

Volume

03

**PBA CONSOLIDADO
AHE – SANTO ANTÔNIO – RIO MADEIRA**

**SEÇÃO 10
PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO
15 DE JANEIRO DE 2009**

ÍNDICE

INTRODUÇÃO

MÓDULOS

- Módulo 1 - Programa Versão Original, de 13/02/2008**
- Módulo 2 - Programa Revisado, de 21/07/2008**
- Módulo 3 - Informação Técnica Nº 47/2008,
COHID/CGENE/DILIC/IBAMA**
- Módulo 4 - Ofício: 415/2008 DILIC/IBAMA**
- Módulo 5 - Ata de Reunião Protocolo-MESA 000190**

INTRODUÇÃO

Em cumprimento ao Ofício 781/2008, deste Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, de 30 de setembro de 2008, solicitante da Versão Consolidada do Projeto Básico Ambiental - PBA, do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, faz-se necessária nova apresentação do Programa Monitoramento Limnológico.

Com base na Informação Técnica 47/2008 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA e no Ofício 415/2008 DILIC/IBAMA, que seguem respectivamente nos módulos 3 e 4 deste documento foi realizada uma revisão deste Programa.

A Licença de Instalação Retificada Nº 540/2008, IBAMA, de 18/08/2008, estabelece a Condicionante 2.11, conforme a seguinte transcrição determina:

“2.11 No âmbito do Programa de monitoramento limnológico:

- (a) Incluir uma estação de coleta no Igarapé Mucuí, alvo do Modelo Prognóstico da Qualidade da Água e pelo menos dois outros lagos a jusante do empreendimento para monitoramento. Um novo delineamento amostral deverá ser proposto em decorrência dos resultados do monitoramento, uso e ocupação da área, entre outros fatores.”*
- (b) As coletas deverão ter periodicidade trimestral para caracterização limnológica (antes do enchimento), mensal para as variáveis físicas e químicas, bimestral para as biológicas durante o enchimento do reservatório e trimestral para depois do reservatório estabilizado, respeitando os ciclos de cheia, seca, vazante e enchente. O estudo deverá ser efetuado por toda a vida útil do reservatório, podendo os parâmetros e locais de amostragem ser revistos periodicamente.*
- (c) Aumentar o N-amostral nos afluentes (principalmente Jatuarana I, Jaciparaná e Mucuí) e lago Cuniã para o eixo vertical, de duas (2) para cinco (5), para o conjunto de variáveis definidas como Química 4 (nitrogênio e suas frações e fósforo e suas frações), além de fitoplâncton e zooplâncton. Para as amostragens no lago Cuniã, aumentar o N-amostral do eixo horizontal (centro e margens), para o componente biótico.*
- (d) Monitorar as cianotoxinas, quando a densidade de cianobactérias for superior a 20.000 cel/mL nos pontos de captação de água para abastecimento público, e 50.000 cel/mL nas áreas de recreação de contato primário e dessedentação de animais. Prever ações de controle,*

MADEIRA ENERGIA S.A - MESA

caso seja identificada ocorrência de proliferação excessiva das mesmas.

- (e) *Melhorar a descrição metodológica para a análise da comunidade planctônica, incluindo metodologia específica para descrição da riqueza de espécies. Detalhar a metodologia para coleta de outros organismos aquáticos, prevendo tratamento estatístico (análises univariadas e multivariadas).*
- (f) *Prever nos objetivos específicos do Programa a avaliação do grau do impacto da descarga sólida gerada pela operação do vertedouro sobre o meio ambiente e comunidades aquáticas, e ainda adequá-lo para que possa inferir ou medir o impacto'.*
- (g) *Implantar sistema para monitoramento em tempo real de variáveis hidrossedimentológicas em ponto localizado a montante do remanso do reservatório e jusante deste. Outros dois sistemas para monitoramento limnológico em tempo real deverão ser implantados, sendo um localizado próximo ao eixo da barragem (montantes) e outro a jusante, preferencialmente no fundo. A operação do reservatório deve estar condicionada aos valores de corte das variáveis ambientais estabelecidos por equipe especialista.*
- (h) *Incluir as sugestões advindas do documento "Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia, especialmente no que se refere:*
 - *Determinação da biomassa de zooplâncton e fitoplâncton.*
 - *Estudo do ciclo nictemeral durante os períodos de seca.*
- (i) *O PBA e seus relatórios subseqüentes deverão abordar, entre outras, as seguintes medidas mitigadoras:*
 - *Regra operacional da Usina para renovação forçada, especialmente onde o modelo prognóstico da qualidade da água assim indicar.*
 - *Compatibilização do cronograma de operação da Usina com os processos reprodutivos de ictiofauna, de tal forma que a piora na qualidade da água assim indicar.*
- (j) *Apresentar um Subprograma de Modelagem para o Prognóstico da Qualidade da Água no estirão do reservatório e jusante, contendo um modelo representado que inclua novos fatores que contribuam para a melhora na qualidade da água. Apresentar o tempo necessário para a estabilização do reservatório. O subprograma deverá ainda atender as seguintes diretrizes:*

- *A modelagem deve incluir o eixo vertical do estirão principal do reservatório e bolsões laterais, de tal forma que seja possível uma integração com o Programa Hidrobiogeoquímico.*
- *Estabelecimento de valores de corte para as variáveis do modelo (sobretudo oxigênio dissolvido), valores estes que não poderão ser ultrapassados durante o enchimento, estabilização e operação do reservatório. Os valores de corte para as variáveis devem ser definidos por equipe especialista considerando, por exemplo, a legislação ambiental, as diferentes comunidades aquáticas da região, migração ascendente e descendente de ictiofauna e outros considerados pertinentes.*
- *Considerar, para a modelagem da qualidade da água no estirão do reservatório e jusante deste a carga orgânica afluyente em decorrência do incremento populacional, principalmente na área urbana de Porto Velho, e o potencial de autodepuração do rio, preferencialmente durante o período de estabilização do reservatório. Propor medidas mitigadoras para o impacto. Verificar se as estruturas de captação de água de Porto Velho são adequadas para mitigar o impacto, e se assim não forem, prever reestruturação.*
- *Os efeitos da modificação do layout do projeto para a qualidade da água (especial importância deverá ser dada para a qualidade da água próxima ao vertedouro auxiliar decamilenar).*
- *A rede de monitoramento limnológico deve considerar a alimentação do Modelo Prognóstico da Qualidade da Água, implantar postos hidrológicos com medição de vazão e precipitação nas sub-bacias da Área de Influência do empreendimento.”*

Para o Subprograma das Comunidades Bentônicas:

- (k) *Prever identificação preferencialmente até nível de espécie para grupos de organismos classificados como bioindicadores.*
- *As coletas deverão ter periodicidade trimestral antes da operação do empreendimento e durante a fase de estabilização. Após a fase de estabilização, o IBAMA deverá ser provocado sobre a possibilidade sobre a revisão da periodicidade trimestral. A duração do estudo deverá se estender por toda a vida útil do reservatório.*

- *Realizar, nos pontos de monitoramento da comunidade bentônica a medição de velocidade média de correnteza. Realizar também análise de sedimento nestes pontos, tanto com relação à granulometria quanto em nutrientes (fósforo total, nitrogênio total e matéria orgânica). Os resultados deverão ser apresentados considerando análises estatísticas univariadas e multivariadas (CCA, DCA)."*

"2.11 (l) Seguir as seguintes orientações sobre o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas:

- *Incluir uma estação de coleta no Igarapé Mucuim, alvo do Modelo Prognóstico da Qualidade da Água. Além disso, incluir pelo menos dois outros lagos jusante do empreendimento para monitoramento. Deve-se ressaltar que as adequações propostas são pertinentes para atual etapa de licenciamento do projeto, e que um novo delineamento amostral deverá ser proposto em decorrência dos resultados do monitoramento, uso e ocupação da área, entre outros fatores.*
- *Incluir as sugestões advindas do documento "Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia, especialmente no que se refere ao mapeamento dos hotspots para o desenvolvimento de macrófitas.*
- *Propor medidas de controle caso seja detectado ocorrência de proliferação das mesmas.*
- *Melhorar o detalhamento do Protocolo de Amostragem e Material e Métodos. Monitorar estandes (bancos) de macrófitas. Incluir os atributos de riqueza, diversidade beta (espacial e sazonal e inter-anual) e similaridade. Prever tratamento estatístico com análises univariadas e multivariadas. "*

Em reunião entre a MESA/FURNAS/Ecology Brasil e este IBAMA, realizada em 04/12/2008, como consta em Ata - Protocolo-MESA 000190 como consta do módulo 6, foram discutidos alguns aspectos relacionados ao Programa de Monitoramento Limnológico, Subprograma de Comunidades Bentônicas, bem como de Macrófitas Aquáticas.

- (i) Quanto ao item (c), foi esclarecido o assunto referente ao acréscimo no N-amostral.
- (ii) Em relação ao item (g), relata-se que há dificuldade operacional em se implantar um sistema para monitoramento, em tempo real, de variáveis hidrossedimentológicas, em ponto a montante do remanso do reservatório, posto que o mesmo sem encontra na área afetada pelo AHE Jirau;
- (iii) Quanto ao item (h) desta condicionante, a MESA esclarece que esse tipo de estudo é adequado para corpos d'água com tempo de residência superior a pelo menos 1 dia,

MADEIRA ENERGIA S.A - MESA

pois destina-se a aferir as variações limnológicas na coluna d'água ao longo de 24 horas. No rio Madeira e demais ambientes encontrados no AHE Santo Antônio, o tempo de residência é muito curto (ambientes lóticos), e a coluna d'água é totalmente renovada antes do término da amostragem nictemeral. Assim sendo, a MESA sugere a inclusão deste estudo somente após a conclusão do enchimento do reservatório.

Em síntese, ficou acordado nesta reunião, entre a MESA/FURNAS/Ecology e este IBAMA, que as alterações estabelecidas para estes dois Programas serão encaminhadas ao IBAMA em forma de Proposta, o que será feito por meio de correspondência.

Constam deste documento, portanto, os seguintes módulos, a saber:

- Módulo 1 - Programa Versão Original, de 13/02/2008;
- Módulo 2 - Programa Revisado, de 21/07/2008;
- Módulo 3 - Informação Técnica Nº 47/2008, COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 10/06/2008, referente ao Licenciamento do AHE Santo Antônio – Rio Madeira;
- Módulo 4 - Ofício Nº 415/2008 DILIC/IIBAMA, de 12/06/2008;
- Módulo 5 - Ata de Reunião, de 04/12/2008 - Protocolo MESA Nº 000190

Módulo 1

Programa Versão Original, de 13/02/2008;

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 N° 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 N° 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 macroelementos 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 fitoplanctônica, 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) pra 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, Piauhi 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: Placodermes. 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: Placodermes. University of Nebraska Press, Lincoln. 720 p.
- PRESCOTT, G. W., H. T. CROASDALE & W. C. VINYARD. 1972. Desmidiales, 1: Saccodermes, 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: Placodermes. 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: Placodermes. University of Nebraska Press, Lincoln. 413p.
- ROBERTSON, B. A. 1980. Composição, abundância e distribuição de Cladocera (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 cinigen Gewaessern 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 Vervollkomnung 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.

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

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
Coefficiente 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

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

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	Detecção
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) %		% 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
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		%	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
Q u í m i c a s 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° _{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

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

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	Q4.16	µg/L	espectrofotométrico	5,0
Nitrato	Q4.16	µg/L	coluna Cd/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio inorgânico dissolvido	Q4.16	µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio total dissolvido	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio total	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio orgânico dissolvido	Q4.16	µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio orgânico total	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio particulado	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo e suas frações				
Ortofósforo	Q4.16	µg/L	espectrofotométrico	5,0
Fósforo total dissolvido	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo total	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo orgânico dissolvido	Q4.16	µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Fósforo orgânico total	Q4.16	µg/L	cálculo/espectrofotométrico	5,0
Fósforo particulado	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Silicatos reativos	Q4.16	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	Q5.3	mg/L	fenantrolina / espectrofotométrico	0,05
Óleos e graxas	Q5.3	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

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

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> (Chl _a)		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 Jamarí e canal do lago Cunhã e lago Cunhã.				
Ciclo hidrológico anual - Baía do rio Madeira				
VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Detecção
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	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 _c /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
Químicas				
Oxigênio, demandas e relações de consumo				
Químicas I-A				
Oxigênio - porcentagem de saturação		%	potenciométrico - sonda WTW Oxi 197	0,1
Oxigênio - concentração	Q1-A2	mg/L	potenciométrico - 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		mg/L	Winkler modificado NaN ₃	0,01
O ₂ Sólidos	Q1-B4	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		mg/L	oxidação com o KMnO ₄	0,05
Carbono bioquimicamente oxidado (C _{bio})	Q1-C2	mg/L	cálculo a partir da DBO	0,05
Químicas I-D				
DBO ₅ /100O ₂ - consumo de O ₂ pela DBO ₅		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅	0,1
O ₂ /100DQO - o O ₂ presente é % da DQO		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DQO	0,1
DBO ₅ /100DQO - a DBO ₅ é % 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 % das demandas		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅ e da DQO	0,1
Carbono inorgânico	Q1-D8	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		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio particulado	Q4.16	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		mg/L	fenantrolina / espectrofotométrico	0,05
Ferro total	Q5.3	mg/L	fenantrolina / 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)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Pigmentos totais (Pig tots)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Fitoplâncton (F)	B1.7	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	Método	Deteção
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

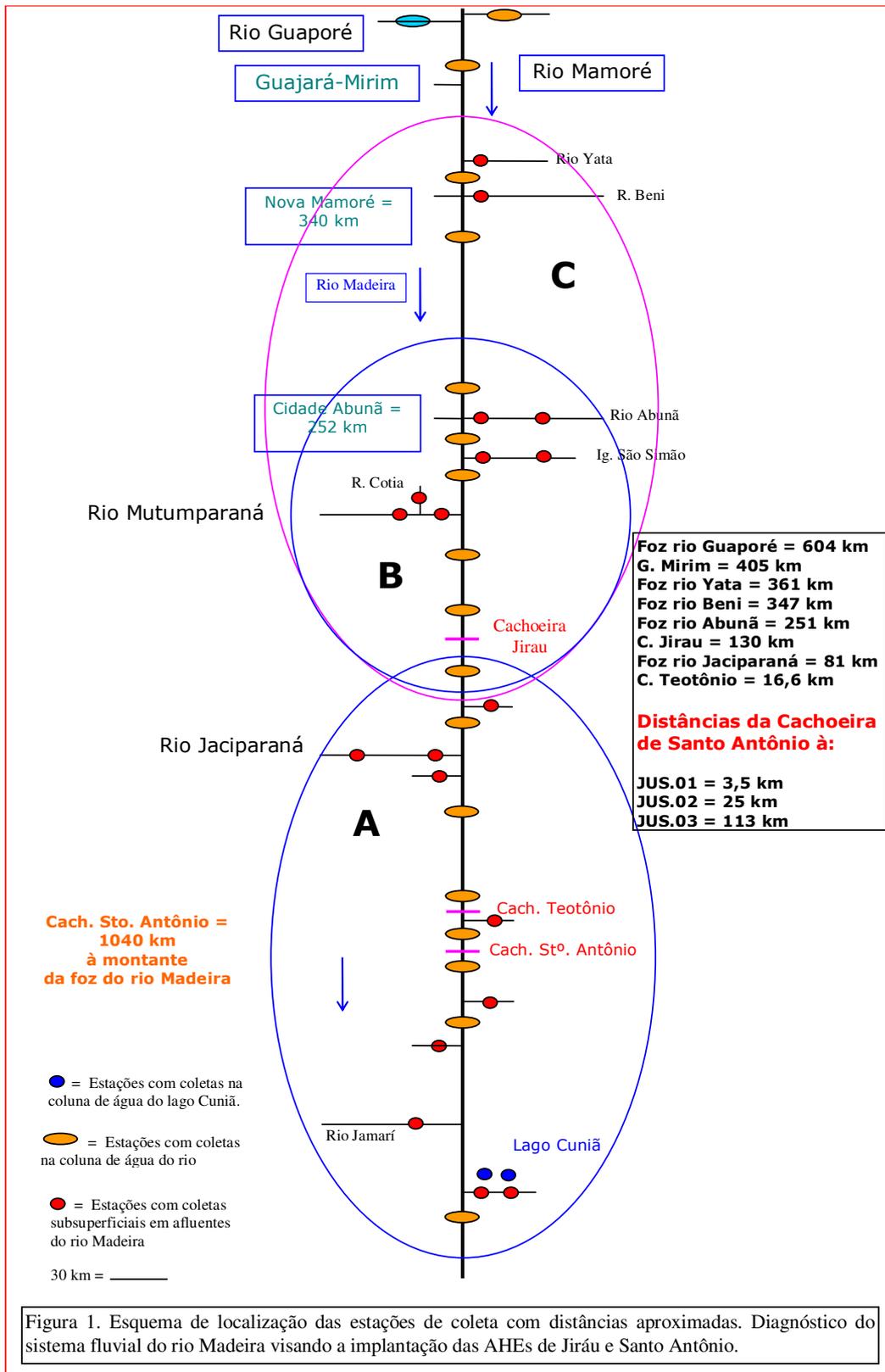
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.

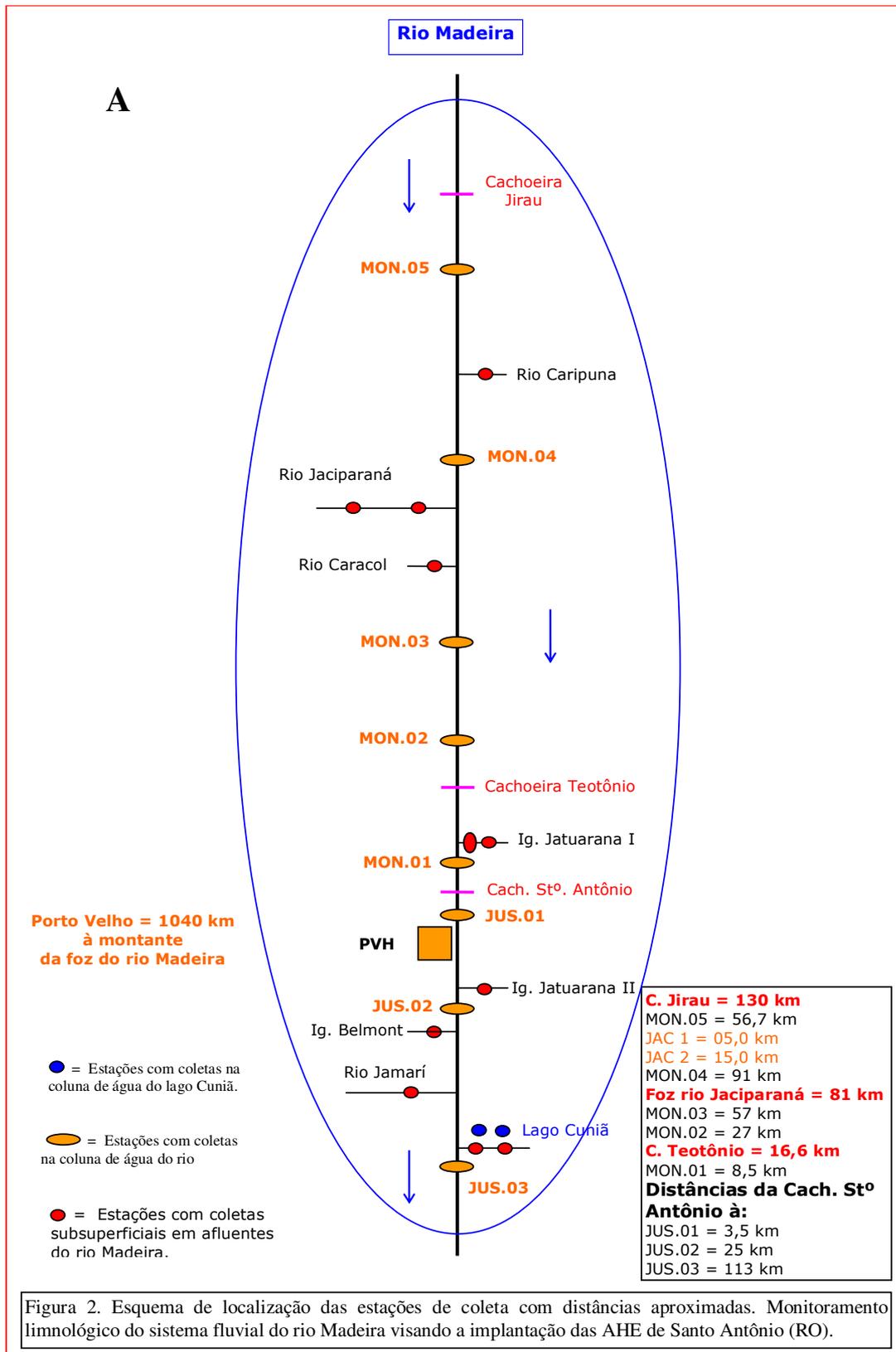
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira

SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

Método de análise e limite de sensibilidade das variáveis

VARIÁVEIS (24 variáveis)	Período	Unidade	Método	Deteção
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.

Variáveis	RIO MADEIRA			AFLUENTES			CANAL DO LAGO			LAGO CUNIA		
	Variáveis Quant.	Estações	Profund									
Variáveis físicas, físico-químicas e químicas - água												
Física A	6	7	1	6	8	1	6	2	1	6	2	1
Física B	1	7	15	1	8	5	1	2	5	1	2	8
Física C	3	7	15	9	8	5	3	2	2	9	2	1
Física Química	3	7	15	2	8	5	2	2	2	2	2	8
Química I Q1-A2	4	7	2	4	8	2	4	2	2	4	2	1
Química I Q1-B4	2	7	2	2	8	2	2	2	2	2	2	1
Química I Q1-C2	8	7	2	8	8	1	2	2	1	2	2	1
Química I Q1-D8	2	7	2	2	8	1	2	2	2	2	2	1
Química II Q2-6	6	7	2	6	8	1	6	2	2	6	2	2
Química III	7	7	2	7	8	1	7	2	1	7	2	2
Química IV	16	7	2	16	8	1	16	2	1	16	2	2
Química V	3	7	2	3	8	1	3	2	1	3	2	1
Química VI	13	7	2	13	8	1	13	2	1	13	2	2
Sub-total 1	77			77			77			77		
Variáveis biológicas - água												
ISC e ISN isopícos	2	5	1	2	8	1	2	2	1	2	1	1
Coliformes totais	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Coliformes fecais	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Chlorofila a	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Pigmentos totais	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Fitoplacton: quali quantitativo	2	7	1	2	8	1	2	2	1	2	2	1
Zooplacton: quali quantitativo	2	7	1	2	8	1	2	2	1	2	2	1
Identif/contagem zooplacton	3	7	1	3	8	1	3	2	1	3	2	1
Identif/contagem fitoplacton	3	7	1	3	8	1	3	2	1	3	2	1
Sub-total 2	16			14			14			16		
Variáveis macrofitas aquáticas (MA) e sedimentos superficiais (SS)												
Macrofitas (duas espécies) ¹⁾	21	2	2	21	2	2	21	2	2	21	2	2
Sedimentos (SS) ²⁾	24	7	1	24	5	1	24	2	1	24	2	1
Ocorrência de MA ³⁾	1	7	6	1	5	1	1	2	1	1	2	1
Sub-total 3	46			46			46			46		

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

ANEXO II

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividade	ANO 1 2008												ANO 2 2009												ANO 3 2010												ANO 4 2011												ANO 5 2012												ANO 6 2013												ANO 7 2014												ANO 8 2015												ANO 9 2016											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94														
AHE Santo Antônio Cronograma de Atividades MARCOS DE CONSTRUÇÃO																																																																																																												
Assinatura do Contrato de Concessão de Geração de Energia																																																																																																												
Processo de Obtenção da LI																																																																																																												
Mobilização / Desmobilização - Construção e Montagem do Empreendimento																																																																																																												
Sistema de Traversa do Rio Madeira e Infraestrutura da ME e MD																																																																																																												
Canteiro e Obras Civis																																																																																																												
Escarpação Subaquática																																																																																																												
Obras no Leito do Rio																																																																																																												
Desvio do Rio																																																																																																												
Obras da Margem Direita																																																																																																												
Processo de Obtenção da LO																																																																																																												
Enchimento do Reservatório																																																																																																												
PROMETO BÁSICO AMBIENTAL																																																																																																												
2 Programa Ambiental para Construção - PAC																																																																																																												
3 Programa de Monitoramento do Lençol Freático																																																																																																												
4 Programa de Monitoramento Sismológico																																																																																																												
5 Programa de Monitoramento Climatológico																																																																																																												
6 Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico																																																																																																												
7 Programa de Monitoramento do Hidrogeoquímico																																																																																																												
8 Programa de Acompanhamento dos Direitos Minerários e da Atividade Garimpeira																																																																																																												
9 Programa de Preservação do Patrimônio Paleontológico																																																																																																												
10 Programa de Monitoramento Limnológico																																																																																																												
a) Amostragem																																																																																																												
b) Análises Laboratoriais																																																																																																												
c) Elaboração de Relatórios																																																																																																												
11 Programa de Monitoramento de Macrofitas Aquáticas																																																																																																												
12 Programa de Conservação da Flora																																																																																																												
13 Programa de Desmatamento da Área de Interferência Direta																																																																																																												
14 Programa de Conservação da Fauna																																																																																																												
15 Programa de Acompanhamento de Atividades de Desmatamento e de Resgate da Fauna em Áreas Diretamente Afetadas																																																																																																												
16 Programa de Conservação de Ictiofauna																																																																																																												
17 Programa de Compensação Ambiental																																																																																																												
18 Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental																																																																																																												
19 Programa de Saúde Pública																																																																																																												
20 Programa de Apoio às Comunidades Indígenas																																																																																																												
21 Programas Relacionados ao Patrimônio Arqueológico, Pré-Histórico e Histórico																																																																																																												
22 Programa de Remanejamento da População Atingida																																																																																																												
23 Programa de Apoio à Juvente																																																																																																												
24 Programa de Recuperação da Infra-Estrutura Afetada																																																																																																												
25 Programa de Compensação Social																																																																																																												
26 Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório																																																																																																												
Programa de Apoio às Atividades de Lazer e Turismo																																																																																																												

Módulo 2

Programa Revisado, de 21/07/2008;

Projeto Básico Ambiental AHE Santo Antonio

SEÇÃO 10 PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO

1	Motivada por ofício: 392/2008 – DILIC/IBAMA, de 05/06/08	21/07/2008		
0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....	3
4. PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA.....	4
5. RESPONSABILIDADES.....	11
6. RELATÓRIOS/PRODUTOS.....	11
7. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	12
8. BIBLIOGRAFIA.....	13
9. SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES BENTÔNICAS	16

ANEXOS

ANEXO I – Cronograma

ANEXO II – Figuras e Tabelas

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. Por solicitação da Informação Técnica Nº 47/2008 do COHID/CGENE/DILIC/IBAMA foi incorporado um subprograma de Monitoramento das Comunidades Bentônicas.

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 de transições ocorrerem 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 as quais refletem a importância dessas modificações. Assim, afora as variações físico-químicas e biológicas nas águas, há variação na fertilidade das planícies de inundação nas quais 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 AHE de 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 a 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 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 a 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 da obra (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 das 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 N° 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 N° 251/2007 do IBAMA, que conforme a seguinte transcrição 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 aproveitamento hidrelétrico de modo a garantir que os sítios de amostragens limnológicas possam ser permanentes.

Sendo assim, este programa propõe amostrar 20 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 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 a montante da cachoeira de Santo Antônio.

Estação Jaciparaná II (JACI.02) – localizada 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 2 km a jusante de 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 a montante da cachoeira de Teotônio e 27 quilômetros da cachoeira de Santo Antônio.

Estação Jatuarana I 01 (JAT I.01) – localizada próxima 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 quilômetros 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 3 km a 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 25 km 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 200 m 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 20 km a jusante da foz do rio Jamarí e 113 km 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, 16 km 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 2,5 km a montante de E.2.

Lago Cuniã_E.4 - Estação central no lago Cuniã, cerca de 6,5 km a 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.

Assim, 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 N° 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 15 m para as estações do rio Madeira; 8 m para as estações nos afluentes e no lago Cuniã; e 5 m 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 a 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 O_2 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 CO_2 , suas frações, a disponibilidade de C, nutrientes inorgânicos etc., essenciais a 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, entre outras.

Serão incluídas variáveis que possam detectar a presença de defensivos agrícolas no sedimento. Porém, é necessário deixar claro que as atividades agrícolas não têm relação com a construção da UHE e serão considerados componentes orgânicos relacionados aos principais defensivos agrícolas utilizados na região, para elaboração de uma linha base relacionada ao tema.

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 a 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 20 (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 100 m das margens direita e esquerda em cada uma das sete estações limnológicas do rio. Essa coleta de m em metro é desnecessária, pois não deve ocorrer variação vertical, mas parece que isso já estava no PBA original. Poderiam ser feitos, em uma ocasião, vários perfis e depois aplicar teste estatístico de diferença entre médias dos fatores na coluna de água e, não havendo diferença, abolir coletas na coluna de água no rio e riachos. Querendo deixar como está para efeito de aprovação pelo IBAMA tudo bem, mas vai encarecer o projeto, acarretar a velocidade de corrente no rio e resultar em coisa alguma.

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 100 m 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. Certo.

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 de O₂ e saturação de oxigênio dissolvido, serão medidas/analizadas metro a metro da superfície à profundidade máxima em cada estação. Mesmo comentário anterior para o 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 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. Certo

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. Poderia ser feita na coluna de água, integrando-se a coleta de água com garrafa coletora e mistura posterior em recipiente (retira-se a amostra desse recipiente depois de misturar a água) ou com bomba em toda a coluna de água.

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 de O₂ e saturação de oxigênio dissolvido, serão medidas/analisadas metro a metro da superfície à profundidade máxima no centro de cada uma das duas bacias que compõem o lago Cuniã. (Ver comentários acima).

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 fitoplanctônica, 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 & Rai (1979); Aherkovich & Franken (1980); e Uthermöl (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 a 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 possa 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 à 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.

7.0 INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

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

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 consolidados deverão estar associados à liberação de recursos, o que será estabelecido em comum acordo, por contrato, com as partes proponentes 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 à 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.

8.0 BIBLIOGRAFIA

AHERKOVICH, G. & G. W. SCHMIDT. 1974. Phytoplanktontaxa 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 Negro 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.

APHA - American Public Health Association. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14^a 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*. 2^a. 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-Una, Santarém, Pará. 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, Piauhi und Nord Brasilien. *Hidrobiologia*, 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. KOUVE. 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. e VIEIRA, I. 1981. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia central. *Acta Amazônica* 11(1):687.
- KERN, J., A. J. DARWICH, K. FURCH & W. J. JJUNK. 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. 237 p.
- 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. Crustacea (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. 700 p.
- 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: Placodermae. University of Nebraska Press, Lincoln. 413 p.
- ROBERTSON, B. A. 1980. Composição, abundância e distribuição de Cladocera (Crustacea?) 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. 1.136 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. 310 p.
- THOMASSON, K. 1971. Amazonian Algae. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., Mém. 2^a Série, Fasc. 86:57 p.
- UTHERMOHL, H. 1958. Zur Vervollkomnung 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.

9. SUB-PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES BENTÔNICAS

9.1 Introdução

Este Subprograma foi elaborado por solicitação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, no Ofício DILIC/IBAMA N° 415/2008, baseado na Informação Técnica 47/2008 do COHID/CGENE/DILIC/IBAMA (Processo 02001.000508/2008-99) do dia 12 de junho de 2008, em relação à inclusão da comunidade bentônica no grupo de variáveis biológicas, no âmbito do Programa de Limnologia.

A região de estudo abrange o rio Madeira a montante e a jusante do reservatório do AHE de Santo Antônio. No presente Sub-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 de coleta no rio Madeira, sendo a mais distante, a Estação Jusante-03, aproximadamente a 113 quilômetros abaixo da cachoeira de Santo Antônio. A jusante dessa estação, em torno de 16 km, encontra-se o canal de acesso ao lago Cuniã, à margem esquerda do rio Madeira. Esses pontos coincidem com as estações de coleta limnológicas.

Em relação à determinação de bioindicadores para avaliar a transição do ambiente, como recomendado na IT 47/08, esclarecemos que os indicadores serão propostos depois de ter informações detalhadas sobre a dinâmica das comunidades bentônicas, em conjunto com os Programas de Monitoramento Hidrobiogeoquímico e Limnológico.

9.2 Justificativa

As atividades das espécies bentônicas promovem a aeração e remobilização dos fundos marinhos ou de corpos d'água continentais, intensificando os processos de ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, dos processos de produção primária e secundária, tendo caráter fundamental na dinâmica biológica desses ecossistemas. Além disso, são os principais itens alimentares de peixes demersais, sendo um importante elo de sustentação na cadeia trófica desses ambientes.

A fim de garantir a manutenção da diversidade das comunidades bentônicas, preservando sua importância ecológica e econômica, será realizado seu monitoramento.

9.3 Atendimento a Requisitos Legais

O presente sub-programa tem como base legal a Instrução Normativa do IBAMA N° 146, de 10 de janeiro de 2007, que considera o Art. 225, parágrafo 1º, inciso VII da Constituição da República Federativa do Brasil, o Artigo 1º da Lei N° 5.197, de 03 de janeiro de 1967, Artigo 1º, inciso III, e o Artigo 6º, inciso I, item b, da Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986 e o Artigo 4º, inciso V, parágrafo 2º, da Resolução CONAMA N° 237 de 16 de dezembro de 1997, o Artigo 15 do Decreto n° 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 à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela Lei n° 6938/81 e pelas Resoluções CONAMA N° 001/86 e N° 237/97.

Este Subprograma leva em consideração também as condições de validade da Licença Prévia nº 251/2007 concedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

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

- Decreto 58.054/66, de 23/03/66 – Promulga a Convenção para a proteção da flora, fauna e das belezas cênicas naturais dos países da América, assinada pelo Brasil, em 27/02/40.
- Lei 5.197/67, de 03/01/67 – Dispõe sobre a proteção a fauna (alterada pelas Leis 7.584/87, 7.653/88, 7.679/88 e 9.111/75; v. Lei 9.605/98, Decreto 97.633/89 e Portaria IBAMA 1.522/89).
- Decreto Legislativo 74/77, de 30/06/77 – Aprova o texto da Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural (promulgado pelo Decreto 80.978/77).
- Lei 7.584/87, de 06/01/87 – Acrescenta parágrafo ao Artigo 33 da Lei 5.197/67, que dispõe sobre a proteção à fauna.
- Decreto 97.633/89, de 10/04/89 – Dispõe sobre o Conselho Nacional de Proteção à Fauna (INFF).
- CNPF (v. Lei 5.197/67).
- Lei 9.111/95, de 10/10/95 – Acrescenta dispositivo à Lei 5.197/67, que dispõe sobre a proteção à fauna.

9.4 Objetivos

O programa de monitoramento de comunidades bentônicas estará focado nos aspectos biológicos, ambientais e econômicos. Deste modo, deverá amostrar, avaliar e monitorar:

- a comunidade bentônica para obtenção de dados complementares sobre biologia, ecologia, população, distribuição, migração, reprodução e alimentação das espécies identificadas no diagnóstico;
- as populações de espécies de interesse como bioindicadores;
- as possíveis alterações nessas comunidades causadas ou amplificadas pelo empreendimento e a eficiência das medidas mitigadoras e de controle.

9.5 Ações, Atividades e Operacionalização do Projeto

Para a execução deste programa, deverão ser realizadas coletas trimestrais antes de operação do AHE e semestrais na sua operação, nas estações de amostragem limnológica.

As metodologias de amostragem de análise de dados serão com pegador tipo Van Veen, com capacidade para 5 kg de amostra para cada ponto de amostragem. Cada sub-amostra deverá ser acondicionada em um saco plástico etiquetado e contendo formaldeído a 4%.

Em laboratório procede-se a triagem, onde cada amostra deve ser colocada em jogo peneiras geológicas, com diferentes aberturas de malha.

Posteriormente, o material coletado deverá ser acondicionado em recipientes ou sacos contendo formaldeído entre 4 e 10% e transportado para laboratório. No laboratório, as amostras deverão ser lavadas, e os espécimes de moluscos triados, quantificados, acondicionados em frascos de vidro e fixados em álcool a 70% glicerinado. Posteriormente, deverá ser realizada a análise taxonômica, com auxílio de microscópio estereoscópico.

Para a análise quantitativa e qualitativa dos organismos bentônicos, deverão ser utilizados os seguintes parâmetros, conforme realizado no estudo de diagnóstico:

a) *Frequência de ocorrência*: A frequência de ocorrência das espécies será calculada segundo Dajoz (1983), levando-se em consideração o número de amostras onde o organismo ocorreu, em relação ao número total das amostras coletadas (em porcentagem), de acordo com a fórmula a seguir:

$$Fo = Ta \times 100 / TA$$

Onde: Ta é o número de amostragem em que o táxon ocorreu e TA é o número total de amostragem relacionada.

Deverão ser consideradas as seguintes categorias:

- Muito Frequentes: $Fo > 70$;
- Frequentes: $40 < Fo \leq 70$;
- Pouco Frequentes: $20 < Fo \leq 40$;
- Esporádicas: $Fo \leq 20$.

b) *Abundância Relativa*: A abundância relativa será calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Ar = N \times 100 / Na$$

Onde: N é o número total de organismos de táxons na amostra e Na é o número total de organismos na amostra.

Os resultados foram enquadrados nas seguintes categorias:

- Raras: $Ar < 10\%$;
- Pouco Abundantes: $10 \leq Ar < 40\%$;
- Abundantes: $40 \leq Ar < 70$;
- Dominantes: $Ar \geq 70\%$.

c) *Densidade de organismos*: As densidades de organismos foram calculadas em relação à área (n° de ind $\times 10m^{-2}$) nos pontos de coleta.

d) *Índice de diversidade específica e equidade*: Para o estudo da diversidade das espécies, foi utilizado o índice de Shannon (1948), expresso pela fórmula:

$$H' = - \sum p_i \log^2 p_i$$

Onde: $p_i = n_i / N$;

n_i = número total de indivíduos por espécie;

N = número total de indivíduos.

O resultado é dado em bit/ind, considerando:

- $H > 3,0$ = diversidade alta;
- $2,0 < H \leq 3,0$ = diversidade média;
- $1,0 < H \leq 2,0$ = diversidade baixa;
- $H \leq 1,0$ = diversidade muito baixa.

A equidade foi calculada através da fórmula:

$$E = H' / \ln S$$

Onde: H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies.

O resultado varia entre 0 e 1, sendo os valores $>0,5$ aqueles em que indivíduos estão bem distribuídos nas espécies.

e) *Índice de dominância* (ROSEMBERG & RESH, 1993): Representado pelo maior valor de abundância relativa (n_i/N) da amostra.

$$DOM = n_i/N$$

Onde: n_i = densidade do táxon i ;

N = densidade total.

f) *Riqueza total de taxa* (S): somatória das diferentes categorias encontradas na amostra

g) *Grupos de alimentação funcional e hábitos dos organismos (GAF)*: Os organismos coletados, depois de identificados ao menor nível taxonômico possível, serão classificados de acordo com o grupo de alimentação funcional (GAF) e hábitos de vida baseando-se em Resh & Rosenberg (1984), Merritt & Cummins (1988), Hauer & Lamberti (1996), Baptista *et al.* (1998), Callisto *et al.* (2000) e Baptista *et al.* (2001). Os GAF a serem considerados serão: predador (perfurador ou engolfador), coletor (filtrador ou reunidor), triturador e raspador. Os hábitos são: escavador (vive em tocas ou semi-enterrado), agarrador (aderido a folhas ou rochas), nadador (organismos nécto-bentônicos) e caminhador (percorre o sedimento ou as rochas sem escavá-las).

h) *classificar a comunidade de acordo com a sensibilidade dos organismos (bioindicadores)*: Alguns autores sugerem que os indicadores biológicos (bioindicadores) em programas de monitoramento são a melhor forma de se medir impactos antrópicos em sistemas aquáticos (CALLISTO & ESTEVES, 1995). Dentre os bioindicadores, os mais recomendados são os macroinvertebrados bentônicos que são sensíveis a diferentes níveis de poluição, além de serem organismos grandes, sésseis ou com pouca mobilidade, e possuírem ciclos de vida longos com fácil amostragem de campo. Essas características tornam vantajosa a utilização desse grupo que é capaz de refletir, portanto, padrões temporais e condições locais (ROSEMBERG & RESH, 1993; MORENO & CALLISTO, 2004).

Segundo Barbosa e colaboradores (2001), os macro-invertebrados bentônicos podem ser classificados em três grupos: organismos sensíveis (altamente suscetíveis a qualquer tipo de impacto); organismos tolerantes (suportam impactos em níveis não tão altos, são capazes de se adaptarem às novas condições e refletem a resiliência do ecossistema) e organismos resistentes (suportam grandes impactos). O grupo dos resistentes são o de menor diversidade, maior abundância e refletem ambiente degradado.

A esse respeito, Cranston (1995) cita algumas espécies de Chironomidae com adaptações ecológicas que suportam situações extremas como altas temperaturas, pH, matéria orgânica no sedimento e baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

Outro monitoramento importante nas populações bentônicas de interesse econômico são as análises bacteriológica e química do conteúdo estomacal e da musculatura assim, pode-se identificar a presença de metais pesados e coliformes fecais. O preparo do material para análise bacteriológica e de metais pesados deverá ser realizado em campo.

O programa deverá emitir relatório de avaliação após cada campanha de amostragem e um relatório anual, que deverá conter a avaliação das densidades populacionais das espécies bioindicadoras.

9.6 Cronograma de Execução

O início deste programa deverá ser na fase de implantação do empreendimento. O monitoramento deverá iniciar um ciclo hidrológico antes do início das obras, com coletas trimestrais e se estenderá por mais três anos após o início da operação do empreendimento, com coletas semestrais distribuídas ao longo do ciclo hidrológico.

Os pontos de coleta serão os mesmos apresentados no programa de monitoramento limnológico.

9.7 Equipe Técnica Responsável / Insumos Básicos

A equipe técnica necessária para implantação deste programa é constituída por 2 biólogos especialistas com experiência também em atividades de coordenação, mais 4 técnicos de campo ou estagiários.

Parcerias / Gestão Institucional

A responsabilidade deste programa é do empreendedor. O monitoramento da comunidade bentônica poderá ser realizado em parceria com instituições de pesquisa.

9.8 Interfase com outros Programas

Este Subprograma apresenta interfaces com os seguintes programas: Monitoramento Limnológico, de Macrófitas Aquáticas, de Conservação da Flora (Sucessão nas Margens do Reservatório), Conservação da Ictiofauna, Monitoramento Hidrobiogeoquímico e Monitoramento Hidrosedimentológico.

9.9 Bibliografia

BAPTISTA, D. F. *et al.* Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River Basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** **61** (2): 249-258p, 2001.

BAPTISTA, D. F. *et al.* O conceito de continuidade de rios é válido para rios de mata atlântica do sudoeste do Brasil? In: **Nessimian, J. L & Carvalho, A L (eds). Ecologia de Insetos Aquáticos.** Série Oecologia brasiliensis. Vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. 1998

BRABOSA, F.; CALLISTO, M. & GALDEAN, N. 2001. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. *Journal of Ecosystem Health Management.* V4, n.1, p 51-59.

CALLISTO, M. & ESTEVES, F.A. 1995. Distribuição de macroinvertebrados bentônicos em um ecossistema impactado por rejeito de bauxita (Pará, Brasil). *Oecologia Brasiliensis*, v.1, p335-348.

CALLISTO, M.; MORENO M.; BARBOSA F. A R. Habitat diversity and benthic functional groups at Serra do Cipó southeast Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** **61** (2): 259-266p, 2000

CRANSTON, P.S. 1995. Introduction to the Chironomidae. In: Armitage, P.; Cranston, P.S. & Pinder, C.V. (eds). *The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges.* Chapman & Hall. NY. P 1-7.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral.** 4ª ed. Petrópolis: Vozes. 1983. 472 p.

HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. **Stream Ecology.** Academic Press. San Diego. 674 p. 1996.

MERRIT, R.; CUMMINS K. **A introduction to the aquatic insects of north American.** 2ª ed. Vendcell hunt Publishers. 1988. 306p

MORENO, P. & CALLISTO, M. 2004. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas. In: Ferracini, V.L. & Queiroz, S.C.N. & Silveira, M.P. (Eds). *Bioindicadores de qualidade da água.* P 95-116.

RESH V.; ROSEMBERG, D. M. **The Ecology of Aquatic Insects.** Praeger, New York. 625 p. 1984.

ROSEMBERG, D.M. & RESH, V.H. 1993. Introduction to fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrate . In: Rosemberg, D.M & Resh, V.H. *Fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates.* NY. Chapman & Hall. P 1-9.

RUPPERT, E.E. & BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados.** 6ª ed. São Paulo: Roca, 1.013 p. 1996.

SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Technology Journal.** v. 27, p. 379-423.

ANEXOS

ANEXO I
CRONOGRAMA

ANEXO II
FIGURAS E TABELAS

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	Detecção
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
Coefficiente 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) %		% 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
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		%	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
Q u í m i c a s 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° _{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 ²⁻ , 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		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	Q4.16	µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Fósforo e suas frações				
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
Q u í m i c a s V				
Ferro dissolvido		mg/L	fenantrolina / espectrofotométrico	0,05
Ferro total	Q5.3	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, Carpina, Jaciparaná, Caracol, Jatuarana I e II, Belmonte e Jamaré e canal do lago Cunilã e lago Cunilã.				
Ciclo hidrológico anual - Baía do rio Madeira				
VARIÁVEIS	Quant	Unidade	Método/Equipamento	Detecção
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	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 _{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
Químicas				
Oxigênio, demandas e relações de consumo				
Químicas I-A				
Oxigênio - porcentagem de saturação		%	potenciométrico - sonda WTW Oxi 197	0,1
Oxigênio - concentração	Q1-A2	mg/L	potenciométrico - 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		mg/L	Winkler modificado Na ₂ S	0,01
O ₂ 5 dias	Q1-B4	mg/L	Winkler modificado Na ₂ S	0,01
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ₅		mg/L	Winkler modificado Na ₂ S	0,05
Químicas I-C				
Demanda química de oxigênio - DQO		mg/L	oxidação com o KMnO ₄	0,05
Carbono bioquimicamente oxidado (C _{bio})	Q1-C2	mg/L	cálculo a partir da DBO	0,05
Químicas I-D				
DBO ₅ /O ₂ - consumo de O ₂ pela DBO ₅		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DBO ₅	0,1
O ₂ /100DQO - o O ₂ presente é x% da DQO		%	cálculo a partir do O ₂ inicial e da DQO	0,1
DBO ₅ /100DQO - 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	Q1-D8	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		µg/L	digestão com persulfato / espectrofotométrico	5,0
Nitrogênio particulado	Q4.16	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		mg/L	fenantrolina / espectrofotométrico	0,05
Ferro total	Q5.3	mg/L	fenantrolina / 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)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Pigmentos totais (Pig tots)		µg/L	filtração / espectrofotométrico	0,01
Fitoplâncton (F)	BI.7	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	Método	Deteção
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

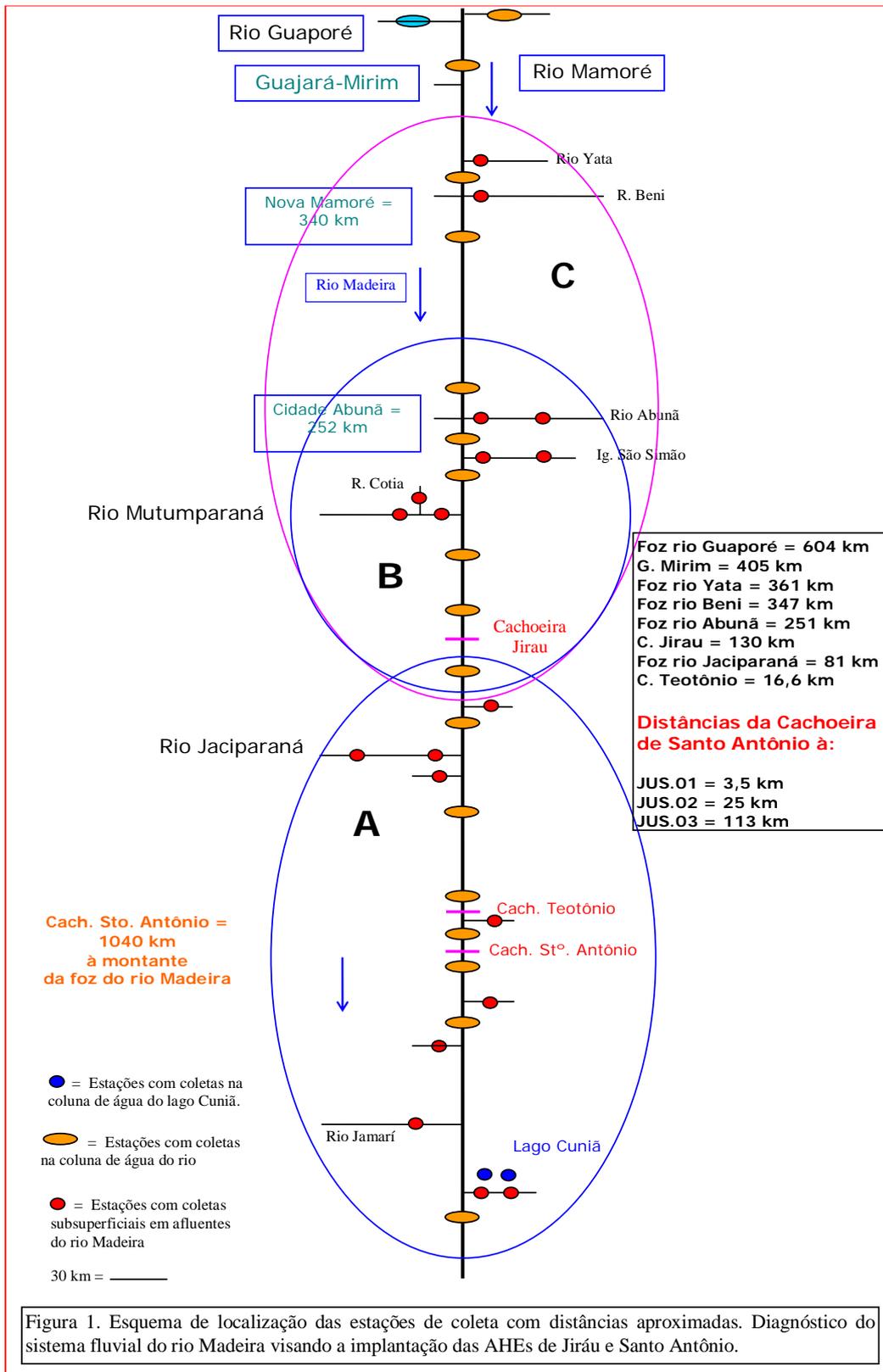
VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS - Estações de coleta nos rios Madeira, Caripuna, Jaciparaná, Jatuarana I e II, Belmont e Jamarí e canal e lago Cuniã.

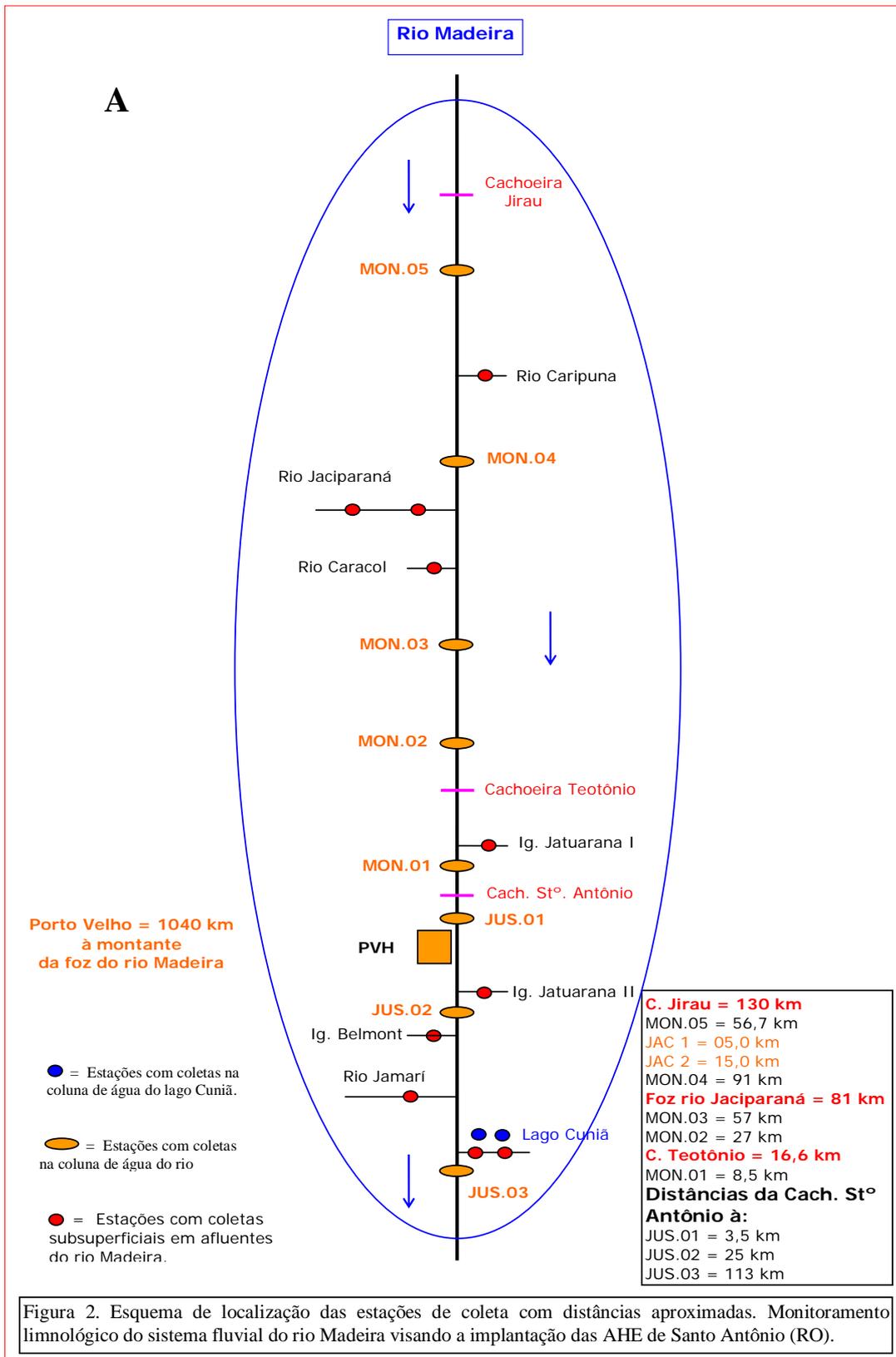
Ciclo hidrológico anual - Bacia do rio Madeira

SEDIMENTOS SUPERFICIAIS

Método de análise e limite de sensibilidade das variáveis

VARIÁVEIS (24 variáveis)	Período	Unidade	Método	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.

Variáveis	RIO MADEIRA			AFLUENTES			CANAL DO LAGO			LAGO CUNIA		
	Variáveis Quant.	Estações	Profund									
Variáveis físicas, físico-químicas e químicas - água												
Física A	6	7	1	6	8	1	6	2	1	6	2	1
Física B	1	7	15	1	8	5	1	2	5	1	2	6
Física C	1	7	2	1	8	1	1	2	2	1	2	8
Física química	3	7	15	3	8	5	3	2	5	3	2	8
Química I Q1-A2	2	7	3	2	8	2	2	2	2	2	2	8
Química I Q1-B4	4	7	2	4	8	1	4	2	1	4	2	1
Química I Q1-C2	2	7	2	2	8	1	2	2	1	2	2	1
Química I Q1-D8	8	7	2	8	8	1	8	2	1	8	2	1
Química II Q2-6	6	7	2	6	8	1	6	2	1	6	2	1
Química III	7	7	2	7	8	1	7	2	1	7	2	1
Química IV	16	7	2	16	8	1	16	2	1	16	2	1
Química V	3	7	2	3	8	1	3	2	1	3	2	1
Química VI	13	7	2	13	8	1	13	2	1	13	2	1
Sub-total 1	77			77			77			77		
Variáveis biológicas - água												
ISC e ISN isotópicos	2	5	1	2	8	1	2	2	1	2	1	1
Coliformes totais	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Coliformes fecais	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Chlorofila a	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Pigmentos totais	1	7	1	1	8	1	1	2	1	1	2	1
Fitoplâncton: quali quantitativo	2	7	1	2	8	1	2	2	1	2	2	1
Zooplâncton: quali quantitativo	2	7	1	2	8	1	2	2	1	2	2	1
Identif/contagem zooplâncton	3	7	1	3	8	1	3	2	1	3	2	1
Identif/contagem fitoplâncton	3	7	1	3	8	1	3	2	1	3	2	1
Sub-total 2	16			14			14			16		
Variáveis macrofitas aquáticas (MA) e sedimentos superficiais (SS)												
Macrofitas (duas espécies) ¹⁾	24	2	3	24	2	3	24	2	3	24	2	3
Sedimentos (SS) ²⁾	24	7	1	24	5	1	24	2	1	24	2	1
Ocorrência de MA ³⁾	1	7	6	1	5	1	1	2	1	1	2	1
Sub-total 3	53			53			53			53		

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

Módulo 3

IT Nº 47/2008, COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 10/06/2008



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 47/2008 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA

Brasília, 10 de junho de 2008.

A: Coordenação de Licenciamento de Energia Hidrelétrica e Transposições

Assunto: Programa de Monitoramento Limnológico e Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas – AHE Santo Antônio

Processo nº: 02001.000508/2008-99

1 – INTRODUÇÃO

Esta Informação Técnica tem por objetivo analisar preliminarmente o mérito e abrangência do Programa de Monitoramento Limnológico e do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, com intuito de subsidiar a reformulação dos mesmos.

O Programa de Monitoramento Limnológico e o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas são parte integrante do Projeto Básico Ambiental - PBA do licenciamento do AHE Santo Antônio, constam das seções 10 e 11 respectivamente, volume II do referido documento. Os programas foram proposto no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, tendo sido referendado pela LP nº 251/2007.

2 – ANÁLISE

No que tange à adequação, apresentação e avaliação da eficácia dos Programas em tela, o documento apresentado necessita de modificações para se proceder uma análise técnica a qual permita seu deferimento e aprovação. Sobre esses aspectos tecemos as seguintes considerações:

- ✓ Estações de Coletas Limnológicas: Incluir estações no Igarapé Mucuí, objeto de análise no Modelo Prognóstico da Qualidade da Água.
- ✓ Duração do Estudo e Periodicidade das Amostras: As amostras deverão ter periodicidade trimestral antes e durante a vigência da LI, mensal para as variáveis físicas e químicas e bimestrais para as biológicas durante o enchimento, e trimestral depois de estabilizado.
- ✓ Variáveis Limnológicas: Incluir variáveis que possam detectar a presença de defensivos agrícolas no sedimento. Incluir a comunidade bentônica no grupo de variáveis biológicas, propor bioindicadores para avaliar a transição de ambiente lótico para semi-lótico ou lêntico, aumentar o esforço de identificação taxonômica para bioindicadores.

- ✓ Esforço Amostral: Aumentar o N-amostal nos afluentes e Lago Cuniã para o eixo vertical, de duas (2) para (5), para o conjunto de variáveis definidas como Química 4 (nitrogênio e suas frações e fósforo e suas frações), além de fitoplâncton e zooplâncton. Para as amostragens no Lago Cuniã, aumentar o N-amostal do eixo horizontal (centro e margens), para o componente biótico.
- ✓ Protocolos Analíticos: Descrição metodológica para a análise da comunidade zooplanctônica, incluindo metodologia específica para descrição da riqueza de espécies. Além disso, detalhar melhor a metodologia para coleta de outros organismos aquáticos, e prevendo tratamento estatístico (análises univariadas e multivariadas).
- ✓ Modelo Prognóstico da Qualidade da Água: Prever continuação da modelagem, incluindo o eixo vertical, de tal forma que estas informações serão úteis principalmente para inter-relacionar com o Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico. Além disso, deve contemplar novas abordagens, como a modificação do layout do projeto, item não abordado no documento. Deve-se ressaltar que a rede de monitoramento limnológico deve considerar a alimentação do Modelo.
- ✓ Estudos Complementares: Incluir as sugestões advindas do documento “*Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia*” da COBRAPE para o Ministério Público do Estado de Rondônia, elaborado pelos Professores Drs. José Galizia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi, especialmente no que se refere:
 - a) Determinação da biomassa de fitoplâncton, zooplâncton e macrófitas aquáticas;
 - b) Estudo do ciclo nictemeral durante os períodos de seca;
 - c) Mapeamento dos hotspots para o desenvolvimento de macrófitas.
- ✓ Medidas Mitigadoras: O PBA e seus relatórios subsequentes deverão abordar, entre outras, as seguintes medidas mitigadoras:
 - a) Regra operacional da Usina para renovação forçada, especialmente onde o modelo prognóstico da qualidade da água assim indicar;
 - b) Compatibilização do cronograma de operação da Usina com os processos reprodutivos de ictiofauna, de tal forma que a piora na qualidade da água a jusante do empreendimento não afete a migração sazonal.
- ✓ Protocolo Institucional: A equipe técnica deverá assinar o documento, incluindo o Cadastro Técnico Federal de cada membro.

2 – CONCLUSÕES

O Projeto Básico Ambiental (PBA) é o documento que apresenta detalhadamente todas as medidas de controle propostos no EIA. Este documento é um dos pré-requisitos para a obtenção da Licença de Instalação.

A seção 10 do PBA do AHE Santo Antônio refere-se ao Programa de Monitoramento Limnológico. No âmbito deste Programa, alguns pontos merecem destaque, principalmente no que se refere a periodicidade das amostragens e esforço amostral e modelo prognóstico da qualidade da água.

Com respeito a este último item, deve-se destacar que o PBA não incorporou o continuamento e o aprofundamento das análises prognósticas, nem propôs ações para a limpeza seletiva da bacia de acumulação. O continuamento das ações devem principalmente informar sobre os possíveis efeitos na qualidade da água em decorrência de modificação do layout do projeto, e o aprofundamento deve contemplar o prognóstico vertical da qualidade da água em regiões críticas, informações essas que devem subsidiar o Programa Hidrobiogeoquímico.

Sobre o documento elaborado pela COBRAPE, este visou analisar criticamente de modo a amparar o Ministério Público na caracterização e avaliação dos impactos ambientais, das medidas e ações mitigadoras, compensatórias e de potencialização previstas com a construção do empreendimento. Este documento realizou uma abordagem integrada das diversas temáticas envolvidas na análise dos empreendimentos nas dimensões regional e local, reunindo uma equipe de especialistas de reconhecido conhecimento técnico e experiência nacional e internacional para a tarefa. Particularmente para o componente de limnologia e qualidade da água, os consultores que elaboraram os pareceres foram José Galízia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi. As recomendações para o componente de limnologia estão acima detalhadas, e considera-se pertinentes para a atual etapa do projeto.

É a informação.

Módulo 4

Ofício Nº 415/2008 DILIC/IIBAMA, de 12/06/2008



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA

Ofício nº 415/2008 – DILIC/IBAMA

Brasília, 12 de junho de 2008.

Ao Senhor

Irineu Berardi Meireles

Presidente da Madeira Energia S/A - MESA

Av. Juscelino Kubitschek, nº 1400

Edifício Maria Luiza Lara de Campos, 2/ andar, conj. 22 - Bairro Itaim

CEP 04543-000 São Paulo – SP

Fone: (0xx11) 3702-2250 / FAX: (0xx11) 3702-2288

Assunto: Licenciamento Ambiental do AHE Santo Antônio - Rio Madeira.

Senhor Presidente,

1. Em continuidade ao processo de licenciamento ambiental da AHE Santo Antônio, este Ibama solicita que sejam reformulados o Programa de Monitoramento Limnológico e o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, considerando as diretrizes apresentadas na Informação técnica n. 47 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA em anexo, para a avaliação quanto ao requerimento da Licença de Instalação, com a brevidade que o assunto requer.
2. Coloco-me a disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,


Valter Muchagata
Diretor de Licenciamento Ambiental
Substituto



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 47/2008 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA

Brasília, 10 de junho de 2008.

A: Coordenação de Licenciamento de Energia Hidrelétrica e Transposições

Assunto: Programa de Monitoramento Limnológico e Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas – AHE Santo Antônio

Processo nº: 02001.000508/2008-99

1 – INTRODUÇÃO

Esta Informação Técnica tem por objetivo analisar preliminarmente o mérito e abrangência do Programa de Monitoramento Limnológico e do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, com intuito de subsidiar a reformulação dos mesmos.

O Programa de Monitoramento Limnológico e o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas são parte integrante do Projeto Básico Ambiental - PBA do licenciamento do AHE Santo Antônio, constam das seções 10 e 11 respectivamente, volume II do referido documento. Os programas foram proposto no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, tendo sido referendado pela LP nº 251/2007.

2 – ANÁLISE

No que tange à adequação, apresentação e avaliação da eficácia dos Programas em tela, o documento apresentado necessita de modificações para se proceder uma análise técnica a qual permita seu deferimento e aprovação. Sobre esses aspectos tecemos as seguintes considerações:

- ✓ Estações de Coletas Limnológicas: Incluir estações no Igarapé Mucuím, objeto de análise no Modelo Prognóstico da Qualidade da Água.
- ✓ Duração do Estudo e Periodicidade das Amostragens: As amostragens deverão ter periodicidade trimestral antes e durante a vigência da LI, mensal para as variáveis físicas e químicas e bimestrais para as biológicas durante o enchimento, e trimestral depois de estabilizado.
- ✓ Variáveis Limnológicas: Incluir variáveis que possam detectar a presença de defensivos agrícolas no sedimento. Incluir a comunidade bentônica no grupo de variáveis biológicas, propor bioindicadores para avaliar a transição de ambiente lótico para semi-lótico ou lântico, aumentar o esforço de identificação taxonômica para bioindicadores.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 47/2008 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA

Brasília, 10 de junho de 2008.

A: Coordenação de Licenciamento de Energia Hidrelétrica e Transposições

Assunto: Programa de Monitoramento Limnológico e Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas – AHE Santo Antônio

Processo nº: 02001.000508/2008-99

1 – INTRODUÇÃO

Esta Informação Técnica tem por objetivo analisar preliminarmente o mérito e abrangência do Programa de Monitoramento Limnológico e do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, com intuito de subsidiar a reformulação dos mesmos.

O Programa de Monitoramento Limnológico e o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas são parte integrante do Projeto Básico Ambiental - PBA do licenciamento do AHE Santo Antônio, constam das seções 10 e 11 respectivamente, volume II do referido documento. Os programas foram proposto no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, tendo sido referendado pela LP nº 251/2007.

2 – ANÁLISE

No que tange à adequação, apresentação e avaliação da eficácia dos Programas em tela, o documento apresentado necessita de modificações para se proceder uma análise técnica a qual permita seu deferimento e aprovação. Sobre esses aspectos tecemos as seguintes considerações:

- ✓ Estações de Coletas Limnológicas: Incluir estações no Igarapé Mucumim, objeto de análise no Modelo Prognóstico da Qualidade da Água.
- ✓ Duração do Estudo e Periodicidade das Amostragens: As amostragens deverão ter periodicidade trimestral antes e durante a vigência da LI, mensal para as variáveis físicas e químicas e bimestrais para as biológicas durante o enchimento, e trimestral depois de estabilizado.
- ✓ Variáveis Limnológicas: Incluir variáveis que possam detectar a presença de defensivos agrícolas no sedimento. Incluir a comunidade bentônica no grupo de variáveis biológicas, propor bioindicadores para avaliar a transição de ambiente lótico para semi-lótico ou lântico, aumentar o esforço de identificação taxonômica para bioindicadores.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 47/2008 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA

Brasília, 10 de junho de 2008.

A: Coordenação de Licenciamento de Energia Hidrelétrica e Transposições

Assunto: Programa de Monitoramento Limnológico e Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas – AHE Santo Antônio

Processo nº: 02001.000508/2008-99

1 – INTRODUÇÃO

Esta Informação Técnica tem por objetivo analisar preliminarmente o mérito e abrangência do Programa de Monitoramento Limnológico e do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas, com intuito de subsidiar a reformulação dos mesmos.

O Programa de Monitoramento Limnológico e o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas são parte integrante do Projeto Básico Ambiental - PBA do licenciamento do AHE Santo Antônio, constam das seções 10 e 11 respectivamente, volume II do referido documento. Os programas foram proposto no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, tendo sido referendado pela LP nº 251/2007.

2 – ANÁLISE

No que tange à adequação, apresentação e avaliação da eficácia dos Programas em tela, o documento apresentado necessita de modificações para se proceder uma análise técnica a qual permita seu deferimento e aprovação. Sobre esses aspectos tecemos as seguintes considerações:

- ✓ Estações de Coletas Limnológicas: Incluir estações no Igarapé Mucum, objeto de análise no Modelo Prognóstico da Qualidade da Água.
- ✓ Duração do Estudo e Periodicidade das Amostragens: As amostragens deverão ter periodicidade trimestral antes e durante a vigência da LI, mensal para as variáveis físicas e químicas e bimestrais para as biológicas durante o enchimento, e trimestral depois de estabilizado.
- ✓ Variáveis Limnológicas: Incluir variáveis que possam detectar a presença de defensivos agrícolas no sedimento. Incluir a comunidade bentônica no grupo de variáveis biológicas, propor bioindicadores para avaliar a transição de ambiente lótico para semi-lótico ou lêntico, aumentar o esforço de identificação taxonômica para bioindicadores.

- ✓ Esforço Amostral: Aumentar o N-amostral nos afluentes e Lago Cuniã para o eixo vertical, de duas (2) para (5), para o conjunto de variáveis definidas como Química 4 (nitrogênio e suas frações e fósforo e suas frações), além de fitoplâncton e zooplâncton. Para as amostragens no Lago Cuniã, aumentar o N-amostral do eixo horizontal (centro e margens), para o componente biótico.
- ✓ Protocolos Analíticos: Descrição metodológica para a análise da comunidade zooplânctônica, incluindo metodologia específica para descrição da riqueza de espécies. Além disso, detalhar melhor a metodologia para coleta de outros organismos aquáticos, e prevendo tratamento estatístico (análises univariadas e multivariadas).
- ✓ Modelo Prognóstico da Qualidade da Água: Prever continuação da modelagem, incluindo o eixo vertical, de tal forma que estas informações serão úteis principalmente para inter-relacionar com o Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico. Além disso, deve contemplar novas abordagens, como a modificação do layout do projeto, item não abordado no documento. Deve-se ressaltar que a rede de monitoramento limnológico deve considerar a alimentação do Modelo.
- ✓ Estudos Complementares: Incluir as sugestões advindas do documento “*Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia*” da COBRAPE para o Ministério Público do Estado de Rondônia, elaborado pelos Professores Drs. José Galizia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi, especialmente no que se refere:
 - a) Determinação da biomassa de fitoplâncton, zooplâncton e macrófitas aquáticas;
 - b) Estudo do ciclo nictemeral durante os períodos de seca;
 - c) Mapeamento dos hotspots para o desenvolvimento de macrófitas.
- ✓ Medidas Mitigadoras: O PBA e seus relatórios subseqüentes deverão abordar, entre outras, as seguintes medidas mitigadoras:
 - a) Regra operacional da Usina para renovação forçada, especialmente onde o modelo prognóstico da qualidade da água assim indicar;
 - b) Compatibilização do cronograma de operação da Usina com os processos reprodutivos de ictiofauna, de tal forma que a piora na qualidade da água a jusante do empreendimento não afete a migração sazonal.
- ✓ Protocolo Institucional: A equipe técnica deverá assinar o documento, incluindo o Cadastro Técnico Federal de cada membro.

2 – CONCLUSÕES

O Projeto Básico Ambiental (PBA) é o documento que apresenta detalhadamente todas as medidas de controle propostos no EIA. Este documento é um dos pré-requisitos para a obtenção da Licença de Instalação.

A seção 10 do PBA do AHE Santo Antônio refere-se ao Programa de Monitoramento Limnológico. No âmbito deste Programa, alguns pontos merecem destaque, principalmente no que se refere a periodicidade das amostragens e esforço amostral e modelo prognóstico da qualidade da água.

- ✓ Esforço Amostral: Aumentar o N-amostral nos afluentes e Lago Cuniã para o eixo vertical, de duas (2) para (5), para o conjunto de variáveis definidas como Química 4 (nitrogênio e suas frações e fósforo e suas frações), além de fitoplâncton e zooplâncton. Para as amostragens no Lago Cuniã, aumentar o N-amostral do eixo horizontal (centro e margens), para o componente biótico.
- ✓ Protocolos Analíticos: Descrição metodológica para a análise da comunidade zooplancônica, incluindo metodologia específica para descrição da riqueza de espécies. Além disso, detalhar melhor a metodologia para coleta de outros organismos aquáticos, e prevendo tratamento estatístico (análises univariadas e multivariadas).
- ✓ Modelo Prognóstico da Qualidade da Água: Prever continuação da modelagem, incluindo o eixo vertical, de tal forma que estas informações serão úteis principalmente para inter-relacionar com o Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico. Além disso, deve contemplar novas abordagens, como a modificação do layout do projeto, item não abordado no documento. Deve-se ressaltar que a rede de monitoramento limnológico deve considerar a alimentação do Modelo.
- ✓ Estudos Complementares: Incluir as sugestões advindas do documento “*Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia*” da COBRAPE para o Ministério Público do Estado de Rondônia, elaborado pelos Professores Drs. José Galizia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi, especialmente no que se refere:
 - a) Determinação da biomassa de fitoplâncton, zooplâncton e macrófitas aquáticas;
 - b) Estudo do ciclo nictemeral durante os períodos de seca;
 - c) Mapeamento dos hotspots para o desenvolvimento de macrófitas.
- ✓ Medidas Mitigadoras: O PBA e seus relatórios subseqüentes deverão abordar, entre outras, as seguintes medidas mitigadoras:
 - a) Regra operacional da Usina para renovação forçada, especialmente onde o modelo prognóstico da qualidade da água assim indicar;
 - b) Compatibilização do cronograma de operação da Usina com os processos reprodutivos de ictiofauna, de tal forma que a piora na qualidade da água a jusante do empreendimento não afete a migração sazonal.
- ✓ Protocolo Institucional: A equipe técnica deverá assinar o documento, incluindo o Cadastro Técnico Federal de cada membro.

2 – CONCLUSÕES

O Projeto Básico Ambiental (PBA) é o documento que apresenta detalhadamente todas as medidas de controle propostos no EIA. Este documento é um dos pré-requisitos para a obtenção da Licença de Instalação.

A seção 10 do PBA do AHE Santo Antônio refere-se ao Programa de Monitoramento Limnológico. No âmbito deste Programa, alguns pontos merecem destaque, principalmente no que se refere a periodicidade das amostragens e esforço amostral e modelo prognóstico da qualidade da água.



- ✓ Esforço Amostral: Aumentar o N-amostral nos afluentes e Lago Cuniã para o eixo vertical, de duas (2) para (5), para o conjunto de variáveis definidas como Química 4 (nitrogênio e suas frações e fósforo e suas frações), além de fitoplâncton e zooplâncton. Para as amostragens no Lago Cuniã, aumentar o N-amostral do eixo horizontal (centro e margens), para o componente biótico.
- ✓ Protocolos Analíticos: Descrição metodológica para a análise da comunidade zooplânctônica, incluindo metodologia específica para descrição da riqueza de espécies. Além disso, detalhar melhor a metodologia para coleta de outros organismos aquáticos, e prevendo tratamento estatístico (análises univariadas e multivariadas).
- ✓ Modelo Prognóstico da Qualidade da Água: Prever continuação da modelagem, incluindo o eixo vertical, de tal forma que estas informações serão úteis principalmente para inter-relacionar com o Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico. Além disso, deve contemplar novas abordagens, como a modificação do layout do projeto, item não abordado no documento. Deve-se ressaltar que a rede de monitoramento limnológico deve considerar a alimentação do Modelo.
- ✓ Estudos Complementares: Incluir as sugestões advindas do documento “*Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira. Estado de Rondônia*” da COBRAPE para o Ministério Público do Estado de Rondônia, elaborado pelos Professores Drs. José Galízia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi, especialmente no que se refere:
 - a) Determinação da biomassa de fitoplâncton, zooplâncton e macrófitas aquáticas;
 - b) Estudo do ciclo nictemeral durante os períodos de seca;
 - c) Mapeamento dos hotspots para o desenvolvimento de macrófitas.
- ✓ Medidas Mitigadoras: O PBA e seus relatórios subseqüentes deverão abordar, entre outras, as seguintes medidas mitigadoras:
 - a) Regra operacional da Usina para renovação forçada, especialmente onde o modelo prognóstico da qualidade da água assim indicar;
 - b) Compatibilização do cronograma de operação da Usina com os processos reprodutivos de ictiofauna, de tal forma que a piora na qualidade da água a jusante do empreendimento não afete a migração sazonal.
- ✓ Protocolo Institucional: A equipe técnica deverá assinar o documento, incluindo o Cadastro Técnico Federal de cada membro.

2 – CONCLUSÕES

O Projeto Básico Ambiental (PBA) é o documento que apresenta detalhadamente todas as medidas de controle propostos no EIA. Este documento é um dos pré-requisitos para a obtenção da Licença de Instalação.

A seção 10 do PBA do AHE Santo Antônio refere-se ao Programa de Monitoramento Limnológico. No âmbito deste Programa, alguns pontos merecem destaque, principalmente no que se refere a periodicidade das amostragens e esforço amostral e modelo prognóstico da qualidade da água.



Com respeito a este último item, deve-se destacar que o PBA não incorporou o continuamento e o aprofundamento das análises prognósticas, nem propôs ações para a limpeza seletiva da bacia de acumulação. O continuamento das ações devem principalmente informar sobre os possíveis efeitos na qualidade da água em decorrência de modificação do layout do projeto, e o aprofundamento deve contemplar o prognóstico vertical da qualidade da água em regiões críticas, informações essas que devem subsidiar o Programa Hidrobiogeoquímico.

Sobre o documento elaborado pela COBRAPE, este visou analisar criticamente de modo a amparar o Ministério Público na caracterização e avaliação dos impactos ambientais, das medidas e ações mitigadoras, compensatórias e de potencialização previstas com a construção do empreendimento. Este documento realizou uma abordagem integrada das diversas temáticas envolvidas na análise dos empreendimentos nas dimensões regional e local, reunindo uma equipe de especialistas de reconhecido conhecimento técnico e experiência nacional e internacional para a tarefa. Particularmente para o componente de limnologia e qualidade da água, os consultores que elaboraram os pareceres foram José Galízia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi. As recomendações para o componente de limnologia estão acima detalhadas, e considera-se pertinentes para a atual etapa do projeto.

É a informação.

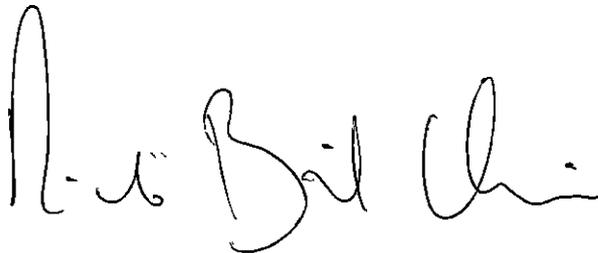


Ricardo Brasil Choueri
Analista Ambiental
COHID/CGENE/DILIC/ESAMA
Mat. 1455549

Com respeito a este último item, deve-se destacar que o PBA não incorporou o continuamento e o aprofundamento das análises prognósticas, nem propôs ações para a limpeza seletiva da bacia de acumulação. O continuamento das ações devem principalmente informar sobre os possíveis efeitos na qualidade da água em decorrência de modificação do layout do projeto, e o aprofundamento deve contemplar o prognóstico vertical da qualidade da água em regiões críticas, informações essas que devem subsidiar o Programa Hidrobiogeoquímico.

Sobre o documento elaborado pela COBRAPE, este visou analisar criticamente de modo a amparar o Ministério Público na caracterização e avaliação dos impactos ambientais, das medidas e ações mitigadoras, compensatórias e de potencialização previstas com a construção do empreendimento. Este documento realizou uma abordagem integrada das diversas temáticas envolvidas na análise dos empreendimentos nas dimensões regional e local, reunindo uma equipe de especialistas de reconhecido conhecimento técnico e experiência nacional e internacional para a tarefa. Particularmente para o componente de limnologia e qualidade da água, os consultores que elaboraram os pareceres foram José Galízia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi. As recomendações para o componente de limnologia estão acima detalhadas, e considera-se pertinentes para a atual etapa do projeto.

É a informação.

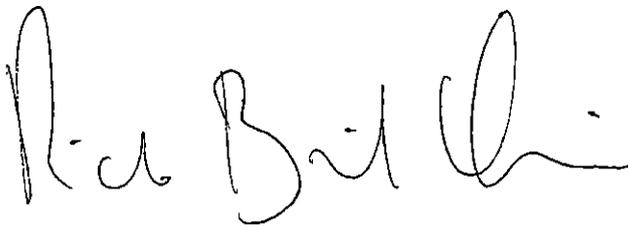


Ricardo Brasil Choueri
Analista Ambiental
COHID/CGENE/DILIC/BAMA
Mat. 1455549

Com respeito a este último item, deve-se destacar que o PBA não incorporou o continuamento e o aprofundamento das análises prognósticas, nem propôs ações para a limpeza seletiva da bacia de acumulação. O continuamento das ações devem principalmente informar sobre os possíveis efeitos na qualidade da água em decorrência de modificação do layout do projeto, e o aprofundamento deve contemplar o prognóstico vertical da qualidade da água em regiões críticas, informações essas que devem subsidiar o Programa Hidrobiogeoquímico.

Sobre o documento elaborado pela COBRAPE, este visou analisar criticamente de modo a amparar o Ministério Público na caracterização e avaliação dos impactos ambientais, das medidas e ações mitigadoras, compensatórias e de potencialização previstas com a construção do empreendimento. Este documento realizou uma abordagem integrada das diversas temáticas envolvidas na análise dos empreendimentos nas dimensões regional e local, reunindo uma equipe de especialistas de reconhecido conhecimento técnico e experiência nacional e internacional para a tarefa. Particularmente para o componente de limnologia e qualidade da água, os consultores que elaboraram os pareceres foram José Galízia Tundizi e Takako Matsumura-Tundisi. As recomendações para o componente de limnologia estão acima detalhadas, e considera-se pertinentes para a atual etapa do projeto.

É a informação.



Ricardo Brasil Choueri
Analista Ambiental
COHID/CGENE/DILIC/IBAMA
Mat. 1455549

Módulo 5

Ata de Reunião, de 04/12/2008 - Protocolo MESA Nº 000190



Rua Real Grandeza, 219
Telegrama RIOFURNAS Telex (0XX21)/212 -1166
22283-900 Rio de Janeiro RJ
CGC 23.274.194

Rio de Janeiro, 05 de dezembro de 2008

N.Ref. DEA.E.E.246.2008

S.Ref.

Senhor
Carlos Hugo Annes de Araújo
MESA - Madeira Energia S.A.
Av. Jucelino Kubitschek, 1400 - 2º andar/Conj.22
Vila Nova Conceição
São Paulo - SP

Assunto AHE Santo Antônio - Envio de Ata
de Reunião

Prezado Senhor,

1. Estamos encaminhando, anexa, para conhecimento e providências cabíveis, original da Ata de Reunião realizada no Edifício Sede do IBAMA/DF, na Diretoria de Licenciamento (DLIC), em 04/12/2008, tendo como objeto as propostas de revisão dos Programas de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio.
2. Ressaltamos que ficou decidido nesta reunião que a MESA deve encaminhar, ao IBAMA, correspondência formalizando a solicitação de que sejam estabelecidas as alterações nos Programas citados, conforme apontadas na Ata em questão.
3. Por oportuno, enfatizamos também que o IBAMA recomendou a realização de uma reunião específica com a MESA sobre o Sistema de Gestão Ambiental, conforme relatado no item 6 dessa Ata.
4. Sendo o que se apresenta para o momento, colocamo-nos à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários.

Atenciosamente,

Vera da Silva Vieira Paiva
Departamento de Engenharia Ambiental

Anexo

11/DEZ/2008 11:24 000190

Objetivos da reunião

Apresentação e discussão e posterior possível revisão dos Programas de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no rio Madeira

Local da Reunião

IBAMA/DF, Diretoria de Licenciamento (DILIC) – Edifício Sede, Bloco C, 3º Andar, Sala de Reunião 02

PARTICIPANTES

NOME	EMPRESA	VISTO	NOME	EMPRESA	VISTO
Ricardo Choueri	IBAMA		Gina Luísa Boemer	ECOLOGY	
Rodrigo Heyles	IBAMA				
Adriano Queiroz	IBAMA				
André C. P. Cimblaris	MESA/FURNAS				
Paulo Roberto Brum	FURNAS				
Ivan S. Telles	ECOLOGY				

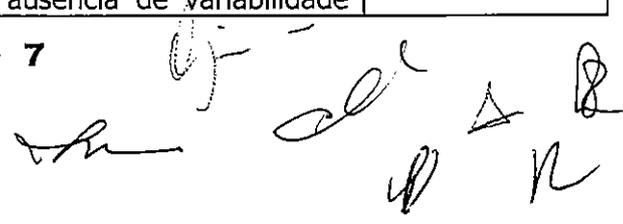
Distribuição

ASSUNTOS TRATADOS

RESPONSÁVEL PELA AÇÃO

1. A MESA/FURNAS e ECOLOGY Brasil esclareceram o motivo da reunião: apresentar e discutir aspectos relacionados aos Programas de Limnologia e Qualidade de Água e de Macrófitas Aquáticas buscando a otimização dos mesmos. Considerando que a alteração de alguns aspectos possa requerer uma análise mais detalhada para a sua aprovação, o IBAMA solicitou que uma proposta também seja encaminhada posteriormente, o que será feito por meio de correspondência. Foram tratados os seguintes pontos:

- 1.1 Amostragem nas margens** – O PBA propõe a amostragem de algumas variáveis em 3 posições (calha central, margem esquerda, margem direita). A experiência adquirida na elaboração do EIA-RIMA atesta que não há variação significativa entre as amostragens de calha e de margens, no rio Madeira, devido à sua grande turbulência. De acordo com Tomo B, Volume 6/8, pg. IV-921: "A análise dos perfis verticais de temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH realizados na calha central e margens esquerda e direita do rio Madeira evidenciaram a ausência de variabilidade

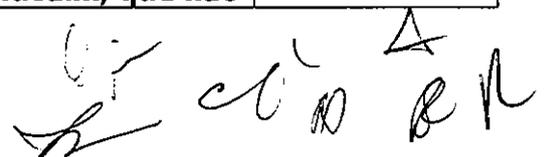


espacial bem definida, indicando uma homogeneidade na massa de água presente no rio ao longo das diferentes fases do ciclo hidrológico. Ou seja, os perfis verticais não indicaram a presença de ambientes quimicamente diferenciados nas margens do rio devido à influência dos afluentes nas condições hídricas do Madeira." Assim sendo, o ambiente é considerado homogêneo, sem a observação de gradientes transversais. Por esta razão, sugere-se a redução da quantidade de amostragens, realizando-se apenas uma amostragem por ponto de coleta, na calha central do rio Madeira, sendo representativos do eixo transversal como um todo.

Resposta do IBAMA: A requisição de coletas nas margens do rio Madeira consta do PBA, e não foi exigência da Licença de Instalação. O IBAMA concorda com a retirada das coletas das margens nos pontos do leito do rio Madeira.

1.2 Pontos adicionais no rio Jaciparanã e nos igarapés Mucuí e Jatuarana – O PBA sugere a inclusão de mais do que dois pontos no rio Jaciparanã e de mais do que um ponto nos igarapés, desde a fase rio do monitoramento. Estes corpos d'água manterão suas características naturais nas condições lóxicas, observadas antes do enchimento do AHE Santo Antônio, tornando assim excessiva a designação de mais de um ponto de amostragem durante este período. Sugere-se a amostragem em apenas dois pontos no rio Jaciparanã e um ponto nos igarapés Mucuí e Jatuarana antes do enchimento; os pontos adicionais serão incluídos após o início do enchimento. Considerando que não haverá alteração das variáveis limnológicas destes tributários decorrentes das obras, duas estações no rio Jaciparana e uma estação em cada igarapé (Mucuí e Jatuarana) são suficientes para atender os objetivos de monitoramento da fase de implantação do empreendimento.

Resposta do IBAMA: O IBAMA esclareceu que o acréscimo no N amostral pedido no item c da condicionante 2.11 se refere ao gradiente vertical. Devem ser acrescentados 3 pontos, configurando um perfil de 5 pontos ao invés de 2, em cada estação amostral. Não é necessário acrescentar novas estações amostrais no rio Jaciparanã e no igarapé Jatuarana; a única estação que deve ser acrescentada é a do igarapé Mucuí, que não



era contemplado no Projeto Básico Ambiental.

2) Frequência Amostral

2.1 **Sazonalidade** - As amostragens deverão ser realizadas nos meses de março, junho, setembro e dezembro, caracterizando cheia, vazante, seca e enchente, respectivamente.

Resposta do IBAMA: o IBAMA concorda com a sugestão da MESA.

2.2 **Tributários, canais e lagos de jusante** - O objetivo do monitoramento destes ambientes consiste em caracterizar a condição anterior ao enchimento, de forma a estabelecer um ponto de comparação com eventuais alterações decorrentes do enchimento do reservatório. Considerando que os tributários, canais e lagos de jusante não serão afetados pelo início das obras, julga-se pela não necessidade de monitoramento contínuo ao longo do período de obras. Um ano de monitoramento (cobrindo um ciclo hidrológico completo) é suficiente para a caracterização destes ambientes. Assim sendo, sugere-se que o monitoramento destes ambientes comece apenas um ano antes do enchimento do reservatório.

Resposta do IBAMA: O IBAMA pretende reavaliar este item e responder oportunamente à solicitação da MESA.

2.3 **Biocidas** - A amostragem de biocidas deve se concentrar no período e compartimento de máxima probabilidade de detecção destas substâncias, ou seja, durante a enchente (amostragem de dezembro), no sedimento. Não sendo identificada a sua presença em dezembro, no sedimento, considerada situação mais crítica, a amostragem desta variável em outros períodos e compartimentos se faz desnecessária. Caso a análise indique a presença de biocidas, serão executadas amostragens nos demais períodos e compartimentos, conforme descrito no PBA.

Resposta do IBAMA: O IBAMA sugeriu a consulta a uma Lei do Estado de Rondônia que enumera os biocidas proibidos naquele Estado. Os biocidas mais comuns (levantados por pesquisa junto ao comércio e aos agricultores da região) serão o principal foco da amostragem. Os pontos de coleta devem ser determinados com base em informações levantadas pelos Programas de Monitoramento Hidrossedimentológico e Hidrobiogeoquímico. Mais detalhes sobre a amostragem de biocidas serão discutidos conjuntamente com o Plano de Trabalho que será encaminhado pela MESA ao IBAMA para discussão.

2.4 **Estudo nictemeral** – O estudo do ciclo nictemeral, proposto pelo “Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jiarau, no rio Madeira, Estado de Rondônia”, incorporado pelo item **h** da condicionante 2.11 da LI no. 540/2008, tem como objetivo monitorar as alterações da qualidade da água em curtos período de tempo. Este tipo de estudo é adequado para corpos d’água com tempo de residência superior a pelo menos 1 dia, pois destina-se a aferir as variações limnológicas na coluna d’água ao longo de 24h. No rio Madeira e demais ambientes encontrados no AHE Santo Antônio, o tempo de residência é muito curto (ambientes lóticos), e a coluna d’água é totalmente renovada antes do término da amostragem nictemeral. Assim sendo, sugere-se a inclusão deste estudo somente após a conclusão do enchimento do reservatório.

Resposta do IBAMA: o IBAMA julga que a proposta de monitoramento em tempo real com a sonda multiparâmetros no leito do rio Madeira atende ao solicitado pela condicionante 2.11. No caso dos lagos de jusante, o estudo do ciclo nictemeral deve ser contemplado para a caracterização destes ambientes, sendo realizados dois estudos (seca e cheia). O IBAMA aguarda a proposta da MESA para avaliação.

3) Variáveis

3.1 **Metais** – Há uma superposição entre os Programas de Monitoramento

Hidrobiogeoquímico e Limnológico, pois ambos prevêem a análise de metais na água e nos sedimentos. Sugere-se a definição de um destes dois Programas (preferencialmente, o de Monitoramento Hidrobiogeoquímico) como o responsável por estas análises.

Resposta do IBAMA: o IBAMA, a princípio, não vê impedimento na otimização dos dois programas, e aguarda uma definição formal da malha amostral final e da metodologia de coleta em documento a ser apresentado pela MESA. O Programa de Monitoramento Limnológico deve discutir os dados de metais pesados gerados pelo Monitoramento Hidrobiogeoquímico em seus relatórios; deve haver uma interface entre os dois programas.

3.2 **Isótopos** – O fracionamento isotópico de ^{13}C e ^{15}N é uma análise de caráter científico, indo além das necessidades de um monitoramento estabelecido para avaliação de impactos decorrentes da implantação de um empreendimento hidrelétrico. Sugere-se a redução do número de análises, de modo a restringi-las às seis estações localizadas próximas à foz dos tributários, onde serão realizadas as análises da comunidade bentônica, ou a exclusão destas análises do Programa de Monitoramento Limnológico.

Resposta do IBAMA: o IBAMA concorda com a limitação das análises isotópicas aos pontos de coleta da comunidade bentônica, onde as respostas deste tipo de análises devem ser mais representativas.

3.3 **Bentos e sedimentos** – Estas variáveis deverão ser analisadas em 7 estações de coleta: no igarapés Caripunas (CAR), Jaciparanã (JAC), Caracol (CRC), Mucuim (MUC), Jatuarana (JAT) e rio Madeira (JUS1 e JUS2). O mais indicado para coleta da macrofauna bentônica é na foz dos igarapés, local favorável a maior densidade e diversidade destes organismos. Adverte-se que a coleta de bentos em leito rochoso é inviável. No rio Madeira as coletas deverão ser restritas as margens, em trecho viável, mais próximo à estação de coleta.

Resposta do IBAMA: o IBAMA solicita a inclusão de pontos nas margens do rio Madeira, a montante, configurando assim 9 estações de coleta de bentos e sedimentos. Neste 9 pontos serão realizadas também as análises isotópicas.

3.4 Imagens de satélite dos estandes de macrófitas – A observação de estandes de macrófitas aquáticas flutuantes em um ambiente turbulento, como o do rio Madeira, é um evento raro. Sugere-se que o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas realize um levantamento preliminar em campo (por meio das campanhas trimestrais), e que as imagens de satélites, a serem adquiridas pelo empreendedor, se atenham apenas aos locais nos quais foram observadas proliferações destes organismos, durante as coletas do monitoramento. Assim sendo, no primeiro ano de estudo seriam identificadas as áreas e os meses mais favoráveis a ocorrência de bancos de macrófitas flutuantes. No segundo ano, seriam adquiridas imagens das áreas, nos meses correspondentes, onde foi diagnosticada presença de banco de macrófitas flutuantes superiores a 100m². Adverte-se que, imagens de satélite de boa qualidade só podem ser adquiridas durante os meses com baixa nebulosidade, que se estende de maio a outubro.

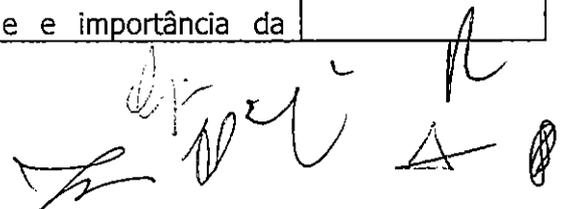
Resposta do IBAMA: o IBAMA concorda com a argumentação apresentada e aguarda o encaminhamento da proposta.

3.5 Monitoramento em tempo real – Sugere-se adaptação de uma balsa de garimpo para montagem de uma base móvel de apoio as campanhas de campo e implantação dos equipamentos do sistema de monitoramento em tempo real. A balsa poderá contar com um sistema de segurança com câmaras de vídeo com transmissão 24h.

Resposta do IBAMA: o IBAMA não tem nada a opor.

4) Atividades adicionais

4.1 Balsa escola – Juntamente com a estrutura montada para implantação dos equipamentos de monitoramento em tempo real e laboratório móvel, poderá ser estabelecido sistema de visitas educativas. As visitas guiadas seriam desenvolvidas em parceria com os Programas de Educação Ambiental e Comunicação Social, com objetivo de informar a população local sobre as variáveis da qualidade da água e suas alterações decorrentes da sazonalidade e implantação de empreendimento, medidas de controle e importância da



manutenção do equilíbrio ecológico dos ecossistemas aquáticos. A balsa escola atenderia prioritariamente o público em idade escolar e demais interessados da comunidade local.

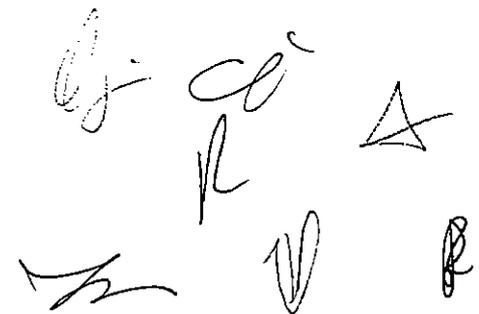
Resposta do IBAMA: o IBAMA não tem nada a opor.

4. **Validação dos resultados** – Propõe-se a contratação de pesquisador, com reconhecimento nacional e internacional na área de atuação, para acompanhar a execução dos trabalhos e subsidiar a adoção das medidas mitigadoras propostas para gestão da qualidade da água, como manejo da vazão do reservatório, em consonância com os resultados obtidos por meio da modelagem matemática.

Resposta do IBAMA: o IBAMA não tem nada a opor.

5. Foram tratados ainda pontos relativos ao Programa de Monitoramento do Lençol Freático. Sobre a questão da desinfecção de fossas, pocilgas, lixões e demais agentes poluidores na área do futuro reservatório, (citados no item 2.8 da Licença de Instalação), a MESA solicitou que esta questão não seja tratada dentro do Programa de Monitoramento do Lençol Freático. Além disso, a MESA solicitou a retirada da exigência da instalação dos medidores de nível do Monitoramento da Flora. O IBAMA ficou de avaliar a questão com os técnicos responsáveis pelos programas.

6. O IBAMA aproveitou a ocasião para solicitar à MESA que o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) receba uma atenção especial no que se refere a sua concepção e implementação, notadamente no que concerne a integração dos programas ambientais em andamento, recomendando a realização de uma reunião específica para a discussão deste SGA.



MADEIRA ENERGIA S.A - MESA

**PBA CONSOLIDADO
AHE – SANTO ANTÔNIO – RIO MADEIRA**

**SEÇÃO 11
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS
AQUÁTICAS
15 DE JANEIRO DE 2009**

ÍNDICE

INTRODUÇÃO

MÓDULOS

Módulo 1 - Programa Versão Original, de 13/02/2008

**Módulo 2 - Ata de Reunião – Protocolo MESA 000190, de
04/12/2008**

INTRODUÇÃO

Em cumprimento ao Ofício 781/2008 deste Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, de 30 de Setembro de 2008, solicitante da Versão Consolidada do Projeto Básico Ambiental – PBA, do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, faz-se necessária nova apresentação Programa de Macrófitas Aquáticas.

A Licença de Instalação Retificada Nº 540/2008, IBAMA, de 18/08/2008, estabelece a condicionante 2.11, conforme a seguinte transcrição determina:

“2.11 (I) *Seguir as seguintes orientações sobre o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas:*

- *Incluir uma estação de coleta no Igarapé Mucuim, alvo do Modelo Prognóstico da Qualidade da Água. Além disso, incluir pelo menos dois outros lagos jusante do empreendimento para monitoramento. Deve-se ressaltar que as adequações propostas são pertinentes para atual etapa de licenciamento do projeto, e que um novo delineamento amostral deverá ser proposto em decorrência dos resultados do monitoramento, uso e ocupação da área, entre outros fatores.*
- *Incluir as sugestões advindas do documento “Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, Estado de Rondônia, especialmente no que se refere ao mapeamento dos hotspots para o desenvolvimento de macrófitas.*
- *Propor medidas de controle caso seja detectado ocorrência de proliferação das mesmas.*
- *Melhorar o detalhamento do Protocolo de Amostragem e Material e Métodos. Monitorar estandes (bancos) de macrófitas. Incluir os atributos de riqueza, diversidade beta (espacial e sazonal e inter-anual) e similaridade. Prever tratamento estatístico com análises univariadas e multivariadas. ”*

Referente a esta Condicionante, foi acordado em reunião técnica realizada com este IBAMA, em 04/12/2008, que as alterações estabelecidas para este Programa, serão encaminhadas ao IBAMA como Proposta, em conjunto com a do Programa de Monitoramento Limnológico.

MADEIRA ENERGIA S.A - MESA

Constam deste documento, portanto, os seguintes Módulos, a saber:

Módulo 1- Programa Versão Original, de 13/02/2008;

Módulo 2 - Ata de Reunião – Protocolo MESA 000190, de 04/12/2008

Módulo 1

Programa Versão Original, de 13/02/2008

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: 1^a) **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), 2^a) **acompanhamento das modificações** (meses 34 ao 40, mês em que será iniciada a formação do reservatório), 3^a) **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 Macrófítica 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

Módulo 2

Ata de Reunião Protocolo MESA 000190, de 11/12/2008



Rua Real Grandeza, 219
Telegrama RIOFURNAS Telex (0XX21)/212 -1166
22283-900 Rio de Janeiro RJ
CGC 23.274.194

Rio de Janeiro, 05 de dezembro de 2008

N.Ref. DEA.E.E.246.2008

S.Ref.

Senhor
Carlos Hugo Annes de Araújo
MESA - Madeira Energia S.A.
Av. Jucelino Kubitschek, 1400 - 2º andar/Conj.22
Vila Nova Conceição
São Paulo - SP

Assunto AHE Santo Antônio - Envio de Ata
de Reunião

Prezado Senhor,

1. Estamos encaminhando, anexa, para conhecimento e providências cabíveis, original da Ata de Reunião realizada no Edifício Sede do IBAMA/DF, na Diretoria de Licenciamento (DLIC), em 04/12/2008, tendo como objeto as propostas de revisão dos Programas de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio.
2. Ressaltamos que ficou decidido nesta reunião que a MESA deve encaminhar, ao IBAMA, correspondência formalizando a solicitação de que sejam estabelecidas as alterações nos Programas citados, conforme apontadas na Ata em questão.
3. Por oportuno, enfatizamos também que o IBAMA recomendou a realização de uma reunião específica com a MESA sobre o Sistema de Gestão Ambiental, conforme relatado no item 6 dessa Ata.
4. Sendo o que se apresenta para o momento, colocamo-nos à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários.

Atenciosamente,

Vera da Silva Vieira Paiva
Departamento de Engenharia Ambiental

Anexo

11/DEZ/2008 11:24 000190

Objetivos da reunião

Apresentação e discussão e posterior possível revisão dos Programas de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas da UHE Santo Antônio no rio Madeira

Local da Reunião

IBAMA/DF, Diretoria de Licenciamento (DILIC) – Edifício Sede, Bloco C, 3º Andar, Sala de Reunião 02

PARTICIPANTES

NOME	EMPRESA	VISTO	NOME	EMPRESA	VISTO
Ricardo Choueri	IBAMA		Gina Luísa Boemer	ECOLOGY	
Rodrigo Heyles	IBAMA				
Adriano Queiroz	IBAMA				
André C. P. Cimblaris	MESA/FURNAS				
Paulo Roberto Brum	FURNAS				
Ivan S. Telles	ECOLOGY				

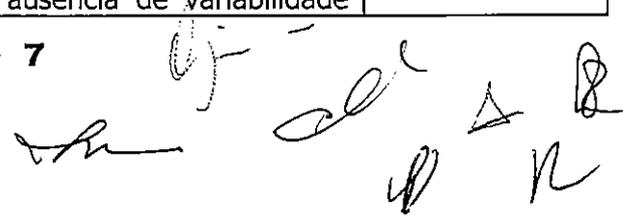
Distribuição

ASSUNTOS TRATADOS

RESPONSÁVEL PELA AÇÃO

1. A MESA/FURNAS e ECOLOGY Brasil esclareceram o motivo da reunião: apresentar e discutir aspectos relacionados aos Programas de Limnologia e Qualidade de Água e de Macrófitas Aquáticas buscando a otimização dos mesmos. Considerando que a alteração de alguns aspectos possa requerer uma análise mais detalhada para a sua aprovação, o IBAMA solicitou que uma proposta também seja encaminhada posteriormente, o que será feito por meio de correspondência. Foram tratados os seguintes pontos:

1.1 Amostragem nas margens – O PBA propõe a amostragem de algumas variáveis em 3 posições (calha central, margem esquerda, margem direita). A experiência adquirida na elaboração do EIA-RIMA atesta que não há variação significativa entre as amostragens de calha e de margens, no rio Madeira, devido à sua grande turbulência. De acordo com Tomo B, Volume 6/8, pg. IV-921: "A análise dos perfis verticais de temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH realizados na calha central e margens esquerda e direita do rio Madeira evidenciaram a ausência de variabilidade

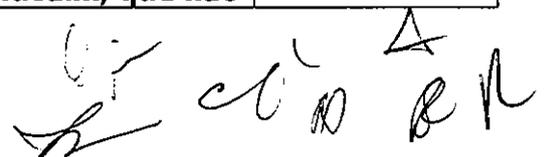


espacial bem definida, indicando uma homogeneidade na massa de água presente no rio ao longo das diferentes fases do ciclo hidrológico. Ou seja, os perfis verticais não indicaram a presença de ambientes quimicamente diferenciados nas margens do rio devido à influência dos afluentes nas condições hídricas do Madeira." Assim sendo, o ambiente é considerado homogêneo, sem a observação de gradientes transversais. Por esta razão, sugere-se a redução da quantidade de amostragens, realizando-se apenas uma amostragem por ponto de coleta, na calha central do rio Madeira, sendo representativos do eixo transversal como um todo.

Resposta do IBAMA: A requisição de coletas nas margens do rio Madeira consta do PBA, e não foi exigência da Licença de Instalação. O IBAMA concorda com a retirada das coletas das margens nos pontos do leito do rio Madeira.

1.2 Pontos adicionais no rio Jaciparanã e nos igarapés Mucuí e Jatuarana – O PBA sugere a inclusão de mais do que dois pontos no rio Jaciparanã e de mais do que um ponto nos igarapés, desde a fase rio do monitoramento. Estes corpos d'água manterão suas características naturais nas condições lóxicas, observadas antes do enchimento do AHE Santo Antônio, tornando assim excessiva a designação de mais de um ponto de amostragem durante este período. Sugere-se a amostragem em apenas dois pontos no rio Jaciparanã e um ponto nos igarapés Mucuí e Jatuarana antes do enchimento; os pontos adicionais serão incluídos após o início do enchimento. Considerando que não haverá alteração das variáveis limnológicas destes tributários decorrentes das obras, duas estações no rio Jaciparana e uma estação em cada igarapé (Mucuí e Jatuarana) são suficientes para atender os objetivos de monitoramento da fase de implantação do empreendimento.

Resposta do IBAMA: O IBAMA esclareceu que o acréscimo no N amostral pedido no item c da condicionante 2.11 se refere ao gradiente vertical. Devem ser acrescentados 3 pontos, configurando um perfil de 5 pontos ao invés de 2, em cada estação amostral. Não é necessário acrescentar novas estações amostrais no rio Jaciparanã e no igarapé Jatuarana; a única estação que deve ser acrescentada é a do igarapé Mucuí, que não



era contemplado no Projeto Básico Ambiental.

2) Frequência Amostral

2.1 **Sazonalidade** - As amostragens deverão ser realizadas nos meses de março, junho, setembro e dezembro, caracterizando cheia, vazante, seca e enchente, respectivamente.

Resposta do IBAMA: o IBAMA concorda com a sugestão da MESA.

2.2 **Tributários, canais e lagos de jusante** - O objetivo do monitoramento destes ambientes consiste em caracterizar a condição anterior ao enchimento, de forma a estabelecer um ponto de comparação com eventuais alterações decorrentes do enchimento do reservatório. Considerando que os tributários, canais e lagos de jusante não serão afetados pelo início das obras, julga-se pela não necessidade de monitoramento contínuo ao longo do período de obras. Um ano de monitoramento (cobrindo um ciclo hidrológico completo) é suficiente para a caracterização destes ambientes. Assim sendo, sugere-se que o monitoramento destes ambientes comece apenas um ano antes do enchimento do reservatório.

Resposta do IBAMA: O IBAMA pretende reavaliar este item e responder oportunamente à solicitação da MESA.

2.3 **Biocidas** - A amostragem de biocidas deve se concentrar no período e compartimento de máxima probabilidade de detecção destas substâncias, ou seja, durante a enchente (amostragem de dezembro), no sedimento. Não sendo identificada a sua presença em dezembro, no sedimento, considerada situação mais crítica, a amostragem desta variável em outros períodos e compartimentos se faz desnecessária. Caso a análise indique a presença de biocidas, serão executadas amostragens nos demais períodos e compartimentos, conforme descrito no PBA.

Resposta do IBAMA: O IBAMA sugeriu a consulta a uma Lei do Estado de Rondônia que enumera os biocidas proibidos naquele Estado. Os biocidas mais comuns (levantados por pesquisa junto ao comércio e aos agricultores da região) serão o principal foco da amostragem. Os pontos de coleta devem ser determinados com base em informações levantadas pelos Programas de Monitoramento Hidrossedimentológico e Hidrobiogeoquímico. Mais detalhes sobre a amostragem de biocidas serão discutidos conjuntamente com o Plano de Trabalho que será encaminhado pela MESA ao IBAMA para discussão.

2.4 **Estudo nictemeral** – O estudo do ciclo nictemeral, proposto pelo “Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antônio e Jiarau, no rio Madeira, Estado de Rondônia”, incorporado pelo item **h** da condicionante 2.11 da LI no. 540/2008, tem como objetivo monitorar as alterações da qualidade da água em curtos período de tempo. Este tipo de estudo é adequado para corpos d’água com tempo de residência superior a pelo menos 1 dia, pois destina-se a aferir as variações limnológicas na coluna d’água ao longo de 24h. No rio Madeira e demais ambientes encontrados no AHE Santo Antônio, o tempo de residência é muito curto (ambientes lóticos), e a coluna d’água é totalmente renovada antes do término da amostragem nictemeral. Assim sendo, sugere-se a inclusão deste estudo somente após a conclusão do enchimento do reservatório.

Resposta do IBAMA: o IBAMA julga que a proposta de monitoramento em tempo real com a sonda multiparâmetros no leito do rio Madeira atende ao solicitado pela condicionante 2.11. No caso dos lagos de jusante, o estudo do ciclo nictemeral deve ser contemplado para a caracterização destes ambientes, sendo realizados dois estudos (seca e cheia). O IBAMA aguarda a proposta da MESA para avaliação.

3) Variáveis

3.1 **Metais** – Há uma superposição entre os Programas de Monitoramento

Hidrobiogeoquímico e Limnológico, pois ambos prevêem a análise de metais na água e nos sedimentos. Sugere-se a definição de um destes dois Programas (preferencialmente, o de Monitoramento Hidrobiogeoquímico) como o responsável por estas análises.

Resposta do IBAMA: o IBAMA, a princípio, não vê impedimento na otimização dos dois programas, e aguarda uma definição formal da malha amostral final e da metodologia de coleta em documento a ser apresentado pela MESA. O Programa de Monitoramento Limnológico deve discutir os dados de metais pesados gerados pelo Monitoramento Hidrobiogeoquímico em seus relatórios; deve haver uma interface entre os dois programas.

3.2 **Isótopos** – O fracionamento isotópico de ^{13}C e ^{15}N é uma análise de caráter científico, indo além das necessidades de um monitoramento estabelecido para avaliação de impactos decorrentes da implantação de um empreendimento hidrelétrico. Sugere-se a redução do número de análises, de modo a restringi-las às seis estações localizadas próximas à foz dos tributários, onde serão realizadas as análises da comunidade bentônica, ou a exclusão destas análises do Programa de Monitoramento Limnológico.

Resposta do IBAMA: o IBAMA concorda com a limitação das análises isotópicas aos pontos de coleta da comunidade bentônica, onde as respostas deste tipo de análises devem ser mais representativas.

3.3 **Bentos e sedimentos** – Estas variáveis deverão ser analisadas em 7 estações de coleta: no igarapés Caripunas (CAR), Jaciparanã (JAC), Caracol (CRC), Mucuim (MUC), Jatuarana (JAT) e rio Madeira (JUS1 e JUS2). O mais indicado para coleta da macrofauna bentônica é na foz dos igarapés, local favorável a maior densidade e diversidade destes organismos. Adverte-se que a coleta de bentos em leito rochoso é inviável. No rio Madeira as coletas deverão ser restritas as margens, em trecho viável, mais próximo à estação de coleta.

Resposta do IBAMA: o IBAMA solicita a inclusão de pontos nas margens do rio Madeira, a montante, configurando assim 9 estações de coleta de bentos e sedimentos. Neste 9 pontos serão realizadas também as análises isotópicas.

3.4 Imagens de satélite dos estandes de macrófitas – A observação de estandes de macrófitas aquáticas flutuantes em um ambiente turbulento, como o do rio Madeira, é um evento raro. Sugere-se que o Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas realize um levantamento preliminar em campo (por meio das campanhas trimestrais), e que as imagens de satélites, a serem adquiridas pelo empreendedor, se atenham apenas aos locais nos quais foram observadas proliferações destes organismos, durante as coletas do monitoramento. Assim sendo, no primeiro ano de estudo seriam identificadas as áreas e os meses mais favoráveis a ocorrência de bancos de macrófitas flutuantes. No segundo ano, seriam adquiridas imagens das áreas, nos meses correspondentes, onde foi diagnosticada presença de banco de macrófitas flutuantes superiores a 100m². Adverte-se que, imagens de satélite de boa qualidade só podem ser adquiridas durante os meses com baixa nebulosidade, que se estende de maio a outubro.

Resposta do IBAMA: o IBAMA concorda com a argumentação apresentada e aguarda o encaminhamento da proposta.

3.5 Monitoramento em tempo real – Sugere-se adaptação de uma balsa de garimpo para montagem de uma base móvel de apoio as campanhas de campo e implantação dos equipamentos do sistema de monitoramento em tempo real. A balsa poderá contar com um sistema de segurança com câmaras de vídeo com transmissão 24h.

Resposta do IBAMA: o IBAMA não tem nada a opor.

4) Atividades adicionais

4.1 Balsa escola – Juntamente com a estrutura montada para implantação dos equipamentos de monitoramento em tempo real e laboratório móvel, poderá ser estabelecido sistema de visitas educativas. As visitas guiadas seriam desenvolvidas em parceria com os Programas de Educação Ambiental e Comunicação Social, com objetivo de informar a população local sobre as variáveis da qualidade da água e suas alterações decorrentes da sazonalidade e implantação de empreendimento, medidas de controle e importância da

manutenção do equilíbrio ecológico dos ecossistemas aquáticos. A balsa escola atenderia prioritariamente o público em idade escolar e demais interessados da comunidade local.

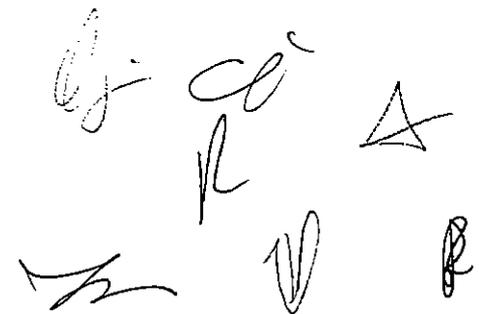
Resposta do IBAMA: o IBAMA não tem nada a opor.

4. **Validação dos resultados** – Propõe-se a contratação de pesquisador, com reconhecimento nacional e internacional na área de atuação, para acompanhar a execução dos trabalhos e subsidiar a adoção das medidas mitigadoras propostas para gestão da qualidade da água, como manejo da vazão do reservatório, em consonância com os resultados obtidos por meio da modelagem matemática.

Resposta do IBAMA: o IBAMA não tem nada a opor.

5. Foram tratados ainda pontos relativos ao Programa de Monitoramento do Lençol Freático. Sobre a questão da desinfecção de fossas, pocilgas, lixões e demais agentes poluidores na área do futuro reservatório, (citados no item 2.8 da Licença de Instalação), a MESA solicitou que esta questão não seja tratada dentro do Programa de Monitoramento do Lençol Freático. Além disso, a MESA solicitou a retirada da exigência da instalação dos medidores de nível do Monitoramento da Flora. O IBAMA ficou de avaliar a questão com os técnicos responsáveis pelos programas.

6. O IBAMA aproveitou a ocasião para solicitar à MESA que o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) receba uma atenção especial no que se refere a sua concepção e implementação, notadamente no que concerne a integração dos programas ambientais em andamento, recomendando a realização de uma reunião específica para a discussão deste SGA.



**PBA CONSOLIDADO
AHE – SANTO ANTÔNIO – RIO MADEIRA**

**SEÇÃO 12
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FLORA
15 DE JANEIRO DE 2009**

ÍNDICE

INTRODUÇÃO

MÓDULOS

- Módulo 1 - Programa Versão Original, de 13/02/2008**
- Módulo 2 - Programa Revisado, de 21/07/2008**
- Módulo 3 - Ofício 392/2008 DILIC/IBAMA, de 05/06/2008**
- Módulo 4 - Carta MESA: 110/2008, de 21/07/2008**
- Módulo 5 - Relatório de Acompanhamento de Resgate de Flora na área do canteiro**

INTRODUÇÃO

Em cumprimento ao Ofício 781/2008 deste Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, de 30 de Setembro de 2008, solicitante da Versão Consolidada do Projeto Básico Ambiental - PBA, do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio, faz-se necessária nova apresentação do Programa de Conservação da Flora.

Para este Programa foi elaborada uma revisão, com base no Ofício 392/2008 DILIC/IBAMA, de 05/06/2008.

O Programa Revisado, constante do Modulo 2 deste documento, foi protocolado junto a este IBAMA, em 22/07/2008.

A Licença de Instalação Retificada Nº 540/2008, IBAMA, de 18/08/2008, estabelece as respectivas Condicionantes: 2.12 e 2.14, conforme a seguinte transcrição determina:

2.12 No âmbito do subprograma de resgate de flora, a coleta de germoplasma deverá ser realizada seguindo os critérios abaixo:

- (a) *Contemplar obrigatoriamente as poligonais a serem suprimidas e ser realizada também em áreas das AID e All, em todas as formações vegetais, inclusive nas formações pioneiras de várzea e na vegetação dos pedrais do rio Madeira, com a inclusão de espécies arbóreas, arbustivas, subarbustivas, herbáceas, epífitas e/ou lianas em fase florífera e/ou frutífera ou de formação de esporos.*
- (b) *Englobar a coleta de exsicatas, sementes, mudas, bulbos, raízes, tubérculos e estacas.*
- (c) *Ter os acessos de germoplasma, georreferenciados e cadastrados em mapas do Mapeamento Sistemático Brasileiro em escala disponível para a Região.*
- (d) *Ser subsidiada por levantamentos florístico, que deverá ter periodicidade mensal ao longo de pelo menos um ano para a área do reservatório e fitossociológico.*
- (e) *Ser realizado na fase inicial de construção, durante o desmatamento e enchimento do reservatório. O período de coleta deverá ser mensal por no mínimo um ano.*
- (f) *Deverá abranger as diferentes épocas de floração e frutificação das espécies, e priorizar o resgate de germoplasma de espécies consideradas raras, endêmicas, ameaçadas de extinção e/ou legalmente no inventário florestal.*
- (g) *Ter as plantas identificadas com base na coleta de material botânico fértil, que deverá ser depositado em herbário, com o relativo número de tombamento e confirmação por especialistas.*
- (h) *Retirar sementes de no mínimo cinco populações por espécie. As sementes devem ser retiradas em número de 10 a 50 indivíduos pro população. As*

sementes das espécies resgatadas que apresentarem baixa durabilidade de germinação deverão ser encaminhadas diretamente aos viveiros florestais do empreendimento.

- (i) *Destinar o material, que não for utilizado nas atividades de recuperação e recomposição da APP, prioritariamente a instituições locais que possuam estrutura adequada para o recebimento e acondicionamento do material.”; e*

“2.14 No âmbito do Subprograma de Revegetação das Áreas de Preservação Permanente do Reservatório, o empreendedor deverá:

- (a) *Desvincular o início da recuperação da APP do reservatório, do início da implementação do PACUERA, visto que a aprovação/execução deste, depende também de outras instituições e deverá ser precedida da realização de consulta pública.*
- (b) *Implantar parcelas para acompanhar o estabelecimento das mudas plantadas nas áreas revegetadas.*
- (c) *Apresentar, antes do início da implantação desse subprograma, o mapeamento e a descrição das áreas que necessitam ser revegetadas e/ou recuperadas e o tipo de intervenção adotada para cada área, com embasamento técnico. As espécies utilizadas para recomposição da APP e recuperação de áreas degradadas deverão ser, preferencialmente, nativas provenientes do resgate de germoplasma.*
- (d) *A duração desse subprograma deverá levar em consideração a necessidade de plantio de mudas mais adaptadas às condições impostas pela elevação do lençol freático, com base nos dados do monitoramento da sucessão vegetal nas margens do reservatório.”*

As atividades relacionadas ao Subprograma de Resgate de Flora foram iniciadas em 01 de Setembro/2008, em conjunto com as do Subprograma de Revegetação das APPs do Reservatório, com o reconhecimento da área, realizado pela equipe de Professores e alunos da UNIR, responsáveis pelas ações de campo e laboratório. O acompanhamento dessas atividades é apresentado em relatório anexo a este documento.

Constam deste documento, portanto, os seguintes itens, a saber:

Módulo 1 - Programa Versão Original, de 13/02/2008;

Módulo 2 - Programa Revisado, de 21/07/2008;

Módulo 3 - Ofício 392/2008 DILIC/IBAMA, de 05/06/2008, de 21/07/2008;

Módulo 4 - Carta MESA 110/2008, de 21/07/2008;

Módulo 5 - Relatório de Acompanhamento de Resgate de Flora

Módulo 1

Programa Versão Original, de 13/02/2008

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 as 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 exóticos) 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 conseqüências 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 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 transporte 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 (heliófitas, semi-heliófitas, ombrófilas). 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 influencia do AHE de Santo Antonio: (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, freqüências 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/software/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: Llamas 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

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 e revegetação da APP 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 rafia de 50% e fechamento lateral com tela de sombreamento de 50%.
- Setor de adaptação/desenvolvimento: 420 m² de área telada rafia 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

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

- 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

Módulo 2

Programa Revisado, de 21/07/2208

Projeto Básico Ambiental AHE Santo Antonio

SEÇÃO 12 PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FLORA

1	Motivada por ofício: 392/2008 – DILIC/IBAMA, de 05/06/08	21/07/2008		
0	Emissão inicial	13/02/2008		
REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado

ÍNDICE

1.0 INTRODUÇÃO	1
2.0 JUSTIFICATIVA	3
3.0 BASE LEGAL	4
4.0 SUBPROGRAMA DE RESGATE DE FLORA	5
4.1 Objetivos	8
4.2 Metas/Resultados Esperados	8
4.3 Âmbito de Aplicação	9
4.4 Procedimentos	9
5.0 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA SUCESSÃO VEGETACIONAL NAS MARGENS DOS RESERVATÓRIOS	14
5.1 Objetivos	15
5.2 Metas e Resultados Esperados	16
5.3 Âmbito de Aplicação	16
5.4 Metodologia	16
6.0 SUBPROGRAMA DE REVEGETAÇÃO	21
6.1 Objetivos	25
6.2 Metas	26
6.3 Atividades e Metodologia	26
6.4 Delimitação da Área Abrangida pelo Projeto	32
7.0 RESPONSABILIDADES	34
8.0 RELATÓRIOS	34
9.0 CRONOGRAMA	34
10.0 INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS	35
11.0 BIBLIOGRAFIA	35

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
- Anexo III** - Memorial de Caracterização Ambiental
- Anexo IV** - Memorial Executivo
- Anexo V** - Área a ser Alagada e futura Área de Preservação Permanente proposta para o AHE Santo Antônio, Porto Velho, RO
- Anexo VI** - Lista de espécies arbóreas nativas propostas para o plantio

1.0 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. Também atende à solicitação de elaboração de um programa de revegetação da área de proteção permanente do AHE.

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

- “Subprograma de Resgate de Flora”
- “Subprograma de Monitoramento da Sucessão Vegetacional das Margens do Reservatório”
- “Subprograma de Revegetação das Áreas de Preservação Permanente do Reservatório”

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 as 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 conseqüências 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 outros 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) e revegetação da área de proteção permanente - APP. 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.

2.0 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.

3.0 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).

4.0 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 epífita 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.

4.1. 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 à 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.

4.2. 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.

4.3. 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.

4.4. 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 previa 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 nativos. 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 exsicatas 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, freqüências 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 Antonio: (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 microssatélites 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 microssatélites 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, freqüências 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.

5.0 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. Morfologicamente, 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.

5.1 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.

5.2 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.

5.3 Âmbito de Aplicação

Os trabalhos deste subprograma se concentrarão no perímetro do futuro reservatório do AHE de Santo Antônio.

5.4 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, 20-40 cm e 40-60 cm. 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 exsicatas 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

$$DR = (ni / N) . 100$$

onde:

DR = densidade relativa

ni = número total de indivíduos amostrados da espécie *i*

N = número total de indivíduos amostrados

Dominância Absoluta

$$DoA = gi/ha$$

onde:

DoA = dominância absoluta

gi = área basal total da espécie *i*

ha = hectare

Dominância Relativa

$$DoR = (gi/G).100$$

onde:

DoR = dominância relativa

gi = 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

$$FR = (FA / \sum FA) . 100$$

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:

$$sH' = - \sum_{i=1} pi \ln pi$$

onde:

ni = número de indivíduos da espécie “i”

N = número total de indivíduos

s = número de espécie

ln = logaritmo natural

pi = ni/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 logarítmico.

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:

$$t_{1/2} = \ln(0.5) / \ln(1+r)$$

$$t_2 = \ln(2) / \ln(1+r)$$

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).

6.0 SUBPROGRAMA DE REVEGETAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RESERVATÓRIO DO AHE SANTO ANTÔNIO – PORTO VELHO – RO

Os estudos realizados na área de influência direta do futuro reservatório, para seu licenciamento ambiental demonstram que as fitofisionomias presentes 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).

O presente Subprograma de Revegetação constitui uma proposta de recuperação ambiental das áreas de preservação permanente (APP) do futuro reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE Santo Antônio) a ser implantado pela Madeira Energia S.A., Porto Velho – RO.

As intervenções constantes no presente projeto são apresentadas com o objetivo de recuperar, de forma natural e/ou induzida, a cobertura florestal da área definida como APP para o reservatório do AHE Santo Antônio, nos locais que se encontram atualmente desmatados. A consolidação deste projeto restabelecerá a qualidade ambiental destas áreas e contribuirá com a recuperação de várias micro-bacias hidrográficas que serão afetadas pela implantação do reservatório.

O intuito deste Sub-programa é devolver às áreas desmatadas dentro da APP do reservatório do AHE Santo Antônio, sua função ambiental protetora dos recursos hídricos e o aspecto da vegetação original, através do manejo da regeneração da vegetação nativa ou do plantio de espécies nativas regionais, em modelos de consorciação, que permitam a sucessão secundária da comunidade florestal. Para isso, a escolha correta das espécies e a aplicação de técnicas de plantio e manejo adequados, durante o processo de implantação e desenvolvimento do projeto, serão fundamentais para o sucesso do mesmo.

A definição da técnica mais adequada para a recuperação das áreas objeto da presente proposta irá considerar o zoneamento detalhado no Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, a fim de compatibilizar a revegetação com os usos previstos nestas áreas e seu entorno.

Este Subprograma de Revegetação será implantado em seis etapas e segue diretrizes que utilizam como estratégia básica o processo de sucessão ecológica, considerando aspectos de diversidade biológica, utilização de espécies ameaçadas de extinção, escolha e combinação de espécies, origem e qualidade das mudas e aspectos de manejo do plantio, uso antrópico atual, dentre outros.

Todas as medidas a serem adotadas neste Subprograma visam à criação de condições favoráveis para o estabelecimento da regeneração secundária ou ao plantio das mudas, recriando a cobertura florestal no interior das APP's do reservatório. Ressalta-se que a implantação deste Subprograma contribuirá favoravelmente para atração da fauna dispersora de sementes arbóreas e para a criação de um micro-clima adequado ao desenvolvimento de propágulos provenientes das florestas adjacentes.

Áreas de Preservação Permanente (APP)

A definição de APP, de acordo com o Código Florestal – lei 4.771/65 (artigo 1º, § 2º, inciso II) é:

“Área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Conforme artigo 3º do Código Florestal (lei 4.771/65) são APP’s dependentes de ato do Poder Público as formas de vegetação destinadas a:

- Atenuar a erosão das terras;
- Formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- Auxiliar a defesa nacional a critério das autoridades militares;
- Proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- Asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- **Manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;**
- Assegurar condições de bem-estar público.

Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais

A Resolução CONAMA 302/02, além de dispor sobre critérios, parâmetros e regime de uso do entorno de reservatórios artificiais, define as APP de reservatórios artificiais. A CONAMA 302/02 também define Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (artigo 2º, inciso III) como:

“Conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

A Resolução também define no seu Artigo 2º, inciso II a Área de Preservação Permanente como sendo: *“a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.* Continuando no artigo 3º, o qual: *“constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:*

I – trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais.”

Por fim, o parágrafo 1º, deste artigo (3º), estabelece que *“os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de 30 metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver”.*

Conforme parágrafo 4º, a ampliação ou redução do limite das Áreas de Preservação Permanente, a que se refere o parágrafo 1º, deverá ser estabelecida considerando, no mínimo, os seguintes critérios:

I - características ambientais da bacia hidrográfica;

II - geologia, geomorfologia, hidrogeologia e fisiografia da bacia hidrográfica;

III - tipologia vegetal;

IV - representatividade ecológica da área no bioma presente dentro da bacia hidrográfica em que está inserida, notadamente a existência de espécie ameaçada de extinção e a importância da área como corredor de biodiversidade;

V - finalidade do uso da água;

VI - uso e ocupação do solo no entorno;

VII - o impacto ambiental causado pela implantação do reservatório e no entorno da Área de Preservação Permanente até a faixa de cem metros.

Outra questão legal é baseada na característica do reservatório onde, de acordo com o EIA, a cota de inundação manteria o nível natural das áreas de inundação em sua maior parte. Portanto, o reservatório seria o próprio rio. Neste caso, pode se remeter à Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, Código Florestal Brasileiro. Começando com o Artigo 1º, Parágrafo 2º, Inciso II, define-se APP como sendo “área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º, desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.

Para o caso da APP do rio Madeira, não se pretende causar transtornos para as populações ribeirinhas, ao contrário, pretende-se manter os serviços ambientais para assegurar o bem estar destas populações humanas, como preconizam as leis citadas, e, ao mesmo tempo, manter os processos ecológicos existentes, garantindo a sobrevivência da rica biodiversidade da região. Trata-se, portanto de oportunidade de planejamento do crescimento regional com respeito à natureza e com desenvolvimento sustentável para a região.

Regime de uso, supressão e modificação de vegetação em APP

De acordo com o parágrafo 4º, do artigo 4º da Resolução 302/02, o plano ambiental de conservação e uso poderá indicar áreas para implantação de pólos turísticos e lazer no entorno do reservatório artificial, que não poderão exceder a dez por cento da área total do seu entorno. O parágrafo 5º, deste mesmo artigo, indica que as áreas previstas no parágrafo 4º somente poderão ser ocupadas respeitadas a legislação municipal, estadual e federal, e desde que a ocupação esteja devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

Conforme o Código Florestal, supressões totais ou parciais em APP só serão permitidas nos casos de utilidade pública ou interesse social comprovados em processo administrativo.

Diretrizes de Zoneamento – Faixa de 2.500 metros no entorno do reservatório do AHE Santo Antônio

Como resultado da análise integrada dos aspectos que compõem o diagnóstico da área de estudo – 2.500 metros no entorno do reservatório do AHE Santo Antônio (correspondente à área de estudo definida no EIA), foi elaborada uma proposta de diretrizes para zoneamento dessa área. As seis zonas propostas (**Figura 6.a**) foram elaboradas no âmbito do Projeto Básico Ambiental – PBA - UHE Santo Antônio - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório (PACUERA).

De acordo com os estudos realizados, propõe-se a divisão da área do entorno do reservatório em seis zonas, as quais prevêm a conservação dos recursos naturais, a recuperação de áreas degradadas, a atividade agropecuária e a geração de energia elétrica, dentre outros usos, considerando-se, de um lado, a necessidade da constante manutenção das características do futuro reservatório do AHE Santo Antônio, no que diz respeito à qualidade da água e, de outro, a necessidade de garantir sua adequada inserção socioambiental e institucional.

As Zonas propostas são:

- Zona de Uso Diversificado
- Zona de Uso Diversificado com Predomínio de Cobertura Vegetal
- Zona de Uso Especial
- Zona de Proteção da Vida Silvestre
- Zona – Unidade de Conservação de Proteção Integral
- Zona – Unidade de Conservação de Uso Sustentável

As Diretrizes de Zoneamento do PACUERA apresentam uma proposta de ordenamento do contorno da APP do reservatório, que considera o porte do empreendimento e os aspectos locais de sua inserção, preponderando os usos já existentes, as transformações antevistas para a cidade de Porto Velho e, principalmente, os vetores de expansão da ocupação.

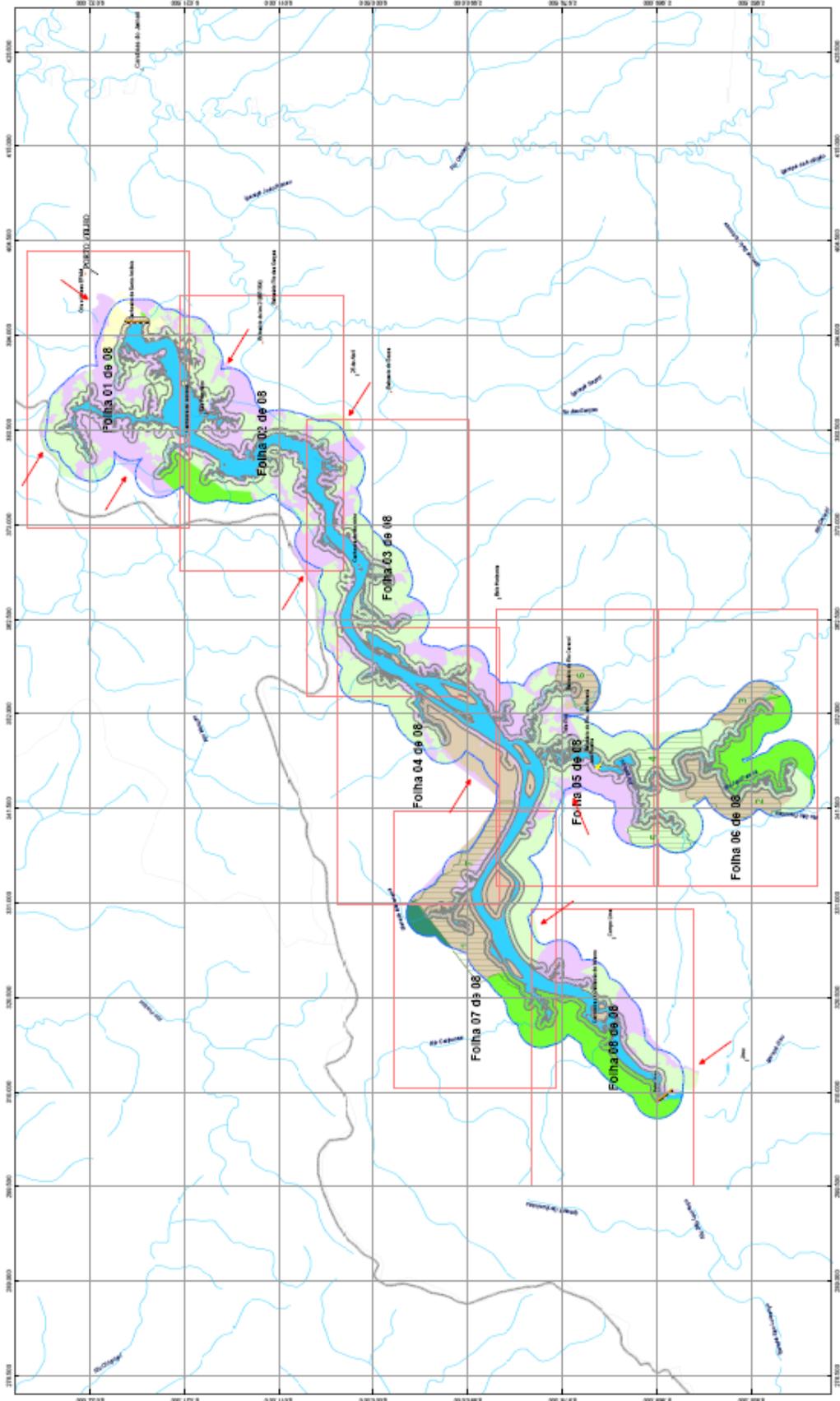
Assim, para a definição das diretrizes de zoneamento e contorno da APP do reservatório, privilegiou-se o enfoque dinâmico, focado no estabelecimento de divisões quanto aos graus de restrição de uso do reservatório e entorno.

A área correspondente a uma APP de 500 m, no entorno do reservatório, seria de aproximadamente 46.492 ha. A **Tabela 6.1** apresenta uma comparação entre as áreas correspondentes as APPs de 100 (Resolução CONAMA302/2002) e 500 m no entorno do reservatório e a área correspondente à proposta de contorno variável (**Figura 6.b**) para estabelecimento da APP do reservatório, proposta no PACUERA.

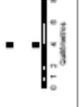
Tabela 6.1
Área de Preservação Permanente – APP do Reservatório

APP do reservatório	Hectares (ha)
APP de 100 metros no entorno do reservatório	11.026,07
APP de 500 metros no entorno do reservatório	46.492,19
Proposta de APP do reservatório	36.908,18

No caso, a proposta de APP variável para o reservatório apresenta largura oscilando entre 30, 100 e 500 metros, todas condizentes com os parâmetros e definições da Resolução CONAMA 302/02 (**Figura 6.b**).



Projeto: Engenharia de Hidráulica
 Folha: 08 - Sistema Irrigação - SCD-08
 Área: 1:250.000
 Escala: 1:250.000
 Data: 12/05/2015



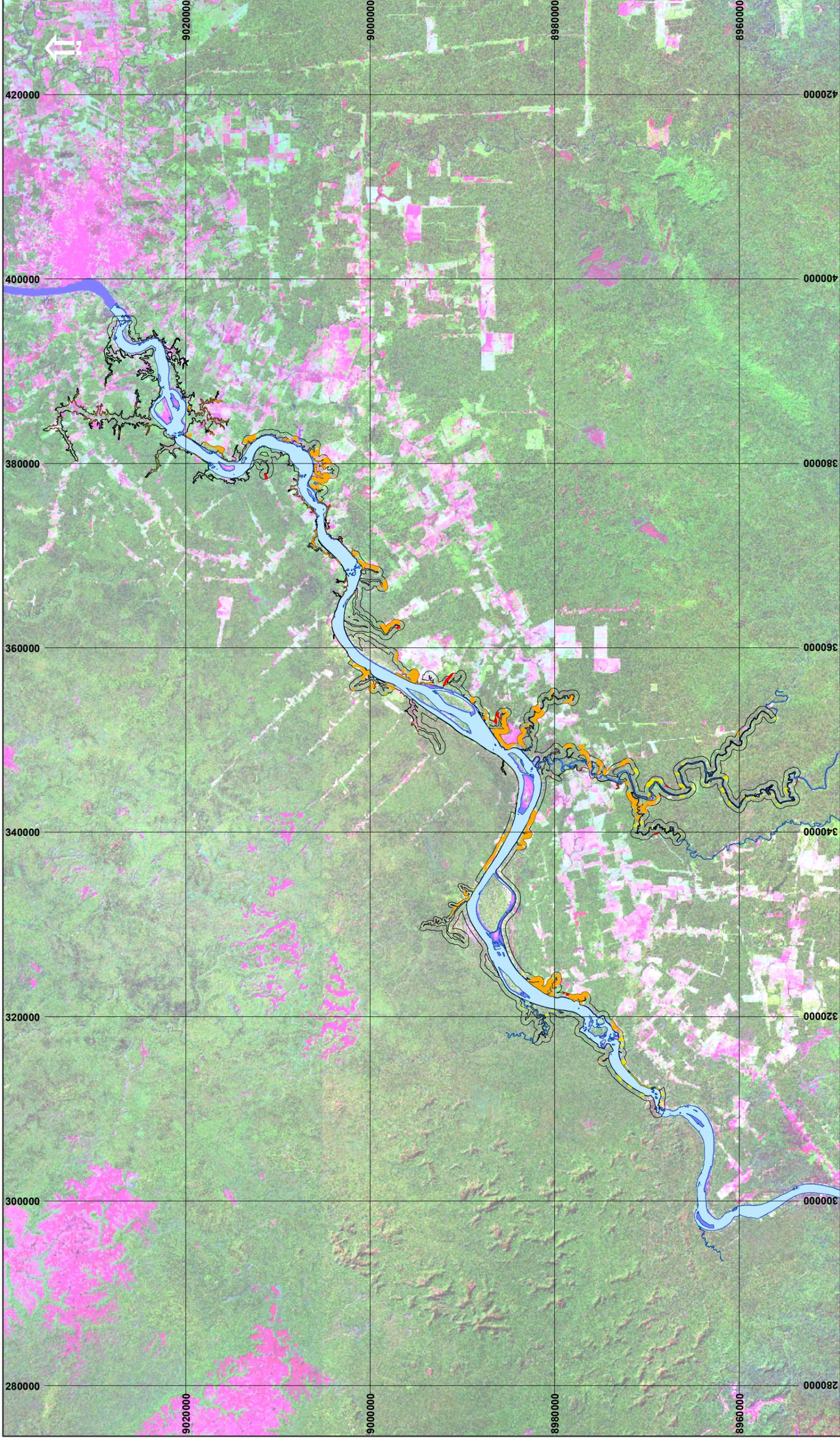
Símbolos utilizados no mapa:
 - Símbolo de ponto: Ponto de controle de nível
 - Símbolo de linha: Linha de nível
 - Símbolo de área: Área de proteção integral

Símbolos utilizados no mapa:
 - Símbolo de ponto: Ponto de controle de nível
 - Símbolo de linha: Linha de nível
 - Símbolo de área: Área de proteção integral

Símbolos utilizados no mapa:
 - Símbolo de ponto: Ponto de controle de nível
 - Símbolo de linha: Linha de nível
 - Símbolo de área: Área de proteção integral

Símbolos utilizados no mapa:
 - Símbolo de ponto: Ponto de controle de nível
 - Símbolo de linha: Linha de nível
 - Símbolo de área: Área de proteção integral

Legenda
 - Símbolo de ponto: Ponto de controle de nível
 - Símbolo de linha: Linha de nível
 - Símbolo de área: Área de proteção integral



Legenda:

- Uso Desmatamento
- Uso Pastagens
- Uso Ocupação Rural
- APP
- Rio Madeira

RESPONSÁVEL 1:

ESCALA: 1:400.000	Nº DES.: Figura_3_2.mxd
DATA: 11/07/08	REVISÃO: 0
BASE:	

Figura 3.2:

LIMITES DA APP DO AHE SANTO ANTONIO

TÍTULO:
SUB-PROGRAMA DE REVEGETAÇÃO DA APP

PROJETO:
PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE - SANTO ANTONIO

A Zona de Uso Especial do PACUERA estará inserida na APP e é definida como as áreas onde se localizam os componentes do AHE Santo Antônio e outros serviços de infraestrutura relacionados ao AHE, que demandam medidas especiais de manutenção, controle, monitoramento e fiscalização.

Os objetivos da Zona são garantir a segurança e o bem estar da população, por meio do adequado funcionamento, manutenção e fiscalização das infra-estruturas do AHE Santo Antônio.

Esta Zona de Uso Especial é composta pelas seguintes áreas:

- reservatório (espelho d'água), a até 500 m a partir da barragem;
- barragem e tomada d'água;
- canais de fuga, aproximação, redução e adução;
- vertedouro;
- áreas de bota fora e empréstimo e;
- acampamentos.

As Diretrizes Gerais de Manejo consideram usos adequados a fiscalização, o monitoramento, a manutenção, a circulação apenas de pessoas autorizadas pelo Madeira Energia S.A. e empreiteira e as visitas agendadas.

Após o enchimento do reservatório será necessário implementar um conjunto abrangente de *procedimentos de desativação* de maneira a garantir a recuperação de áreas degradadas e a instauração de processos de regeneração natural antes da finalização das obras. Como esses *procedimentos de desativação* são de vital importância para a efetiva mitigação dos impactos construtivos e para garantir que as condições pós-encerramento situem-se próximas às condições anteriores à intervenção, exigindo um esforço concentrado do empreendedor e das empresas contratadas, eles são consolidados neste Sub-programa ambiental específico, que incluirá a recuperação de áreas de proteção permanente.

6.1. Objetivos

Como objetivos principais deste Subprograma, podem-se citar:

- Promover a revegetação da área de preservação permanente do AHE Santo Antônio;
- Identificar, quantificar e qualificar as áreas degradadas dentro da APP do AHE Santo Antônio, para promover sua recuperação;
- Identificar as áreas atingidas pelas obras de implantação da UHE Santo Antônio e que serão alvo de recuperação visando a revegetação da APP e a proteção dos solos e dos mananciais hídricos;
- Promover a reintegração paisagística dessas áreas e a integridade do próprio empreendimento;

- Implementar procedimentos de desativação dos serviços que resultem em condições de pós-encerramento próximas às condições anteriores à intervenção, procurando devolver às áreas impactadas o equilíbrio dos processos ambientais atuantes anteriormente e/ou a possibilidade de novos usos, como o reflorestamento com espécies nativas;
- Minimizar o risco da instauração futura de processos erosivos;
- Apresentar estudo de acompanhamento do desenvolvimento da vegetação nas áreas em recuperação, com periodicidade e parâmetros a serem monitorados.

6.2. Metas

Estabelece-se como meta do presente Subprograma a recuperação da APP do AHE Santo Antônio e a total execução dos procedimentos de desativação de frentes de obra e a recuperação de todas as áreas que venham a ser degradadas com a implantação da UHE Santo Antônio.

6.3. Atividades e Metodologia

Os resultados dos Subprogramas 4 e 5 de Monitoramento da Flora e O Programa de Monitoramento do Lençol freático fornecerão dados sobre: (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. O **Anexo III** do presente relatório contém a caracterização ambiental da APP do reservatório, conforme apresentado no EIA do empreendimento.

A implantação deste Subprograma se dará ao longo de toda a fase de construção da UHE e no início da sua operação contemplando as atividades de:

- 1) desativação de frentes de obra e áreas de apoio;
- 2) planejamento de processos de recuperação;
- 3) gerenciamento da implantação desses processos.

Este Subprograma exigirá um acompanhamento contínuo durante todo o ciclo de construção, sendo prevista a realização de campanhas de monitoramento dos processos degradacionais.

A seguir, serão apresentadas todas as ações relacionadas com os três grupos de atividades descritos acima.

Desativação de Frentes de Obra e Áreas de Apoio

Na fase final das obras, será necessário implementar um conjunto abrangente de procedimentos de desativação de maneira a garantir a recuperação de áreas degradadas. Esses procedimentos de desativação são de vital importância para a efetiva mitigação dos impactos construtivos e para garantir que as condições pós-encerramento situem-se próximas às condições anteriores à intervenção, exigindo um esforço concentrado do empreendedor e da construtora.

O presente Sub-programa aplica-se a todas as frentes de obra afetadas, com destaque às seguintes frentes, que exigirão procedimentos de desativação e/ou medidas de recuperação específicas:

- Área dos canteiros de obra e instalações auxiliares;
- Caminhos de serviço (acessos) abertos em função das obras;
- Caminhos de serviço (acessos) pré-existent;
- Bota-foras;
- Áreas de empréstimo.

As áreas descritas acima são parte do objeto de licenciamento juntamente com a APP no entorno da AID do AHE Santo Antônio.

Planejamento de Processos de Recuperação

Identificação Contínua das Áreas Degradadas:

A primeira etapa de implantação do Subprograma será a identificação das áreas degradadas na nova APP e que serão alvo de recuperação ambiental, visando à revegetação (**Anexo III**) ou a proteção dos solos e dos mananciais hídricos.

Essas áreas correspondem principalmente à ocupação rural, pastagens, áreas degradadas e demais áreas que serão temporariamente utilizadas para as obras.

Mapeamento das Áreas Degradadas:

Além das áreas descritas acima, serão mapeados também os passivos ambientais pré-existent. Durante as vistorias de campo serão percorridas todas as áreas com potencial de alteração e/ou degradação pela implantação da UHE Santo Antônio.

Caracterização das Áreas que Serão Alteradas e/ou Degradadas:

Após identificação e mapeamento das áreas a serem alteradas e/ou degradadas pela implantação do empreendimento, será feita a caracterização prévia (antes das intervenções) das condições físicas (solo) e bióticas (cobertura vegetal original) das mesmas, a qual contribuirá com o plano de recuperação a ser executado.

- Condições Físicas

Será realizada uma caracterização do tipo de solo existente, da presença de serrapilheira e camada orgânica do solo, visando à recuperação das condições como as encontradas antes das intervenções.

- Diagnóstico Biótico

Por ocasião do licenciamento, foram realizados levantamentos florísticos das áreas de intervenção que servirão de base ao entendimento e planejamento das espécies que poderão ser utilizadas na recomposição das áreas degradadas.

As mudas das espécies a serem utilizadas nos projetos de revegetação da APP e recuperação de áreas degradadas serão obtidas pelos Subprogramas de Resgate da Flora e Conservação da Flora, que prevê a construção de viveiros, conforme **Anexo II** (Viveiro de Espécies Florestais e Não-florestais para o Programa Conservação da Flora do AHE Santo Antônio: Instalações, Equipamentos e Capacidade Operacional).

Identificação das Áreas Sujeitas a Processos Erosivos e Medidas de Estabilização

Serão identificadas, cadastradas e acompanhadas, durante todo o período das obras de implantação da UHE Santo Antônio as áreas potencialmente instáveis a processos erosivos.

Com o acompanhamento dessas áreas, poderão ser identificadas as áreas em que não foi possível prevenir a ocorrência dos processos erosivos, ou mesmo as áreas que apresentavam esses processos já instalados antes do início das obras.

Identificação das Ações de Recuperação das Áreas Degradadas

Com auxílio da caracterização física e biótica realizada antes das intervenções e o nível de degradação e características encontradas após as intervenções, será possível identificar e definir as ações necessárias à recuperação das áreas degradadas. Cada uma das áreas degradadas cadastradas será avaliada individualmente para que sejam traçadas as estratégias de recuperação ambiental.

A definição do método de recuperação será baseada na integração das informações obtidas em cada um dos ambientes alterados.

O primeiro passo será avaliar as condições de compactação do solo, a presença de entulho ou de materiais que possam comprometer a recuperação da vegetação e as ações para melhorar as condições encontradas.

Será realizada a caracterização dos solos de todas as áreas degradadas, a fim de serem definidas as espécies a serem selecionadas, a necessidade de adubação e o manejo que será implementado nas atividades de revegetação.

As soluções a serem utilizadas na recuperação das áreas degradadas são:

- Revegetação natural;
- Realização de plantio de enriquecimento;
- Revegetação induzida.

As atividades a serem adotadas na revegetação do local são:

- Definição do tipo de plantio que será empregado na área a ser recuperada (forração vegetal ou revegetação com espécies arbóreas nativas);
- Descrição dos métodos de preparação das áreas recuperadas para plantio (roçada prévia, abertura de covas, adubação prévia, coroamento);
- Descrição dos métodos de plantio (espaçamento, espécies a serem utilizadas, mixagem de espécies);
- Descrição dos métodos de manutenção do plantio (irrigação, coroamento, roçada periódica, repasse, adubação, podas de condução, etc.);
- Cronograma de implantação do projeto de plantio.

Acompanhamento da Recuperação e Revegetação das Áreas Degradadas:

Todas as áreas incluídas neste Programa serão constantemente monitoradas e fiscalizadas por uma equipe multidisciplinar, que terá como principal objetivo assegurar que todos os procedimentos e atividades estejam sendo implantados de acordo com o projeto de recuperação específico inicialmente proposto.

Serão acompanhados os procedimentos executivos de recuperação das áreas degradadas e o desenvolvimento da vegetação nas áreas de recuperação ambiental e os procedimentos de desativação das áreas de apoio já apresentados.

Os resultados deste monitoramento serão sempre apresentados nos relatórios de acompanhamento do Sub-programa, através de provas documentais como registros fotográficos, tabelas, descrição das atividades realizadas etc.

Recomendações de Recuperação Ambiental

A recuperação da vegetação florestal das áreas objeto do presente projeto envolve também sua recuperação ambiental; ou seja, para o estabelecimento da vegetação (implantada ou regenerada naturalmente), deverá ser realizada uma avaliação das condições gerais do terreno, que poderão implicar em intervenções locais.

Além disso, os modelos a serem adotados na recuperação da cobertura florestal terão variadas intensidades de intervenção, os quais serão definidos conforme as seguintes características e condições das áreas a serem recuperadas:

- Cobertura vegetal e uso do solo atual;
- Uso adjacente;
- Tamanho e forma da área a ser recuperada;
- Proximidade com remanescentes de florestas nativas;
- Características físicas da área a ser recuperada.

De acordo com as diferentes características das áreas a serem recuperadas, os seguintes modelos de recuperação da cobertura florestal poderão ser adotados:

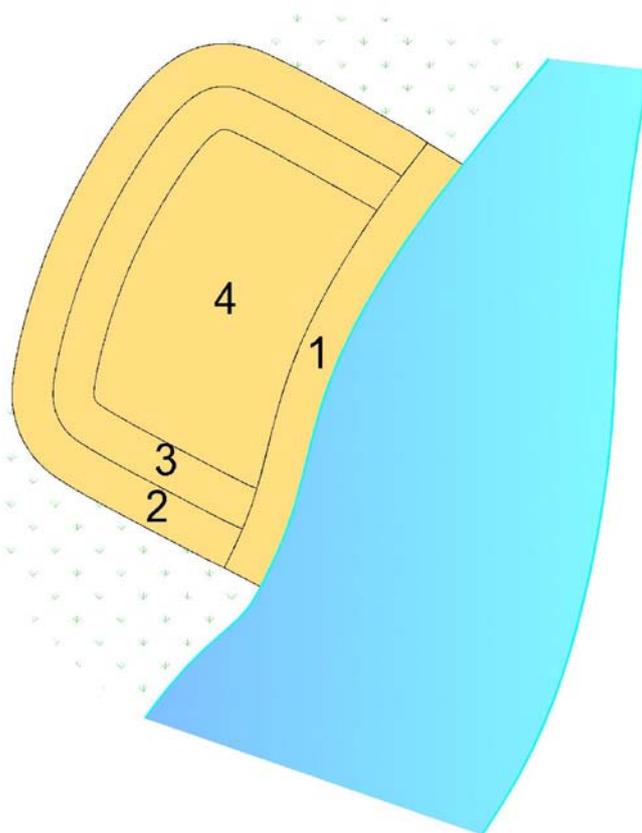
- **Modelo I:** Plantio de espécies arbóreas nativas em espaçamento homogêneo (2 x 3 metros) e densidade de 1.667 mudas por hectare;
- **Modelo II:** Plantio de espécies arbóreas nativas em ilhas de diversidade com densidade de 600 mudas por hectare;

- **Modelo III:** Consórcio de espécies agroflorestais (variação do **Modelo I**);
- **Modelo IV:** Favorecimento da regeneração secundária.

Dependendo das situações encontradas, principalmente em relação ao poder de resiliência (regeneração da vegetação), que está diretamente ligado à distância aos grandes remanescentes de florestas nativas, é possível que seja adotado mais de um destes modelos ou uma consorciação de modelos, para a recuperação da APP.

Deste modo, nas áreas adjacentes a grandes remanescentes de florestas nativas, em uma faixa de 100 metros, será adotado o **Modelo IV**. Na faixa de 100 metros subsequente e em direção ao centro da área a ser recuperada, será adotado o **Modelo II**. E no centro da área, caso ainda tenha espaço, pela grande distância em relação à floresta nativa (superior a 200 metros), onde a regeneração natural da vegetação nativa seria muito lenta, será adotado o **Modelo I** ou o **Modelo III**. A seguir é apresentada uma figura esquemática (**Figura 6.3.a**) do consórcio de modelos para a recuperação da área:

Figura 6.3.a
Esquema de consórcio de modelos para a recuperação da APP do AHE Santo Antônio, Porto Velho – RO



Legenda:

- Modelo I = 1
- Modelo II = 2
- Modelo III = 3
- Modelo IV = 4

A fim de orientar o executor do projeto, cada um desses modelos de recuperação aqui propostos serão detalhados no Memorial Executivo (**Anexo IV**).

A implantação do projeto deverá ser realizada respeitando as épocas apropriadas para as operações de implantação e manutenção.

O primeiro passo para implantação do projeto será avaliar a existência de processos erosivos que exigem a aplicação de medidas de contenção e estabilização ou simplesmente a adoção de técnicas de conservação do solo.

Deverá ser feito o controle das espécies infestantes que possam competir em espaço e nutrientes com as mudas que serão plantadas ou regeneradas, o que possibilitará também uma melhor avaliação das condições do solo.

Antes dos plantios e durante sua manutenção, o controle das espécies infestantes deverá ser realizado com o cuidado de preservar as eventuais mudas que surgirem da regeneração natural, provenientes de propágulos de exemplares arbóreos próximos ou dos remanescentes florestais adjacentes.

A compactação do solo deverá ser avaliada para julgar a necessidade ou não de uma descompactação mecânica, tanto das áreas a serem recuperadas com o manejo da regeneração secundária como das áreas em que haverá plantio de mudas de espécies arbóreas. Há a possibilidade de descompactação do solo apenas na cova de plantio.

As áreas a serem recuperadas serão isoladas das pastagens, impedindo o acesso do gado, através de cercas e leiras de material lenhoso não aproveitável, obtido nas etapas de supressão da vegetação das áreas a serem alagadas (Programa de Desmatamento das Áreas Diretamente Afetadas). Também serão utilizados aceiros impedindo a chegada de fogo proveniente de áreas adjacentes, já que é comum a prática de renovação das pastagens com o uso do fogo. Esta medida visa reduzir eventuais quebras ou depredação das mudas pelo gado e a queima da vegetação em recuperação (incêndios florestais).

As leiras de material lenhoso serão constituídas por troncos tortuosos e galhadas provenientes do desmatamento do reservatório. Assim como as cercas, cujos mourões serão confeccionados com madeira do mesmo desmatamento.

Todas estas medidas visam à criação de condições favoráveis para o estabelecimento da regeneração secundária ou do plantio das mudas, recriando a cobertura florestal no interior da APP do reservatório. No entanto, ressalta-se que a simples implantação do projeto não será responsável pelo retorno da diversidade biológica destes locais, mas sim contribuirá favoravelmente para tanto, principalmente no sentido de atração da fauna dispersora de sementes arbóreas e de criação de um micro-clima adequado ao desenvolvimento de propágulos provenientes de áreas adjacentes.

Gerenciamento da Implantação dos Processos de Recuperação

Supervisão Técnica da Execução dos Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas:

Todas as atividades de recuperação de áreas degradadas serão objeto de supervisão sistemática por equipe técnica especializada. Essa supervisão garantirá que as medidas de regeneração ambiental sejam implantadas de acordo com as especificações constantes em projeto, identificando eventuais desvios e exigindo a sua correção. A supervisão técnica participará dos procedimentos de recepção de obra, garantindo que a totalidade das medidas de recuperação aplicáveis sejam, de fato, implementadas durante as atividades de construção e operação do empreendimento.

Monitoramento dos Processos de Consolidação:

A mesma equipe responsável pela supervisão técnica monitorará a consolidação dos processos de regeneração/recuperação ambiental. Essa atividade poderá ter duração de 1 a 3 anos, dependendo dos tipos de áreas degradadas a serem recuperadas e das características técnicas ambientais das mesmas. Quando for detectada a necessidade de interferir nos processos, seja pela insuficiência da regeneração natural e/ou instauração de processos degradacionais, a equipe de supervisão técnica preparará especificações detalhadas para a execução de ações corretivas, supervisionando a sua implementação.

Definição dos Ajustes/Adequação às Situações não Previstas que se Apresentarem Durante a Implantação:

Durante o período de implementação dos procedimentos de recuperação ambiental, poderão ser verificadas situações não previstas que exijam a sua modificação. Caberá à equipe de supervisão técnica a identificação oportuna de tais necessidades, agindo junto aos responsáveis pela execução dos trabalhos, para que os mesmos sejam devidamente contemplados.

6.4. Delimitação da Área Abrangida pelo Projeto

A definição das áreas a serem recuperadas respeitará a delimitação da APP proposta no Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, integrante do PBA do empreendimento, no qual se prevê uma APP variável para o reservatório do AHE Santo Antônio, com faixas de largura variando entre 30, 100 e 500 metros no entorno dos cursos d'água e nascentes afetadas pelo alagamento.

Deste modo, as intervenções constantes no presente projeto contemplarão apenas os locais que se encontram atualmente desmatados dentro desta APP variável do reservatório, conforme mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal na AID do empreendimento (**Figura 6.4.a** e **Anexo V**). A área desmatada, dentro da APP, ocupa 695,92 ha. No **Anexo V** pode ser observado que as maiores áreas a serem recuperadas encontram-se na vizinhança de Porto Velho e Jaci-paraná. As ações que envolvem o monitoramento, uso ou manejo sustentável das áreas ainda com cobertura florestal encontram-se consideradas e detalhadas respectivamente no Programa de Conservação da Flora e no Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, não fazendo parte deste Subprograma.

A área de intervenção abrangida pelo Subprograma, bem como toda a delimitação da APP do reservatório, proposta no Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, está apresentada na **Figura 6.b**, além do uso atual do solo e a cobertura vegetal existente. As áreas com pastagens estão estimadas em 8.816,51 ha e as áreas com uso agrícola ou ocupação rural, em 597,87 ha. Assim, o total a ser recuperado será de 10.110,30 ha (**Tabela 6.4.a**).

Tabela 6.4.a
Uso atual das terras nas áreas a serem recuperadas no Subprograma de revegetação da APP, da UHE Santo Antônio – RO

Uso atual na área da futura APP	Área (ha)
Área Desmatada	695,92
Ocupação Rural	597,87
Pastagem	8.816,51
Total*	10.110,30

* inclui 1.865,54 ha de ilhas

O Subprograma contará com relatórios semestrais e de consolidação e terá início em setembro de 2008. Estará dividido em fases (**Figura 6.4.b**) que se iniciam na construção e se estendem nos cinco primeiros anos da operação do empreendimento e que contemplam, em primeiro lugar, a margem direita do rio Madeira e seus afluentes entre o barramento até a cachoeira de Teotônio. A segunda fase será entre a cachoeira de Teotônio e o rio Jaci-paraná. Haverá uma subdivisão desta fase (a e b) cujo limite será a cachoeira de Morrinhos. Numa terceira fase contemplará desde a área prevista para o barramento de Jirau, até o rio Jaci-paraná e seus afluentes. Todas as atividades de recuperação começarão nas nascentes dos tributários do Madeira e se estenderão até a foz de cada um, no rio Madeira. A quarta etapa será na margem esquerda do rio Madeira, iniciando na futura área do barramento do reservatório de Jirau, continuando ao longo do rio até o barramento de Santo Antônio. Haverá também uma subdivisão com limite na cachoeira de Morrinhos. A quinta fase será a recuperação da margem esquerda do rio entre o barramento e a cachoeira de Teotônio. Haverá uma etapa de recuperação de todas as áreas de apoio à construção (canteiros, bota-foras, áreas de empréstimo, caminhos de serviço).

As diferentes etapas não estarão temporalmente condicionadas entre elas e poderão ser implementadas em forma conjunta. Porém, está previsto o início do Subprograma pelas fases 1 e 5. Os procedimentos de desmobilização e recuperação de frentes de obra poderão ser ativados a qualquer momento durante todo o período de construção da UHE Santo Antônio.

Como já informado, a total execução do Subprograma de revegetação da APP dar-se-á em 10 anos, durante os cinco anos previstos para a construção e nos cinco anos seguintes, no início da operação do AHE. A recuperação da APP começará junto com a implementação do PACUERA, em agosto de 2008. Após essa etapa, este Subprograma terá suas atividades subordinadas ao Programa de Conservação da Flora.

O cronograma apresentado a seguir (**Tabela 6.4.b**) descreve genericamente a seqüência de implantação das diversas atividades previstas, em todas as fases e ao longo dos trimestres de cinco primeiros anos do Projeto de Revegetação, independentemente da área e da data de início das atividades. Ressalta-se que o plantio das mudas deverá ter início apenas no

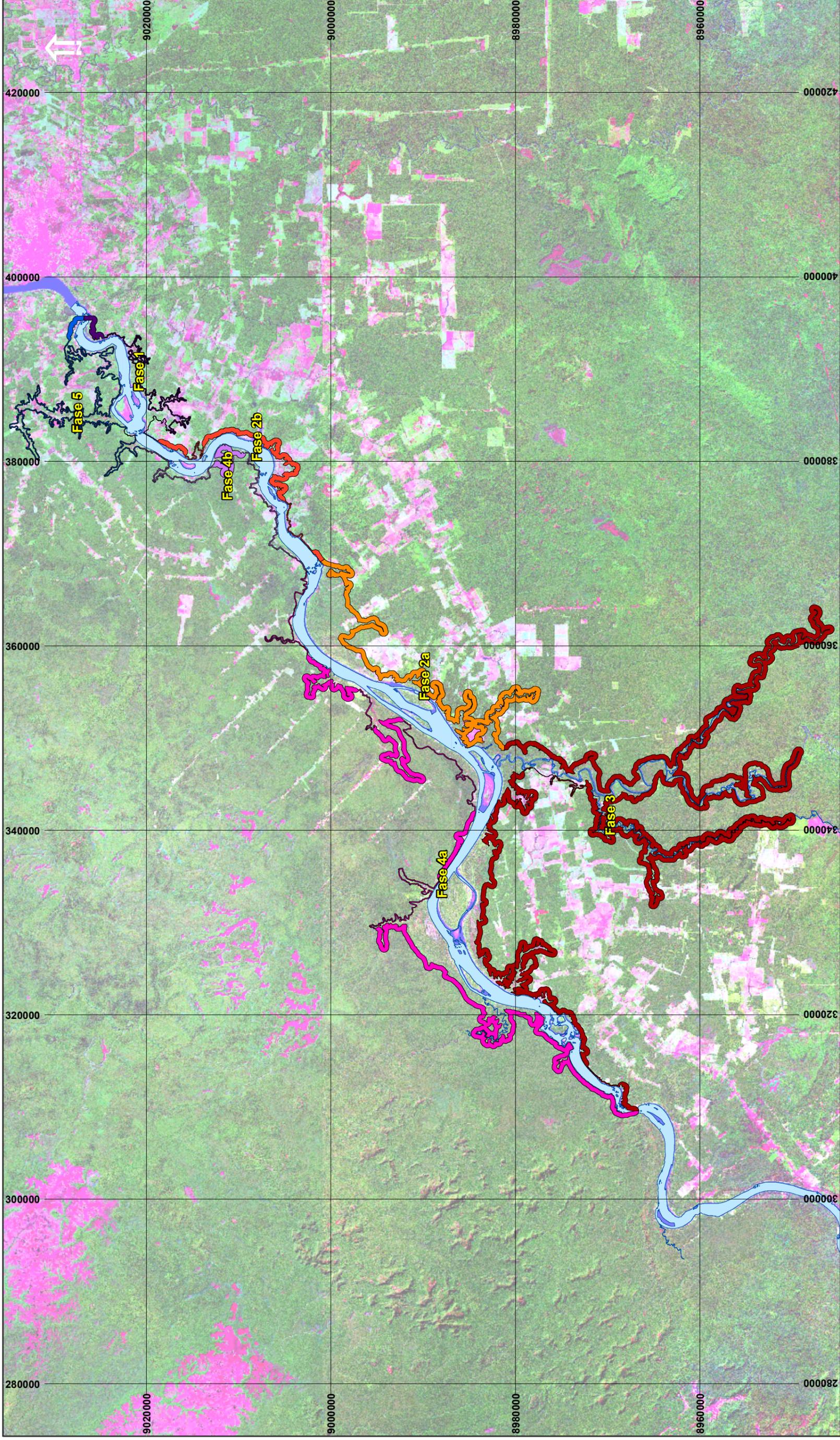


Figura 6.4.b:

FASES DO SUBPROGRAMA DE REVEGETAÇÃO DAS APPS

TÍTULO:

SUBPROGRAMA DE REVEGETAÇÃO DA APP

PROJETO:

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE - SANTO ANTONIO

RESPONSÁVEL 1:

ESCALA: 1:400.000	Nº DES.: Figura_6_4_a.mxd
DATA: 21/07/08	REVISÃO: 0
BASE:	

Legenda:

Fases
Fase 1
Fase 2a
Fase 2b
Fase 3
Fase 4a
Fase 4b
Fase 5

não requerem umidade poderão ser iniciadas no período seco (por exemplo, o isolamento da área, construção de aceiro, limpeza do terreno, preparo do solo etc.).

Tabela 6.4.b
Cronograma de atividades para revegetação da APP do AHE Santo Antônio

Atividade	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4				Ano 5			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Isolamento da área																				
Construção de cercas, leiras e aceiros																				
Limpeza prévia e roçada seletiva																				
Preparo do solo e calagem																				
Formação das mudas																				
Abertura/preparação covas																				
Adubação de plantio																				
Plantio de mudas																				
Replantios																				
Recobrimento composto orgânico																				
Adubação de manutenção																				
Monitoramento do plantio																				
Monitoramento de controle de formigas cortadeiras																				
Roçada de manutenção																				

7.0 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.

8.0 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.

9.0 CRONOGRAMA

O Cronograma de Atividades está apresentado no Anexo I.

10.0 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.

11.0 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.

ARCADIS Tetraplan. **Fotos APP do AHE Santo Antônio**. 2008.

ARMSTRONG, W. (1979). Aeration in higher plants. *Adv. Bot. Res.*, 7, 225-332.

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.

BASKIN, C.C. & BASKIN, J.M. 1998. *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, New York.

BDT. **Recomposição de matas ciliares**. Orientações básicas. www.bdt.fat.org.br/ciliar/sp/tabela.

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.; GRATAPAGLIA, 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.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1997. 447 p.

CIENTEC – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. **Mata Nativa 2: Programa**. Viçosa: CIENTEC, 2006.

CIENTEC – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. **Mata Nativa 2: Manual do Usuário**. Viçosa: CIENTEC, 2006.

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.

FERRI, M.G. **Plantas do Brasil**. São Paulo: Blucher Ltda., 1969. 239 p.

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 parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Rev. For. Venezolana*, 14:29-42.

FONT-QUER, P. (1953). *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Labor, 1244 p.

FURNAS, ODERBRECHT, LEME. **EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental**. Aproveitamentos hidrelétricos Santo Antônio e Jirau. Rio Madeira – RO. Belo Horizonte, Leme, 2006.

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.

GLOBALBANK. **PCH Dores de Guanhões**. Programa de limpeza e desmatamento da área a ser inundada pelo reservatório. Rio das Velhas Consultoria Ambiental, 2006.

- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 88 p.
- 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/software/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.
- 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 - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 193 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1).
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de vegetação do Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 1 mapa. Escala 1:5.000.000.
- 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. & COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: CRC Press, 1992.
- 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.; 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.

MARGULIS, S. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Rio de Janeiro: IPEA, 1990.

MARGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croom Helm. 176 p. 1988.

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.

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. 246 p.

Medina, H.P. (1972). Classificação textural. In: Moniz, A. (ed.) Elementos de pedologia. São Paulo: Editora Polígono e EDUSP, p.21-28.

MESA - Madeira Energia S.A. **Programa Básico Ambiental** - PBA. Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio. 4 vol. 2008.

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.

MORI, S.A. & BOOM, B.M. (1983). Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* 15:68-70.

MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey & Sons, 1974. 525 p.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara S.A., 1988.

ODUM, H.T.; E PIGEON, R.F. (eds.). (1970). *A tropical rain forest*. Div. Tech. Info., U.S. Atomic Energy Commission, Washington, D.C.

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.

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. 69 p.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**: Folha SC.20 – Porto Velho. Rio de Janeiro: MME, 1982. Projeto Radambrasil.

RADFORD, A.E., DICKISON, W.C., MASSEY, J.R. (1974). *Vascular Plant Systematics*. New York: Harper & Row, 891 p.

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, 793 pp.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p.

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. 294 p.

SEDAM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2002.

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, 640 pp.

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. (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.

TER BRAAK, C.J.F., PRENTICE, I.C. (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18:271-317.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.; LIMA, J.C. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

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, J.P.L, YUYAMA, L.K.O. 2002. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Acta Amazonica*, 32(1):169-174.

ANEXO I
CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

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 e revegetação da APP 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.
- Almoarifado: 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 rafia de 50% e fechamento lateral com tela de sombreamento de 50%.
- Setor de adaptação/desenvolvimento: 420 m² de área telada rafia 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

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

- 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

ANEXO III
MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Procedimentos metodológicos

A caracterização ambiental da área de implantação do Projeto de Revegetação foi baseada nos resultados apresentados no Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA dos AHE Jirau e Santo Antônio (FURNAS, 2005) e no PBA do AHE Santo Antônio (MESA, 2008).

Vegetação atual na área a ser recuperada

Segundo o mapeamento apresentado no EIA/RIMA dos AHE Jirau e Santo Antônio (FURNAS, 2005) o qual foi baseado na nomenclatura proposta por Veloso *et al.* (1991) a área de implantação do Projeto de Revegetação insere-se no Bioma ou Domínio Amazônico, ocorrendo originalmente as seguintes formações:

- Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com Palmeiras (Floresta de Terra Firme);
- Floresta Ombrófila Aberta Sub-montana com Palmeiras;
- Floresta Ombrófila Aberta Aluvial;
 - Floresta de Igapó;
 - Floresta de Várzea;
- Formações Pioneiras de Várzea;
- Vegetação dos Pedrais.

No entanto, as áreas a serem contempladas pelo presente projeto, as quais sofreram grandes alterações antrópicas em um passado recente, tiveram sua cobertura vegetal original suprimida para dar lugar a atividades agropecuárias e vegetação secundária (IBGE, 1993 e 2004).

Assim, predominam desde pequenas até extensas áreas com vegetação antrópica, constituída principalmente por espécies herbáceas ou herbáceo-arbustivas de gramíneas utilizadas em pastagens (braquiária - *Brachiaria decumbens*, capim-colônia - *Panicum maximum*, sapé - *Imperata brasiliensis*), pequenos cultivos agrícolas de subsistência, árvores isoladas (poupadas por ocasião do desmatamento) ou em agrupamentos (pomares de árvores de consumo tradicional na região) ou, nos casos das áreas ocupadas e abandonadas posteriormente, formações nativas nos estágios iniciais de regeneração secundárias (capoeiras) constituídas por espécies tipicamente heliófitas.

O uso e ocupação do solo e a cobertura vegetal atual na área de intervenção abrangida pelo projeto, bem como na AID do empreendimento, conforme apresentado no respectivo PBA, encontra-se na **Figura 6.4.a**.

Vegetação adjacente

Conforme pode ser visualizado no mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal, na AID do empreendimento (Figura 6.4.a) no entorno das áreas objeto do presente projeto, ocorrem extensas áreas com cobertura vegetal original, tanto com fisionomia florestal como arbustiva. Nota-se que na margem esquerda do rio Madeira a vegetação nativa encontra-se bem menos antropizada que na margem direita. Em função do tamanho e forma das áreas desmatadas, a vegetação nativa adjacente também pode estar distribuída em variadas distâncias, resultando em variados graus de isolamento das áreas a serem recuperadas (Anexo V). Esta característica é importante na definição do tipo de modelo a ser adotado na recuperação da vegetação destas áreas (plantio ou favorecimento da regeneração nativa).

Uso adjacente

Na maioria dos casos, o uso e ocupação do solo do entorno são os mesmos das áreas de implantação do Projeto de Revegetação, ou seja, predominam pastagens extensivas e pequenos cultivos agrícolas de subsistência, conforme apresentado no mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal na AID do empreendimento. Porém, há muitas situações em que no entorno das áreas a serem recuperadas ocorrem grandes remanescentes de floresta nativa.

Características do solo

Conforme os resultados apresentados no EIA/RIMA dos AHE Jirau e Santo Antônio (FURNAS, 2005) e no PBA do AHE Santo Antônio (MESA, 2008), predominam nas áreas de implantação do Projeto de Revegetação os seguintes tipos de solos:

- Argissolos;
- Cambissolos Distróficos;
- Gleissolos Distróficos;
- Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos;
- Latossolos Amarelos Distróficos;
- Neossolos.

Estes solos têm de razoável a baixa aptidão para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e considerável susceptibilidade à erosão, requerendo intervenções na fertilidade e medidas de conservação do solo nas áreas mais dissecadas, durante a recuperação da vegetação das áreas contempladas pelo Sub-programa.

Histórico de degradação

Ocorrem problemas acarretados pela atividade pecuária, que provocam a compactação do solo pela atividade mecânica de pisoteamento por parte dos animais. Atividades de manejo de pastagens com queima e rebrota são outros fatores que provocam uma visível perda do horizonte orgânico. Por fim, a remoção da cobertura florestal ciliar provocou a instalação de processos erosivos nas áreas mais dissecadas e o assoreamento dos cursos d'água, com conseqüente lavagem do horizonte orgânico e desestruturação do solo nessas áreas.

Insolação

Em função do relevo relativamente plano ou pouco dissecado (Terraços Aluviais, Planícies Aluviais e Superfícies de Aplainamento), a área destinada à revegetação, independente da orientação das vertentes, terá insolação adequada, visto que as condições topográficas permitem bons níveis de insolação nos locais propostos para o plantio, por estarem bem dispostas quanto ao movimento diário do sol, no sentido leste-oeste.

Declividade

Em função do relevo relativamente plano ou pouco dissecado (Terraços Aluviais, Planícies Aluviais e Superfícies de Aplainamento), na área destinada à revegetação predominam baixas declividades com até 15% e amplitudes locais inferiores a 100 metros.

ANEXO IV
MEMORIAL EXECUTIVO

Memorial Executivo

São descritas a seguir as especificações técnicas dos procedimentos de plantio e manejo a serem adotados na execução do Subprograma de Revegetação da APP.

Este projeto será implantado em etapas (**Figura 6.4.b**) e segue diretrizes que utilizam como estratégia básica o processo sucessional, considerando aspectos de diversidade biológica, utilização de espécies ameaçadas de extinção, escolha e combinação de espécies, origem e qualidade das mudas e aspectos de manejo do plantio. Além destas considerações, os procedimentos foram compatibilizados com as características ambientais nas áreas de intervenção, incluídos aí aspectos antrópicos, micro-climáticos, edáficos e bióticos.

O detalhamento destes procedimentos, conforme apresentado a seguir, permite a execução do projeto por empresa especializada. No entanto, ressalta-se que o sucesso das medidas prescritas, assim como de todo o Sub-programa de Revegetação depende do envolvimento do empreendedor, da qualidade dos serviços prestados e da excelência do material vegetal utilizado.

Modelos de recuperação

Em função da atividade antrópica desenvolvida nas áreas a serem recuperadas, principalmente a pecuária, e as características da vegetação nativa remanescente existente no entorno, serão adotados diferentes modelos para possibilitar o restabelecimento da vegetação nativa nestes locais.

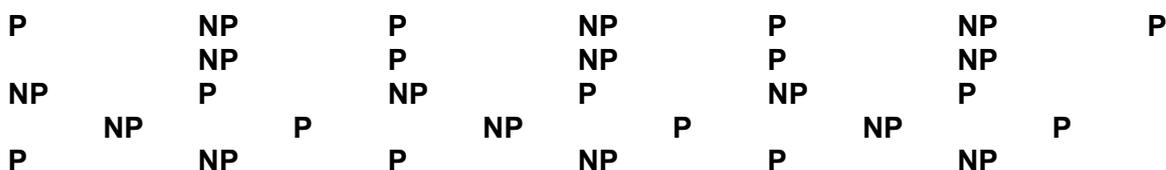
- **Modelo I:** Plantio de espécies arbóreas nativas em espaçamento homogêneo (2 x 3 metros) e densidade de 1.667 mudas por hectare

Este modelo será adotado nas áreas a serem recuperadas que se apresentam totalmente desprovidas de vegetação florestal e em situação espacial distante de remanescentes florestais (superior a 200 metros), o que dificultaria a regeneração secundária, e nos locais em que a faixa de APP é restrita a uma largura inferior a 50 metros. O plantio de espécies arbóreas nativas será em área total, com espaçamento homogêneo entre mudas (2 x 3 metros), resultando em uma densidade de plantio de 1.667 mudas por hectare.

Neste tipo de plantio haverá preferencialmente proporção entre espécies pioneiras (adaptadas ao crescimento a pleno sol) e não pioneiras (adaptadas ao crescimento a sombra) de 1:1 ou 50 % de cada, com a disposição das mudas seguindo esquema apresentado a seguir, ou seja, cada muda de espécie pioneira será intercalada com uma muda de espécie não-pioneira. Será tolerado o limite mínimo de 40 % para qualquer dos grupos.

A lista de espécies arbóreas nativas pioneiras e não pioneiras encontra-se no **Anexo VI**.

Esquema de plantio:



onde: **P** = espécie pioneira
NP = espécie não pioneira

Este modelo propõe um distanciamento de 6 a 9 metros entre espécies não-pioneiras, com a distância entre pioneiras e não-pioneiras variando de 2 a 3 metros. Desta forma, o crescimento das espécies pioneiras promoverá rapidamente proteção, sombreamento e alterações físico-químicas no solo, favorecendo aquelas de desenvolvimento mais lento e mais exigente em nutrientes. Recomenda-se que o plantio seja realizado sem alinhamento ao longo do terreno a fim de produzir mata semelhante à natural.

As seguintes exigências deverão ser cumpridas na seleção das espécies arbóreas nativas a serem utilizadas nos plantios das áreas a serem recuperadas:

- Utilizar um mínimo de 80 de espécies arbóreas das formações vegetais de ocorrência regional;
- 5 % do total das mudas implantadas deverão ser de espécies ameaçadas de extinção;
- 20 % do total das mudas implantadas deverão ser de espécies atrativas para a fauna;
- Nenhuma espécie pioneira deverá ultrapassar o limite máximo de 20 % das mudas utilizadas no plantio;
- Nenhuma espécie não pioneira deverá ultrapassar o limite máximo de 10 % das mudas utilizadas no plantio;
- Apenas o máximo de 10 % das espécies implantadas pode ter menos de 12 indivíduos.

Ressalta-se que o reflorestamento será objeto de repasses com espécies não pioneiras na medida do necessário.

- **Modelo II:** Plantio de espécies arbóreas nativas em ilhas de diversidade com densidade de 600 mudas por hectare

Nas áreas a serem recuperadas com alguma proximidade a remanescentes florestais (de 100 a 200 metros), será adotado um modelo de recuperação constituído por “ilhas” de plantio com alta diversidade de espécies arbóreas nativas espécies pioneiras e não pioneiras, as quais recobrirão cerca de 36% da área total a ser recuperada.

Em um hectare, serão alocadas 04 “ilhas” com área de 900 m² cada (30 x 30 metros), nas quais serão plantadas 150 mudas com espaçamento homogêneo entre mudas (2 x 3 metros), resultando em uma densidade de plantio de 1.667 mudas por hectare dentro das “ilhas” e 600 mudas por hectare na área total.

A existência destas “ilhas” deverá incentivar a fauna silvestre a visitar estas áreas, favorecendo o estabelecimento da regeneração secundária nos espaços entre as mesmas, o que será considerado durante as roçadas de manutenção.

As mesmas exigências quanto à diversidade das espécies arbóreas nativas utilizadas nos plantios do **Modelo I** também serão exigidas neste **Modelo II**.

- **Modelo III:** Consórcio de espécies agroflorestais (variação do **Modelo I**)

Nas áreas tradicionalmente utilizadas para a agricultura de subsistência e muito próximas às áreas ocupadas por agrupamentos humanos ou comunidades ribeirinhas, poderá ser adotado um modelo de recuperação que prevê a utilização de espécies agroflorestais úteis (sistema agroflorestal).

Será dada preferência às espécies com algum uso tradicional, contemplando as que possuem tanto porte herbáceo como arbustivo, arbóreo baixo e arbóreo alto. O povoamento da área pela vegetação plantada respeitará a seqüência de ocupação existente no processo de regeneração secundária, ou seja, primeiro desenvolvem-se as espécies herbáceas adaptadas ao pleno sol, as quais são gradativamente substituídas pelas arbustivas e pequenas árvores e, por último, as grandes árvores adaptadas à sombra formada pelas espécies já desenvolvidas.

O modelo é constituído pelo plantio de espécies com porte herbáceo nas entrelinhas de espécies arbustivas e pequenas árvores. No momento em que as espécies arbustivas e pequenas árvores recobrirem o terreno, formando uma condição de sombra inadequada para as espécies com porte herbáceo adaptadas ao sol, serão plantadas espécies de árvores de grande porte e adaptadas ao crescimento lento na sombra. As seguintes espécies são indicadas para a implantação de sistemas agroflorestais:

Espécies com porte herbáceo

Mandioca (*Manihot esculenta*)
Arroz (*Oryza sp*)
Feijão (*Phaseolus vulgaris*)
Milho (*Zea sp*)
Guandu (*Cajanus cajan*)
Abacaxi (*Ananas sp*)
Amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*)

Espécies arbustivas e pequenas árvores

Pimenta-do-reino (*Piper nigrum*)
Urucum (*Bixa orellana*)
Café (*Coffea sp*)
Guaraná (*Paullinia cupana*)
Cupuí (*Theobroma subincanum*)
Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)
Cacau (*Theobroma cacao*)
Graviola (*Annona sp*)
Cítricos (*itrus sp*)
Jambo (*Syzygium sp*)
Açaí (*Euterpe oleracea*)

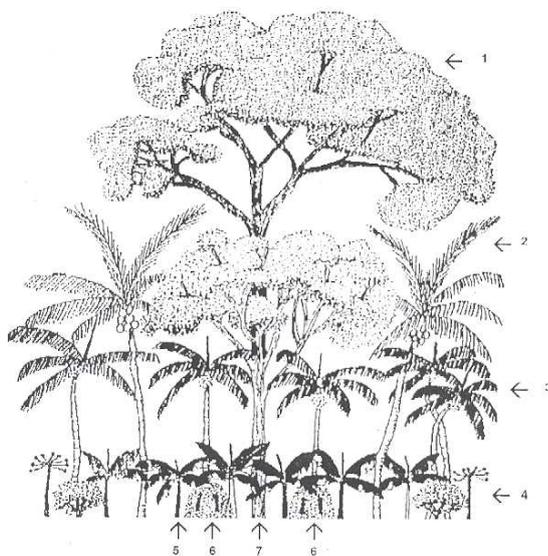
Pupunheira (*Bactris gasipaes*)
Mamoeiro (*Carica papaya*)
Bananeira (*Musa sp*)
Coqueiro (*Cocos nucifera*)
Caju (*Anacardium occidentale*)

Espécies de árvores de grande porte e adaptadas ao crescimento lento na sombra

Castanheira (*Bertholletia excelsa*)
Andiroba (*Carapa guianensis*)
Copaíba (*Copaifera langsdorffii*)
Jatobá (*Hymenaea courbaril*)
Seringueira (*Hevea brasiliensis*)
Cumarú (*Dipteryx odorata*)
Pau-rosa (*Aniba roseodora*)
Pequiá (*Caryocar villosum*)
Cajá (*Spondias mombin*)
Uxi (*Endopheura uchi*)
Murici (*Byrsonima basiloba*)
Abiu (*Lucuma caimito*)
Bacaba (*Oenocarpus bacaba*)
Buriti (*Mauritia flexuosa*)

Outras espécies úteis, como fornecedoras de frutos e óleos essenciais.

Esquema de plantio:



onde: 1 – castanheira
2 – coqueiro
3 – pupunheira
4 – mamoeiro
5 – bananeira
6 – cupuaçu
7 – seringueira

Nestes três modelos descritos acima poderá ser empregada adubação verde (guandu ou outras leguminosas) que, além de propiciar rápida cobertura e fertilização do solo, promove condições de sombreamento para as mudas do plantio.

- **Modelo IV:** Favorecimento da regeneração secundária

O favorecimento da regeneração secundária será realizado nas áreas que possuem alto poder de resiliência, que se encontram próximas a remanescentes de vegetação nativa, com a possibilidade de chegada de propágulos dispersos pelo vento ou, principalmente, pela fauna nativa.

Nestas áreas pode ser necessário intervenções mecânicas como a descompactação de solos, calagem, controle de espécies infestantes, além do isolamento por leiras, cercas e aceiros contra incêndios e adição de composto orgânico proveniente dos resíduos do desmatamento.

As áreas objeto deste método de recuperação serão freqüentemente percorridas com o intuito de avaliar a necessidade de novas intervenções, como por exemplo, um plantio de enriquecimento, ou até mesmo a alteração do método adotado, caso o processo de regeneração secundária não esteja se estabelecendo devidamente.

Nas áreas em que o processo de regeneração secundária já se iniciou naturalmente e que qualquer intervenção possa significar a degradação de uma vegetação já em estabelecimento, apenas será assegurada sua integridade, com a continuidade do processo e a proteção contra incêndios e depredação por terceiros. Estes locais também serão freqüentemente percorridos com o objetivo de avaliar a necessidade de novas intervenções, como um plantio de enriquecimento.

As áreas dentro de APP com cobertura florestal nativa não se encontram no escopo deste projeto, no entanto serão objeto de monitoramento, conforme previsto no Programa de Conservação da Flora, a fim de obter informações a respeito da situação das mesmas, seja seu crescimento e evolução ou sua reação às perturbações provocadas pelo empreendimento.

A distribuição de cada um destes modelos de recuperação ao longo da APP do reservatório será definida conforme o levantamento do uso atual do solo do entorno do reservatório e o zoneamento do PACUERA.

Isolamento das áreas a serem recuperadas

A implantação do projeto será iniciada com a demarcação e o isolamento das áreas destinadas à recuperação, com leiras de material lenhoso não aproveitável e, quando necessário, cercas de arame farpado ou de outro tipo, que evitem o acesso e o pastoreio pelo gado, caso haja esse risco. Esta medida visa reduzir eventuais quebras ou depredação das mudas pelo gado.

Como já anunciado, as leiras de material lenhoso serão constituídas por troncos tortuosos e galhadas provenientes do desmatamento do reservatório. Assim como as cercas, cujos mourões serão confeccionados com madeira do mesmo desmatamento.

Este isolamento não poderá impedir o acesso do gado aos cursos d'água, devendo prever áreas de dessedentação.

Também, como já apontado, será providenciada a construção de aceiros na face da área a ser recuperada voltada para locais em que o fogo é comumente utilizado como método de reforma de pastagens ou eliminação da vegetação nativa. Os aceiros deverão conter, no mínimo, 4 a 5 metros de largura. Como forma de dificultar o avanço do fogo, entre o aceiro e a área a ser recuperada, poderão ser plantadas espécies vegetais que tem a capacidade de armazenar água ou resistentes ao fogo (por exemplo, mangueira). O empreendedor deverá manter uma brigada de incêndio treinada para conter qualquer foco que coloque em risco as áreas a serem recuperadas.

Limpeza prévia e roçada seletiva

Esta atividade será realizada preferencialmente nas áreas de plantio, porém, também poderá ser adotada nas áreas em regeneração, quando identificadas situações em que as espécies infestantes estão impedindo o estabelecimento da vegetação nativa.

Após as medidas iniciais, as plantas já estabelecidas na regeneração natural serão preservadas e incorporadas aos plantios, respeitando-se os padrões de densidade e diversidade propostos, ou à própria vegetação em regeneração. Esta medida visa acelerar a recuperação da área.

Desta forma, as equipes responsáveis pelo serviço de roçada deverão ser treinadas para identificar os indivíduos arbustivos e arbóreos existentes a serem preservados.

Antes do plantio, as áreas serão limpas, removendo-se qualquer lixo, entulho e restos de obra que exista. Após esta limpeza será realizado o controle das espécies exóticas infestantes ou nativas em desequilíbrio, que possam competir com as mudas a serem plantadas. Isto vale também para as áreas a terem favorecida a regeneração secundária da vegetação nativa.

Após a identificação dos arbustos e jovens árvores, será realizada a roçada seletiva das áreas de intervenção, de maneira a desenraizar herbáceas infestantes que possam competir com as mudas que serão plantadas e regularizar o terreno para o plantio. Este trabalho será feito por meio de capina com roçadeiras costais semi-mecanizadas ou de trator. O material vegetal resultante deverá ser deixado na própria área de intervenção para decomposição e incorporação da camada orgânica do solo.

Preparo do solo

Nos locais em que o substrato se mostra excessivamente compactado serão realizados trabalhos de descompactação do horizonte superficial (20 a 30 cm) com a gradagem do solo. Caso a compactação não esteja excessiva, poderá ser realizada a descompactação somente na cova de plantio.

A calagem do solo deverá ser feita, no mínimo, 40 dias antes do plantio e da adubação, concomitante à descompactação do horizonte superficial. Porém, caso isso não seja cumprido, nas áreas de plantio de mudas poderá ser realizada no momento de abertura e preparação das covas. A aplicação deverá ser feita a lanço, em área total ou, nos casos em que isso não for possível, em cada cova de plantio.

As quantidades de calcário somente deverão ser indicadas a partir da análise físico-química específica do solo ou substrato. Usualmente não se aplica mais que 2 toneladas de calcário por hectare.

Abertura e preparação das covas

As covas de plantio deverão ter no mínimo 30 cm de diâmetro por 30 cm de profundidade; caso o solo da área seja muito raso, pedregoso ou seco, as dimensões da cova podem ser de até 60 cm de diâmetro por 60 cm de profundidade. Poderão ser abertas manualmente, com uso de ferramentas ou broca-motorizada, ou com broca acoplada no trator. Assim que abertas, será misturada à terra retirada a quantidade de calcário calculada, caso não tenha sido realizada anteriormente, devendo-se fechá-la novamente, sem compactar a terra. Deve-se fixar um tutor de bambu ou material equivalente junto à borda da cova. Em seguida, a área da cova será coberta com uma camada de composto orgânico ou serragem e ficará disponível para plantio tão logo sejam terminados os trabalhos de preparação no setor.

Adubação

Será recomendada, preliminarmente, a aplicação por cova e misturada com a terra de superfície, de 60 gramas de nitrogênio (N), 80 gramas de fósforo (P_2O_5) e 60 gramas de potássio (K_2O). Sendo que 100 % do P_2O_5 e 50 % do N e do K_2O deverão ser aplicados por ocasião do plantio das mudas nas covas. O restante do N e do K_2O deverá ser aplicado em 2 vezes, entre 3 e 6 meses após o plantio.

Para fornecer estas quantidades de nutrientes, sugere-se a aplicação por muda de 120 gramas da formulação NPK 15-15-15 mais 170 gramas de Superfosfato Simples (SPS) no plantio; e duas aplicações por muda de 45 gramas da formulação NPK 20-00-20 após 3 e 6 meses do plantio.

Para adubação de manutenção deverá ser aplicado, por muda, 50 gramas da formulação NPK 10-10-10, duas vezes ao ano e por um período de 3 anos. Ressalta-se que a adubação poderá ser química ou orgânica.

As aplicações das adubações não devem coincidir com os períodos de intensas chuvas e nem quando os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

A adubação poderá ser complementada com o plantio de espécies forrageiras nas entrelinhas das mudas (adubação verde) que, além de propiciar rápida cobertura e fertilização do solo, promove condições de sombreamento para as mudas do plantio.

Viveiro de mudas

Os viveiros de produção de mudas, de responsabilidade do empreendedor, estão detalhados no **Anexo II**. Estes receberão as sementes coletadas de matrizes provenientes das áreas desmatadas para o reservatório ou seu entorno, durante as atividades previstas no Programa de Desmatamento, integrante do PBA do empreendimento.

Suas dimensões serão definidas com base na produção ou quantidade de mudas necessárias para atender os plantios nas áreas a serem recuperadas, conforme o cronograma específico e prazo de atendimento das condicionantes estabelecidas pelo órgão licenciador.

Seleção das mudas e viveiro de espera

As mudas utilizadas no plantio deverão ter altura mínima de 20 cm e serão provenientes dos viveiros próprios, o que aumenta as possibilidades de utilização de material genético compatível.

Além do tamanho, também será observada a qualidade das mudas, descartando-se a utilização de plantas doentes ou mal-formadas.

Após o transporte das mudas dos viveiros até a área de plantio, as mesmas serão dispostas em viveiros de espera, ficando estocadas sob instalações adequadas e onde terá início o processo de rustificação para o posterior plantio.

As atividades de monitoramento das mudas no viveiro de espera incluirão o controle de pragas, irrigação, regulação do grau de insolação (sombrite) e podas.

Os viveiros de espera são instalações de caráter provisório, que poderá ser desmontada depois de sua utilização.

Plantio das mudas

As mudas serão plantadas de acordo com a proporção e densidade de plantio previstas. Após a abertura das covas, os lotes de mudas previamente arrumados em travessas de acordo com a mixagem especificada, de modo que não ocorram duas mudas da mesma espécie lado a lado, serão levados a campo para o plantio propriamente dito.

O plantio será condicionado às condições meteorológicas da época em que for realizado, devendo ser realizado preferencialmente durante ou imediatamente após dias chuvosos, admitindo-se a solução técnica da irrigação quando houver necessidade e possibilidade.

No ato do plantio se procederá à retirada completa da embalagem (saquinho ou tubete) que envolve a muda, procurando-se evitar o destorroamento ou que a muda fique com a raiz exposta. Caso as raízes tenham crescido demais dentro do vasilhame e se enrolado ao redor do torrão, elas serão podadas rentes a este, o que proporcionará um melhor desenvolvimento estrutural da muda. Se o enovelamento for freqüente nos lotes de mudas estes lotes deverão ser trocados por lotes de mudas menores, tendo em vista que o enovelamento das raízes prejudica fortemente o desenvolvimento das mudas.

Preparada, a muda será colocada na cova sobre uma pequena porção de terra já misturada ao adubo químico. A seguir juntar-se-á a terra ao redor da mesma, tomando-se o cuidado para que a muda fique firme na cova. O colo da muda, ao final do plantio, deverá estar rente à superfície do solo, ficando o torrão original da muda coberto com uma pequena camada de terra.

O excesso da terra retirado da cova, agora ocupada com a muda, será espalhado num raio de aproximadamente 30 cm formando uma bacia e propiciando, assim, o maior armazenamento das águas das chuvas.

O tutoramento das mudas será efetuado com estacas de bambu de cerca de 1,5 metro de comprimento, dos quais 50 cm devem ser fincados no terreno para evitar quebra do tronco ou mau desenvolvimento causados pelo vento ou chuvas intensas, além de uma melhor visualização das mudas nos trabalhos de roçada. A amarração da muda ao tutor será feita com fios de sisal, em forma de um “oito” amarrado no tutor e livre no caule da muda.

As mudas com copas exageradamente desenvolvidas serão podadas imediatamente após o plantio, de forma a direcionar o desenvolvimento estrutural da parte aérea e diminuir a perda de água por transpiração, até que as raízes garantam a absorção ideal.

Recobrimento com composto orgânico

Após o plantio, poderá ser adicionada uma camada de composto orgânico ou serragem curtida de 5 a 10 cm de espessura em cada muda. Esta camada permitirá uma regulação da temperatura e umidade do solo na coroa da muda, além de fornecer nutrientes durante a sua decomposição, estimulando seu crescimento. O composto orgânico utilizado poderá ser originário do material lenhoso decomposto ou da picotagem dos resíduos vegetais provenientes do desmatamento do reservatório.

Posteriormente, o material vegetal proveniente das capinas para controle das espécies infestantes será disposto sobre o terreno e as coroas das mudas.

Controle de formigas cortadeiras

Será realizado um plano de monitoramento da população de formigas e, eventualmente, caso necessário, um controle através da utilização de iscas granuladas, com certificação do IBAMA.

Este plano de controle abrangerá todas as áreas em recuperação e olheiros localizados no entorno, tendo início pelo menos dois meses antes do plantio das mudas, se estendendo até o terceiro ano após o plantio, quando as mudas já terão porte suficiente para suportar eventuais desfolhamentos.

Monitoramento e manutenção do plantio

Durante os dois primeiros anos após o plantio poderá ser realizada poda de formação nas mudas, isto é, serão podados os brotos ladrões e os galhos exageradamente alongados. O desenvolvimento das mudas e o índice de sobrevivência serão avaliados através das atividades de monitoramento.

O monitoramento das formigas, pragas, trepadeiras e ervas daninhas e a substituição das mudas mortas serão atividades permanentes de manutenção e monitoramento das áreas de plantio em processo de consolidação.

Caso a taxa de mortalidade em determinada área ou de determinada espécie ultrapasse 10 % das mudas plantadas nos primeiros 60 dias após o plantio, deverá ser feita a avaliação das causas desta mortalidade, seguida de correção, se possível, dos fatores que levaram a tal mortalidade. Neste caso, será feita a determinação das espécies que apresentaram menor mortalidade naquela situação específica, seguida de repasses de plantio, em que serão empregadas exclusivamente as espécies mais bem adaptadas.

Ao longo dos três primeiros anos do plantio, serão realizados no mínimo três capinas ou coroamentos anuais, sempre que ocorrer reinfestação das áreas trabalhadas por gramíneas ou outras espécies daninhas, com cuidado redobrado para não atingir as mudas implantadas ou regeneradas pelos propágulos oriundos do próprio banco de sementes ou da “chuva” de sementes promovida por espécies das matas próximas aos plantios. Como já descrito, este material vegetal proveniente das capinas será disposto no terreno e nas coroas das mudas. As entrelinhas deverão ser mantidas vegetadas e baixas. Depois que os locais apresentarem maior sombreamento, a infestação por estas espécies infestantes e daninhas tende a diminuir.

Nas áreas em que será realizada a condução da regeneração secundária da vegetação nativa será avaliada a necessidade de intervenções como, por exemplo, um plantio de enriquecimento, ou até mesmo a alteração do método adotado, caso o processo de regeneração secundária não esteja se estabelecendo devidamente.

ANEXO V

**ÁREA A SER ALAGADA E FUTURA ÁREA DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE PROPOSTA PARA O AHE SANTO ANTÔNIO,
PORTO VELHO, RO**

- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

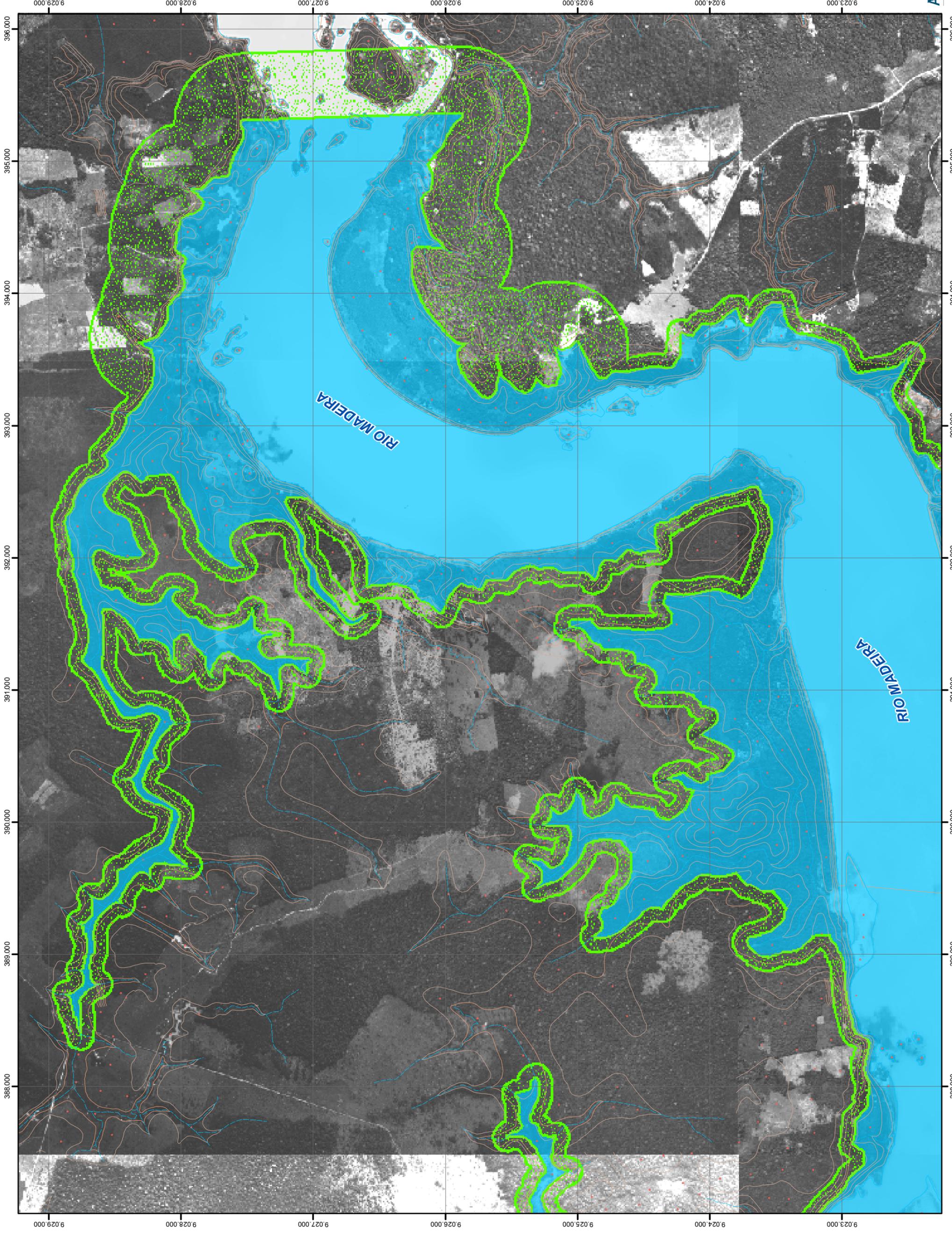
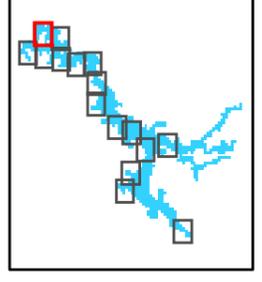


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

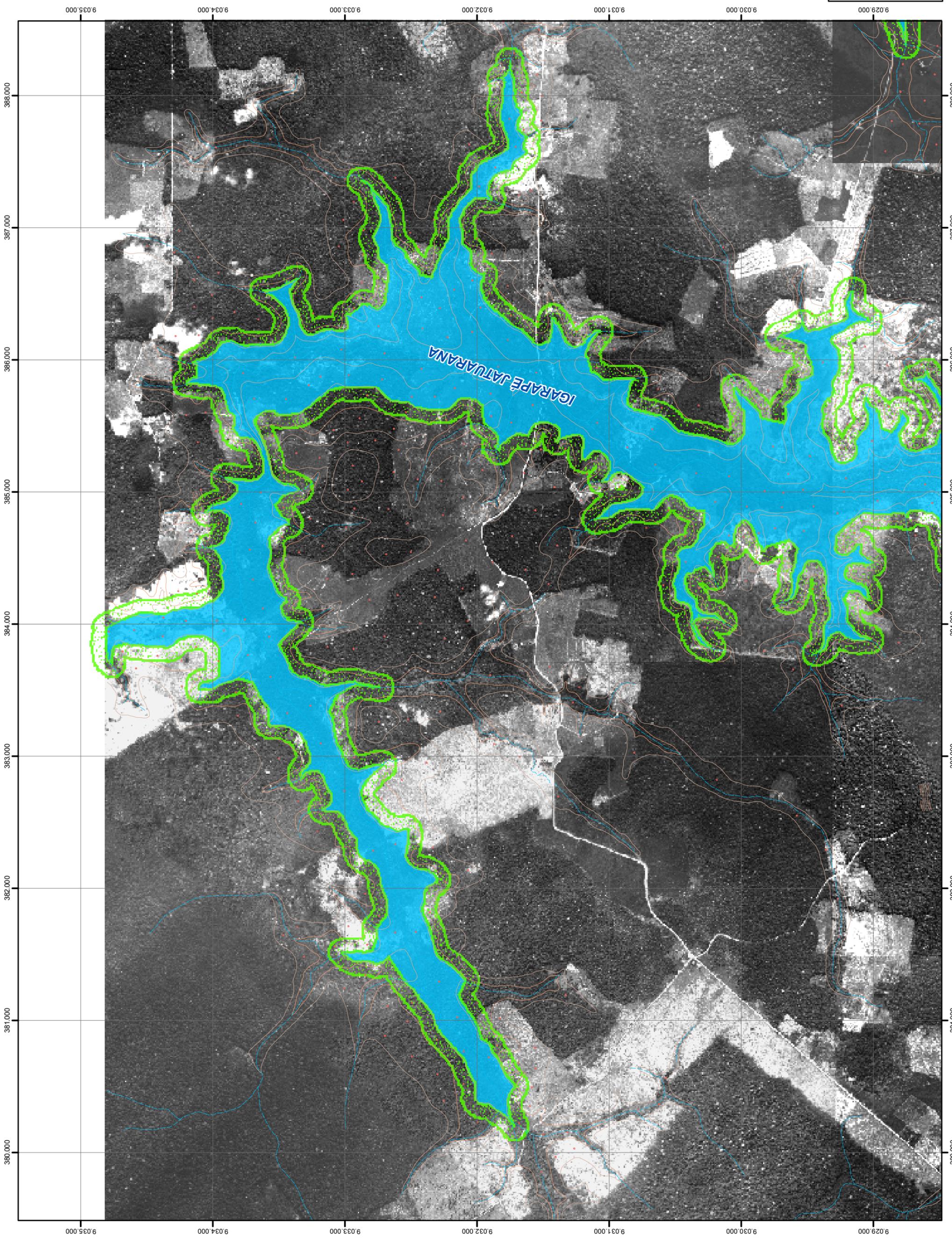
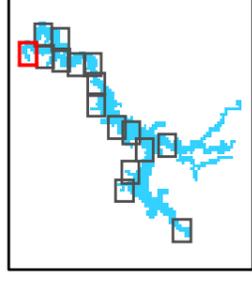
Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 1



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - APP Proposta
 - Reservatório AHE São Antonio

FOTO 2



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

9.028.000 9.027.000 9.026.000 9.025.000 9.024.000 9.023.000 9.022.000

387.000 386.000 385.000 384.000 383.000 382.000 381.000 380.000 379.000

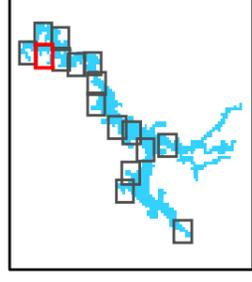


1:25.000

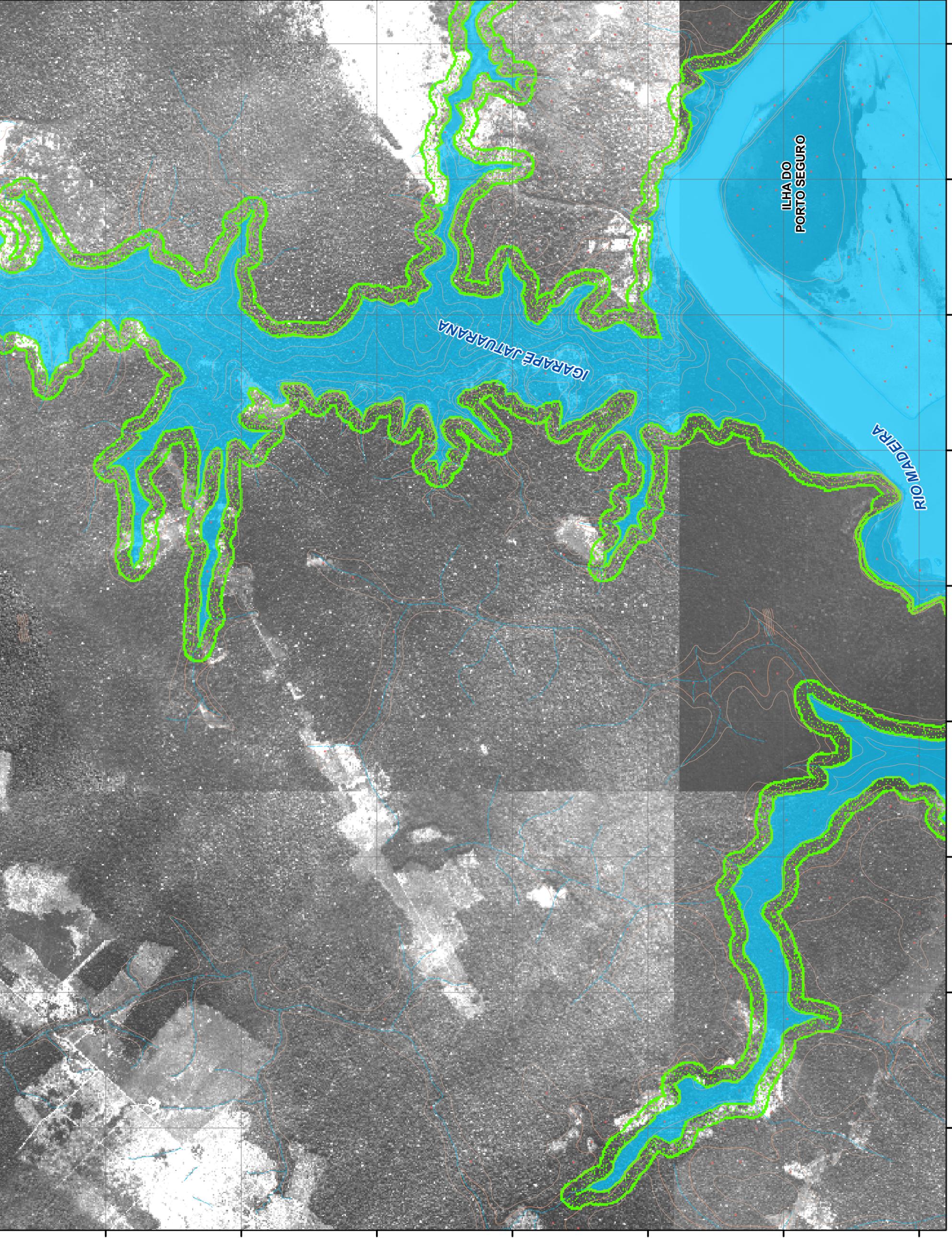
Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 3



ARCADIS TETRAPLAN



IGARAPÉ JATURARANA

ILHA DO PORTO SEGURO

RIO MADEIRA

9.028.000 9.027.000 9.026.000 9.025.000 9.024.000 9.023.000 9.022.000

387.000 386.000 385.000 384.000 383.000 382.000 381.000 380.000 379.000

387.000 386.000 385.000 384.000 383.000 382.000 381.000 380.000 379.000

- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

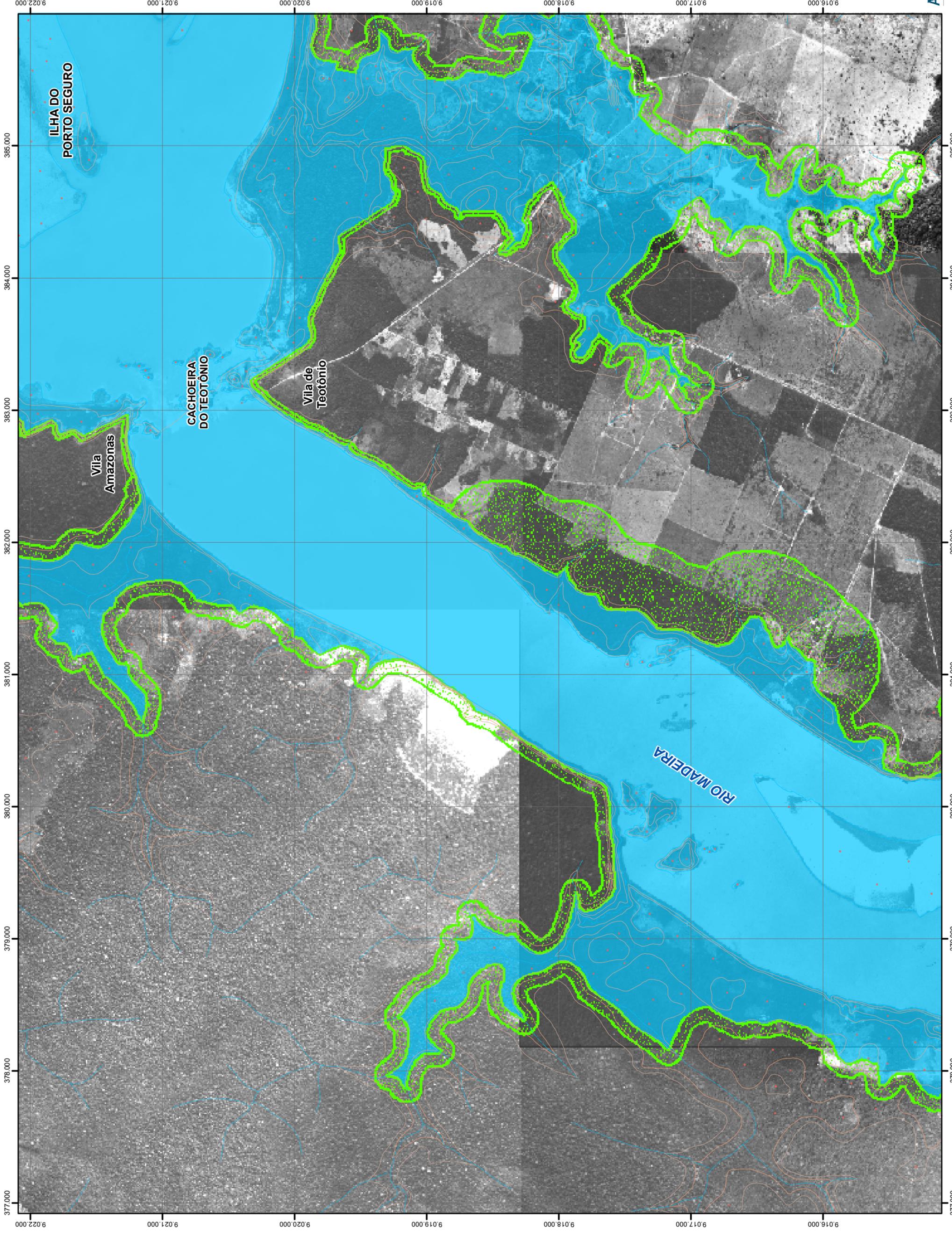
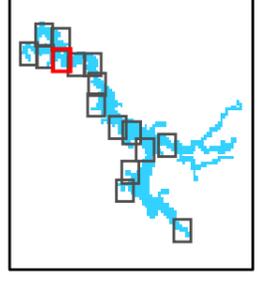


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 4



Legenda

- Restituição
- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Ponto Cotado
- Hidrografia Intermitente
- Hidrografia Perene
- APP Proposta

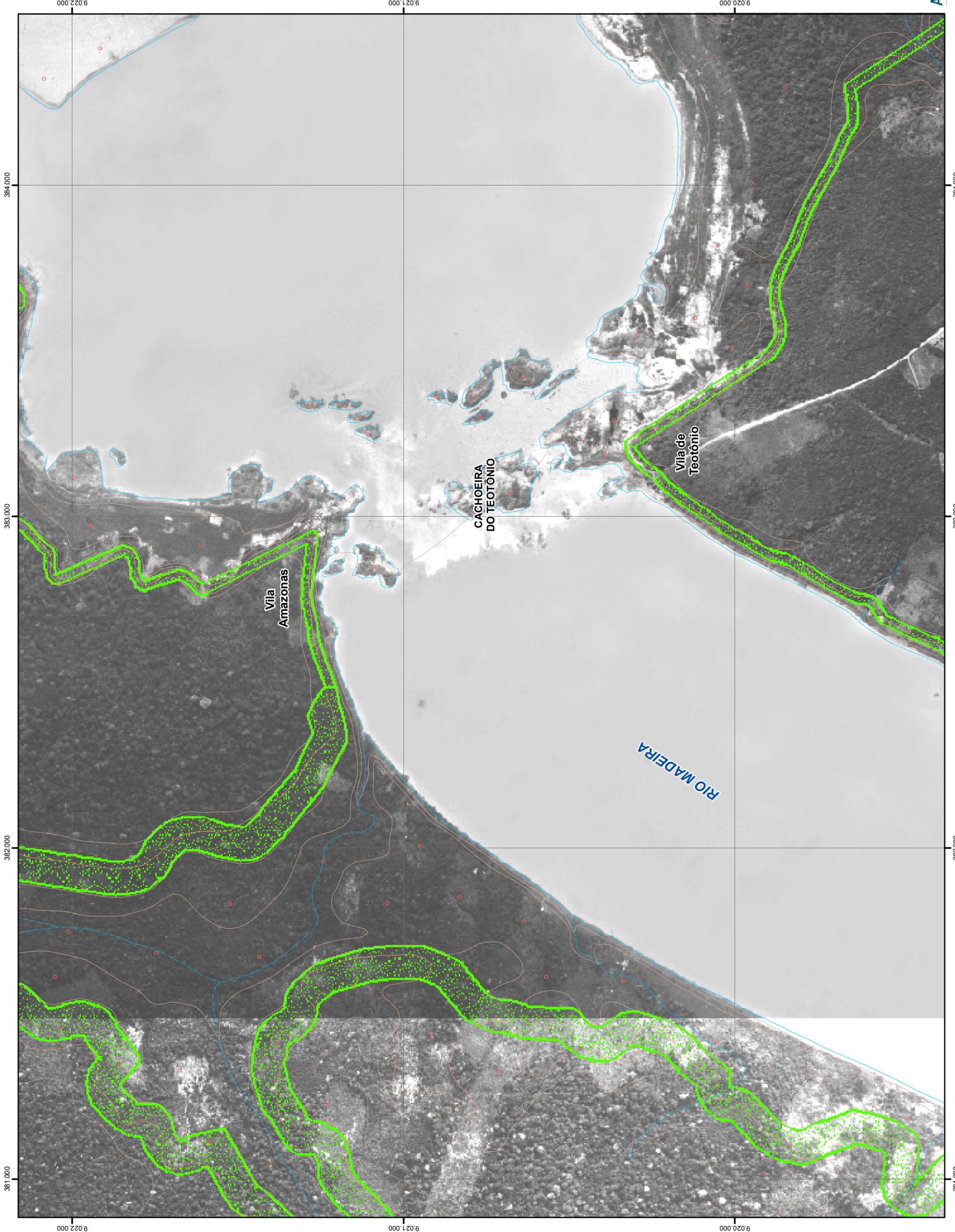
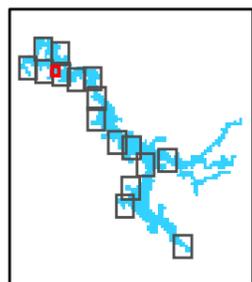


1:10.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 4a



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

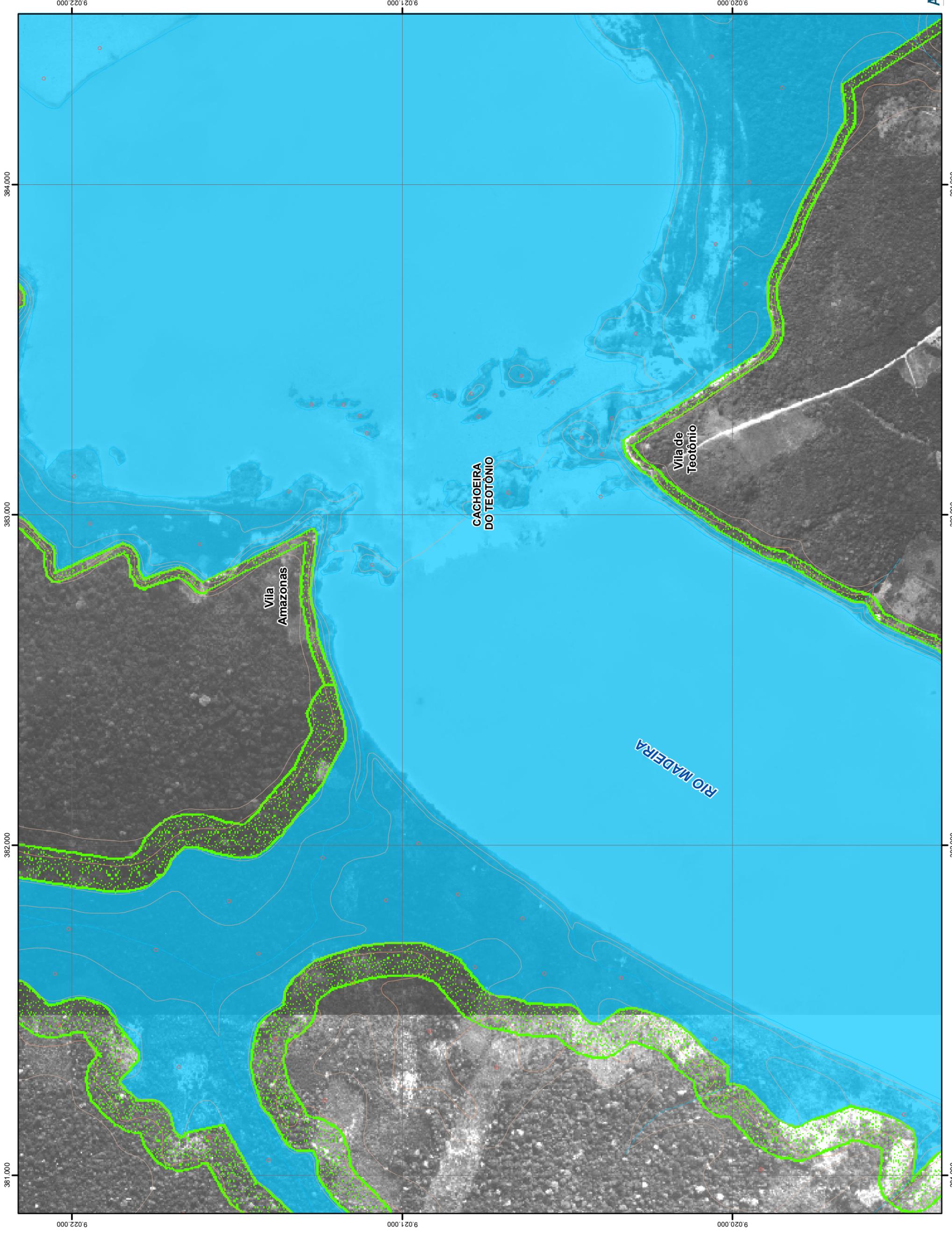
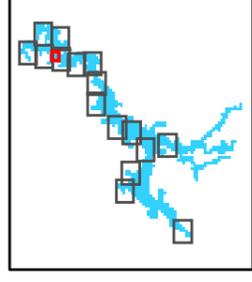


1:10.000

Projeção Universal
 Transversa de Mercator
 Fuso: 20 S
 Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
 PCE Engenharia, 2008
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 4a



- Legenda**
- Restituição**
- Curva Intermediária
 - Curva Mestra
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

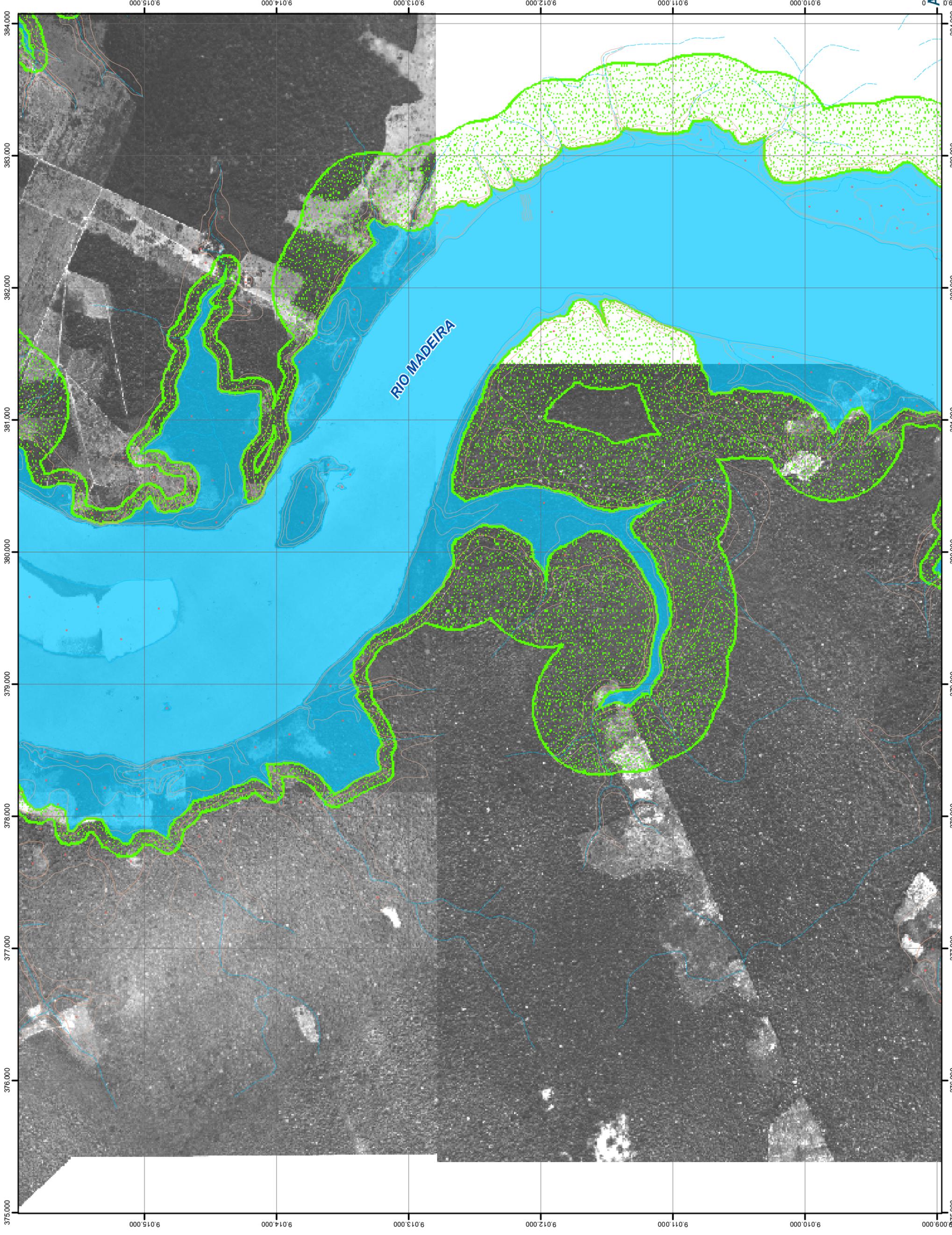
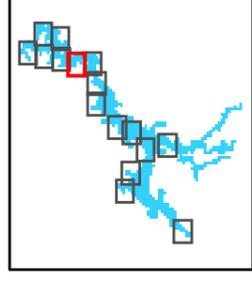


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 5



- Legenda**
- Restituição**
- Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

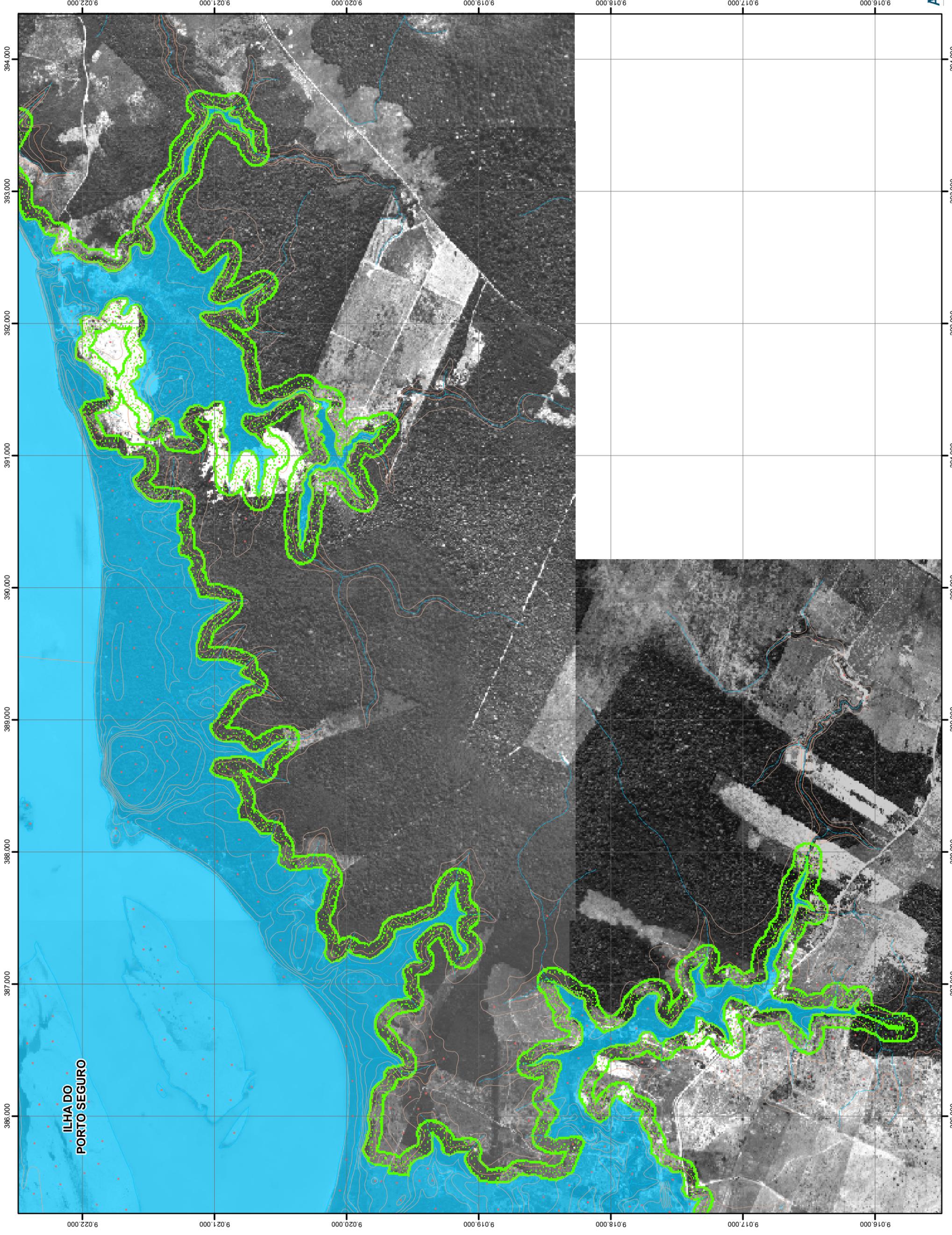
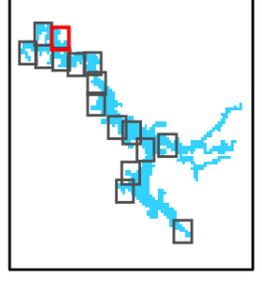


1:25.000

Projeção Universal
 Transversa de Mercator
 Fuso: 20 S
 Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
 PCE Engenharia, 2008
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 6



**ILHA DO
 PORTO SEGURO**

394.000
393.000
392.000
391.000
390.000
389.000
388.000
387.000
386.000

394.000
393.000
392.000
391.000
390.000
389.000
388.000
387.000
386.000

9.022.000 9.021.000 9.020.000 9.019.000 9.018.000 9.017.000 9.016.000

9.022.000 9.021.000 9.020.000 9.019.000 9.018.000 9.017.000 9.016.000

- Legenda**
- Restituição**
- Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

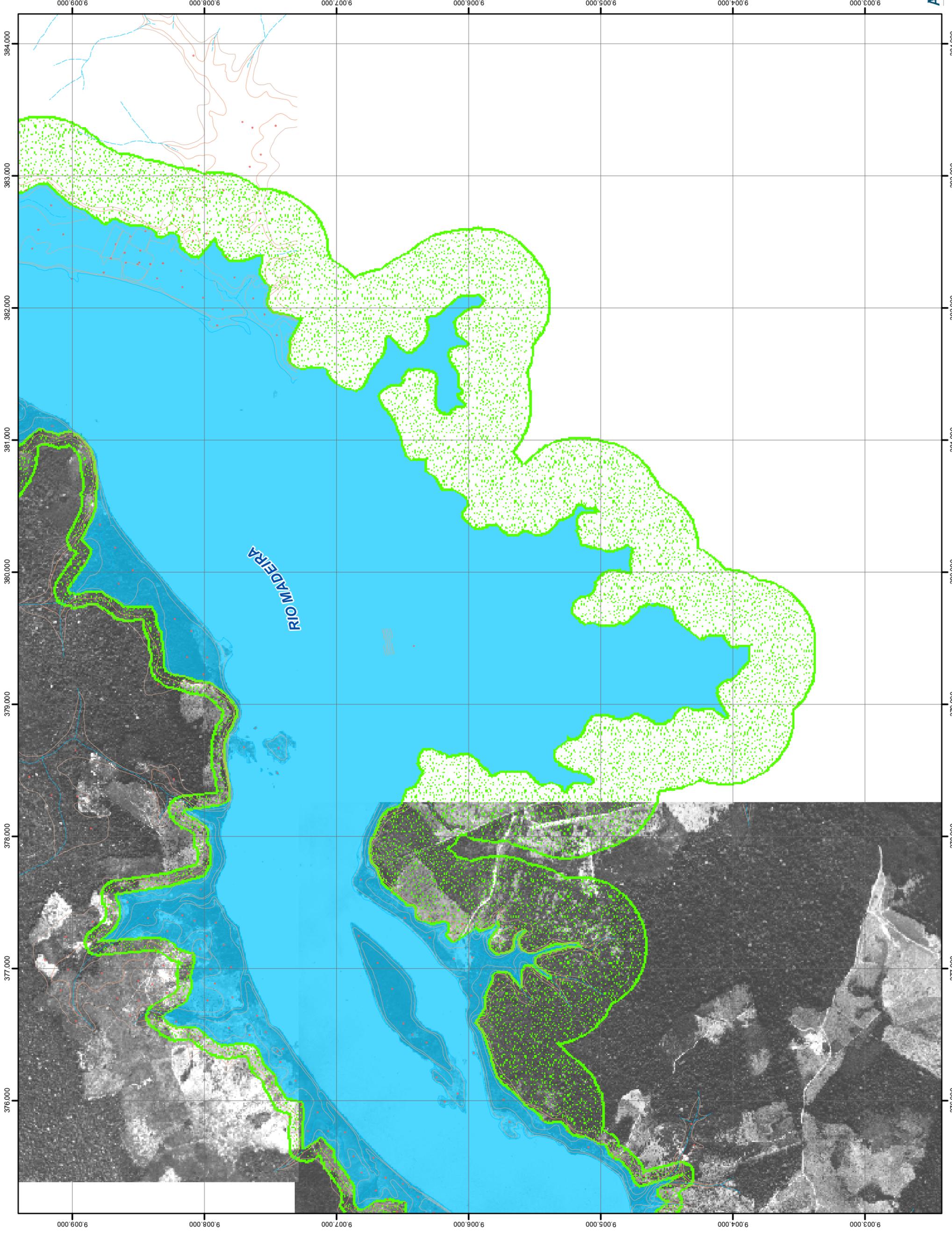
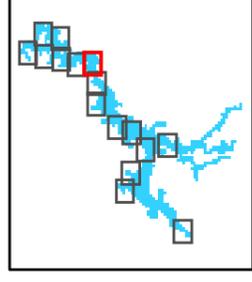


1:25.000

Projeção Universal
 Transversa de Mercator
 Fuso: 20 S
 Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
 PCE Engenharia, 2008
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 7



- Legenda**
- Restituição**
- Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

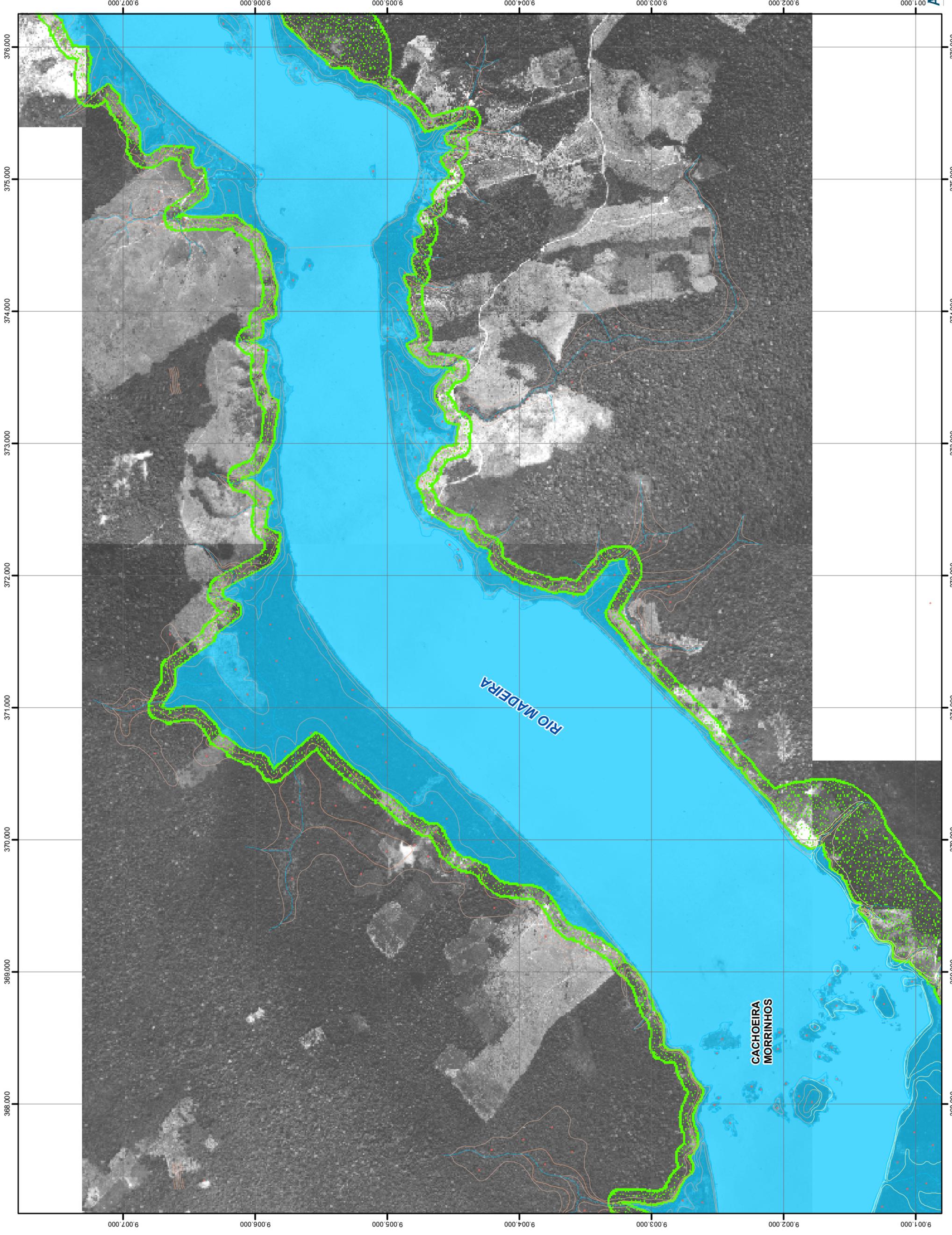
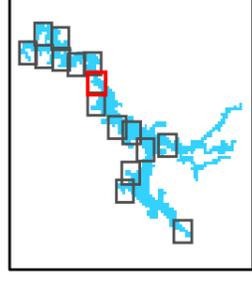


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 8



Legenda

- Restituição
- Curva Intermediária
- Curva Mestre
- Ponto Cotado
- Hidrografia Intermitente
- Hidrografia Perene
- Reservatório AHE Sto Antonio
- APP Proposta

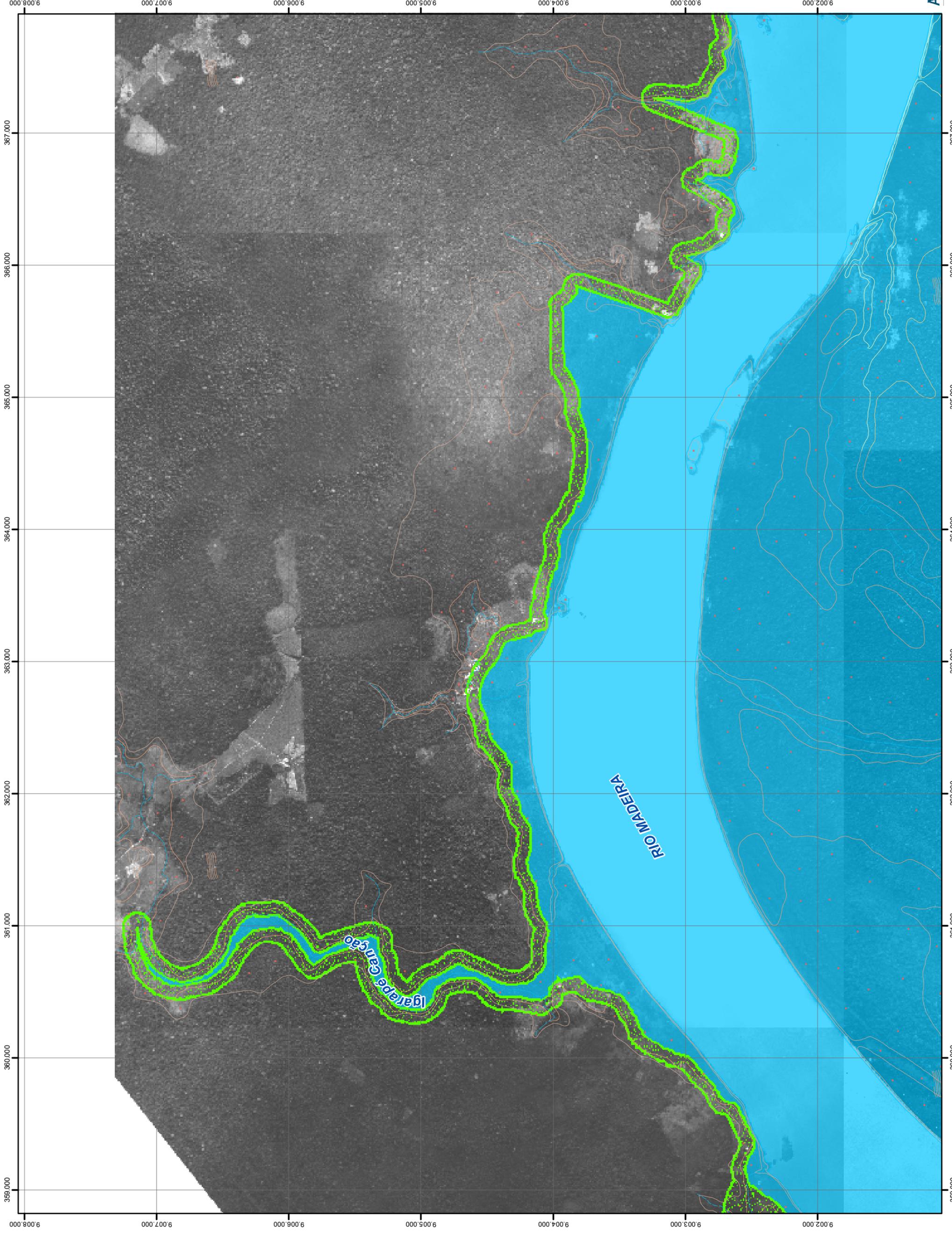
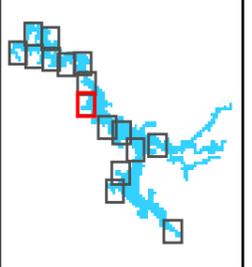


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 9



- Legenda**
- Restituição**
- Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

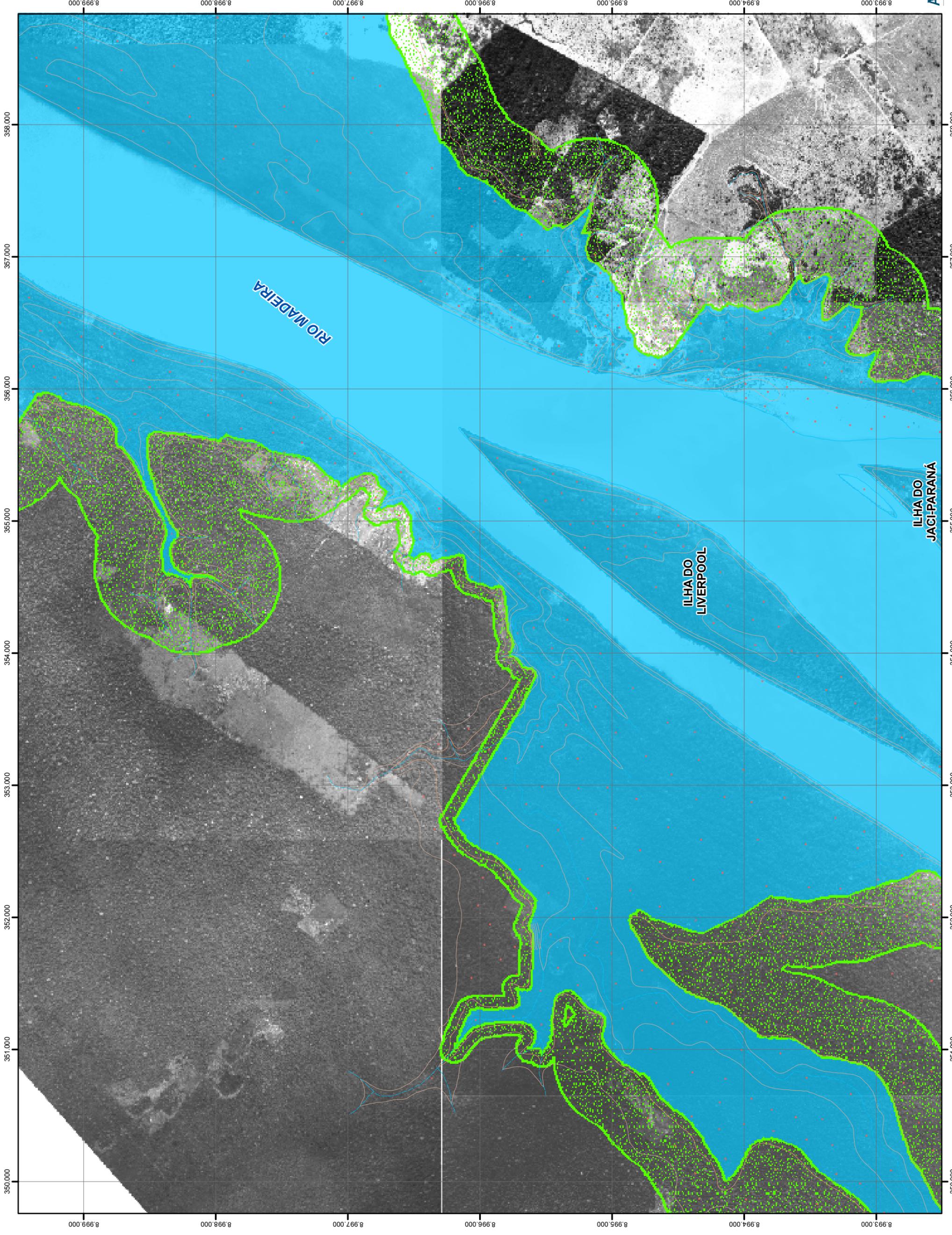
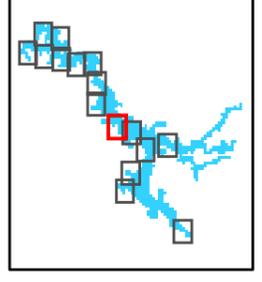


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 10



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

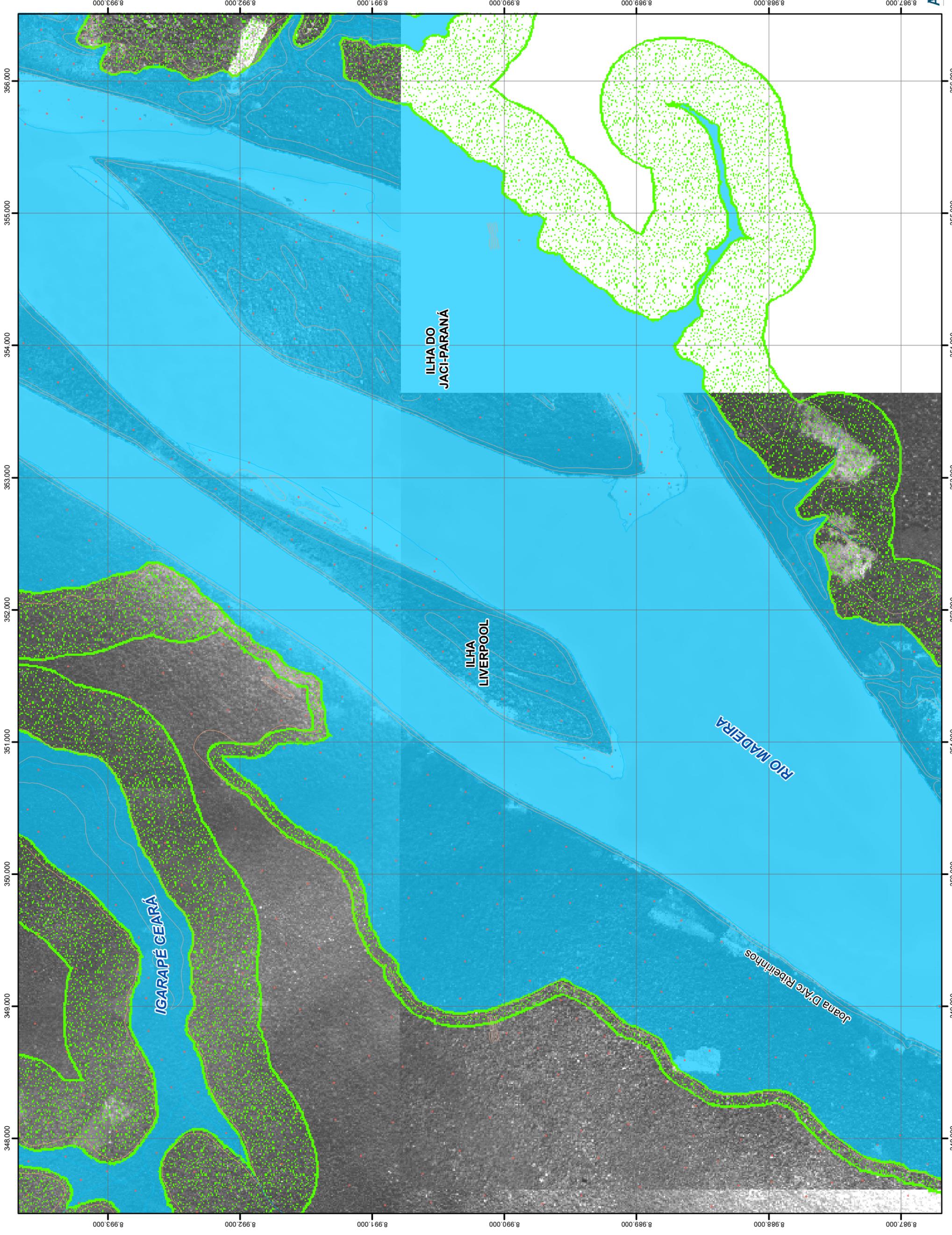
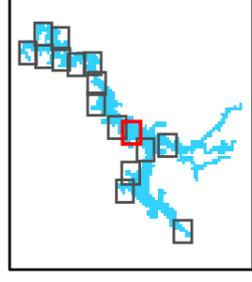


1:25.000

Projeção Universal
 Transversa de Mercator
 Fuso: 20 S
 Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
 PCE Engenharia, 2008
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 11



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

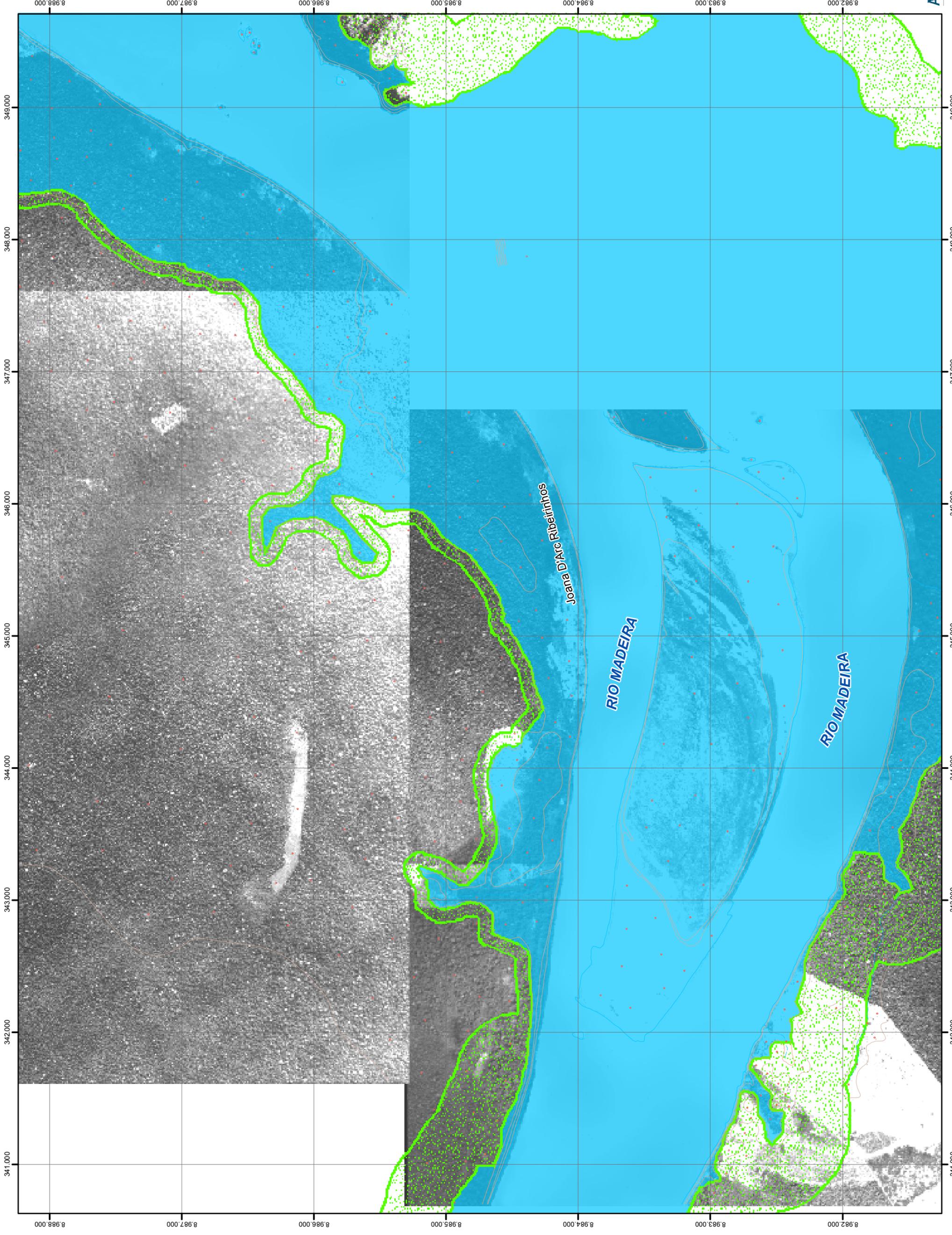
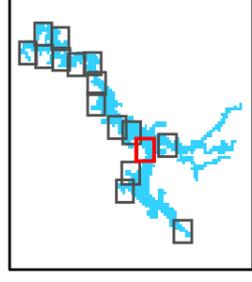


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 12



- Legenda**
- Restituição**
- Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

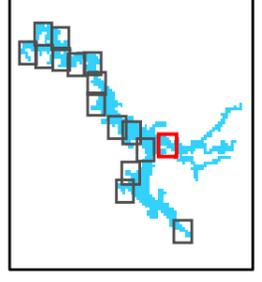


1:25.000

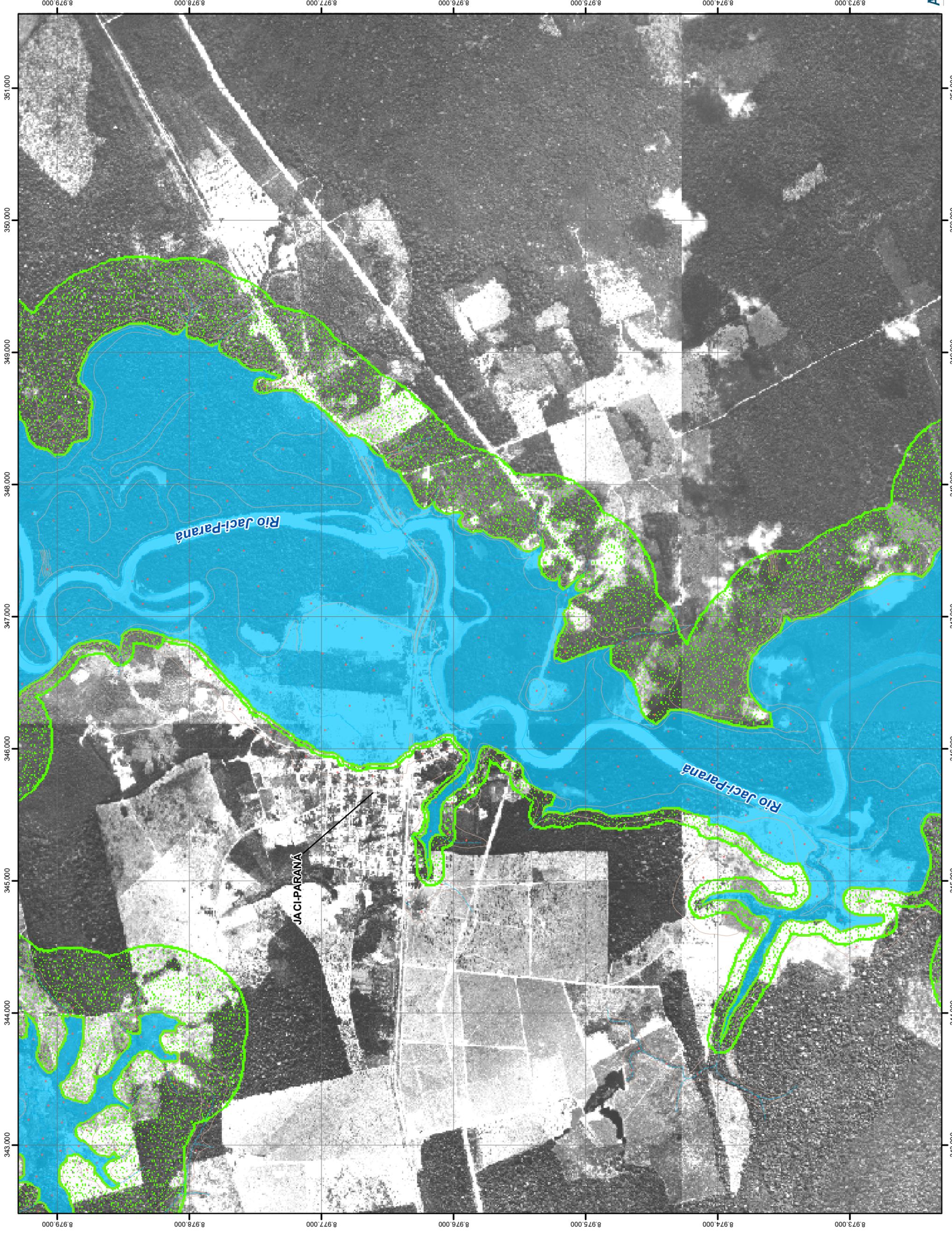
Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 13



ARCADIS TETRAPLAN



Rio Jaci-Paraná

Rio Jaci-Paraná

JACI-PARANÁ

8.979.000 8.978.000 8.977.000 8.976.000 8.975.000 8.974.000 8.973.000

351.000 350.000 349.000 348.000 347.000 346.000 345.000 344.000 343.000

8.979.000 8.978.000 8.977.000 8.976.000 8.975.000 8.974.000 8.973.000

- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

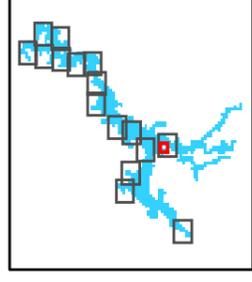


1:10.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 13a



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

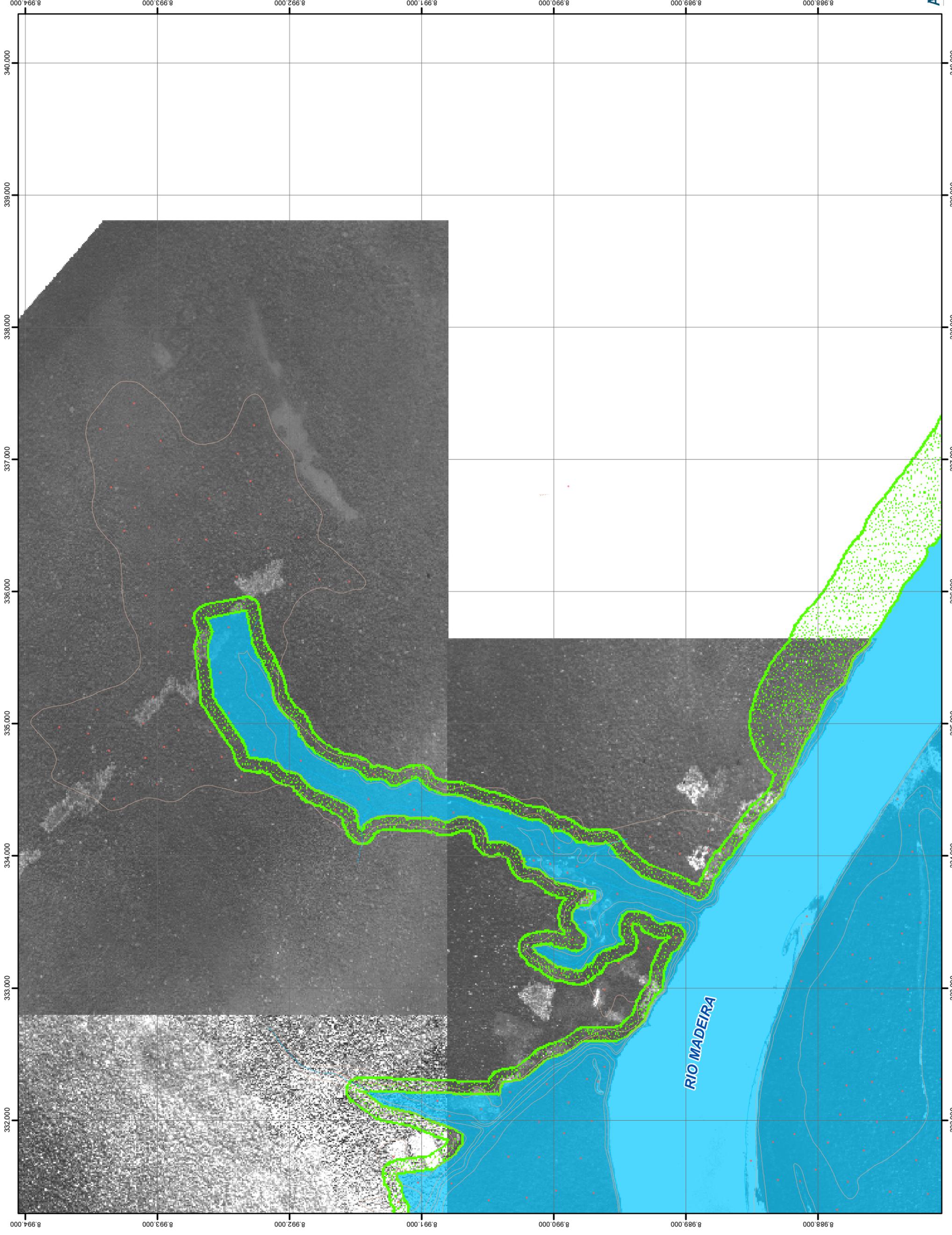
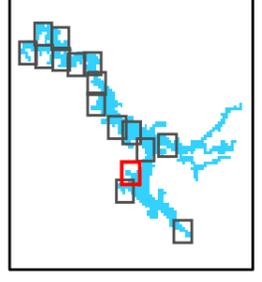


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 14



Legenda

- Restituição
- Curva Intermediária
- Curva Mestre
- Ponto Cotado
- Hidrografia Intermitente
- Hidrografia Perene
- Reservatório AHE Sto Antonio
- APP Proposta

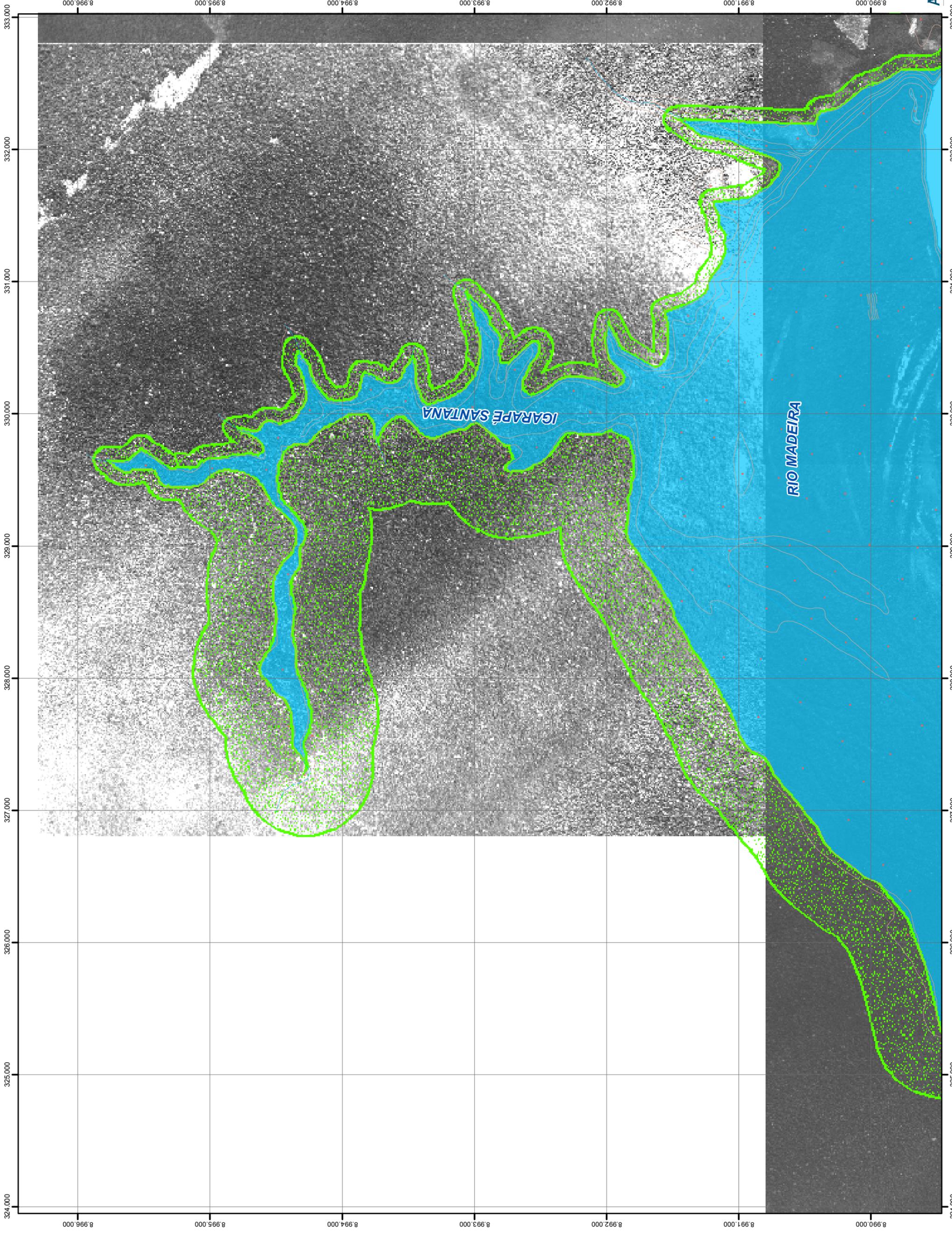
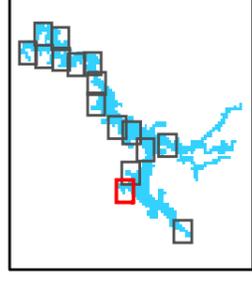


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 15



- Legenda**
- Restituição
 - Curva Intermediária
 - Curva Mestre
 - Ponto Cotado
 - Hidrografia Intermitente
 - Hidrografia Perene
 - Reservatório AHE Sto Antonio
 - APP Proposta

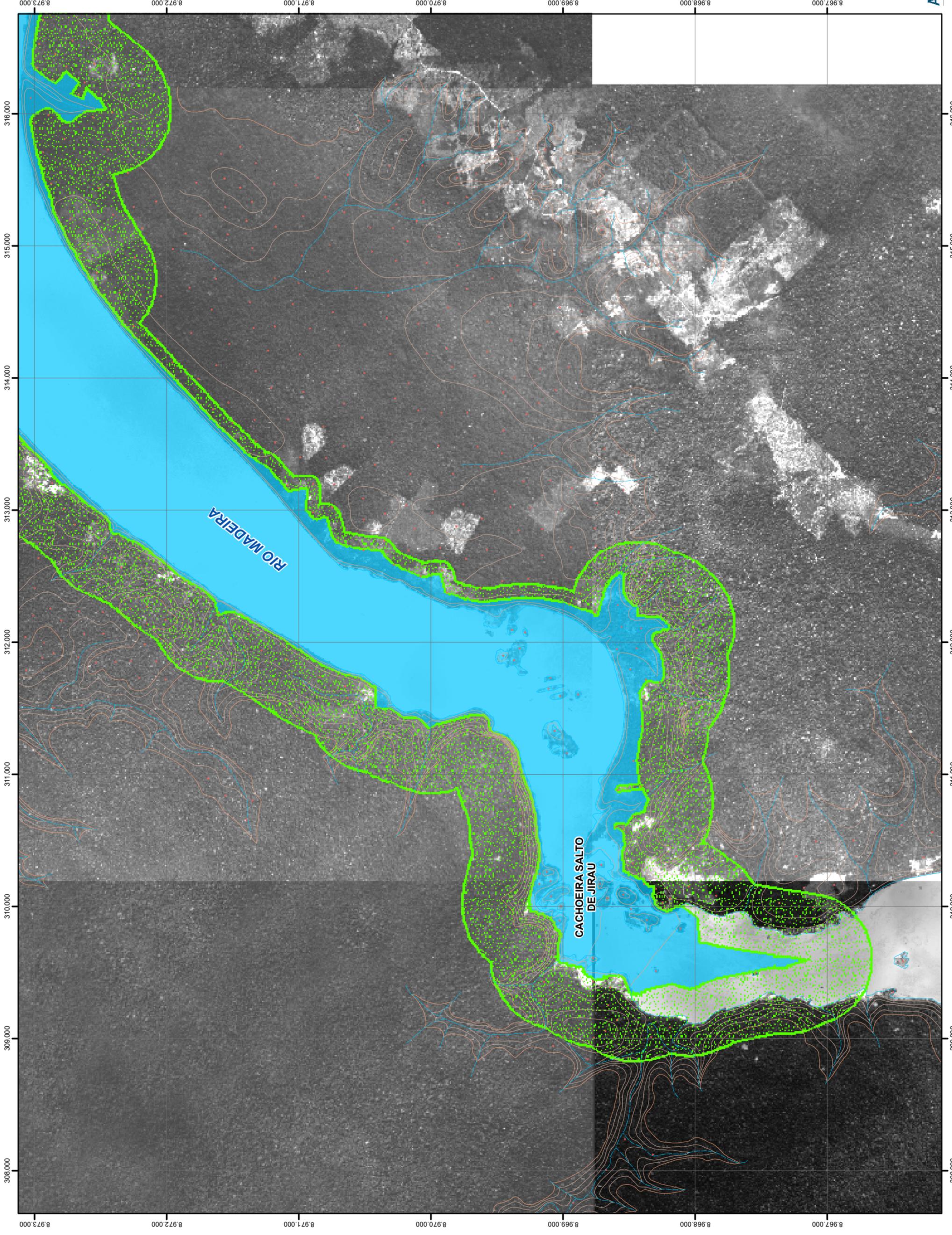
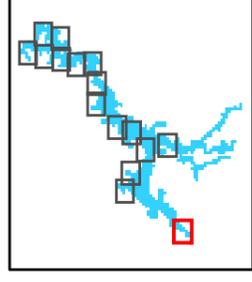


1:25.000

Projeção Universal
Transversa de Mercator
Fuso: 20 S
Datum horizontal: SAD-69

Fontes:
PCE Engenharia, 2008
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2008

FOTO 16



ANEXO VI
LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PROPOSTAS PARA O
PLANTIO

Lista de espécies arbóreas nativas propostas para o plantio

Grupo ecológico de espécies florestais nativas

Nome científico	Nome popular	Grupo ecológico
<i>Alibertia sessilis</i>	Marmelada	Não Pioneira
<i>Anacardium giganteum</i>	Cajueiro	Não Pioneira
<i>Anacardium spruceanum</i>	Cajuí	Não Pioneira
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Garapeira	Não Pioneira
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Peroba rosa	Não Pioneira
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Peroba mica	Não Pioneira
<i>Aspidosperma sp.</i>	Guarantã	Não Pioneira
<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	Murumuruí	Não Pioneira
<i>Bactris riparia</i>	Tucumã	Não Pioneira
<i>Bertholletia excelsa</i>	Castanheira	Não Pioneira
<i>Bowdichia nitida</i>	Sucupira preta	Não Pioneira
<i>Brosimum galactodendron</i>	Sorveira	Não Pioneira
<i>Brosimum sp.</i>	Leiteiro	Não Pioneira
<i>Buchenavia grandis</i>	Mirindiba	Não Pioneira
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi	Não Pioneira
<i>Capirona huberiana</i>	Escorrega macaco	Não Pioneira
<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	Não Pioneira
<i>Cariniana legalis</i>	Jequitibá	Não Pioneira
<i>Cariniana micrantha</i>	Tuari	Não Pioneira
<i>Caryocar glabrum</i>	Pequiá	Não Pioneira
<i>Caryocar villosum</i>	Pequi	Não Pioneira
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Cedrorana, Cedro-alagoano	Não Pioneira
<i>Ceiba pentandra</i>	Sumaúma	Não Pioneira
<i>Cenostigma tocantinum</i>	Pau preto	Não Pioneira
<i>Coccoloba sp.</i>	Cocoloba	Não Pioneira
<i>Copaifera multijuga</i>	Copaíba	Não Pioneira
<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim pedra	Não Pioneira
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumbarú, Champanhe	Não Pioneira
<i>Endlicheria sericea</i>	Tamanqueira	Não Pioneira
<i>Enterolobium maximum</i>	Tamboril	Não Pioneira
<i>Erisma uncinatum</i>	Cedrinho	Não Pioneira
<i>Eschweilera carinata</i>	Mata matá	Não Pioneira
<i>Eschweilera coriacea</i>	Mata matá	Não Pioneira
<i>Eugenia protenta</i>	Canela de cutia	Não Pioneira
<i>Eugenia sp1</i>	Goiabinha	Não Pioneira
<i>Eugenia sp2</i>	Vermelhinho	Não Pioneira

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

Nome científico	Nome popular	Grupo ecológico
<i>Euterpe oleracea</i>	Açaí	Não Pioneira
<i>Ficus sp.</i>	Figueira	Não Pioneira
<i>Garcinia madruno</i>	Bacupari	Não Pioneira
<i>Guarea silvatica</i>	Marinheiro	Não Pioneira
<i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira	Não Pioneira
<i>Himatanthus sucuuba</i>	Sucuúba	Não Pioneira
<i>Hirtella ciliata</i>	Chorão	Não Pioneira
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	Não Pioneira
<i>Hymenolobium sp.</i>	Angelim	Não Pioneira
<i>Inga sp.</i>	Ingá	Não Pioneira
<i>Jacaranda copaia</i>	Parapará	Não Pioneira
<i>Licania micrantha</i>	Cariperana	Não Pioneira
<i>Machaerium scleroxylon</i>	Pau ferro	Não Pioneira
<i>Manilkara huberi</i>	Massaranduba	Não Pioneira
<i>Manilkara sp.</i>	Balata	Não Pioneira
<i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba	Não Pioneira
<i>Miconia sp.</i>	Miconia	Não Pioneira
<i>Minuartia guianensis</i>	Acariquara	Não Pioneira
<i>Nectandra puberula</i>	Louro	Não Pioneira
<i>Nectandra robusta</i>	Canelão	Não Pioneira
<i>Ocotea odorifera</i>	Canela sassafráz	Não Pioneira
<i>Ocotea sp.</i>	Canela	Não Pioneira
<i>Ormosia sp.</i>	Tento	Não Pioneira
<i>Parahancornia amapa</i>	Amapá	Não Pioneira
<i>Parkia multijuga</i>	Paricá	Não Pioneira
<i>Parkia nitida</i>	Faveira	Não Pioneira
<i>Parkia paraensis</i>	Bajão	Não Pioneira
<i>Peltogyne confertiflora</i>	Roxinho	Não Pioneira
<i>Piper jaborandi</i>	Jaborandi	Não Pioneira
<i>Pouteria manaensis</i>	Abiurana	Não Pioneira
<i>Pouteria sp.</i>	Abiu casca fina	Não Pioneira
<i>Protium paniculatum</i>	Amescla breu	Não Pioneira
<i>Protium pilosum</i>	Amescla aroeira	Não Pioneira
<i>Psidium sp.</i>	Araçá	Não Pioneira
<i>Rollinia exsucca</i>	Ata	Não Pioneira
<i>Rollinia sp.</i>	Pinha da mata	Não Pioneira
<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno	Não Pioneira
<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	Não Pioneira
<i>Tachigali myrmecophila</i>	Taxí	Não Pioneira

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

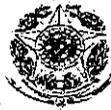
Nome científico	Nome popular	Grupo ecológico
<i>Tachigali paniculata</i>	Taxi preto	Não Pioneira
<i>Tachigali rugosa</i>	Carvoeiro	Não Pioneira
<i>Vitex sp.</i>	Vitex	Não Pioneira
<i>Abarema jupunba</i>	Saboeiro	Pioneira
<i>Acacia polyphylla</i>	Paricá de espinho	Pioneira
<i>Albizia hasslerii</i>	Farinha seca	Pioneira
<i>Apeiba hirsuta</i>	Jangada	Pioneira
<i>Apeiba tibourbou</i>	Escova de macaco	Pioneira
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	Tucum	Pioneira
<i>Attalea speciosa</i>	Babaçu	Pioneira
<i>Bactris gasipaes</i>	Pupunha	Pioneira
<i>Bauhinia rufa</i>	Pata de vaca	Pioneira
<i>Bellucia imperialis</i>	Goiaba de anta, Jambo	Pioneira
<i>Byrsonima spicata</i>	Murici	Pioneira
<i>Cecropia sp.</i>	Imbaúba	Pioneira
<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira	Pioneira
<i>Coussarea ampla</i>	Coussarea	Pioneira
<i>Croton urucurana</i>	Sangra d'água	Pioneira
<i>Dialium guianense</i>	Jutaí pororoca	Pioneira
<i>Duguetia sp.</i>	Pindaíba preta	Pioneira
<i>Goupia glabra</i>	Cupiúba	Pioneira
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Chico magro	Pioneira
<i>Iriartea delvidea</i>	Paxiúba	Pioneira
<i>Jacaranda caroba</i>	Caroba	Pioneira
<i>Jacaratia spinosa</i>	Mamão de veado	Pioneira
<i>Licania sp.</i>	Caripé	Pioneira
<i>Mabea fistulifera</i>	Mamoninha da mata	Pioneira
<i>Maclura tinctoria</i>	Amoreira	Pioneira
<i>Magonia pubescens</i>	Timbó	Pioneira
<i>Malouetia tamaquarina</i>	Mulungu	Pioneira
<i>Mauritia flexuosa</i>	Burirti	Pioneira
<i>Maximiliana maripa</i>	Inajá	Pioneira
<i>Oenocarpus bacaba</i>	Bacaba	Pioneira
<i>Oenocarpus bataua</i>	Patuá	Pioneira
<i>Orbignya phalerata</i>	Babaçu	Pioneira
<i>Peltophorum dubium</i>	Monjolo	Pioneira
<i>Pera bicolor</i>	Figueirinha	Pioneira
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Aricá	Pioneira
<i>Pithecellobium foliolosum</i>	Jurema	Pioneira

MADEIRA ENERGIA S.A – MESA

Nome científico	Nome popular	Grupo ecológico
<i>Pourouma sp.</i>	Pourouma	Pioneira
<i>Pourouma guianensis</i>	Mamica de porca	Pioneira
<i>Pterodon emarginatus</i>	Sucupira	Pioneira
<i>Pterogyne nitens</i>	Passarinheiro	Pioneira
<i>Sapium haematospermum</i>	Carrapateira	Pioneira
<i>Schefflera morototoni</i>	Mandiocão	Pioneira
<i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i>	Pinho cuiabano	Pioneira
<i>Siparuna guianensis</i>	Negramina	Pioneira
<i>Sloanea sp.</i>	Pateiro	Pioneira
<i>Socratea exorrhiza</i>	Sete pernas	Pioneira
<i>Spondias dulcis</i>	Cajá	Pioneira
<i>Spondias sp.</i>	Cajarana	Pioneira
<i>Sterculia sp1</i>	Mandovi	Pioneira
<i>Sterculia sp2</i>	Xixá	Pioneira
<i>Tapirira guianensis</i>	Breu de tucano	Pioneira
<i>Theobroma subincanum</i>	Cupuí	Pioneira
<i>Trattinnickia burseraefolia</i>	Morcegueira	Pioneira
<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	Amescla, almécega	Pioneira
<i>Trema micrantha</i>	Periqueteira	Pioneira
<i>Triplaris americana</i>	Novateiro	Pioneira
<i>Viola sp1</i>	Branquilha	Pioneira
<i>Viola sp2</i>	Viola	Pioneira
<i>Vismia cayennensis</i>	Lacre da mata	Pioneira
<i>Vochysia divergens</i>	Cambará	Pioneira
<i>Vochysia sp.</i>	Cambará rosa	Pioneira
<i>Vouacapoua pallidior</i>	Acapú	Pioneira
<i>Xylopia sp1</i>	Embireira	Pioneira
<i>Xylopia sp2</i>	Pindaíba	Pioneira
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Mamica de porca	Pioneira

Módulo 3

Ofício 392/2008 DILIC/IBAMA, de 05/06/2008, de 21/07/2008



Serviço Público Federal
Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Ofício nº 332/2008 – DILIC/IBAMA

Brasília, 05 de junho de 2008.

Ao Senhor

Irineu Berardi Meireles

Presidente da Madeira Energia S/A - MESA

Av. Juscelino Kubitschek, nº 1400

Edifício Maria Luiza Lara de Campos, 2º andar, conj. 22 - Bairro Itaim

CEP 04543-000 São Paulo - SP

Fone: (0xx11) 3702-2250 / FAX: (0xx11) 3702-2288

Assunto: **Licenciamento Ambiental do AHE Santo Antônio - Rio Madeira.**

Senhor Presidente,

1. Em continuidade ao processo de licenciamento ambiental da AHE Santo Antônio, este Ibama solicita as seguintes adequações ao PBA:
- Reformulação do **Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental**, a qual deverá obedecer as diretrizes apresentadas na minuta em anexo.
 - Detalhar o subprograma de revegetação da APP do reservatório e a proposta de APP variável do reservatório.
 - No âmbito do **Programa de Desmatamento das Áreas de Intervenção Direta**, deverá ser apresentada proposta de destinação do material lenhoso proveniente do desmatamento.
 - Em referência ao documento de **Requerimento da Autorização de Supressão de Vegetação das áreas de apoio às obras** solicita-se:
 - Apresentar de forma detalhada e consolidada a metodologia utilizada para realização do inventário, contendo o processo de amostragem, probabilidade de confiança, justificativa para a alocação das parcelas amostradas ter sido feita em grupos conforme consta no mapa apresentado.
 - Aumentar a intensidade de amostragem para a formação floresta ombrófila aberta secundária, de forma que reduza o erro de amostragem a um limite máximo de 20%, com probabilidade de 95%, para a variável volume, caso tenha sido considerado um inventário para cada formação ou que sejam realizadas as devidas adequações para atingir o limite de erro de 20%.

Atenciosamente,


Valter Muchagata
Diretor de Licenciamento Ambiental

MADEIRA ENERGIA S.A. - MESA 09/JUN/2008 17:41 000050

Diretrizes para reformulação do Programa de Comunicação Social

A) Apresentar em separado: (i) Programa de Educação Ambiental e; (ii) Programa de Comunicação Social

B) Sobre o Programa de Educação Ambiental atender os seguintes requisitos

- ✓ Identificar o público-alvo do Programa, o qual deverá considerar prioritariamente, sem prejuízo de outros possíveis: (i) Comunidade diretamente afetada; (ii) Os trabalhadores envolvidos na obra; (iii) População urbana da área de influência direta, especialmente o município de Porto Velho.
- ✓ O Programa deverá ser elaborado, incluindo atividades didáticas, em consonância com os princípios educação ambiental definidos no art. 4º da Lei 9.795/99:

I – O enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II – A concepção de meio-ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural sob o enfoque da sustentabilidade;

III – O pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

IV – A vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

V – A garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

VI – A permanente avaliação crítica do processo educativo;

VII – A abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;

VIII – O reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual;

Deverá ainda, considerar os objetivos fundamentais da educação ambiental explicitados no art. 5º da referida lei:

I – O desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

II – A garantia de democratização das informações ambientais;

III – O estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

IV – O incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V – O estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada

✱

fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI – O fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII – O fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamento para o futuro da humanidade

- ✓ Apresentar no mínimo três subprogramas, sem prejuízo de outros: (i) Comunidade Diretamente Afetada; (ii) Capacitação continuada para os trabalhadores envolvidos na obra; (iii) População Urbana da Área de Influência Direta.
- ✓ Cada Subprograma deve conter: (i) **justificativa** – caracterizar a questão a ser trabalhada indicando como o subprograma contribui para a superação dos problemas, conflitos e aproveitamento de potencialidades ambientais tendo em vista os impactos socioambientais gerados pela atividade a ser licenciada.; (ii) **Metodologia** – entendida como modo de conceber e organizar a prática educativa para atingir os objetivos. É fundamental que a metodologia tenha um caráter participativo e dialógico, de forma a permitir o envolvimento efetivo dos sujeitos da ação educativa na construção de projeto que venham ao encontro de suas reais necessidades. (iii) **Descrição das ações** – O subprograma deve ser estruturado a partir de etapas metodológicas bem definidas, partindo-se, preferencialmente, de uma etapa inicial que contemple um diagnóstico participativo com o objetivo de identificar os atores sociais envolvidos e as demandas socioambientais da região, definindo os sujeitos prioritários das ações educativas. As etapas posteriores deverão observar e incorporar os resultados do diagnóstico. As ações e conteúdos programáticos que serão desenvolvidos pelo subprograma devem estar em consonância com o marco legal das políticas públicas de meio ambiente e de educação ambiental, devendo ainda, estar em articulação com os programas governamentais desenvolvidos na região (Coletivos Educadores, Município Educador Sustentável, e outros); (iv) **Metas** – identificar as metas em consonância com os objetivos e atividades propostas; (v) **Cronograma de atividades** – apresentar cronograma de atividades; (vi) **Equipe técnica** – identificar a equipe técnica, formação e o tempo de dedicação ao programa e; (vi) **Avaliação** – apresentar mecanismos/instrumentos de avaliação, compreendendo os seguintes itens: (a) utilização de indicadores quantitativos e qualitativos que possibilitem o monitoramento e a avaliação do subprograma; (b) determinação de instâncias de monitoramento e avaliação do subprograma, composta por representantes dos diferentes grupos sociais envolvidos – conselho, fórum -; (c) além de supervisão e acompanhamento para avaliação permanente do subprograma.
- ✓ Para o subprograma **Capacitação continuada para os trabalhadores envolvidos na obra**, além do Sistema de Gestão e a Política Ambiental da MESA, observar também:
 - I – O Projeto deverá contemplar os objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente levando em conta os pressupostos de: interdisciplinaridade, participação e respeito à diversidade social e biológica;
 - II – A metodologia utilizada deve enfatizar recursos didáticos que incentivem a reflexão e a participação dos trabalhadores, como por exemplo: estudos de caso,



trabalhos em grupo e dinâmicas, gerando posturas pró-ativas em relação ao ambiente de trabalho, aos ecossistemas e as comunidades locais.

- ✓ Para o Subprograma da **comunidade diretamente afetada** prever atividades, sem prejuízo de outras, ações de (1) *educação fiscal* – entendida como a sistematização de conhecimentos relativos à estrutura de arrecadação do poder público, sua distribuição em diversos níveis de governo e as possíveis alterações decorrentes da instalação do empreendimento, com ênfase na política de *royalties*, e a participação da sociedade na definição de sua aplicação –; (2) *educação para convivência com o empreendimento* – apresentar as modificações ambientais derivadas da inserção do empreendimento, os riscos ambientais de sua construção e operação e as novas oportunidades de utilização do ambiente – em termos de lazer e aproveitamento econômico.
- ✓ Em relação ao Subprograma da **população urbana da área de influência direta**, avaliar a necessidade de um processo de intervenção metodológica na rede formal de ensino, pelo menos enquanto durarem as obras, procurando elevar o nível de capacitação dos professores, dos gestores públicos e dos alunos, frente à abordagem de temas relacionados à mudança do ambiente com a implantação e operação do empreendimento. Prevê entre outros temas, o desenvolvimento de ações (1) *educação fiscal* – entendida como a sistematização de conhecimentos relativos à estrutura de arrecadação do poder público, sua distribuição em diversos níveis de governo e as possíveis alterações decorrentes da instalação do empreendimento, com ênfase na política de *royalties*, e a participação da sociedade na definição de sua aplicação –; (2) *educação para convivência com o empreendimento* – apresentar as modificações ambientais derivadas da inserção do empreendimento, os riscos ambientais de sua construção e operação e as novas oportunidades de utilização do ambiente – em termos de lazer e aproveitamento econômico.
- ✓ Na formulação do Programa considerar a seguinte bibliografia – (1) QUINTAS, José Silva et alii. **Pensando e praticando a educação no processo de gestão ambiental**: uma concepção pedagógica e metodológica para a prática da educação ambiental no licenciamento. IBAMA, 2006. (2) UEMA, Elizabeth Eriko. **Pensando e praticando a educação no processo de gestão ambiental**: controle social e participação no licenciamento. Brasília: IBAMA, 2006.
- ✓ Desenvolver ações que se correlacione com outros programas ambientais – saúde, compensação social, remanejamento, arqueologia entre outros;
- ✓ Considerar o conceito de Bacia Hidrográfica na abordagem do programa, bem como a sinergia com outros empreendimentos na região, especialmente o AHE Jirau.

C) Programa de Comunicação Social

- ✓ Identificar de forma sistematizada as categorias de público a que se destinam o programa (em termos de abrangência geográfica e social da informação);
- ✓ Adequar as ações de Comunicação Social para cada categoria de sujeito destacada, tendo em vista a manutenção de canais de comunicação, que propiciem informações

A

confiáveis e de fluxo continuado, especialmente para as comunidades cujos níveis de formação educacional são baixos;

- ✓ Prever a manutenção de um canal de comunicação sem custos para o usuário mais pobre;
- ✓ Desenvolver ações que facilitem a divulgação de informações referentes ao processo de gestão da mão-de-obra, contratação e capacitação, como estratégia para priorizar a contratação de mão-de-obra local;
- ✓ Descrever todas as ações, metas e indicadores previstos no desenvolvimento do programa, além de cronograma de execução, que devem necessariamente, serem iniciadas antes do processo de instalação do empreendimento.
- ✓ Elaborar material informativo adequado ao nível educacional de cada categoria identificada, os quais devem ser encaminhados previamente ao IBAMA.
- ✓ Reconhecer e prever ações que potencializem o desenvolvimento de outros programas (educação ambiental, arqueologia, compensação social, remanejamento da população entre outros).

A

Módulo 4

Carta MESA 110/2008, de 21/072008

PROCOLO/IBAMA

DILIC/DIQUA

Nº: 8.380

DATA: 22/07/08

RECEBIDO:



São Paulo, 21 de julho de 2008

Ao Senhor
Valter Muchagata
Diretor de Licenciamento Ambiental - Substituto
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA
SCEN Trecho 2 – Edifício IBAMA SEDE
70818-900 Brasília, DF

Nº. Ref.: MESA: 110/2008

Assunto: Licenciamento Ambiental do AHE Santo Antônio – Ofício nº 392/2008 – DILIC/IBAMA –
Detalhamento do subprograma de Revegetação da APP

Prezado Senhor,

Cumprimentando-o cordialmente, a Madeira Energia S/A - MESA, em resposta ao ofício supracitado, apresenta, em anexo, versão revisada do Programa de Conservação da Flora, seção 12 do PBA, que passa a apresentar, no item 5, o detalhamento requerido.

Atenciosamente,



Carlos Hugo Annes de Araujo
Diretor Meio Ambiente

Módulo 5

Relatório de Acompanhamento de Resgate de Flora

Seção 12 – Programa de Conservação da Flora
Subprograma de Resgate da Flora

1. Apresentação:

O resgate da flora visa atender os requisitos estabelecidos pelo órgão ambiental no ato de concessão da Licença Previa – LP nº. 251/2007 do empreendimento.

Os estudos sobre a fitodiversidade amazônica têm demonstrado que este ecossistema possui alta diversidade alfa (local) e beta (entre locais–paisagem) possuindo significativo potencial para a conservação da flora.

A conservação da fitodiversidade em seu habitat de ocorrência natural (conservação *in situ*) e/ou resgatar o germoplasma vegetal mantendo-o vivo (em forma de sementes com viabilidade preservada, cultura de tecidos ou plantios) em condições de laboratório ou de campo (conservação *ex situ*) é de fundamental importância para o sucesso de um programa de resgate da flora.

É de grande importância ecológica que a conservação *in situ* (isto é, conservação das espécies em seu habitat natural) deve ser prioritária, por ser de efeito mais imediato e de mais baixo custo, especialmente quando implantadas em terras públicas.

Portanto, a amostragem registrada até o momento tem grande importância na compreensão da fitodiversidade na bacia hidrográfica do Rio Madeira que constitui o ecossistema de maior expressividade no planeta.

2. Histórico/Situação Atual

O subprograma foi iniciado em 01 de setembro, com o reconhecimento da área realizado pela equipe de Professores e alunos da UNIR responsáveis pelas ações de campo e laboratório.

O material foi coletado paralelamente as ações de supressão da vegetação, sendo dada prioridade para o resgate de epífitas, briófitas e pteridófitas, além de plântulas e material

vegetativo. Nesta fase, a coleta de sementes não foi priorizada, posto que a vegetação não se encontra em fase de produção de material reprodutivo. Essa colocação atende à condicionante 2.12 item b.

O material coletado é levado para o Laboratório de Ecofisiologia, da Universidade Federal de Rondônia, local onde são confeccionadas as exsiccatas de material vegetativo e fértil, sendo 3 exsiccatas de cada amostra. As plantas que contêm estruturas reprodutivas, como flores ou frutos, são priorizados durante a coleta por facilitar a identificação. O material vegetativo é prensado em jornal, e seco em estufa de madeira a 40° C. Essa colocação atende à condicionante 2.12 item g.

As briófitas são acondicionadas em sacos de papel, e secas em temperatura ambiente. As epífitas foram encaminhadas ao Epifitário construído pela Madeira Energia, no campus da UNIR. Já as plântulas e mudas tem sido encaminhadas para a Polícia Ambiental de Rondônia, e dentro da parceria firmada entre esta Instituição e a Madeira Energia, são acondicionadas em sacos plásticos e dispostas no viveiro existente no local, com objetivo de se produzir mudas.

No quadro a seguir é apresentada a totalização das coletas realizadas nos meses de setembro, outubro e novembro.

Tabela 01. Total de coletas da Flora nos meses de Setembro/Outubro/Novembro.

	Setembro	Outubro	Novembro	Total
Briófitas	54	157	98	309
Pteridófitas	14	27	13	54
Sementes	10	71	103	184
Epífitas	21	96	125	242
Plântulas	13	47	918	978
Material vegetativo e fértil*	243	448	147	838
TOTAL	355	846	1404	2605

* cada coleta teve a confecção de 3 exsiccatas no total de 2514 exsiccatas.

3. Próximos passos

- Priorização nas coletas de plântulas
- Priorização de coleta de sementes
- Acompanhamento das mudas/plântulas no viveiro
- Acompanhamento das espécies coletadas, depositadas no epifitório
- Identificação de espécies

