Madeira, pode mudar a composição da comunidade de morcegos. Espécies mais exigentes, como morcegos Phyllostomineos, podem se extinguir localmente ou, pelo menos, ter sua abundância relativa e densidade reduzida. Se os morcegos forem intensamente afetados pela perda dos seus abrigos e fragmentação da floresta, importantes processos ecológicos que envolvem eventos de polinização, dispersão de sementes e controle de insetos poderão ser perdidos, comprometendo a dinâmica e a regeneração da floresta.

11.4.2 Objetivos

Objetivo Geral

A despeito dos efeitos diretos (alagamento de regiões florestadas e dos pedrais) e indiretos (antropização de áreas intactas) da construção da Hidrelétrica de Santo Antônio, este projeto tem como proposta geral realizar experimentos que evidenciem os efeitos associados da perda dos ambientes sobre a composição da comunidade, população (abundância das espécies) e estrutura das guildas tróficas dos morcegos. Somente a partir da avaliação dos efeitos de curto prazo e cumulativo (médio e longo prazos) da construção da represa e do enchimento do lago do AHE Santo Antônio poderá se determinar um protocolo de monitoramento de longo prazo na área de influência do AHE e direcionar ações de manejo, as quais deverão ser implementadas sempre que se detectar problemas de conservação de espécies da fauna regional, atribuíveis direta ou indiretamente ao empreendimento.

Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são focados para avaliar como os três impactos previstos afetam a comunidade de morcegos:

1. Identificar como a diversidade (abundância, riqueza, composição e guildas tróficas) de morcegos pode ser afetada pela inundação das margens do rio Madeira, perda permanente dos pedrais e fragmentação florestal e perda de habitats;
2. Verificar como a complexidade da paisagem e a conectividade entre a floresta ombrófila, a área a ser inundada e os pedrais, a jusante e a montante da barragem, podem afetar a distribuição, a diversidade dos morcegos e as guildas tróficas;
3. Conhecer a fauna de morcegos e suas guildas tróficas que utilizam os pedrais. A fim de verificar como a barragem afetará a comunidade de morcegos dos pedrais, torna-se necessário que duas comparações sejam feitas: uma entre a comunidade de morcegos que ocupam os pedrais a montante e a jusante da barragem do AHE Santo Antonio; e outra comparação entre a comunidade de morcegos dos pedrais e da terra firme.
4. Monitorar a cada ano de estudo variações na riqueza, abundância, composição da comunidade de morcegos e guildas tróficas entre os ambientes selecionados e associar com as possíveis mudanças ambientais geradas pela construção do AHE Santo Antonio;
5. Estabelecer estratégias de conservação e ações de manejo para manter amostras de populações e comunidades representativas de quirópteros na área de influência do empreendimento.

11.4.3 Metas/Resultados Esperados

As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 9**.

TABELA 9.

Metas e resultados esperados

Meta / Resultados Esperados
Obter conhecimento sobre a biologia, ecologia e o comportamento de espécies endêmicas e daquelas novas para a ciência
Amostragem sistemática e integrada espacial e temporalmente de todos os táxons contemplados no sub-programa, dentro da área afetada pelo reservatório
Determinação de parâmetros e espécies sensíveis e indicadoras a serem monitoradas
Implementação de protocolo de monitoramento, detecção de impactos e proposição de medidas de conservação dos componentes afetados

11.4.5 Procedimentos/Metodologia

Escolha dos pontos de amostragem na terra firme e análises da paisagem

Para este estudo, serão amostrados 18 pontos de coleta distantes no mínimo 5 km um do outro, situados em ambas margens dos rios Madeira e Jaci-Paraná, nas áreas de estudo pré-selecionadas (**Mapa 1**), a montante do aproveitamento hidroelétrico de Santo Antônio. Tal espaçamento entre os pontos de coleta é necessário para se estabelecer uma área suficientemente grande para que as variáveis ambientais e de abundância das espécies de morcegos sejam obtidas de unidades de amostragem com o máximo de independência estatística possível, além de amostrar uma área pequena suficiente para que fatores biogeográficos não interfiram nas análises. Os 18 pontos de amostragem serão selecionados dentro de três tipos ambientes: floresta ombrófila contínua fora da área a ser inundada (>1000 ha), fragmento de floresta ombrófila (entre 10 e 50 ha) fora da área a ser inundada e área das margens do rio Madeira e afluentes sobre efeito da inundação. A amostragem nos pedrais é descrita em uma seção mais abaixo neste documento. A floresta ombrófila foi selecionada por ser o tipo de vegetação predominante na área e, por isso, passível de sofrer os maiores impactos causados pela antropização sob influência indireta da hidrelétrica de Santo Antônio e da BR-364.

Um mapa da área de estudo, que se estende do município de Porto Velho até a montante da localização da barragem do aproveitamento hidrelétrico do Jirau, será analisado no programa ArcView 3.2 (ERSI, 1996) utilizando uma imagem de 2007 ou 2008 do satélite Landsat TM 5 com resolução máxima de 23 m (cada pixel de 23 m por 23 m). Esta imagem será convertida em formato *raster* para a categorização dos diferentes tipos de vegetação da paisagem (ex.: floresta, capoeira, pastagem e água). Com este mapa digitalizado e os tipos de vegetação classificados, serão selecionados os 18 pontos de amostragem distribuídos entre os três tipos de habitat escolhidos: seis florestas contínuas de vegetação ombrófila, seis fragmentos florestais (entre 50 e 100 ha) e seis margens do rio Madeira sobre efeito da inundação (**Tabela 10**). Este mapa é de fundamental importância para selecionar os pontos de amostragem de acordo com a estrutura espacial e complexidade ambiental, de maneira a garantir uma distribuição mais uniforme com réplicas dos níveis de grandeza destas variáveis entre os 18 pontos amostrados. Logística de transporte,

deslocamento entre os sítios via terra e/ou barco e estrutura para acomodação também deverão ser levados em consideração para escolhas dos locais de amostragem.

Para examinar a relação entre a população das espécies de morcegos e as características da paisagem, é desejável quantificar atributos (medidas de estrutura espacial e complexidade ambiental) que ocorrem dentro da área de forrageio das espécies de morcegos amostrado no sítio de coleta. No entanto, não se conhece a área de forrageio das espécies que provavelmente serão amostradas na área de estudo. Assim, círculos concêntricos de 3 km de raio a partir de cada ponto de amostragem serão delimitados para quantificar as características da paisagem. O tamanho da área do círculo foi escolhida por representar a área de forrageio esperado para morcegos (LEMKE, 1984; KALKO et al., 1999).

As características da paisagem serão baseadas em medidas que possam avaliar a estrutura espacial e complexidade dos diferentes pontos de amostragem selecionados, no qual inclui: cobertura de floresta, tamanho de fragmentos, densidade de fragmentos, densidade de borda, índice de proximidade (McGARIGAL, 2002), relação perímetro/área dos fragmentos. Outras variáveis poderão ser incluídas conforme andamento do estudo. As variáveis ambientais serão analisadas utilizando o programa Fragstat (McGARIGAL, 2002). Todas as medidas serão calculadas dentro do raio de 3 km de todos os 18 pontos. A cobertura de floresta será expressa em porcentagem. A densidade de fragmentos é o número de fragmentos de floresta com tamanho até 100 ha. A densidade de borda se refere ao perímetro total de todos os fragmentos. O índice de proximidade é baseado na área dos fragmentos de floresta e a distância entre eles. A relação perímetro/área será a média desta relação de todos os fragmentos encontrados dentro de cada raio de circunferência.

Desta forma a composição da comunidade de morcegos (riqueza de espécies e abundancia) poderá ser analisada sob duas perspectivas: ponto de vista do tipo de habitat (floresta ombrófila intacta contínua, fragmento de floresta ombrófila e floresta ombrófila dentro da área de inundação); e de acordo com as características da paisagem. Para promover um inventário completo da fauna de morcegos da área, serão incluídas capturas eventuais nos diferentes tipos de vegetação como pasto abandonado e áreas com vegetação secundária em diferentes estágios sucessionais ambas para melhor verificação dos efeitos da antropização local, floresta de várzea e igapó.

A primeira etapa deste projeto consiste na seleção dos 18 pontos de coleta utilizando as técnicas de sensoriamento remoto descritas acima. Após encontrar o máximo de sítios candidatos, saídas a campo deverão ser feitas para verificar a qualidade da vegetação dos sítios e as condições de deslocamento e apoio em campo. Com a triagem dos sítios adequados para a realização do estudo, a segunda etapa será iniciada com a captura dos morcegos. O monitoramento da população e comunidade dos morcegos deverá ser realizado duas vezes a cada 12 meses, período que inclui uma estação seca e chuvosa.

Captura dos morcegos e periodicidade das amostragens

Para melhor condução dos trabalhos e organização da logística, as atividades de campo serão indicadas a seguir para cada ano. Em cada ponto de coleta deverão ser realizadas três amostragens de duas noites consecutivas cada uma por ano. Estas três amostragens serão realizadas em intervalo de 2-4 meses, representando seis noites de capturas em cada ponto por ano de atividade ou um total de 108 noites/ano (18 pontos de coleta × 3 amostragens × 2 noites = 108 noites/ano). Em um período de três meses consecutivos, todos os 18 pontos deverão ser amostrados por duas noites.

Em cada ponto serão armadas 15 redes de neblina (12,0 x 2,5 m cada, malha 36 mm, Ecotone Inc, Polônia) dispostas em linha contínua, no nível do solo, em trilhas abertas nos grides. As redes permanecerão abertas entre 18:00 e 00:00 h e checadas em intervalos de

15 minutos. Não serão amostradas noites de lua cheia ou com chuva intensa por afetarem o comportamento de forrageio dos morcegos. Para todos os morcegos capturados será identificada a espécie, sexo, idade (jovem ou adulto), estado reprodutivo (adulto, jovem, fêmea grávida, fêmea lactante), peso e dados morfométricos. Todos os morcegos capturados serão marcados com um colar de alumínio contendo um número individual para estimar taxas de recaptura dos morcegos, bem como o deslocamento entre os pontos de amostragem. A identificação dos morcegos será baseada na chave dicotômica de Vizotto & Taddei (1973), Tiriras (1999), Lim & Engstrom (2001), Gregorin & Taddei (2002) e Charles-Dominique et al. (2001), auxiliada pelas descrições de Simmons & Voss (1998), Voss & Emmons (1996) e Eisenberg & Redford (1999). A nomenclatura taxonômica usada será a de Simmons (2005). As guildas encontradas serão classificadas de acordo com Kalko (1997).

Em cada ponto de amostragem serão coletados 10 indivíduos de cada espécie, exceto aqueles que estiverem na lista das espécies ameaçados de extinção elaborada pelo IBAMA. Os morcegos coletados serão mortos em éter e depositados numa coleção de referência abrigada em instituição pública. Se houver outra série de coletas, a mesma será depositada numa instituição pública previamente escolhida, e em caso de réplicas, em outras instituições com coleções expressivas. Com o intuito de aproveitar ao máximo as coletas dos morcegos, amostras de tecido e ectoparasitas serão coletadas e armazenadas em álcool (100% para os tecidos e 70% para os ectoparasitos) também a serem entregues a instituições públicas.

TABELA 10

Esforço de amostragem por ano dos morcegos nos 18 pontos de coleta localizados na área de influência indireta do aproveitamento hidrelétrico de Santo Antônio/RO.

Tipo de habitat	Número de pontos de amostragem	Noites pretendidas de amostragem/ano	Esforço de amostragem pretendido/ano (horas-rede) ^a
Floresta ombrófila contínua (>1000 ha)	6	48	4320
Fragmento de floresta ombrófila (10-50 ha)	6	48	4320
Área inundável	6	48	4320
Total	18	144	12690

^a número de redes usadas multiplicado pela quantidade de horas em que ficaram abertas por noite em um local.

Amostragem dos morcegos nos pedrais

Os pedrais serão amostrados em visitas diurnas para a captura dos morcegos ainda dentro dos seus abrigos. As capturas serão realizadas somente na estação seca, quando estes abrigos ficam acima do nível das águas. Para conhecer a comunidade de morcegos que habita os pedrais, o delineamento amostral consistirá na delimitação de transectos de 3 km cobrindo todo o rio Madeira e seus principais afluentes, os quais serão impactados pela formação do reservatório, no qual seis transectos estarão dispostos a montante (área de influência direta) e seis a jusante (área controle) da barragem do AHE Santo Antonio. Os transectos não deverão ser sobrepostos. Todos os afloramentos rochosos dentro de cada transecto serão vistoriados quanto a presença de morcegos. As amostragens aos pedrais deverão ocorrer duas vezes em cada estação seca para maior compreensão da comunidade dos morcegos. Os transectos serão escolhidos em locais onde exista uma maior concentração de pedrais a fim de amostrar o maior número de abrigos. Os morcegos serão capturados com o uso de redes de neblina, puçás de extensão regulável ou coleta manual. O uso de “voadeira” a motor de popa será necessário para se chegar aos pedrais. Devido a dificuldade de inferir corretamente a densidade de cada espécie de morcego nos pedrais, serão usados para as análises somente dados da presença das espécies.

Radio-telemetria

Experimentos utilizando rádios-transmissores em espécies selecionadas fornecerão informações sobre uso de abrigos, áreas de vida e padrões de deslocamento das espécies de morcegos consideradas chave (ex. do morcego que ocupam os pedrais, morcegos que possuem suas populações mais ameaçadas pelos impactos da perda de habitat e abrigo). Radio-transmissores (Holohil Systems Ltd.®) serão colados nas costas de 10 indivíduos de ambos os sexos de cada espécie selecionada (pelo menos duas espécies de cada ambiente selecionado), o qual deverá ser acompanhado durante um mínimo de 15 dias cada indivíduo. As espécies contempladas com este tipo de análise serão determinadas ao longo dos primeiros dois anos de trabalho, considerando-se a distribuição por habitats, vulnerabilidade, raridade, potencial indicador e importância como vetor de raiva.

11.4.6 Relatórios e Produtos

Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidados em um relatório ao final de cada ano.

11.4.7 Interface com outros Programas

Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental e Programa de Conservação da Flora.

11.4.8 Cronograma

O Cronograma está apresentado em Anexo.

11.4.9 Bibliografia

BERNARD, E. 2001a. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 115–126.

BERNARD, E. 2001b. Species list of bats (Mammalia: Chiroptera) of Santarém area, Pará State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 455–463.

CASTRO-ARELLANO, I., PRESLEY, S. J., SALDANHA, L. N., WILLIG, M. R. & WUNDERLE Jr, J. M. 2007. Effects of reduced impact logging on bat biodiversity in terra firme forest of lowland Amazonia. *Biological Conservation*, 138: 269–285.

CHARLES-DOMINIQUE, P., BROSSET, A. & JOUARD, S. 2001. Atlas des chauves-souris de Guyane. *Patrimoines Naturels*, 49: 1-172.

CLARKE, F.M., PIO, D.V. & RACEY, P.A., 2005a. A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology*, 19: 1194–1204.

CLARKE, F.M., ROSTANT, L.V. & RACEY, P.A., 2005b. Life after logging: post-logging recovery of a Neotropical bat community. *Journal of Applied Ecology*, 42: 409–420.

- COSSON, J.F., RINGUET, S., CLAESSENS, O., DE MASSARY, J.C., DALECKY, A., VILLIERS, J.F., GRANJON, L. & PONS, J.M. 1999. Ecological changes in recent land-bridge islands in French Guiana, with emphasis on vertebrate communities. *Biological Conservation*, 91: 213–222.
- EISENBERG, J. F. & REDFORD, K. 1999. *Mammals of the Neotropics, Volume 3, The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. University of Chicago Press. Chicago, Illinois.
- ESTRADA, A. & R. COATES-ESTRADA. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 103: 237-245.
- GEHRT, S. D. & CHELSVIG, J. F. 2004. Species-specific pattern of bat activity in an urban landscape. *Ecological Applications*, 14: 625-635.
- GORRESEN, P.M. & WILLIG, M.R. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85: 688–697.
- GREGORIN, R. & TADDEI, V. A. 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotropical/Journal of Neotropical Mammalogy*, 9: 13-32.
- GRIBEL, R. & TADDEI, V.A. 1989. Notes on the distribution of *Tonatia schulzi* and *Tonatia carrikeri* in the Brazilian Amazon. *Journal of Mammalogy*, 70: 871–873.
- HANDLEY, C.O. 1967. Bats of the canopy of an Amazonian forest. *Atas do Simpósio Biota Amazonica (Zool.)*, 5: 211–215.
- HINGST-ZAHER, E., MONFORT, T. & NOVAES, D. 2002. Avaliação Ecológica Rápida da Mastofauna da Estação Ecológica Antônio Mujica Nava-Rondônia. Relatório Final.
- IAG – Grupo de Assessoria Internacional. 2003. Relatório da XIX reunião. O PPA 2004-2007 na Amazônia: Novas Tendências e Investimentos em Infra-estrutura. PPG7, Brasília. Disponível em <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/76911.doc>>
- IIRSA – Iniciativa de Integração da Infra-estrutura Regional Sul-americana. 2005. Información Básica. Disponível em <http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos%20PDF/fm_informacion_basica.pdf>
- IIRSA – Iniciativa de Integração da Infra-estrutura Regional Sul-americana. 2004. Planejamento Territorial Indicativo: Carteira de Projetos IIRSA 2004. Comitê de Coordenação Técnica, Buenos Aires.
- JABERG, C. & GUISAN, A. 2001. Modeling of distribution of bats in relation of landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology*, 38: 1169-1181.
- KALKO, E. K. V., FRIEMEL, D., HANDLEY, C. O. & SCHNITZLER, H. U. 1999. Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica*, 31: 344-353.
- KALKO, E.K.V., HANDLEY, C.O., & HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. *In* Long-term studies of vertebrate communities. *In*: Cody, M.L. & Smallwood, J.A. Academic Press, San Diego. pp. 503–553.

- LEMKE, T. O. 1984. Foraging ecology of the long-nosed bat, *Glossophaga soricina*, with respect to resource availability. *Ecology*, 65: 538-548.
- LIM, B. K. & ENGSTROM, M. D. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama forest, Guyana, and the Guyana subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 10: 631-657.
- McGARIGAL, K. 2002. *Fragstats 3.3: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Oregon State University, Corvallis, OR.
- MEDELLÍN, R., EQUIHUA, M. & AMIN, M. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforest. *Conservation Biology*, 14: 1666–1675.
- MOK, W.Y., WILSON, D.E., LACEY, L.A., & LUIZÃO, R.C.C. 1982. Lista atualizada de quirópteros da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 12: 817–823.
- NUMA, C., VERDÚ, J.R. & SÁNCHEZ-PALOMINO, P. 2005. Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. *Biological Conservation*, 122: 151–158.
- OCHOA, J.G. 2000. Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de la Guyana Venezolana. *Biotropica*, 32: 146–164.
- PETERS, S.L., MALCOLM, J.R. & ZIMMERMAN, B.L., 2006. Effects of selective logging on bat communities in the southeastern Amazon. *Conservation Biology*, 20: 1410–1421.
- PICCININI, R.S. 1974. Lista provisória dos quirópteros da coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (Chiroptera). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Nova Série Zoológica*, 77: 1–32.
- REIS, N.R. 1984. Estrutura de comunidades de morcegos na região de Manaus, Amazonas. *Rev. Bras. Biol.* 44: 247–254.
- REIS, N.R., & PERACCHI, A.L. 1987. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Nova Série Zoológica*, 3: 161–182.
- SAMPAIO, E.M., KALKO, E.K.V., BERNARD, E., HERRERA, B.R. & HANDLEY, C.O. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38:17-31.
- SCHULZE, M.D., SEAVY, N.E. & WHITACRE, D.F., 2000. A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica*, 32: 174–184.
- SIMMONS, N. B. & VOSS, R. S. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna, part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237: 1-219.
- SIMMONS, N.B. 2005. Order Chiroptera. In: Wilson, D. E. & Reeder, D. M. *Mammal species of the world : a taxonomic and geographic reference*. Third edition, The Johns Hopkins University Press, 2000 pp.
- TADDEI, V.A., & REIS, N.R. 1980. Notas sobre alguns morcegos da Ilha de Maracá, Território Federal de Roraima (Mammalia: Chiroptera). *Acta Amazonica*, 10: 363–368.

- TAVARES, V.C, GREGORIN, R & PERACCHI, L.A.A. No prelo. Diversidade de Morcegos no Brasil. In: Pacheco, S. M., Marques, R.V.; Esberard, CE.L. (Org). Morcegos do Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação. Pelotas: USEB.
- TIRIRAS, D. 1999. *Mamíferos del Ecuador*. Sociedad para la Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad Ecuatoriana. Publicación Especial 2. Ecuador.
- UIEDA, W. 1980. Ocorrência de *Carollia castanea* na Amazônia Brasileira (Chiroptera: Phyllostomidae). Acta Amazonica, 10: 936–938.
- VIZOTTO, L. D. & TADDEI, V. A. 1973. Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. Boletim de Ciências, São José do Rio Preto, 1-72pp.
- VOSS, R. S. & EMMONS, L. H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: a preliminary assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History, 230: 1-115.
- WANDERLEY, I. F., FONSECA, R. L., PEREIRA, P. G. P., PRADO, A. C. A., RIBEIRO, A. P., VIANA, E. M. S., DUTRA, R. C. D., OLIVEIRA, A. B., BARBOSA, F. P. & PANCIERA, F. 2007. Implicações da Iniciativa de Integração da Infra-estrutura Regional Sul-americana e projetos correlacionados na política de conservação no Brasil. Política Ambiental, 3: 1-42.
- WILLIG, M.R., PRESLEY, S.J., BLOCH, C.P., HICE, C.L., YANOVIK, S.P., DÍAZ, M.M., CHAUCA, L.A., PACHECO, V. & WEAVER, S.C. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonian forest: effects of anthropogenic alteration of habitat. Biotropica, 39: 737-746.

11.5 Monitoramento e Controle de Incidência de Raiva Transmitida por Morcegos Hematófagos

O presente subprograma complementar, está relacionado ao monitoramento de quirópteros e vem atender à condição de validade 2.11, da LP Nº 257/2007.

11.6 Introdução/Justificativa

A Raiva é uma zoonose cujos ciclos, urbano, peri-urbano e silvestre, envolvem cães, gatos e morcegos. Os principais reservatórios silvestres da doença são os morcegos. No Brasil, a raiva ocorre de forma endêmica, com tendência a redução da taxa de incidência, em decorrência da instituição da vigilância epidemiológica e da vacinação em massa e de rotina de cães e gatos. A região Norte do Brasil tem um histórico particularmente difícil com relação a epidemiologia da Raiva, que inclui desde casos pontuais de Raiva humana e recidivas de casos coletivos da Raiva em animais domésticos nos limites urbanos e peri-urbanos, até surtos extremamente graves de Raiva humana concentrados em certos municípios.

Nas décadas de 80 e 90, século passado, a região Norte participou com cerca de 20% das notificações de casos de raiva no país, mais especificamente, entre os anos de 1980 e 1998. Os estados que notificaram casos com mais regularidade foram Pará e Rondônia, segundo dados do Ministério da Saúde. Além daqueles que notificam os casos, há também municípios “silenciosos”, para os quais não há informações e, dada a condição de franco crescimento do estado, incrementada pela implementação de grandes empreendimentos e investimentos em vários setores, associada a falta de governança e ausência de planejamento nas questões epidemiológico/sanitárias, há apreensão por parte dos órgãos de saúde.

Em termos de saúde pública, sabe-se que ataques de morcegos a pessoas, sobretudo em comunidades ribeirinhas são “comuns” (veja BOBROWIECK, 2007, para exemplo no estado do Amazonas, município de Novo Aripuanã, região do alto Madeira), mas não há estimativas seguras em maior escala. Dados do Ministério da Saúde mostram que a participação de morcegos em registros de agressões passou de 679 casos em 1995 e alcançou 2.666 em 1998. Além disso, importantes surtos de raiva têm sido registrados em estados brasileiros (e também outros países), envolvendo agressão de grande número de pessoas por morcegos hematófagos, destacando-se os ocorridos em 2004 no Pará, onde foram confirmados 21 casos de raiva humana e 2005, no Maranhão, onde foram confirmados 40 casos.

O aspecto principal em relação aos ciclos da raiva a ser destacado frente a instalação de um aproveitamento hidrelétrico é a ocorrência de modificações significativas na cadeia de transmissão da raiva, com o crescimento da participação dos transmissores silvestres, principalmente os quirópteros. Tais eventos costumam ser oriundos de áreas onde estão ocorrendo alterações estruturais no ambiente, como por exemplo desmatamentos e minerações, e grandes obras de infra-estrutura que favorecem o contato do homem com os morcegos seja pela migração desses animais para o ambiente humano seja porque o homem invade o seu ambiente natural, ou pelo deslocamento das fontes de recursos alimentares destes animais. Deve-se ressaltar que a distância coberta por um morcego da espécie *Desmodus rotundus* em uma noite, foi confirmada em cerca de 20 km. Como a sede do município de Porto Velho localiza-se a apenas 7 km do empreendimento da barragem de Santo Antônio, estará sujeita a área onde estes animais poderão se refugiar. Portanto, este monitoramento deve contemplar um esforço conjunto aos órgãos públicos de saúde, fornecendo subsídios e apoio tanto em campanhas educativas, para instruir a população em modos de evitar acidentes com morcegos quanto a questões mais intrinsecamente ligadas a

biologia dos morcegos e a evolução das comunidades de morcegos frente ao empreendimento.

Além de potencialmente perigosa para o homem, a raiva é de grande importância econômica, pois pode ser transmitida a rebanhos, principalmente a bovinos e suínos, pelo morcego-vampiro-comum (*Desmodus rotundus*). Os fatores-chave para o desequilíbrio de populações silvestres de morcegos são a destituição dos ambientes naturais e a implementação de condições ótimas para alguns vetores mais frequentes. O principal ator, dentre os morcegos, desta combinação entre “desambientação” e “super oferta de recursos para selecionados” é o morcego-vampiro-comum (*Desmodus rotundus*). A pecuária extensiva representa, em termos diretos, alimento em abundância para esta espécie, exclusivamente sangüinívora. Há como consequência, o desvio de hábitos silvestres para rurais e peri-domésticos, uma vez que o gado é mais abundante e de mais fácil acesso do que a fauna silvestre. No estado de Minas Gerais, onde o controle das populações de morcegos-vampiros é problema sério há décadas e diretamente ligado ao histórico da pecuária extensiva, sabe-se que outro fator geralmente limitante para morcegos, que são os abrigos, é suprido pelo uso de cavidades naturais em abundância ocorrentes no estado, além de abrigos artificiais (TAVARES *et al.*, 2007).

No estado de Rondônia, sabe-se que a disponibilidade de “comida” para morcegos sangüinívoros é alta e crescente, proveniente de gado extensivo. Por outro lado, há um desconhecimento sobre os tipos de abrigos utilizados pelos morcegos. Técnicos do IDARON relataram dificuldades em encontrar abrigos para *Desmodus* (CLEONICE LERMER, comunicação pessoal); a situação é intrigante e complicadora do ponto de vista do controle de hematófagos. O número de morcegos hematófagos tratados para controle com warfarina (controle recomendado pela FUNASA, Programa Nacional de Controle da Raiva nos Herbívoros) pelos técnicos do IDARON é muito baixo, explicado pelas dificuldades que o órgão enfrenta para detecção de abrigos e para estabelecimento de programas de controle sistemático devido a variadas condicionantes e limitações para a implantação dos mesmos.

A implantação dos empreendimentos hidrelétricos do rio Madeira levará inundação de áreas naturais e expansão da ocupação humana, o que por sua vez, tende a levar ao deslocamento de pessoas e de gado, e ao desalojamento de colônias de quirópteros, entre eles, os hematófagos que migrarão para novos locais. Como consequência espera-se aumento de agressões destes morcegos a pessoas e animais domésticos, para alimentação. Esta condição poderá proporcionar também interações agressivas entre colônias de morcegos hematófagos de diferentes locais, o que tende a facilitar o espalhamento do vírus rábico, caso indivíduos apresentem-se infectados.

Os morcegos já são o segundo maior transmissor de raiva humana no Brasil e na América Latina, perdendo apenas para os cães. Esta condição de aumento da importância do ciclo assim denominado “silvestre” da raiva cujos alvos reservatórios e transmissores principais são os morcegos, está inexoravelmente ligada a alterações ambientais de toda natureza que desequilibram as populações de espécies de morcegos. Trata-se de um problema de potencialmente grave devido a intrínseca fatalidade da doença (100% dos casos vem a óbito). Além disso, existe a perspectiva de perdas significativas para os pecuaristas.

11.7 Objetivos

Objetivo Geral

Estudar os padrões de deslocamento de morcegos-vampiro (*Desmodus rotundus*) e outros potenciais transmissores de raiva na região. Estabelecer uma busca de abrigos diurnos

sistemática, paralela ao trabalho noturno, no intuito de auxiliar nas medidas de controle do Instituto de defesa animal (IDARON);

Objetivos Específicos

- Estimar o tamanho e a densidade da população de *D. rotundus* que forrageiam em comunidades ribeirinhas usando o método de marcação e recaptura;
- Avaliar o crescimento populacional de *D. rotundus* no período mínimo seis anos a partir do início da construção do aproveitamento hidrelétrico de Santo Antônio;
- Apoiar o órgão responsável pelo controle de morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus*, o IDARON, em várias instâncias, que compreendem cursos sobre a biologia e identificação de morcegos aos técnicos da instituição, apoio a produção de material educativo interno e panfletário externo e, principalmente, em ação conjunta para o controle de hematófagos;
- Elaborar material educativo em parceria com o IDARON sobre questões pertinentes a interações entre morcegos e atividade pecuária e seres humanos, tendo como público alvo a população efetiva ou potencialmente atingida por problemas com morcegos, incluindo proprietários rurais, ribeirinhos, população urbana.
- Elaborar cursos prático-teóricos e/ou palestras sobre biologia de morcegos, que envolvam técnicos do IDARON e outros interessados (interface com as secretarias de saúde e vigilância sanitária). Se oportuno, promover palestras em entidades educativas e comunidades.
- Apoiar o órgão responsável pelo controle da incidência e prevalência de vírus rábico, a Secretaria Estadual de Saúde e AGEVISA-RO, na coleta e sistematização de dados sobre pesquisa de vírus rábico em populações silvestres e urbanas e na produção de material educativo sobre morcegos para a população de Porto Velho e outras localidades nas adjacências da Usina de Santo Antônio.
- Oferecer oportunidade de treinamento, por acompanhamento em campo e participação em outras etapas do processo, a técnicos locais que possam e tenham interesse em perpetuar o trabalho de controle de raiva.

11.8 Metas/Resultados Esperados

As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 11**

TABELA 11

Metas e resultados esperados.

Meta / Resultados Esperados
Estabelecer parceria com o IDARON para que técnicos da instituição participem dos trabalhos de monitoramento e façam o controle de <i>Desmodus</i> simultaneamente aos trabalhos de coleta de dados em campo realizado pelo Subprograma de Monitoramento de Quirópteros
Determinação dos níveis atuais de ataques de morcegos hematófagos em comunidades ribeirinhas na região do AHE
Elaboração e divulgação de material educativo destinado aos diversos públicos alvo do programa
Estabelecimento de parceria com os órgãos de saúde para acompanhamento dos resultados da pesquisa sobre epidemiologia da raiva nos morcegos encaminhados, com vistas a produzir um banco de dados único que contenha cada passo dos procedimentos realizados para cada animal encaminhado, desde o georreferenciamento da captura ao número de tombo, após a pesquisa do vírus.
Coleta de parcela de cada espécie de morcegos hematófagos e não-hematófagos amostrada em campo, ou em comunidades humanas e encaminhar para a AGEVISA para exame do vírus rábico
Avaliação de mudanças na incidência de ataques de morcegos hematófagos em comunidades ribeirinhas durante e depois da construção do AHE

11.9 Âmbito de Aplicação

Esse subprograma será implementado na área de influência direta do AHE Santo Antônio.

11.10 Procedimentos/Metodologia

A captura dos morcegos será realizada em seis comunidades ribeirinhas localizadas a montante do aproveitamento hidrelétrico de Santo Antonio. As comunidades selecionadas deverão estar distantes pelo menos 15 km de outra comunidade para diminuir o efeito que um local pode exercer sobre a população dos morcegos da comunidade a ser investigada. As comunidades serão escolhidas de acordo com a disponibilidade de alimento para morcegos hematófagos (galinhas, porcos, cachorros e humanos). As comunidades selecionadas não deverão ultrapassar mais do que 15 famílias, pois a captura dos morcegos e a estimativa da densidade populacional dos hematófagos poderá ser prejudicada em comunidades muito extensas.

Marcação e recaptura

Métodos de marcação e recaptura de morcegos para estimar o tamanho da população têm sido aplicados com sucesso em indivíduos amostrado em seus abrigos diurnos (em contraposição a utilização de redes de neblina para captura e marcação de morcegos, cujas estimativas populacionais tem sido considerada problemática por causa da baixa taxa de recaptura dos indivíduos marcados). No entanto, esta técnica é útil somente em espécies de morcegos que possuem grande fidelidade ao local de forrageio e que possuem abrigos diurnos próximos aos locais de forrageio. Ambas características comportamentais também devem ter pouca ou nenhuma variação sazonal. Em ambientes tropicais, poucas espécies de morcegos possuem baixa dispersão entre os diferentes tipos de ambientes que compõe a paisagem. O uso contínuo de comunidades rurais para forragear e preferência por abrigos

próximos à fonte de alimento tornam o morcego hematófago *D. rotundus* ideal para estudos sobre variabilidade ambiental e tamanho populacional.

O censo da população dos morcegos será realizado em 12 noites consecutivas por comunidade. Cada comunidade será amostrada duas vezes por ano, uma visita durante a estação chuvosa e outra na estação seca, totalizando 144 noites de amostragem por ano. Desta forma será possível detectar aumento da população dos morcegos e possível variação sazonal da abundância destes. Nestes locais, os morcegos serão capturados usando quatro redes de neblina (6 e 12 m de comprimento, 2,5 m de altura, 4 bolsas, malha 36 mm), armadas em frente a galinheiros, currais, nos dormitórios dos porcos e ao redor das casas para maximizar a captura de morcegos hematófagos. As redes permanecerão abertas entre 21:00 e 06:00 h, por ser conhecido que o horário de forrageio dos morcegos hematófagos na Amazônia Central está associado ao comportamento dos ribeirinhos (UIEDA *et. al.*, 2002). Morcegos hematófagos começam a se alimentar dos animais de criação somente após os ribeirinhos irem dormir, quando então desligam o motor de luz. Isso provavelmente confere aos morcegos uma proteção, pois na escuridão da comunidade dificilmente são descobertos. Todos os morcegos hematófagos serão colocados em sacos de pano individuais e checados no dia seguinte para a coleta das amostras fecais e para marcação com um colar numerado e soltos no mesmo local onde foram capturados. Para todos os morcegos capturados, hematófagos ou não, serão anotados dados da espécie, sexo, idade (jovem ou adulto), estado reprodutivo, peso, comprimento do antebraço e da tíbia. A estimativa do tamanho populacional de *D. rotundus* dentro da área de estudo será calculada usando o modelo de marcação e recaptura no programa CAPTURE (OTIS *et. al.*, 1978; WHITE *et. al.* 1982).

Anilhamento

Os morcegos-vampiros capturados e não coletados serão marcados por meio de anéis metálicos numerados (BAND and TAG Co.) presos a uma braceadeira plástica atada ao pescoço para detecção de recapturas. Indivíduos anilhados com os respectivos números de anilhas serão listados para referência.

Produção de material de educação e divulgação

A produção do material deverá ser planejada com conteúdo supervisionado pela equipe técnico-científica e diagramação adequada para diversas faixas etárias e realidades de públicos-alvos e complementada por sugestões que auxiliem o trabalho do IDARON (interface com as secretarias de saúde e vigilância sanitária). Atenção especial deve ser direcionada as comunidades ribeirinhas, cuja particularidade de “costume” com as agressões (mordidas alimentares) por morcegos hematófagos é especialmente preocupante. Devido à condição carente, que limita o acesso de muitos à informação e a fatores culturais, muitas vezes as pessoas estão acostumadas a observar as agressões de morcegos hematófagos a seus pais e avós, as quais são vistas como meros inconvenientes.

O material pode ser unificado caso possa atender as necessidades conjuntas de divulgação de dados biológicos de importância definida sob a ótica da conservação dos morcegos e sob a ótica da necessidade de controle de hematófagos.

11.11 Relatórios/Produtos

Todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos. A periodicidade dos relatórios do Programa será trimestral consolidada em um relatório ao final de cada ano.

11.12 Cronograma

O Cronograma está apresentado em Anexo.

11.13 Bibliografia

- BERNARD, E. 2001a. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *J. Trop. Ecol.* 17: 115–126.
- BERNARD, E. 2001b. Species list of bats (Mammalia: Chiroptera) of Santarém area, Pará State, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 18: 455–463.
- BERNARD, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia: Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 19: 173–188.
- BERNARD, E. & M. B. FENTON. 2002. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera).
- BERNARD, E., FENTON, M.B., 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35 (2), 262–277.
- BERNARD, E., ALBERNAZ, A.L.K.M., and MAGNUSSON, W.E. 2001. Bat species composition in three sites in the Amazon Basin. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 36: 177–184.
- COLWELL, R.K. 1997. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples: user's guide and application. Available at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- COSSON, J.F., PONS, J.M., and MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and necatrive bats in French Guiana. *J. Trop. Ecol.* 15: 515–534.
- ESTRADA, A., COATES-ESTRADA, R., 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 103, 237–245.
- FENTON, M. B., L. ACHARYA, D. AUDET, M. B. C. HICKEY, C, MERRIMAN, M.K. OBRIST, D.M. SYME. 1992. Phyllostomid bats as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica*, 24(3): 440-446.
- FINDLEY, J. S. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- FLEMING, T. H. 1988. The short tailed fruit bat: a study in plant–animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- GRIBEL, R., and TADDEI, V.A. 1989. Notes on the distribution of *Tonatia schulzi* and *Tonatia carrikeri* in the Brazilian Amazon. *J. Mammal.* 70: 871–873.
- GRIBEL, R., GIBBS, P.E., and QUEIROZ, A.L. 1999. Flowering and pollination of *Ceiba petandra* (Bombacaceae) in central Amazonia. *J. Trop. Ecol.* 15: 247–263.
- HANDLEY, C.O. 1967. Bats of the canopy of an Amazonian forest. *Atas Simp. Biota Amazonica (Zool.)*, 5: 211–215.

- KALKO, E.K.V., HANDLEY, C.O., and HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. *In* Long-term studies of vertebrate communities. Edited by M.L. Cody and J.A. Smallwood. Academic Press, San Diego. pp. 503–553.
- KALKO, E. K. V., D. FRIEMEL, C. O. HANDLEY, & H. U. SCHNITZLER. 1999. Roosting and foraging behavior of two Neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica* 31: 344–353.
- LIM, B K., and M. D. ENGSTROM. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 10: 613-657.
- MEDELLÍN, R. A., M. EQUIHUA, and M. A. AMIN. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14(6): 1666-1675.
- MOK, W.Y., WILSON, D.E., LACEY, L.A., and LUIZÃO, R.C.C. 1982. Lista atualizada de quirópteros da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 12: 817–823.
- PATTON, J.L., SILVA, M.N.F., and MALCOLM, J.R. 2000. Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 244: 1–306.
- PICCININI, R.S. 1974. Lista provisória dos quirópteros da coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi (Chiroptera). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Nova Ser. Zool.* 77: 1–32.
- PIRES, J. M., and G. T. PRANCE. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. *In* G. T. Prance and T. E. Lovejoy (Eds.). *Key environments: Amazonia*, pp. 109–145. Pergamon Press, Oxford, England.
- REIS, N.R. 1984. Estrutura de comunidades de morcegos na região de Manaus, Amazonas. *Rev. Bras. Biol.* 44: 247–254.
- REIS, N.R., and PERACCHI, A.L. 1987. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Nova Ser. Zool.* 3: 161–182.
- SAMPAIO, E.M.; E.K.V. KALKO; E. BERNARD; B.R. HERRERA & C.O. HANDLEY. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38(1):17-31.
- SIMMONS, N. B. 2005. Order Chiroptera. *In*: *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference*, Third Edition (D. E. Wilson and D. M Reeder, eds.). Smithsonian Institution Press.
- SIMMONS, N. B., & R. S. VOSS. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 237: 1–219.
- SIMMONS, N.B., VOSS, R.S., and PECKHAM, H.C. 2000. The bat fauna of São region, French Guiana. *Acta Chiropterol.* 2: 23–36.
- TADDEI, V.A., and REIS, N.R. 1980. Notas sobre alguns morcegos da Ilha de Maracá, Território Federal de Roraima (Mammalia: Chiroptera). *Acta Amazonica*, 10: 363–368.

- TAVARES, V.C; GREGORIN, R; PERACCHI, L.A. A Diversidade de Morcegos no Brasil. In: Pacheco, S. M., Marques, R.V.; Esberard, CE.L. (Org). Morcegos do Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação. Pelotas: USEB No prelo.
- UIEDA, W. 1980. Ocorrência de *Carollia castanea* na Amazônia Brasileira (Chiroptera: Phyllostomidae). Acta Amazonica, 10: 936–938.
- VOSS, R.S., and EMMONS, L.H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 230.
- WILSON, D. E., C. F. ASCORRA, C. F., and S. S. SOLARI. 1996. Bats as indicators of Habitat Disturbance. In: *Manu - The Biodiversity of Southeastern Peru (La Biodiversidad del Sudeste del Perú)* (D. E. Wilson, and A. Sandoval, eds.). Smithsonian Institution, Washington, D. C. and Editorial Horizonte (Perú). p. 613-625.

11.14 Subprograma de Monitoramento de Mamíferos Aquáticos e Semi-Aquáticos

11.14.1 Introdução/Justificativa

Os dados das espécies de mamíferos semi-aquáticos e aquáticos obtidos no EIA estão apresentados de acordo com as Ordens nas quais as espécies estão inseridas, sendo reconhecidos seis taxa para a região Amazônica (três Ordens). A Ordem Carnivora inclui duas espécies de mustelídeos semi-aquáticos, a lontra (*Lontra longicaudis*) e a ariranha (*Pteronura brasiliensis*). A lontra está listada pela IUCN como insuficientemente conhecida e a ariranha como ameaçada de extinção, neste caso tanto pelo IBAMA (2003) como pela IUCN (2000). A Ordem Cetacea está representada por espécies de duas famílias distintas, incluindo as únicas espécies de golfinhos de água doce do Novo Mundo: os botos-vermelhos (*Inia geoffrensis* ou *Inia boliviensis*, Família Iniidae, e o boto tucuxi (*Sotalia fluviatilis* - Família Delphinidae), ambas endêmicas dos rios da Bacia Amazônica. A Ordem Sirenia é representada pelo peixe-boi (*Trichechus inunguis*). Porém, não há registros de sirênios na área do empreendimento.

Devido a sua intrínseca relação com os corpos d'água e a particular susceptibilidade aos empreendimentos hidrelétricos, mamíferos aquáticos e semi-aquáticos devem ser considerados a parte do restante da mastofauna, no que diz respeito ao monitoramento e mitigação de impactos do presente empreendimento.

Para o levantamento de mamíferos semi-aquáticos o EIA usou principalmente métodos de verificação indireta. Foram efetuadas 24 entrevistas com moradores no trecho compreendido entre Fortaleza do Abunã e Porto Velho (incluindo agricultores, pescadores, madeireiros, garimpeiros, pecuaristas, seringueiros e ainda outras atividades). Dos moradores entrevistados (n = 24), 79% alegaram já ter observado ariranhas e 87,5% mencionaram a presença de lontras na área de estudo. De acordo com os dados obtidos, a lontra e a ariranha foram consideradas comuns nas Áreas de Estudo dos AHEs Santo Antônio e Jirau, considerando os igarapés e os pequenos rios percorridos durante as atividades, embora não tenham sido obtidas informações para estabelecimento de sua abundância. Com relação à interação entre lontras e ariranhas com a atividade de pesca, 54% dos entrevistados alegaram que esses animais rasgam e/ou “roubam” o peixe das malhadeiras, e apenas seis entrevistados (25%) afirmaram não haver interferência de lontras e ariranhas com as atividades de pesca (21% não souberam informar sobre esse assunto).

Uma série de igarapés e pequenos rios foram percorridos entre a cachoeira do Jirau e a cachoeira de Santo Antônio em busca de vestígios de lontra e ariranha nas campanhas realizadas em Março e Julho de 2004. Os dados coletados confirmam a presença de ariranhas, mas sugerem uma baixa densidade desta espécie ao longo do trecho estudado. Já para lontra, observou-se até de 0,7 registros por quilômetro de rio, em um trecho de seis quilômetros do rio Branco (afluente do Jaci-Paraná). Este valor, embora forneça uma noção de densidade populacional de lontras, deve ser interpretado com cautela, pois muito pouco se conhece sobre a biologia da espécie. A *Lontra longicaudis* é solitária, podendo viver em casais, havendo pouca informação acerca das dimensões de sua área de vida. Adicionalmente, desconhece-se o número de tocas que um mesmo indivíduo, ou um casal de lontras, possa manter em seu território, tornando as estimativas de número de tocas por quilômetro de rio um índice questionável para estimar a densidade da espécie em uma determinada área. Apesar disso, este índice pode ser útil como um parâmetro para caracterizar o uso de habitat e, com os cuidados necessários, como um estimador razoável para abundância relativa da espécie na área de estudo. Confirmando os dados de ocorrência de lontras realizados por meio da observação de vestígios (fezes, tocas e pegadas), um indivíduo de *L. longicaudis* foi observado a 50 metros da foz do rio Jaci-Paraná, no dia 01/07/2004.

A espécie *Inia geoffrensis*, é regionalmente conhecida como boto-vermelho ou simplesmente boto e também popularmente conhecido no resto do Brasil como boto-cor-de-rosa, pela forte coloração rosada exibida pelos indivíduos adultos. O boto-vermelho é relativamente fácil de ser observado quando comparado com as outras espécies fluviais em outras partes do mundo, apesar da turbidez das águas em que vive. Encontra-se amplamente distribuído nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco, ocorrendo em altas densidades em diferentes áreas da região Amazônica. Sua abundância e densidade variam entre os diferentes rios e áreas ao longo da sua distribuição (BEST & da SILVA, 1989a ;1989b; MARTIN & da SILVA, 2004a; 2004b). Encontra-se entre os maiores predadores no sistema aquático da Amazônia e no topo da cadeia alimentar. Por serem facilmente visíveis e contáveis, altamente móveis e explorarem diversos habitat, além de apresentarem uma dieta bastante diversificada (SILVA, 1983), os botos exercem um importante papel como reguladores das populações de peixes, mantendo-as sadias e em equilíbrio e podem ser utilizados como indicadores visíveis da densidade de peixes, e espécies chaves para monitoramento em longo prazo, da qualidade ambiental.

O rio Madeira, como um dos mais importantes rios da bacia Amazônica, apresenta grande importância na distribuição dessa espécie. A área entre Porto Velho e Guajará-Mirim apresenta uma série de corredeiras, considerada barreira ou limite na distribuição dos botos, porém não se conhece ainda a distribuição e os limites desses animais nessa região. Com base em estudos genéticos e morfométricos do crânio, entretanto, as populações de *Inia* spp. a montante e a jusante das grandes cachoeiras do rio Madeira tem sido identificadas como duas espécies diferentes (PILLERI e GIHR, 1977, DA SILVA, 1993), ou como parte de um morfoclimo (CASINOS e OCAÑA, 1979; BANGUERA-HINESTROZA et al., 2002), porém ainda existe controvérsias sobre as questões taxonômicas e os limites de cada uma delas. Hoje se considera três populações altamente isoladas: as da Bolívia, acima das cachoeiras de Santo Antônio e Jirau; as das áreas baixas da Amazônia abaixo das cachoeiras, e as da bacia do Orinoco. Frequentemente são consideradas três subespécies, respectivamente: *Inia geoffrensis boliviensis*, *Inia geoffrensis geoffrensis*, e *Inia geoffrensis humboldtiana*.

11.14.2 Objetivos

Objetivo Geral

Esse trabalho fornecerá muitas informações sobre os mamíferos aquáticos amazônicos e suas necessidades de conservação, que são assuntos de interesse de toda a sociedade brasileira, empenhada na busca de alternativas de desenvolvimento sustentável da região. Além disso, o programa irá desenvolver e aplicar (caso seja necessário) estratégias de manejo e conservação para manter amostras significativas das referidas espécies, na região de influência do AHE Santo Antônio.

Objetivos Específicos

- Verificar a ocorrência das espécies de mamíferos aquáticos na área a ser impactada pelo empreendimento;
- Estimar a área de distribuição e identificar os habitats preferenciais de cada espécie antes e após as obras;
- Estimar a abundância e densidade das espécies de botos-vermelhos, tucuxis, e mustelídeos aquáticos na área do empreendimento antes das obras, e obter informações que permitam avaliar os impactos e a variação no número de indivíduos pós-obras.
- Comparar geneticamente os indivíduos ou populações entre as áreas separadas por barreiras naturais ao longo da área de estudo/impacto.

- Monitorar e avaliar as áreas de dispersão de mustelídeos aquáticos provocada pelas atividades antrópicas na área, com auxílio de um banco de imagens que permita a identificação dos animais.
- Estabelecer estratégias de manejo e conservação para manter as populações de mamíferos aquáticos encontradas na área do empreendimento.

11.14.3 Metas/Resultados Esperados

As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 12**.

TABELA 12

Metas e períodos limites para seu cumprimento.

Meta / Resultados Esperados
Verificação da ocorrência e obtenção de estimativas da distribuição espacial, abundância e densidade das espécies de mamíferos aquáticos na área do reservatório do AHE e de sua influência
Identificação os habitats importantes para cada uma das espécies de mamíferos aquáticos
Coleção de material biológico (tecido, carcaças, outros) dos mamíferos aquáticos, em particular dos botos e de outros animais ao longo do trecho entre a Jusante de Santo Antonio e Fortaleza do Abunã para estudos genéticos moleculares e testemunhos depositados em coleções
Caracterização genética as populações/espécies de boto-vermelho que existem na área do empreendimento, com definição de sua distribuição
Obtenção de imagens (foto-identificação) dos mustelídeos aquáticos, para a criação de um banco de dados que permita a identificação individual e futura comparação com os grupos/indivíduos que serão deslocados com o enchimento da represa
Avaliação do impacto direto das ações da construção do AHE sobre as populações de cetáceos e mustelídeos semi-aquáticos na área do reservatório

11.14.4 Âmbito de aplicação

Rio Madeira e seus afluentes no trecho entre na área de influência expandida do AHE Santo Antônio (principalmente os afluentes Jaci-paraná e Caripuna), conforme **Mapa 1** da seção geral.

11.14.5 Procedimentos/Metodologia

Delimitação de Área e Periodicidade

Serão realizadas duas campanhas anuais (cheia e seca) de monitoramento de mamíferos aquáticos em todos os trechos navegáveis do rio Madeira e principais afluentes, na área delimitada no **Mapa 1** da seção geral. As campanhas se iniciarão um ano antes do início das obras e continuarão por mais seis anos consecutivos, e em seguida serão espaçadas temporalmente conforme cronograma da seção geral (caso não se verifiquem alterações que demandem intervenções de manejo). Em cada campanha, será utilizada uma voadeira pilotada por um barqueiro experiente familiarizado com esse trecho do rio. Além do barqueiro, a equipe será formada 3 recenseadores. Espera-se comparar os dados obtidos nessas campanhas com aqueles obtidos durante os estudos de viabilidade dos AHE Santo Antônio e Jirau, em 2004 para se ter idéia da variação ao longo do período.

Verificação de Ocorrência das Espécies de Mamíferos Aquáticos

A verificação de ocorrência de cada uma das espécies de mamíferos aquáticos será feita por visualização direta e contagem de vestígios. Além disso, as comunidades e moradores da área serão visitados para aplicação de questionários previamente elaborados, de forma a obter informações históricas da presença X ausência da espécie, abundância relativa, uso e caça, condição atual da espécie, etc.

Estimativa das Áreas de Distribuição

Com base nos resultados das entrevistas e a comparação com os dados obtidos em 2004, somada aquele dos percursos feitos durante os anos iniciais de monitoramento, espera-se delimitar a distribuição de cada espécie na área de estudo. Para isso, todos os registros serão mapeados com auxílio de um GPS, definindo a distribuição das espécies de mamíferos aquáticos (MA's) na área de influência do empreendimento.

Identificação dos Habitats Importantes para Cada Espécie de Mamífero Aquático

A descrição dos diferentes habitats (ver Martin & da Silva, 2004) ao longo das margens de rios e igarapés, ilhas e pedrais, dos trechos percorridos será feita durante os levantamentos. Todos os avistamentos serão registrados e o tipo de habitat anotado. Sempre que possível, serão registradas informações ambientais como profundidade e transparência da água, correnteza e tipo de margem (barranco, praia, pedral, igapó, presença de vegetação flutuante, etc) para caracterizar os habitats existentes e aqueles mais utilizados por cada espécie de MA.

Estimativa da Abundância e Densidade das Espécies de Botos

O estudo dos golfinhos da Amazônia na natureza é difícil, principalmente em função do complexo habitat em que eles vivem, caracterizado pela baixa visibilidade das águas escuras e barrentas dos rios da região, densa vegetação, capins flutuantes, fortes corredeiras e grande extensão dos rios. Entretanto, o uso de técnicas como a rádio-telemetria e técnicas de marcação, permite o reconhecimento individual, o estudo de movimentos diários e sazonais, migração, uso de habitat, associações e a observação constante das atividades desses animais nesse complexo habitat durante todo o ano (Martin & da Silva, 1998; da Silva & Martin, 2000).

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) entre 1994 e 2005, foram instalados 54 rádios transmissores do tipo VHF (N= 51) e UHF (N=3) (MARTIN & DA SILVA, 1998;). Os transmissores UHF não tiveram o sucesso esperado já que a captação dos sinais pelo satélite Argos System, da Agência Espacial da França, NOAA e NASA, possui uma órbita polar, passando sobre a região equatorial menos de 6 vezes a cada 24 horas. Este sistema requer, para captação dos sinais, que a antena esteja fora d'água e em áreas abertas, fora das áreas florestadas ou capins flutuantes. Os botos apresentam um comportamento de mergulho e emersão peculiar, não permanecendo na superfície da água por mais do que poucos segundos e expondo sua nadadeira dorsal (local onde o transmissor é fixado), muito rapidamente quando vem a superfície para respirar. O tipo de transmissor VHF, no entanto, permaneceu maior tempo fixado nos animais e as estações fixas captavam os sinais emitidos cada vez que o animal vinha a superfície. Dessa forma, o melhor sistema para localização remota e monitoramento diário dos botos ainda é o de telemetria do tipo VHF.

Para instalação de rádios transmissores, deve haver captura e manipulação dos indivíduos. Para isso é necessário uma equipe experiente não só na manipulação de redes e na captura desses botos, mas também no manuseio dos animais durante a instalação dos equipamentos. Todos os animais capturados são submetidos a uma série protocolar de medidas, peso, sexagem e marcação antes de serem soltos no mesmo local onde foram capturados.

Pretende-se executar duas expedições de captura, provavelmente durante as águas baixas e colocar 5 rádios em um ano e 5 no segundo ano. Será necessário permanente coleta de dados e manutenção das torres ou sobrevôos freqüentes em helicópteros (esses sobrevôos poderiam eliminar a necessidade de torres e estações fixas).

Tipos de marcação

O sucesso do estudo dos movimentos, comportamento e estrutura social de uma população depende da capacidade do rápido reconhecimento dos indivíduos que a compõe. Para o reconhecimento individual dos botos, dois tipos de marcação são usadas simultaneamente; uma de curta duração (marca plástica do tipo “cattle ear tags”) que permite a identificação imediata dos indivíduos e auxilia o acompanhamento e observação do comportamento pós-soltura; e outra de longa duração (marca a frio ou criogênica), visível somente algumas semanas após sua aplicação. Todos os indivíduos capturados recebem uma identificação única que permite seu reconhecimento posterior e monitoramento a longo prazo.

Estudo dos Movimentos do Boto

Para verificar os movimentos diários e sazonais dos botos será utilizada a técnica de rádio-telemetria, com rádios transmissores do tipo VHF presos na nadadeira dorsal dos botos e monitorados por uma rede de estações receptoras automáticas fixas, montadas em plataformas acima do dossel da floresta, e por observações visuais diretas utilizando receptores de mão em botes de alumínio equipados com motor de popa e uma antena yagi alta (DA SILVA & MARTIN, 2000; MARTIN & DA SILVA, 1998).

Rádio telemetria

Os movimentos diários e sazonais, velocidade de deslocamento e o uso da área pelos botos na RDM são obtidos com auxílio de rádio-transmissor do tipo VHF de 1mW de saída, com freqüência entre 173-174 MHz com tamanho de 150x50x20mm, 100g no ar e 25 g na água (MARTIN & DA SILVA, 1998). Os transmissores são presos na nadadeira dorsal usando-se 3 a 5 pinos; parafusos de náilon de 6mm presos com porcas também de náilon que os mantém no lugar. Esses pinos fixadores são inseridos em orifícios perfurados com um furador de aço inoxidável de 6 mm de diâmetro externo.

Os rádios transmissores do tipo VHF serão colocados somente em botos adultos e sub-adultos, machos e fêmeas, durante as capturas na estação seca. Fêmeas prenhez e filhotes não receberão rádios. Os animais com rádio serão continuamente rastreados pela rede de receptores automáticos posicionados estrategicamente ao longo da área de estudo, por receptores de mão utilizados em botes pequenos ou das margens, e se necessário, periodicamente usando um pequeno avião com receptores fixos na asa (MARTIN & DA SILVA, 1998; 2004a).

Levantamentos

Além dos estudos de telemetria para registro automático dos movimentos e do uso da área pelos botos, levantamentos padronizados para estimar a abundância, densidade e distribuição dos botos e monitorar os indivíduos serão feitos periodicamente (DA SILVA & MARTIN, 2000; MARTIN & DA SILVA, 2004a; 2004b; MARTIN et al., 2004).

Dentro da área de estudo, levantamentos para contagem de animais serão feitos regularmente. Estes levantamentos fornecem o número mínimo de botos na área de estudo em um determinado momento. As reavistagens de animais marcados nessas ocasiões fornecem sempre informações sobre o comportamento, distribuição e movimentos, além de dados básicos sobre a história natural desses animais.

Para estimar densidade serão usados, com base em Vidal *et al.*, 1997 e Martin *et al.*, 2004, mas adaptado para as condições da área de estudo, dois tipos de transectos: 1- transecto de banda e 2- transecto linear. As análises serão feitas usando o Programa DISTANCE (para maiores detalhes ver Martin *et al.*, 2004).

Verificação da Existência de Diferenças Genéticas entre os Botos-vermelhos nos Diferentes Trechos do Rio Madeira, e Determinar os Limites Dessas Diferenças

Análises moleculares serão feitas em laboratório para confirmar a ocorrência de diferentes espécies do gênero *Inia* e os limites geográficos da distribuição de cada uma delas. Serão obtidos DNA mitocondrial e nuclear utilizando as técnicas protocolares já existentes.

Monitoramento de Impacto da Construção do AHE Sobre as Populações de Cetáceos Locais

Todos os métodos acima descritos, direta ou indiretamente fornecerão informações para verificar os efeitos das obras do AHE sobre os golfinhos de água doce, tanto a montante quanto a jusante da barragem. No entanto, como controle, a área com a maior ocorrência/densidade de botos será identificada e monitorada quanto a variação do número de indivíduos ao longo do ano, tamanho e estrutura dos grupos. Essas informações serão obtidas por levantamentos mensais e observações de ponto fixo durante todo o período pré e pós-barragem, colocadas em planilhas e comparadas posteriormente para verificar as variações sazonais dessa população e as variações/ alterações nesses parâmetros causadas pela alteração do habitat e ações antrópicas na área.

Criação de um Banco de Imagens dos Mustelídeos Aquáticos

Para a obtenção de imagens (foto-identificação) dos mustelídeos será utilizada uma câmara digital fotográfica e filmagens de todos os indivíduos encontrados. Os registros fotográficos serão processados por *software* apropriado e as marcas utilizadas para identificação do indivíduo serão catalogadas após cada campanha. Fichas para cada indivíduo serão confeccionadas e levadas nas campanhas seguintes maximizando assim a possibilidade de reavistamento. Cada animal do catálogo terá um registro de avistamentos, incluindo data e local para cada evento, permitindo constante monitoramento de grupos/indivíduos depois do enchimento da represa.

Monitoramento do Impacto direto da Construção do AHE Sobre as Populações de Mustelídeos Aquáticos Locais

Áreas com as maiores concentrações de ariranhas e lontras serão mais detalhadamente estudadas. Será feito um levantamento ao longo das margens e até a faixa de influência do nível de água na cheia, para localizar e quantificar o número de locais em uso ou abandonados e os tipos de habitat disponíveis nessas áreas. A faixa de terra que constituirá a futura margem do reservatório será visitada para uma outra caracterização de habitat e descrita. Pretende-se verificar as áreas que serão colonizadas nessa nova faixa de terra por esses mustelídeos aquáticos que foram deslocados, se as novas áreas possuem as mesmas características que as anteriormente utilizadas, e número de animais/ grupos que se estabeleceram nessa nova área e com a esperada identificação dos indivíduos e grupos, estimar o número de animais identificados presentes na nova área.

11.14.6 Relatórios e Produtos

Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidados e um relatório ao final de cada ano.

11.14.7 Interface entre programas

Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem, equipamentos, instalações e parte da equipe técnica. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental, Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna, Programa de Controle de Macrófitas Aquáticas e Programa de Liminologia.

11.14.8 Cronograma

O Cronograma está apresentado em Anexo.

11.15 Subprograma de Monitoramento de Avifauna

11.15.1 Introdução/Justificativa

A bacia amazônica apresenta a maior riqueza de espécies de aves já descrita no mundo, tanto em termos do conjunto de espécies numa região, como no número de espécies em um dado ponto. Entretanto, esta enorme diversidade ainda é pouco conhecida: regiões amazônicas inteiras sequer foram amostradas e estudos de campo recentes não só têm ampliado as distribuições de muitas espécies já conhecidas, como também têm descoberto algumas aves novas para a ciência. Apesar da falta generalizada de informações ornitológicas para a Amazônia, as aves ainda podem ser consideradas como o grupo biológico mais conhecido. Devido ao alto grau de especialização em habitat e o bom estado de conhecimento das associações entre avifauna e elementos da paisagem (hábitats), o diagnóstico da avifauna pode enfatizar, não cada espécie individualmente, mas sim o conjunto de espécies restrito a determinado ambiente e região geográfica e o efeito do proposto empreendimento nesses ambientes.

Desde os primeiros estudos ornitológicos na região, ficou claro que a maioria das espécies de aves presentes na Amazônia é endêmica da Amazônia. Porém, muitas delas ocorrem apenas numa dada área geográfica dentro da Amazônia, e não ocupam a região toda. Assim, as distribuições das espécies não são ao acaso, mas mostram um padrão distinto, onde grandes extensões geográficas dentro da bacia amazônica contêm avifaunas relativamente uniformes, ao mesmo tempo diferenciadas de outras grandes áreas amazônicas. Essas regiões de avifauna uniforme e distinta são denominadas “áreas de endemismo”. As principais áreas de endemismo para aves amazônicas correspondem aos grandes interflúvios. O rio Madeira é uma das mais importantes barreiras faunísticas na bacia amazônica, delimitando o extremo oriental ou ocidental para dezenas de espécies de aves. Tradicionalmente, os interflúvios Solimões-Madeira e Madeira-Tapajós são tratados como áreas de endemismo. Entretanto, estudos recentes mostraram que essas enormes extensões territoriais foram subamostradas e, na verdade, contêm dentro de si áreas de endemismo menor. No caso dos AHEs em pauta, a avifauna presente na mata de terra firme representa o interflúvio Madeira-Machado (Ji-Paraná) ao leste do rio Madeira, e o interflúvio Purus-Mucuí-Madeira ao oeste.

De acordo com EIA, estimou-se que as Áreas de Estudo dos AHEs Santo Antônio e Jirau hospedam 766 espécies de aves, das quais 498 foram registradas em campo. Foram coletados 169 indivíduos de 71 espécies e gravadas mais que 30 horas de fitas de vocalizações. Muitas das espécies registradas não constam na literatura como ocorrendo na região trabalhada, mas foram aqui consideradas baseando-se na metodologia empregada. Muitas foram confirmadas (registradas) nas Áreas de Estudo, e, inclusive, somente no lado previsto do rio Madeira ou no habitat esperado. Esses registros representaram extensões

das distribuições conhecidas e importantes confirmações dos métodos e pressupostos aplicados no estudo. No caso da várzea, onde não havia uma boa base para prever áreas de endemismo, o estudo da avifauna dos dois AHEs não acusou as espécies endêmicas do baixo Madeira ou do rio Amazonas. Por meio dos resultados obtidos no referido estudo, várias espécies de ilhas fluviais estenderam suas distribuições conhecidas a montante (ao sul). Essas espécies são amplamente distribuídas onde esse ambiente ocorre e devem estar presentes também a montante da área de estudo, se ilhas sucessionais se formarem por lá. Em geral, a avifauna das várzeas encontradas nos dois AHEs é uma sub-amostra daquela típica do trecho a jusante, tendo uma riqueza de espécies menor e nenhuma forma endêmica detectada. Aparentemente, as espécies típicas da várzea do rio Madeira, com distribuições mais restritas, vêm chegando ao seu limite meridional justamente por volta de Porto Velho e logo a montante - provavelmente devido à presença de barreiras naturais como as cachoeiras e o estreitamento da várzea neste trecho.

A avifauna que ocorre na área do AHE Santo Antônio é uma das mais ricas encontradas em qualquer lugar da Amazônia. Isso se deve a vários fatores, ressaltando-se dois:

- a diversidade de ambientes e microambientes naturais presentes, cada um com espécies exclusivas daquele tipo de habitat; e,
- o endemismo de espécies em cada margem do rio Madeira - isto é, a presença em cada margem de espécies exclusivas, que se substituem no mesmo tipo de ambiente em lados opostos, faz com que, apesar de um número de espécies aproximadamente igual em cada lado do rio, o total de espécies seja maior que aquele tipicamente encontrado dentro de uma só área de endemismo.

Muitas espécies dessa avifauna de terra firme têm nos ambientes de contato várzea/terra firme, importantes fontes de recurso e habitats de vida. Apesar de mais amplamente distribuída, a avifauna de várzea é restrita à planície de inundação dos rios. A construção do AHE Santo Antônio vai eliminar ou restringir muitos dos ambientes citados e não se sabe qual será o impacto provocado sobre as populações de aves que os utilizam.

Num contexto mais geral, no caso do estado de Rondônia (como o restante do sul da Amazônia), a degradação ambiental já está avançada. Por isso, uma visão mais apropriada de ameaça provém de uma análise das áreas de endemismo, dentro das quais toda a fauna endêmica está igualmente ameaçada ou segura, dependendo do estado de preservação de seu habitat específico. A área de endemismo para aves ao leste do rio Madeira, o interflúvio Madeira-Machado (Ji-Paraná), é uma área pequena em termos amazônicos, aparentemente confinada ao estado de Rondônia. Já sofreu desmatamento extensivo e representa uma das frentes de desmatamento mais ativas do país.

Dado o cenário atual e a projeção decorrente da implantação do AHE Santo Antônio, a avifauna de Floresta de Terra Firme da margem direita do rio Madeira no estado de Rondônia carece de proteção imediata e em grande escala. Já a área de endemismo para aves ao oeste do rio Madeira na área dos AHEs, o interflúvio Purus-Mucuím-Madeira, apesar de ser maior que a anterior, também é uma área pequena em termos amazônicos. Situa-se principalmente nos estados do Amazonas e do Acre, com proporções menores localizadas no estado de Rondônia e no Peru e na Bolívia. Encontra-se atualmente em bom estado de preservação, mas com pouca proteção formal em unidades de conservação.

Em Rondônia, já se vê evidências de desmatamento e expansão agropecuária na margem esquerda do rio Madeira, principalmente nos trechos defronte de Porto Velho e Jaci-Paraná. A perspectiva de desenvolvimento desta região (na qual se inclui aquele induzido pelo empreendimento) é parecida com a do outro lado do rio, e por isso a área também carece de medidas conservacionistas formais e imediatas. É necessário determinar as espécies de aves mais sensíveis aos impactos projetados, e desenvolver estratégias para a sua conservação na área do AHE.

11.15.2 Objetivos

Objetivo Geral

Esse trabalho fornecerá muitas informações sobre a diversidade da avifauna amazônica e suas necessidades de conservação, que são assuntos de interesse de toda a sociedade brasileira, empenhada na busca de alternativas de desenvolvimento sustentável da região. Além disso, o programa irá desenvolver e aplicar (caso seja necessário) estratégias de manejo e conservação destinados a alvos específicos dessa fauna, para manter amostras significativas da mesma, na região de influência do AHE Santo Antônio.

Objetivos Específicos

O programa de monitoramento de avifauna tem os seguintes objetivos específicos:

- Complementar os censos e o levantamento na área de influência direta do reservatório e em áreas controle para obter a confirmação da presença de espécies previstas, porém não observadas em campo, em particular naqueles ambientes com maior área afetada pelo empreendimento;
- Obter dados de história natural e ecologia de comunidades para espécies ou grupos endêmicos ou aparentemente sensíveis e novas ocorrências, de modo a subsidiar estratégias de conservação e manejo;
- Identificar e monitorar as espécies que mais serão afetadas pelo alagamento, bem como com potencial para a indicação da qualidade de hábitat na área do empreendimento;
- Estabelecer estratégias de conservação e, quando pertinentes, ações de manejo para manter amostras de populações e comunidades representativas da avifauna na área de influência do empreendimento;

11.15.3 Metas/Resultados Esperados

As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 13**.

Tabela 13
Metas e Resultados Esperados.

Meta / Resultados Esperados
Obtenção de conhecimento sobre a biologia, ecologia e o comportamento de espécies endêmicas e daquelas novas para a ciência
Amostragem sistemática e integrada espacial e temporalmente de todos os táxons contemplados no sub-programa, dentro da área afetada pelo reservatório
Determinação de parâmetros e espécies sensíveis e indicadoras a serem monitoradas
Implementação de protocolo de monitoramento, detecção de impactos e proposição de medidas de conservação dos componentes afetados

11.15.4 Âmbito de Aplicação

Locais de amostragem específicos definidos dentro dos sítios de monitoramento delimitados ao longo das margens esquerda e direita dos rios Madeira e Jaciparaná, nas áreas definidas no **Mapa 1**, conforme definido na seção geral.

11.15.5 Procedimentos/Metodologia

Áreas de Monitoramento

O procedimento inicial consistirá em delimitar áreas de amostragem de avifauna dentro dos sítios previamente determinados para o monitoramento da fauna em geral. Nas 12 regiões predefinidas de monitoramento da fauna serão implantados pares de pontos várzea/terra-firme nas duas margens do rio Madeira. Todas as regiões serão amostradas para cobrir ciclos hidrológicos completos em cada ano de amostragem. Em cada expedição as áreas serão amostradas por um período de cinco dias. Subgrupos da avifauna serão amostrados em áreas diferentes, segundo diversas metodologias.

Métodos e Esforço de Amostragem

Avifauna Terrestre

- **Censos terrestres.** Serão realizados somente censos diurnos, delimitados em transecções de 5 km no gradiente várzea/terra-firme, a serem estabelecidas em cada uma das margens do rio Madeira, dentro dos 12 sítios de amostragem. Em cada transecção será feito um único censo diurno por campanha, totalizando 16 censos. Os censos diurnos serão realizados entre 05:30 e 10:00 h. O método utilizado no censo será o de contagem por pontos de escuta, empregado quantitativamente. Durante o censo, um pesquisador especialista caminhará por uma das trilhas de 5 km, parando a cada 250 m, em pontos de registro fixos. Em cada um desses pontos, todas as aves observadas ou ouvidas num raio de 50 m, durante um período de 10 minutos, serão registradas e identificadas. Também serão anotadas informações referentes a hora de registro, habitat e número de indivíduos de cada espécie. As vocalizações, tanto das espécies identificadas, bem como daquelas não identificadas imediatamente no campo, serão gravadas sempre que possível. A identificação destas últimas espécies será feita por comparação com fitas comerciais. Nas gravações serão utilizados equipamentos específicos para estudos ornitológicos (ex.gravadores Sony TCM- 5000 e microfone Sennheiser ME 64). Outras aves observadas eventualmente durante as transecções fora dos pontos fixos de amostragem serão identificadas e incorporadas as listas gerais das áreas, mas ficarão de fora das análises quantitativas.
- **Capturas com redes de neblina.** Esse método amostrará quantitativamente as aves de sub-bosque. Em cada área amostrada, duas linhas compostas por 10 redes de 12 m x 2 m e malha de 36 mm, minimamente espaçadas por 500 metros, serão abertas na várzea e duas linhas iguais na terra firme, todas perpendiculares as transecções de 5 km usadas nos censos terrestres. As redes funcionarão das 06:00 às 12:00 hs durante dois dias, quando serão vistoriadas de hora em hora. As aves capturadas serão retiradas, fotografadas e delas se anotar a identificação da espécie, sexo, peso, comprimento total, presença de placa de incubação, presença de muda, presença de gordura e horário de captura. Espécimes considerados importantes para inventário científico poderão ser coletados. Considerando a amostragem simultânea das duas margens em cada área de monitoramento, serão utilizadas 80 redes por área. O método será conduzido por duas equipes compostas por dois biólogos/ecólogos (graduados ou alunos de graduação) e um auxiliar de campo local, coordenados por um ornitólogo experiente.
- **Observações qualitativas.** Serão realizados censos qualitativos ao longo das trilhas abertas para levantamento quantitativo em todas as áreas amostradas. Nos levantamentos qualitativos um ou dois pesquisadores registrarão numa caderneta de campo todas as aves observadas e/ou ouvidas durante o percurso. Durante essas observações poderá haver registro de vocalizações e capturas (com auxílio de

espingarda) de espécies consideradas importantes para inventário científico. Também poderão ser feitas observações de cunho ecológico, com registro dos seguintes dados: 1) estrato da floresta; 2) grau de sociabilidade intra-específica (solitária, casal, grupos familiares ou bandos); 3) grau de sociabilidade interespecífica (se participa ou não de bandos mistos durante o forrageamento); e, para indivíduos em forrageamento, 4) o substrato (folhas, flores, troncos, solo, ar ou corpos d'água). Essas observações serão realizadas o pico diário de atividade da avifauna (desde 30 minutos antes do sol nascer até cinco ou seis horas depois), permitindo a detecção tanto de espécies noturnas quanto diurnas. Durante a tarde, a partir da três horas, poderão ser amostrados outros habitats menos expressivos na paisagem, localizados nas proximidades do acampamento (vegetação secundária, praias, beira de rio, etc).

Avifauna aquática

- **Censos aquáticos.** As aves aquáticas serão amostradas no período entre 6:30 h e 17:00 h. Em cada uma das áreas de amostragem selecionadas será realizado um censo em cada margem do rio Madeira por período de monitoramento. Será usado um bote com motor de popa (35 ou 40hp), e o trajeto, percorrido em uma velocidade de 10 a 15 km/h, a 10-15 m da margem do rio Madeira, sempre no sentido contrário ao da vazão, será registrado por GPS. Os dados serão registrados em formulários padronizados, com a lista das espécies de aves esperadas para ocorrer nas áreas. As aves serão identificadas com auxílio de binóculos, e para cada espécie, serão anotados o habitat ocupado e o número de indivíduos. Aves em vôo serão registradas como tal e não enquadradas em um determinado habitat. Listas de espécies serão compiladas a cada meia hora. Tanto aves aquáticas, quanto espécies conspicuas não estritamente relacionadas a esses ambientes, normalmente observadas na vegetação das margens do rio ou em vôo, serão incluídas nos censos. Os censos aquáticos serão conduzidos por um ornitólogo capacitado, um auxiliar técnico e um piloto de barco, e poderão ser realizados junto com aqueles do **Subprograma de Monitoramento de Ambientes Especiais para Aves**.
- **Inventário das aves associadas aos habitats criados por rios.** Em cada área de monitoramento será feita uma caracterização dos ambientes ribeirinhos presentes nas duas margens do rio Madeira. Serão realizados censos em caminhadas ao longo de transecções através de diferentes habitats (praias, vegetação pioneira arbustiva, borda de floresta na beira do rio), com registro das aves observadas ou ouvidas em intervalos de 1 hora. As aves serão identificadas com auxílio de binóculos ou pela vocalização (incluindo técnica de “play-back”). Quando possível, a vocalização das aves será gravada. Serão registrados o número de indivíduos e o habitat de ocorrência. O monitoramento será conduzido por um ornitólogo capacitado.

A **Figura 6** anexa exemplifica o esquema de amostragem usado para avifauna.

Gravações

Caso uma determinada vocalização não possa ser identificada prontamente, será gravada e tocada em “play-back”, que geralmente permite a visualização da ave em questão. Se mesmo assim, a identificação não acontecer, será atribuído um código à vocalização, para registro em amostragens futuras. Também serão registrados a localidade de ocorrência e habitat ocupado. Tal procedimento permitirá a sistematização dessas vocalizações, possibilitando o resgate dos registros com espécies “não identificadas” durante os censos qualitativos e quantitativos.

Material Testemunho

Durante censos qualitativos e eventualmente nas redes de neblina, alguns indivíduos de interesse científico serão coletados para compor uma coleção de referência de cada região e área. O período da tarde e parte da noite serão utilizados para a taxidermia do material coletado. Os espécimes não apanhados nas redes de neblina serão coletados através de espingarda. O material testemunho será depositado em coleções de instituições públicas.

Análise de Dados

Serão geradas curvas de aparecimento de espécies para cada método área de monitoramento. O método *Jackknife* será usado para a obtenção de estimativas da riqueza de espécies esperada nas áreas amostradas de modo quantitativo. Os índices de diversidade de Shannon (H') e de Simpson (D_s) e de equitabilidade (E) serão gerados para cada uma dessas áreas. Os valores dos índices e de abundância das espécies mais comuns e daquelas mais sensíveis serão comparados anualmente para se ter uma idéia da variação pré-enchimento e depois do enchimento, através de testes estatísticos adequados (ANOVAs, Testes T, etc). Alterações nesses valores desencadearão a tomada de medidas espécie-específicas de conservação e manejo.

11.15.6 Relatórios e Produtos

Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidados em um relatório ao final de cada ano.

11.15.7 Interface com outros Programas

Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem, equipamentos, instalações e parte da equipe técnica. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental e Programa de Conservação da Flora.

11.15.8 Cronograma

O Cronograma está apresentado em Anexo.

11.16 Monitoramento de Ambientes Específicos para Aves

11.16.1 Introdução/Justificativa

Algumas aves usam ambientes particulares que serão afetados pelo enchimento do reservatório do AHE. Os afloramentos rochosos (“pedrais”) expostos durante a seca nas cachoeiras e corredeiras no rio Madeira são local de nidificação da andorinha-de-coleira (*Atticora melanoleuca*). Esta espécie, de ampla distribuição na Amazônia, nidifica em agrupamentos densos exclusivamente nas frestas dessas ilhas temporárias de pedra, em qualquer rio onde ocorrem. Estima-se pelo seu tamanho e extensão, que os pedrais do rio Madeira, sejam responsáveis pela reprodução de uma grande parte das populações locais desta espécie.

As praias sazonais do rio Madeira, bem como os afloramentos rochosos, são locais de nidificação de uma meia dúzia de espécies de aves, todas amplamente distribuídas na Amazônia. Estas praias, assim como os lamaçais expostos nas áreas em foco (bem como no resto da bacia amazônica) atraem grandes números de maçaricos (charadrídeos e scolapacídeos) durante suas migrações da América do Norte. Tais aves são protegidas por acordos internacionais, inclusive o convênio de Ramsar.

Além disso, há os chamados “barreiros” de psitacídeos, até o momento encontrados somente na área do reservatório de Jirau. Psitacídeos estão presentes por toda a Amazônia, sendo por vezes muito abundantes, mas exibem padrões sazonais de deslocamento ainda desconhecidos. Por vezes, milhares se congregam numa região durante uma determinada estação, e desaparecem do local na estação subsequente. Supõe-se que utilizem vastas áreas de floresta com diferentes recursos ao longo do ano. Não se sabe o número total de indivíduos, nem o raio de distância geográfica servidos pelos barreiros do Madeira, mas supõe-se que estes sejam um recurso crítico para tais populações.

A construção do AHE irá eliminar ambientes específicos usados por populações inteiras de algumas espécies de aves, com o potencial de afetar inclusive estoques presentes em UCs, outros estados e até aves migratórias protegidas por acordos internacionais. Não se sabe o grau impacto dessas interferências (considerado alto no EIA), mas os recursos eliminados são usados em fases cruciais dos ciclos dessas populações animais. Faz-se necessário conhecer o tamanho e área das populações afetadas, determinar a importância e criticidade da perda de recursos, estabelecer estimativas de impacto nas populações e implantar estratégias de conservação das mesmas.

11.16.2 Objetivos

Objetivo Geral

Identificar os ambientes importantes para a avifauna presentes na área de influência do AHE, preservar o máximo de áreas não atingidas pelo reservatório e propor maneiras de reestabelecer ambientes perdidos.

Objetivos Específicos

- Identificar e mapear as praias e pedrais existentes, incluindo a procura de novas áreas de barreiros além dos limites da área de inundação do AHE;
- Identificar o número, tamanho e área de uso das populações de andorinha-de-coleira nidificantes nos pedrais do rio Madeira, dentro dos limites da área de inundação do AHE;
- Identificar o número, tamanho e área de uso das populações de aves migratórias usuárias das praias e afloramentos do rio Madeira, dentro dos limites da área de inundação do AHE;
- Monitorar as populações afetadas depois da destruição dos referidos ambientes e indicar ações necessárias à conservação destes grupos de aves, e fornecer subsídios para futuros planos de manejo da fauna, bem como auxiliar na formação de conhecimentos que poderão ser úteis em outros empreendimentos desta natureza.
- Avaliar as mudanças no comportamento e tamanho das populações de aves afetadas; implementando medidas de conservação das mesmas;
- Sugerir a recriação ou manutenção de áreas onde populações das espécies mais sensíveis possam ser preservadas; utilização dos dados obtidos para futuros empreendimentos.

11.16.3 Metas/Resultados Esperados

As metas e resultados esperados são apresentados na **Tabela 14**.

TABELA 14

Metas e Resultados Esperados

Meta / Resultados Esperados
Mapeamento de todos os ambientes especiais encontrados na área do reservatório do AHE Santo Antônio, e entorno imediato.
Obtenção de estimativas de tamanho populacional das colônias e aves que utilizam os ambientes especiais
Avaliação de locais e implementação de ambientes artificiais equivalentes aqueles perdidos (prais e pedrais) na área do reservatório
Implementação de protocolo de monitoramento, detecção de impactos e proposição de medidas de conservação dos componentes afetados

11.16.4 Âmbito de Aplicação

Rio Madeira e seus afluentes no trecho entre na área de influência expandida do AHE Santo Antônio (principalmente os afluentes Jaci-paraná e Caripuna), conforme **Mapa 1** da seção geral.

11.16.5 Procedimentos

Mapeamento de habitats especiais

Habitats especiais (inclusive barreiros de psitacídeos) para aves serão procurados e mapeados no rio Madeira, entre cachoeira Santo Antônio e cachoeira do Jirau, no rio Jaci-Paraná, no igarapé Caripuna e outros afluentes de porte equivalente, em campanhas bi- anuais de 2009 a 2010. Em cada ano, uma campanha será realizada em abril e outra em agosto. Para cada praia ou pedral encontrado serão registrados comprimento, largura máxima e altura máxima, e presença e número estimado de ninhos de aves e presença de aves se alimentando. Os dados servirão para determinar quais locais são mais usados e determinar suas características, que poderão servir como referência para a eventual construção de praias e pedrais artificiais, como medida mitigadora de impacto.

Monitoramento de Uso de Praias e Pedrais

Serão realizadas campanhas de censo nos ambientes especiais mais usados pela avifauna. No entanto, o número e identidade de praias e pedrais amostrados poderá mudar em função de informações adicionais obtidas de moradores locais, e do mapeamento de praias.

A densidade de aves usando os habitats será estimada por contagem em senso visual e extrapolação de área de ninhos. Dados mais precisos obtidos pelo **Subprograma de Monitoramento de Aves** (métodos usados para aves aquáticas) aumentarão a acuidade das estimativas.

Rastreamento por satélite

Para avaliar o uso de espaço por andorinhas-de-coleira na região se propõe o uso de rastreamento via satélite, por meio de transmissores PTT (Platform Transmitter Terminals), que emitem sinais periódicos, que são captados por satélites, que calculam a posição do

objeto rastreado. Os transmissores são fixados por meio de cinta ao dorso do animal, e podem ser programados para transmitir na época, pelo número de horas por dia e no período do dia desejáveis. Como não necessitamos de rastreamento intensivo, mas apenas de localizações periódicas para estimar a área de vida geral dos animais ao longo do ano, os transmissores podem ser programados para duração de bateria de até dois anos.

O Argos environmental satellite system, da Agência Espacial da França, NOAA e NASA, possibilita a realização de convênios para fornecimento gratuito dos dados de rastreamento (que compõe a parte de mais alto custo do rastreamento por satélite). Nesse caso o custo é unicamente o da compra e transporte dos transmissores. Dez (10) fêmeas de Andorinhas-de-coleira serão equipadas com transmissores e rastreadas até o final da carga das baterias. Os dados servirão para estimar a amplitude de movimentação da espécie na região do alto Madeira, e o padrão de movimentação das fêmeas dentro de sua área de vida. Os transmissores serão programados para não transmissão de janeiro a março, quando a constante cobertura de nuvens na época chuvosa impede a boa comunicação entre o transmissor e os satélites de rastreamento. Antes do enchimento do reservatório, 10 fêmeas capturadas na área de influência do AHE Santo Antônio serão equipadas com os transmissores e serão rastreadas até após o enchimento do reservatório, para verificar alterações no padrão de deslocamento.

Dados obtidos com os monitoramentos subsidiarão as estratégias de manejo e conservação de aves usuárias de ambientes especiais na área do AHE, caso estas mostrem-se necessárias para a manutenção das suas populações.

11.16.6 Relatórios e Produtos

Como já foi relacionado, todos os Programas Ambientais integrantes do PBA serão sistematizados em relatórios periódicos trimestrais consolidados em um relatório ao final de cada ano.

11.16.7 Interface com outros Programas

Todos os subprogramas do monitoramento de fauna silvestre estão intimamente relacionados pelo compartilhamento de áreas de amostragem, equipamentos, instalações e parte da equipe técnica. Além disso, esse subprograma relaciona-se com o Programa de Compensação Ambiental, Programa de Conservação da Ictiofauna, Programa de Controle de Macrófitas Aquáticas e Programa de Liminologia.

11.16.8 Cronograma

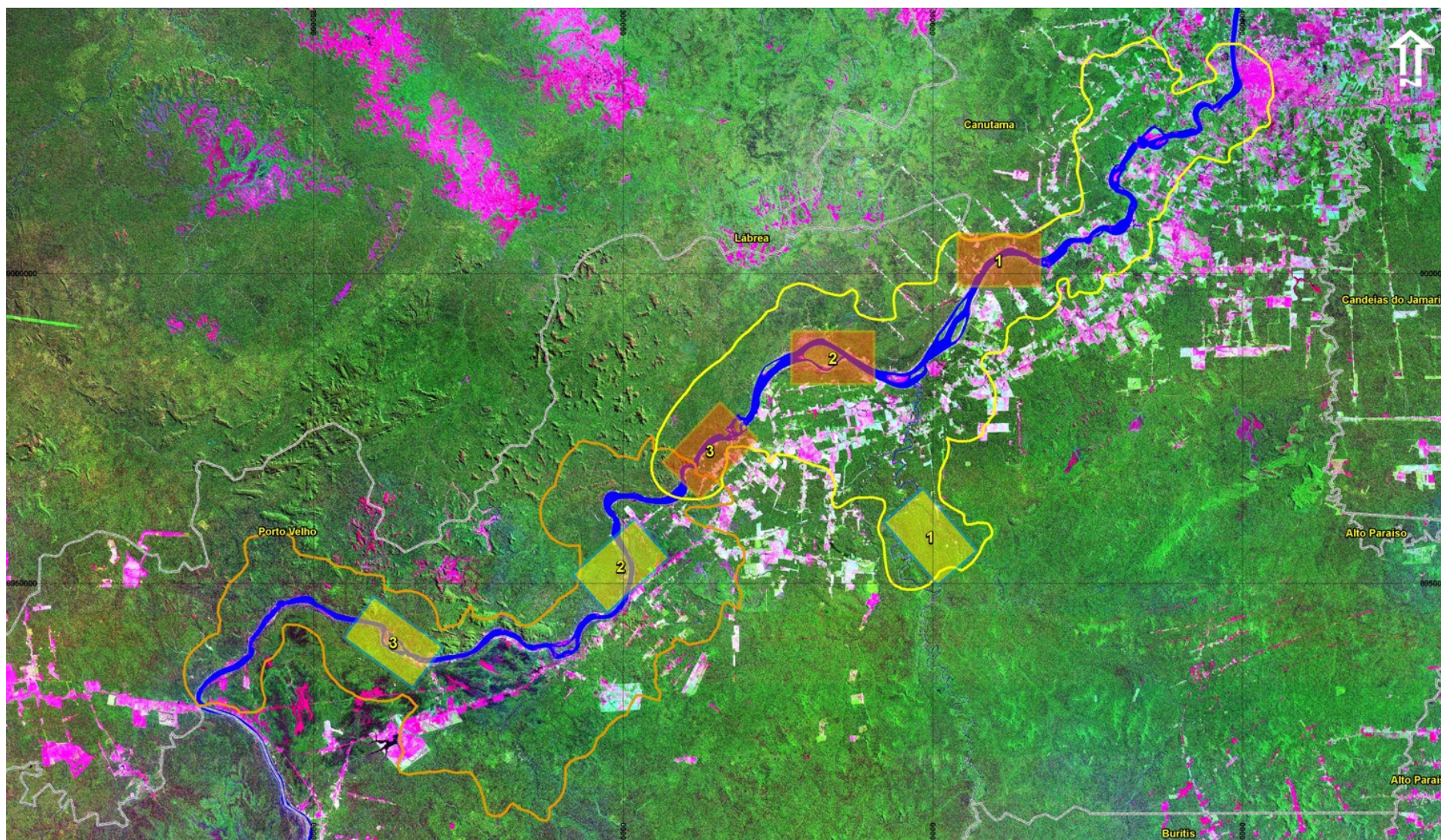
O Cronograma está apresentado em Anexo.

ANEXO I

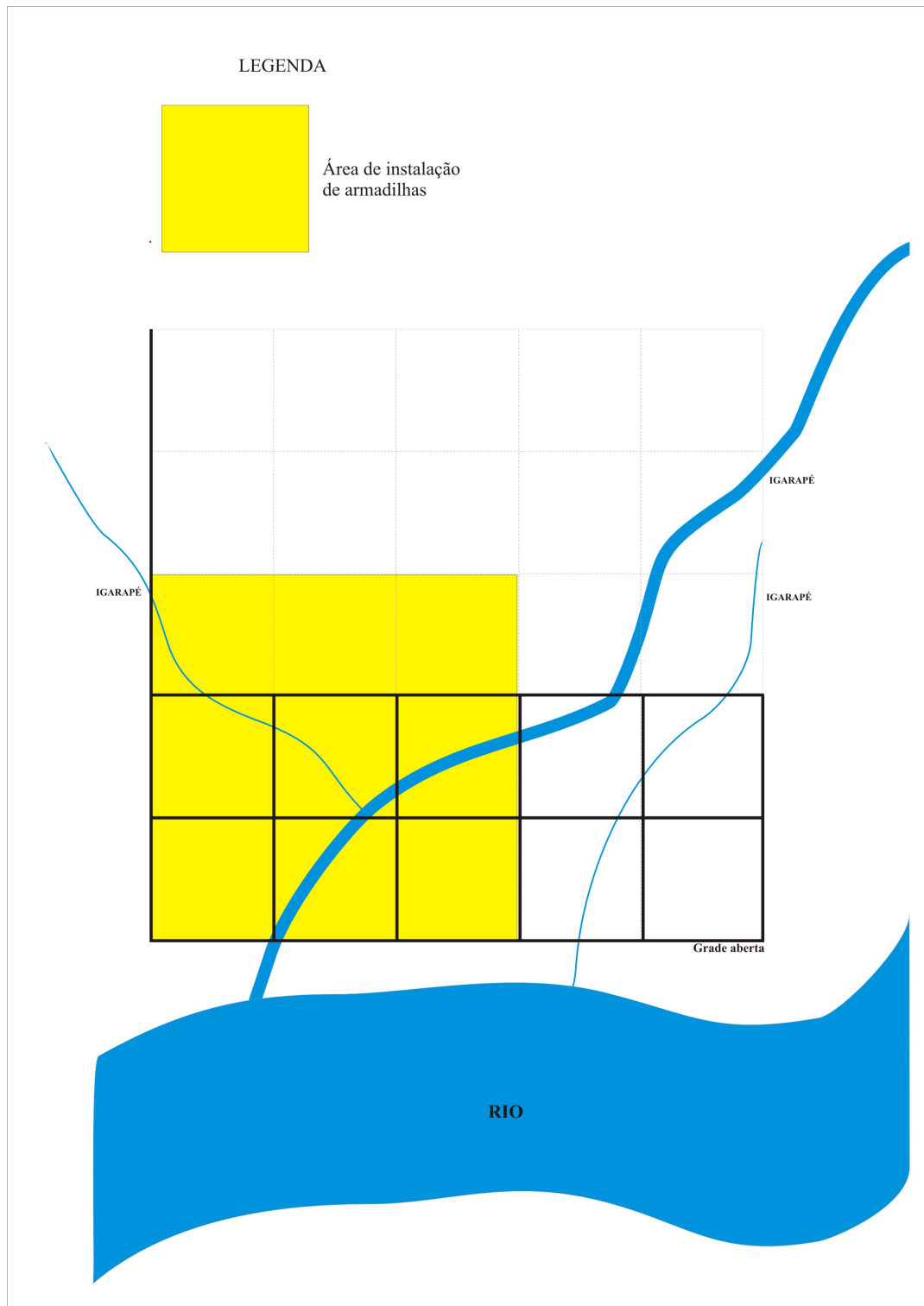
Cronograma de Atividades

MADEIRA ENERGIA S/A

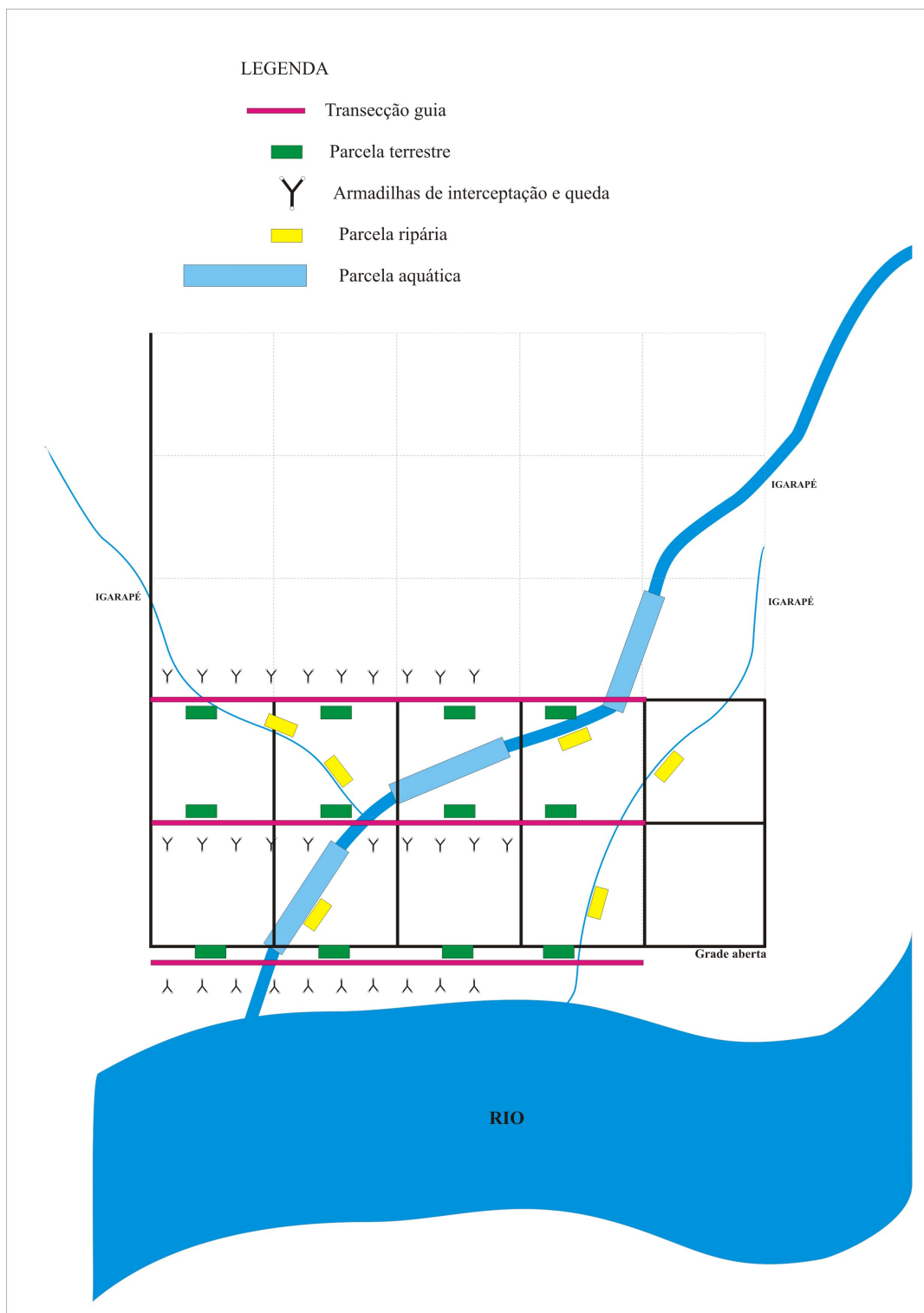
ANEXO II
FIGURAS



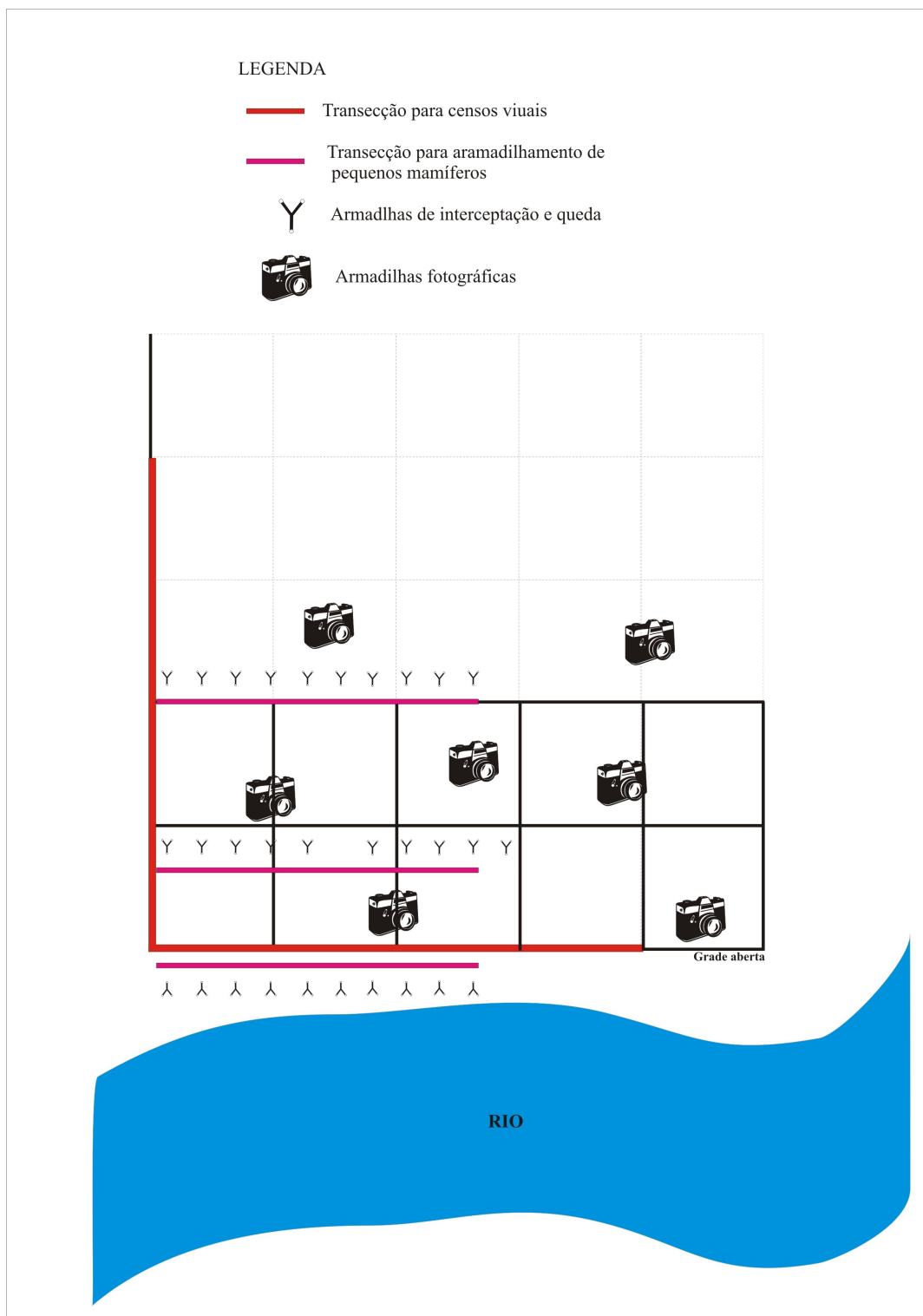
Mapa 1



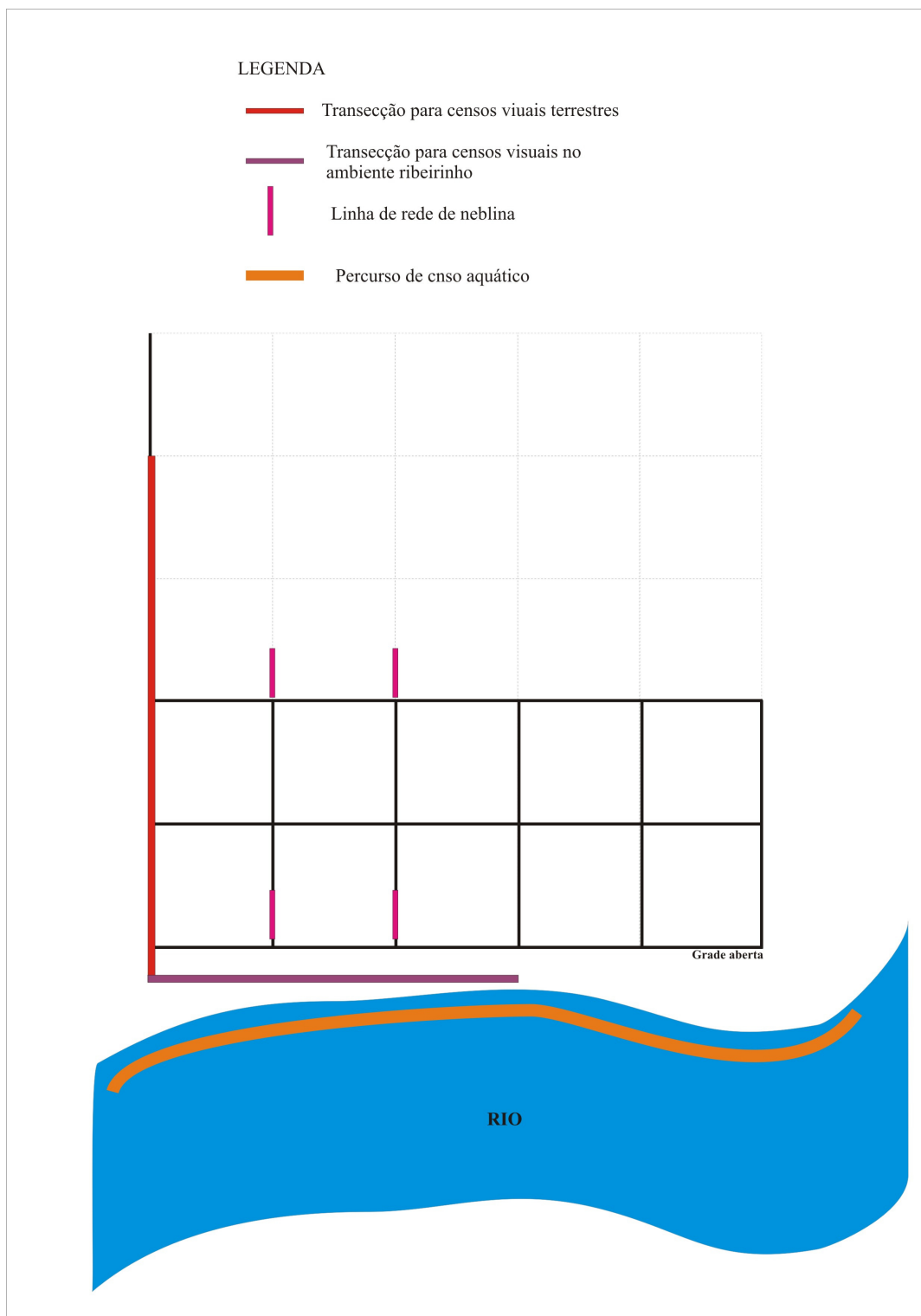
Esquema de Amostragem de Entomofauna



Esquema de Amostragem de Herpetofauna



Esquema de Amostragem de Mastofauna



Esquema de Amostragem de Avifauna