

11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Plano de Gestão de Recursos Hídricos congrega os Programas que estabelecem ações para minimizar e monitorar os impactos sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos ocasionados pelas intervenções do empreendimento. Este Plano será implementado com o desenvolvimento dos seguintes Programas (**FIGURA 11-1**):

- Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico;
- Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques;
- Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas;
- Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água;
- Programa de Monitoramento do Clima Local.



FIGURA 11-1 – Organograma do Plano de Gestão de Recursos Hídricos

Considerando, que as variáveis propostas para serem monitoradas nos três projetos do Programa de monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico, no Programa de Monitoramento do Clima local e no Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques, são similares e se interrelacionam, foi elaborado um mapa de integração com todos os monitoramentos relativos ao tema de hidrologia, apresentado na **FIGURA 11-2** além de um cronograma conjunto, onde é possível acompanhar o início e a duração de cada monitoramento.

Dessa forma, são considerados os seguintes programas e projetos como integrantes do monitoramento hidrológico:

- Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico;
- Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões;
- Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques;
- Projeto de Monitoramento de Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR
- Programa de Monitoramento do Clima Local;

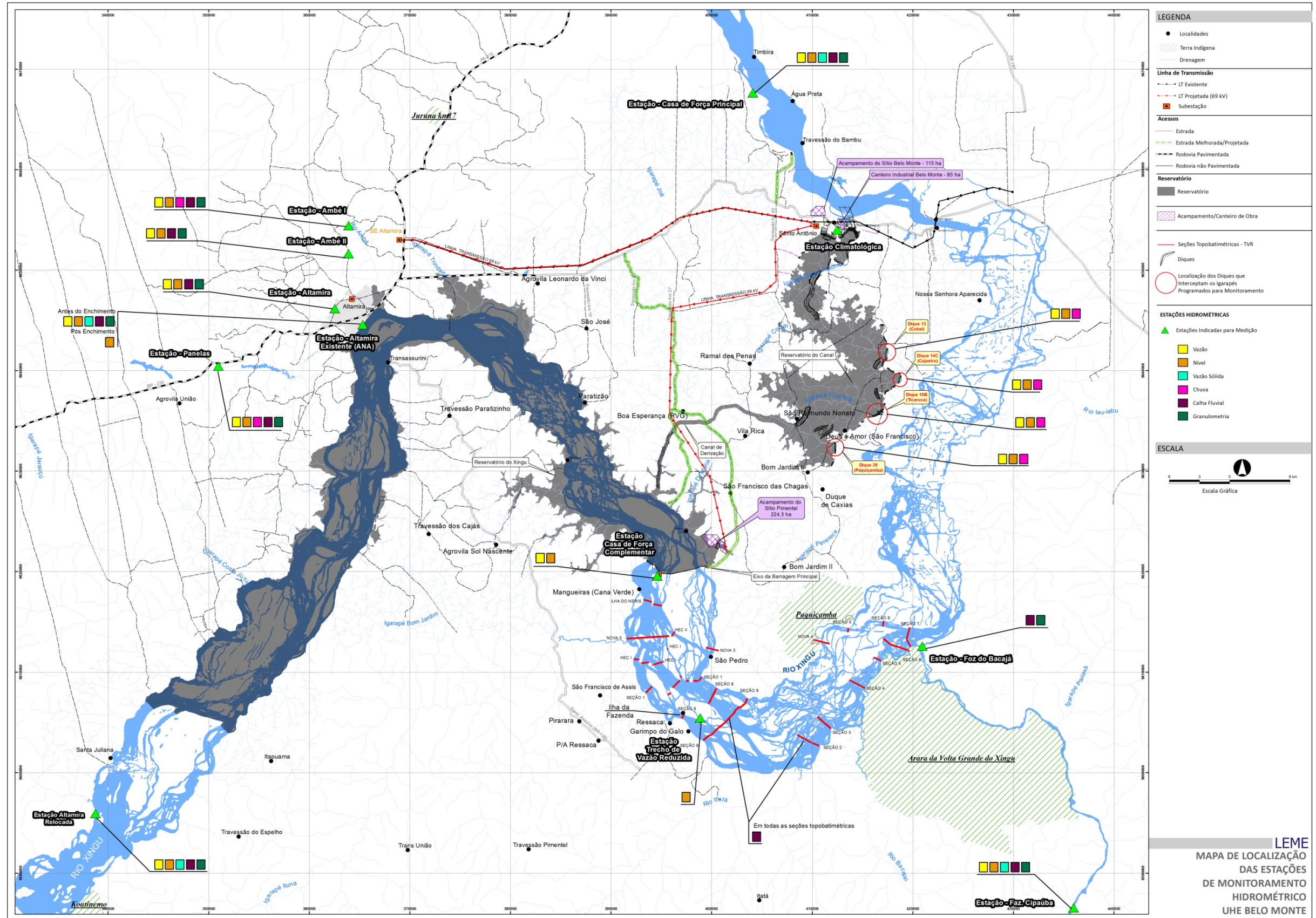


FIGURA 11-2 – Localização das Estações de Monitoramento Hidrométrico – UHE Belo Monte

11.1 Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico

Neste Programa serão desenvolvidas ações de monitoramento de variáveis hidráulicas, hidrológicas e hidrossedimentológicas enfocando os reservatórios, trecho a jusante da restituição de vazões (jusante da Casa de Força Principal), Trecho de Vazão Reduzida e Igarapés de Altamira.

Ressalta-se que para o trecho a jusante da casa de força foi desenvolvido um estudo complementar sobre a hidrossedimentologia para atendimento da condicionante 2.40 da Licença Prévia N. 342/2010. Este estudo encontra-se em anexo ao presente PBA.

O Estudo Hidrossedimentológico à Jusante da Casa de Força contemplou a realização de campanhas de campo, as quais forneceram as condições necessárias à modelação matemática. Basicamente, consistiu na realização no levantamento de 28 seções topobatimétricas convenientemente distribuídas no trecho, coleta e análise de sedimentos de fundo em todas as seções e de sedimentos em suspensão e velocidade na seção de referência, além das velocidades médias nas seções das imediações dos bancos de Juncal e ilha do Cosme.

Dessa forma, as seções de monitoramento de sedimentos contempladas foram geradas a partir dos resultados desse estudo.

Este programa de monitoramento de características hidráulicas e hidrológicas dos corpos d'água foi dividido em três projetos que monitoram cota, vazão, seção transversal e sedimentos, sendo eles:

- Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico;
- Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões;
- Projeto de Monitoramento de Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR.

O Projeto de Monitoramento de Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR refere-se exclusivamente, às seções do TVR uma vez que esse trecho será impactado pela redução de fluxo após a entrada em operação do empreendimento.

11.1.1 Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico

11.1.1.1 Introdução

O monitoramento sedimentológico tem por finalidade principal acompanhar a evolução da deposição de sedimentos e avaliar os aportes de descargas sólidas ao reservatório da UHE Belo Monte. Além do trecho de montante do reservatório, deverá ser monitorada a região dos igarapés de Altamira, onde também poderá ocorrer deposição de sedimentos.

Ainda como objetivo desse programa, deverão ser monitoradas as modificações morfológicas à jusante do barramento, no trecho a jusante da Casa de Força Principal e no curso do rio Bacajá, além do trecho de vazão reduzida, que será escopo de Programa específico (Programa de Monitoramento de Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR).

11.1.1.2 Justificativa

Com o barramento do rio Xingu e formação do reservatório, um novo ambiente com velocidades de escoamento mais baixas que as naturais do rio será constituído. De acordo com a avaliação de impactos do EIA, espera-se que a carga sólida que vem transportada pelo rio em suspensão, diluição ou por arraste se deposite à medida que as velocidades diminuam. A estimativa dessa deposição costuma ser incerta dada à complexidade desse fenômeno e a necessidade de uma série histórica extensa para aumentar o grau de confiabilidade. O projeto de monitoramento dessa deposição no reservatório fornecerá elementos melhores do que aqueles estimados por modelos empíricos e as medidas de controle poderão ser reavaliadas ao longo do tempo de vida útil do empreendimento.

Apesar de o rio Xingu apresentar baixa carga de sedimentos, em comparação com outros rios da bacia amazônica, conforme apresentado no diagnóstico do EIA, a entrada do reservatório na cidade de Altamira representa um motivo a mais para que se faça esse monitoramento. A deposição de sedimentos que são carreados pelo rio ou pelos igarapés que drenam a cidade de Altamira pode representar ao longo do tempo um agravamento das condições de cheias que hoje atingem a cidade.

Como parte do sedimento transportado se depositará no reservatório, no trecho à jusante a água que sairá das turbinas ou do vertedor poderá ter maior capacidade de erosão. O projeto estabelece, portanto, condição de acompanhamento do processo hidrossedimentológico no trecho de vazão reduzida e à jusante da casa de força. Destaca-se que a região dos tabuleiros de nidificação de tartarugas à jusante teve a recomendação de detalhamento no estudo complementar.

De maneira análoga, pode-se esperar uma maior capacidade de erosão na foz do rio Bacajá, onde os efeitos de remanso do rio Xingu serão menores.

11.1.1.3 Objetivo

O monitoramento hidrossedimentológico tem por finalidade acompanhar a evolução da deposição de sedimentos e avaliar os aportes das descargas sólidas ao reservatório de Belo Monte. Para o monitoramento do aporte de sedimentos ao reservatório será estabelecida uma seção de medição de vazão sólida a montante da área de remanso do reservatório.

Associado ao acompanhamento do aporte de descargas sólidas será feito um acompanhamento da deposição de sedimentos nos igarapés de Altamira por meio de levantamento de seções topobatimétricas que serão reavaliadas após as alterações hidráulicas que ocorrerão nos igarapés.

A jusante da Casa de Força Principal, o objetivo é monitorar o aporte de sedimentos e a evolução do leito do rio no trecho logo a jusante até a região de nidificação das Tartarugas Amazônicas. Já para o trecho da Volta Grande do Xingu, o monitoramento visa acompanhar os possíveis locais com potencial de erosão e sedimentação, o que será feito pelo levantamento de morfologia da calha. Os locais para a Volta Grande, em princípio, serão logo à jusante do Vertedouro e Casa de Força Auxiliar, e deverão coincidir com alguma seção topobatimétrica já levantada. Conforme descrito na introdução, os locais de monitoramento da Volta Grande encontram-se detalhados no Programa de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade para as Seções do TVR.

No curso do rio Bacajá será monitorada uma seção junto a sua foz e uma seção coincidente com o posto fluviométrico Fazenda Cipaúba, situado a aproximadamente 42 km de sua foz. Desta forma será possível quantificar a carga sólida transportada pelo principal contribuinte

da margem direita do rio Xingu, no trecho da Volta Grande e os possíveis efeitos de erosão na foz.

11.1.1.4 Metas

Tendo em vista a necessidade de dados contínuos para análise de tendência de séries, recomenda-se a observância das seguintes metas para as medições sedimentométricas:

- Medições de descargas líquidas/sólidas: como a frequência das medições é mensal, recomenda-se no máximo uma falha por ano;
- Levantamentos batimétricos: frequência semestral, com início 1 ano antes do enchimento do reservatório;
- Amostra de Sólidos em Suspensão: como são coletadas por seção de medição no mínimo 3 garrafas por vertical, recomenda-se como meta no máximo a ausência de 6 garrafas por amostra no ano;
- Amostra de Fundo: recomenda-se como meta no máximo a ausência de uma medição por ano;
- Análise de Laboratório: com as amostras coletadas por medição recomenda-se no máximo a ausência de uma amostra por ano.

11.1.1.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

O início das medições de descargas líquidas/sólidas e levantamentos batimétricos deverá ocorrer durante o início da Etapa de Construção, de forma a permitir a coleta de dados na situação de antes do enchimento do reservatório. Após o enchimento, o monitoramento deverá continuar, estendendo-se ao longo da fase de operação da usina, de forma a permitir a análise dos parâmetros medidos antes e após o enchimento do reservatório.

11.1.1.6 Área de Abrangência

Por se tratar de coleta de amostras sedimentométricas, a abrangência se limita à Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta.

11.1.1.7 Base Legal e Normativa

Como órgão oficial responsável pela rede hidrossedimentológica, a ANA recomenda que novas estações sejam devidamente registradas, para serem inseridas na rede hidrometeorológica brasileira passando deste modo a dispor de código oficial específico.

Uma vez oficializado o registro da estação, os dados coletados passam a ser repassados para a ANA, para assim fazerem parte do Hidroweb que é o Banco de Dados da Agência.

11.1.1.8 Metodologia

a) Reservatório

Atualmente, é operada na região do futuro aproveitamento somente a estação hidrossedimentométrica de Altamira que deverá, futuramente, ser relocada por conta do enchimento do reservatório da UHE Belo Monte. A implantação de uma nova seção fora da área do remanso de Belo Monte e junto a alguma localidade com ocupação humana, de

forma a permitir um melhor acompanhamento do equipamento telemétrico, será prioritária, ainda durante a Etapa de Construção, quando então as duas estações estarão operando concomitantes até o enchimento do reservatório.

Além da estação de Altamira, são operadas pela ANA as estações de Belo Horizonte (rio Xingu) e Pedra do Ó (rio Iriri), que continuarão a funcionar normalmente após formação do reservatório do rio Xingu.

Como todo levantamento de vazões sólidas depende de levantamento simultâneo de vazões líquidas, ressalta-se que será feito levantamento topobatimétrico para obtenção de vazões líquidas nos locais de medição de sedimentos.

Como a estação de Altamira pertence à ANA, recomenda-se uma consulta prévia ao órgão sobre a forma de relocação da estação.

A visita de campo realizada no início de agosto/2010 identificou um local para relocação da estação de Altamira, com coordenadas 338.741E, e 9.595.935N, utilizando o fuso 22M. Este local fica nas terras da Pousada Salva Terra na margem direita, conforme **FIGURAS 11.1.1-1 e 11.1.1-2** apresentadas a seguir:



FIGURA 11.1.1-1 - Local proposto para o Posto Altamira



FIGURA 11.1.1-2 - Local proposto para o Posto Altamira

a.1) Jusante da Casa de Força Principal

Para este trecho da bacia, foi feito estudo complementar, o Estudo Hidrossedimentológico à Jusante da Casa de Força, em volume anexo a este PBA.

Para o trecho à jusante da Casa de Força Principal, será implantada uma estação de monitoramento hidrossedimentométrico completa nas proximidades da seção 8, conforme mostrado no estudo anexo. Para esta estação será feito o monitoramento da vazão líquida e sólida quatro vezes ao ano, englobando os períodos de cheia, estiagem, início do período úmido vazante. O monitoramento dos sedimentos inclui a análise dos sedimentos em suspensão e sedimentos de fundo.

O controle hidrossedimentológico deverá ser feito também por meio de levantamento de seções topobatimétricas e dentre elas algumas próximas à região de nidificação das tartarugas-da-amazônia.

a.2) Trecho de Vazão Reduzida

Para o trecho de Vazão Reduzida foi proposto no EIA e desenvolvido no PBA, o Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção. Esse projeto, que já se encontra em implantação, busca identificar as condições de navegação na Volta Grande, os fluxos preferenciais junto à Terra Indígena Paquichamba e áreas mais rasas e com obstruções a navegação.

Com a conclusão deste estudo será possível a identificação de locais mais críticos a serem monitorados. Neste local será implantada régua limnimétrica, com estação coletora de dados de níveis d'água, contratação de leitorista e implantação de RN's com datum oficial. Não será necessária a medição de descarga sólida neste local, uma vez que o leito do rio é extremamente anastomosado e dificulta a determinação de todos os fluxos de sedimentos em suspensão ou por arraste na região. A informação importante a ser obtida nesse trecho é com relação às possíveis erosões provocadas pela água que sai pelo vertedor alterando as condições da calha.

A afluência sólida ao trecho será realizada na estação de Altamira, e as alterações morfológicas da calha fluvial serão monitoradas, principalmente, pela avaliação do formato da calha e da velocidade do escoamento, a ser monitorado no Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade das Seções do TVR.

a.3) Igarapés de Altamira

Nos igarapés Ambé, Altamira e Panelas, que drenam áreas urbanas da cidade de Altamira, serão feitos levantamentos de formato da calha fluvial e granulometria do material do leito, o que possibilita observar a modificação morfológica destes locais ao longo do tempo. Os locais de monitoramento são apresentados a seguir:

- **Igarapé Ambé:** Este igarapé tem sua foz no rio Xingu, no limite norte da cidade de Altamira. Foram selecionados dois locais para implantação das seções. Um local no leito do igarapé Ambé com coordenadas 363.906E; 9.654.457N (**FIGURA 11.1.1-3**) e outro em um afluente da margem direita com coordenadas 363.900E e 9.651.655N (**FIGURA 11.1.1-4**), ambos no fuso 22M.



FIGURA 11.1.1-3 - Igarapé Ambé



FIGURA 11.1.1-4 - Afluente do Igarapé Ambé

- **Igarapé Altamira:** Este igarapé tem sua foz no rio Xingu, no perímetro urbano da cidade de Altamira. O local selecionado para implantação das seções fica próximo à rodovia BR-230 com coordenadas 362.528E, e 9.646.183N, no fuso 22M (**FIGURAS 11.1.1-5 e 11.1.1-6**). Como nesse local existe uma galeria de concreto, ela pode servir como controle hidráulico e conseqüentemente, como seção de medição de níveis e vazões.



FIGURA 11.1.1-5 - Vista para Montante Igarapé Altamira



FIGURA 11.1.1-6 - Vista para Jusante do Igarapé Altamira

- **Igarapé Pannels:** Este igarapé tem sua foz no rio Xingu, no limite sul da cidade de Altamira. O local escolhido para implantação das seções tem coordenadas 350.972E e 9.640.456N, no fuso 22M. Como nesse local existe uma galeria de concreto, a mesma poderá servir como controle hidráulico, e conseqüentemente como seção de medição de níveis e vazões (**FIGURAS 11.1.1-7 e 11.1.1-8**).



FIGURA 11.1.1-7 - Vista para Jusante do Igarapé Pannels



FIGURA 11.1.1-8 - Vista para Montante do Igarapé Panelas.

b) Bacia do Rio Bacajá

Nesta bacia será monitorada uma seção sedimentométrica junto à foz (coordenadas 420.948E, e 9.612.584N, fuso 22M) e uma seção junto ao posto Fazenda Cipaúba (coordenadas 435.981E e 9.586.546N, fuso 22M).

Na seção junto à foz deve ser feito o monitoramento da calha fluvial, conforme especificado no Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade das Seções do TVR, além de coletas de sedimento do leito do rio, para identificação de possíveis modificações morfológicas da calha no local. Deve ser feita a análise sedimentométrica do material do leito. Como este local está sujeito a efeito de remanso pela passagem de cheias no rio Xingu, não deverá ser monitorada a descarga líquida/sólida neste ponto.

Na seção do posto Fazenda Cipaúba deve ser instalada uma seção de monitoramento hidrossedimentométrica completa, contemplando: medições de descarga líquida/sólida, monitoramento de níveis com estação coletora e leitura de réguas, coleta de sedimentos do leito, análise granulométrica dos sedimentos do leito e em suspensão, controle do formato da calha fluvial.

11.1.1.9 Atividades a serem Desenvolvidas

Para a seção de medição implantada à montante do reservatório, prevê-se o início dos trabalhos de campo dois anos antes do enchimento do Reservatório do Xingu, com medições de descargas líquidas e sólidas mensal. Com o enchimento do reservatório as medições de descargas líquidas e sólidas continuarão sendo realizadas uma vez por mês, durante os dois primeiros anos do reservatório, passando então para frequência bimestral no último ano de monitoramento para atendimento a este projeto.

Para cada um dos igarapés de Altamira as medições serão realizadas no período de estiagem, de cheia e logo após o período de cheias (3 medições por ano). As mesmas seções já identificadas em campo deverão ser acompanhadas durante a fase de operação, tendo em vista modificações por conta do avanço da urbanização.

Projeto Básico Ambiental – Versão Final – Set/2011

Para a bacia do rio Bacajá e para a ria prevê-se início dos trabalhos durante a Etapa de Construção, com medições de descargas líquidas e descargas sólidas em suspensão e de fundo com frequência mensal durante dois anos antes do enchimento do reservatório. A partir do enchimento dos reservatórios a frequência será mensal nos dois primeiros anos, passando para bimestral a partir do final do segundo ano após o enchimento.

Os monitoramentos previstos neste projeto serão executados no âmbito do PBA até o terceiro ano após o enchimento do reservatório, quando as ações de monitoramento previstas terão continuidade nas demais atividades de operação da usina.

11.1.1.10 Apresentação dos Resultados e Produtos a serem Gerados

Todos os dados levantados serão arquivados no Banco de Dados da UHE Belo Monte e estarão disponíveis para verificações da erosão, assoreamento e mecanismos do transporte de sedimentos nos vários trechos enfocados na bacia do rio Xingu.

Os relatórios de acompanhamento terão frequência semestral nos dois primeiros anos, passando a frequência anual após este período.

11.1.1.11 Equipe Técnica Envolvida

Para a execução desse Projeto o empreendedor deverá contar com uma equipe de campo composta pelos seguintes profissionais:

- 1 Engenheiro Sênior;
- 1 Engenheiro Pleno;
- 1 Engenheiro Júnior;
- 1 Técnico.

11.1.1.12 Interface com outros Planos, Programas e Projetos

Este projeto funcionará como subsídio a outros programas previstos neste PBA, conforme indicado a seguir:

- **Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e Condições de Vida:** conforme descrito, esse Programa deverá indicar locais mais rasos, onde a navegação se torna mais difícil e que poderão ser objeto de estudo de deposição de sedimentos ou levantamentos de morfometria de seções.
- **Projeto de Monitoramento e Manejo de Quelônios e Crocodilianos:** Esse programa deverá indicar com maior precisão as praias utilizadas pelas tartarugas a jusante da casa de força, que em conjunto com os levantamentos de seções, estudos de granulometria e deposição a jusante (desenvolvidos nos estudos complementares de hidrossedimentologia) indicação locais de monitoramento de erosão ou deposição de sedimentos
- **Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água:** qualidade d'água nos cursos utilizados para abastecimento.
- **Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões:** locais de medições coincidentes.

- **Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR:** seção de monitoramento de níveis coincidente.

11.1.1.13 Avaliação e Monitoramento

Os indicadores de avaliação deste projeto consistem da adequada operação da rede hidrossedimentométrica, de forma contínua e com valores consistentes.

Para acompanhamento dos níveis de gestão das variáveis hidrossedimentológicas analisadas, recomenda-se a rotina apresentada a seguir, lembrando que se tratam de indicadores preliminares que deverão ser melhor avaliados no decorrer da implantação do Projeto:

- **Nível de gestão de rotina:** valores médios de concentração em cada mês baseados nos valores medidos na estação de Altamira antes do enchimento, os quais indicam um monitoramento dentro da normalidade prevista.
- **Nível de gestão em alerta:** valores de concentrações 30% superiores a média de cada estação do ano indicando situação de alerta e atenção redobrada;
- **Nível de gestão crítica:** valores 50% superiores a média de cada mês indicando nível crítico exigindo atuação imediata.

Para a bacia do rio Bacajá, como o transporte de sedimentos é reduzido, ficam valendo a princípio os mesmos indicadores admitidos para o posto de Altamira.

Todas as análises efetuadas deverão estar consubstanciadas em relatórios técnicos parciais de acompanhamento mensal. Decorridos 12 meses, será emitido um relatório consolidando todas as informações dos relatórios parciais, onde estarão apresentados os principais comentários e conclusões sobre a massa de dados analisada. Tanto os relatórios parciais como o consolidado deverão ser encaminhados ao órgão ambiental responsável, além de estarem disponibilizados no Banco de Dados da Usina.

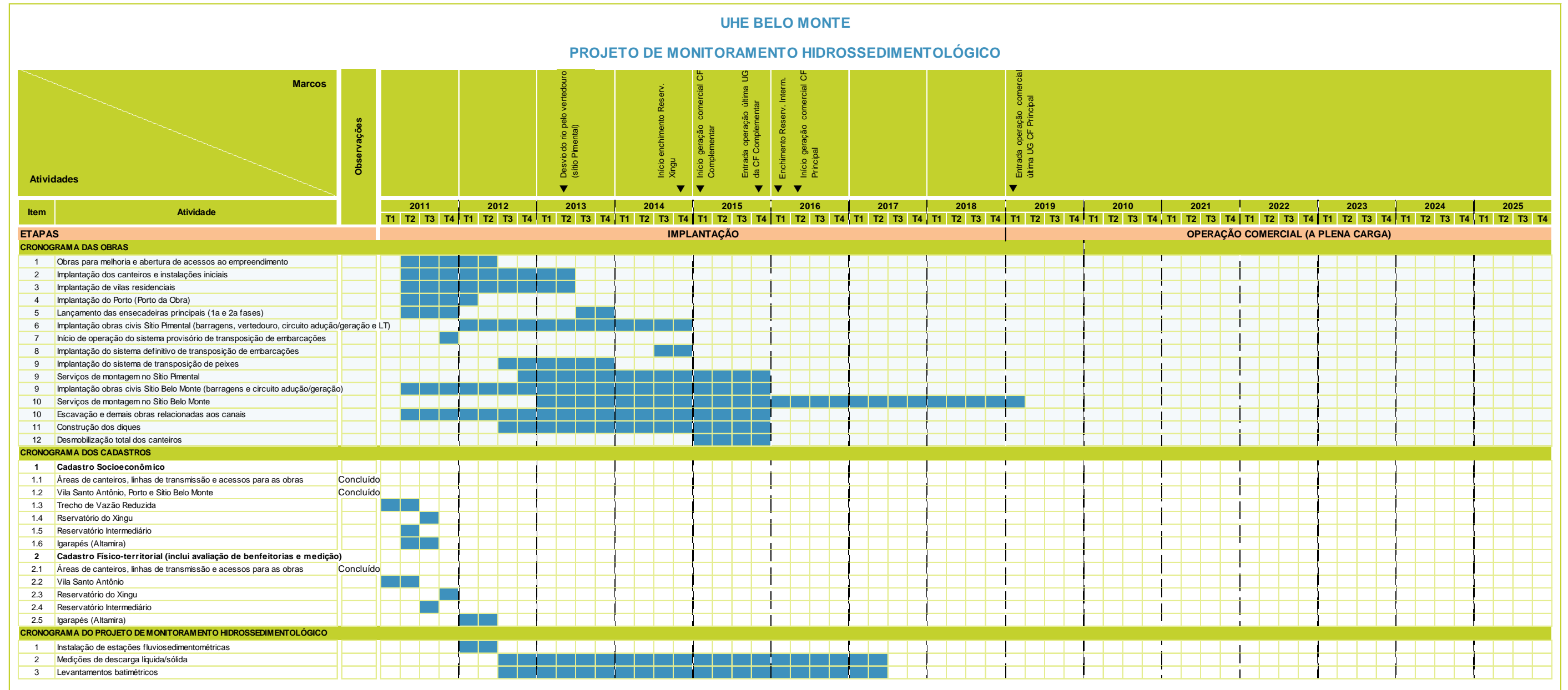
11.1.1.14 Responsável pela Implementação

O responsável pela implementação deste programa é o empreendedor, sendo que a relocação do posto hidrossedimentométrico de Altamira, pertencente a ANA, deverá ser acertada previamente com este órgão.

11.1.1.15 Parcerias Recomendadas

O parceiro indicado para o presente projeto é a ANA, responsável pela rede hidrossedimentológica brasileira.

11.1.1.16 Cronograma Físico



11.1.1.17 Profissional Responsável pela Elaboração do Programa ou Projeto

Esse Projeto foi elaborado pelo Engenheiro Civil Rene Álvaro Lacerda - CREA/SP 63.915/D.

11.1.1.17 Referências Bibliográficas

Hidrossedimentologia Prática – 2ª Edição, por Newton de Oliveira Carvalho, RJ 2008.

11.1.2 Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões

11.1.2.1 Introdução

Este programa trata do monitoramento dos níveis d'água e das vazões na região dos igarapés de Altamira, no futuro reservatório do Xingu, no TVR e à jusante da Casa de Força Principal, visando um conhecimento sistemático do comportamento desses corpos d'água, antes e depois da formação do reservatório, e durante a operação da usina.

Para acompanhamento das vazões e níveis no rio Bacajá deve ser feito convênio com a ANA para monitoramento no posto Fazenda Cipaúba, adequando o posto às necessidades deste projeto, caso necessário. Além deste posto deverá ser monitorado o nível em seção próximo à foz do rio Bacajá.

Juntamente com as leituras de régua e medições de descargas líquidas serão obtidas as precipitações que ocorrem na região dos igarapés de Altamira, o que permitirá quantificar a relação entre a chuva e a vazão nestes locais.

11.1.2.2 Justificativa

O monitoramento permitirá uma avaliação mais detalhada da superfície inundada nos trechos do rio Xingu, a montante da cidade de Altamira, onde, devido aos efeitos de remanso no reservatório, verifica-se uma variabilidade nas superfícies de inundação, em função das condições de escoamento.

Serão monitoradas as afluições ao reservatório, a partir de medições de vazões líquidas em um posto situado fora da área de remanso e as defluências da usina, com a implantação de um posto fluviométrico a jusante do aproveitamento, de forma a acompanhar a variação dos níveis e vazões em função da operação do vertedouro e das casas de força.

Além disso, a implantação do reservatório implicará na sobre-elevação dos níveis d'água em Altamira, com aumento das profundidades e diminuição das velocidades nos igarapés Panelas (AD = 508 km²), Altamira (AD = 72 km²), e Ambé (AD = 222 km²), afluentes pela margem esquerda do rio Xingu, que podem ser considerados cursos d'água de médio a pequeno porte.

A necessidade de um maior conhecimento das alterações dos níveis, vazões, velocidades e profundidades que irão ocorrer nos igarapés junto à cidade de Altamira, passam necessariamente pelo monitoramento hidráulico-hidrológico antes e após o enchimento do reservatório da UHE Belo Monte. Este monitoramento requer a implantação de dispositivo (soleira vertedouro) para medição de pequenas vazões, limnógrafos para mesurar as variações dos níveis d'água e a instalação de pluviógrafos em locais estratégicos para aquilatar a distribuição espacial e temporal das precipitações.

Com o monitoramento ao longo de, no mínimo, dois anos será possível dispor de dados suficientes para, a partir de cálculos hidrológicos e hidráulicos, definir as vazões em cada igarapé e aferir o modelo de cálculo de remanso, e com isto reconstituir com maior precisão as características hidrológicas e hidráulicas destes igarapés e do próprio rio Xingu.

Com base no conhecimento das condições atuais será possível prever com maior precisão as condições hidrológicas e hidráulicas após o enchimento do reservatório, além de orientar as medidas de drenagem urbana e de urbanização previstas no âmbito do plano de reurbanização da cidade de Altamira.

Destaca-se ainda, a importância desse monitoramento para uma previsão de afluições e a melhor administração das vazões que serão liberadas para a Volta Grande.

É de especial interesse a medição de níveis d'água no atual posto fluviométrico de Altamira, que fornecerá, após o enchimento, o nível do reservatório na área urbana de Altamira.

11.1.2.3 Objetivo

O monitoramento dos níveis e vazões tem por finalidade registrar as variações, tanto espaciais como temporais, que ocorrerão no reservatório, nos igarapés de Altamira, no rio Xingu no TVR e a jusante da Casa de Força Principal.

Os locais indicados para os monitoramentos de níveis e vazões são apresentados na **FIGURA 11-2**.

Dessa forma, será possível estabelecer com maior precisão a extensão das superfícies inundadas em função das vazões afluentes e do nível d'água na barragem. Durante a fase de operação, esse monitoramento será importante para a determinação precisa das áreas inundadas nos igarapés.

11.1.2.4 Metas

A meta deste projeto é a medição de níveis e vazões no rio Xingu, igarapés em Altamira e no rio Bacajá, monitorando ciclos hidrológicos completos, observando-se as seguintes metas:

- **Níveis d'Água e Vazões:** Observar a tolerância de 3 falhas no mês e no máximo 35 falhas ao ano;
- **Precipitações:** Observar a tolerância de 5 falhas no mês e no máximo 50 falhas ao ano.

11.1.2.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

A implantação e operação do sistema de monitoramento deverá ocorrer durante a Etapa de Construção, prolongando-se posteriormente pela etapa de Operação da Usina

11.1.2.6 Área de Abrangência

A área de desenvolvimento deste projeto corresponde a Área Diretamente Afetada e à Área de Influência Direta com abrangência no meio físico.

11.1.2.7 Base Legal e Normativa

Este programa deve ser compatibilizado com as exigências da ANA e da ANEEL, que deverão constar do contrato de concessão da usina para previsão de cheias (Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3 de 10 de agosto de 2010) e das próprias exigências de operação hidráulica do empreendimento.

A realocação do posto fluviométrico de Altamira, que será inundado com a formação do reservatório da UHE Belo Monte, deverá ser acordado previamente com a ANA, que é a proprietária do posto.

11.1.2.8 Metodologia

a) Postos Fluviométricos

Com o enchimento do reservatório, o posto fluviométrico Altamira ficará dentro do reservatório a ser formado, devendo-se, portanto, definir novo local para implantação de posto substituto, fora da área de remanso, onde seja possível estabelecer uma boa relação cota/vazão.

De forma a preservar a longa série histórica do posto hoje existente, deve ser feita a realização de campanhas de medições de descargas líquidas mensais ao longo de um ciclo hidrológico (12 meses), em ambos os postos, simultaneamente (o posto atual e o novo, a ser instalado), de forma a permitir o estabelecimento de correlações de níveis e vazões. Pretende-se ainda manter o posto atual operando para a leitura de níveis após o enchimento do reservatório, o que é do interesse para o perfeito conhecimento da variação dos níveis d'água na cidade de Altamira.

O posto relocado para montante será chave para definição das afluições ao reservatório e importante no auxílio do futuro sistema de previsões de vazão a ser implantado para operação do reservatório.

Também deve ser implantado um posto fluviométrico à jusante da Casa de Força Complementar de forma a quantificar as defluências da barragem Pimental (liberação para a Volta Grande do Xingu) e um posto situado a jusante da Casa de Força Principal, no rio Xingu.

Ressalta-se que todos os postos de monitoramento de níveis e vazões, quando cabível, devem ser em locais coincidentes com os monitoramentos hidrossedimentométricos, conforme apresentado no Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico.

Os dados oriundos do monitoramento dos níveis e vazões da UHE Belo Monte serão utilizados para subsidiar as seguintes atividades:

- Determinação da disponibilidade hídrica do reservatório durante a etapa de operação (cálculo do volume em função dos níveis d'água);
- Determinação precisa dos limites da área de inundação nos igarapés da região de Altamira;
- Monitoramento da variação de níveis e vazões a montante e jusante da usina;
- Monitoramento da variação de níveis, vazões e precipitação na área urbana do Município de Altamira;

- Estudos sobre a influência da operação da usina e a variação de níveis d'água a jusante.

b) Postos Pluviométricos

Os dados de precipitação coletados junto aos postos implantados nos igarapés de Altamira serão utilizados para apoiar as análises definidas no item anterior, principalmente quanto aos igarapés situados na área urbana de Altamira, onde o pleno conhecimento dos valores das precipitações permitirá avaliar os hidrogramas de cheias.

11.1.2.9 Atividades a serem Desenvolvidas

a) Instalação de Réguas Limnimétricas, do Limnígrafo da Barragem e de Pluviógrafos

Para acompanhamento da variação dos níveis d'água, prevê-se, caso necessário, a instalação de réguas limnimétricas complementares as já existentes, ao longo do reservatório, no rio Xingu, e também à jusante da barragem e Casa de Força Principal, além de novas réguas nos igarapés de Altamira com medições de vazão e nível para o estabelecimento de curva-chave. Caso seja necessário, deverá ser implantada estrutura de soleira vertente para medições de vazões baixas nos igarapés.

Os locais identificados para implantação de estruturas de medições de níveis, vazões e chuvas na região do igarapés de Altamira são:

- **Igarapé Ambé:** no curso do igarapé, coordenadas 363.906E e 9.654.457N, e em um tributário, coordenadas 363.884E e 9.651.639N;
- **Igarapé Altamira:** no curso do igarapé, coordenadas 362.528E e 9.646.183N;
- **Igarapé Painelas:** no curso do igarapé, coordenadas 350.972E e 9.640.456N.

Para o monitoramento de precipitação na região dos igarapés, deverão ser monitoradas as precipitações na estação de Ambé I e Estação Painelas. Não é necessário monitorar os quatro pontos, muito próximos, para se obter uma precipitação regional da bacia hidrográfica. Lembra-se ainda, que também haverá monitoramento de precipitações na estação climatológica de Altamira.

Para o trecho de montante do rio Xingu, fora da área de remanso do reservatório, o local para implantação do novo posto de Altamira situa-se junto à Pousada Salva Terra, com coordenadas 338.741E e 9.595.935N.

O local de implantação de posto à jusante da Casa de Força Principal será no mesmo local indicado para medição de descarga sólida, uma vez que para o conhecimento de vazões sólidas é necessário a medição de vazões líquidas, conforme indicado no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico e no Estudo Hidrossedimentológico à Jusante da Casa de Força em anexo a este PBA.

Para o monitoramento a jusante da Casa de Força Auxiliar (TVR) deve ser encontrada seção mais regular, junto à margem direita do rio Xingu, logo a jusante das estruturas de barramento.

Conforme previsto no Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico, será implantada régua limnimétrica, com estação coletora de dados de níveis d'água, feita contratação de leiturista e implantação de RN's com datum oficial. O local dessa estação esta condicionado aos resultados apontados no Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção, que deverá identificar as condições de navegação na Volta Grande, os fluxos preferenciais junto à Terra Indígena Paquiçamba e áreas mais rasas e com obstruções a navegação.

Ainda, conforme previsto no Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico, no rio Bacajá deverá ser monitorada a calha fluvial em seção próximo à foz do rio, e deverão ser monitorados níveis e vazões no posto Fazenda Cipaúba, operado pela ANA, procedendo à adequação do posto fluviométrico, caso necessário, às necessidades deste projeto.

Após iteração com os programas indígenas, foi solicitada a implantação de posto hidrossedimentométrico no rio Bacajá a cerca de 50 km da foz, na TI Trincheira Bacajá, com auxílio no monitoramento por parte dos índios Xikrin. Esta seção de monitoramento deve contemplar o monitoramento de níveis e vazões, além de aspectos hidrossedimentométricos discutidos no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico.

Pode concluir que alguns dos locais de monitoramentos aqui propostos apresentam forte iteração com locais de monitoramento do Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico, uma vez que o acompanhamento hidrossedimentológico necessita de medições de vazões líquidas.

Além dos postos mencionados, prevê-se também a instalação de limnigrafos nos reservatórios, junto ao corpo das barragens (Casa de Força Principal e Complementar) para atendimento à Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3/2010.

Segundo essa resolução conjunta ANEEL/ANA, os postos limnimétricos deverão ser instalados e entrar em funcionamento 30 dias antes do início do enchimento dos reservatórios.

Os postos fluviométricos e os pluviógrafos previstos nos igarapés de Altamira deverão ser instalados logo no início da construção para permitir os estudos durante mais de um ciclo hidrológico, e a aplicação dos resultados aos projetos de relocação e reurbanização da cidade de Altamira.

Os monitoramentos previstos neste projeto serão executados no âmbito do PBA até o segundo ano após o enchimento do Reservatório Intermediário, quando as ações de monitoramento previstas terão continuidade como atividades da operação da usina, regidos pelos termos da resolução conjunta ANEEL/ANA.

11.1.2.10 Apresentação dos Resultados/Produtos a serem Gerados

A coleta e análise de dados e a manutenção dos postos limnimétricos, dos postos limnigráficos, dos postos fluviométricos e dos pluviógrafos, deverão ser realizadas por uma equipe de hidrometeorologia, dentro da estrutura da operação do aproveitamento. Os resultados deverão ser armazenados em banco de dados da Usina de Belo Monte. Os dados a serem considerados serão os seguintes:

- Postos limnigráficos: armazenamento dos níveis d'água a cada 1 hora;
- Postos limnimétricos: armazenamento das duas leituras diárias (7 e 17 horas);

- Postos fluviométricos: armazenamento das planilhas de medições de descargas Líquidas;
- Postos pluviográficos: armazenamento das planilhas com os dados horários de precipitação.

Todas as análises efetuadas deverão consubstanciar um relatório técnico parcial de acompanhamento mensal. Decorridos 12 meses será emitido um relatório consolidando todas as informações dos relatórios parciais, onde estarão apresentados os principais comentários e conclusões sobre a massa de dados analisada. Tanto os relatórios parciais como o consolidado deverão ser encaminhados ao órgão ambiental responsável, além de estarem disponibilizados no Banco de Dados da UHE Belo Monte.

11.1.2.11 Equipe Técnica Envolvida

Para a execução desse Projeto o empreendedor deverá contar com uma equipe de campo composta pelos seguintes profissionais:

- 1 Engenheiro Pleno;
- 1 Engenheiro Júnior;
- 1 Técnico.

11.1.2.12 Interface com outros Planos, Programas e Projetos

Esse Projeto funcionará como subsídio e tem interface com vários outros programas previstos nesse PBA:

- **Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas do Reservatório:** conhecimento dos níveis d'água em campo para delimitação mais precisa das áreas para desmatamento;
- **Programa de Conservação e Manejo da Flora:** com um conhecimento dos níveis d'água em campo e, portanto, dos locais que deverão efetivamente ser desmatados, tem-se a indicação das áreas de coleta e manejo da flora;
- **Programa de Conservação da Fauna Terrestre:** o conhecimento da evolução do enchimento através dos postos implantados servirá de indicativo na priorização do regaste da fauna terrestre durante essa fase do empreendimento;
- **Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e Condições de Vida:** indicação com restrição à navegação e que devem ser objeto de monitoramento ou de levantamento dos níveis e vazões.
- **Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico:** esses dois programas prevêem locais de medições coincidentes uma vez que o conhecimento da vazão sólida depende do levantamento da vazão líquida.
- **Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR:** seção de monitoramento de níveis coincidente uma vez que o levantamento dessas variáveis implica em conhecimento da vazão e nível d'água.

11.1.2.13 Avaliação do Monitoramento

Os indicadores de avaliação deste projeto consistem da adequada operação da rede fluviométrica e pluviométrica para determinação dos níveis d'água, totais de precipitação e vazões, de forma contínua e com valores consistentes.

11.1.2.14 Responsável pela Implementação

O responsável pela implementação deste programa é o empreendedor, sendo que para a relocação do posto fluviométrico de Altamira deverá ser firmado acordo com a ANA.

11.1.2.15 Parcerias Recomendadas

A ANA é o órgão indicado potencial parceiro para implementação deste projeto.

11.1.2.16 Cronograma Físico

		UHE BELO MONTE																																																									
		PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES																																																									
Marcos	Observações																																																										
Atividades	Item																																																										
		2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025	
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4						
ETAPAS		IMPLANTAÇÃO																				OPERAÇÃO COMERCIAL (A PLENA CARGA)																																					
CRONOGRAMA DAS OBRAS																																																											
1	Obras para melhoria e abertura de acessos ao empreendimento																																																										
2	Implantação dos canteiros e instalações iniciais																																																										
3	Implantação de vilas residenciais																																																										
4	Implantação do Porto (Porto da Obra)																																																										
5	Lançamento das enscadeiras principais (1a e 2a fases)																																																										
6	Implantação obras civis Sítio Pimental (barragens, vertedouro, circuito adução/geração e LT)																																																										
7	Início de operação do sistema provisório de transposição de embarcações																																																										
8	Implantação do sistema definitivo de transposição de embarcações																																																										
9	Implantação do sistema de transposição de peixes																																																										
9	Serviços de montagem no Sítio Pimental																																																										
9	Implantação obras civis Sítio Belo Monte (barragens e circuito adução/geração)																																																										
10	Serviços de montagem no Sítio Belo Monte																																																										
10	Escavação e demais obras relacionadas aos canais																																																										
11	Construção dos diques																																																										
12	Desmobilização total dos canteiros																																																										
CRONOGRAMA DOS CADASTROS																																																											
1	Cadastro Socioeconômico																																																										
1.1	Áreas de canteiros, linhas de transmissão e acessos para as obras	Concluído																																																									
1.2	Vila Santo Antônio, Porto e Sítio Belo Monte	Concluído																																																									
1.3	Trecho de Vazão Reduzida																																																										
1.4	Reservatório do Xingu																																																										
1.5	Reservatório Intermediário																																																										
1.6	Igarapés (Altamira)																																																										
2	Cadastro Físico-territorial (inclui avaliação de benfeitorias e medição)																																																										
2.1	Áreas de canteiros, linhas de transmissão e acessos para as obras	Concluído																																																									
2.2	Vila Santo Antônio																																																										
2.3	Reservatório do Xingu																																																										
2.4	Reservatório Intermediário																																																										
2.5	Igarapés (Altamira)																																																										
CRONOGRAMA DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES																																																											
1	Implantação e operação dos postos limimétricos																																																										
2	Implantação e operação no novo posto de Altamira																																																										
3	Implantação e operação do posto de jusante da Casa de Força Principal																																																										
4	Implantação e operação do posto limimétrico junto à barragem																																																										
5	Implantação e operação dos postos fluviométricos e dos pluviógrafos nos igarapés																																																										

11.1.2.17 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

Esse Projeto foi elaborado pelo Engenheiro Civil Rene Álvaro Lacerda - CREA/SP 63.915/D e complementado pelos engenheiros Vinicius Roman – CREA/MG 69 540/D e Cristiane Vieira – CREA/MG 57 945/D.

11.1.2.18 Referências Bibliográficas

Inventário das Estações Fluviométricas, ANA – Hidroweb – 2010. EIA/RIMA de Belo Monte.

11.1.3 Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR

11.1.3.1 Introdução

Este Projeto apresenta a proposta de acompanhamento das características do escoamento no TVR, previsto no EIA como forma de verificação e complementação do prognóstico avaliado.

O Projeto atende ainda à condicionante 2.1 da LP nº 342/2010, que determina que “O Hidrograma de Consenso deverá ser testado após a conclusão da instalação da plena capacidade de geração da casa de força principal. Os testes deverão ocorrer durante 6 anos associados a um robusto plano de monitoramento, sendo que a identificação de importantes impactos na qualidade de água, ictiofauna, vegetação aluvial, quelônios, pesca, navegação e modos de vida da população da Volta Grande, poderão suscitar alterações nas vazões estabelecidas e consequente retificação na Licença de Operação. Entre o início da operação e a geração com plena capacidade deverá ser mantido no TVR, minimamente, o Hidrograma B proposto no EIA. Para o período de testes devem ser propostos programas de mitigação e compensação.”

Cabe a este Projeto de Monitoramento complementar a detecção das condições existentes antes da implantação da obra e alterações no TVR após enchimento do lago da UHE Belo Monte e entrada em operação sucessiva das unidades geradoras, inicialmente da Casa de Força Complementar e posteriormente da Principal, de forma a poder fornecer subsídios para outros temas citados na condicionante, seja fornecendo informações diretamente coletadas no campo, seja na avaliação dos parâmetros através de modelos matemáticos aferidos com dados de campo complementares àqueles utilizados no EIA.

Em função da importância e especificidade do monitoramento do TVR pretende-se realizar três tipos de monitoramento, contemplando monitoramentos deste projeto e outros projetos deste PBA, que são:

- Um monitoramento a ser feito em bases permanentes dos parâmetros Hidráulicos, Hidrológicos e Hidrossedimentológicos, em pontos estrategicamente escolhidos, que consiste na instalação de régua limnimétrica e a realização de medições nos moldes preconizados pela Agência Nacional das Águas (ANA) para estações Fluviométricas;
- Um monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico a ser feito sazonalmente no início da construção do empreendimento e após a operação da UHE Belo Monte a plena carga; e
- Uma reavaliação periódica das variáveis monitoradas, complementada pela simulação matemática do TVR, que poderá conduzir a ajustes na metodologia e nos pontos de coleta das informações.

11.1.3.2 Justificativa

A mudança das características hidráulicas no TVR, compreendido entre a Barragem Principal, no Sítio Pimental, e a Casa de Força Principal, próximo à localidade de Belo Monte, poderão impactar, entre outros, os seguintes aspectos: a Suscetibilidade Erosiva; a Navegabilidade; os Modos de Vida; os Usos da Água; a Flora e Fauna Terrestre; a Flora e Fauna Aquática; a Qualidade das Águas; a Saúde, em especial na região entre a Ilha Pimental e a margem esquerda do rio Xingu, que não mais receberá as vazões do rio Xingu, ficando sujeita a flutuações de níveis d água de jusante da Ilha Pimental.

Podem ser citados como impactos principais as modificações da inundação das florestas aluviais, além do aumento do tempo de exposição dos pedrais, que se constituem habitats – chave para o funcionamento dos ecossistemas existentes.

Depreende-se da grande gama de implicações da redução das vazões a necessidade de avaliação criteriosa da base dos parâmetros físicos envolvidos que impactam o meio ambiente, ou seja, os parâmetros hidráulicos, hidrológicos e hidrossedimentológicos.

A magnitude desses parâmetros, característicos das várias regiões do TVR, foi avaliada nos estudos realizados no âmbito do EIA, a partir de dados de campo consolidados, coletados em vários períodos da evolução dos estudos ambientais realizados para a UHE Belo Monte e através de simulações em modelos matemáticos que têm base metodológica consagrada.

Portanto, o projeto de monitoramento ora proposto reveste-se de grande importância para o detalhamento da variação dos parâmetros acima referidos no TVR, que subsidiarão a avaliação dos impactos de forma mais detalhada, a modelagem matemática mais acurada e a identificação das medidas de mitigação necessárias.

11.1.3.3 Objetivo

Este projeto tem o objetivo de aprofundar o atual estado do conhecimento das variáveis hidráulicas, hidrológicas e morfológicas no rio Xingu, entre a Barragem Principal e a foz do rio Bacajá e no trecho do rio Bacajá compreendido entre o posto fluviométrico Fazenda Cipaúba e sua foz no rio Xingu, de modo a correlacionar as principais rotas de navegação da população ribeirinha e indígena com as informações obtidas dos levantamentos das seções topobatimétricas. O monitoramento será iniciado na Etapa de Implantação, tendo continuidade durante a Etapa de Operação do empreendimento.

Este projeto visa também fornecer subsídios a outros projetos e programas a serem desenvolvidos para mitigação de impactos decorrentes da implantação e da operação do empreendimento.

11.1.3.4 Metas

A meta a ser alcançada com este projeto é a obtenção de informações que permitam uma caracterização morfológica do rio Xingu no TVR, entre a Barragem Principal e a foz do rio Bacajá, e no trecho do rio Bacajá compreendido entre o posto fluviométrico Fazenda Cipaúba e sua foz no rio Xingu. As informações coletadas antes e após a implantação do empreendimento deverão permitir o estudo de possíveis alterações morfológicas decorrentes da implantação e operação da UHE Belo Monte.

11.1.3.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

O monitoramento a ser feito das variáveis hidráulicas, hidrológicas e morfológicas deverá ser iniciado no começo da construção da UHE Belo Monte, de forma a permitir a coleta de dados na situação de antes da restrição das vazões para o TVR e após o enchimento do reservatório e operação de todas as unidades geradoras, de forma a permitir a análise dos parâmetros medidos antes e após a operação do empreendimento a “plena carga”.

11.1.3.6 Área de Abrangência

O monitoramento previsto será realizado no rio Xingu, no trecho entre a Barragem Principal e a foz do rio Bacajá, e no rio Bacajá no trecho entre o posto fluviométrico Fazenda Cipaúba e a sua foz no rio Xingu.

11.1.3.7 Base Legal e Normativa

Este Projeto deve ser compatibilizado com as exigências da Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3 de 10 de agosto de 2010, que estabelece condições e procedimentos a serem observados pelos concessionários de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico e sedimentométrico associado a aproveitamentos hidrelétricos.

11.1.3.8 Metodologia

O Projeto compreende três tipos de monitoramento: um a ser feito em bases permanentes, dos parâmetros hidráulicos, hidrológicos e morfológicos; outro a ser feito sazonalmente; e, finalmente, uma reavaliação periódica das variáveis do monitoramento, complementada pela simulação matemática do TVR.

A metodologia do monitoramento a ser feito de forma permanente compreende o levantamento de seções transversais, do nível d’água do dia do levantamento e medição de velocidades, quatro vezes em cada ciclo hidrológico, e leitura contínua de uma estação de monitoramento limnimétrico no TVR, em local a ser determinado no âmbito dos projetos do Plano de Gestão de Recursos Hídricos.

O monitoramento sazonal compreende as medições de vazão líquida/sólida que será realizada na estação de Altamira, e após a implantação da usina, na estação a jusante da casa de força complementar, definida no Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões, conforme apresentado na **FIGURA 11-2**.

Prevê-se ainda que, em alguns trechos julgados críticos para a navegação ou que restrinjam a passagem de água para áreas sensíveis, por exemplo, trechos de água parada ou a TI Paquiçamba, deverão ser medidas as larguras e profundidades do escoamento.

Conforme descrito nos outros dois projetos que compõem o Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico, os resultados do Projeto de Monitoramento da Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção, que deverá identificar as condições de navegação na Volta Grande do Xingu, os fluxos preferenciais junto à Terra Indígena Paquiçamba e áreas mais rasas e com obstruções a navegação, serão fundamentais para a indicação de localização das seções propostas nesse projeto.

As análises das variáveis coletadas e as simulações matemáticas poderão conduzir a ajustes na metodologia e dos pontos de coleta das informações. As análises das variáveis serão feitas de acordo com o usual, considerando ainda as necessidades do modelo matemático.

11.1.3.9 Atividades a serem Realizadas

Uma atividade fundamental para o monitoramento é a vistoria do TVR por equipe multidisciplinar durante as várias fases do ciclo hidrológico, para as condições de início da implantação do empreendimento, quando não ocorrerá restrição de vazão para o TVR por conta da entrada em operação da UHE Belo Monte. Outra vistoria deverá ser feita após o início da operação a “plena carga”, de forma a identificar “in loco” os controles hidráulicos indicados no Programa de Monitoramento da Navegabilidade e os interesses específicos das áreas que farão os estudos dos ecossistemas e dos impactos no meio físico afetados pela redução das vazões. Essa vistoria deverá ser realizada anualmente, durante os seis anos subseqüentes a esse início de operação de todas as unidades geradoras da Casa de Força Principal.

O monitoramento previsto partiu de uma análise detalhada do TVR realizada no âmbito do EIA, quando a partir das seções topobatimétricas levantadas fez-se a simulação matemática do trecho em questão. A visita de equipe multidisciplinar ao TVR prevista neste Projeto, logo no início de implantação do empreendimento, poderá definir as medições complementares eventualmente necessárias para atender interesses específicos dos estudos ecológicos e outros usos do TVR do rio Xingu.

Ressalta-se que o monitoramento propõe a instalação de uma estação fluviométrica para determinar a vazão que entra no TVR e o levantamento de seções topobatimétricas para acompanhar possíveis alterações morfológicas na calha fluvial. A única afluição significativa no trecho é a do rio Bacajá, que também possui monitoramento de níveis e vazões dispensando completamente mais de uma medição de vazão no TVR.

Para subsidiar os estudos de comportamento do trecho do rio Xingu ao longo da TVR entre a Barragem Principal e foz do Bacajá, prevê-se o monitoramento das variáveis hidráulicas, hidrológicas e hidrossedimentológicas, sendo que alguns dos levantamentos são escopo de outros projetos desse Programa de Monitoramento das Condições Hidráulicas, Hidrológicas e Hidrossedimentológicas. Para este programa prevê-se o monitoramento dos seguintes parâmetros:

- Níveis de água, de forma contínua, em um ponto estratégico do rio Xingu no TVR, em local e forma de monitoramento definido no Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões, com a implantação de régua limnométrica e limnógrafo;
- Seções topobatimétricas para o controle dos processos de erosão e sedimentação no TVR e na foz do rio Bacajá, instalando seções de monitoramento no trecho do rio Bacajá entre a fazenda Cipaúba e a foz deste rio, considerando seções para controle de sedimentação e seções para o estudo de remanso do rio, conforme localização preconizada no EIA;
- Nível d’água de forma simultânea com o levantamento da seção topobatimétrica;
- Vazões afluentes ao TVR, monitorado inicialmente em Altamira, em fase anterior ao funcionamento da usina, passando a ser monitorado em uma estação a ser instalada a jusante da casa de força auxiliar, na fase de operação e monitoramento de vazões no rio Bacajá no posto Fazenda Cipaúba. Estes levantamentos são escopo do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões.

A **FIGURA 11.1.3-1** mostra os locais das seções transversais a serem monitoradas para este projeto, lembrando que a definição do local exato das seções monitoradas será feita em campo, considerando as principais rotas de navegação dos ribeirinhos e indígenas, de acordo com os estudos sobre a navegação, em andamento.

Em relação à proposta inicial do EIA, alguns locais de seções transversais levantadas para o estudo ambiental foram alteradas nesse detalhamento realizado no PBA sendo: (i) seções em Ilha da Serra, Cana Verde e Pimental, pois estão localizadas próximas de onde serão canteiros de obra e já terão sua morfologia completamente alterada; (ii) seções Nova 1 e Nova 2, pois estão em trecho de rio que não terá vazão já na primeira fase de construção; e (iii) as seções 2, 3 e 4 devem ter seu levantamento restrito ao trecho em que ocorre a navegação, conforme informações históricas obtidas junto às populações ribeirinhas e indígenas que trafegam na região. Será realizada integração dos dados deste projeto com o Projeto das Condições de Navegabilidade na Volta Grande.

As medições permanentes de vazão deverão ser feitas no posto fluviométrico de Altamira, em fase anterior ao funcionamento da usina, passando a ser monitorado em uma estação a ser instalada a jusante da casa de força auxiliar, na fase de operação. As medições sazonais deverão ser feitas nos dois ciclos hidrológicos logo no início de implantação do empreendimento nas condições de cheia, na estiagem e transições entre cheia e estiagem. São previstos também a repetição dos levantamentos para seis ciclos hidrológicos nas condições da UHE Belo Monte a plena carga (18 unidades instaladas).

Será ainda objeto deste Projeto o detalhamento das campanhas de medição, analisar e consistir os dados coletados e realizar as simulações matemáticas eventualmente necessárias para subsidiar os estudos ecológicos e de outros usos do rio Xingu no TVR e em duas estações do rio Bacajá.

Prevê-se ainda como escopo deste projeto a utilização de modelo matemático para realização de simulações hidráulicas e hidrossedimentológicas no TVR em seu trecho navegável.

Ressalta-se ainda que serão realizadas as medidas de correção necessárias no âmbito do Projeto de Reestruturação Fluvial, caso o monitoramento proposto neste projeto identifique locais de restrição à navegação nos afluentes Bacajá, Bacajaí, Itatá e Ituna, decorrentes do início da implantação do hidrograma de consenso no trecho de vazão reduzida.

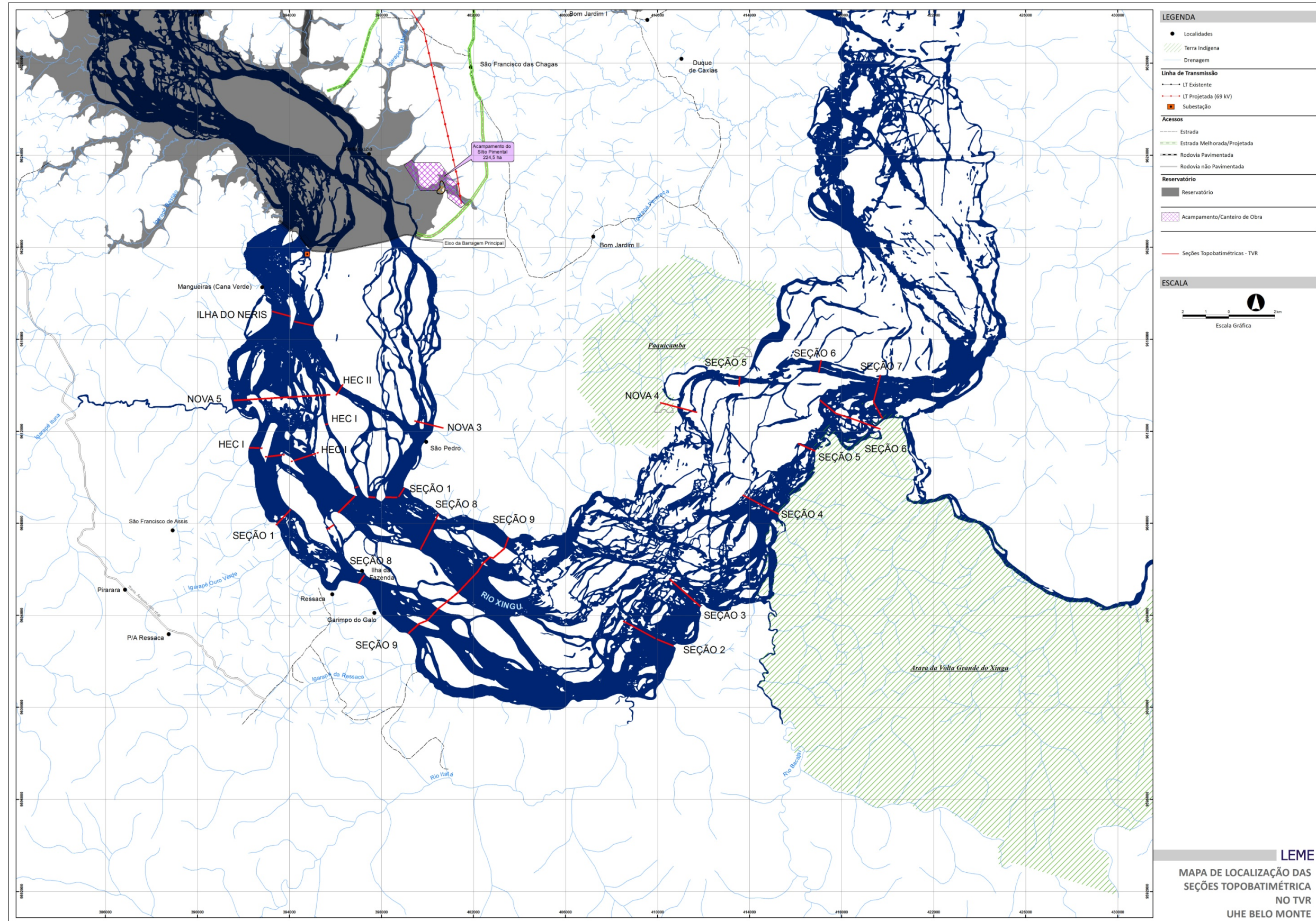


FIGURA 11.1.3-1 - Locais Potenciais para Monitoramento do TVR

11.1.3.10 Apresentação dos Resultados e Produtos Associados

As informações obtidas neste projeto serão utilizadas como base para as modelagens matemáticas e comparação da morfologia antes e depois da implantação do empreendimento.

Os produtos gerados serão relatórios parciais para o empreendedor, notas técnicas das simulações matemáticas e relatórios conclusivos, por ciclo de monitoramento, a serem encaminhados ao empreendedor e ao órgão ambiental.

11.1.3.11 Equipe Técnica Envolvida

Estão previstos os seguintes profissionais: Consultor (engenharia); Profissional Sênior (engenharia); Profissional Junior (engenharia); Profissional Sênior (biologia); e Profissional Sênior (socioeconomia)

11.1.3.12 Interface com Outros Planos, Programas e Projetos

Os resultados obtidos neste Projeto deverão ser usados como subsídios de todos aqueles programas previstos no Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu, principalmente para a questão da navegação, e para os monitoramentos de ictiofauna, flora e fauna, além do Programa de condições de vida da população desse trecho. Prevê-se ainda a importância desses resultados nos programas de saúde.

11.1.3.13 Avaliação do Monitoramento

Cada parâmetro monitorado será analisado em sua consistência geral, mostrando assim os desvios observados e as possíveis alterações nos padrões esperados. Essa análise servirá de base para correções na metodologia e locais de coleta dos dados para o seguimento das outras campanhas de monitoramento previstas.

A análise deverá ser realizada mensalmente no caso das medições permanentes e após cada campanha de medições (quatro por ciclo hidrológico), emitindo-se um relatório de análise para o empreendedor a cada campanha. Estes relatórios parciais, de análise dos dados, permitirão uma primeira avaliação dos padrões de comportamento dos diferentes parâmetros monitorados. Estas avaliações serão apresentadas em gráficos e mapas comparativos, e será efetuada uma análise de consistência com as outras campanhas de monitoramento realizadas, inclusive com as feitas no âmbito do EIA.

Após emissão do primeiro documento técnico, recomenda-se que se façam as correções necessárias nos locais, na metodologia do monitoramento.

A cada ciclo hidrológico monitorado, será desenvolvido um relatório consolidado para o órgão ambiental.

11.1.3.14 Responsável pela Implementação

O responsável pela implantação deste projeto será o empreendedor.

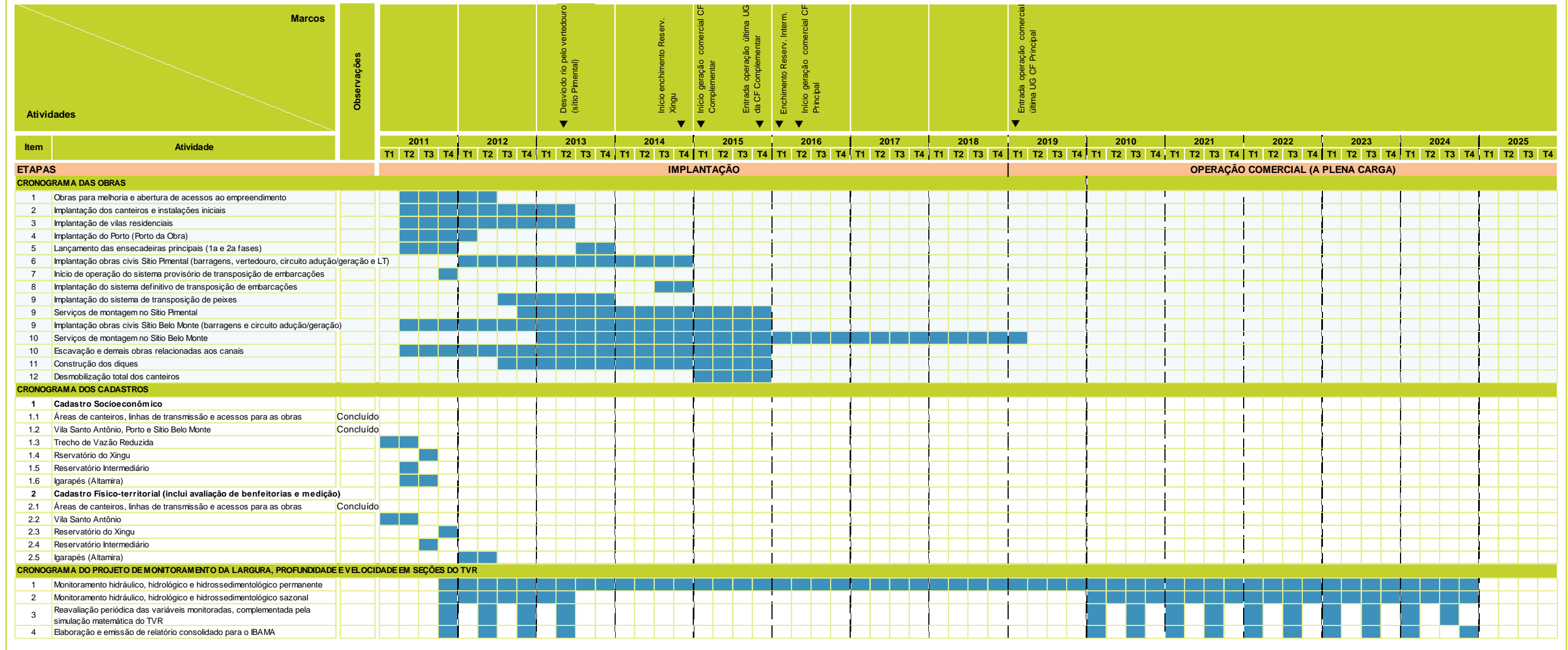
11.1.3.15 Parcerias Recomendadas

Propõe-se que seja realizada parceria com a ANA, no âmbito do Programa de Monitoramento, Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico.

11.1.3.16 Cronograma Físico

UHE BELO MONTE

PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR



11.1.3.17 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

Este Projeto foi elaborado pelo Eng. Civil Rubens Terra Barth, conforme ART do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura - CREA/SP 0600809071 e pelos engenheiros Vinicius Roman – CREA/MG 69 540/D e Cristiane Vieira – CREA/MG 57 945/D.

11.2 Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques

11.2.1 Introdução

Apresenta-se neste documento o Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques, integrante do Plano de Gestão dos Recursos Hídricos.

A abordagem deste programa enfoca o monitoramento dos cursos de água perenes, a serem interceptados para a formação do Reservatório Intermediário. Conforme apresentado na caracterização do empreendimento, 28 diques e três barragens formam o sistema de contenção do Reservatório Intermediário.

Análises de imagens de alta resolução dessa região dos diques e vistoria a campo realizada na fase de elaboração do Programa ambiental, indicaram a necessidade de previsão de dispositivos de vazão remanescente em 4 igarapés de escoamento permanente que serão barrados pelos diques 28, 19B, 14C e 13.

Esses dispositivos consistirão em galerias de concreto de 3,0 m de largura na El. 94,00 m, com tubulações com fluxo controlado através de válvulas. Essas galerias estarão sobre o aterro dos diques e, a jusante, terão seu escoamento controlado por soleira. O escoamento será conduzido através de escada com a mesma declividade do talude do dique. Junto ao pé do dique estarão dispostas estruturas de dissipação da energia do escoamento.

Destaca-se que o monitoramento desses igarapés interceptados pressupõe a adoção de metodologias de monitoramento dos meios físico e biótico a serem aplicadas também em outros programas e projetos do PBA, fazendo-se, quando necessário, adequações e ajustes para o atendimento das especificidades dos locais escolhidos para a realização dos levantamentos de dados e informações.

11.2.2 Justificativa

A implantação do Reservatório Intermediário implicará o seccionamento de vários igarapés afluentes pela margem esquerda do rio Xingu, sendo o porte dos mesmos muito variável, com áreas de drenagem de 4,41 km² até 130,5 km², destacando-se quatro cursos de água que são perenes, a saber: igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba. Para esses igarapés os diques a serem construídos (diques 13, 14C, 19B e 28) contarão com dispositivo de liberação de vazão que deverá ser indicada a partir do monitoramento previsto nesse Programa.

O seccionamento destes igarapés poderá implicar em alterações significativas para o meio biótico, com alteração na vegetação associada aos cursos d'água e, conseqüentemente, à ictiofauna associada, como também para o meio sócioeconômico ligado aos usos d'água por parte das populações residentes em suas proximidades.

Com a implantação dos diques, os trechos dos igarapés situados a jusante serão submetidos a estresse hídrico. A vegetação associada aos igarapés apresenta estrutura e composição de comunidade em conformidade com a dinâmica hídrica natural dos igarapés,

sendo sua área de ocorrência determinada pelos solos, perenidade dos cursos d'água e respectivo tamanho dos vales. Um potencial estresse hídrico poderá levar a alteração da fisionomia das florestas aluviais que normalmente ficam alagadas ou são submetidas a solos encharcados nas áreas ciliares aos igarapés durante o período de cheias. Isto poderá implicar, ainda, em alterações na ictiofauna atual desses igarapés, adaptada aos ciclos hidrológicos, propiciada pelo aumento de vazão nos períodos de cheia.

O monitoramento após a ocorrência da modificação ambiental prevista possibilitará uma melhor compreensão dos processos de adaptação de animais e plantas, podendo orientar no estabelecimento de medidas de controle ou mitigadoras.

A proposição de vazões que devem ser liberadas nestes igarapés passa, necessariamente, pelo monitoramento hidrológico antes da implantação dos diques. Este monitoramento implica na implantação de dispositivo para medição de vazões naturais e na instalação de pluviógrafos nos igarapés perenes que receberão os dispositivos de vazão sanitária.

Além do monitoramento hidrológico, deverá ser conduzido um acompanhamento dos padrões fenológicos da vegetação aluvial, um levantamento da ictiofauna e qualidade das águas, além dos usos da água pela população residente junto a esses cursos de água, antes e depois da implantação dos diques.

Com os levantamentos propostos será possível dispor de dados suficientes para, a partir de cálculos hidrológicos (modelagem e curva de permanência), identificar as condições de vazão atuais e projetar as seções de extravasamento para restituir água aos braços remanescentes dos igarapés. Os dados disponibilizados pelas análises hidrológicas dos igarapés irão, ainda, fornecer elementos para as equipes dos meios biótico e socioeconômico aquilatarem os possíveis efeitos das interferências sobre os respectivos ambientes e proporem medidas de mitigação.

Apesar das vazões dos igarapés serem objeto de monitoramento do programa, espera-se que a contribuição dessas vazões para o reservatório Intermediário seja insignificante quando comparada às vazões do rio Xingu e, portanto, a proposta é que sejam liberadas vazões próximas as vazões naturais dos igarapés, reduzindo os efeitos de interceptação desses cursos da água sobre a vegetação, qualidade e usos.

11.2.3 Objetivo

O monitoramento hidrológico, materializado através da implantação de postos fluviométricos e pluviográficos nos igarapés barrados pelos diques, irá quantificar a real disponibilidade hídrica desses, subsidiando uma avaliação da vazão a ser mantida após a formação do Reservatório Intermediário.

Com o levantamento fenológico proposto, pretende-se conhecer os padrões fenológicos de algumas espécies arbóreas, dentro da perspectiva das aplicações potenciais desses padrões, em curta e média duração, para entendimento dos efeitos dos ciclos hidrológicos nas árvores de florestas aluviais da região do Reservatório Intermediário. O estudo de monitoramento após a interrupção do fluxo natural será comparativo, de tal forma a averiguar se em duas áreas de um mesmo igarapé (com e sem intervenção) a mesma espécie apresenta comportamento fenológico similar e se respondem aos fatores de variação de vazão do igarapé ao longo do tempo. Ressalta-se que este objetivo refere-se à execução somente se, após a análise dos dados e determinação das vazões remanescentes do igarapé for inferior àquele natural.

Em relação à ictiofauna, serão obtidas informações e parâmetros que permitam estimar a estrutura, distribuição, abundância, biologia e ecologia da fauna íctica, visando acompanhar a evolução da mesma, em decorrência das mudanças que podem ocorrer pela interceptação dos igarapés pelos diques.

Os usos da água nos imóveis localizados a jusante dos igarapés serão avaliados com objetivo de identificar se haverá impactos pela interrupção nos igarapés onde não se prevê liberação de água ou pela alteração no fluxo de escoamento dos igarapés com sistema de extravazamento.

Os dados obtidos destes monitoramentos permitirão, por meio de uma análise integrada pelas diversas equipes envolvidas, uma avaliação dos efeitos que a alteração de vazão irá produzir no meio ambiente local e a proposição de medidas adequadas frente a eventuais impactos.

11.2.4 Metas

Apresenta-se a seguir as metas deste programa considerando os temas em análise.

11.2.4.1 Hidrologia

Conhecer as vazões naturais que escoam nos igarapés Cobal, Ticaruca, Cajueiro e Paquiçamba, de forma a se propor vazões remanescentes próximas aquelas naturais para serem restituídas aos braços remanescentes dos igarapés.

11.2.4.2 Usos da Água

- Conhecer a necessidade de água para o abastecimento humano e animal de forma a suprir às necessidades da população moradora nas proximidades dos igarapés barrados;
- Garantir durante o período de obra e durante a operação, a manutenção das atividades agropecuárias existentes nos imóveis rurais próximos aos igarapés e o abastecimento.
- Garantir os usos múltiplos da água já existentes nos quatro igarapés a serem barrados, mediante manejo das vazões defluídas pelos mecanismos de vazão sanitária;
- Obter junto ao órgão competente a outorga para interceptação de igarapés por diques para a formação do Reservatório Intermediário.

11.2.4.3 Monitoramento dos Padrões Fenológicos

- Realizar estudos florísticos e fitossociológicos para avaliar a composição e estrutura das comunidades vegetais da formação aluvial em um dos igarapés interceptados pelos diques, com fins de determinação das espécies de maior valor de importância;
- Determinar os padrões fenológicos (floração, frutificação, queda de folhas, brotamento) das cinco espécies de maior valor de importância (IVI) na formação aluvial dos igarapés interceptados pelos diques;
- Determinar os padrões de floração e a sua relação com os modos de polinização e dispersão das espécies;

- Documentar a flora da formação aluvial dos igarapés interceptados pelos diques complementando as coleções botânicas disponíveis para a região da UHE;
- Comparar os dados fenológicos e estruturais obtidos na formação aluvial das parcelas no igarapé-alvo, com e sem intervenção.

11.2.4.4 Monitoramento da Ictiofauna

- Conhecer a estrutura, distribuição e índices de abundância da ictiofauna no ambiente dos igarapés estudados,
- Gerar informações sobre a reprodução, relações tróficas, recrutamento, crescimento corporal e taxas de mortalidade das principais espécies e suas alterações em decorrência das interferências do empreendimento;
- Determinar possíveis alterações nos locais de desova e de berçário da ictiofauna como consequência das alterações nos cursos d'água;
- Propor medidas para mitigar ou compensar os impactos observados naqueles igarapés que terão seu fluxo interrompido e propor medidas para o manejo e conservação da fauna íctica.

11.2.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

Este programa será iniciado durante o período de construção do empreendimento, no ano de início das obras dos diques que interceptarão os igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba. O início das intervenções na região dos diques é de 2011 a 2013. Dessa forma, serão levantados nos primeiros dois anos a partir do ano 2011 os dados relativos à vazão, ictiofauna e qualidade das águas dos igarapés, garantindo ao final de dois anos hidrológico informações referenciais para a proposição das vazões remanescentes.

A próxima etapa a ser considerada deve ser um monitoramento a partir do enchimento do reservatório intermediário para se avaliar as interferências provocadas pelo empreendimento nesses igarapés (2 anos após o enchimento), dependente, no entanto, da vazão remanescente estipulada na primeira fase, cujo valor, poderá alterar a necessidade de avaliação dos parâmetros a serem monitorados.

O monitoramento comporá a grade de resultados para que se firmem ações articuladas aos programas e projetos voltados para a conservação da fauna, flora e recurso hídricos, de forma que a interface entre eles resultem em recomendações e protocolos padronizados que favoreçam a mitigação e/ou compensação dos impactos.

11.2.6 Área de Abrangência

O Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados por Diques será desenvolvido na ADA da UHE Belo Monte, entre o reservatório Intermediário e a margem esquerda do rio Xingu, na região da Volta Grande.

11.2.7 Base Legal e Normativa

O desenvolvimento do programa esta assentado em diferentes legislações, em função da diversidade de temas tratados.

Com relação aos estudos fenológicos, consideram-se as exigências da LP n.º 342/2010 e dos pareceres n.ºs 105/2009, 106/2009, 114/2009 e 6/2010 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA e o n.º 17/CGFAP. Cumprindo-se, ainda, obrigações legais definidas pela seguinte legislação:

- Constituição da República Federativa do Brasil, que em seu artigo 225 estabelece o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo, bem como a proteção da fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica;
- Código Florestal Brasileiro – Lei n.º 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 ...
 - b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais...”;

Na esfera Estadual, a Política de Meio Ambiente do Pará (Lei n.º 5.887/95) que estabelece no artigo 45, inciso VI, que a execução de projetos de aproveitamento hidrelétricos deverá ser precedida e acompanhada de medidas que assegurem a proteção de espécies raras, vulneráveis ou em perigo de extinção da flora, bem como das áreas representativas dos ecossistemas a serem afetados;

- Lei Estadual n.º 6.462, de 04 de julho de 2002 que regula a Política de Florestas e demais formas de vegetação;
- Decreto Estadual n.º 2.141, de 31 de março de 2006, que regulamenta dispositivos da Política de Florestas (Lei Estadual n.º 6.462/02), que tem por objetivo incentivar a recuperação de áreas alteradas para fins energéticos, madeireiros, frutíferos, industriais ou outros, mediante o repovoamento florestal e agroflorestal com espécies nativas e exóticas;

Em relação aos estudos hidrológicos, este programa deve ser compatibilizado com as exigências da ANEEL, que deverão constar do contrato de concessão da usina para previsão de cheias (Resolução da ANEEL n.º 396 de 04/12/98) e das próprias exigências de operação hidráulica do empreendimento.

Ainda, a obtenção da outorga para a interceptação dos igarapés que serão interceptados por diques para a formação do Reservatório Intermediário deverá ser obtida junto ao órgão competente.

11.2.8 Metodologia

Os levantamentos e monitoramento proposto, como já informado, são voltados para os igarapés perenes que serão interceptados pelos diques e contarão com o dispositivo de vazão sanitária, sendo eles: igarapés Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba, apesar de se avaliar outras áreas onde o fluxo será interrompido nessa área de abrangência do Programa.

Para os diversos temas de monitoramento – hidrologia, ictiofauna, padrões fenológicos, qualidade da água e uso da água – foram definidos procedimentos metodológicos específicos, periodicidades, locais e formas de monitoramento a serem praticadas.

Uma visita aos locais de implantação dos diques que interceptarão os quatro igarapés e permitirão a formação do Reservatório Intermediário da UHE Belo Monte, permitiu uma avaliação preliminar das condições destes igarapés, descritas a seguir:

a) Igarapé Cobal ($AD = 90,86 \text{ km}^2$; $L = 33,19 \text{ km}$)

O local visitado neste igarapé, com coordenadas 416.504 E e 9.642.020 N, apresenta águas turvas, velocidades muito baixas, largura de 13m e profundidade da ordem de 2,50 m, com fundo e margens em terreno argilo-arenoso. Pelas condições de escoamento observadas, pode-se prever que no pico do período de estiagem este igarapé não deve secar integralmente, sendo mantido por uma pequena vazão de base. Na **FIGURA 11.2.8-1** pode-se observar a seção visitada junto ao igarapé.

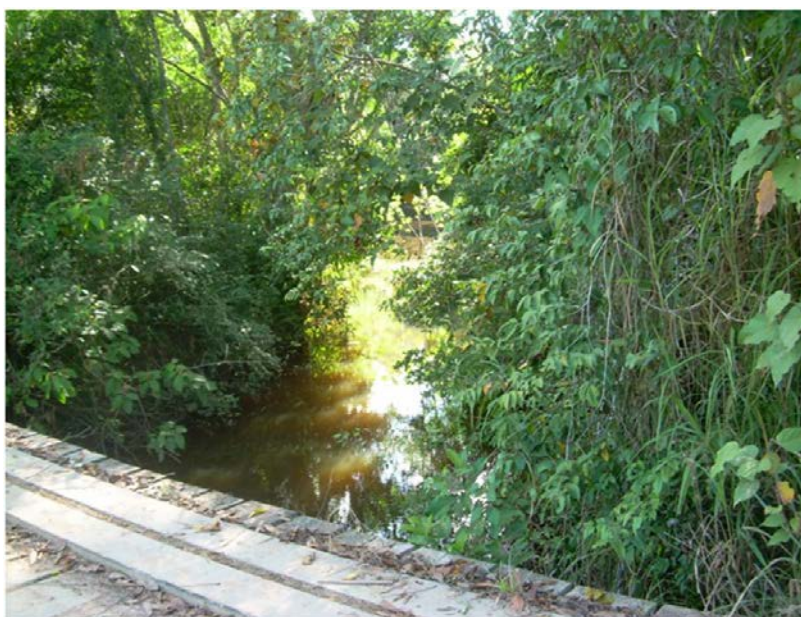


FIGURA 11.2.8-1 – Vista de jusante do igarapé Cobal.

b) Igarapé Cajueiro ($AD = 19,50 \text{ km}^2$; $L = 12,65 \text{ km}$)

Este igarapé, com coordenadas 416.900 E e 9.638.697 N, apresenta águas turvas, velocidades muito baixas, largura de 6m e profundidade da ordem de 0,45 m, com fundo e margens em terreno argilo-arenoso. Pelas características do igarapé, pode-se afirmar que no pico do período de estiagem o mesmo deve apresentar escoamento próximo a zero. Na **FIGURA 11.2.8-2** pode-se observar a seção visitada no igarapé.



FIGURA 11.2.8-2 – Vista de jusante do igarapé Cajueiro

c) Igarapé Ticaruca (AD=77,83 km²; L=24,87 km)

Este igarapé Ticaruca, com coordenadas 416.677 E e 9.638.952 N), apresenta águas turvas, velocidades muito baixas, largura de 11m, profundidade da ordem de 2,50m e vazão da ordem de 1,00 m³/s, com fundo e margens em terreno argilo-arenoso. Pelas características observadas, pode-se afirmar que o escoamento no pico da estiagem fica bastante reduzido, porém sem secar. Na **FIGURA 11.2.8-3** pode-se observar a seção visitada junto ao igarapé.



FIGURA 11.2.8-3 – Vista de jusante do igarapé Ticaruca.

d) Igarapé Paquiçamba (AD=130,50 km²; L=39,93 km)

Este igarapé, com coordenadas 411.855 E e 9.632.564 N, apresenta águas turvas, velocidades muito baixas, largura de 12 m, profundidade da ordem de 2,00m e vazão estimada da ordem de 1,50 m³/s, com fundo e margens em terreno argilo-arenoso. Este igarapé não seca durante o pico da estiagem na bacia, apresentando escoamento reduzido,

porém permanente. Nas **FIGURAS 11.2.8-4 e 11.2.8-5** pode-se observar a seção visitada junto ao igarapé.



FIGURA 11.2.8-4 – Vista de montante do igarapé Paquiçamba.



FIGURA 11.2.8- 5 – Vista de jusante do igarapé Paquiçamba.

11.2.8.1 Monitoramento Hidrológico

Com relação ao monitoramento hidrológico, pelo tamanho das áreas de drenagem e pelas características das seções observadas em campo, sugere-se a implantação de estruturas de concreto tipo soleiras vertentes para quantificação das vazões durante os meses de vazões baixas, já que para estas situações as medições com molinetes ficam muito prejudicadas em função das baixas velocidades. Para os meses de vazões altas, recomenda-se a utilização de metodologia tradicional, com a utilização de molinetes hidrométricos.

A implantação destes dispositivos subentende o conhecimento das características físicas da bacia e da seção controlada, o que permitirá o cálculo preciso da vazão na seção. Juntamente com a implantação do dispositivo hidráulico, deve-se prever a implantação de limnigrafos a montante da seção de forma a obter registros contínuos dos níveis d'água.

Para os parâmetros hidrológicos, tendo em vista a necessidade de dados contínuos para análise de tendência de séries, recomenda-se a observância das seguintes metas:

- Níveis D'água e Vazões: Observar a tolerância de 3 falhas no mês e no máximo 35 falhas ao ano;
- Precipitações: Observar a tolerância de 5 falhas no mês e no máximo 50 falhas ao ano.

11.2.8.2 Monitoramento do Uso da Água

Nos imóveis da região a ser monitorada, observa-se a predominância da utilização de poços e cisternas para o abastecimento humano. A população é dispersa nos imóveis rurais, já que não existem povoados próximos.

O monitoramento do uso da água considerará a espacialização dos imóveis e dos moradores localizados entre o Reservatório Intermediário e o rio Xingu, nas proximidades dos quatro igarapés a serem analisados e potencialmente sujeitos às interferências nos cursos de água que drenam suas terras. Será realizado um mapeamento dos poços, cacimbas e cisternas, principais formas de abastecimento de água utilizadas pela população. Esses locais serão monitorados para a verificação de possíveis variações nos níveis de água disponíveis, atípicas comparativamente às condições naturais da região.

Deverão ser identificados os usos da água e as formas de produção que dependem desse recurso. Além disso, os usos propriamente ditos serão monitorados em quantidade e qualidade para se avaliar os impactos da interrupção de fluxo.

Será realizada trimestralmente a medição de poços e cisternas a serem monitorados, considerando um ciclo hídrico completo, antes da implantação dos diques. Este monitoramento se repetirá após o enchimento do reservatório intermediário por mais dois anos.

11.2.8.3 Monitoramento dos Padrões Fenológicos

O Monitoramento dos Padrões Fenológicos será realizado em quatro parcelas isoladas do RAPELD/PPBIO a serem implantadas na margem de um dos igarapés que será alvo de construção de dique no Reservatório Intermediário, sendo duas a jusante do dique (parcelas experimentais), e duas no mesmo igarapé em área sem interferência do reservatório (por inundação) ou do dique (parcelas controle), e contará com os seguintes procedimentos de coleta de dados:

- Definição em campo e delimitação das áreas onde serão implantadas as parcelas experimentais e controle;
- Parcelas permanentes para análise estrutural que irá determinar as espécies de maior IVI e frequência para fins de análise dos padrões fenológicos;
- Levantamento dos padrões fenológicos das cinco espécies de maior IVI determinadas na análise estrutural;

- Caminhamentos nas parcelas para levantamento florístico que complementarão a análise fenológica das espécies arbóreas-alvo.

As parcelas permanentes apresentarão as mesmas dimensões daquelas definidas para indivíduos com DAP ≥ 30 cm, seguindo o mesmo desenho amostral do RAPELD, apresentado no Plano de Conservação e Manejo dos Ecossistemas Terrestres e no protocolo metodológico do Projeto de Monitoramento das Florestas de Terra Firme.

11.2.8.4 Monitoramento da Ictiofauna

A metodologia adotada para os levantamentos e estudos da ictiofauna do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques obedece, em linhas gerais, a metodologia estabelecida para o Programa de Conservação da Ictiofauna do UHE Belo Monte e é descrito resumidamente, a seguir.

O desenho amostral utilizado na coleta de dados para o monitoramento da ictiofauna contempla seis setores do rio, os quais foram delimitados, considerando as características hidrológicas e físicas do mesmo, bem como os tipos de impacto de cada setor, no contexto das obras da UHE Belo Monte. A região do Reservatório Intermediário (Setor V) terá dois sítios amostrais de monitoramento que deverão compatibilizar-se com os quatro igarapés a serem avaliados: Cobal, Ticaruca, Cajueiro e Paquiçamba.

Entende-se por “sítio amostral” uma localidade em cujas proximidades serão realizadas as amostras e, no caso deste programa, correspondem aos ambientes aquáticos dos igarapés, que são os pequenos cursos de água de primeira ou segunda ordem que drenam para o rio Xingu ou seus grandes tributários.

No monitoramento da ictiofauna, considerando todo o empreendimento, serão realizadas coletas em um total de sete ambientes, identificados como os mais importantes para a ictiofauna: remanso do rio, canal do rio, praia, pedrais/corredeiras, igapós, lagoas e igarapés. Assim, em cada período do ano e em cada um dos setores do rio e sítios amostrais a serem definidos, procurar-se-á amostrar todos os ambientes aquáticos acima referidos.

Ressalva deve ser feita para o fato de que alguns ambientes, como é o caso dos igarapés interceptados pelos diques, podem sofrer modificações importantes, ou mesmo não estar disponíveis, em certa época do ano, de acordo com o ciclo hidrológico, em função das diferenças nas vazões do rio e na disponibilidade de áreas inundadas, o que pode impossibilitar a amostragem do mesmo.

As coletas deste projeto serão realizadas em quatro grandes campanhas durante um ano, de acordo com o ciclo hidrológico, correspondendo à cheia (março-abril), vazante (maio-julho), seca (agosto-novembro) e enchente (dezembro a fevereiro) e durante dois anos após o enchimento do reservatório Intermediário.

Para cada ambiente e condição hidrológica, corresponde a formas de coleta mais adequadas de exemplares da ictiofauna. Por este motivo, um conjunto de metodologias padronizadas deverá ser utilizado para obter a maior representatividade das amostras. Para os locais rasos dos igarapés e pedrais/corredeiras e igapós serão utilizadas quatro peneiras circulares, construídas com tela de mosquiteiro de 2 mm de malha e aproximadamente 51 cm de diâmetro. Estes instrumentos serão movimentados na água manualmente e de forma rápida, do substrato até a superfície, para a coleta de indivíduos pequenos.

Para o estudo da ictiofauna e independente do aparelho ou forma de coleta, informações sobre parâmetros ambientais, tais como oxigênio dissolvido, pH, condutividade, temperatura, velocidade da água, profundidade e visibilidade deverão ser obtidas para cada amostra coletada da ictiofauna. Essas variáveis deverão ser utilizadas nas análises para correlacionar com os índices de abundância da ictiofauna e com os estudos sobre ecologia e biologia. Dados geo-referenciados de todos os locais amostrados serão utilizados para a realização de mapas.

Para a correlação com outras informações sobre a qualidade da água, sedimento e biota (macrobentos, fitoplâncton e zooplâncton) serão obtidas dos dados do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, para os sítios e épocas do ano correspondentes.

Parâmetros a serem analisados:

- **Abundância e Estrutura da Comunidade Íctica:** Para elucidar a distribuição da ictiofauna, as ocorrências ou ausências de cada espécie poderão ser analisadas, de forma conjunta, agrupando todos os métodos de captura, sendo que os resultados serão expressos na forma de tabelas binárias (0 ou 1), após o qual frequências de ocorrências serão estimadas;
- **Biologia e Ecologia da Ictiofauna:** Dos indivíduos capturados serão analisados os dados para os estudos de biologia ecologia, sendo determinado o sexo por exposição da cavidade abdominal, o estágio de maturação gonadal, segundo classificação macroscópica de Vazzoler (1981), grau de repleção do trato digestivo (vazio, até 25% cheio, entre 25% e 75% e cheio) e tipo de alimento predominante. Estômagos de algumas espécies de importância ecológica ou econômica, que possuam itens alimentares no trato digestivo, deverão ser coletados para estudar a dieta e avaliar as modificações no espectro alimentar após o empreendimento;
- **Rotas de Migração:** Uma vez que as hipóteses sobre as rotas de migração das principais espécies não foram totalmente confirmadas nos estudos anteriores de impacto ambiental, se faz necessária a aplicação de uma metodologia rápida, que permita obter um modelo do comportamento destas;
- **Distribuição de Ovos e Larvas – Ictioplâncton:** Para o estudo do ictioplâncton, amostras serão retiradas nos mesmos biotopos acima especificados, com a mesma periodicidade e ao longo de todos os setores seis setores e sítios do rio anteriormente definidos.

11.2.8.5 Análise Integrada dos Resultados dos Monitoramentos

Os dados obtidos com os monitoramentos serão avaliados por meio de uma análise integrada pelas diversas equipes envolvidas. Ao final de um ano de monitoramento será apresentado o resultado integrado com a proposição de vazões que devem ser liberadas a partir dos diques em cada um dos quatro igarapés.

A meta a ser alcançada é a proposição de vazões próximas as vazões naturais de forma a se evitar impactos a jusante dos diques.

11.2.9 Atividades a serem Desenvolvidas

11.2.9.1 Monitoramento Hidrológico

a) Instalação de Réguas Limnimétricas, de Limnígrafo e de Pluviógrafos

Para acompanhamento da variação dos níveis d'água, prevê-se a instalação de réguas limnimétricas com medições de nível e vazão para o estabelecimento de curva-chave.

Além da implantação das seções hidrométricas esta prevista a implantação de pluviógrafo para quantificação das precipitações nestes cursos d'água.

b) Monitoramento dos Postos

A leitura das réguas e o estabelecimento de pontos para a curva-chave deverão ser iniciados com o início das obras para que se tenha um conjunto de pontos que cubram, no mínimo, um ciclo hidrológico completo.

A coleta de dados nesses igarapés deve ser parte do Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico previsto no EIA.

11.2.9.2 Monitoramento do Uso da Água

- Mapeamento dos imóveis rurais no entorno dos igarapés, no trecho à jusante dos locais de construção dos diques;
- Identificação e mapeamento de poços e cisternas e cacimbas;
- Quantificação por amostragem da população total dependente desses locais para o suprimento de água;
- Identificação e quantificação por amostragem dos diversos usos da água (abastecimento humano, dessedentação de animais, produção agrícola etc.);
- Medição periódica do nível de poços e cisternas monitorados para a verificação da disponibilidade de água para uso humano, considerando o ciclo hídrico completo.

11.2.9.3 Monitoramento dos Padrões Fenológicos**a) Seleção dos fragmentos florestais para monitoramento**

Os fragmentos a serem monitorados serão selecionados nas margens de um dos igarapés interceptados pelos diques, sendo duas parcelas a jusante do dique (parcelas experimentais), e duas no mesmo igarapé em área sem interferência do reservatório (por inundação) ou do dique (parcelas controle). As parcelas amostrais serão definidas em função da representatividade das fitofisionomia de interesse, bem como o status de conservação atual e futura e sua condição de intervenção do reservatório e do dique.

b) Definição das espécies-alvo

Serão consideradas as cinco espécies de maior IVI e frequência nas parcelas instaladas para a determinação dos padrões fenológicos e os padrões de floração e a sua relação com os modos de polinização e dispersão. Estas espécies devem atender aos requisitos de: (a) típicas e características de áreas aluviais; (b) ocorrerem em duas áreas do igarapé-alvo, sendo uma que será interceptada pelo dique, e outra não, procurando-se amostrar pelo menos oito indivíduos de cada espécie; (c) preferencialmente possam ser uma das já definidas para a formação de banco de germoplasma, bem como daquelas monitoradas no

âmbito dos Projetos de Moitoramento de Terra Fime e Aluvial. A definição das espécies-alvo só poderá ser realizada após a análise fitossociológica das parcelas.

c) **Determinação dos padrões fenológicos**

As observações das fenofases, floração, da frutificação e da mudança foliar serão realizadas trimestralmente, durante um ano antes das intervenções e dois após a intervenção, em pelo menos oito indivíduos de cada espécie-alvo localizados nas parcelas permanentes experimentais e controle.

Será utilizado o método proposto por Fournier (1974), que estima a intensidade de cada fenofase por meio de uma escala intervalar de cinco categorias (0 a 4), com intervalos de 25 % entre cada uma delas, sendo: zero = ausência de fenofase, 1 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 1 % a 25 %, 2 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 26 % a 50 %, 3 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 51 % a 75 % e; 4 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 76 % a 100 %. Nesse método, a escala de mensuração é semi-quantitativa, pois o valor atribuído corresponde a um valor real que está enquadrado em um intervalo conhecido.

Para a definição das fenofases será utilizado o método proposto por Morellato *et al.* (1990), onde:

Periodicidade = refere-se à regularidade do ciclo fenológico;

Frequência = é o número de ciclos por unidade de tempo, expresso em múltiplos de ano (sub-anual = mais de um ciclo por ano, anual = um ciclo por ano; supra-anual = menos de um ciclo por ano);

Duração = é o período do ano em que uma planta permanece em uma determinada fase;

Época = é o dia, mês e ano em que o evento ocorre;

Sincronia = proporção de indivíduos amostrados que estão manifestando determinado evento fenológico.

Para as observações das variáveis fenológicas (**QUADRO 11.2.9-1**), será utilizado um binóculo e fichas de campo.

QUADRO 11.2.9-1
Características fenológicas a serem observadas nas espécies-alvo, em cada

FENOFASE	FLORAÇÃO
1	Botão floral - BF
2	Floração adiantada - FA
3	Floração terminando - FT
FRUTIFICAÇÃO	
4	Frutos novos presentes – FN
5	Frutos verdes - FV
6	Frutos maduros- FM

7	Semente disseminando - SD
MUDANÇA FOLIAR	
8	Queda das folhas ou árvore esfolhando - QF
9	Folhas novas ou brotamento - FLN
10	Folhas velhas ou Copa completa - FLV

Os dados meteorológicos de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar serão levantados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com estação em Altamira, PA. As variáveis climáticas serão apresentadas em valores médios mensais, referentes aos períodos estudados, para caracterizar os períodos de maior e menor pluviosidade.

Os valores médios mensais serão calculados e elaborados gráficos da evolução de cada fenofase, durante o período de observação. Os dados fenológicos serão analisados usando-se o programa SAS, programado para estimar as ocorrências de cada fenofase, para cada mês, por árvore, por ano e dia de observação. Para testar a significância dos coeficientes de cada fenofase, serão utilizado a função (*Deviance*), com distribuição gama e a estatística X_2 de Pearson.

d) Estrutura fitossociológica

A partir das análises dos parâmetros fitossociológicos, como IVI e frequência, serão determinadas as espécies-alvo de estudo dos padrões fenológicos. Para a determinação da estrutura fitossociológica nas parcelas amostrais. Em cada parcela serão medidos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm. Destaca-se contudo que a seleção das espécies-alvo de estudo fenológico serão aquelas do grupo com DAP ≥ 30 cm, de forma a buscar interface com os padrões monitorados nos projetos de florestas de terra firme e aluvial.

Os parâmetros fitossociológicos estimados serão no mínimo os de: Densidade, Frequência e Dominâncias Absolutas e Relativas, além dos Índices de Valor de Importância para as famílias e espécies, segundo Müller-Dombois & Elleberg (1974).

e) 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 ou paquímetro. Nas 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 ou planilhas padronizadas.

Os indivíduos com diâmetro inferior ao de qualificação serão classificados de acordo com a forma de vida em, ervas (chão da floresta), herbáceas, arbustivas, arvoretas, epífitas, lianas (cipós) e palmeiras. Em cada parcela será feito um reconhecimento destes indivíduos através da identificação taxonômica e coleta de material para herborização quando estes se encontrarem férteis.

f) Levantamento florístico

De forma a contribuir com um maior conhecimento da flora regional, uma vez que já haverá o deslocamento até áreas de formações florestais para a avaliação fenológica das espécies-alvo e a fitosociologia, será incluído, também o levantamento florístico nas parcelas monitoradas sendo utilizados, também, os dados coletados na análise estrutural. Esse levantamento botânico será aleatório em todas as parcelas, para coleta de material fértil. Esse material será herborizado segundo Fidalgo & Bononi (1984) e servirá como material testemunho das espécies de ocorrência na região da UHE. Todo o procedimento dessa etapa será realizada na infraestrutura do laboratório do viveiro de mudas, de forma a facilitar a interface com os programas de Formação de Banco de Germoplasma e Salvamento e Aproveitamento Científico da Flora.

A determinação do material será realizada preferencialmente em campo até o nível de família e gênero. Os dados serão incluídos no sistema BRAHMS. A identificação específica será realizada pelos especialistas envolvidos no projeto. Quando não for possível, será determinado com base em bibliografia pertinente ou encaminhado a herbários para determinação por comparação ou ainda, persistindo dúvidas será encaminhado a especialistas. Uma vez identificados as exsicatas serão depositadas nas coleções do INPA, MPEG e outras coleções fiéis depositárias da Amazônia. Para a delimitação de famílias será seguido o sistema da APG II (APG II 2003) e APG III (<http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>). Para espécies, os binômios serão confirmados através da base eletrônica do *Missouri Botanical Garden* - MOBOT (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>), e os nomes dos autores serão abreviados segundo Brummitt & Powell (1992), com atualização segundo o IPNI ou MOBOT (<http://www.ipni.org/index.html>).

Os dados fitosociológicos para famílias e espécies e demais dados comunitários serão calculados e analisados utilizando-se a planilha eletrônica MS Excel e programas livres como FITOPAC (Unicamp), EstimateS™, PAST, entre outros.

g) Medições de reavaliação

A estrutura fitosociológica das espécies-alvo será reavaliada a cada campanha quando serão realizadas novas medidas de diâmetro e altura de todos os indivíduos. 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.

11.2.9.4 Monitoramento da Ictiofauna

Esse levantamento de dados se insere dentro do Projeto de Monitoramento da Ictiofauna com a mesma metodologia de amostragem detalhada nesse projeto:

- Preparação das campanhas de coleta (piloto); coleta de peixes nos dois sítios amostrais dessa área;
- Triagem dos peixes e dos ovos e larvas; registro das variáveis pertinentes para estudos de reprodução, alimentação, crescimento corporal e mortalidade;
- Envio de amostras para os estudos de genética de populações e taxonomia; análise estatística dos dados após digitação;
- Discussão dos dados com a literatura;

- Elaboração de relatórios; eventos de integração para formulação de um conhecimento íctico desses igarapés.

11.2.9.5 Análise Integrada dos Resultados dos Monitoramentos

- Avaliação conjunta dos locais e período de amostragem;
- Apresentação dos resultados dos monitoramentos;
- Elaboração de proposta de vazão a ser liberada dos diques e avaliação de impactos relacionados á proposta.

11.2.10 Apresentação dos Resultados/Produtos a serem Gerados

Os resultados obtidos com o monitoramento das vazões, ictiofauna, qualidade da água e padrões fenológicos dos igarapés interceptados pelos diques serão apresentados na forma de relatórios de acompanhamento mensais para o Empreendedor e dois relatórios semestrais de conclusão de atividades a serem emitidos para a análise do IBAMA.

Os relatórios de acompanhamento deverão explicitar as atividades executadas e os resultados obtidos por meio de quadros, tabelas e mapas, apresentando uma avaliação do estágio de desenvolvimento do programa frente aos seus objetivos e metas e propondo, caso necessário, redirecionamentos de ações, principalmente no que tange à continuação e recomendações do monitoramento frente à determinação das vazões residuais nos diques.

Os relatórios a serem apresentados ao IBAMA também deverão conter quadros, tabelas e mapas, apresentando de forma objetiva os resultados do projeto em consonância com os prazos e as interfaces estabelecidas. Este projeto gerará além de relatórios, produções científicas em conjunto com as instituições parceiras a serem apresentados em eventos científicos e publicados em revistas especializadas.

11.2.11 Equipe Técnica Envolvida

Para os levantamentos e análises hidrológicas previstas nesse Programa será utilizada a equipe considerada no Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico e para os levantamentos de uso da água prevê-se a inclusão de pelo menos 1 Sociólogo e um técnico na equipe.

Para os levantamentos dos padrões fenológicos a equipe técnica será aquela que irá desenvolver as atividades de monitoramento das florestas aluviais e de terra firme constante desse PBA.

A equipe técnica relativa aos levantamentos da ictiofauna já está considerada no Projeto de Monitoramento da Ictiofauna do Programa de Conservação da Ictiofauna.

11.2.12 Interface com outros Planos, Programas e Projetos

Esse Programa terá interface direta com o Programa de Conservação da Fauna Terrestre, Programa de Monitoramento da Flora, Programa de Conservação e Manejo de Habitats Aquáticos, Programa de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios, o Projeto de Monitoramento da Ictiofauna, com Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico, Projeto de Medição de Níveis e Vazões e com o Projeto de Monitoramento das Condições de Vida das Populações da Volta Grande.

O presente Programa também apresenta interface com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, haja vista que os trabalhos de campo com coleta de material vegetal irá fomentar também coleta de propágulos e mudas no campo para serem encaminhadas ao viveiro provisório. Dessa forma, ampliando as ações de salvamento de germoplasma para serem utilizadas tanto nos plantios relativos à recuperação de áreas degradadas quanto em futuros reflorestamentos do entorno dos reservatórios para fins de manutenção de encostas e controle de processos erosivos;

Observa-se ainda uma interface com o Projeto de Salvamento e Aproveitamento Científico da Flora, uma vez que as coletas botânicas deste Programa poderão fomentar o banco de sementes e mudas. Além disso, as áreas físicas como escritório para o banco de dados e laboratório para processamento das amostras testemunhas (exsicatas) e outros são as mesmas: o viveiro provisório;

Por fim, os trabalhos e ações do monitoramento do presente Programa deverão estar presentes no escopo das atividades de educação ambiental e comunicação social (Projeto de Educação Ambiental e Programa de Interação Social e Comunicação) para as populações e comunidades próximas, bem como para os trabalhadores contratados, de forma a evitar danos às árvores monitoradas e a coleta irregular e indiscriminada, buscando garantir a integridade dos espécimes dos fragmentos florestais das áreas alvo do projeto, bem como dos equipamentos utilizados para os levantamentos hidrológicos.

11.2.13 Avaliação e Monitoramento

11.2.13.1 Monitoramento Hidrológico

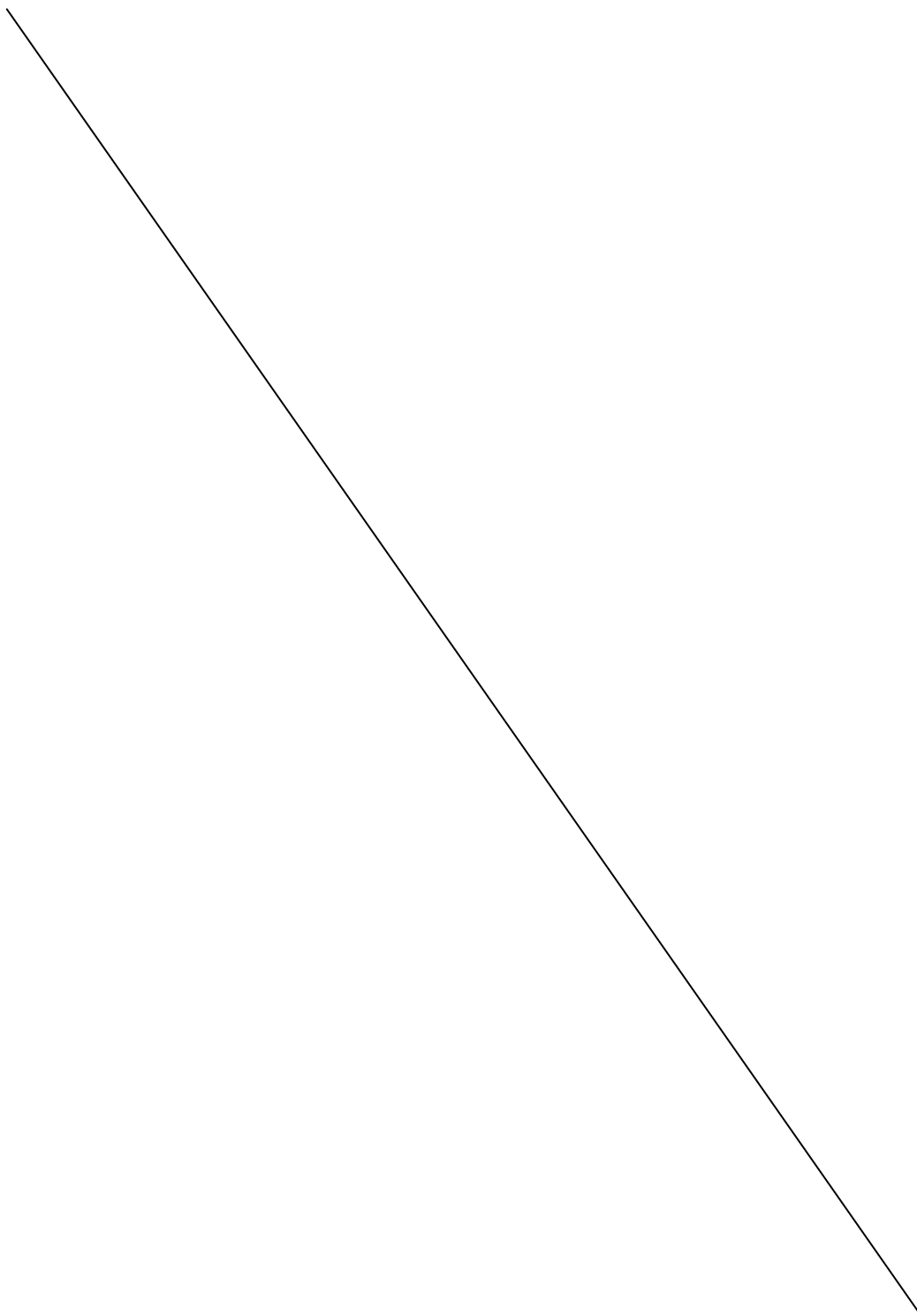
Para o cumprimento de metas e objetivos de monitoramento hidrológico deverão ser levantadas informações de níveis d'água e precipitações, bem como a relação nível x vazão desses igarapés. Estudos de correlação podem ser utilizados para se obter vazões em outros igarapés além daqueles com medição direta.

11.2.13.2 Monitoramento dos Padrões Fenológicos

O monitoramento e as avaliações das atividades para cumprimento dos objetivos e metas do monitoramento dos padrões fenológicos será realizada através do desempenho dos seguintes indicadores:

- Estabelecimento do banco de dados dos padrões fenológicos das espécies-alvo, ao longo do tempo, antes e após a construção do dique;
- Conhecimento dos padrões fenológicos das espécies-alvo, ao longo do tempo, antes e após a construção do dique;
- Ampliação do conhecimento das espécies inventariadas, através do incremento de informações quanto à distribuição geográfica, ocorrência, diversidade, riqueza entre outros;
- Aferição da riqueza de espécies, indicando sua tendência nos dois anos de monitoramento após a interceptação do dique;
- Aferição da abundância de espécies, indicando sua tendência comparativamente nos dois anos de monitoramento antes e após a interceptação do dique;

- Aferição da diversidade e índice de diversidade (Shannon e outros);
- Caracterização e comparação da vegetação e suas espécies diante de diferentes graus de efeitos dos impactos no ambiente monitorado;
- Comparações desses parâmetros com os estudos conduzidos na Amazônia e em particular com o diagnóstico da vegetação contido no EIA.



11.2.13.3 Monitoramento da Ictiofauna

Os dados de ictiofauna monitorados nesse programa deverão ser correlacionados com dados levantados em outros pontos de amostragem ao longo da área de influência da UHE Belo Monte.

O monitoramento e as avaliações das atividades para cumprimento dos objetivos e metas do monitoramento da ictiofauna nos igarapés interceptados pelos diques serão realizados através da avaliação de desempenho, mínimo, dos seguintes indicadores:

- Aferição da abundância e da distribuição espaço temporal das ictiofauna e suas principais espécies;
- Aferição da riqueza de espécies, indicando sua tendência nos dois anos de monitoramento após a interceptação dos diques;
- Caracterização da biologia e ecologia da fauna íctica visando acompanhar a evolução da mesma, em decorrência das mudanças que podem ocorrer pela interceptação dos igarapés pelos diques.

11.2.14 Responsável pela Implementação

A implementação do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques é de responsabilidade exclusiva do Empreendedor.

11.2.15 Parcerias Recomendadas

Para os levantamentos hidrológicos o parceiro indicado para o presente projeto é a ANA, visto que as conclusões deste programa servirão de subsídio para outras atividades de cunho hidrológico que venham a ser desenvolvidas em outros igarapés da região da Volta Grande.

Em relação aos levantamentos fenológicos, recomenda-se a participação de instituições de pesquisa localizadas na Amazônia, particularmente no Estado do Pará. Considera-se de grande importância o estabelecimento de parcerias com instituições regionais e nacionais técnico-científicas, que tenham vínculos de pesquisa, extensão e ensino. Sugere-se que sejam contatadas instituições que se dediquem a atividades afins aos objetivos desse projeto, como o Projeto Fenologia – CRIA – através de pesquisadores da UNESP e INPA, que vêm desenvolvendo o Projeto de monitoramento fenológico em longo prazo (35 anos) em árvores da floresta amazônica para adequação do banco de dados e avaliação dos efeitos de variações climáticas na fenologia.

Em relação aos levantamentos da ictiofauna, as parcerias mais importantes nesse tipo de programa ambiental devem ser avaliadas, a partir do interesse de instituições de ensino e pesquisa de participar das atividades planejadas, para garantir a realização de trabalhos especializados, de referência internacional e nacional, bem como da disposição de armazenar o material coletado, nas suas coleções de referência. Para a região recomendam-se em particular parcerias com a Universidade Federal do Pará (UFPA), particularmente nos seus campi de Altamira, Belém e Bragança, notadamente nos seus laboratórios especializados em estudos sobre ecologia e manejo de ictiofauna. Também se recomenda contactos com os pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), na área de ecologia de ictiofauna e taxonomia. No âmbito nacional, recomenda-se o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), o Núcleo de Pesquisas em Limnologia,

Ictiologia e Aqüicultura da Universidade Estadual de Maringá, o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e o Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), dentre outros.

11.2.16 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

Relativo aos estudos hidrológicos: Rene Álvaro Romer Lacerda – Engenheiro Civil - CREA 63915/SP

Relativo ao monitoramento do uso da água: Maurício Alexandre Silva Moreira- Sociólogo

Relativo ao monitoramento dos padrões fenológicos: Dra. Luciana Cláudia Neves Melo – Bióloga – CRBio 30.558/4D

Relativo ao monitoramento ao Monitoramento da Ictiofauna: Dra. Victoria Judith Isaac Nahum - CRBio 52953/06-D

11.2.17 Cronograma Físico

O cronograma integrado dos diversos monitoramentos constantes do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques é apresentado no quadro a seguir.

UHE BELO MONTE
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS PELOS DIQUES

Table with columns for years (2011-2025) and activities. It includes sections for 'ETAPAS', 'CRONOGRAMA DAS OBRAS', 'CRONOGRAMA DOS CADASTROS', and 'CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS IGARAPÉS INTERCEPTADOS PELOS DIQUES'. The table uses a grid system to show activity durations across time, with specific milestones marked at the top.

11.2.18 Referências Bibliográficas

VAZZOLER, A.E.A. de M., 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108 pp.

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.

APG III. 2010. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Disponível em:
<http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>.

BRUMMITT, R.K & POWELL, C.E. 1992. Authors of plant names. Royal Botanical Gardens, Kew.

FIDALGO, O. & BONONI, V. L. R. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo.

FOURNIER, L. A. 1974. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba* 24(4): 422-423.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES; R. R.; JOLY, C. A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi. Jundiaí - São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, v.50, n. 1, p. 149-162, 1990.

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

11.3 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

Este Programa contempla ações de monitoramento voltadas para a caracterização dos níveis de água subterrânea e para a qualidade dos aquíferos.

O monitoramento do nível freático dos aquíferos livres e das cargas hidráulicas dos aquíferos confinados, de forma a avaliar as suas variações na borda dos reservatórios e a jusante da barragem Pimental, antes, durante e após o enchimento, será realizado no âmbito do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas dos aquíferos livres e confinados, a ser desenvolvido paralelamente ao monitoramento dos níveis d'água dos aquíferos em locais de maior concentração de fontes de contaminação, principalmente na área urbana de Altamira, será executado pelo Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas.

11.3.1 Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas

11.3.1.1 Introdução

a) Aspectos Gerais

O monitoramento das alterações do nível de água subterrânea devidas ao enchimento de reservatórios e devidas às variações dos níveis desses reservatórios é de fundamental

importância para uma melhor caracterização dos impactos normalmente previstos, tais como:

- Acréscimo na disponibilidade das águas subterrâneas;
- Perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas;
- Acréscimo da suscetibilidade a processos de instabilização das encostas marginais;
- Acréscimo na vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação.

As condições de contorno e iniciais dos aquíferos, suas características hidrogeológicas, os fatores e parâmetros que influenciam as alterações do nível freático com o enchimento e presença dos reservatórios são bastante variáveis. Assim, uma avaliação quantitativa das alterações do nível freático depende da implantação de um programa de monitoramento sistemático e contínuo, a ser priorizado e concentrado principalmente nas áreas de maior criticidade.

a.1) Aspectos Gerais da Região da UHE Belo Monte

A água subterrânea é o principal recurso hídrico utilizado pela população na região de Altamira. Na cidade de Altamira, 85,73% dos domicílios utilizam água captada de poços, na maioria das vezes, sem proteção sanitária adequada, de acordo com os estudos de meio socioeconômico e cultural do EIA/RIMA da UHE Belo Monte. O principal impacto descrito em relação à água subterrânea é a elevação do nível freático/cargas hidráulicas dos aquíferos de Altamira durante a fase de enchimento do reservatório (Capítulo de Análise de Impactos do EIA/RIMA da UHE Belo Monte – Volume 31).

Na região de Altamira ocorrem dois aquíferos principais, conforme apresentado no Mapa Hidrogeológico apresentado no Capítulo Águas Subterrâneas do EIA/RIMA da UHE Belo Monte.

O aquífero mais superficial, com distribuição junto ao rio Xingu, é aquele granular representado pelo aluvião, constituído por areias, predominantemente de elevadas permeabilidades, recoberto por camadas de argila arenosa e/ou siltosa, em grande parte de sua extensão. Os poços cadastrados nesse aquífero, nas campanhas de hidrogeologia desenvolvidas em abril, junho e setembro de 2007, apresentam profundidades de até 15,0 a 16,0m e são predominantemente do tipo cacimba e alguns poucos tubulares rasos.

Nas regiões mais elevadas e afastadas da margem do rio Xingu, circundando os depósitos aluvionares, ocorrem diabásios da Formação Penatecaua e seus solos residuais. Estes se configuram como aquíferos fissurais onde as permeabilidades tendem a ser inferiores às dos aluviões. Alguns poços cacimbas mais profundos (até 28,0 metros), aparentemente apresentam contribuição deste sistema aquífero.

Durante os trabalhos de campo de julho de 2010 foram cadastrados 25 poços tubulares que de acordo com informações obtidas da empresa perfuradora de Poços Brasil, localizada em Altamira, apresentam profundidades que podem atingir até cerca de 260 m. Durante a elaboração deste programa foi feito um contato formal com a empresa Poços Brasil que a princípio se disponibilizou a ceder os dados existentes sobre os poços tubulares da região de Altamira. Destaca-se que futuramente, durante o refinamento, ou mesmo a implantação do Programa de Monitoramento da Dinâmica da Água Subterrânea, estes dados podem vir a ser incorporados ao estudo. Os poços identificados durante o levantamento de campo

realizado em julho/2010 complementam o cadastro de poços tubulares obtido junto ao SIAGAS e apresentado no EIA/RIMA.

O **Anexo 1** apresenta o cadastro de poços obtidos junto ao SIAGAS e o **Anexo 2**, uma listagem dos poços tubulares identificados durante o levantamento de campo realizado em julho de 2010. Nos **Anexos 3 e 4** são apresentados os cadastros hidrogeológicos de poços rasos nos núcleos de garimpo e ribeirinhos. No **Anexo 5** é apresentado um mapa com a localização de todos os poços tubulares cadastrados na AID da UHE Belo Monte.

Como apresentado no EIA/RIMA da UHE Belo Monte, foi efetuada uma avaliação dos níveis d'água no aluvião, com medidas diretas desses níveis em três datas de 2007, incluindo período de seca e cheia anual, e através de dados obtidos a partir de entrevistas sobre o comportamento do nível d'água em diversas situações de vazão do rio, incluindo as cheias excepcionais. Dentre as três campanhas realizadas nos dias 17 a 19/04, 11 e 12/06, 21 e 22/09 de 2007, a segunda e terceira foram estendidas para os núcleos de garimpo e ribeirinhos.

Os estudos efetuados constataram e caracterizaram a importância dos aluviões da área urbana de Altamira quanto à elevação do nível d'água em decorrência do reservatório. A avaliação demonstrou que após a implantação do reservatório, os níveis d'água e/ou as cargas hidráulicas do aquífero superficial deverão ser, na maior parte do tempo, próximos daqueles obtidos na época de cheia e, para as épocas de cheias, algo mais elevados, porém com atenuação das variações sazonais normalmente observadas sem o reservatório.

Em decorrência da elevação permanente dos níveis d'água do aluvião devido à formação do reservatório, estão previstos acréscimo na disponibilidade das águas subterrâneas, surgências de água, perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas e também acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação (Relatório de Impactos do EIA/Rima- Vol. 31).

Além dos aluviões, os arenitos da Formação Maecuru, também deverão sofrer influência direta da elevação do nível d'água. Logo a montante de Altamira, o aquífero Maecuru encontra-se aflorante, no leito e em ambas as margens do rio Xingu. A jusante de Altamira, nas proximidades das localidades Paratizinho e Paratizão, este aquífero igualmente aflora ao longo de uma faixa que varia de 1 a 3 km de largura. Destacam-se também os afloramentos restritos do aquífero Maecuru na região do Reservatório Intermediário. A influência dos reservatórios sobre as rochas cristalinas e seus produtos de alteração quanto à elevação tende a ser menos significativa, devido às baixas permeabilidades e porosidades relativas.

Em decorrência da elevação permanente dos níveis d'água subterrânea nos aluviões de Altamira devido à implantação do reservatório do Xingu, estão previstas inundações, surgências de água, perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas em alguns locais e também acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação. Avalia-se que as áreas de maior criticidade quanto a esses processos são aquelas onde o nível d'água do aquífero superficial obtido para o aluvião na campanha de 17 a 19 de abril de 2007, situa-se a profundidades menores que 2,0 a 3,0 m, de maneira geral, nas regiões urbanizadas da foz do igarapé Altamira e entre os igarapés Altamira e Ambé. Outras áreas suscetíveis a esses processos são aquelas dos aluviões dos igarapés Panelas e Trindade.

Algumas áreas atualmente sujeitas à inundação somente nas épocas de cheia serão inundadas permanentemente com o reservatório. Incluem-se nessas condições as áreas junto ao reservatório cuja superfície do terreno está abaixo do nível do reservatório e também as depressões que podem sofrer inundação devido à elevação do lençol freático e

intersecção desse nível pela topografia do terreno, tal como as lagoas junto aos poços PR-51 e PR-54, nas proximidades das ruas Independente e Aldo Tora.

Outro aspecto de grande relevância, diz respeito a eventual ação de processos de instabilização em solos não saturados e de baixa resistência, especialmente nos casos de aterros, bastante freqüentes na cidade de Altamira. Esses aterros tiveram por objetivo permitir a construção de moradias em planícies sujeitas à inundação, como a rodovia Transamazônica e a rua Ernesto Acioli que atravessam a planície do igarapé Ambé, toda a região da foz do igarapé Altamira (ruas Fausto Pereira e Abel Figueiredo, paralelas à margem esquerda do igarapé e outras que cruzam esse igarapé, como a rua Comandante Castilho e parte da rua Coronel José Porfírio) e da estrada do aeroporto que atravessa a planície do igarapé Pannels. A questão de instabilização de solos não saturados e de baixa resistência será abordada com detalhe em programa específico de Monitoramento das Encostas Marginais que, por sua vez, apresenta interface com o Projeto de Monitoramento da Dinâmica da Água Subterrânea.

Com base neste contexto apresentado, o Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas tem por objetivo o monitoramento do nível freático dos aquíferos livres e das cargas hidráulicas dos aquíferos confinados, de forma a avaliar as suas variações na borda dos reservatórios e a jusante da barragem Pimental antes, durante e após o enchimento.

O monitoramento deverá ser concentrado principalmente na área urbana de Altamira sobre aluviões onde as variações dos níveis d'água desse aquífero superficial respondem por impactos de maior importância. Além dos aquíferos superficiais, serão contemplados também outros aquíferos como o fraturado correspondente ao Diabásio Penatecaua e os aquíferos granulares da Formação Maecuru, presentes na região de Altamira, quando atravessados por poços tubulares. O monitoramento também será dirigido para os núcleos ribeirinhos de São Pedro e da Ilha da Fazenda, localizados no Trecho de Vazão Reduzida, onde o abastecimento de água é através de poços rasos, em grande parte, instalados em solos aluvionares e em solos de alteração, sujeitos a rebaixamento com o barramento no Sítio Pimental. Na região do Reservatório Intermediário será contemplada a região de ocorrência do aquífero Maecuru, cujo monitoramento será desenvolvido através de uma interface com os programas associados ao tema espeleologia, incluindo o Programa de Controle da Estanqueidade dos Reservatórios.

O monitoramento deverá abranger um período anterior ao enchimento, de enchimento e de pós-enchimento. Deverá ser realizado através da instalação de uma rede de monitoramento composta, na cidade de Altamira, por piezômetros instalados com essa finalidade, poços rasos (cacimbas e tubulares rasos) e poços de monitoramento na região do Lixão de Altamira. Esses poços de monitoramento serão utilizados para medidas de nível d'água e também para coleta de amostras de águas subterrâneas do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrânea.

A jusante do sítio Pimental, o monitoramento da dinâmica será fundamentado em poços rasos, do tipo cacimba, situados nas localidades Ilha da Fazenda, Ouro Verde, Paquiçamba, Verena e São Pedro. Em alguns destes locais, será indicado também a instalação de poços de monitoramento, visando assegurar a coleta de amostras para qualidade da água e complementar a rede de monitoramento do projeto da dinâmica.

Observa-se também que devem ser contemplados poços instalados em Belo Monte e em Belo Monte do Pontal, identificados em levantamento de campo a ser efetuado no início de implantação deste programa.

A rede de monitoramento a ser especificada nesse projeto deverá ser mantida ao longo de todo o período do seu desenvolvimento, podendo ser alterada conforme necessidade dos trabalhos.

11.3.1.2 Justificativa

O Projeto de Monitoramento da Dinâmica da Água Subterrânea já estava previsto no EIA da UHE Belo Monte (Vol. 33).

No Parecer 105/2009 do IBAMA foi solicitado e/ou reforçado, pois muitas dessas solicitações de atividades já constavam do EIA/RIMA, a necessidade de desenvolvimento das atividades indicadas a seguir, algumas relativas ao presente projeto e outras relativas a outros programas e/ou projetos:

- Inventário de poços tubulares para a cidade de Altamira e proximidades. Esta solicitação foi atendida parcialmente em viagem de campo efetuada em julho de 2010 e será complementada através de consulta à CPRM e empresas perfuradoras de poços logo no início do desenvolvimento do presente projeto.
- Obter junto à CPRM cadastramento de todos os poços na área de influência do empreendimento visando gestão adequada dos recursos hídricos subterrâneos. Na data de 08 de julho de 2010 foi feita uma consulta formal à CPRM solicitando o referido cadastramento.
- Mapa de áreas críticas na cidade de Altamira devido a riscos pela elevação do lençol freático e alagamento: áreas com predominância de aterros edificações com fundações inadequadas e encostas.
- Mapas de áreas críticas na cidade de Altamira mostrando pontos que serão severamente afetados pela subida do lençol freático e pontos mais vulneráveis à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes.
- Influência da subida do nível d'água nos pequenos cursos de água (igarapé na área urbana na cidade de Altamira.
- Indicar medidas necessárias para manutenção da qualidade dos aquíferos devido a riscos de contaminação pela subida do freático.
- Para evitar o risco de contaminação do igarapé próximo ao lixão, transformar esse lixão em aterro sanitário e criar barreiras de contenção.
- Monitoramento de água superficial e subterrânea para as comunidades que usam essas águas sem tratamento.

No Parecer 106/2009 do IBAMA foi solicitado e/ou reforçado a necessidade de desenvolvimento das atividades indicadas a seguir, algumas relativas ao presente projeto e outras relativas a outros programas e/ou projetos:

- Determinar a quem cabe a responsabilidade do abastecimento das comunidades, definindo o modo de abastecimento e também sua periodicidade.
- Definir com clareza a quem cabe o monitoramento da subida dos níveis de água dos aquíferos.

- Implantação de saneamento básico na cidade de Altamira.
- Definir indicadores para avaliação das ações pretendidas e executadas nos projetos.
- Propor ações de interdição de poços ou fontes poluidoras dos aquíferos.
- Mapas de monitoramento trimestrais com as avaliações das áreas mais vulneráveis à contaminação dos aquíferos.
- Monitoramento das águas subterrâneas nas proximidades do lixão com instalação de poços de monitoramento e determinação da direção de fluxo subterrâneo.
- Como resultado dos programas, criar um grupo de discussão junto aos gestores públicos para estabelecer ações integradas de monitoramento, fiscalização e proteção aos recursos hídricos subterrâneos.

A complementação da caracterização hidrogeológica e uma avaliação mais precisa das alterações do nível d'água no aluvião de Altamira assim como dos impactos relacionados a esse aquífero superficial e a outros de maior profundidade da região de Altamira requer a implantação de um programa de monitoramento sistemático e contínuo, concentrado principalmente na área urbana de Altamira. O rebaixamento do lençol freático na região a jusante do sítio Pimental e o comprometimento do abastecimento de água por poços rasos no trecho de vazão reduzida, nos núcleos ribeirinhos e de garimpo, localizados a jusante do barramento também, justificam o Programa de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas. Por fim, este programa também é justificado pelo monitoramento das águas subterrâneas na região de Belo Monte e Belo Monte do Pontal e pela necessidade de uma avaliação precisa das alterações do nível d'água subterrânea em algumas cavidades subterrâneas e em outras feições menores no Aquífero Maecuru visto a possibilidade de fuga d'água. Os resultados desse programa deverão seguir junto ao Programa de Controle da Estanqueidade dos Reservatórios.

11.3.1.3 Objetivo

O Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas tem por objetivo o monitoramento do nível freático dos aquíferos livres e das cargas hidráulicas dos aquíferos confinados, de forma a avaliar as variações na borda dos reservatórios e a jusante do Sítio Pimental, antes durante e após o enchimento.

O monitoramento deverá ser concentrado principalmente na área urbana de Altamira sobre aluviões, onde as variações dos níveis d'água desse aquífero superficial respondem por impactos de maior importância. O monitoramento também será dirigido para os núcleos de garimpos e ribeirinhos a jusante do sítio Pimental, tais como aqueles na Ilha da Fazenda, São Pedro, Ouro Verde, Acampamento Verena e Paquiçamba, localizados no trecho de vazão reduzida, onde o abastecimento de água é através de poços rasos, pelo menos parcialmente, instalados em aluvião e em solos de alteração, sujeitos a rebaixamento com o barramento no Sítio Pimental.

Além dos aquíferos superficiais, serão contemplados também o aquífero fissurado correspondente ao Diabásio Penatecaua e os aquíferos granulares, principalmente da Formação Maecuru, presentes na região de Altamira, quando atravessados por poços tubulares. Assim, esse projeto contempla também a necessidade de evitar a contaminação desses aquíferos, cujas áreas de recarga encontram-se na ADA/AID da UHE Belo Monte, bem como para preservar a qualidade dessas águas subterrâneas.

Na região do Reservatório Intermediário será contemplado o aquífero da Formação Maecuru presente na faixa de rochas sedimentares da Bacia do Amazonas, com comprimento de 9,2 km. O detalhamento das atividades e localização dos pontos de monitoramento dessa região serão contemplados no Programa de Controle de Estanqueidade dos Reservatórios.

Além desses locais, serão objeto de monitoramento poços instalados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal identificados em levantamento de campo a ser efetuado no início de implantação deste programa.

11.3.1.4 Metas

As principais metas do presente projeto são as seguintes:

- Efetuar o detalhamento da caracterização geológica e hidrogeológica dos aquíferos nas áreas de interesse.
- Efetuar caracterização detalhada dos níveis de água dos aquíferos nas áreas de interesse e obter suas variações antes durante e após o enchimento dos reservatórios.
- Complementar o inventário de poços tubulares na cidade de Altamira e proximidades, através de consulta à CPRM, empresas perfuradoras e levantamento de campo.
- Efetuar o cadastramento de todos os poços na área de influência do empreendimento visando gestão adequada dos recursos hídricos subterrâneos, através de consulta à CPRM.
- Instalar e efetuar a manutenção da rede de monitoramento para fins dos projetos de Dinâmica e Qualidade das Águas Subterrâneas na área urbana e no lixão de Altamira, na região a jusante do barramento Pimental, em Belo Monte, Belo Monte do Pontal e na região do Reservatório Intermediário. A rede de monitoramento da região do Reservatório Intermediário será contemplada no Programa de Controle de Estanqueidade do Reservatório.
- Identificar as possíveis interferências do empreendimento na elevação do nível d'água/cargas hidráulicas do lençol freático/aquíferos profundos.
- Identificar áreas críticas na cidade de Altamira devido ao risco pela elevação do lençol freático quanto aos aspectos de instabilização das encostas marginais e quanto aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação.
- Fornecer subsídios e orientação às comunidades e gestores governamentais na tomada de decisões para planejamento, execução e gestão de programas relacionados aos recursos hídricos subterrâneos.

11.3.1.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

O Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas deverá ser implementado durante as Etapas de Construção, Enchimento e Operação.

11.3.1.6 Área de Abrangência

O Projeto de Monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas será implementado na ADA e AID da UHE Belo Monte.

As áreas objeto das ações do presente programa são a área urbana de Altamira e adjacências, principalmente a área composta pelo aluvião, e também os aquíferos Maecuru e do Diabásio Penatecaua, bem como a região a jusante do barramento do Sítio Pimental e a região de Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Quanto ao aluvião de Altamira são destacadas as seguintes áreas:

- Áreas onde o nível d`água do aquífero representado pelo aluvião (mostrado no mapa de isopropundidade dos níveis d`água obtidos na campanha de 17 a 19 de abril de 2007), situa-se a profundidades menores que 2,0 a 3,0 metros, de maneira geral, nas regiões urbanizadas da foz do igarapé Altamira e entre os igarapés Altamira e Ambé.
- Aluviões das planícies dos igarapés Panelas e Trindade.
- Regiões das lagoas junto aos poços rasos 51 e 54, nas proximidades das ruas Independente e Aldo Tora.

Quanto ao aquífero Maecuru e do Diabásio Penatecaua são destacadas as seguintes áreas:

- Regiões em que o aquífero Maecuru encontra-se aflorante no leito do rio e nas suas margens , nas proximidades de Altamira.
- Poços tubulares na mancha urbana de Altamira e proximidades, instalados nos aquíferos do Diabásio Penatecaua e da Formação Maecuru.

Na região de jusante do Sítio Pimental as ações estão voltadas para os aluviões e solos de alteração de rochas do Complexo Xingu da Ilha da Fazenda, São Pedro, Ouro Verde, Acampamento da Verena e Paquiçamba.

11.3.1.7 Base Legal e Normativa

Para o Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas é fundamental que sejam seguidos os procedimentos para sondagem, ensaios e instalação de poços de monitoramento de acordo com as diretrizes para execução de sondagens (ABGE, 1990), ensaios de permeabilidade em solos - orientações para sua execução no campo (ABGE, 1996) e norma ABNT NBR 15495-1 (Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares – Parte 1: Projeto e Construção, 2009).

Cabe citar a norma 06.010 da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) de abril de 1988 que fornece diretrizes para implantação de poços, amostragem e monitoramento das águas subterrâneas. Embora as normas para instalação de poços adotada atualmente pela CETESB sejam as da ABNT, supracitada, a norma 06.010 apresenta várias diretrizes de grande utilidade para o estudo da qualidade e dinâmica das águas subterrâneas.

Observa-se que não há necessidade de licença ou autorização prévia por parte dos órgãos ambientais para realização dos trabalhos de campo.

11.3.1.8 Metodologia

Apresenta-se a seguir os procedimentos metodológicos a serem adotados na execução das seguintes atividades:

- Inventário complementar de poços tubulares e definição da rede de monitoramento;
- Investigações de campo e de laboratório, instalação de monitores e topografia;
- Mapeamento geológico e hidrogeológico
- Acompanhamento e interpretação dos resultados das investigações e detalhamento da caracterização geológica e hidrogeológica;
- Leituras de nível d'água;
- Acompanhamento das leituras dos níveis d'água e interpretação dos resultados.

a) **Inventário Complementar de Poços Tubulares e Definição da Rede de Monitoramento**

Será complementado o inventário realizado durante os estudos do EIA/RIMA, apresentado no **Anexo 1**, e aquele executado através de levantamento de campo em julho de 2010, apresentado nos **Anexo 2 e 3**.

O inventário complementar de poços tubulares na cidade de Altamira e proximidades e de poços tubulares e rasos na região de Belo Monte e Belo Monte do Pontal será feito através de consultas à CPRM e empresas perfuradoras de poços e ainda através de inspeção e levantamento de campo. A consulta à CPRM será através de carta e de visita às agências e também através de consultas no banco de dados de águas subterrâneas -SIAGAS.

O cadastramento de todos os poços na área de influência do empreendimento será através de carta endereçada à CPRM, de visita às agências e também através de pesquisa no banco de dados de águas subterrâneas – SIAGAS – da CPRM.

A partir do inventário complementar e das informações já obtidas sobre a localização de poços rasos e tubulares, será definida a rede de amostragem a ser considerada no desenvolvimento deste projeto.

b) **Investigações de Campo e de Laboratório, Instalação dos Monitores e Topografia**

As atividades e ações a serem contempladas são as seguintes:

- Execução de levantamentos topográficos;
- Execução de mapeamento geológico, geotécnico e hidrogeológico;
- Execução de sondagens a percussão e ensaios de campo e de laboratório;
- Instalação dos monitores.

Deverá ser realizada inspeção de campo, antes do início dos trabalhos de sondagem e instalação dos monitores e logo após a implantação dos pontos de investigação no campo pela topografia, para se efetuar os devidos ajustes, no caso de necessidade, tal como pelo fato de impossibilidade de execução nos locais potenciais selecionados anteriormente,

principalmente na área urbana de Altamira. Também poderão ser incluídos outros poços rasos e poços tubulares identificados nessa inspeção e no detalhamento do cadastramento dos poços tubulares. Serão incluídos necessariamente poços identificados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Na área de Altamira, incluindo a área do lixão, foram identificados 32 locais potenciais para sondagens visando a instalação de 3 poços de monitoramento (**TABELA 11.3.1-1**) com a finalidade de coleta de amostras de água e de medidas de nível d'água (poços no diâmetro 2" instalados em sondagens de 6") e 29 locais potenciais para instalação de piezômetros (**TABELA 11.3.1-2**) com a finalidade de medidas de nível d'água (piezômetros no diâmetro 1" instalados em sondagens de 4"). Na área do lixão e adjacências estão previstas sondagens, sendo para instalação de poços de monitoramento de 2" e piezômetros de 1". A localização das áreas potenciais para instalação desses poços de monitoramento e piezômetros está apresentada no **Anexo 5**.

TABELA 11.3.1-1

Locais potenciais para sondagens e poços de monitoramento de 2" (PM) a serem instalados em Altamira, profundidades estimadas e unidades geológico-geotécnicas

Sondagem a Percussão	PM	X*	Y*	Profundidade estimada da sondagem (m)	Profundidade dos poços de 2" (m)	Unidades geológico-geotécnicas
SP-01	PM1	362896	9646905	25	25	Solo de alteração
SP-02	PM2	363064	9646848	25	25	Solo de alteração
SP-03	PM3	363171	9646941	25	25	Solo de alteração

*Coordenadas UTM, zona 22M, datum SAD 69.

TABELA 11.3.1-2
Locais potenciais para sondagens e piezômetros de 1" (PZ) a serem instalados em Altamira, profundidades estimadas e unidades geológico-geotécnicas

Sondagem a Percussão	PZ	X*	Y*	Profundidade estimada da sondagem (m)	Profundidade dos poços de 1" (m)	Unidades geológico-geotécnicas
SP-04	PZ1	367585	9647998	20	20	Solo alteração
SP-05	PZ2	366069	9647732	15	15	Aterro e aluvião
SP-06	PZ3	366199	9647029	15	15	Aluvião
SP-07	PZ4	366143	9646697	15	15	Aluvião
SP-08	PZ5	365929	9646537	15	15	Aluvião
SP-09	PZ6	365671	9646770	15	15	Aluvião
SP-10	PZ7	366178	9646306	15	15	Aluvião
SP-11	PZ8	365847	9646337	15	15	Aterro e aluvião
SP-12	PZ9	365159	9646329	15	15	Aterro e aluvião
SP-13	PZ10	364597	9645800	15	15	Aterro e aluvião
SP-14	PZ11	364308	9645618	15	15	Aterro e aluvião
SP-15	PZ12	365633	9645987	15	15	Aluvião
SP-16	PZ13	365149	9645883	15	15	Aluvião
SP-17	PZ14	366126	9645847	15	15	Aterro e aluvião
SP-18	PZ15	366065	9645609	15	15	Aterro
SP-19	PZ16	365872	9645367	15	15	Aterro
SP-20	PZ17	365573	9644967	15	15	Aterro
SP-21	PZ18	364955	9644250	15	15	Aluvião
SP-22	PZ19	364621	9644026	15	15	Aterro
SP-23	PZ20	364140	9643745	15	15	Aluvião
SP-24	PZ21	363675	9643638	15	15	Aluvião
SP-25	PZ22	364164	9644257	15	15	Aterro e aluvião
SP-26	PZ23	363719	9645492	15	15	Aterro e aluvião
SP-27	PZ24	364767	9644855	15	15	Aluvião
SP-28	PZ25	365303	9645561	15	15	Aluvião
SP-29	PZ26	363000	9646497	20	20	Solo de alteração
SP-30	PZ27	363139	9646694	15	15	Solo de alteração
SP-31	PZ28	363318	9646537	20	20	Solo de alteração
SP-32	PZ29	362689	9646672	20	20	Solo de alteração

*Coordenadas UTM, zona 22M, datum SAD 69.

Na região a jusante do sítio Pimental serão efetuadas sondagens a percussão para instalação de monitores do tipo poço de monitoramento para medidas de nível d'água e para coleta de amostras de água. Esses poços deverão estar localizados ao lado dos poços de água do tipo cacimba selecionados para coleta de amostras de água e estão indicados na **TABELA 11.3.1-3**. A localização das áreas potenciais para instalação de poços de monitoramento e piezômetros está apresentada no **Anexo 5**.

TABELA 11.3.1-3

Locais potenciais para sondagens e poços de monitoramento de 2" (PZ) a serem instalados na região a jusante do sítio Pimental, profundidades estimadas e unidades geológico-geotécnicas.

Sondagem a Percussão	PMJ	X*	Y*	Profundidade estimada da sondagem (m)	Profundidade dos poços de 2" (m)	Unidades geológico-geotécnicas
SPJ-01	PMJ02	397363	9605768	10	10	Solo de alteração e/ou aluvião
SPJ-02	PMJ05	397209	9605958	10	10	Solo de alteração e/ou aluvião
SPJ-03	PMJ06	410788	9612874	15	15	Solo de alteração e/ou aluvião
SPJ-04	PMJ08	399996	9611584	10	10	Solo de alteração e/ou aluvião

*Coordenadas UTM, zona 22M, datum SAD 69.

Nota: As sondagens e poços de monitoramento programadas serão localizados ao lado de poços de água do tipo cacimba selecionados para o monitoramento da dinâmica e qualidade de água.

b.1) Topografia

Todas as investigações programadas e efetuadas deverão ser amarradas e niveladas topograficamente. Os monitores deverão ser nivelados na superfície do terreno e no tubo interno, devendo ser instalada uma marca indelével no tubo interno a ser nivelada, de forma que todas as futuras leituras de nível d'água possam ser efetuadas em relação a essa marca.

Poços de abastecimento de água do tipo cacimba e do tipo tubular rasos e profundos, selecionados para as leituras dos níveis d'água, deverão ser identificados no campo e nas fichas de cadastro, amarrados e nivelados, de acordo com os mesmos procedimentos adotados no caso das sondagens e dos monitores.

Poderão também ser solicitados levantamentos topográficos para detalhar situações específicas identificadas durante o mapeamento geológico e hidrogeológico.

b.2) Mapeamentos geológico, geotécnico e hidrogeológico

Os mapeamentos geológico, geotécnico e hidrogeológico deverão ser efetuados tendo por base plantas topográficas e ortofotocartas disponíveis para a região de Altamira na escala 1:2.000.

Deverão ser efetuados levantamentos e caracterizações de cortes, afloramentos, escavações em geral, como aquelas para fins de instalação de poços de água. Se necessário, serão efetuadas sondagens a trado para auxiliar na definição das unidades geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas.

Os pontos de inspeção deverão estar indicados por números em plantas bases, amarrados por GPS e caracterizados em fichas ou em cadernetas de campo. Deverão ser identificadas as diversas unidades geológicas, geológico-geotécnicas e hidrogeológicas, destacando os seus aspectos de interesse para o Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas e para o Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos.

b.3) Sondagens a percussão e ensaios de campo e de laboratório

Estão previstas sondagens a percussão com o objetivo de coleta de amostras para caracterização geológico-geotécnica e hidrogeológica dos materiais, nos locais previstos para a instalação de monitores (piezômetros e poços de monitoramento).

As sondagens a percussão deverão ser efetuadas no diâmetro 4" quando previstas para a instalação de monitores com diâmetro de 1", para fins de medidas de nível d'água. As sondagens programadas para instalação de monitores com diâmetro de 2", com as finalidades de medidas de nível d'água e de coleta de amostras de água subterrânea, deverão ser efetuadas no diâmetro 6".

Nas sondagens a percussão deverão ser efetuadas ensaios SPT a cada metro e com coleta de amostras do material atravessado a cada metro ou sempre que ocorrer mudança de material. Em locais de solos superficiais e de alteração as sondagens deverão ser paralisadas ao atingir o impenetrável no ensaio SPT, enquanto nas áreas de aluvião e de aluvião recoberto por aterro, deverão ser paralisadas após terem atravessado todo o aluvião e terem penetrado garantidamente nos solos de alteração subjacentes. Caso os impenetráveis sejam obtidos a pequenas profundidades dentro dos aluviões, deverão ser efetuados deslocamentos até que seja possível atravessar essa unidade geológica.

Deverá ser dispensada atenção especial às leituras dos níveis d'água, devendo ser medidos quando atingidos, 5 minutos após, diariamente antes do prosseguimento das sondagens e após 24 horas da conclusão das sondagens.

Em cinco sondagens a percussão selecionadas durante a execução dos trabalhos, em cada uma das unidades homogêneas atravessadas, deverão ser coletadas amostras para ensaios de caracterização com granulometria completa e determinação de índices físicos.

As sondagens e ensaios programados deverão ser conduzidos de acordo com as diretrizes para execução das sondagens e ensaios da ABGE (1999, 1996) e da ABNT - NBR 15495-1 (2009), NBR 7181 (1988) e NBR 6484 (2001).

b.4) Instalação de monitores

Os monitores previstos deverão apresentar diâmetro 1", sendo instalados nesse caso em sondagens de 4" ou apresentar diâmetro 2", sendo instalados nesse caso em sondagens de 6", conforme previstos respectivamente para medidas de nível d'água e para medidas de nível d'água e coleta de amostras de água subterrânea.

Os tubos-filtros dos monitores (poços de monitoramento e piezômetros) deverão ser instalados abaixo do nível d'água registrado comumente na seca, no trecho mais permeável, conforme indicações da análise das amostras das sondagens e ensaios efetuados previamente à instalação.

A **FIGURA 11.3.1-1** apresenta um perfil de instalação típico para os monitores. Os monitores apresentam um trecho perfurado de 1 a 3m envolto em areia grossa, seguindo-se selo de bentonita e calda de cimento.

Todos os monitores deverão ser protegidos por tubos metálicos providos de tampa com cadeado que abrem e fecham com chave única para todos os monitores instalados.

Todos os poços de monitoramento, após instalação, deverão ser submetidos a ensaios de recuperação, através do esgotamento e medidas de recuperação dos níveis de água até a posição original, anotando-se a posição desses níveis durante toda a recuperação, com frequência a cada minuto no início, passando para 2min, 15min e 30min, respectivamente após 10min, 30min e 60min do início do ensaio. Recomenda-se o uso de transdutores de pressão para estes ensaios, devido a sua maior precisão e confiabilidade. Esses dados deverão ser utilizados para cálculos de condutividades hidráulicas, além de fornecer uma avaliação do funcionamento dos poços.

A instalação dos poços de monitoramento deve ser realizada de acordo com a norma ABNT NBR 15495-1 (2009). A **FIGURA 11.3.1-1** apresenta um esquema de um poço de monitoramento com as diretrizes da norma ABNT.

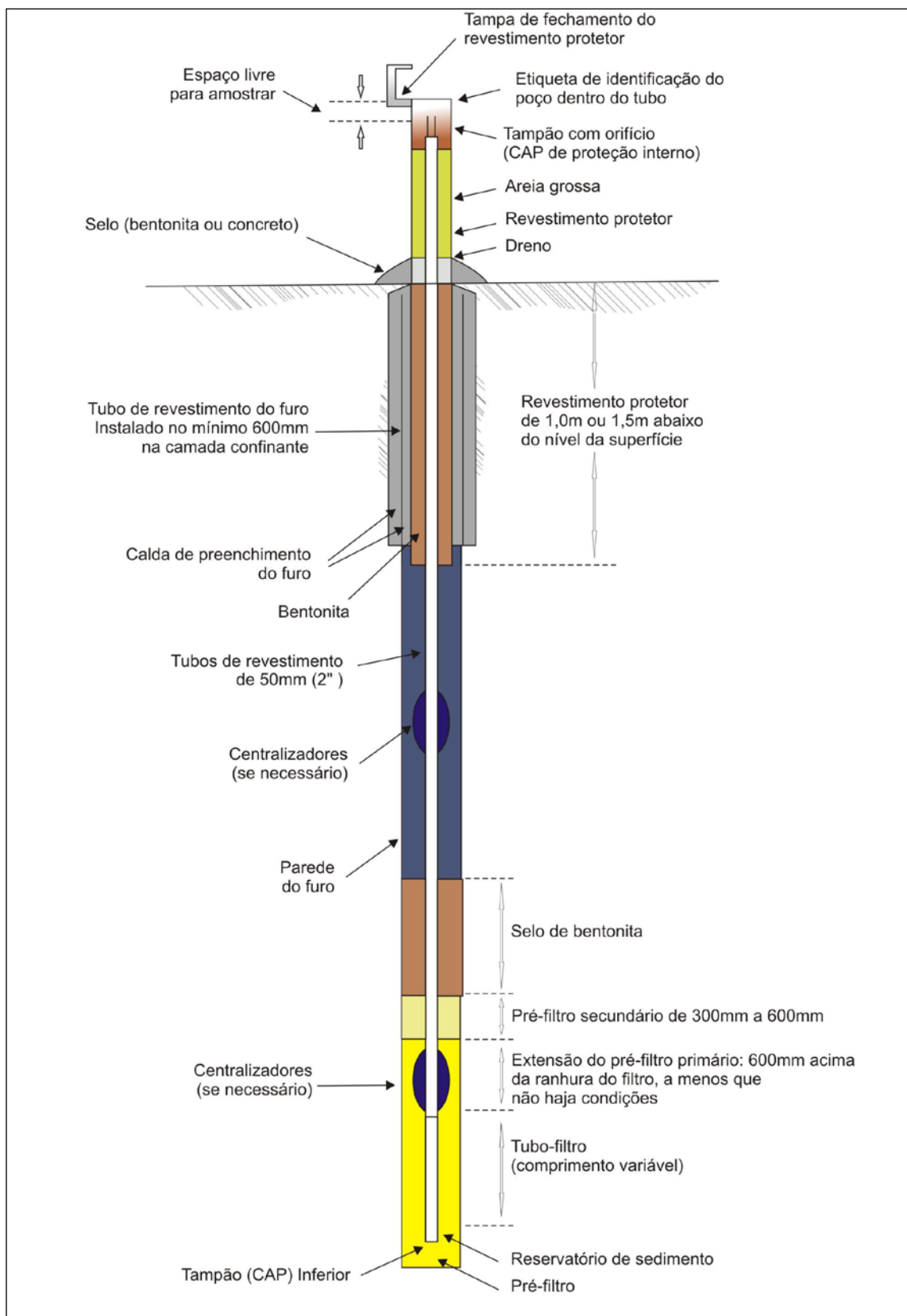


FIGURA 11.3.1-1- Esquema de um poço de monitoramento (NBR 15495-1, ABNT – 2007).

c) Acompanhamento e Interpretação dos Resultados das Investigações e Detalhamento da Caracterização Geológica e Hidrogeológica

O detalhamento da caracterização geológica e hidrogeológica das áreas de interesse serão obtidas no início do programa e apresentadas em relatório consolidado contendo os resultados do acompanhamento, análise e interpretação dos resultados das investigações indicadas na ação anterior.

Essa caracterização deverá incorporar dados e resultados obtidos no Programa de Monitoramento das Encostas Marginais e Processos Erosivos e no Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico, bem como os resultados do mapeamento geológico e hidrogeológico de campo.

d) Leituras de Nível D'Água

Deverão ser medidas as profundidades dos níveis d'água nos monitores a serem instalados e naqueles selecionados entre poços de água existentes em Altamira e na região de Volta Grande, a jusante do sítio Pimental, mostrados nos **Anexo 5** e apresentados nas **TABELAS 11.3.1-4 a 11.3.1-9**, e também naqueles de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, identificados em levantamento de campo no início de desenvolvimento deste programa. Essas profundidades medidas serão transformadas em cotas para fornecer as cargas hidráulicas dos aquíferos.

TABELA 11.3.1-4
Locais potenciais para instalação dos poços de monitoramento (PM) para monitoramento do nível d'água em Altamira.

PM	X*	Y*	Profundidade estimada da sondagem (m)	Profundidade dos poços de 2" (m)	Unidades geológico-geotécnicas
PM1	362896	9646905	25	25	Solo de alteração
PM2	363064	9646848	25	25	Solo de alteração
PM3	363171	9646941	25	25	Solo de alteração

*Coordenadas UTM, zona 22M, datum SAD 69.

TABELA 11.3.1-5
Locais potenciais para instalação dos piezômetros (PZ) para monitoramento do nível d' água em Altamira.

PZ	X*	Y*	Profundidade estimada da sondagem (m)	Profundidade dos poços de 1" (m)	Unidades geológico-geotécnicas
PZ1	367585	9647998	20	20	Solo alteração
PZ2	366069	9647732	15	15	Aterro e aluvião
PZ3	366199	9647029	15	15	Aluvião
PZ4	366143	9646697	15	15	Aluvião
PZ5	365929	9646537	15	15	Aluvião
PZ6	365671	9646770	15	15	Aluvião
PZ7	366178	9646306	15	15	Aluvião
PZ8	365847	9646337	15	15	Aterro e aluvião
PZ9	365159	9646329	15	15	Aterro e aluvião
PZ10	364597	9645800	15	15	Aterro e aluvião
PZ11	364308	9645618	15	15	Aterro e aluvião
PZ12	365633	9645987	15	15	Aluvião
PZ13	365149	9645883	15	15	Aluvião
PZ14	366126	9645847	15	15	Aterro e aluvião
PZ15	366065	9645609	15	15	Aterro
PZ16	365872	9645367	15	15	Aterro
PZ17	365573	9644967	15	15	Aterro
PZ18	364955	9644250	15	15	Aluvião
PZ19	364621	9644026	15	15	Aterro
PZ20	364140	9643745	15	15	Aluvião
PZ21	363675	9643638	15	15	Aluvião
PZ22	364164	9644257	15	15	Aterro e aluvião
PZ23	363719	9645492	15	15	Aterro e aluvião
PZ24	364767	9644855	15	15	Aluvião
PZ25	365303	9645561	15	15	Aluvião
PZ26	363000	9646497	20	20	Solo de alteração
PZ27	363139	9646694	15	15	Solo de alteração
PZ28	363318	9646537	20	20	Solo de alteração
PZ29	362689	9646672	20	20	Solo de alteração

*Coordenadas UTM, zona 22M, datum SAD 69.

TABELA 11.3.1-6
Localização dos poços de água do tipo cacimba (PR) para monitoramento do nível d'água em Altamira

PR	X	Y
PR02	362591	9641940
PR04	362358	9642948
PR05	362638	9642722
PR08	363168	9643826
PR09	364180	9643040
PR10	362536	9644554
PR11	362843	9644372
PR13	363390	9643904
PR14	363670	9643736
PR15	360313	9643594
PR16	362585	9646114
PR17	362418	9645292
PR18	362223	9644866
PR19	362748	9645552
PR20	362928	9645036
PR21	363751	9645734
PR22	363075	9644758
PR23	364252	9645566
PR24	364602	9646702
PR25	364450	9647088
PR26	363952	9647832
PR27	364258	9647578
PR28	367602	9647988
PR29	367060	9647934
PR30	366018	9647524
PR31	365815	9647452
PR32	365540	9648120
PR33	366675	9646288
PR34	366870	9646516
PR35	365770	9648316
PR36	365260	9647806
PR37	365967	9648026
PR38	365696	9647946
PR39	365562	9647422
PR40	366361	9646230
PR41	364757	9646214
PR42	365050	9646268
PR43	365626	9646390
PR44	366275	9646152
PR45	366310	9646958
PR46	365757	9646996

TABELA 11.3.1-6
Localização poços de água tipo cacimba (PR) para monitoramento nível d'água em Altamira

Continuação...

PR	X	Y
PR47	365585	9646626
PR48	365356	9646780
PR49	364980	9646662
PR50	363384	9644694
PR51	363716	9644464
PR52	363928	9644294
PR53	364480	9643640
PR54	364342	9643992
PR55	363990	9645060
PR56	364487	9644660
PR57	364823	9644454
PR58	364534	9645680
PR59	364900	9645530
PR60	365335	9645236
PR61	365865	9645362
PR62	365745	9645938
PR63	365933	9645726

(Fonte: EIA UHE B Monte - Apêndice 7.7.3-2 - Cadastro Hidrogeológico Poços Rasos em Altamira e Anexo 3).

TABELA 11.3.1-7
Localização poços tubulares profundos (PT) para monitoramento nível d'água em Altamira.

PT	X	Y
PT01	376365	9650440
PT02	377235	9649392
PT03	368451	9648640
PT04	368431	9648671
PT05	368661	9648443
PT06	368629	9648200
PT07	368598	9648171
PT08	368248	9648079
PT09	367574	9649759
PT10	368148	9646543
PT11	367602	9646448
PT12	368743	9646131
PT13	368069	9646675
PT14	365135	9648253
PT15	363988	9647637
PT16	363803	9647539
PT17	362672	9645474
PT18	365194	9645100
PT19	364701	9645514
PT20	364877	9645232
PT21	364992	9645067
PT22	362829	9645190
PT23	362816	9646822
PT24	345595	9638626
PT25	353884	9638594

TABELA 11.3.1-8

Locais potenciais para poços de monitoramento (PM) em Núcleos de Garimpos e Ribeirinhos para monitoramento do nível d'água na região a jusante do sítio Pimental.

PMJ	X*	Y*	Profundidade estimada da sondagem (m)	Profundidade dos poços de 2" (m)	Unidades geológico-geotécnicas
PMJ02	397363	9605768	10	10	Solo de alteração e/ou aluvião
PMJ05	397209	9605958	10	10	Solo de alteração e/ou aluvião
PMJ06	410788	9612874	15	15	Solo de alteração e/ou aluvião
PMJ08	399996	9611584	10	10	Solo de alteração e/ou aluvião

*Coordenadas UTM, zona 22M, datum SAD 69.

Nota: Os poços de monitoramento programados serão localizados ao lado de poços de água do tipo cacimba selecionados para o monitoramento da dinâmica e qualidade de água.

TABELA 11.3.1-9

Localização dos poços de água do tipo cacimba (PRJ) em Núcleos de Garimpos e Ribeirinhos para monitoramento do nível de água na região a jusante do sítio Pimental

PRJ	X	Y	Local
PRJ 01	395074	9605504	Ouro Verde
PRJ 02	397363	9605768	Ilha da Fazenda - Resid. José Ferreira da Rocha
PRJ 03	397209	9605958	Ilha da Fazenda - Resid. do Sr. Babá
PRJ 04	397225	9605930	Ilha da Fazenda
PRJ 05	397209	9605958	Ilha da Fazenda - Pastor Antonio
PRJ 06	410788	9612874	Paquiçamba
PRJ 07	399247	9601226	Verena
PRJ 08	399996	9611584	São Pedro
PRJ 09	400003	9611554	São Pedro

(Fonte: EIA UHE Belo Monte - Apêndice 7.7.3-3 - Cadastro Hidrogeológico de Poços Rasos em Núcleos de Garimpos e Ribeirinhos e Anexo 4).

A implementação do programa deverá ser na Etapa de Construção do empreendimento, de forma que o período para leitura dos níveis d'água abranja um período antes do enchimento, todo o período de enchimento e prossiga após o enchimento, na etapa de operação, até 2 anos, no mínimo.

A princípio, a frequência de leituras deverá ser semanal, no período entre dois meses antes e até dois meses após o enchimento do reservatório (incluindo o período de enchimento) e a cada três meses ao longo de todo o período de monitoramento restante. Também deverão ser realizadas leituras ao final de instalação dos monitores e sempre quando da ocorrência de grandes variações no nível d'água do reservatório e no caso de precipitações significativas.

d) Acompanhamento das Leituras de Nível D'Água e Interpretação dos Resultados

O acompanhamento do programa e a interpretação dos resultados deverão ser dirigidos para a proposição de modelos hidrogeológicos que sintetizam as unidades presentes na área e suas características de interesse à elevação do nível de água subterrânea, as condições iniciais de nível d'água subterrânea nas épocas de cheia e de seca, bem como as condições iniciais referentes aos níveis d'água do rio Xingu e igarapés e do reservatório.

Na interpretação dos resultados e proposição de modelos hidrogeológicos, deverão ser considerados, além dos dados do presente programa, aqueles do Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico, tais como os níveis dos rios e do futuro reservatório, bem como aqueles do Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos.

Os modelos hidrogeológicos deverão ser utilizados para analisar a elevação do lençol freático, os dados obtidos com o enchimento deverão ser utilizados na calibração e atualização dos modelos hidrogeológicos e nas avaliações de elevação do lençol freático efetuadas previamente.

A análise dos resultados incluirá também:

- Identificação e avaliação de áreas críticas na cidade de Altamira, devido a riscos pela elevação do lençol freático e quanto aos aspectos de instabilização das encostas marginais e aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes.
- Avaliação da direção de fluxo nas proximidades do lixão de Altamira.

11.3.1.9 Atividades a serem Realizadas

Estão previstas as seguintes atividades a serem desenvolvidas:

- Inventário complementar de poços tubulares e definição da rede de monitoramento
 - O inventário complementar de poços tubulares será feito na área de influência do empreendimento e inclui a cidade de Altamira e proximidades. Em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, além do levantamento complementar dos poços tubulares, será também efetuado o levantamento dos poços rasos. Em seguida será definida a rede de monitoramento.
- Investigações de campo e de laboratório, instalação de monitores e topografia.
 - Serão efetuadas sondagens a percussão com a execução de ensaios *in situ* do tipo SPT e infiltração e com coleta de amostras para caracterização tátil visual e em laboratório. Nessas sondagens serão instalados poços de monitoramento e piezômetros. Esses monitores juntamente com os poços de água rasos e profundos existentes comporão a rede de monitoramento com a finalidade de medidas do nível d'água e coleta de amostras de água para o desenvolvimento do Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Projetos de Dinâmica e Qualidade.
 - Durante o desenvolvimento dos projetos, caso necessário, a rede de monitoramento poderá ser alterada. Poderão se adicionados à rede novos poços que venham a ser identificados nos levantamentos de campo, bem como aqueles identificados a partir de consultas a CPRM. Serão necessariamente incluídos poços existentes em Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

- Mapeamento geológico e hidrogeológico
 - Os mapeamentos geológico, geotécnico e hidrogeológico serão efetuados paralelamente às atividades de sondagens e instalação dos monitores.
- Acompanhamento e interpretação dos resultados das investigações e detalhamento da caracterização geológica e hidrogeológica
 - O acompanhamento e interpretação dos resultados das investigações permitirão obter a caracterização geológica e hidrogeológica das áreas de interesse ao Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas (Projetos de Dinâmica e Qualidade).
- Leituras de nível d'água
 - As leituras de nível d'água serão efetuadas trimestralmente para obter as variações sazonais e antes, durante e após o enchimento, em toda a rede de monitoramento, incluindo os monitores instalados para essa finalidade e também os poços de água rasos do tipo cacimba e tubulares, bem como os poços tubulares profundos.
- Acompanhamento das leituras dos níveis d'água e interpretação dos resultados
 - O acompanhamento desse projeto como um todo e especialmente das leituras dos níveis d'água, a análise e interpretação dos resultados, juntamente com o acompanhamento do projeto da qualidade permitirão:
 - ✓ Definir áreas críticas na cidade de Altamira, devido a riscos pela elevação do lençol freático, quanto aos aspectos de instabilização das encostas marginais e aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes.
 - ✓ Avaliar trimestralmente as áreas mais vulneráveis à contaminação dos aquíferos.
 - ✓ Efetuar o monitoramento das águas subterrâneas nas proximidades do lixão de Altamira, incluindo a determinação da direção de fluxo nas suas proximidades.
 - ✓ Propor ações necessárias para a manutenção da qualidade dos aquíferos devido a riscos de contaminação pela subida do freático.
 - ✓ Propor ações para evitar o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas ocasionado pela presença do lixão de Altamira.
 - ✓ Propor ações de interdição de poços ou de fontes poluidoras dos aquíferos.

11.3.1.10 Resultados/Produtos a Serem Gerados

A apresentação dos resultados/ produtos a serem gerados é apresentada a seguir para cada uma das atividades previstas.

- Inventário Complementar de Poços Tubulares e Definição da Rede de Monitoramento

Os resultados obtidos com o desenvolvimento dessa atividade serão apresentados em relatório final, a ser disponibilizado para o órgão ambiental, logo após a conclusão dos trabalhos de inventário dos poços tubulares. O relatório apresentará tabelas e mapas contendo a localização dos poços cadastrados e suas principais características.

- Investigações de Campo e de Laboratório, Instalação de Monitores e Topografia

A execução dessas atividades ocorre na Etapa de Construção, a seguir à atividade de inventário complementar de poços tubulares e definição da rede de monitoramento. É uma atividade a ser desenvolvida principalmente no campo.

Ao final dos trabalhos deverão ser emitidos relatórios internos contendo tabelas e mapas com a localização e cotas de boca das sondagens, monitores e poços existentes rasos e profundos selecionadas para fazer parte da rede de monitoramento, perfis individuais de sondagens e perfis construtivos dos monitores, além de tabelas e gráficos com os resultados dos ensaios de campo e de laboratório.

- Mapeamento Geológico e Hidrogeológico

Paralelamente aos trabalhos de investigação de subsuperfície será efetuado o mapeamento geológico, geotécnico e hidrogeológico de campo. Os resultados obtidos serão apresentados em documentos internos compostos por mapas de localização dos pontos inspecionados no campo, de tabelas com as caracterizações efetuadas além de mapas preliminares com a distribuição das diferentes unidades identificadas.

- Acompanhamento e Interpretação dos Resultados das Investigações e Detalhamento da Caracterização Geológica e Hidrogeológica

Ao final das atividades de mapeamentos, de investigação de campo e instalação de monitores e com as leituras de nível d'água efetuadas quando da conclusão da instalação dos monitores, tanto nesses monitores como nos poços existentes selecionados para a rede de monitoramento, será obtida a caracterização detalhada da geologia e da hidrogeologia da área.

Serão compilados todos os dados obtidos e constantes dos relatórios parciais indicados nos itens anteriores e elaborado um relatório consolidado a ser disponibilizado para o órgão ambiental, contendo mapas, seções e perfis geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos. Será apresentado um modelo hidrogeológico conceitual da cidade de Altamira.

Serão apresentados mapas potenciométricos da cidade de Altamira com áreas críticas devido à elevação do lençol freático, quanto aos aspectos de instabilização das encostas marginais e aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes.

Serão apresentados mapas potenciométricos com a avaliação da direção de fluxo nas proximidades do lixão de Altamira.

- Leituras de nível d'água

A leitura dos níveis de água resultará no conhecimento das variações dos níveis de águas nas diferentes épocas do ano e permitirá detalhar os impactos gerados pela criação do reservatório e conseqüente elevação dos níveis de água.

Trata-se de uma atividade a ser desenvolvida no campo. Ao final de cada campanha deverão ser emitidos relatórios trimestrais parciais internos contendo tabelas e gráficos com as profundidades e as cotas dos níveis d'água de todos os monitores instalados e de poços de água existentes.

- Acompanhamento das Leituras de Nível D'Água e Interpretação dos Resultados

Para cada ano de monitoramento, serão elaborados três relatórios parciais internos com os resultados obtidos durante cada trimestre e um relatório consolidado com todos os dados do ciclo anual, a ser disponibilizado para o órgão ambiental.

Serão emitidos relatórios consolidados obrigatoriamente antes do enchimento dos reservatórios e ao final do período previsto para esse projeto, após dois anos do enchimento do reservatório.

Ao término do prazo previsto para o monitoramento, deverá ser elaborado um relatório específico justificando a continuidade ou não do presente projeto. No caso de continuidade, apontar as possíveis alterações.

Os relatórios consolidados apresentarão mapas potenciométricos e mapas com as linhas de isopropfundidades obtidos a partir das leituras dos níveis de água efetuados em cada uma das campanhas. Nesses relatórios serão também apresentados os mapas de áreas críticas devido à elevação do lençol freático sob os aspectos de estabilidade das encostas e de contaminação dos aquíferos.

Esses resultados e interpretação permitirão:

- Propor ações necessárias para a manutenção da qualidade dos aquíferos devido a riscos de contaminação pela subida do freático.
- Propor ações para evitar o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas ocasionado pela presença do lixão de Altamira.
- Propor ações de interdição de poços ou de fontes poluidoras dos aquíferos.

11.3.1.11 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica deverá ser alocada por empresa especializada na realização das ações previstas, e deve ser formada por hidrogeólogos e geólogos sênior, pleno e júnior, por técnicos especializados em trabalhos de sondagens e ensaios de campo, instalação de poços de monitoramento, piezômetros e medidas de níveis de água subterrânea.

11.3.1.12 Interface com outros Planos, Programas e Projetos

Este projeto interage diretamente com o Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas e compartilha resultados com os Programas de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos, de Monitoramento de Sismicidade, de Controle de Estanqueidade dos Reservatórios e de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico, além do Projeto de Recomposição/Adequação dos Equipamentos e Serviços de Saúde.

Em Branco

11.3.1.13 Avaliação e Monitoramento

O indicador a ser utilizado no Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas é a profundidade do nível de água subterrânea do aquífero superficial.

A princípio, considera-se áreas críticas na cidade de Altamira as áreas onde o nível de água dos aluviões está com profundidades menores que 2 a 3 m.

Com base no atual conhecimento sobre a profundidade do nível d'água do aquífero superficial de Altamira, são definidos preliminarmente os seguintes critérios para os níveis de gestão:

Sempre que os níveis d'água do aquífero superficial apresentarem-se a profundidades maiores que 2 a 3 m, o nível de gestão é o de rotina, pois, a princípio, está prevista uma situação de normalidade.

Nas condições em que os níveis de água do aquífero superficial apresentarem-se a profundidades menores ou iguais a 2 ou 3 m, os níveis de gestão são aqueles de gestão em alerta ou de gestão crítica.

Os valores e critérios apresentados são preliminares e poderão ser alterados no decorrer da implementação do projeto, particularmente após a execução das investigações e instalação dos piezômetros e poços de monitoramento e após a obtenção dos resultados para o período antes do enchimento.

11.3.1.14 Responsável pela Implementação

A implementação e desenvolvimento do presente projeto são de responsabilidade do empreendedor. Para tanto, deverão ser contratados profissionais e empresas especializadas na área de Geologia de Engenharia, Hidrogeologia e Geotecnia, bem como empresa especializada, com experiência na execução de sondagens e instalação de piezômetros e poços de monitoramento.

11.3.1.15 Parcerias Recomendadas

A parceria recomendada para o Programa de Monitoramento da Dinâmica da Água Subterrânea é a Secretaria Meio Ambiente do município de Altamira.

11.3.1.16 Cronograma Físico

O cronograma para o desenvolvimento das atividades do presente projeto está apresentado a seguir.

O Projeto de Monitoramento da Dinâmica da Água Subterrânea será desenvolvido durante um período mínimo de dois anos antes do enchimento do reservatório do Xingu e durante um período mínimo de dois anos após o enchimento do reservatório intermediário, o que totaliza cinco anos de monitoramento. Para a execução desse monitoramento são necessárias a instalação prévia da rede de monitoramento e a execução das investigações de campo (atividades que necessitam de aproximadamente um ano para serem desenvolvidas) e, portanto, esse projeto deve ser iniciado aproximadamente três anos antes do enchimento do reservatório do Xingu.

11.3.1.17 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

A elaboração deste programa é de responsabilidade da equipe técnica da Themag Engenharia, sob coordenação da geóloga Marilda Tressoldi (CREA 0600581382 e sub-coordenação dos geólogos Luiz Fernando Roldan (CREA 5062130080) e Carlos Henrique Maldaner (CREA 5062520774).

11.3.1.18 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Diretrizes para execução de sondagens. São Paulo, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Ensaios de permeabilidade em solos. Orientações para sua execução no campo. 3ª ed. São Paulo, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15495-1 - Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares – Parte 1: Projeto e Construção. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaios – Comitê Brasileiro de Construção Civil. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181 – Solo – Análise Granulométrica. Comitê Brasileiro de Construção Civil. Versão corrigida 1988.

11.3.1.19 Anexos

ANEXO 1 - CADASTRO DE POÇOS OBTIDOS JUNTO AO SIAGAS

ANEXO 2 - CADASTRO DE POÇOS TUBULARES IDENTIFICADOS DURANTE O LEVANTAMENTO DE CAMPO EFETUADO EM JULHO DE 2010

ANEXO 3 - CADASTRO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS RASOS EM ALTAMIRA

ANEXO 4 - CADASTRO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS RASOS EM NÚCLEOS DE GARIMPOS E RIBEIRINHOS

ANEXO 5 - DESENHOS

ANEXO 1**CADASTRO DE POÇOS OBTIDOS JUNTO AO SIAGAS**

Cadastro de poços tubulares obtidos junto ao SIAGAS para a Área de Influência Indireta (AII) e Direta (AID).

Local	Poço	Coordenadas		Profundidade (m)	Vazão Específica (m ³ /h/m)	Vazão após estabilização (m ³ /h)	Nível dinâmico (m)	Nível estático (m)	Duração do Teste (h)	Materiais perfurados	Aquífero	Condição do aquífero	Situação
		N	E										
Altamira	ALT-01	9648465	368670	140	0,2	4	80	60	24	Diabásio Penatecaua e Fm Maecuru	Maecuru	Confinado	Bombeando
Altamira	ALT-02	9646831	362839	140	-	1,5	-	32	24	Diabásio Penatecaua	Penatecaua	Livre	Bombeando
Altamira	ALT-03	9646683	368086	142	-	5,5	-	23	24	Diabásio Penatecaua	Penatecaua	Livre	Abandonado
Altamira	ALT-04	9648200	378734	217	-	5	-	50	24	Diabásio Penatecaua e Fm Maecuru	Penatecaua - até 192m	Livre	Parado
											Maecuru - 192 à 217 m	Confinado	
Altamira	ALT-05	9645112	364168	15	7,5	15	8	6	12	Aluviões	Aluvionar	Livre	Bombeando
Altamira	ALT-06	9648096	368270	115	0,153	2,3	80	65	12	Diabásio Penatecaua	Penatecaua	Livre	Bombeando
Altamira	ALT-07	9648784	379474	204	-	-	-	-	-	Diabásio Penatecaua e Fm Maecuru	Penatecaua - até 182 m	Livre	Parado
											Maecuru - 182 à 204 m	Confinado	
Altamira	ALT-08	9647569	363795	138	0,692	9	40	27	12	Diabásio Penatecaua	Penatecaua	Livre	Bombeando
Altamira	ALT-09	9648649	368454	197	-	2	-	65	12	Diabásio Penatecaua e Fm Maecuru	Penatecaua - até 180 m	Livre	Parado
											Maecuru - 180 à 197 m	Confinado	
Altamira	ALT-10	9647661	364010	146	0,75	9	77	65	12	Diabásio Penatecaua	Penatecaua	Livre	Bombeando
Altamira	ALT-11	9638700	345623	156	-	3	-	60	12	Diabásio Penatecaua	Penatecaua	Livre	Parado

Cadastro de poços tubulares obtidos junto ao SIAGAS para a Área de Influência Indireta (AII) e Direta (AID).

Local	Poço	Coordenadas		Profundidade (m)	Vazão Específica (m ³ /h/m)	Vazão após estabilização (m ³ /h)	Nível dinâmico (m)	Nível estático (m)	Duração do Teste (h)	Materiais perfurados	Aquífero	Condição do aquífero	Situação
		N	E										
Vitória do Xingu	VX - 01	9677227	386393	30	-	-	-	-	-	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 02	9680668	387439	61	-	-	-	-	-	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Confinado	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 03	9680760	387562	18	-	-	-	-	-	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Bombeando
Vitória do Xingu	VX - 04	9681098	387593	18	-	-	-	-	-	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Bombeando
Vitória do Xingu	VX - 05	9681221	387532	22	-	-	10	6	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Bombeando
Vitória do Xingu	VX - 06	9680422	387439	24	2,5	5	10	8	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 07	9680914	387685	24	1,5	3	10	8	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 08	9669079	375594	24	1	3	9	6	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 09	9680944	387809	24	1,25	5	12	8	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 10	9681067	387501	24	2,5	5	12	10	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Vitória do Xingu	VX - 11	9680852	387378	18	5	10	8	6	6	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado
Sen. José Porfiro	SJP - 01	9713746	394205	120	-	-	-	12,5	24	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Confinado	Parado
Sen. José Porfiro	SJP - 02	9713746	394236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sen. José Porfiro	SJP - 05	9714176	394668	35	-	-	-	-	-	Fm. Alter do Chão	Alter do Chão	Livre	Equipado

ANEXO 2**CADASTRO DE POÇOS TUBULARES IDENTIFICADOS DURANTE O LEVANTAMENTO
DE CAMPO EFETUADO EM JULHO DE 2010**

Cadastro de poços tubulares identificados durante o levantamento de campo efetuado em julho de 2010.

Ponto Campo	PT	X	Y	Local	Prof. aprox. (m)	Diâmetro (polegadas)	OBS	CORRELAÇÃO SIAGAS (EIA)
P59	PT01	376365	9650440	Fazenda Cobre	66	6	Próximo a área alagada.	
P60	PT02	377235	9649392	Sítio Sr. Luiz Capiche (Advogado)	45	4	Semi artesiano, com bomba de superfície.	
P61	PT03	368451	9648640	Posto Arco Iris	Sem informação.	6	Desativado.	ALT-09
P62	PT04	368431	9648671	Posto Arco Iris	Sem informação.	6	Perfurado no ano de 2010, resíduo de perfuração de folhelho cinza escuro, grafitoso, com pirita.	
P63	PT05	368661	9648443	Torc Engenharia	156	6	Sem informação.	ALT-01
P64	PT06	368629	9648200	Frigorífico Altamira	202	6	Perfurado em janeiro de 2009 pela Poços Brasil.	
P65	PT07	368598	9648171	Frigorífico Altamira	160	6	Perfurado em janeiro de 2009 pela Poços Brasil.	
P66	PT08	368248	9648079	Parque de Exposições	Sem informação.	6	Sem informação.	ALT-06
P67	PT09	367574	9649759	Residencial Santa Benedita	162	8	Loteamento Minha Casa Minha Vida (CAIXA), perfurado pela Poços Brasil, apresenta surgência de água na parte exterior do poço, provável mal acabamento e selo de bentonita.	
P68	PT10	368148	9646543	TV Altamira	Sem informação.	6	TVA Canal 6, perfurado pela Poços Brasil.	

continuação

P70	PT11	367602	9646448	Particular, residência.	156	6	Perfurado em julho de 2010.	
P72	PT12	368743	9646131	Quartel 51 BIS	200	6	Sem informação.	
P73	PT13	368069	9646675	Altavile Loteamento	Sem informação.	6	Sem informação.	ALT-03
P74	PT14	365135	9648253	Bairro Mutirão	200	8	Poço municipal, nunca entrou em operação, sem bomba.	P74
P75	PT15	363988	9647637	Comunidade Santa Ana (Casa do Padre - Igreja Católica)	Sem informação.	Sem informação.	Não autorizou visita.	ALT-10
P76	PT16	363803	9647539	Comunidade Santa Ana (Em frente à igreja - Igreja Católica)	Sem informação.	Sem informação.	Não autorizou visita.	ALT-08
P78	PT17	362672	9645474	Bairro Bela Vista	258	Sem informação.	Poço municipal, perfurado em 2008.	
P79	PT18	365194	9645100	Hospital Regional Público da Transamazônica	113	4	Sem informação.	
P80	PT19	364701	9645514	Postos Serra Dourada	Sem informação.	Sem informação.	Não autorizou visita.	
P82	PT20	364877	9645232	Posto Arco Iris	Sem informação.	4	Semi artesiano, com bomba de superfície.	

continuação

P83	PT21	36499	9645067	Hotel Augustus	20	4	Semi artesiano, com bomba de superfície.	
P84	PT22	36282	9645190	Particular, residência.	120	Sem informação.	Sem informação.	
P85	PT23	36281	9646822	Cerâmica Santa Clara	145	6	Pode ter sido perfurado pela Poços Brasil.	ALT-02
P86	PT24	34559	9638626	Vila Piauiense	Sem informação.	6	Poço municipal, nunca entrou em operação, sem bomba.	ALT-11
Sem número	PT25	35388	9638594	Fazenda, particular.	70	6	Perfurado por Poços Brasil.	

ANEXO 3**CADASTRO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS RASOS EM ALTAMIRA**

Cadastro Hidrogeológico de Poços Rasos em Altamira

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
	E	N		1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEPCIONAIS		
				PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
1	CANCELADO			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Não autorizado verbalmente.
Endereço:		Aeroporto.															
2	362591	9641940	97,10	0,48	96,62	19/04	1,03	96,07	11/06	1,45	95,65	21/09	2,00	+ 1,00	+2,00 (2005)	3,5	Argila (~2,0m) passando para areia.
Endereço:		Olaria Bambu. Próximo ao Igarapé Panelas (Sr. Antonio).															
3	CANCELADO			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Não tem poço (Água do Igarapé Panelas).
Endereço:		Casa próxima ao Igarapé Panelas.															
④	362358	9642948	111,30	7,60	103,70	19/04	9,71	101,59	11/06	11,48	99,82	21/09	12,00	~5,00	~1,00 (2005)	~13,00	Barro no início e piçarra no final. (Nos poços das proximidades, variação de 5,0 m). Poço sem revestimento.
Endereço:		Casa próxima à serraria (Sra Laura).															
5	362638	9642722	107,20	6,49	100,71	19/04	7,80	99,40	11/06	8,23	98,97	21/09	-	Não sabe	~5,00 (2004)	~13,00	Argila arenosa cinza com nódulos duros, branco amarelados e ferrugionosos.
Endereço:		Estrada do Sanatório, 13.															
6	CANCELADO			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Poço tubular sem acesso.
Endereço:		Serraria - Tancredo Neves.															
7	CANCELADO			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Terraço? Argila silteosa variegada, laterizada.
Endereço:		Travessa à esquerda da Tancredo Neves.															
8	363168	9643826	126,00	12,95	113,05	19/04	14,94	111,06	11/06	17,71	108,29	21/09	18,00	~14,00	-	19,00	Variação de 5,0 m.
Endereço:		Passagem 06, 4497.															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
				1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEPCIONAIS		
	E	N		PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
9	364180	9643040	102,60	5,90	96,70	19/04	7,16	95,44	11/06	8,56	94,04	22/09	Sem informações				
Endereço:		Xingu Praia Clube.															
10	362536	9644554	143,70	8,63	135,07	19/04	10,90	132,80	11/06	12,90	130,80	21/09	~13,00	~8,00	-	~13,80	Poço aberto em 2005. Após a enchente foi limpo (recentemente). Argila cinza amarelada com manchas oxidadas.
Endereço:		Acesso 4, 23 - 2ª casa a partir da Perimetral (Sr. Francisco).															
11	362843	9644372	162,00	22,69	139,31	19/04	21,15	140,85	11/06	26,90	135,10	21/09	27,00	~20,00	-	27,00	Varição de 5m entre cheia e seca. O nível d'água costuma subir no mês de junho e abaixa entre novembro e janeiro. Argila vermelha no topo (diabásio). Solo de alteração de diabásio na base do poço.
Endereço:		Rua Porto Alegre, 172, próximo ao Acesso 4.															
12	CANCELADO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Chumbado.
Endereço:		Acesso 4.															
13	363390	9643904	116,30	6,96	109,34	19/04	8,00	108,30	11/06	11,83	104,47	21/09	~13,00	Sem informações		~15,00	Argila arenosa cinza e amarela, laterizada. Poço sem revestimento e aberto recentemente: ~1 ano.
Endereço:		Acesso 4, casa em frente à fábrica de móveis. (Sr. Francisco Eduardo).															
14	363670	9643736	104,00	4,95	99,05	19/04	5,40	98,60	11/06	6,22	97,78	21/09	~7,00	~6,00	~5,00 (2005)	9,00	Poço sem revestimento. Argila branca amarelada.
Endereço:		Acesso 4, 2ª casa a partir Via Oeste, ao lado da fábrica de bloquetes (Sr. Walter).															
15	360313	9643594	-	19,14	-	17/04	19,90	-	11/06	20,80	-	22/09	seca	-	~17,84	23,00	Argila arenosa amarela, poço revestido com tijolo.
Endereço:		Cemitério São Sebastião.															
16	362585	9646114	104,00	0,60	103,40	19/04	0,94	103,06	11/06	1,24	102,76	21/09	não seca	extravasa	-	2,70	Muito próximo ao Igarapé Altamira.
Endereço:		Muito próximo ao Igarapé Altamira (Transamazônica).															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
	E	N		1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCESSIVAS		
				PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
17	362418	9645292	174,00	16,36	157,64	19/04	16,91	157,09	11/06	17,10	156,90	21/09	~17,40	~15,00	-	17,5 a 18,00	Profundidade dos poços na região está por volta de 22,00 m. Diabásio alterado em profundidade.
Endereço:		Rua 15, 1816 (Sra. Judite).															
18	362223	9644866	138,00	16,51	121,49	19/04	18,70	119,30	11/06	seco	120,00	21/09	~20,00	~16,00	-	22,00	Em agosto o poço secou e desde esta época está fechado (22 metros em agosto). Solo argiloso amarelo laterizado (SA de diabásio ?).
Endereço:		Rua 26 de Janeiro, 3736.															
19	362748	9645552	173,00	17,18	155,82	19/04	17,36	155,64	11/06	17,35	155,65	21/09	Quase não varia			17,75	Contato com rocha. Argila amarela arroxeadada, laterização e blocos de diabásio. Poço abandonado recentemente.
Endereço:		Circulação Perimetral.															
20	362928	9645036	162,00	19,17	142,83	19/04	20,46	141,54	11/06	seco	139,90	21/09	seca	~21,50	17,00	22,10	Poço seco em 21/09. Com lama no fundo.
Endereço:		Circulação Perimetral, em frente ao Supermercado Paulista.															
21	363751	9645734	100,00	1,40	96,60	19/04	1,70	96,30	11/06	1,86	96,14	21/09	?	0,66	0,00	~2,00	Poço aberto recentemente. Aprofundado em mais um metro. Silte argiloso amarelo com fragmentos de laterita.
Endereço:		Travessa Niteroi. Próximo ao Igarapé Altamira.															
22	363075	9644758	144,00	21,64	122,36	19/04	21,80	122,20	11/06	22,30	121,70	22/09	Não sabe	Subiu pouco		~25,00	Sem uso - abandonado.
Endereço:		Alacid Nunes x Perimetral. (Posto de gasolina).															
23	364252	9645566	104,00	4,52	99,48	19/04	4,78	99,22	11/06	5,20	98,80	21/09	Varia - não sabe			~7,00	Troca de proprietário constantemente.
Endereço:		Perimetral, 2523. Borracharia São Paulo, em frente à garagem da Transbrasiliana.															
24	364602	9646702	142,00	23,22	118,78	19/04	23,25	118,75	11/06	24,80	117,20	22/09	Não varia.			28,00	Solo argiloso vermelho (SA de diabásio ?).
Endereço:		Monte Sião, 1501 X Rua Padre Antônio Goldin.															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
				1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEPCIONAIS		
	E	N		PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
25	364450	9647088	138,00	18,29	119,71	19/04	19,71	118,29	12/06	20,00	118,00	22/09	seca	-	não tem influência	~22,00	Atingiu material duro na base. Solo argiloso vermelho (diabásio).
Endereço:		Casa 1403, vizinha ao número 1393 da Transamazônica, próxima à olaria.															
26	363952	9647832	142,00	20,95	121,05	19/04	22,50	119,50	12/06	25,10	116,90	22/09	-	-	~19,00	~26,00	Solo de alteração de diabásio. Poço ao lado atingiu água com 24,00 m. A maioria dos poços secam nas épocas de seca.
Endereço:		Castelo Branco, 407, Bairro Santa Ana.															
27	364258	9647578	130,00	17,22	112,78	19/04	17,50	112,50	12/06	17,20	112,80	22/09	Varia - não sabe	-	não tem influência	18,00	Paralisado em rocha preta (diabásio ?) - Solo vermelho. Maioria dos poços na área encontram rocha a ~18,0m, sem atingir nível d'água.
Endereço:		Rodovia Magalhães Barata, 792 - Bairro Liberdade.															
28	367602	9647988	108,00	8,70	99,30	18/04	9,78	98,22	12/06	10,50	97,50	22/09	14,00	6,70	6,70	14,50	Silte argilo-arenoso cinza na base e argila arenosa vermelho-escura no topo.
Endereço:		Casa 101 - Colinas.															
29 ^a	367060	9647934	102,50	4,38	98,12	18/04	5,46	97,04	12/06	6,25	96,25	22/09	5,50	Varia pouco	-	7,00	Aluvião: areia do Igarapé Ambé.
Endereço:		Av. Anápolis. Chácara de Francisco Manoel de Oliveira.															
30 ^a	366018	9647524	98,60	1,02	97,58	18/04	0,91	97,69	12/06	1,03	97,57	22/09	0,82	-	0,25	1,50	Nível d'água varia pouco. Proximidades do Igarapé Ambé.
Endereço:		Transamazônica, 1127.															
31	365815	9647452	102,30	2,75	99,55	18/04	2,94	99,36	12/06	3,60	98,70	22/09	Varia pouco	-	-	~7,00	-
Endereço:		Transamazônica, 2899.															
32	365540	9648120	126,00	16,62	109,38	18/04	15,58	110,42	12/06	seco	104,20	22/09	Abriu recentemente	-	-	21,80	Solo eluvial: argila siltosa variegada. Poço seco em 22/09.
Endereço:		Rua Vicente de Paula, 2402 - Rua 14 próximo à principal - Bairro Jardim França.															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
	E	N		1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEPTACIONAIS		
				PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
33	366675	9646288	99,00	2,03	96,97	18/04	3,20	95,80	12/06	5,10	93,90	21/09	4,00	~2,00	~1,00	5,50	Aluvião do Igarapé Altamira e do Rio Xingu.
Endereço:		Ernesto Acioli, 76 - Centro.															
34	366870	9646516	99,80	2,20	97,60	18/04	3,37	96,43	12/06	4,20	95,60	21/09	Seca	-	+0,40 +0,50	4,50	Aluvião do Igarapé Ambé e do Rio Xingu.
Endereço:		Ernesto Acioli, 234 - Venda e bilhar.															
35	365770	9648316	114,40	10,35	104,05	18/04	10,56	103,84	12/06	12,60	101,80	22/09	~14,00	-	não sabe	14,00	Silte argiloso cinza e amarelo variegado.
Endereço:		Jardim França (casa nova). - Travessa 17, 2401.															
36	365260	9647806	156,00	14,30	141,70	18/04	15,38	140,62	12/06	15,90	140,10	22/09	não seca	-	-	16,50	Silte argiloso amarelo.
Endereço:		Rua 10, 3315 - Próxima a Cosampa.															
37	365967	9648026	109,3	9,04	100,26	18/04	9,20	100,1	12/06	10,00	99,3	22/09	não seca	não sabe	~5,00	~16,00	Poço sem uso no momento. Silte argiloso amarelo.
Endereço:		Rua 10, 2580.															
38	365696	9647946	116,00	11,75	104,25	18/04	10,56	105,44	12/06	14,70	101,30	22/09	~14,75	não seca	~10,75	-	Poço sem uso (~2 meses). 3ª leitura deslocada para rua 10 em frente ao 2844.
Endereço:		Rua 10, 2844.															
39	365562	9647422	108,00	4,55	103,45	18/04	5,38	102,62	12/06	6,50	101,50	21/09	5,55	Não sabe	-	-	Aluvião - argila arenosa cinza. 3ª leitura deslocada para casa em frente.
Endereço:		Rua 1, 3134.															
40	366361	9646230	99,20	1,20	98,00	18/04	1,80	97,40	12/06	2,98	96,22	21/09	5,00	0,00	+0,4	7,00	Aterro na superfície.
Endereço:		Abel Figueiredo, 1095 - próximo ao Igarapé Altamira (Sr. Francisco).															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
				1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEPCIONAIS		
	E	N		PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
41	364757	9646214	104,00	5,22	98,78	18/04	5,77	98,23	12/06	6,65	97,35	22/09	Varia - Não sabe			9,0	Aluvião - areia argilosa marrom.
Endereço:		Osório de Freitas, 2861.															
42	365050	9646288	106,00	7,75	98,25	18/04	8,58	97,42	12/06	9,28	96,72	22/09	Não sabe	-6,00 (2004)	12,0	Necessário aprofundar na seca. No número 2563, poço aberto recentemente (~10 m prof.), site argiloso com fragmentos laterizados (vermelho, amarelo e cinza) sobreposto a uma camada de argila cinza esbranquiçada homogênea (Aluvião do Igarapé Altamira).	
Endereço:		Osório de Freitas, 2545.															
43	365626	9648390	104,30	5,84	98,46	18/04	6,67	97,63	12/06	7,75	96,55	22/09	~7,0	-	~3,0	9,0	Poço dentro da residência. Possível contaminação com gasolina. Areia branca.
Endereço:		Abel Figueiredo, 1905 (próximo a posto de gasolina - não está sendo utilizado devido à provável contaminação).															
44	366275	9646152	98,00	1,85	96,15	18/04	2,41	95,59	12/06	3,55	94,45	21/09	~2,83 a 3,00	-	0,0	4,60	Aterro na superfície.
Endereço:		Fausto Pereira, 203. Venda e bilhar. Junto a Igarapé Altamira.															
45	366310	9646958	100,00	1,92	98,08	18/04	2,25	97,75	12/06	2,50	97,50	22/09	~2,92	-	~0,20 ~0,50	6,00	Aluvião - argila cinza. 3ª leitura no poço do vizinho (Rua Harmonia, 748), pois o poço foi lacrado.
Endereço:		Harmonia, 738.															
46	366757	9646996	106,90	5,96	100,94	18/04	6,83	100,07	12/06	7,40	99,50	22/09	~8,00	Não sabe	Não foi afetado	9,30	3ª Leitura na mesma rua, n° 1362. De 0,0 - 8,0 m - argila arenosa cinza com fragmentos de laterita (roxa, vermelha e cinza). 8,0 m - argila branca (Aluvião).
Endereço:		Rua Crisântemos, 1435.															
47	365585	9646626	105,00	5,33	99,67	18/04	5,92	99,08	12/06	7,05	97,95	22/09	quase seca	~5,50	subiu acima do normal	8,00	Aluvião - areia argilosa cinza. Poço não revestido.
Endereço:		Antonio Vieira, 238. Próximo à praça com ginásio de esportes.															
48	365356	9646780	111,10	11,48	99,62	18/04	11,52	99,58	12/06	12,90	98,20	22/09	~12,20	-	-	13,00	Nível d'água varia pouco.
Endereço:		Isaac Barbosa, 1127.															
Cotas do nível d'água do no Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
				1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEP COBAS		
	E	N		PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
49	364980	964662	122,00	12,61	109,39	18/04	13,90	108,10	12/06	16,20	105,80	22/09	-	Não sabe	19,00	Argila siltosa avermelhada.	
Endereço:		Lúcio Litiana, 397 - esquina com a Joaquim Avelino.															
50	383384	9644694	122,00	9,05	112,95	18/04	9,40	112,60	11/06	13,66	108,34	21/09	13,50	~ 10,00	~8,00	~15,00	Argila siltosa laterizada (base) com nódulos de silte e argila branca amarela ferruginosa.
Endereço:		Acesso 3, 1636 (casa nova - Sr. Cícero).															
51	383716	9644464	103,20	1,29	101,91	18/04	1,60	101,60	11/06	2,63	100,57	21/09	3,00	1,50	0,00 (2005)	8,0	Na superfície argila preta com nódulos e silte argiloso laterizado. Próximo, há um poço em escavação: 0,00 a 1,80 m aterro e de 1,80 a 2,50 m argila preta (lagoa) com pouca areia. Nível d'água 2,40m. (363743 / 9644462).
Endereço:		Salustiano de Almeida, 850 x Acesso 3. (Sr. João).															
52	383928	9644294	106,00	5,79	100,21	18/04	6,50	99,50	12/06	7,32	98,68	22/09	Não sabe - morador recente		8,50	Poço sem revestimento. Sem uso (sabor de ferrugem). Silte argiloso cinza (Aluvião). Próximo à lagoa.	
Endereço:		Acesso 3, 1038. Próximo à Associação dos Moradores do Bairro Independente.															
53	384480	9643640	102,50	4,61	97,89	18/04	5,80	96,70	11/06	7,30	95,20	21/09	6,00	-	4,00	11,0	Areia de aluvião. Poço tubular.
Endereço:		Acesso 2, 126 x Aldo Tora.															
54	384342	9643992	99,00	0,41	98,59	18/04	0,97	98,03	11/06	1,77	97,23	21/09	~3,50	-	~0,5	3,00	Em 2005, água extravasou a boca do poço - enchente de 0,5m. Escavação na rua apresenta argila preta (lagoa) e argila branca em profundidade.
Endereço:		Salim Murad, 3777. Próximo à Lagoa.															
55	383990	9645060	108,50	5,83	102,67	18/04	7,17	101,33	11/06	8,60	99,90	21/09	~7,83	-	~4,83	10,50	
Endereço:		Alacid Nunes, 2900 x Acesso 2.															
56	384487	9644660	104,80	2,80	102,00	18/04	4,35	100,45	11/06	6,65	98,15	21/09	~6,00	~1,00	-	7,00 - 8,00	Em profundidade argila siltosa cinza arroxeadada com fragmentos de laterita.
Endereço:		Acesso 2, 689. Antigo Alagado.															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes as três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m						26/09 - 92,81m							

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
				1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEP CIONAIS		
	E	N		PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	Cota (NA)	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
57 ¹	364823	9644454	105,40	5,45	99,95	18/04	7,20	98,20	11/06	9,05	98,35	21/09	~9,00	-	Não sabe	10,0	Aluvião - areia . Poço revestido com manilha.
Endereço:		Acesso 2, 319. Franzinho e Companhia.															
58	364534	9645680	104,00	4,54	99,46	18/04	5,10	98,90	11/06	5,33	98,67	21/09	~ 6,00	~ 4,00	2,50	13,00	Argila preta no topo / argila dura amarela / areia branca na base (12,00 - 13,00 m).
Endereço:		Luis Nê da Silva, 2088.															
59	364900	9645530	105,40	5,42	99,98	18/04	6,53	98,87	11/06	7,80	97,60	22/09	Não sabe			16,00	Poço tubular. Contaminação com gasolina. Argila branca.
Endereço:		Primeira Alameda, 2139. Primeira travessa após posto de gasolina, a esquerda da Pedro Gomes.															
60 ¹	365335	9645236	104,00	4,37	99,63	18/04	6,00	98,00	11/06	8,00	96,00	21/09	Varia	não sabe		~10,00	Poço tubular.
Endereço:		Cemitério da Magalhães Barata.															
61	365865	9645362	101,00	3,82	97,18	18/04	4,87	96,13	11/06	6,00	95,00	21/09	~ 7,50	Não sabe		8,00 a 9,00	
Endereço:		Avenida João Pessoa (orla - Sr. Gervásio).															
62	365745	9645938	100,50	2,35	98,15	18/04	2,92	97,58	11/06	3,58	96,92	21/09	~ 3,50	~ 2,50	~2,00	7,00	Argila amarela branca (Aluvião).
Endereço:		Comandante Castilho, 512 (Lava-Jato).															
63	365933	9645726	102,70	3,91	98,79	18/04	5,00	97,70	11/06	6,30	96,40	21/09	~6,91	~3,00	-	12,00	Poço tubular.
Endereço:		Comandante Castilho, 172. (Padaria).															
Cotas do nível d'água do rio Xingu referentes às três campanhas				1 campanha			2 campanha			3 campanha							
				17/04 - 96,76m			11/06 - 94,61m			24/09 - 92,81m							
				18/04 - 96,73m			12/06 - 94,61m			25/09 - 92,81m							
				19/04 - 96,70m			26/09 - 92,81m										

ANEXO 4**CADASTRO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS RASOS EM
NÚCLEOS DE GARIMPOS E RIBEIRINHOS**

Cadastro hidrogeológico de poços rasos em núcleos de Garimpos e Ribeirinhos

POÇOS	COORDENADAS		COTA DA BOCA DO POÇO	NA MEDIDO									NA ESTIMADO (PERÍODO)			PROF. APROX DO POÇO (m)	MATERIAL ESCAVADO / OBSERVAÇÕES
				1ª Campanha			2ª Campanha			3ª Campanha			SECA	CHEIA	CHEIAS EXCEPCIONAIS		
	E	N		PROF. (m)	Cota	Data	PROF. (m)	Cota	Data	PROF. (m)	Cota	Data	PROF. (m)	PROF. (m)	PROF. (m)		
1	395074	9605504		-1,50			2,66		23/06	4,60		24/09		-1,5		7,00	Solo de alteração e solo laterizado amarelo avermelhado (Piçarra).
Endereço:		Ouro Verde															
2	397363	9605768		-1,00			3,55		23/06	4,20		24/09		0,00. +1,50 (1981)	(2005) +0,27	-5,00	Areia
Endereço:		Ilha da Fazenda - Resid. José Ferreira da Rocha.															
3	397406	9605760					4,06		23/06	4,40		24/09		(2005) 0,00		-5,00	Material escavado, SA de granito.
Endereço:		Ilha da Fazenda - Resid. do Sr. Babá															
4	397225	9605930					2,15		23/06	2,90		24/09	1,00		(2005) +1,0 / 1,5	3,30	Argila. Granito cinza no fundo.
Endereço:		Ilha da Fazenda															
5	397209	9605958					2,60		23/06	2,90		24/09		(2005) +0,47		4,00	
Endereço:		Ilha da Fazenda - Pastor Antonio.															
6	410788	9612874										24/09					Secou no verão passado.
Endereço:		Paquiçamba															
7	399247	9601226		-12,00			-14,00			18,85		24/09			-9,00 (2004)	18,50	Argila branca arenosa (Aluvião).
Endereço:		Verena															
8	399996	9611584								5,10		24/09				5,30	Poço em escavação - Areia
Endereço:		São Pedro															
9	400003	9611554								3,40		24/09				3,70	
Endereço:		São Pedro															
10	395436	9626926								2,30		24/09				16,00	Poço tubular.
Endereço:		Eletronorte															

ANEXO 5

DESENHOS

- Figura 1: Localização dos Poços Tubulares na Área de Influência Direta**
Figura 2: Localização dos Pontos de Monitoramento da Dinâmica em Altamira
Figura 3: Localização dos Pontos de Monitoramento da Dinâmica a Jusante do Sítio Pimental

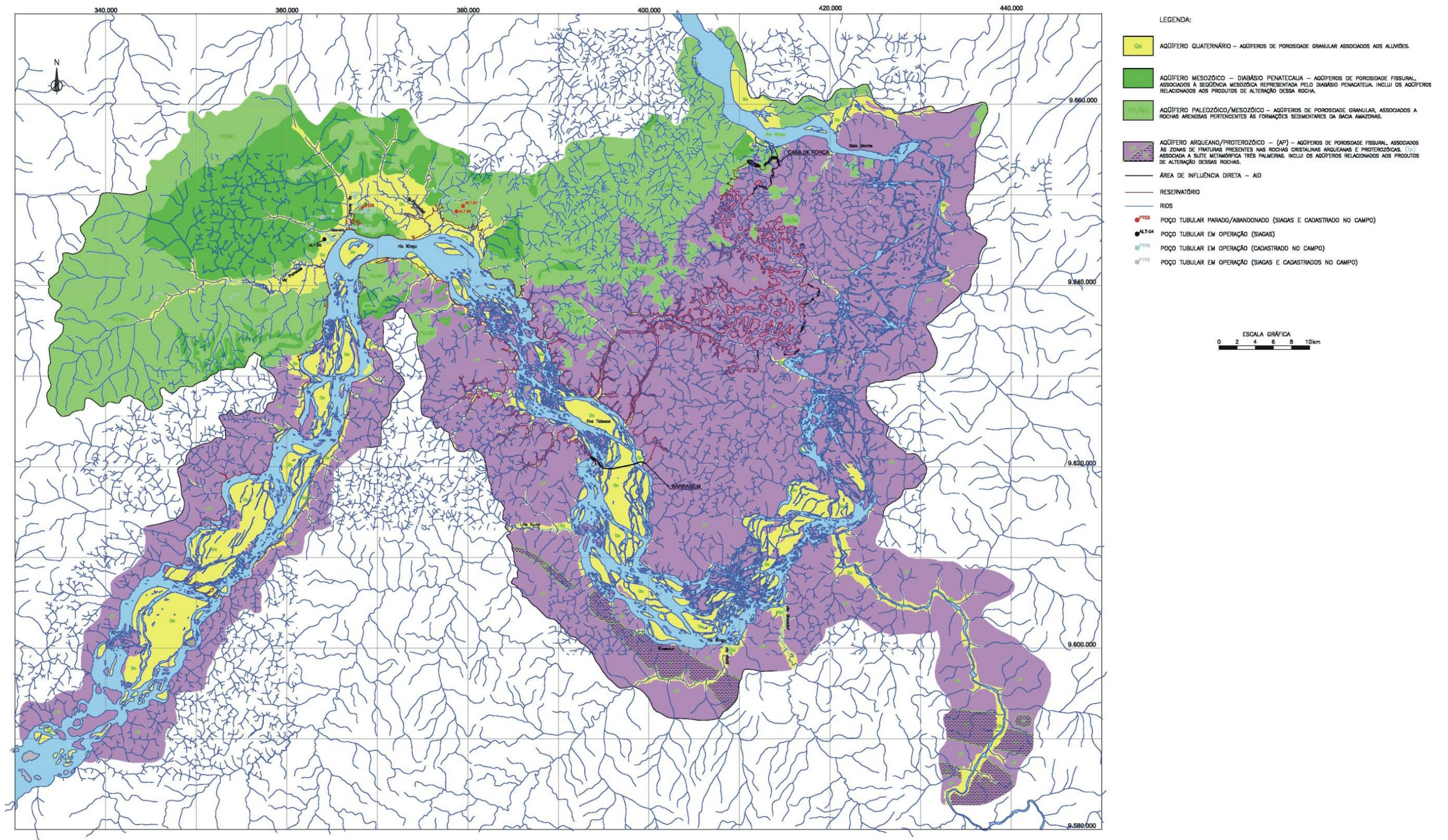


FIGURA 1: Localização dos poços tubulares na Área de Influência Direta.

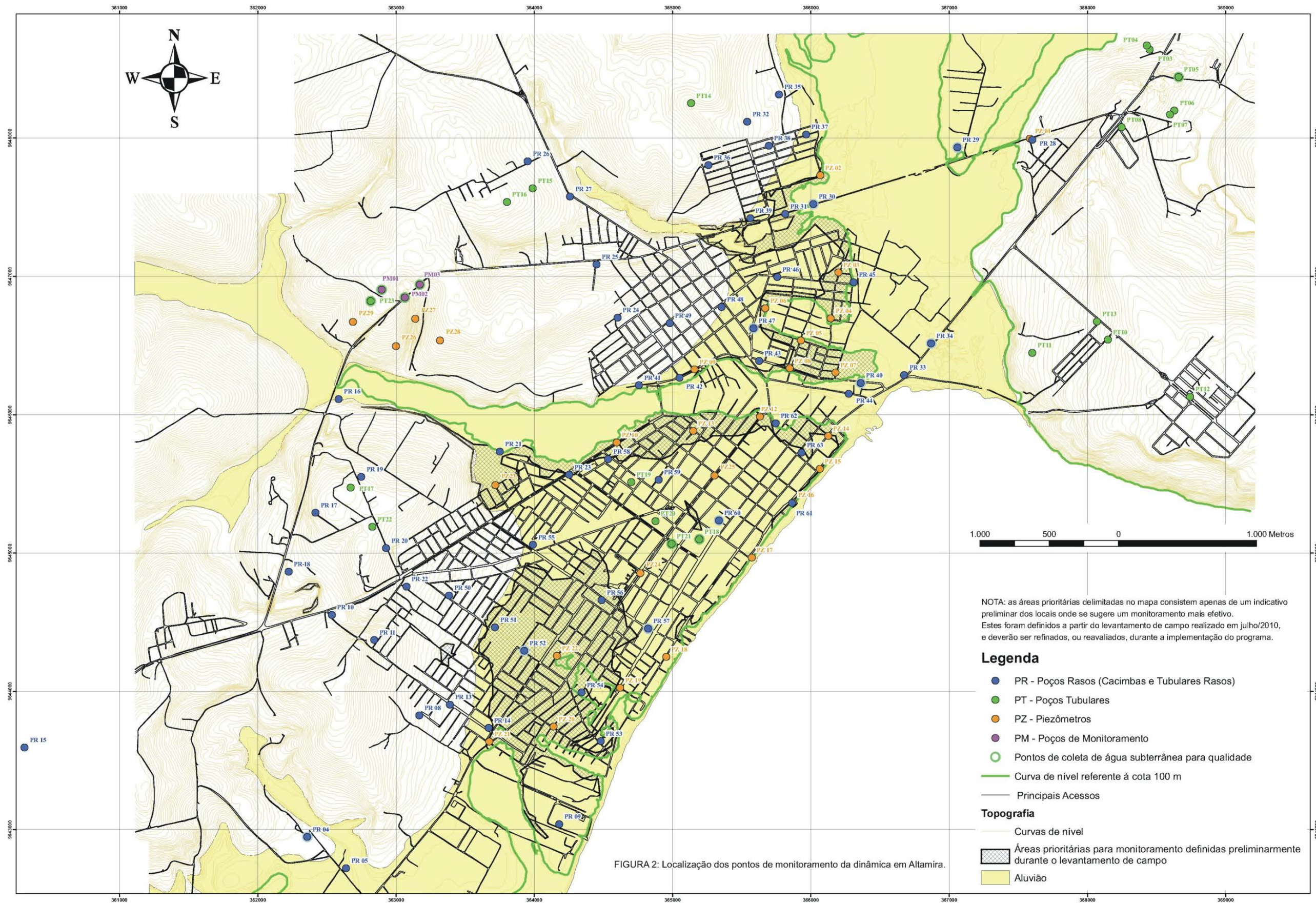
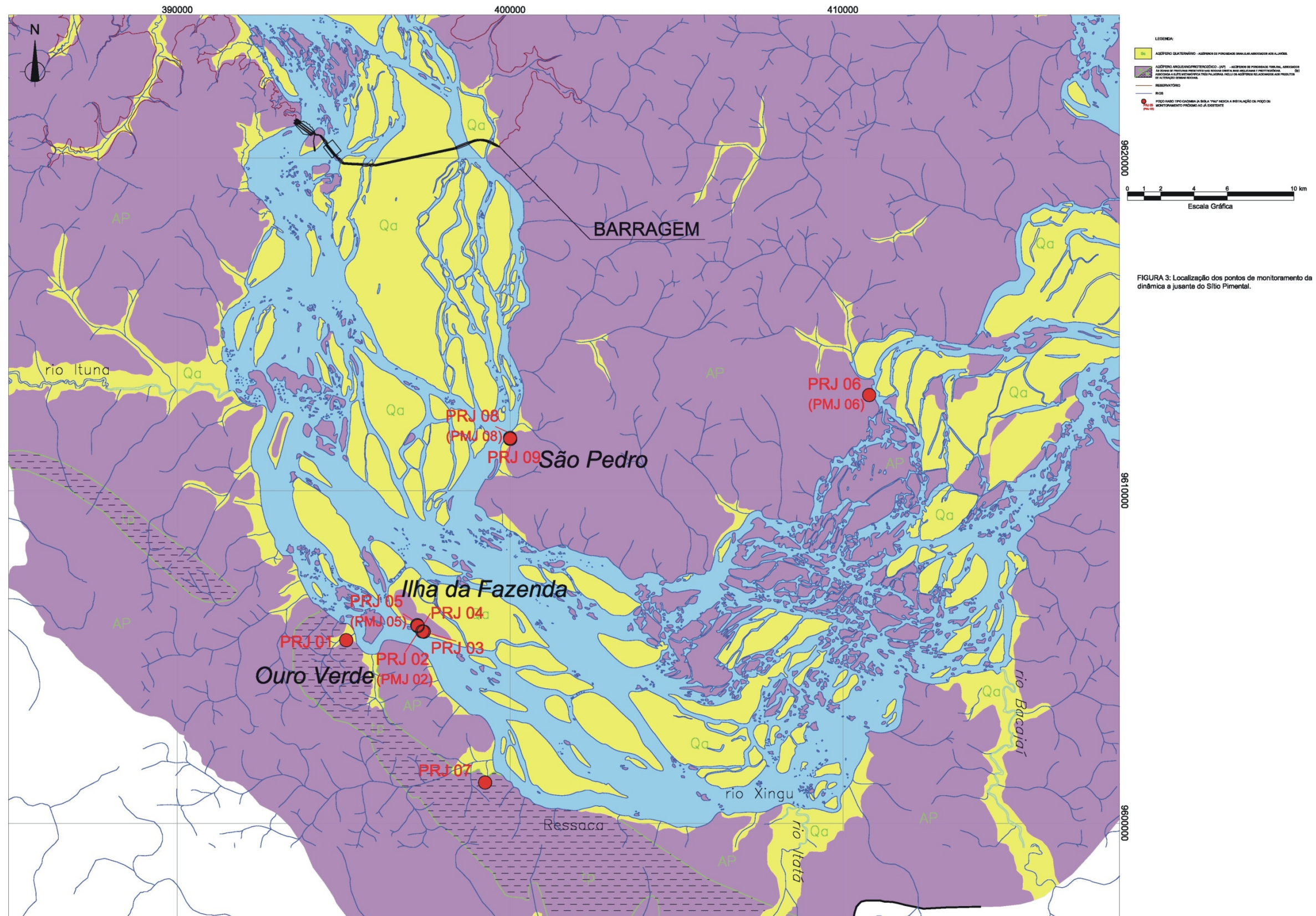


FIGURA 2: Localização dos pontos de monitoramento da dinâmica em Altamira.

NOTA: as áreas prioritárias delimitadas no mapa consistem apenas de um indicativo preliminar dos locais onde se sugere um monitoramento mais efetivo. Estes foram definidos a partir do levantamento de campo realizado em julho/2010, e deverão ser refinados, ou reavaliados, durante a implementação do programa.



11.3.2 Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas

11.3.2.1 Introdução

A qualidade das águas subterrâneas é resultante da dissolução dos minerais presentes nas rochas dos aquíferos. Além da dissolução dos minerais outros fatores podem também influenciar nas características das águas, tais como composição da água de recarga, tempo de contato entre a água e o meio físico, clima e, ainda, presença de substâncias poluentes.

Devido ao maior contato com os materiais geológicos, a baixa velocidade de fluxo e maiores pressões e temperaturas, as águas subterrâneas são geralmente mais mineralizadas quando comparadas às superficiais. Outras diferenças dizem respeito aos teores de materiais em suspensão, de matéria orgânica e de oxigênio dissolvido que, em geral, são mais baixos em relação às águas de superfície.

As águas subterrâneas são, portanto, influenciadas pelos processos naturais e/ou antrópicos que interferem não somente em sua qualidade como também na quantidade. Dentre as causas naturais que alteram a disponibilidade hídrica destacam-se as flutuações sazonais (variações anuais) e flutuações com periodicidade mais longa, como as "El Niño", por exemplo. O desmatamento, a irrigação, o tipo de uso do solo, a formação de reservatórios, são, dentre outros, exemplos de interferências de origem antrópica que podem alterar o balanço hídrico.

A contaminação por poluentes se dá freqüentemente pelos lixões; por aterros mal operados; por acidentes com substâncias tóxicas; efluentes e resíduos de atividades industriais, curtume, etc. Além desses, citam-se também possíveis contaminações pelo vazamento das redes coletoras de esgoto; pelo uso incorreto de agrotóxicos e de fertilizantes.

Conforme já detectado no Diagnóstico Ambiental, tanto as águas subterrâneas como as superficiais da região urbana de Altamira apresentam, na situação atual, alguns problemas relativos à qualidade, principalmente no que se refere à contaminação por coliformes.

Assim como para a água superficial, a qualidade da água subterrânea é definida pelas suas características, onde a classificação para determinado tipo de uso é feita de acordo com os valores detectados para cada um dos parâmetros. Para as águas subterrâneas a classificação das águas se dá tanto pela Portaria 318 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004 como pela Resolução 396 do CONAMA, de 3 de abril de 2008, onde são estabelecidos valores máximos permissíveis de parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas.

11.3.2.2 Justificativa

O Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea, conforme previsto no EIA (Vol 33) tem como finalidade acompanhar as possíveis alterações na qualidade da água subterrânea decorrentes da formação do reservatório.

Sabe-se que a implantação do empreendimento poderá resultar em algumas alterações, como elevação do nível freático/cargas hidráulicas, surgências de água, perenização e formação de áreas úmidas e alagadas e acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação.

Conforme salientado no EIA, a prioridade do monitoramento será dada à área urbana de Altamira e à região situada a jusante do barramento do Sítio Pimental, região essa sujeita

aos possíveis efeitos do rebaixamento do lençol freático. Essas áreas foram consideradas prioritárias pelo fato de serem caracterizadas por aquífero superficial, constituído por aluviões e, portanto, sujeitas à maior criticidade. Além dessas áreas, serão também contempladas as localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Em Altamira, apesar da disponibilidade de rede de abastecimento de água, algumas residências ainda mantêm as cisternas em uso. Os moradores utilizam as suas águas principalmente para a limpeza das moradias, embora alguns poucos tenham relatado que também as utilizam para o consumo. Já na região rural próxima ao sítio Pimental há diversos poços e cisternas que são utilizados pelos habitantes. Esses poços, no entanto, da mesma forma daqueles de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, não foram caracterizados quando da elaboração do Diagnóstico Ambiental.

O acompanhamento das possíveis alterações nas características da água faz se necessário a fim de que medidas de controle possam ser tomadas, caso os resultados apontem para tal necessidade.

11.3.2.3 Objetivo

O Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas tem por objetivo principal acompanhar as possíveis alterações na qualidade das águas subterrâneas que possam ocorrer pela implantação do empreendimento. O monitoramento da qualidade da água dar-se-á concomitantemente ao monitoramento dos níveis d'água dos aquíferos.

Serão priorizados os locais de maior concentração de fontes de contaminação como, por exemplo, a área urbana de Altamira. Esta área é caracterizada por aluviões onde as variações dos níveis d'água do aquífero superficial respondem às variações sazonais dos níveis d'água do rio Xingu.

O monitoramento também será dirigido para os núcleos ribeirinhos de São Pedro e da Ilha da Fazenda, localizados no Trecho de Vazão Reduzida, onde o abastecimento de água se dá através de poços rasos. Esses poços estão localizados em aluvião e em solos de alteração de rochas cristalinas, sujeitos a possíveis rebaixamentos quando da operação da UHE Belo Monte. Poços das localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal também serão objeto de monitoramento.

Além dos aquíferos superficiais, serão contemplados outros aquíferos, como o fissurado, correspondente ao Diabásio Penatecaua e, os granulares, principalmente da Formação Maecuru, presentes na região de Altamira, quando atravessados por poços tubulares. Assim o monitoramento objetiva verificar possíveis interferências nesses aquíferos, cujas áreas de recarga encontram-se na ADA/AID da UHE Belo Monte.

11.3.2.4 Metas

Esse projeto tem as seguintes metas principais:

- Identificar as condições dos poços tubulares superficiais existentes e caracterizar a qualidade da água através da determinação de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos;
- Enquadrar as águas dentro da classificação proposta, indicando seus possíveis usos;
- Acompanhar as variações sazonais da qualidade da água;

- Monitorar as possíveis interferências do empreendimento na qualidade da água subterrânea;
- Detalhar as fontes de poluição relacionadas ou não ao empreendimento hidrelétrico;
- Fornecer subsídios e orientação às comunidades e gestores governamentais na tomada de decisões para o planejamento, execução e gestão de programas relacionados aos recursos hídricos subterrâneos.

11.3.2.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

O Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea será implantado na etapa que antecede o enchimento do reservatório e deverá se estender pelo período de operação do empreendimento.

A previsão é que esse projeto seja iniciado dois anos antes do enchimento do reservatório do Xingu. As coletas deverão ser trimestrais, compreendendo os períodos de cheia, vazante, seca e enchente. Isso possibilitará caracterizar a qualidade da água quanto às alterações sazonais antes das possíveis interferências decorrentes do empreendimento. Os dados a serem obtidos no período que antecede o enchimento são fundamentais, pois servirão de base para a análise dos dados a serem obtidos após a implantação do empreendimento.

O monitoramento será executado durante as Etapas de Construção, Enchimento e Operação do empreendimento. A sugestão é de que o monitoramento da qualidade da água subterrânea perdure, no mínimo, pelo período de três anos após a formação do reservatório do Xingu. Após esse período, os dados deverão ser reavaliados, podendo ser acrescentados ou suprimidos parâmetros e pontos de coleta, assim como poderão ser feitas modificações na frequência de amostragem.

Importante ressaltar que o monitoramento tem um caráter dinâmico e que, dependendo dos resultados, mesmo na sua fase inicial, o monitoramento poderá ter sua rede de amostragem e conjunto de parâmetros alterados.

11.3.2.6 Área de Abrangência

O Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea será implantado na ADA e na AID que foram definidas para o Meio Físico da UHE Belo Monte.

Conforme já mencionado, serão priorizadas áreas mais críticas, onde são esperados impactos de maior magnitude. Essas áreas são: região urbana de Altamira, incluindo a área do lixão e trecho a jusante do barramento Pimental. Também serão monitorados poços nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Além disso, a seleção dos poços para o monitoramento levou em consideração os diferentes aquíferos, pois além do superficial, foram contemplados também os fissurados e os granulares.

As **FIGURAS 11.3.2-1 e 11.3.2-2** mostram os locais que serão monitorados. Os poços de Belo Monte e Belo Monte do Pontal serão selecionados no início do desenvolvimento do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas.

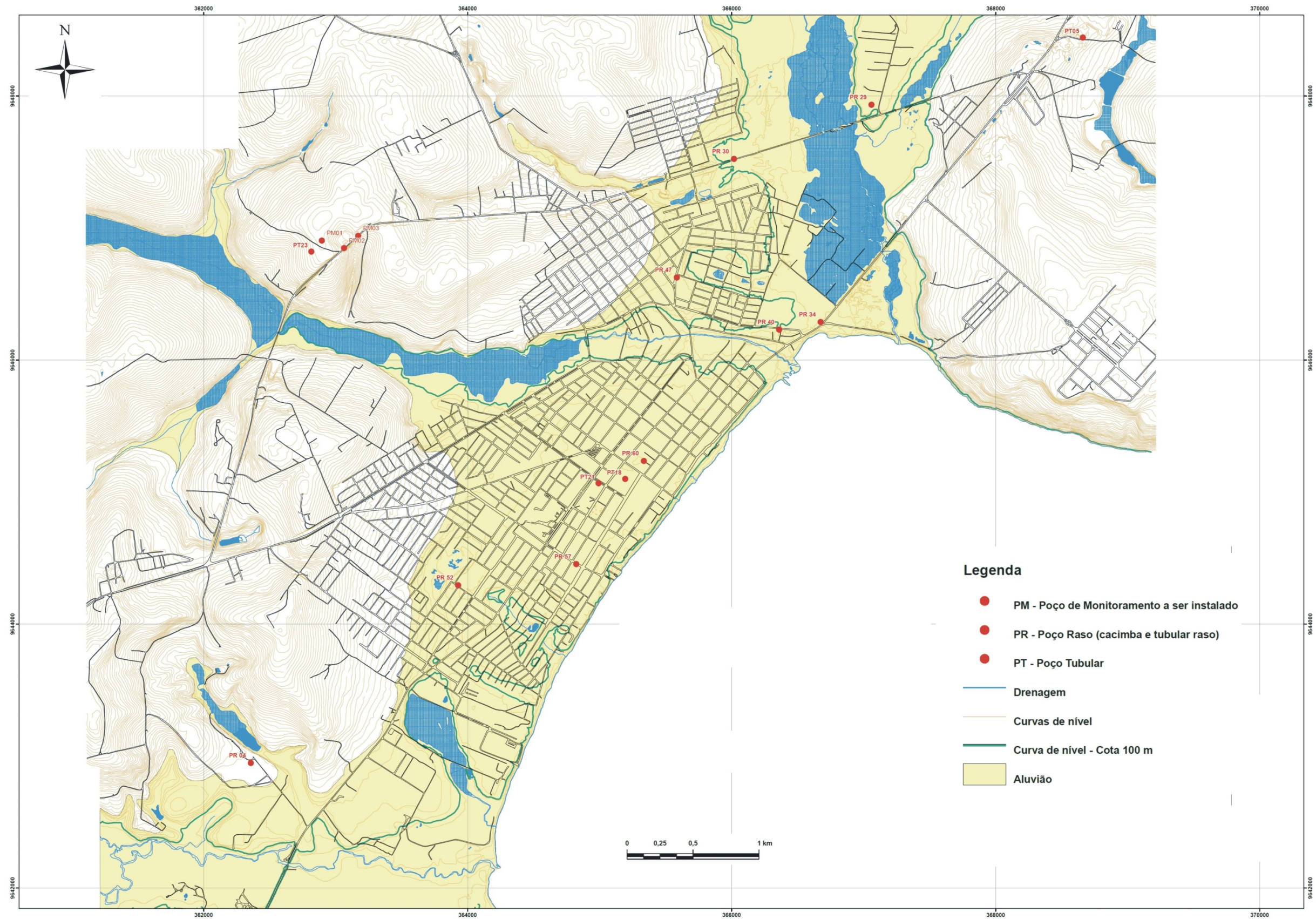


FIGURA 11.3.2-1- Localização dos Pontos de Coleta em Altamira

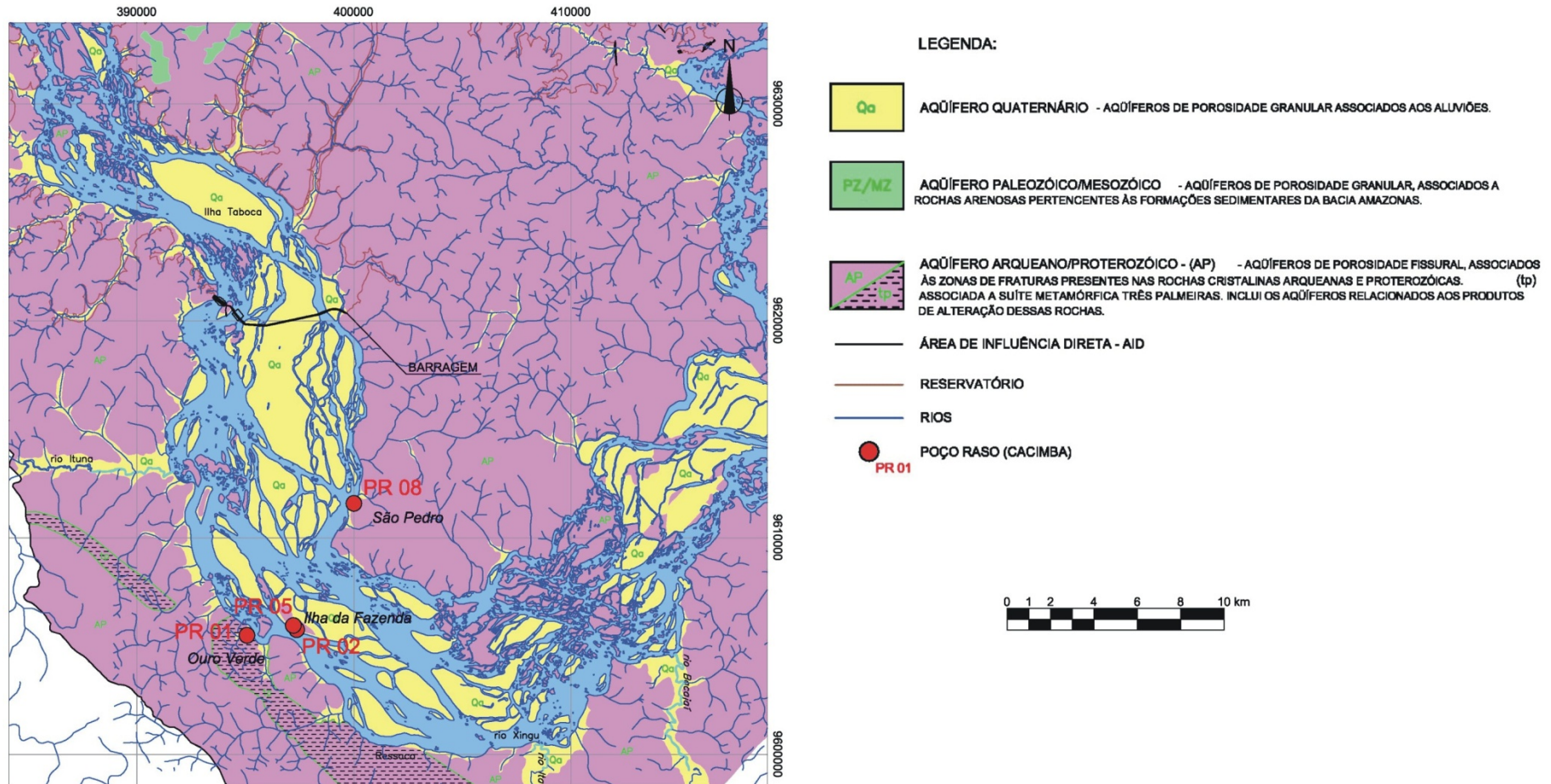


FIGURA 11.3.2-2 - Localização dos Pontos de Coleta a Jusante do Sítio Pimental

11.3.2.7 Base Legal e Normativa

Para a execução do monitoramento da qualidade da água subterrânea não há necessidade de licença ou autorização prévia por parte dos órgãos ambientais. No entanto, algumas dificuldades são previstas principalmente no que se refere ao transporte das amostras para os laboratórios especializados. Isso porque em Altamira não há, até a presente data, laboratórios qualificados para o processamento analítico da maior parte dos parâmetros e as companhias aéreas nem sempre transportam amostras de água. É recomendável, portanto, que sejam verificadas as condições para o transporte com antecedência, pois algumas companhias exigem autorização específica.

Apesar da não exigência legal para a realização das coletas, os resultados devem, no entanto, ser comparados e/ou enquadrados com os estipulados na legislação pertinente, ou seja, pela Portaria 318 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, que versa sobre os aspectos relacionados à potabilidade, e pela Resolução 396 do CONAMA, de 3 de abril de 2008. Essa resolução estabelece os valores máximos permissíveis segundo o uso da água e também estabelece a divisão por classes.

De acordo com o Artigo 3º da referida Resolução as águas subterrâneas são classificadas em:

- I - Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;
- II - Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;
- III - Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;
- IV - Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;
- V - Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e
- VI - Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

11.3.2.8 Metodologia

a) Considerações Gerais

O Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea será efetuado por equipe especializada, que fará coletas em pontos pré-estabelecidos, conforme **FIGURAS 11.3.2-1 e 11.3.2-2**. Também serão feitas coletas em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, em pelo menos um poço em cada localidade, selecionados no início dos trabalhos do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas.

O monitoramento será efetuado trimestralmente e terá início antes do enchimento do reservatório, devendo se estender após a operação do mesmo.

Além das coletas propriamente ditas, será aplicado um questionário específico a fim de se detectar os tipos de uso da água. Os modelos de questionário e da ficha de campo, a serem preenchidos pela equipe de campo, encontram-se no **Anexo 1**.

Cabe ressaltar que a permanência em cada um dos pontos de coleta será mínima possível (cerca de uma hora) e que, cada campanha terá uma duração prevista de cerca de uma semana.

Ressalta-se também que, em função dos locais a serem monitorados (de uso antrópico) não são previstas quaisquer interferências com a comunidade biótica do entorno.

b) Coletas e Preservação de Amostras

As coletas serão feitas mediante o uso de garrafas coletoras específicas (tipo Van Dorn ou de Kemmerer e, ainda, garrafa específica para coletas em poços tubulares). É de fundamental importância o uso de equipamento de campo (sonda) para a determinação de algumas variáveis *in loco*, tais como: temperatura, pH, condutividade, sólidos dissolvidos, oxigênio dissolvido. A sugestão é que seja utilizado o equipamento Horiba, que atende tais especificações.

Ainda em campo devem ser obtidas sub-amostras que, por sua vez, deverão ser preservadas segundo metodologia específica para cada um dos parâmetros. A metodologia para a preservação das amostras deverá ser fornecida pelo laboratório responsável pelas análises.

Posteriormente as amostras (devidamente acondicionadas e preservadas com reagentes químicos e/ou congeladas/refrigeradas) deverão ser transportadas até ao laboratório, para que sejam efetuados os procedimentos analíticos. Além do método para a preservação das amostras, o laboratório responsável pelas análises deverá indicar o tipo de recipiente para o acondicionamento (vidro, ou polietileno, quantidade necessária etc). Em geral a preservação se dá de acordo com o preconizado no *Standar Methods* (APHA).

Atenção especial deve ser dada aos coliformes. A metodologia exige um tempo relativamente curto entre a coleta e o processamento da amostra.

c) Pontos de Coleta

Conforme já mencionado, serão monitorados poços de diferentes tipos (cisternas e tubulares) e profundidades (rasos, do tipo cisterna e do tipo tubular, instalados nos aquíferos superficiais e profundos, do tipo tubular, instalados em aquíferos constituídos pelo Diabásio

Penatecaua e Formação Maecuru) a fim de caracterizar as possíveis interferências do empreendimento nos diferentes tipos de aquíferos. Para tanto, foram selecionados e/ou definidos 16 poços em Altamira e proximidades e 4 poços no trecho a jusante do barramento Pimental, cuja localização pode ser vista nas **FIGURAS 11.3.2-1 e 11.3.2-2**. Também serão monitorados poços em Belo Monte e Belo Monte do Monte do Pontal selecionados no início dos trabalhos do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas.

Dos poços da região urbana de Altamira nove já foram objeto de estudos por ocasião do Diagnóstico Ambiental e outros sete foram definidos nessa etapa. Os poços estudados no diagnóstico ambiental referem-se a poços do tipo cisterna e tubular instalados no aquífero superficial constituído pelo aluvião. Na atual etapa foi definida a instalação de três poços de monitoramento na região do lixão, para fins de monitoramento da qualidade da água do aquífero superficial constituído pelos produtos de alteração do Diabásio Penatecaua, três poços tubulares profundos instalados nos aquíferos representados pelo Diabásio Penatecaua e pela Formação Maecuru e ainda um poço tubular para monitorar a qualidade do aquífero superficial constituído pelo aluvião.

Os poços selecionados no trecho de jusante do barramento Pimental são do tipo cacimba, para monitorar o aquífero superficial constituído por aluvião e ou solos de alteração de rochas cristalinas.

Os tipos de poços (cisterna ou tubular), tipo de aquífero, bem como a localização geográfica, encontram-se especificados na **TABELA 11.3.2-1**. a seguir para a região de Altamira e para a região de jusante do sitio Pimental.

TABELA 11.3.2-1
Localização dos pontos de coleta e tipo de poço a ser amostrado

PONTOS DE COLETA	Tipo de poço	Tipo de aquífero	LOCALIZAÇÃO DO PONTO	
			Endereço	Coordenadas
Região de Altamira				
PR 34	Pc	Superficial	Rua Ernesto Aciole 234	366870 x 9646516
PR 40	Pc	Superficial	Rua Abel Figueiredo 1095	366361 x 9646230
PR 29	Pc	Superficial	Transamazônica com Ligação com c Av. Anápolis	367060 x 9647934
PR 30	Pc	Superficial	Transamazônica 1127	366018 x 9647524
PR 47	Pc	Superficial	Rua Antônio Vieira 238 em frente ao Ginásio	365585 x 9646626
PR 57	Pc	Superficial	Rua Brigadeiro Eduardo Jones	364823 x 9644454
PR 52	Pc	Superficial	Acesso 31038 próximo ao campo de futebol	363928 x 9644294
PR 60	Pt	Superficial	Cemitério São João Batista	365335 x 9645236
PR 04	Pc	Superficial	Avenida Tancredo Neves próximo Aeroporto	362358 x 9642948
PM 01	Pm	Superficial	Próximo ao lixão	362896 x 9646905
PM 02	Pm	Superficial	Próximo ao lixão	363064 x 9646848
PM 03	Pm	Superficial	Próximo ao lixão	363171 x 9646941
PT 21	Pt	Superficial	Hotel Augustus	364992 x 9645067
PT 05	Pt	Formação Maecuru	Torc Engenharia	368661 x 9648443
PT 18	Pt	Sem informação	Hospital Regional Público da Transamazônica	365194 x 9645100
PT 23	Pt	Diabásio Penatecaua	Cerâmica Santa Clara	962816 x 9646822
Região de Jusante do Sítio Pimental				
PR 01	Pc	Superficial	Ouro Verde	395074 x 9605504
PR 02	Pc	Superficial	Ilha da Fazenda – Resid. José Ferreira da Rocha	397363 x 9605768
PR 05	Pc	Superficial	Ilha da Fazenda – Pastor Antonio	397209 x 9605958
PR 08	Pc	Superficial	São Pedro	399996 x 9611584

PR: poço raso (Pc do tipo cisterna e do Pt do tipo tubular)

PT: poço tubular

PM: poço de monitoramento a ser instalado

d) Parâmetros a Serem Monitorados

A **TABELA 11.3.2-2** mostra a relação dos parâmetros que serão monitorados. Nessa tabela são destacados quais parâmetros devem ser determinados no momento da coleta, conforme pode ser visto a seguir. Alguns parâmetros foram selecionados apenas para os poços da região urbana de Altamira, pois são parâmetros que indicam as possíveis influências causadas por contaminação de postos de gasolina.

TABELA 11.3.2-2
Relação dos Parâmetros a serem Monitorados

Parâmetro	Local de análise
Temperatura do Ar e da água (°C)	In situ
Cor (mgPt/L)	Laboratório
Turbidez (UNT)	<i>In situ</i>
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	<i>In situ</i>
Sólidos Suspensos (mg/L)	Laboratório
Condutividade (uS/cm)	<i>In situ</i>
Cloretos (mg/L)	Laboratório
Potássio (mg/L)	Laboratório
Magnésio (mg/L)	Laboratório
Sódio (mg/L)	Laboratório
Sulfato (mg/L)	Laboratório
Cálcio (mg/L)	Laboratório
pH	<i>In situ</i>
Alcalinidade Total (mg/L)	Laboratório
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	<i>In situ</i>
DBO e DQO(mg/L)	Laboratório
Nitrato (mg N/L)	Laboratório
Nitrito (mg N/L)	Laboratório
Amônia (mg N/L)	Laboratório
Nitrogênio Total	Laboratório
Fósforo Total (mg/L)	Laboratório
Fosfato solúvel (mg/l)	Laboratório
Ferro Total (mg/L)	Laboratório
Ferro Solúvel (mg/L)	Laboratório
DQO	Laboratório
DBO	Laboratório
Alumínio	Laboratório
Arsênio	Laboratório
Cádmio	Laboratório
Chumbo total	Laboratório
Cobre total	Laboratório
Cromo total	Laboratório
Mercúrio total	Laboratório
Níquel total	Laboratório
Manganês total	Laboratório
Sulfato	Laboratório
Benzeno *	Laboratório
Etilbenzeno *	Laboratório
Tolueno *	Laboratório
Xileno *	Laboratório
Coliformes fecais (temotolerantes) **	Laboratório de Altamira ou de Belém

* parâmetros a serem amostrados apenas nos poços da região de Altamira.

** laboratório da região, dado o curto tempo entre coleta e processamento da amostra.

Além da determinação de alguns parâmetros em campo, a equipe deverá seguir as instruções do laboratório, pois a filtragem de parte da amostra muito provavelmente deverá ser efetuada no mesmo dia das coletas (dependendo da orientação do laboratório). Parte do

volume da amostra (volume filtrado) será necessária à determinação de alguns parâmetros, assim como o filtro específico (Millipore AP20-0040), que será destinado à determinação dos sólidos totais.

11.3.2.9 Atividades a Serem Desenvolvidas

As atividades a serem desenvolvidas no âmbito desse Programa estão apresentadas a seguir:

a) Coletas de amostras nos pontos especificados no item anterior e determinação de alguns parâmetros *in loco*

As coletas serão feitas preferencialmente no período da manhã. O número de pontos amostrados/dia dependerá da localização; estima-se que sejam amostrados 5 a 6 pontos por dia. No momento da coleta a ficha de campo será preenchida. Inicialmente serão anotados o ponto de coleta, o horário e a temperatura do ar. Na seqüência, além da amostra propriamente dita, serão obtidos outros dados como: temperatura da água, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e turbidez.

O tempo estimado para a realização de todas as coletas (permanência da equipe em campo) é de cinco dias.

b) Aplicação de questionários

Para cada um dos pontos serão anotados dados relativos ao poço e imediações. Informações a respeito do uso da água e aspectos gerais que indiretamente possam estar influenciando na qualidade da água, tais como: presença de fossa, animais (cães, galinhas, porcos etc) nas imediações do poço devem ser anotadas. Tais informações serão úteis quando da interpretação dos resultados, especialmente com os relacionados aos coliformes.

Teoricamente essas informações não precisam ser obtidas em todas as campanhas. Para tanto é importante que os responsáveis pela coleta atentem pelas eventuais modificações que possam ocorrer no período de monitoramento, atualizando assim os dados.

c) Filtragem, armazenamento e preservação das amostras

Essa atividade será realizada diariamente após as coletas. A equipe deverá contar com uma Base de Apoio. A filtragem se dá através de uma bomba de vácuo acoplado ao conjunto de filtração (equipamento cedido pelo laboratório). Normalmente é filtrado 1 litro de cada amostra. Parte do filtrado é acondicionado em frascos apropriados, sendo que parte da água bruta também é preservada. A preservação com reagentes específicos, refrigeração e/ou congelamento de parte das amostras deverá seguir a orientação do laboratório responsável pelo processamento das amostras. Todas as sub-amostras deverão ser numeradas e/ou etiquetadas com os respectivos pontos de coleta.

d) Transporte das mesmas para laboratório especializado

Ao término da campanha as amostras serão transportadas para o laboratório responsável pelas análises. Na cidade de Altamira não há laboratórios que atendam o especificado. Sendo assim, será necessário que tais amostras sejam transportadas por via aérea.

Atenção especial deve ser dada às amostras destinadas às análises dos coliformes. Normalmente o tempo entre a coleta e as análises é de até 12 horas, o que torna necessário o transporte diário de tais amostras ou, um dia específico para tais coletas desde que sejam

feitas em tempo hábil para despachá-las até o laboratório. Caso não seja possível processá-las em Altamira, a sugestão é de que tais amostras sejam analisadas em Belém.

e) Análise dos resultados

Após a obtenção dos resultados por parte do(s) laboratório(s) dar-se-á o início da interpretação dos mesmos. Durante essa etapa é importante verificar a consistência dos dados, pois se algum resultado estiver discrepante é possível que o laboratório possa repetir o processamento da amostra.

f) Elaboração de relatórios técnicos

Cada campanha resultará num relatório específico. Os dados serão interpretados de acordo com as características do local.

Nos relatórios técnicos a serem emitidos serão apresentados recomendações e orientações para a interdição de poços ou de fontes poluidoras dos aquíferos tendo por base os resultados obtidos com o monitoramento.

O desenvolvimento das atividades do presente projeto, juntamente com aqueles do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas orientará a proposição de medidas para a manutenção da qualidade dos aquíferos devido aos riscos de contaminação pela subida do lençol freático, o que foi solicitado no parecer 105/2009 do IBAMA. Uma das medidas propostas é a implantação do saneamento básico de Altamira, ação contemplada nos programas da sócioeconomia.

O desenvolvimento das atividades previstas nesse projeto e no Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas permitirá também a criação de um grupo de discussão junto aos gestores públicos para estabelecer ações integradas de monitoramento, fiscalização e proteção aos recursos hídricos subterrâneos como solicitado no Parecer 106/2009 do IBAMA.

Quanto ao desenvolvimento de outras atividades solicitadas nos pareceres 105 e 106 do IBAMA relativo às águas subterrâneas observa-se que essas atividades estão contempladas no Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas. Essas solicitações são as seguintes:

- Solicitação formal à CPRM do cadastramento de todos os poços nas áreas de influência do empreendimento.
- Geração de mapas trimestrais com avaliação das áreas mais vulneráveis à contaminação dos aquíferos e
- Confeção de mapas de áreas críticas para a cidade de Altamira mostrando os pontos que serão severamente afetados pela subida do lençol freático e indicando pontos mais vulneráveis à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes.

11.3.2.10 Apresentação dos Resultados/Produtos a Serem Gerados

Os resultados deverão ser interpretados por ponto de amostragem para cada um dos parâmetros. A interrelação entre os diferentes parâmetros, bem como as possíveis interferências antrópicas (não necessariamente relacionadas à obra) não devem ser negligenciadas. Deverão, também, constar da análise os dados relativos à variação do nível dos poços e considerações sobre o uso do solo do entorno.

A elaboração gráfica deve, sempre que possível, ser apresentada a fim de facilitar a visualização dos resultados. Os parâmetros que por ventura não se enquadrarem na classe 2 da Resolução 396 do CONAMA devem ser destacados e acompanhados de uma explicação.

Conforme mencionado, a frequência de coletas será trimestral e coincidente com as os diferentes períodos do ciclo sazonal, ou seja: enchente, cheia, vazante e seca.

Para cada ano de coleta haverá três relatórios parciais e um com todos os dados do ciclo sazonal. Cada relatório deverá conter em anexo todos os resultados (tabela com valores numéricos por parâmetro).

O mesmo procedimento deverá se repetir nos anos subseqüentes. O relatório mais completo, com dados do respectivo ciclo sazonal, deverá conter uma análise comparativa, abordando os resultados das etapas anteriores.

Ao término do período previsto para esse Projeto (após cinco anos) um Relatório Final será apresentado.

Os produtos a serem apresentados podem ser resumidos a seguir:

– **1º Ano de Monitoramento**

- 1ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 2ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 3ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 4ª Campanha: I Relatório Anual (que deverá ser apresentado ao Órgão Ambiental).

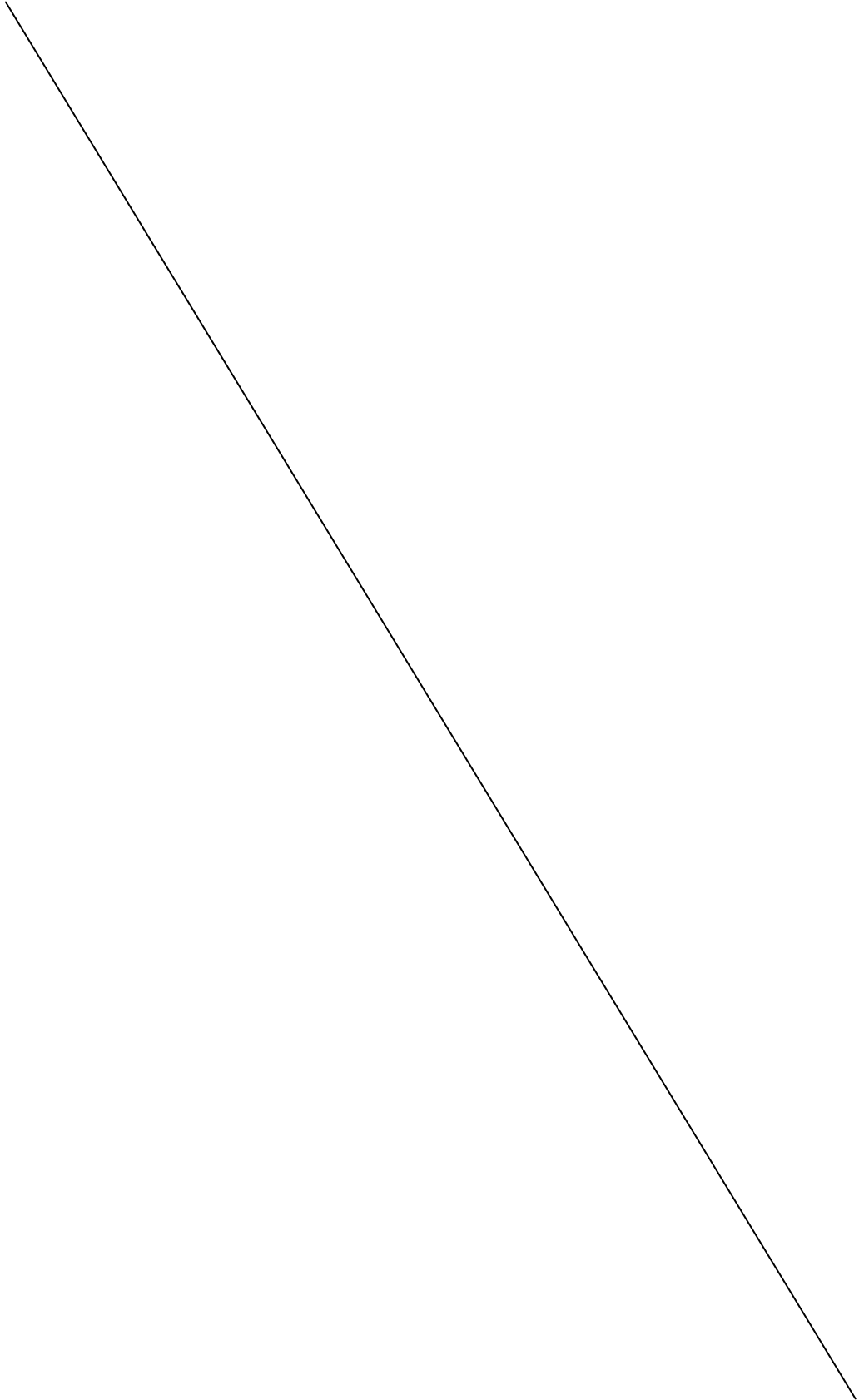
– **2º Ano de Monitoramento**

- 1ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 2ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 3ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 4ª Campanha: II Relatório Anual, incluindo comparação com os dados obtidos no Primeiro Relatório Anual (Relatório a ser apresentado ao Órgão Ambiental).

– **3º Ano de Monitoramento**

- 1ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 2ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 3ª Campanha: Relatório Parcial (interno);

- 4ª Campanha: III Relatório Anual, incluindo comparação com os dados obtidos no I e II Relatórios Anuais (Relatório a ser apresentado ao Órgão Ambiental).



– **4º Ano de Monitoramento**

- 1ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 2ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 3ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 4ª Campanha: IV Relatório Anual, incluindo comparação com os dados obtidos no I, II e III Relatórios Anuais (Relatório a ser apresentado ao Órgão Ambiental).

– **5º Ano de Monitoramento**

- 1ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 2ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 3ª Campanha: Relatório Parcial (interno);
- 4ª Campanha: V Relatório Anual, incluindo comparação com os dados obtidos nos Relatórios Anuais anteriores (Relatório a ser apresentado ao Órgão Ambiental).

Ao término do monitoramento (após 5 anos) será elaborado um Relatório Específico justificando a continuidade ou não do referido Projeto. No caso de continuidade, o relatório apontará possíveis modificações (alterações de frequência de coletas, redução ou inclusão de novos pontos de amostragens e/ou parâmetros amostrados).

11.3.2.11 Equipe Técnica Envolvida

Para a execução desse Projeto o empreendedor deverá contar com uma equipe de campo composta pelos seguintes profissionais:

- 1 técnico em química (Sênior - equipe de campo).
- 1 auxiliar técnico (Junior - equipe de campo)
- 1 biólogo, com especialidade em limnologia (Sênior – campo e escritório)

O limnólogo será responsável pela interpretação dos dados, elaboração de relatórios além dos contatos com o laboratório e também deverá interagir com as demais equipes, especialmente com os responsáveis pelo monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas. Recomenda-se que o mesmo tenha participação nas coletas iniciais, principalmente nas três primeiras campanhas. Após esse período as coletas poderão ter continuidade pelos técnicos propostos, desde que devidamente capacitados.

11.3.2.12 Interface com Outros Planos, Programas e Projetos

O Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas faz parte do Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas que inclui também o Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas. Os dados da qualidade da água subterrânea têm

relação como os da qualidade da água superficial, e, portanto o presente projeto também interage com o Projeto de Monitoramento Limnológico.

11.3.2.13 Avaliação do Monitoramento

Os dados já obtidos por ocasião do Diagnóstico Ambiental (poços da região de Altamira) e os que serão obtidos no presente Projeto antes do enchimento do reservatório servirão de base para avaliar o Monitoramento. Há de se considerar, no entanto, que a qualidade da água subterrânea e seus respectivos usos devem se enquadrar na classificação proposta pela Resolução 396 do CONAMA. Essa resolução estipula valores máximos por parâmetro de acordo com o uso da água. Assim, sugere-se que para avaliar o Monitoramento sejam considerados os limites máximos permissíveis dos parâmetros e sua relação com o tipo de uso, conforme sugerido na Resolução. É importante ressaltar que alguns parâmetros do monitoramento não constam da Resolução. Mesmo assim, tais parâmetros foram incluídos no Projeto, pois são necessários para a compreensão do sistema. Outros, por sua vez, constam da Resolução, mas não foram contemplados no Projeto como, por exemplo, os agrotóxicos. A não inclusão desses parâmetros se justifica nas características do uso do solo da região.

Além do enquadramento acima proposto (com base nos valores máximos permissíveis constantes da Resolução 396 do CONAMA), os dados do monitoramento devem também ser enquadrados quanto às classes. Esse enquadramento também deve ser feito de acordo com Resolução do CONAMA. O ideal é que os resultados se enquadrem na classe 2, lembrando que para essa classe é definido que o conjunto dos aquíferos não deve apresentar alteração de sua qualidade por atividades antrópicas. Há, contudo, de se considerar que algum tipo de tratamento da água pode ser necessário mesmo considerando que os aquíferos não tenham alteração por atividades antrópicas, especialmente quando se trata do uso destinado ao consumo humano.

Algumas localidades apresentam, na situação atual, alguns problemas de origem antrópica como, por exemplo, em Altamira, onde alguns poços acusaram a presença de coliformes. Outro aspecto relevante da área em estudo se refere à presença de alguns metais pesados, tais como: cobre, chumbo, zinco, ferro, estanho e níquel, que podem ocorrer naturalmente. Assim, alguns desses elementos podem apresentar concentrações além das desejáveis, como já ocorreu por ocasião do Diagnóstico, pois tanto as águas superficiais como as subterrâneas acusaram a presença de alguns metais.

De acordo com o Capítulo III (artigos 7º e 8º) da Resolução 396, as classes 1 e 2 diferem quanto:

- As águas subterrâneas de Classe 1 apresentam, para todos os parâmetros, VRQs abaixo ou igual dos Valores Máximos Permitidos mais Restritivos dos usos preponderantes e,
- As águas subterrâneas de Classe 2 apresentam, em pelo menos um dos parâmetros, Valor de Referência de Qualidade-VRQ superior ao seu respectivo Valor Máximo Permitido mais Restritivo-VMPr+ dos usos preponderantes.

A **TABELA 11.3.2-3.**, extraída da Resolução 396 do CONAMA, apresenta as distinções para as classes 1, 2 e 3 bem como a motivação da inclusão de tais parâmetros. Ressalta-se que no caso específico do monitoramento não foram incluídos os parâmetros relativos aos agrotóxicos, dado que esses não são aplicados em larga escala na região.

TABELA 11.3.2-3
Padrões por classe da Resolução 396 do CONAMA, considerando os usos concomitantes para consumo humano, dessedentação, irrigação e recreação

Motivação da Inclusão	Parâmetros passíveis de ser de origem natural	Padrões por classe – $\mu\text{g.L}^{-1}$		
		Classes 1 e 2 (VRQ)	Classe 3*	Classe 4**
Características Geológicas	Arsênio	Se VQR<10 classe 1	10	200
		Se VQR>10 classe 2		
	Ferro	Se VQR<300 classe 1	300	5000
		Se VQR>300 classe 2		
	Chumbo	Se VQR<10 classe 1	10	5000
		Se VQR>10 classe 2		
	Cromo	Se VQR<50 classe 1	50	1000
		Se VQR>50 classe 2		
Motivação da Inclusão	Parâmetros de origem antrópica	Classes 1 e 2 (VRQ)	Classe 3*	Classe 4**
Uso intensivo na região	Aldicard	Ausentes	10	54,9
	Carborfuran	Ausentes	7	45
	Pentaclorofenol	Ausentes	9	10
Possível influencia por Postos de Gasolina	Benzeno	Ausentes	5	10
	Etilbenzeno	Ausentes	200	200
	Tolueno	Ausentes	24	24
	Xileno	Ausentes	300	300
Parâmetros Mínimos Obrigatórios	Sólidos Totais Dissolvidos	VQR<1.00000 classe 1	1.000.000	1.000.000
		VQR>100000 classe 2		
	Coliformes termotolerantes	Ausentes em 100 mL	Ausentes em 100 mL	4000 em 100mL
	Nitrato	VQR<10.000 classe 1	10.000	90.000
VQR>10.000 classe 2				

VRQ - valor de referência de qualidade, definido pelos órgãos competentes, de acordo com art. 6º da Resolução CONAMA 396;

* Para a Classe 3, quando o VRQ for superior ao VMP+ o primeiro será adotado como padrão da classe;

** Para a Classe 4, quando o VRQ for superior ao VMP- o primeiro será adotado como padrão da classe.

VMP+ (valor máximo permissível mais restritivo).

VMP-(valor máximo permissível menos restritivo).

Para os poços cujas águas são utilizadas para o consumo humano, os resultados deverão também ser comparados com limites estabelecidos pela Portaria 318 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004.

A princípio, é estabelecido um nível de gestão ambiental de rotina quando os limites máximos previstos na legislação para os diversos parâmetros não foram atingidos e também quando não houve alterações em relação à situação anterior ao enchimento do reservatório. Nível de gestão em alerta e/ou nível de gestão crítica são estabelecidos quando os limites

máximos previstos na legislação para os diversos parâmetros foram igualados ou ultrapassados em relação àqueles limites máximos estabelecidos pela legislação.

Os critérios acima estabelecidos são preliminares, deverão ser analisados e poderão sofrer alterações no decorrer do projeto.

11.3.2.14 Responsável pela Implementação

A responsabilidade pela implementação desse Projeto é do empreendedor. Para tanto, deverão ser contratados profissionais especializados, com experiência na área de limnologia. A contratação de um laboratório (ou mais) também será necessária, visto que para a determinação dos parâmetros são utilizados equipamentos e reagentes específicos.

11.3.2.15 Parcerias Recomendadas

Sugere-se que sejam efetuados convênios com instituições científicas, ou contratos com laboratórios e equipes particulares que tenham experiência em coletas e análises de água.

11.3.2.16 Cronograma Físico

O Cronograma com as atividades relacionadas do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea esta apresentado a seguir.

11.3.2.17 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

Esse Projeto foi elaborado pela bióloga Maria Luiza Musarra – CRBIO 02510-01, conforme ART do Conselho Federal de Biologia. Participaram também da elaboração do projeto a equipe do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas sob a coordenação da Geóloga Marilda Tressoldi - CREA 0600581382.

11.3.2.18 Referências Bibliográficas

APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington: Byrd Prepress Springfield, 1998.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 396*, de 3 de abril de 2008, Brasília, SEMA, 2008.

Ministério da Saúde (2004). Portaria n. 518, de 25 de março de 2004.

LEME – AG/CCCC/ODEBRECHT - EIA – Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte (2009) – Volume 11 – Diagnóstico das Áreas Diretamente Afetada e Influência Direta – Meio Físico

LEME – AG/CCCC/ODEBRECHT - EIA – Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte (2009) – Volume 31 – Avaliação de Impactos – Parte 3 e Prognóstico Global.

LEME – AG/CCCC/ODEBRECHT - EIA – Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte (2009) – Volume 33 – Planos, Programas e Projetos e Conclusões.

11.3.2.19 Anexo

Anexo 1
Modelo de Ficha de Campo e de Questionário

Ficha de Campo – Monitoramento das Águas Subterrâneas

Ponto de Coleta: _____ () cisterna () tubular Temp. do ar (°C): _____

Data da Coleta _____ Horário Inicial: _____ Horário Final: _____

Temp. da água (°C)	OD (mg/L)	pH	Condutividade (µS/cm)	STD (mg/L)	Turbidez (NTU)

obs.: _____

Filtragem da amostra: Volume filtrado: _____ m/L N° do filtro: _____

Questionário

Ponto de coleta: _____

Características do poço: Revestimento: () tijolo; () barro; () cimento

Cobertura: (---) sim () não

Captação por: () bomba; () bade

Características do entorno do poço: () Piso cimentado

() Piso com tijolo

() Sem revestimento

() Presença de vegetação

() Sanitário com fossa

Distância aproximada da fossa ao poço: _____

() Sanitário sem fossa

Distância aproximada do sanitário ao poço: _____

() Presença de animais – se afirmativo, especificar:

Usos da água: () consumo humano – se afirmativo, especificar se há algum tipo de tratamento da água (filtragem, cloração, fervura, etc).

() dessedentação de animais

() irrigação

() apenas para limpeza de aposentos

() recreação

No de pessoas beneficiadas pela água: _____

11.4 Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água

O desenvolvimento deste Programa permitirá acompanhar as alterações provocadas na qualidade da água pela transformação do ambiente de rio em ambiente de reservatório. Serão monitoradas as alterações globais na qualidade das águas, bem como alterações pontuais que possam ocorrer no entorno de fontes pontuais de contaminação, subsidiando a adoção de medidas de controle para eventuais problemas que possam ser constatados. Também serão avaliadas a produtividade e as taxas de crescimento de macrófitas aquáticas, haja vista que estes parâmetros estão diretamente relacionados às características abióticas do ambiente como temperatura, radiação, transparência da água, variação do nível de água, velocidade de corrente, tipo de substrato e concentrações de nutrientes.

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água é composto pelos seguintes Projetos:

- Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial;
- Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas.

11.4.1 Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água Superficial

11.4.1.1 Introdução

A transformação de um ecossistema lótico em um reservatório, originando ecossistemas com características intermediárias, entre lóticos e lênticos, tem como consequência primária o aumento do tempo de residência da água, causando uma série de alterações nas características limnológicas, tanto nas áreas represadas quanto no trecho fluvial a jusante (THOMAZ *et al.*, 1997). Entre os fatores mais afetados estão os padrões de circulação de massas de água, o comportamento térmico, o transporte de sedimentos e a dinâmica de gases e nutrientes (AGOSTINHO *et al.*, 1992; TUNDISI *et al.*, 1993). Também ocorre influência sobre as diferentes comunidades biológicas, sendo esperado um declínio das populações de grandes peixes migradores, o aumento de áreas colonizadas por macrófitas aquáticas e o aumento da biomassa planctônica.

A implantação de empreendimentos hidrelétricos afeta tanto os ecossistemas aquáticos, quanto os terrestres. Para os ecossistemas aquáticos, atividades construtivas relativas à implantação de obras de apoio (canteiros, alojamentos, acessos, entre outros) e das obras definitivas em função da movimentação de terra, atividades de limpeza do terreno, movimentação de maquinários, afetam diretamente os corpos hídricos mais próximos.

O empreendimento UHE Belo Monte será implantado na área denominada de Volta Grande do rio Xingu, entre os paralelos 3°00' e 3°40'S e os meridianos 51°30' e 52°30'W.

Considerando-se o conjunto barragem, reservatório, tomada d'água e casa de força, o empreendimento ocupará terras dos municípios de Vitória do Xingu, Altamira e Brasil Novo.

O eixo da Barragem Principal situa-se no rio Xingu, cerca de 40 km a jusante da cidade de Altamira, seguindo-se o encaminhamiento pelo rio. O Canal de Fuga da Casa de Força Principal localiza-se cerca de 9,5 km a jusante da vila de Belo Monte, que pertence ao município de Vitória do Xingu.

O aproveitamento hidrelétrico projetado compreende um barramento principal no rio Xingu, no local denominado de Sítio Pimental onde serão instalados acampamento e canteiro de

apoio às obras. Deste local, as vazões serão derivadas por um canal para que a geração de energia possa ser realizada no Sítio Belo Monte, local distante 50 km por estrada, favorecendo-se, desse modo, de uma queda com cerca de 90 m de altitude. No Sítio Belo Monte serão instalados um acampamento e um canteiro industrial. Resultante dessa configuração se formará um trecho de cerca de 100 km de extensão (vide subitem a.2 do Volume 1 do EIA) no rio Xingu a ser submetido a uma vazão residual, que será também aproveitada para geração de energia em uma Casa de Força complementar, localizada junto à Barragem Principal.

O eixo da Barragem Principal está projetado para cerca de 40 km a jusante da cidade de Altamira, no rio Xingu. O Canal de Fuga da Casa de Força principal localiza-se cerca de 9,5 km a jusante da vila de Belo Monte. O reservatório terá Nível Máximo Normal de operação na cota 97,0 m, apresentando, na realidade, dois compartimentos distintos: um a ser formado na calha do rio Xingu, que compreende a área de inundação deste corpo hídrico na cota 97,0 m; e outro configurado a partir de um canal de derivação, conduzindo a vazão desviada do rio Xingu até a Casa de Força Principal. Segundo esta configuração, estes dois compartimentos serão denominados, respectivamente, de “Reservatório do Xingu” e de “Reservatório Intermediário”.

A UHE Belo Monte foi projetada para uma geração a fio d'água, isto é, o acionamento das turbinas depende essencialmente das vazões naturais afluentes às Casas de Força, uma vez que o reservatório, tanto o compartimento do Xingu quanto o Intermediário, não tem capacidade de acumulação. A área inundada do reservatório do Xingu será de 382 km², com um volume de 2069x10⁶m³ e profundidade média de 6,2 m e um tempo de residência de 5,6 dias. Já o reservatório Intermediário terá uma área inundada de 122 km², com um volume de 1889x10⁶m³ com uma profundidade média de 17,6 m.

Agostinho (1995) e Agostinho & Gomes (1997), definem monitoramento como “levantamentos conduzidos para avaliar o grau de variabilidade de fatores bióticos ou abióticos em relação a um modelo ou padrão conhecido ou esperado”. As informações sobre um estado ou fenômeno devem ser obtidas em uma escala temporal que reflita suas variações no sistema, as quais são cíclicas e reguladas por fatores ambientais (o fotoperíodo, as estações do ano, chuvas, níveis fluviométricos, etc.). Com a implantação das infraestruturas de apoio e das obras nos Sítios Belo Monte e Pimental, o monitoramento da qualidade das águas na região torna-se prioritário.

O regime hidrológico do rio Xingu é monomodal caracterizado por um período de águas baixas, de junho a novembro, e um período de águas altas, de fevereiro a maio, sendo as vazões mínimas do ano com maior frequência em setembro e as máximas em abril. Portanto, o monitoramento no rio Xingu deve contemplar as fases de enchente, cheia, vazante e seca da região.

Considerando as intervenções do empreendimento na região e suas etapas construtivas, a malha amostral deverá considerar as eventuais diferenças de tipos e usos de solo na bacia, bem como as contribuições dos tributários, e as características da litologia, pedologia e pluviosidade, quando significativas.

Programas de caracterização e monitoramento limnológicos são ferramentas essenciais para identificação das novas condições as quais o sistema é submetido pelas obras e pelo barramento e, se necessário, para prevenção e controle dos problemas delas decorrentes (BARBOSA *et al.*, 1995; ESTEVES, 1995; TUNDISI & STRASKRABA, 2000). No caso de estudos que precedem alterações ambientais, os estudos limnológicos devem ter uma abordagem preditiva, buscando fornecer ferramentas para o manejo dos ecossistemas, de modo a mitigar os impactos sobre os recursos hídricos.

11.4.1.2 Justificativa

Como foi observado no EIA, o rio Xingu conserva uma boa qualidade de água atribuída às altas vazões que apresenta. Já os tributários são mais afetados pelas diferenças de litologia, pelos controles estruturais, áreas de contribuição e pela conformação morfológica das drenagens, bem como pelas atividades antrópicas que são realizadas no seu entorno e, conseqüentemente, a qualidade da água diminui com a entrada excessiva de nutrientes e de materiais em suspensão.

As variáveis físicas, químicas e biológicas amostradas no rio Xingu e tributários nos trabalhos realizados para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA Volume 15), na área de influência direta do empreendimento, mostraram um sistema com boa qualidade das águas. Como exceção, foram encontrados alguns pontos localizados nos igarapés de Altamira e pontos mais afetados pelas atividades agropecuárias e pelo desmatamento (ponto Pimental, ponto Ressaca e no rio Xingu próximo a Senador José Porfírio e igarapés Ticaruca e Paquiçamba), nos quais foram observadas maiores concentrações de nutrientes, principalmente das formas nitrogenadas. A análise da tendência da qualidade de água da bacia do rio Xingu, principalmente na área de influência direta do empreendimento, mostra um aumento de material em suspensão, nitrato, amônio, cloreto e ferro relacionados principalmente ao aumento da exploração pecuária desde 2001 e um incremento nas populações urbanas e rurais sem a adequada infraestrutura para o tratamento de efluentes. Conforme foi observado no EIA, a continuidade desse quadro de evolução conduzirá a uma elevação da contaminação das águas pelo aumento de cargas orgânicas lançadas “in natura” nos cursos d’água, principalmente nos de baixa vazão. Entretanto, em função da grande quantidade de água que escoia pelo Xingu, não são esperadas contaminações significativas na bacia como um todo.

Conforme foi descrito na Avaliação de Impactos do Estudo de Impacto Ambiental (EIA - Avaliação de Impactos Partes 1, 2 e 3), os corpos de água da área diretamente afetada serão susceptíveis a impactos decorrentes da implantação das obras. Na avaliação de impactos foi identificado que a intensificação do uso e a ocupação do solo desordenado na proximidade dos canteiros de obra poderá afetar a qualidade das águas do entorno. Da mesma forma, a movimentação de terra das obras de construção nos canteiros de obra, de estradas e de abertura de linhas de transmissão poderá produzir o aumento da turbidez da água nos igarapés, podendo causar, em casos extremos, o assoreamento dos mesmos. Também foi identificado que em locais com grande movimentação de maquinaria poderá existir alteração da qualidade da água pela geração de efluentes líquidos e sólidos.

Os principais impactos relacionados com a qualidade da água, identificados na etapa de construção do empreendimento, se referem principalmente ao aumento da turbidez da água com a possível perda de diversidade de invertebrados, algas e macrófitas aquáticas devido à baixa concentração de oxigênio dissolvido e baixa incidência de radiação solar, pela interferência do material particulado em suspensão na água.

Na fase de construção da barragem, quando ocorre alteração da velocidade e dos níveis de água dos canais do rio Xingu nas proximidades do Sítio Pimental, foi identificada a possível ocorrência de uma alteração da qualidade da água superficial por diminuição da circulação, o que pode favorecer o desenvolvimento de algas cianofíceas, macrófitas aquáticas e proliferação de vetores de doenças. Este impacto também foi descrito para a etapa de enchimento dos reservatórios quando ocorre alteração das características hidráulicas do rio Xingu.

Para a etapa de enchimento e operação dos reservatórios os impactos previstos se referem principalmente à alteração da qualidade da água por aporte de nutrientes durante o enchimento, aumento da turbidez, posterior desenvolvimento de algas e macrófitas e eutrofização dos corpos de água. Já para o trecho de vazão reduzida, na Volta Grande do Xingu, o maior impacto observado é em relação à alteração do aporte de nutrientes, alteração da produtividade primária do sistema e desenvolvimento de macrófitas e algas cianofíceas por mudanças no fluxo hidráulico.

Para todos estes impactos, ações preventivas ou mitigadoras estão previstas no Plano Ambiental de Construção e no Programa de Monitoramento dos Sistemas de Controle Ambiental Intrínseco descritos no EIA. O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, assim como outros Programas de Monitoramento têm como objetivo primordial implantar medidas mitigadoras e preventivas para reduzir ou evitar os impactos ambientais decorrentes da implantação do empreendimento.

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água é desenvolvido para avaliar as condições físicas, químicas e biológicas dos corpos de água que poderão sofrer alterações pela implementação das infra-estruturas necessárias para execução do empreendimento assim como de suas próprias instalações.

O monitoramento dos corpos de água da área de influência da UHE Belo Monte possibilitará avaliar as condições físicas, químicas e biológicas das águas que poderão sofrer alterações pela mudança da dinâmica fluvial do rio Xingu e seus tributários pela construção do reservatório do Xingu, causada pela implantação do barramento, tanto a montante quanto a jusante, no trecho de vazão reduzida na Volta Grande do Xingu, no reservatório Intermediário e nos igarapés que serão barrados pela formação deste último. Também será possível monitorar o efeito das infra-estruturas de apoio (canteiros de obra e alojamentos) sobre o entorno, na área de influência do empreendimento.

A implantação de um banco de dados permitirá que sejam elaborados prognósticos da qualidade da água e quantificados os impactos com os meios físico, biótico e social, permitindo, assim, redimensionar recursos e esforços com vistas à minimização dos impactos negativos e potencialização dos impactos positivos. Sendo assim, a periodicidade e a malha amostral previstas neste programa abrangerá todas as etapas construtivas e áreas que serão diretamente afetadas e que sofrerão influência durante a implantação e operação da UHE Belo Monte.

11.4.1.3 Objetivo

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água tem como objetivo geral prognosticar e mensurar as modificações na qualidade da água advindas das transformações do ambiente, decorrentes da implantação e operação do empreendimento, e subsidiar a adoção de medidas de controle, caso sejam identificados problemas de qualidade de água.

a) Objetivos Específicos

- Identificar as alterações de qualidade da água no rio Xingu e seus principais tributários, na área de influência do empreendimento, durante as etapas de Construção, Enchimento e Operação do reservatório do Xingu e do reservatório Intermediário (gradiente temporal).
- Avaliar a ocorrência de gradientes espaciais e temporais das variáveis de qualidade da água, ao longo do rio Xingu e seus principais tributários, na área de influência do

empreendimento, durante as etapas de Construção, Enchimento e Operação da UHE Belo Monte.

- Determinar o perfil vertical de variáveis limnológicas durante as etapas de Enchimento e Operação dos reservatórios.
- Averiguar a compatibilidade da condição de qualidade da água para os usos previstos no enquadramento do corpo hídrico, na área de influência do empreendimento, durante as etapas de Construção, Enchimento e Operação da UHE Belo Monte.
- Classificar a qualidade da água na área de influência do empreendimento, durante as etapas de Construção, Enchimento e Operação da UHE Belo Monte.
- Fornecer informações precisas para subsidiar a gestão da qualidade da água dos corpos de água e adoção de medidas mitigadoras quando necessário.
- Prognosticar as possíveis alterações da qualidade da água e das comunidades biológicas, decorrentes das transformações ambientais, durante as diferentes fases do empreendimento.
- Fornecer informações para subsidiar a modelagem matemática da qualidade da água dos reservatórios do Xingu e Intermediário e do trecho de restituição de vazões.
- Promover interface com o Plano Ambiental de Construção, e os Programas de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas, de Conservação da Ictiofauna, de Conservação da Fauna Aquática, de Saúde Pública, de Comunicação Social e de Educação Ambiental.

11.4.1.4 Metas

- Realizar o monitoramento trimestral das variáveis físicas, químicas e biológicas nas trinta e três (33) estações localizadas no rio Xingu, na Volta Grande, nos igarapés a serem barrados pelos diques, no rio Bacajá e tributários do rio Xingu durante as etapas de Construção, Enchimento e quarenta e dois (42) estações na etapa de Operação da UHE Belo Monte.
- Realizar o monitoramento mensal das frações inorgânica e orgânica de fósforo com amostragem de superfície e fundo, bem como os perfis de temperatura e oxigênio dissolvido a cada metro de profundidade na estação de monitoramento mais próxima à entrada do Reservatório Intermediário (Ponto RX-03).
- Durante o enchimento dos reservatórios, realizar o monitoramento diário em alguns pontos do reservatório do Xingu (proximidades da cidade de Altamira, Sítio Pimental, entre outros), e semanal no reservatório Intermediário (canal de derivação, Belo Monte, entre outros).
- Realizar análises de vinte e seis (26) variáveis físicas e químicas em onze (11) estações de monitoramento de qualidade da água próximas a canteiros de obra, acampamentos, linhas de transmissão e estradas, em campanhas de campo mensais executadas durante a etapa de construção, passando a ser trimestrais após o enchimento e na etapa de operação, até a total desativação da infra-estrutura de apoio.

- Realizar análises de trinta e três (33) variáveis físico-químicas e biológicas em quatro (4) estações de monitoramento nas captações de água para consumo e em quatro (4) estações nos corpos receptores de efluentes de oficinas dos canteiros industriais e de estações de tratamentos de esgotos (ETE) dos acampamentos, em campanhas de campo mensais executadas durante as etapas de construção, enchimento e operação até a total desativação da infra-estrutura de apoio.
- Durante a etapa de Operação, realizar uma coleta nictemeral em cada compartimento da UHE Belo Monte: reservatórios, canal de derivação, igarapés barrados pelos diques, Volta Grande do Xingu e Trecho de Restituição de Vazões, nos períodos de seca e chuva.
- Nas etapas de Enchimento e Operação, registrar a variação vertical dos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água em todos os pontos de coleta dos reservatórios, quando for realizado o monitoramento trimestral.
- Comparar os resultados limnológicos obtidos aos padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 1 e 2, conforme a localização e Portaria 518, conforme o uso do recurso. Os resultados obtidos da análise dos sedimentos serão comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/2004.
- Criar um banco de dados georreferenciados para sistematizar as informações de qualidade de água e comunidades biológicas decorrentes das campanhas de campo até o primeiro ano do programa e manter a alimentação e análise dos dados de forma contínua.
- Fornecer informações complementares sobre a qualidade da água para o estudo da dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas, após cada campanha de campo trimestral, através do banco de dados.
- Fornecer informações sobre aspectos limnológicos essenciais para manutenção de ovos e larvas e conservação da ictiofauna, após cada campanha de campo trimestral, através do banco de dados.
- Fornecer informações limnológicas para subsidiar o modelo matemático para prognóstico da qualidade da água dos reservatórios, após o enchimento dos mesmos e do trecho de restituição de vazões após a operação, através do banco de dados.
- Fornecer informações sobre qualidade da água no ecossistema aquático de interesse para saúde pública, através do banco de dados.
- Fornecer informações sobre as alterações da qualidade da água, decorrentes do empreendimento, de interesse público, relevantes a comunicação social e educação ambiental.

11.4.1.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água deverá ser executado durante as Etapas de Construção, Enchimento e Operação do empreendimento, por um período mínimo de 10 anos após o início das obras.

11.4.1.6 Área de Abrangência

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água será aplicado na Área Diretamente Afetada da UHE Belo Monte, desde o remanso do futuro reservatório do Xingu até jusante da cidade de Vitória do Xingu; no futuro Reservatório Intermediário e nos corpos de água que sofrerão influência direta da infra-estrutura de apoio a construção, segundo descrito no Volume 05 do EIA, Capítulo 6, item 6.5, e conforme indica a figura com a localização da malha amostral. **(FIGURA 11.4.1-1).**

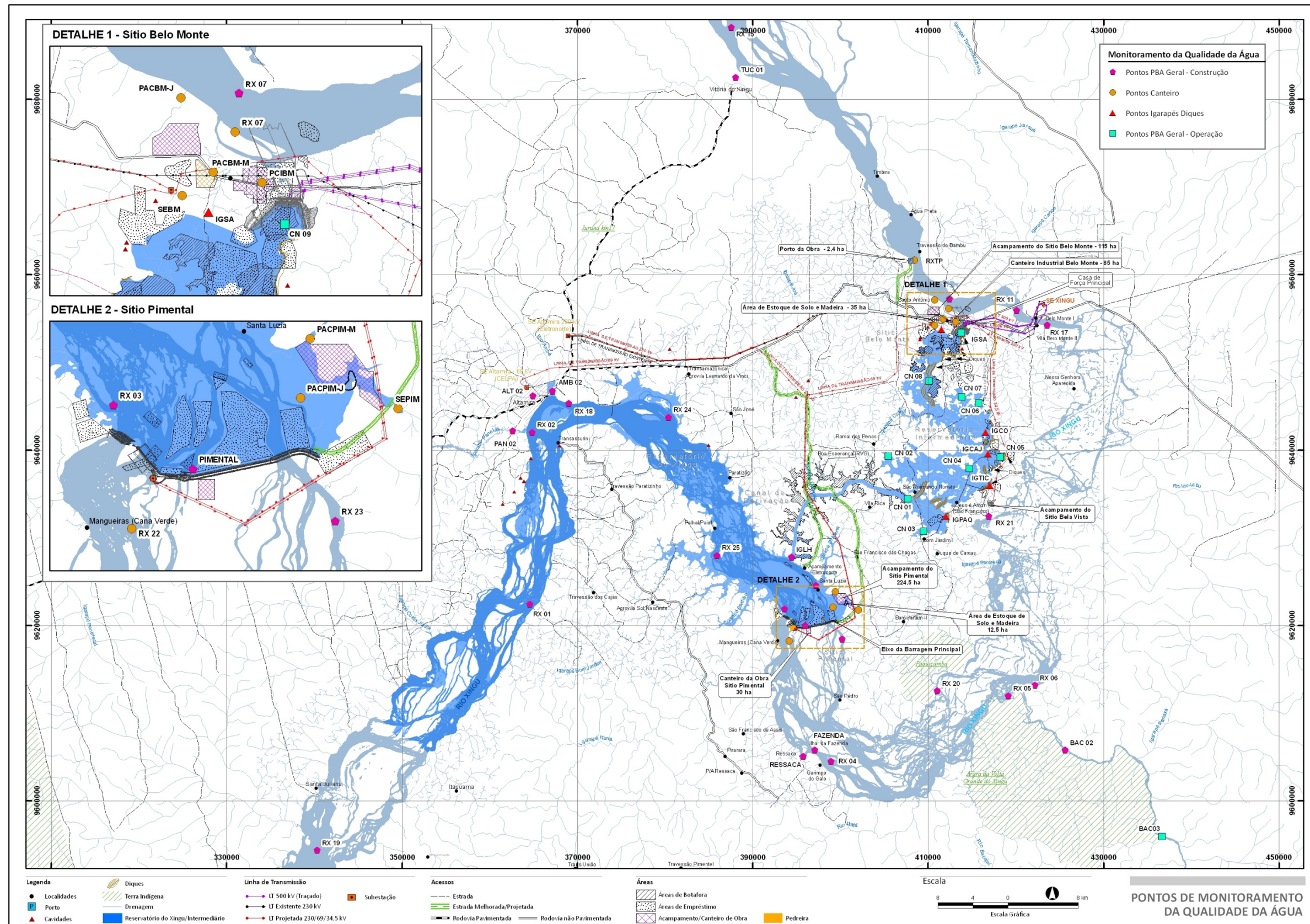


FIGURA 11.4.1-1 – Localização da Malha Amosral

11.4.1.7 Base Legal e Normativa

O presente programa considera os objetivos e as diretrizes gerais estabelecidas pela Lei 9433/1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Para fins de comparação da condição de qualidade da água serão utilizados os padrões definidos pela resolução CONAMA 357/2005. Para critérios de balneabilidade será utilizada a resolução CONAMA 274/2000, nos locais onde se aplique. Em pontos de captação de água para consumo humano será seguido o estabelecido pela Portaria MS 518/2004.

Para fins de comparação da condição de qualidade dos sedimentos serão utilizados os padrões definidos pela resolução CONAMA 344/2004. Este programa também considera o atendimento à Licença Prévia nº 342/2010.

11.4.1.8 Metodologia

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água será desenvolvido ao longo de 10 anos de monitoramento, ao longo das etapas de Construção, Enchimento e Operação, em concordância com o proposto no EIA.

Devido à complexidade do empreendimento, este programa foi subdividido em quatro monitoramentos sendo os mesmos os seguintes:

- Monitoramento limnológico geral;
- Monitoramento da qualidade da água em corpos de água do entorno da infraestrutura de apoio a construção;
- Monitoramento da qualidade da água nos canteiros industriais e acampamentos;
- Monitoramento nictemeral.

a) **Monitoramento Limnológico Geral**

a.1) **Pontos de Monitoramento Limnológico Geral**

A seleção das estações de monitoramento das variáveis de qualidade da água, qualidade do sedimento e das comunidades biológicas para a análise limnológica geral foi baseada no EIA/RIMA e vistoria em campo e se encontra descrita no **QUADRO 11.4.1-1**.

Foram escolhidos pontos nos principais corpos de água que serão afetados pelas obras da UHE Belo Monte como o próprio rio Xingu, principais tributários, o canal de derivação e o reservatório Intermediário, a Volta Grande do Xingu, o trecho a jusante e os igarapés barrados pelos diques. Os pontos se encontram representados na **FIGURA 11.4.1-1**.

QUADRO 11.4.1-1
Estações do Monitoramento Limnológico Geral (análise da qualidade da água, do sedimento e das comunidades biológicas) na área de influência da UHE Belo Monte.

Continua

Código	Curso d'Água	Descrição	Coordenadas	
			X	Y
Pontos de coleta na região do futuro reservatório do Xingu e tributários				
PAN 02	Ig. Pannels	Igarapé localizado próximo a cidade de Altamira	362587	9642191
ALT 02	Ig. Altamira	Igarapé localizado na cidade de Altamira	364918	9646170
AMB 02	Ig. Ambé	Igarapé localizado na cidade de Altamira	367145	9646750
IGLH	Ig. Galhoso	Igarapé localizado no Canteiro do Canal que será transformado no Canal de Derivação	394393	9627799
IDM	Ig. Di Maria	Igarapé localizado na região do Sítio Pimental, entre o acampamento da Eletronorte e o acampamento Pimental	397174	9624564
RX 19	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, distante 7,5 Km do remanso previsto para o reservatório do Xingu	340308	9594378
RX 01	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, distante 12 Km da cidade de Altamira	364567	9622460
RX 02	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, próximo à cidade de Altamira, próximo à foz do Igarapé Pannels	364825	9642028
RX 18	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante 1 Km da cidade de Altamira	369016	9645307
RX 24	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante 7 Km da cidade de Altamira	380375	9643752
RX 25	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a montante 7 km do eixo da barragem principal	385884	9627996
RX 03	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, próximo ao eixo da barragem principal no Sítio Pimental	393609	9621881
PIMENTAL	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu no eixo da barragem principal	395955	9619993
Pontos na Volta Grande do Xingu e tributários				
RX 23	Rio Xingu	Ponto localizado no canal da margem esquerda rio Xingu, a jusante do eixo da barragem principal	400158	9618449
FAZENDA	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, próximo à ilha da Fazenda	397063	9605831
RESSACA	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, próximo à ilha da Ressaca	395716	9605109
RX 04	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante das Ilhas da Fazenda e Ressaca	398892	9604506
RX 20	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, na Volta Grande, frente a Aldeia Paquiçamba	410981	9612559
RX 05	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a montante do rio Bacajá	419119	9611979
RX 06	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante do rio Bacajá	422128	9613197
RX 21	Rio Xingu	Ponto localizado no canal da margem esquerda rio Xingu, próximo a foz com o igarapé Paquiçamba	416882	9632483
RX 17	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a montante do Porto da Petrobras e da Vila de Belo Monte I	423568	9654245

QUADRO 11.4.1-1

Estações do monitoramento limnológico geral (análise da qualidade da água, do sedimento e das comunidades biológicas) na área de influência da UHE Belo Monte.

Código	Curso d'Água	Descrição	Conclusão	
			X	Y
RX 11	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante do Porto da Petrobras	420042	9655929
BAC 02	Rio Bacajá	Rio Bacajá distante aprox. a 5 km da foz no rio Xingu	425577	9605798
BAC03	Rio Bacajá	Rio Bacajá a 25 km rio acima	436647	9595949
IGPAQ	Ig. Paquiçamba	Ponto situado próximo ao Travessão CNEC - será barrado pelo dique	412014	9632453
IGTIC	Ig. Ticaruca	Ponto situado próximo ao Travessão CNEC - será barrado pelo dique	417015	9635930
IGCAJ	Ig. Cajueiro	Ponto situado próximo ao Travessão CNEC - será barrado pelo dique	416784	9639577
IGCO	Ig. Cobal	Ponto situado próximo ao Travessão CNEC - será barrado pelo dique	416541	9642024
IGSA	Ig. Santo Antonio	Ponto próximo à comunidade Santo Antonio - será barrado pelo dique	411518	9653737
Pontos na ria do Xingu, futuro trecho de restituição de vazões e tributários				
RX 07	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante da casa de força principal no sítio Belo Monte	412421	9657260
RX 15	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu, a jusante da cidade de Vitória do Xingu, início da ria do Xingu	387534	9688205
IGCHOCAL	Ig. Chocal	Ponto localizado no Igarapé Chocal, próximo ao Porto da Petrobras	416541	9642024
TUC 01	Ig. Tucuruí	Igarapé localizado próximo à cidade de Vitória do Xingu	388040	9682481
Pontos no futuro reservatório Intermediário				
CN 01	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	407630	9634443
CN 02	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	405444	9639323
CN 03	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	409457	9630746
CN 04	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	414675	9637913
CN 05	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	418209	9639220
CN 06	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	415737	9645370
CN 07	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	413796	9646065
CN 08	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	410077	9647884
CN 09	Res. Intermediário	Ponto localizado no futuro reservatório Intermediário	413776	9653380

a.2) Variáveis Monitoradas, Freqüência de Amostragem e Metodologia de Análise

Nos pontos de coleta descritos no **QUADRO 11.4.1-1**, localizados no próprio rio Xingu, principais tributários, canal de derivação e reservatório intermediário, Volta Grande do Xingu, trecho a jusante da casa de força principal e igarapés barrados pelos diques serão avaliadas as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento descritas no **QUADRO 11.4.1-2**, como também as comunidades biológicas do fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e epilítton.

Estas variáveis serão monitoradas com uma freqüência trimestral durante todas as etapas do empreendimento, começando logo no início da etapa de construção. Os pesticidas tanto da água como do sedimento serão monitorados somente após as primeiras chuvas. Desta forma, pretende-se identificar se há transporte destas substâncias da bacia para os corpos de água pelo material lixiviado pelas chuvas. Entre as comunidades biológicas, o epilítton será amostrado somente na estação seca, período em que o acesso a esta comunidade é facilitado pela diminuição da vazão e do nível dos corpos de água.

As técnicas de análise de amostras de água para análises físicas, químicas e biológicas compreendem as descritas no “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER” da AWWA 21 edição (APHA, 2005).

Em campo, serão determinados os parâmetros: profundidade, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), turbidez, sólidos dissolvidos totais e temperatura da água com o auxílio de uma sonda multiparâmetros e transparência da água com auxílio do disco de Secchi. Enquanto que para os outros parâmetros, as amostras de água serão coletadas com auxílio de garrafa de Van Dorn e acondicionadas em frascos de polietileno ou vidro e devidamente preservadas até o momento da análise no laboratório.

Durante o enchimento do reservatório do Xingu serão monitorados diariamente os pontos mais críticos com a sonda multiparamétrica para as variáveis pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos dissolvidos totais e temperatura da água além de material em suspensão e demanda bioquímica de oxigênio. Para o reservatório Intermediário serão monitorados semanalmente os mesmos parâmetros, durante a fase de enchimento e estabilização, nos pontos mais críticos e no canal de derivação. Concomitante a este, se continuará com o monitoramento trimestral em todos os pontos de coleta.

Após o enchimento dos reservatórios, serão realizados perfis verticais dos parâmetros determinados com a sonda multiparamétrica e serão coletadas amostras nas profundidades de sub-superfície, meio e fundo para análise das variáveis: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos dissolvidos totais, temperatura da água, material em suspensão total, orgânico e inorgânico, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl e íons dissolvidos.

O sedimento será coletado com o auxílio de uma draga tipo Petersen de 20 kg. Cada amostra coletada será despejada em uma bandeja de polietileno e, após serem homogeneizadas, alíquotas de sedimento serão transferidas para potes de polipropileno para análise de carbono, nitrogênio, fósforo, pesticidas e metais sendo devidamente preservadas até o momento da análise no laboratório e o material restante será destinado à análise granulométrica do sedimento.

QUADRO 11.4.1-2

Variáveis a serem monitoradas nos pontos de coleta do monitoramento limnológico geral

Água superficial			
Variável	Unidade	Método / Equipamento	Referência
Profundidade	m	Profundímetro	Speedtech Instruments Ltd.
pH		Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Condutividade elétrica	µS/cm	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Turbidez	NTU	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Oxigênio dissolvido	mg/L	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Temperatura da água	°C	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Transparência da coluna de água	m	Disco de Secchi	Wetzel & Likens, 1991
Cor verdadeira	mg Pt/L	Espectrofotometria	APHA, 2005
Material em suspensão total, orgânico e inorgânico	mg/L	Método gravimétrico	Wetzel & Likens, 1991
Alcalinidade	mg/L	Titulometria com solução de H ₂ SO ₄	APHA, 2005
Dureza	mg/L	Titulometria com solução de EDTA	APHA, 2005
DBO _{5,20}	mg/L	Incubação e titulação método Winkler	APHA, 2005
Fósforo total	µg-P/L	Método colorimétrico, espectrofotometria	Valderrama, 1981
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/L	Digestão ácida e destilação	APHA, 2005
Nitrito	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Nitrato	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Amônio	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Lítio	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Fluoreto	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Cloreto	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Brometo	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Fosfato	µg-P/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Sulfato	mg-SO ₄ ²⁻ /L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Sódio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Potássio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Magnésio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Cálcio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Óleos e graxas	mg/L	Extração Soxhlet	APHA, 2005
Metais dissolvidos na água (Al, Cu, Fe)	mg/L	Espectrometria de absorção atômica de chama	APHA, 2005
Metais totais na água (Cd, Pb, Cr, Mn, Zn, As, Hg, Se)	mg/L	Espectrometria de absorção atômica de chama	APHA, 2005
Pesticidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos) *	µg/L	Métodos USEPA 8260, 8270, 8151, 8082, cromatografia líquida	APHA, 2005
Clorofila a	µg/L	Extração em etanol 80% a quente, espectrofotometria	Nush, 1980
Coliformes totais e <i>E. coli</i>	NMP/100mL	Incubação em substrato definido Colilert®	APHA, 2005
Densidade de cianobactérias	cel/mL	Contagem de células em microscópio	APHA, 2005
Sedimento			
Fósforo total	mg/g	Método colorimétrico, espectrofotometria	Andersen, 1976
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/g	Digestão ácida, destilação e titulação	APHA, 2005
Carbono particulado (total, orgânico e inorgânico)	mg/g	Combustão a alta temperatura e detecção por infravermelho - TOC-5000 e SSM-5000A	APHA, 2005
Metais (Al, Cu, Fe, Cd, Pb, Cr, Mn, Zn, As, Hg, Se)	mg/kg	Método USEPA 3050B rev.2 - Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Pesticidas (organoclorados, organofosforados, carbamatos) *	µg/kg	Métodos USEPA 8270, 8260B, 8081, 8082, 8141 - Cromatografia líquida	APHA, 2005
Granulometria		Peneiramento e pipetado	Arocena, 1999
Biota aquática			
		Fitoplâncton	
		Zooplâncton	
		Macroinvertebrados bentônicos	
		Epilítton **	

* coleta uma vez ao ano, somente após as primeiras chuvas

** coleta na estação seca

a.3) Amostragem das Comunidades Biológicas

– Fitoplâncton

- Amostras de fitoplâncton para análise qualitativa serão obtidas através de arrastos horizontais e verticais com rede de plâncton de 20 µm de malhagem. Em todos os pontos serão, também, coletadas amostras de fitoplâncton total com garrafa Van Dorn a 50 cm de profundidade para análise quantitativa na fase rio e nos igarapés e em várias profundidades na zona eufótica na fase reservatório. O material coletado com rede será alojado em frasco de polietileno de 250 mL e fixado com formol a 4% (concentração final), sendo que as amostras de fitoplâncton total serão mantidas em frascos de polietileno de 250 mL e fixadas com formol a 4% (concentração final).
- Para a análise qualitativa do fitoplâncton coletado em rede, serão feitas sub-amostragens de 1 mL e analisadas na lâmina de Sedgwick Rafter no microscópio óptico com aumento de 200x.
- A análise quantitativa do fitoplâncton total, coletado por garrafa, será realizada mediante o uso de um microscópio invertido, após prévia sedimentação em câmaras de Utermöhl, de volumes variáveis de amostras, de acordo com a concentração de algas e/ou detritos presentes (UTERMÖHL, 1958), por pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (MARGALEF, 1983). A contagem será feita até a obtenção de 100 indivíduos das espécies mais abundantes. Os resultados serão expressos em organismos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por litro.
- Os organismos serão identificados na menor categoria taxonômica possível, consultando as seguintes bibliografias: Bicudo (1965), Bicudo & Bicudo (1970); Bicudo (2005); Bourrely (1968, 1970, 1972), Geitler (1932), Huber-Pestalozzi (1968), Husted (1930), Komàrek (1991), Prescott (1966), Sant'Anna (1984) e Sant'Anna *et al.* (1988).

– Densidade de Cianobactérias

- Para a análise específica de Cianobactérias serão coletadas amostras de água, com garrafa Van Dorn, a 0,50 m de profundidade na fase rio e em igarapés e em várias profundidades da zona eufótica na fase reservatório, em todos os pontos e colocadas em frascos de 200 mL e fixadas com formol a 4% (concentração final). O material coletado será analisado no microscópio invertido pela técnica de Utermöhl utilizando diferentes câmaras de sedimentação. A densidade de cianobactérias será expressa em nº células/mL.
- Para identificação dos organismos fitoplanctônicos serão utilizadas as seguintes bibliografias: Bicudo (1965), Bicudo & Bicudo (1970); Bicudo (2005); Bourrely (1968, 1970, 1972), Geitler (1932), Huber-Pestalozzi (1968), Husted (1930), Komàrek (1991), Prescott (1966), Sant'Anna (1984) e Sant'Anna *et al.* (1988).

– Zooplâncton

- A coleta de amostras de zooplâncton será realizada fazendo arrastos verticais ou horizontais, dependendo da profundidade (verticais para as fases de reservatório), com auxílio de uma rede de 68 µm de malhagem. As amostras

coletadas serão mantidas em frascos de polietileno de 250 mL e fixadas com formol a 4% (concentração final) para posterior análise no laboratório.

- Para os organismos de tamanho pequeno tais como: rotíferos, protozoários e nauplios de Copepoda, serão feitas sub-amostragens de 1 mL e os organismos identificados e contados na câmara de Sedgwick Rafter no microscópio ótico de 200x de aumento.
- Para os organismos maiores tais como Cladocera, Copepoda nas suas fases de copepodito e adulto e outros organismos (larvas de insetos, ostracode, nemátode, turbelário), serão feitas subamostragens de 5 a 10 mL, dependendo da quantidade de material, e os organismos serão identificados e contados em um frasco quadriculado sob microscópio estereoscópio em um aumento de 30x.
- A densidade dos organismos será calculada em número de organismos por m³. O volume de água filtrada pela rede no sentido vertical ou horizontal será calculado através da equação do volume de um cilindro: $V = \pi \times r^2 \times d$. Onde: r = raio da boca da rede (0,15m) e d = distância percorrida pela rede em metros.
- Para identificação dos organismos zooplânctônicos, serão utilizadas as seguintes bibliografias: Edmondson (1959), Mizuno (1964), Koste (1978), Dussart (1984), Matsumura-Tundisi (1999), El Moor-Loureiro (1997), Dussart & Defaye (2001), Segers (1995), Smirnov (1971) e Pennak (1953).

– Macroinvertebrados bentônicos

- Para a coleta dos macroinvertebrados bentônicos, se utilizará uma draga tipo Petersen de 2,5 L de capacidade. Os sedimentos coletados serão acondicionados em sacos plásticos e preservados com formol a 8%.
- Para triagem do material coletado, o sedimento será lavado em peneira de 0,25 mm e o material restante fixado em álcool 70%. Os organismos encontrados serão identificados através de estereomicroscópio e classificados até a menor categoria taxonômica possível utilizando as seguintes bibliografias: Roldán (1996) e Mugnai *et al.* (2010).
- As densidades dos táxons (expressas em indivíduos por unidade de área) serão calculadas de acordo com a área do amostrador Petersen.
- A categorização dos grupos funcionais será baseada nos trabalhos de Merrit & Cummins (1984), Callisto & Esteves (1998) e Cummins *et al.* (2005) entre outros. Um estudo das variações de riqueza específica e diversidade entre pontos de coleta e épocas do ano será também efetuado, utilizando-se as fórmulas propostas por Shannon & Weaver (1963).

– Epilítton

- As amostras de algas do epilítton serão coletadas através de raspagem de superfícies de rochas escolhidas aleatoriamente, com o auxílio de uma escova e lavadas com água destilada. Em cada rocha serão raspadas áreas de 100 cm² em média. O material coletado será colocado em frascos de polietileno e fixado com formol a 4% (concentração final) para análise qualitativa e quantitativa.

- Como o epilíton é composto por organismos animais e vegetais que se desenvolvem na superfície de uma pedra a análise quantitativa e qualitativa será realizada fazendo uma sub-amostragem de 1 mL da amostra total, colocada em uma lâmina de Sedgwick Rafter e analisada no microscópio ótico para os organismos de pequeno porte. Para os organismos maiores uma sub-amostra maior será feita e colocada em um recipiente quadriculado e analisada no microscópio estereoscópico.
- A identificação dos táxons será realizada até nível específico, quando possível, de acordo com: Desikachary (1959), Bourrelly (1972, 1981, 1988); Round *et al.* (1990), Tomas (1997) e Bicudo & Menezes (2005) para os vegetais e Pennak (1953), Edmondson (1959), Koste (1978), Matsumura-Tundisi (1999) para os animais.

b) Monitoramento da Qualidade da Água em corpos de água do entorno dos Canteiros de Obra, Alojamentos e Infraestrutura de apoio às obras

b.1) Pontos de monitoramento no entorno dos canteiros de obra, alojamentos e infraestrutura de apoio às obras

A seleção das estações de monitoramento da qualidade da água foi baseada no EIA/RIMA e na localização dos canteiros industriais e alojamentos e se encontram descritos no **QUADRO 11.4.1-3**. Neste **QUADRO 11.4.1-3** estão descritas as estações de coleta em corpos de água (igarapés e rio Xingu) que se encontram próximos de obras de infraestrutura de apoio a construção e de locais com grande movimentação de maquinário e sua representação geográfica encontra-se na **FIGURA 11.4.1-1**.

Os pontos de monitoramentos nos corpos de água afetados pelas obras a serem realizadas na implantação das linhas de transmissão, abertura de novas estradas e melhorias das já existentes serão escolhidas *in loco* no início das obras, dando preferência aos locais onde serão construídas pontes sobre os corpos de água, locais com tráfego intenso e desmatamento. Através de um levantamento prévio realizado nas bases cartográficas, foi estimado um total aproximado de 10 pontos, considerando-se o grande número de corpos de água da área de influência e os mesmos não estão representados na **FIGURA 11.4.1-1**.

QUADRO 11.4.1-3

Localização das estações de monitoramento de qualidade da água, próximos as obras de infraestrutura (Sítios Pimental e Belo Monte) na área de influência do empreendimento.

Código	Curso d'Água	Descrição	Coordenadas	
			X	Y
PIMENTAL	Rio Xingu	Ponto localizado no eixo da barragem principal	395955	9619993
RX 22	Rio Xingu	Ponto localizado a jusante do eixo da barragem principal	394147	9618229
SEPIM	Rio Xingu	Ponto localizado a jusante da subestação do sítio Pimental	402013	9621771
PACPIM-J	Igarapé	Ponto localizado a jusante do acampamento do sítio Pimental	399132	9622092
PACPIM-M	Igarapé	Ponto localizado a montante do acampamento do sítio Pimental	399412	9623842
SEBM	Igarapé	Ponto localizado a jusante da subestação do sítio Belo Monte	410744	9654228
PCIBM	Igarapé	Ponto localizado a jusante do canteiro industrial de Belo Monte	413110	9654612
PACBM-J	Igarapé	Ponto localizado a jusante do acampamento do sítio Belo Monte	410713	9657119
PACBM-M	Igarapé	Ponto localizado a montante do acampamento do sítio Belo Monte	411666	9654920
RXTP	Rio Xingu	Ponto localizado no rio Xingu a jusante da Área de Terraplenagem do Porto da Obra	408432	9661660
RX 07	Rio Xingu	Ponto localizado no igarapé Santo Antonio, na foz com o rio Xingu, entre o acampamento e o canteiro industrial do sítio Belo Monte	412307	9656106

RX = Rio Xingu

SEPIM = Subestação Pimental

PACPIM = Ponto acampamento Pimental

SEBM = Subestação Belo Monte

PCIBM = Ponto canteiro industrial Belo Monte

PACBM = Ponto acampamento Belo Monte

TP = Terraplenagem

c) Variáveis Monitoradas, Frequência de Amostragem e Metodologia de Análise

Nos pontos de coleta descritos no **QUADRO 11.4.1-3**, localizados no rio Xingu e igarapés do entorno de canteiros de obra e alojamentos serão monitoradas as variáveis descritas no **QUADRO 11.4.1-4**.

Nos pontos de coleta que serão definidos *in loco* para monitoramento das linhas de transmissão e abertura e melhoramento de estradas, serão analisadas as variáveis: pH, condutividade, oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura da água, sólidos totais dissolvidos e material em suspensão.

Todas as variáveis serão monitoradas com uma frequência mensal desde o início das obras. A frequência mensal das coletas nos corpos de água próximos aos locais onde serão executadas obras de infraestrutura de apoio a construção é necessária devido à velocidade com que essas obras serão executadas. Os canteiros de obras, os acampamentos e estradas no entorno destes, representam ambientes extremamente dinâmicos durante a etapa de construção do empreendimento. Mesmo depois de instaladas todas as edificações e infraestruturas necessárias ao funcionamento pleno das obras, o fluxo de maquinário pesado e a flutuação da população dos acampamentos, poderá promover significativas alterações no ambiente ao seu redor, principalmente nos corpos d'água (rios, igarapés, nascentes, etc.). A movimentação de maquinários e equipamentos pesados (tratores, caminhões, perfurações, etc.) é contínua e os processos erosivos podem aumentar em razão dessa movimentação. Monitorar estes corpos d'água com a maior frequência possível é fundamental para se evitar possíveis assoreamentos e, principalmente, tomar as devidas ações mitigadoras em tempo hábil ou melhorar as ações e planos de controle já existentes.

Nos acampamentos, a flutuação da população promove alterações na qualidade e quantidade dos efluentes e resíduos gerados nos acampamentos. Portanto, recomenda-se minimamente um monitoramento mensal, em razão justamente da intensa dinâmica operacional dos canteiros, com os parâmetros mais relacionados a estes possíveis impactos (principalmente turbidez, sólidos totais dissolvidos e material em suspensão). Deve-se ainda levar em consideração a sazonalidade da região objeto deste programa (região Amazônica), uma vez que as chuvas são freqüentes, intensas e por longos períodos de tempo, o que aumenta ainda mais a necessidade de se monitorar estes ambientes com a maior frequência possível.

QUADRO 11.4.1-4

Variáveis a serem monitoradas no entorno dos Sítios Pimental e Belo Monte

Variáveis de qualidade da água	Unidade	Equipamento	Referência
pH *		Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Condutividade elétrica *	µS/cm	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Turbidez *	NTU	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Oxigênio dissolvido *	mg/L	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Temperatura da água *	°C	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Sólidos dissolvidos totais *	mg/L	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Transparência da coluna de água	m	Disco de Secchi	Wetzel & Likens, 1991
Alcalinidade	mg/L	Titulometria com solução de H ₂ SO ₄	APHA, 2005
Fósforo total	µg-P/L	Método colorimétrico, espectrofotometria	Valderrama, 1981
Material em suspensão total, orgânico e inorgânico *	mg/L	Método gravimétrico	Wetzel & Likens, 1991
Nitrito	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Nitrato	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Amônio	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Lítio	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Fluoreto	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Cloreto	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Brometo	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Fosfato	µg-P/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Sulfato	mg-SO ₄ ⁼ /L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Sódio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Potássio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Magnésio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Cálcio	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
DBO _{5,20}	mg/L	Incubação e titulação método Winkler	APHA, 2005
Coliformes totais e <i>E. coli</i> *	NMP/100mL	Incubação em substrato definido Colilert®	APHA, 2005
Óleos e graxas	mg/L	Extração Soxhlet	APHA, 2005

* Variáveis do monitoramento de estradas e linhas de transmissão

d) Monitoramento da Qualidade da Água nos Canteiros Industriais e Acampamentos

d.1) Pontos de monitoramento nos canteiros industriais e acampamentos

Nos acampamentos e canteiros de obra será monitorada a qualidade da água das captações de água para consumo da população de trabalhadores, das estações de tratamento de esgoto (ETE) e dos efluentes das oficinas industriais.

Os pontos de coleta estão destacados no **QUADRO 11.4.1-5**, sendo que novos pontos de coleta podem ser definidos no decorrer do monitoramento, conforme a necessidade e o andamento das obras. Este monitoramento será aplicado enquanto os canteiros de obra e os acampamentos estiverem em funcionamento.

QUADRO 11.4.1-5

Descrição das estações de amostragens para qualidade de água para consumo humano (captação) e de qualidade de água da ETE e de efluentes das oficinas dos canteiros e acampamentos dos Sítios Pimental e Belo Monte.

Código	Local	Descrição
PACPIM - C	Captação	Ponto localizado na captação de água para consumo humano no Acampamento do Sítio Pimental
PACPIM - B	Bebedouro	Ponto localizado em um dos bebedouros de água para consumo humano no Acampamento do Sítio Pimental
PACBM - C	Captação	Ponto localizado na captação de água para consumo humano no Acampamento do sítio Belo Monte
PACBM - B	Bebedouro	Ponto localizado em um dos bebedouros de água para consumo humano no Acampamento do sítio Belo Monte
PACPIM - EF	Efluente	Ponto localizado no lançamento de efluentes (banheiros, cozinha, chuveiros) proveniente do Acampamento do Sítio Pimental
PCIPIM - OG	Caixa Separadora Óleos e Graxas	Ponto localizado na caixa separadora de óleos e graxas do Canteiro Industrial do Sítio Pimental
PACSBM - EF	Efluente	Ponto localizado no lançamento de efluentes (banheiros, cozinha, chuveiros) proveniente do Acampamento do sítio Belo Monte
PCIBM - OG	Caixa Separadora Óleos e Graxas	Ponto localizado na caixa separadora de óleos e graxas do Canteiro Industrial Belo Monte

C – Captação
B - Bebedouro
OG – Óleos e Graxas
EF - Efluente

d.2) Variáveis monitoradas, frequência de amostragem e metodologia de análise

As variáveis a serem monitoradas nas estações de amostragens nos acampamentos dos Sítios Pimental e Belo Monte, para avaliação da qualidade de água para consumo humano (captação) e para monitoramento dos efluentes gerados pelas estações de tratamento dos

acampamentos e das oficinas de veículos dos canteiros industriais estão descritos no **QUADRO 11.4.1-6**.

A frequência de coleta será mensal desde o início do funcionamento das estações de tratamento de água e de efluentes, tanto de canteiros como de acampamentos e nas captações de água para consumo. O monitoramento perdura enquanto os canteiros industriais e os acampamentos estiverem em funcionamento.

QUADRO 11.4.1-6

Variáveis a serem monitoradas nas estações de amostragens nos acampamentos dos Sítios Pimental e Belo Monte, para avaliação da qualidade de água para consumo humano (*) e para monitoramento dos efluentes gerados pelos acampamentos e da oficina de veículos dos canteiros industriais.

Variáveis de qualidade da água	Unidade	Metodologia	Referência
Cor aparente * e cor verdadeira	uH	método espectrofotométrico	APHA, 2005
Odor *	-	-	APHA, 2005
Gosto *	-	-	APHA, 2005
pH *	-	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Sólidos dissolvidos totais *	mg/L	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Turbidez *	NTU	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Oxigênio dissolvido	mg/L	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
Temperatura da água	°C	Sonda multiparamétrica	YSI Incorporated
DBO _{5,20}	mg/L	Incubação e titulação método Winkler	APHA, 2005
Dureza *	mg/L	Titulometria com solução de EDTA	APHA, 2005
Fósforo total	mg/L	Método colorimétrico, espectrofotometria	APHA, 2005
Nitrito *	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Nitrato *	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Amônio *	µg-N/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Fluoreto *	µg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Cloreto *	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Sulfato *	mg-SO ₄ ⁼ /L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Sódio *	mg/L	Cromatografia líquida	APHA, 2005
Alumínio dissolvido *	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Ferro dissolvido*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Manganês total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Zinco total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Arsênio total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Bário total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Cádmio total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Chumbo total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Cobre dissolvido*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Cromo total*	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Mercúrio *	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Níquel total	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Selênio total *	mg/L	Espectrometria de absorção atômica	APHA, 2005
Óleos e graxas	mg/L	Extração Soxhlet	APHA, 2005
Coliformes totais e <i>E. coli</i> *	NMP/100mL	Incubação em substrato definido Colilert®	APHA, 2005

Observação: * parâmetros da Portaria MS 518 a serem analisados nos pontos de coleta de água destinada a consumo humano.

e) Monitoramento Nictemeral

Após o enchimento dos reservatórios, será realizado o monitoramento nictemeral das variáveis físicas e químicas da qualidade da água no período de seca e no período de cheia.

e.1) Pontos de monitoramento nictemeral

Os pontos de monitoramento estarão localizados em ambos os reservatórios nas proximidades das barragens, no rio Xingu, na Volta Grande do Xingu e no Trecho de Restituição de Vazões, no Canal de Derivação e nos igarapés barrados pelos diques, sendo que as coordenadas com a localização exata serão definidas quando as obras estiverem mais avançadas.

No mínimo, 20 pontos estão previstos, porém no Reservatório Intermediário deverá ser feita uma análise para o estabelecimento do total de pontos amostrais, o que dependerá da configuração final do reservatório e sua hidrodinâmica. Por causa disto, as coordenadas dos pontos amostrais serão definidas posteriormente. Nos igarapés barrados pelos diques, o estabelecimento da malha amostral para o levantamento nictemeral observará a influência da vegetação marginal presente.

Será realizado 1 período de monitoramento nictemeral em cada uma das estações seca e chuvosa, após 1 ano da formação dos reservatórios.

e.2) Variáveis monitoradas, frequência de amostragem e metodologia de análise

As variáveis analisadas no monitoramento nictemeral serão: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica, turbidez e radiação solar. As medidas serão realizadas cada duas horas em um ciclo de 24 horas.

Nos pontos localizados nos reservatórios, após o enchimento, serão realizados perfis verticais das variáveis monitoradas. Serão realizados monitoramentos na estação seca e na estação chuvosa, objetivando comparar os efeitos de ambos períodos hidrológicos nos corpos de água e os efeitos da estratificação térmica, principalmente nos reservatórios recentemente formados.

f) Análise dos Dados

Todos os resultados obtidos no programa de monitoramento deverão ser comparados com os padrões de qualidade da água preconizados na Resolução CONAMA n°. 357 de 17 de março de 2005, para águas das classes 1 e 2, dependendo da sua localização, e Portaria 518 do 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

Nos locais em que os corpos de água estiverem sendo utilizados para recreação com contato primário, como natação e mergulho, os resultados serão comparados com os padrões de qualidade da água conforme Resolução CONAMA n°. 274 de 29 de novembro de 2000.

O grau de contaminação química dos sedimentos, com vistas à proteção da vida aquática, será classificado segundo os critérios adotados pela Resolução CONAMA n°. 344 de 25 de março de 2004.

A caracterização espacial das variáveis abióticas será realizada por análise de similaridade (Cluster), análise de variância (ANOVA) e análise de componentes principais (PCA). Os

resultados limnológicos obtidos serão relacionados às alterações sazonais características dos períodos de enchente, cheia, vazante e seca por análise de componentes principais (PCA).

O Índice de Estado Trófico de Carlson, modificado para sistemas tropicais (LAMPARELLI, 2004), deverá ser utilizado para análise do processo de eutrofização, a partir dos resultados obtidos, em todas as campanhas de campo.

Para as comunidades biológicas, técnicas multidimensionais, descritas em Legendre & Legendre (1998), serão utilizadas para ordenar / agrupar os pontos de monitoramento e para quantificar as relações entre os conjuntos de dados abióticos e bióticos. Técnicas de ordenação deverão ser utilizadas para sintetizar os dados através de índices de qualidade da água.

A análise numérica dos dados biológicos compreenderá: riqueza de espécies, diversidade específica, equitabilidade, espécies abundantes, dominantes e raras e espécies indicadoras. A Riqueza de espécie deverá considerar o número de táxons em cada amostra. A Diversidade específica (H') deverá ser estimada segundo o Índice de Shannon & Weaver (1963).

g) Resultados e Produtos Associados

Todas as informações geradas no monitoramento da qualidade da água serão compiladas num banco de dados. O Banco de Dados armazenará e facilitará o acesso aos dados por pontos amostrais georreferenciados e variáveis da qualidade da água. Este banco será organizado em planilhas eletrônicas, sendo atualizado imediatamente após a determinação das variáveis (abióticas e bióticas) de cada campanha. Deverá ser apresentada, em mapa, a condição da qualidade da água nos pontos amostrados.

Relatórios parciais serão apresentados após cada campanha de coleta. Os relatórios anuais, em meio digital e papel. Um relatório conclusivo deverá ser entregue após cada Etapa do empreendimento (Construção, Enchimento, Operação).

11.4.1.9 Equipe Técnica Envolvida

- 1 Especialista Sênior – Limnólogo – Responsável pela elaboração de relatórios, alocado para serviço de escritório
- 1 Especialista Pleno – Biólogo – Coordenação dos trabalhos de campo e laboratório e elaboração de relatórios
- 2 Especialistas Junior – Biólogos – Coordenação da logística de campo, coleta e laboratório
- 1 Técnico especialista em processamento de dados – Manutenção do Banco de Dados e trabalho de escritório

11.4.1.10 Interface com outros Planos, Programas e Projetos

Por meio do banco de dados serão fornecidas informações de qualidade de água padronizadas para o Programa Ambiental de Construção, o Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas, Programa de Conservação da Ictiofauna, Programa de Conservação da Fauna Aquática, Saúde Pública, Comunicação Social e Educação Ambiental, bem como todos os projetos que compõem os referidos programas.

Todas as informações obtidas nos monitoramentos e sua avaliação a partir da análise dos relatórios serão úteis para o Plano de Gestão de Recursos Hídricos.

Para o estudo da dinâmica de macrófitas aquáticas são necessárias informações sobre variáveis físicas e químicas do corpo d'água. Através do banco de dados de qualidade da água serão fornecidas informações da área de influência do empreendimento e serão feitas análises preditivas fundamentadas nos dados de temperatura da água, turbidez, cor, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, alcalinidade, pH, condutividade, fósforo total, fosfato, nitrito, nitrato, amônio, entre outras, relacionados à ocorrência de macrófitas aquáticas e potencial de proliferação, pelo Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas.

Para manutenção de ovos e larvas e conservação da ictiofauna um conjunto de variáveis da qualidade da água deve estar adequado. Informações precisas sobre aspectos limnológicos são essenciais para o estudo da dinâmica da ictiofauna. Através do banco de dados serão fornecidas informações sobre qualidade da água da área de influência do empreendimento. Serão feitas análises preditivas, fundamentadas nos dados de temperatura da água, turbidez, cor, sólidos totais dissolvidos, em suspensão, oxigênio dissolvido, alcalinidade, pH, condutividade, amônio, relacionados à manutenção de ovos e larvas e conservação da ictiofauna que em conjunto com as informações sobre a comunidade fitoplanctônica, zooplanctônica e bentônica serão feitas possíveis análises sobre hábitos alimentares, pelo Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna.

Aspectos sobre qualidade da água no ecossistema aquático são de interesse para a saúde pública, considerando usos de contato primário, como recreação e pesca, potencial de proliferação de vetores, e facilidade de tratamento para o abastecimento público. Através do banco de dados da qualidade da água serão fornecidas informações sobre a presença de coliformes totais, *Escherichia coli*, além das variáveis necessárias para adequação de sistemas de tratamento de água para abastecimento público, turbidez, sólidos totais, dureza e pH. Baseados nos dados da qualidade da água também serão avaliados os locais favoráveis a proliferação de vetores, pelo Programa de Saúde Pública.

Questões relacionadas à qualidade da água são de interesse público, principalmente por se tratar de um empreendimento que inevitavelmente irá alterar as condições do corpo d'água preexistente. Por meios do Programa de Comunicação Social e do Programa de Educação Ambiental, informações relevantes sobre a qualidade da água na área de influência do empreendimento serão divulgadas por meio de cartazes, folhetos informativos ilustrados, palestras, aulas, dentre outros mecanismos de acesso a estudantes e comunidade local em geral.

11.4.1.11 Avaliação e Monitoramento

A avaliação da qualidade da água e das comunidades biológicas realizada no monitoramento limnológico geral será apresentada em relatórios emitidos após cada campanha trimestral.

Nestes relatórios serão apresentados os resultados de cada parâmetro analisado e suas correlações com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas superficiais e CONAMA 344/2004 para sedimentos. Se os resultados observados estiverem fora dos limites exigidos pela legislação serão apresentadas medidas corretivas.

Para as comunidades biológicas serão identificados os organismos e determinadas suas abundâncias e densidades conforme as metodologias descritas e comparadas com as obtidas em estudos anteriores de forma a identificar se existem variações nas comunidades.

Nos relatórios também serão apresentados registros fotográficos dos locais amostrados ao longo do monitoramento. A evolução temporal e espacial será avaliada em relatórios anuais durante todas as etapas do empreendimento, totalizando 10 relatórios anuais.

A avaliação da qualidade dos cursos de água do entorno dos acampamentos, alojamentos, canteiros de obras, linhas de transmissão e estradas que serão construídas como parte da infra-estrutura de apoio às obras será realizada em relatórios emitidos após cada campanha. Nestes relatórios serão apresentados os resultados de cada parâmetro analisado e suas correlações com os limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05, ou a Portaria 518 do MS, conforme se aplique. Se os resultados observados estejam fora dos limites exigidos pela legislação serão apresentadas medidas corretivas. A mesma avaliação se aplica ao monitoramento a ser realizado nas captações dos acampamentos e nos efluentes das ETEs e dos canteiros industriais. A evolução temporal e espacial será avaliada através de relatórios anuais enquanto os canteiros de obra e os acampamentos estiverem em funcionamento.

Após o monitoramento de um ciclo hidrológico completo, no primeiro relatório anual, serão avaliadas a necessidade de aumento ou diminuição da malha amostral, de acordo com a demanda do empreendimento, e a relevância de cada parâmetro monitorando. No caso de parâmetros que não apresentem variabilidades significativas nas análises estatísticas, os mesmos poderão ser retirados do monitoramento e poderão ser incluídos outros que sejam necessários para satisfazer necessidades do próprio programa ou de programas de interface.

11.4.1.12 Responsável pela Implementação

O responsável pela implantação do programa é o empreendedor que deverá contar com serviços especializados de instituições com larga experiência e conhecimentos em estudos limnológicos e monitoramento da qualidade da água.

11.4.1.13 Cronograma Físico

UHE BELO MONTE

PROJETO DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL

Marcos	Observações	Cronograma																																																																																																																																																																							
		2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025																																																																																																															
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4																																																																																																																				
Atividades																																																																																																																																																																									
Item	Atividade																																																																																																																																																																								
ETAPAS		IMPLANTAÇÃO																																																																																				OPERAÇÃO COMERCIAL (A PLENA CARGA)																																																																																			
CRONOGRAMA DAS OBRAS																																																																																																																																																																									
1	Obras para melhoria e abertura de acessos ao empreendimento																																																																																																																																																																								
2	Implantação dos canteiros e instalações iniciais																																																																																																																																																																								
3	Implantação de vilas residenciais																																																																																																																																																																								
4	Implantação do Porto (Porto da Obra)																																																																																																																																																																								
5	Lançamento das enscadeiras principais (1a e 2a fases)																																																																																																																																																																								
6	Implantação obras civis Sítio Pimental (barragens, vertedouro, circuito adução/geração e LT)																																																																																																																																																																								
7	Início de operação do sistema provisório de transposição de embarcações																																																																																																																																																																								
8	Implantação do sistema definitivo de transposição de embarcações																																																																																																																																																																								
9	Implantação do sistema de transposição de peixes																																																																																																																																																																								
9	Serviços de montagem no Sítio Pimental																																																																																																																																																																								
9	Implantação obras civis Sítio Belo Monte (barragens e circuito adução/geração)																																																																																																																																																																								
10	Serviços de montagem no Sítio Belo Monte																																																																																																																																																																								
11	Escavação e demais obras relacionadas aos canais																																																																																																																																																																								
11	Construção dos diques																																																																																																																																																																								
12	Desmobilização total dos canteiros																																																																																																																																																																								
CRONOGRAMA DOS CADASTROS																																																																																																																																																																									
1	Cadastro Socioeconômico																																																																																																																																																																								
1.1	Áreas de canteiros, linhas de transmissão e acessos para as obras	Concluído																																																																																																																																																																							
1.2	Vila Santo Antônio, Porto e Sítio Belo Monte	Concluído																																																																																																																																																																							
1.3	Trecho de Vazão Reduzida																																																																																																																																																																								
1.4	Reservatório do Xingu																																																																																																																																																																								
1.5	Reservatório Intermediário																																																																																																																																																																								
1.6	Igarapés (Altamira)																																																																																																																																																																								
2	Cadastro Físico-territorial (inclui avaliação de benfeitorias e medição)																																																																																																																																																																								
2.1	Áreas de canteiros, linhas de transmissão e acessos para as obras	Concluído																																																																																																																																																																							
2.2	Vila Santo Antônio																																																																																																																																																																								
2.3	Reservatório do Xingu																																																																																																																																																																								
2.4	Reservatório Intermediário																																																																																																																																																																								
2.5	Igarapés (Altamira)																																																																																																																																																																								
CRONOGRAMA DO PROJETO DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL																																																																																																																																																																									
1	Identificação da instituição executora e formalização de parcerias																																																																																																																																																																								
2	Formação da equipe de trabalho																																																																																																																																																																								
3	Coleta água superficial - entorno da infra-estrutura da apoio à construção																																																																																																																																																																								
4	Coleta água de consumo e efluentes - canteiros industriais e acampamentos																																																																																																																																																																								
5	Coleta de água - estradas e linhas de transmissão																																																																																																																																																																								
6	Análise da qualidade da água e estudos limnológicos																																																																																																																																																																								
7	Elaboração de relatórios anuais																																																																																																																																																																								

11.4.1.14 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

Profissional	Registro no CRBio	CTF/IBAMA
Dr. José Galizia Tundisi	33693/01-D	296428
Dra. Takako Matsumura-Tundisi	33694/01-D	311387
Dra. Corina V. Sidagis Galli	-	3781165
Biol. Carlos Rogério Lopes Faria	-	3780938

11.4.1.15 Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A.A., JÚLIO JR., H.F. & BORGHETTI, J.R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. **Unimar**. 1992. 14:89-107.

AGOSTINHO, A.A., Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros. In: COMASE/ELETROBRÁS. Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro. (Caderno 4: estudos e levantamentos). Rio de Janeiro: COMASE/ELETROBRÁS, 1995. p. 8-19.

AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C., Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. (Eds.) *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM, 1997. p. 319-364.

APHA, *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21st. ed. American Public Health Association, Washington. 2005. 1368 pp.

ANDERSEN, J. M. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. **Water Research**, 1976, 10: 329-331.

AROCENA, R. Sedimento. In: Arocena, R. & D. Conde (Eds.) *Métodos en ecología de aguas continentales*. Universidad de la República – Facultad de Ciencias. Montevideo Uruguay. 1999. p. 40-52.

BARBOSA, F.A.R., MAIA-BARBOSA, P., SANTOS, M.B.L., MINGOTTI, S., AQUINO, V., Nova ferramenta para o monitoramento da qualidade da água. **Ciência Hoje** v. 19, n. 110, 1995. p. 16-17.

BICUDO, C. M. *Contribuição ao conhecimento das algas de água doce do Parque do Estado de São Paulo*. Quatro espécies de *Dinobryon Ehrenb. Rickia*, 1965. v.2, p. 81-87.

BICUDO, C. M. e BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, São Paulo, 1970. 228p.

BICUDO, C. M., BICUDO M. de E. C., MENEZES M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrições**. São Carlos, SP: Rima Editora, 2005. 508p.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique. Tomo II: Les algues jaunes et brunes**. Paris: Ed. Boubée e Cie, 1968. 468p.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce, Initiation à la systematique. Tomo III: Eugléniens, Péridinies, Algues rouges et algues bleues.** Paris: Ed. Boubée e Cie, 1970. 512p.

BOURRELY, P. **Lês algues d'eau douce, Initiation à la systematique. Tomo I: Les algues vertes.** Paris: Ed. Boubée e Cie, 1972. 572p.

BOURRELLY, P. C. **Les Algues D'eau Douce: Initiation à La Systématique, Vol. 2: Les Algues Jaunes et Brunas, les Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées.** Paris. Éditons N. Boubée & Cie. v. 2, 517p, 1981.

BOURRELLY, P. C. **Les Algues D'eau Douce: Initiation à La Systématique, Vol. 3: Les Algues Blenas et Rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines.** Paris. Éditons N. Boubée & Cie. v. 3, 606p, 1988.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central. In: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. (eds). **Ecologia de insetos aquáticos.** PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998. p.223-234.

CUMMINS, K.W.; MERRIT, R.W.; ANDRADE, C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment.* 2005. 40:71-90.

DESIKACHARY, T. V. **Cyanophyta.** New Delhi. Ed. Board., 1959. 545 pp

DUSSART, B.H. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hidrobiologia.* 113: 25-67, 1984.

DUSSART, B.H. & D. DEFAYE. **Introduction to the Copepoda.** Backhuys Publishers, Leiden, 2001. 344p.

EDMONDSON, W.T. **Fesh Water Biology.** 2nd editon. University of Washington, Seattle, 1959. 1248 p.

EL MOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil.** Edit. Universa-UCB- Brasília, DF, 1997. 156p.

ESTEVES, F.A., Lagoas costeiras de Macaé: a limnologia utilizada como instrumento de preservação dos ecossistemas aquáticos. **Ciência Hoje** v. 19, n. 110, 1995. p.75-77.

GEITLER, L. *Cyanophyceae.* In: RABENHORST, L. (Eds) *Kryptogammenflora von Deutschland, Osterreich, under de Sweitz.* Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft. Vol.14, pp. 673-1056, 1932.

HUBER-PESTALOZZI, G. **Das Phytoplankton dès Susswassers: Systematik und Biologie: Cryptophyceae, Chlormonadophyceae, Dinophyceae.** Schweizbartsch Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1968. 132p.

HUSTED, T. **Bacillariophyta.** In: PASCER, A. *Die Susswasser Flora Mitteleuropas.* 2. ed. G. Fischer, Jena. 1930. v.10, 466p.

KOMÀREK, I. A review of waterbloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. *Algological Studies,* v. 64, p. 115-127, 1991.

KOSTE, W. **Rotatoria**. Stuttgart, Berlin. 1978. 234p.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: validação dos métodos de monitoramento**. 238f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, 2004.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. *Numerical ecology. Developments in Environmental Modelling 20*. Elsevier Science, Amsterdam, 1998, 853p.

MARGALEF, R. *Limnologia. Barcelona*. OMEGA. 1983.1009 p.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: R. Henry (Ed.) **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, função e aspectos sociais**. FUNDIBIO/FAPESP, Botucatu, 1999, pp. 39-54.

MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3ª ed., Dubuque, Kendall/Hunt. 1984, 722 p.

MIZUNO, T. *Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan*. Publ. Hoikusha, 1964. 356 p.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J.L. & FERNANDES BAPTISTA, D. *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro* – Technical Books Editora. Rio de Janeiro, 2010, 176 p.

NUSH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. **Arch. Hydrobiol. Beih.** Stuttgart, 1980, p. 14-39.

PENNAK, R. W. **Fresh Water Invertebrates of the United States**. The Ronald Press Company New York, 1953. 769p.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western Great Lake Area**. Dubuque, W.M.C. Brown Company Publ, 1966. 577p.

ROLDÁN, G., Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. FENCOLOMBIA-COLCIENCIAS – Univ. de Antioquia. 1996. 217 p.

ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: Biology and morphology of the genera**. Cambridge, University Press, 1990. 747 pp,

SANT'ANNA, C.L. Chroococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Bibl. Phycol.* v.67, p. 1-348, 1984.

SANT'ANNA, C.L.; XAVIER, M. B. E Sormus, L. Estudo do fitoplâncton da represa de Serraria, Estado de São Paulo, Brasil. *Ver. Brasil. Biol.* v. 48, n.1, p. 83-102, 1988.

SEGERS, H. *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Vol 2: The Lecanidea (Monogonata). University of Gent, Belgium, 1995, 226p.

SHANNON, C. E. & WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana, IL: University of Illinois Press, 1963.

SMIRNOV, N.N. *Fauna of the U.S.S.R. Crustacea*. Academy of Sciences, Zoological Institute, Leningrad, 1971, 644p.

THOMAZ, S. M., ROBERTO, M.C., BINI, L.M., Limnologia do reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. (Eds.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM, 1997. p. 19-37.

TOMAS, C. R. **Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates**. San Diego, Academic Press, 1997, 598p.

TUNDISI, J.G., MATSUMARA-TUNDISI, T., CALIJURI, M.C., Limnology and management of reservoirs in Brazil. In: STRASKRABA, M., TUNDISI, J.G. & DUNCAN, A. (eds.). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 25-55.

TUNDISI, J.G. & STRASKRABA, M., Gerenciamento da qualidade da água de represas. In: STRASKRABA, M., & TUNDISI, J.G. (Eds) *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*, v. 9. São Carlos: ILEC; IIE, 2000. 280 p.

UTERMÖHL, H., Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton metodik. **Mitt Int. Rer Theor.Argrew. Limnol.** 1958. 9: 1-38.

VALDERRAMA, J.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marc. Chem.**, v. 10, p. 109-122, 1981.

WETZEL, R.G. & LINKENS, G.E. *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag. 1991.

11.4.2 Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas

11.4.2.1 Introdução

A formação de um reservatório provoca modificações na hidrodinâmica, contribuindo diretamente nos processos envolvidos nas características físicas e químicas do ambiente. Conseqüentemente, tais mudanças contribuem também para alterações na composição das comunidades biológicas dependentes direta ou indiretamente dos recursos envolvidos.

As macrófitas aquáticas representam um grupo expressivo de comunidade de ecossistemas aquáticos continentais, contribuindo com uma parcela significativa de biomassa e estocagem de energia.

Estes vegetais apresentam adaptações que permitem seu crescimento em um gradiente que compreende desde solos saturados até submersos na coluna d'água (ESTEVES, 1998; BIANCHINI JR. et al., 2002; CAMARGO et al., 2003), sendo encontrados principalmente nas margens e nas áreas mais rasas de rios, lagos e reservatórios. São ainda componentes importantes dos corpos hídricos, pois proporcionam locais para reprodução, alimentação e proteção para organismos aquáticos, incluindo peixes, aves e insetos e auxiliam na proteção e estabilização das margens, entre outras funções (MURPHY, 1988; ESTEVES, 1998).

A formação de um reservatório artificial resulta da criação de um ambiente propício para a colonização de macrófitas aquáticas de diferentes formas biológicas (BIANCHINI JR., 2003). O barramento das águas fluviais favorece o acúmulo de nutrientes, o que propicia um crescimento acelerado dessas plantas, ao mesmo tempo em que a diminuição da

velocidade da corrente de água contribui para a manutenção de bancos de macrófitas. Essencialmente, em uma represa existem gradientes horizontais e verticais e um contínuo fluxo de água em direção à barragem. Em função do fluxo de água e das diferenças de nível que ocorrem durante as diversas épocas do ano, esses gradientes apresentam variações temporais. Além disso, os diferentes tempos de residência da água durante o ciclo estacional propiciam modificações na altura do nível de água, interferindo na estrutura e na composição da comunidade (TUNDISI, 1985).

Devido ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas, alguns reservatórios já apresentaram problemas operacionais e restrições nos seus usos (THOMAZ & BINI, 1999). Seu crescimento excessivo pode afetar os usos da água, como a recreação, irrigação, abastecimento de cidades e indústrias, navegação e geração de energia. Pode, ainda, empobrecer o ambiente para peixes, aves e outros organismos, pela formação de grandes infestações de uma única espécie. Em algumas situações, podem representar problemas para a saúde pública, pois oferecem ambientes adequados para o desenvolvimento de vetores de doenças (ESTEVES, 1998).

A UHE Belo Monte, objeto do presente Projeto Básico Ambiental (PBA), é um empreendimento a ser localizado na região norte do Brasil, no rio Xingu, afluente da margem direita do rio Amazonas, no estado do Pará. Localiza-se entre os paralelos 3°00' e 3°40'S e os meridianos 51°30' e 52°30'W. Este empreendimento foi projetado para uma geração de energia a fio d'água, isto é, o acionamento das turbinas depende essencialmente das vazões naturais afluentes às Casas de Força, uma vez que o reservatório não tem capacidade de acumulação (*vide* EIA/RIMA AHE Belo Monte, Capítulo 1).

O regime hidrológico do rio Xingu é monomodal caracterizado por um período de águas baixas, de junho a novembro, e um período de águas altas, de fevereiro a maio, sendo as vazões mínimas do ano com maior frequência em setembro e as máximas em abril. Portanto, o monitoramento no rio Xingu deve contemplar as fases de enchente, cheia, vazante e seca da região.

Considerando as intervenções do empreendimento na região e suas etapas construtivas, a malha amostral deverá considerar as eventuais diferenças de tipos e usos de solo na bacia, bem como as contribuições de tributários, áreas formadoras de remansos e a nova configuração dada aos ambientes aquáticos modificados pelos desvios da água e barramentos.

Desta forma, o Projeto de Monitoramento e Controle das Macrófitas Aquáticas constitui uma importante ferramenta de avaliação e manejo desta comunidade na área da UHE Belo Monte a qual prevê o acompanhamento de indicadores de biomassa e composição destes vegetais, avaliando potenciais prejuízos aos múltiplos usos dos recursos hídricos bem como determinar possíveis formas de controle.

11.4.2.2 Justificativa

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas é parte integrante do conjunto de projetos que prevê ações ambientais de mitigação e monitoramento propostos no Volume 33 do EIA do empreendimento, bem como todas as condicionantes para a execução da obra.

A avaliação das variáveis bióticas e abióticas dos ecossistemas aquáticos constitui importante instrumento de aquisição de dados subsidiando informações acerca das mudanças e interações ecológicas entre os organismos e as condições ambientais. AGOSTINHO (1995) e AGOSTINHO & GOMES (1997), definem monitoramento como

“levantamentos conduzidos para avaliar o grau de variabilidade de fatores bióticos ou abióticos em relação a um modelo ou padrão conhecido ou esperado”. As informações sobre um estado ou fenômeno devem ser obtidas em uma escala temporal que reflita suas variações no sistema, as quais são cíclicas e reguladas por fatores ambientais (o fotoperíodo, as estações do ano, chuvas, níveis fluviométricos, etc.).

Nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, verificou-se a presença abundante de macrófitas aquáticas no rio Xingu e nos igarapés Ambé e Altamira, todos localizados nas proximidades da cidade de Altamira-PA, indicando ambientes com maiores concentrações de nutrientes.

Verificou-se também a presença de extensos aningais (*Montrichardia* sp.) nas margens de muitos corpos hídricos presentes na região. Esta espécie dominante atua como agente na contenção de processos erosivos das encostas, além de propiciar a manutenção de áreas úmidas nas margens do rio Xingu e igarapés.

No âmbito da avaliação de impactos ambientais do EIA/RIMA do AHE Belo Monte foi indicado o impacto ‘Perda da Diversidade de Invertebrados, Algas e Macrófitas Aquáticas’ que ocorrerá devido ao aumento de turbidez da água, alterações dos componentes químicos e físicos dos corpos hídricos e também do assoreamento nos igarapés.

Desta forma, o Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas, reúne um conjunto de atividades voltadas para a minimização e prevenção de impactos socioambientais causados pela proliferação destes vegetais.

11.4.2.3 Objetivo

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas tem como objetivo geral monitorar e identificar possíveis alterações nos padrões de distribuição e composição da comunidade de macrófitas aquáticas na área de influência da UHE Belo Monte, face às alterações na qualidade da água. Além disso, ainda como objetivo do projeto, tem-se a proposição de mecanismos de controle caso ocorra a proliferação de macrófitas, sobretudo de espécies flutuantes devido ao processo de eutrofização.

11.4.2.4 Metas

O **QUADRO 11.4.2-1** apresenta as metas e objetivos previstos para o Projeto de Controle e Manejo de Macrófitas Aquáticas na UHE Belo Monte.

QUADRO 11.4.2-1
Relação de metas associadas aos objetivos específicos do PBA de controle e manejo de macrófitas aquáticas.

Continua

Objetivos	Metas
Avaliar a comunidade de macrófitas aquáticas no rio Xingu, lagoas e seus principais tributários, entre os trechos de montante e jusante da UHE Belo Monte (avaliação espacial).	Realizar levantamento da cobertura, composição e estrutura da comunidade (análises de composição, biomassa, dominância, diversidade, similaridade e riqueza) de macrófitas aquáticas no rio Xingu, lagoas e afluentes, nos trechos restritos à área de influência do empreendimento, durante dez anos de monitoramento, respeitando a sazonalidade.
Avaliar a comunidade de macrófitas aquáticas nos igarapés barrados pelos diques e em trecho a jusante das obras do sítio Pimental.	Realizar campanhas bimestrais, durante um ano, em trechos a jusante dos igarapés barrados pelos diques e em trecho a jusante da barragem do Sítio Pimental no Trecho de Vazão Reduzida (TVR).
Avaliar a comunidade de macrófitas aquáticas no rio Xingu, lagoas e seus principais tributários, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação dos reservatórios (avaliação temporal).	Realizar campanhas de campo trimestrais, durante a execução das obras (fase rio), contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca.
	Realizar campanhas de campo bimestrais, durante um ano, após início do enchimento dos reservatórios (fase enchimento/início da estabilização), nos reservatórios do Xingu e Intermediário. Realizar campanhas de campo trimestrais, durante os anos de operação (fase reservatório), contemplando os períodos de enchente, cheia, vazante e seca, em pontos localizados nos reservatórios do Xingu e Intermediário, canal de derivação e a jusante dos reservatórios nas áreas propícias ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas.
Identificar as alterações espaciais e temporais da comunidade de macrófitas aquáticas, ao longo do rio Xingu, lagoas e seus principais tributários, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.	Determinar a biomassa e área de estantes na área de influência direta do empreendimento ao longo do período de monitoramento.
Determinar a relação da dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas com os ciclos sazonais e pulsos de inundação dos corpos d'água, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.	Efetuar a coleta e análise de dados, visando a comparação das variações de composição, biomassa, dominância, similaridade, diversidade e riqueza de espécies e área de ocupação dos estandes em função da velocidade da correnteza e altura da coluna d'água durante os períodos de construção e enchimento dos reservatórios trimestralmente.

QUADRO 11.4.2-1

Relação de metas associadas aos objetivos específicos do PBA de controle e manejo de macrófitas aquáticas.

Objetivos	Metas	Conclusão
Determinar a relação da comunidade de macrófitas aquáticas com as variáveis limnológicas, na área de influência do empreendimento, durante as fases de implantação, enchimento e operação do reservatório.	Relacionar as variáveis temperatura, nutrientes (fósforo e nitrogênio total), pH, condutividade, turbidez, transparência, potencial redox, concentrações de oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, material em suspensão e clorofila a com a composição, diversidade, similaridade, biomassa, dominância e riqueza das espécies e área de ocupação dos estandes, durante os períodos de construção e enchimento dos reservatórios (bimestralmente durante a construção e trimestralmente nos anos seguintes).	
Gerar informações precisas sobre as regiões com maior probabilidade de ocorrência de proliferação de macrófitas, na área de influência do empreendimento.	<p>Mapeamento de estandes através de imagens de satélite e fotografias aéreas, quando necessário.</p> <p>Criação de um banco de dados georreferenciado para mapeamento das regiões de ocorrência de macrófitas aquáticas, na área de influência do empreendimento, que será alimentado com os resultados do monitoramento a médio e longo prazos.</p> <p>Utilizar o banco de dados gerado pelo Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água para realizar análises de correlação e análises preditivas, relacionados à dinâmica de macrófitas aquáticas, potencial de proliferação, absorção de poluentes e ciclagem de nutrientes.</p>	
Promover interface com os Programas Ambientais propostos para a UHE Belo Monte (Programas de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos; de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios; Plano de Gestão dos Recursos Hídricos, Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, Conservação da Ictiofauna e Plano de Saúde Pública).	<p>Utilizar as informações sobre a cobertura vegetal e processos erosivos das margens do reservatório geradas pelo Programa de Desmatamento do Reservatório e Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos para realizar análises de correlação e análises preditivas, relacionados à dinâmica de macrófitas aquáticas, potencial de proliferação e ocupação das margens.</p> <p>Fornecer informações sobre a ocorrência de estandes de macrófitas aquáticas de interesse para saúde pública, locais de alimentação, reprodução e refúgio da ictiofauna e organismos que por ventura utilizem estes recursos</p> <p>Integralização dos dados dos Programas e Projetos disponibilizando informações sobre as áreas objetos de estudo do Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas.</p>	
Realizar ações de controle de macrófitas aquáticas, quando forem identificados problemas de proliferação excessiva na área de influência do empreendimento.	Elaboração de Projetos específicos para o controle e manejo das macrófitas aquáticas a partir das informações geradas pelo Monitoramento.	

Como resultados deste projeto, será possível através desses dados, verificar mudanças temporais e espaciais nos estoques de biomassa e nutrientes das macrófitas aquáticas, determinar as taxas de decomposição das várias frações da planta e dos teores de oxigênio dissolvido utilizados durante esse processo, determinar seu período de maior crescimento e as taxas e quantidades de matéria orgânica produzidas. Todos esses dados servirão como subsídios auxiliares visando o manejo das macrófitas aquáticas, colaborando assim no gerenciamento ambiental.

A avaliação continua da **biomassa** de estandes de macrófitas aquáticas bem como a caracterização da **qualidade da água** nos locais de amostragem, indicando ou não o processo de eutrofização, constituir-se-ão os principais **indicadores** a serem utilizados para caracterização de possível crescimento rápido e desordenado de estandes de macrófitas aquáticas nas áreas de influência do empreendimento. Os procedimentos referentes ao manejo das macrófitas aquáticas são citados mais detalhadamente no **item 11.4.2.11** que trata dos Procedimentos de Controle e Manejo.

11.4.2.5 Etapas do Empreendimento nas quais Deverá ser Implementado

O Projeto do Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas será implementado na etapa de construção, com previsão de 10 anos de execução, sendo realizado da seguinte forma:

Trimestralmente serão monitorados todos os pontos de coleta, a partir do primeiro mês da construção, com exceção dos pontos localizados a jusante do Sítio Pimental, no trecho de vazão reduzida (TVR) e nos igarapés barrados pelos diques (DI), nos quais o monitoramento se dará bimestralmente a partir do início das intervenções de desvio para a construção das obras, devido à possível formação de locais com circulação restringida da água que favoreçam a proliferação de macrófitas aquáticas.

Na Etapa de Enchimento, prevê-se o monitoramento em toda a área de influência do empreendimento, verificando possíveis deslocamentos de espécies livres e mapeamento de estandes cobertos pelo enchimento.

11.4.2.6 Área de Abrangência

As ações previstas no Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas aplicam-se na área de influência direta do empreendimento e em trecho da área de influência indireta no rio Xingu após a restituição da vazão.

11.4.2.7 Base Legal e Normativa

No Brasil, não há legislação específica que trata sobre as macrófitas aquáticas, no entanto o Projeto de Monitoramento e Controle das Macrófitas Aquáticas da UHE Belo Monte atende as solicitações do IBAMA exaradas por meio dos Pareceres, nº 114/2009 e nº 06/2010 que tratam da análise técnica do estudo de impacto ambiental (EIA) e complementações solicitadas.

11.4.2.8 Metodologia

a) Descrição dos Compartimentos que serão Monitorados

O reservatório terá Nível Máximo Normal de operação na cota 97,0 m, apresentando, na realidade, dois compartimentos distintos: um a ser formado na calha do rio Xingu, que compreende a área de inundação deste corpo hídrico na cota 97,0 formado pelo Eixo da Barragem Principal, localizado no Sítio Pimental; e outro configurado a partir de um canal de derivação, conduzindo a vazão desviada do rio Xingu até a Casa de Força Principal (Sítio Belo Monte). Em acordo com esta configuração, estes dois compartimentos serão denominados neste PBA, respectivamente, de **Reservatório do Xingu (RX)** e de **Reservatório Intermediário (RI)**.

Resultante dessa configuração formar-se-á um trecho de cerca de 100 km de extensão no rio Xingu a ser submetido a uma vazão residual, denominado de **Trecho de Vazão**

Reduzida (TVR), localizado na área de “Volta Grande do Xingu”, a jusante da barragem Pimental.

a.1) Compartimento Ambiental Reservatório do Xingu

Compreende todas as estruturas e infra-estrutura de construção associadas ao Sítio Pimental, e ao Reservatório do Xingu. Esta parte do reservatório, a localizar-se a montante do Canal de Derivação, constitui, basicamente, da calha natural do rio Xingu, com a incorporação de áreas laterais de inundação e da maioria de ilhas e pedrais posicionados no leito. Apresentará as seguintes características físicas principais:

Nível d'água Máximo Normal.....cota 97,0 m

Extensão total desenvolvida na cota 97,0 m84 km

Área na cota 97,0 m382 km²

Perímetro na cota 97,0 m549 km

Profundidade média para a cota 97,0 m6,2 m

a.2) Compartimento Ambiental Reservatório Intermediário

Com as águas desviadas pelo Canal de Derivação, o Reservatório Intermediário situar-se-á na margem esquerda do rio Xingu, conformado pela aglutinação de cinco sub-bacias de pequenos tributários desse corpo hídrico (igarapés). Este será confinado através da construção de diques sobre o leito de alguns afluentes, interceptando os vales desses igarapés que drenam para o rio Xingu.

O Reservatório Intermediário apresentará as seguintes características físicas principais:

Nível d'água Máximo Normal.....cota 96,0 m

Nível d'água Máximo operativo.....cota 97,0 m

Extensão total desenvolvida na cota 97,0 m50 km

Área na cota 97,0 m122 km²

Perímetro na cota 97,0 m294 km

Profundidade média para a cota 97,0 m17,6 m

a.3) Compartimento Ambiental “Trecho de Vazão Reduzida - TVR”

O arranjo das estruturas da UHE Belo Monte prevê a derivação de parte da vazão do rio Xingu, na altura do Sítio Pimental, para a Casa de Força Principal, posicionada fora da calha natural, localizada no Sítio Belo Monte. Esta configuração cria um trecho de vazões reduzidas, a jusante do barramento principal, na Volta Grande do Xingu, com extensão de aproximadamente 100 km.

Os principais afluentes ao rio Xingu, neste trecho, são os rios Itatá, Bacajaí e Bacajá, pela margem direita, sendo o rio Bacajá o mais importante deles, com área de drenagem de 23.070 km². O restante da contribuição entre o local do barramento no Sítio Pimental e o da Casa de Força Principal, pela margem esquerda, deve-se a pequenos córregos (igarapés) situados na Volta Grande.

Este compartimento ambiental será mantido por um hidrograma mínimo para vertimento no estirão de jusante com o intuito de serem preservadas as condições ambientais para este trecho do rio.

As obras do Sítio Pimental terão sequência construtiva que se caracteriza pelo desvio do rio Xingu, a ser realizado em 2 fases. Na primeira, que tem duração prevista de 38 meses, o rio escoará pelos canais esquerdo e direito, com o fluxo no canal central interrompido. Durante a segunda fase de desvio, com duração de 17 meses, o escoamento se dará pelos 17 vãos do Vertedouro Principal e pelo canal esquerdo do rio Xingu, estando o canal direito ensecado. Esta configuração contribuirá pela interrupção parcial do rio Xingu, pela margem esquerda, de um trecho de aproximadamente 10 km, o que acarretará a formação de poças e alteração das vazões ao longo do trecho (EIA, Volume 1).

a.4) Diques e Barragens Laterais

Para conformar o reservatório Intermediário, serão dispostos diversos diques de fechamento lateral em drenagens que vertem para o rio Xingu. São diques de extensões e alturas variadas, em função de sua localização, se em talvegues ou em selas topográficas. As alturas dos diques variam entre 3 m e 35 m, no Sítio Bela Vista, e entre 3 m e 70 m, naqueles mais próximos ao Sítio Belo Monte. Os maiores igarapés a serem barrados pelos diques são: Santo Antônio, Cobal, Cajueiro, Ticaruca e Paquiçamba.

Estas estruturas possuirão sistemas de drenagem que visam separar os fluxos que atravessam o maciço e a fundação do escoamento oriundo de águas pluviais incidentes sobre o talude de jusante; e manter todo o sistema interno de drenagem, reduzindo riscos de colmatação.

a.5) Infraestrutura Hidroviária de Suporte a Construção

O trecho navegável do rio Xingu pode ser dividido em dois sub-trechos: o primeiro, desde sua foz até a cidade de Senador José Porfírio e o segundo, de Senador José Porfírio à vila de Belo Monte. Espera-se que nestes trechos, haja um aumento da circulação de embarcações, sobretudo durante o período de construção do reservatório para o transporte de insumos, materiais e equipamentos ao longo do rio Xingu até o local da obra.

Para tanto, fatores de restrição à navegação no rio Xingu deverão ser minimizados através de dragagens localizadas e balizamento dos trechos críticos, estabelecendo-se um canal de navegação que permita o transporte de equipamentos pesados, por via fluvial, desde o porto de Belém até o local da obra (*vide* EIA, Capítulo 1).

Neste trecho, foi possível constatar, como descrito no EIA, a formação de extensos estandes de macrófitas nas margens ou formando ilhas que ultrapassam áreas de 1 km². Assim sendo, este Projeto prevê o monitoramento do trecho que se estende da vila de Belo Monte, nas proximidades do porto da Petrobrás, à jusante do igarapé Tucuruí, compreendendo o porto de Vitória do Xingu, de forma a identificar possíveis comprometimentos à navegabilidade, como o deslocamento de estandes flutuantes ou incremento de biomassa em determinadas épocas do ano, bem como constatar possíveis

alterações na qualidade da água após restituição de vazão (interface com o Projeto de Monitoramento de Limnologia e da Qualidade da Água).

b) Rede Amostral e Periodicidade

Partindo desta configuração, o Projeto de Monitoramento e Manejo das Macrófitas Aquáticas descrito neste PBA da UHE Belo Monte contemplará uma rede amostral cuja distribuição e representada na **FIGURA 11.4.2-1**. O **QUADRO 11.4.2-2** lista as coordenadas dos pontos amostrais.

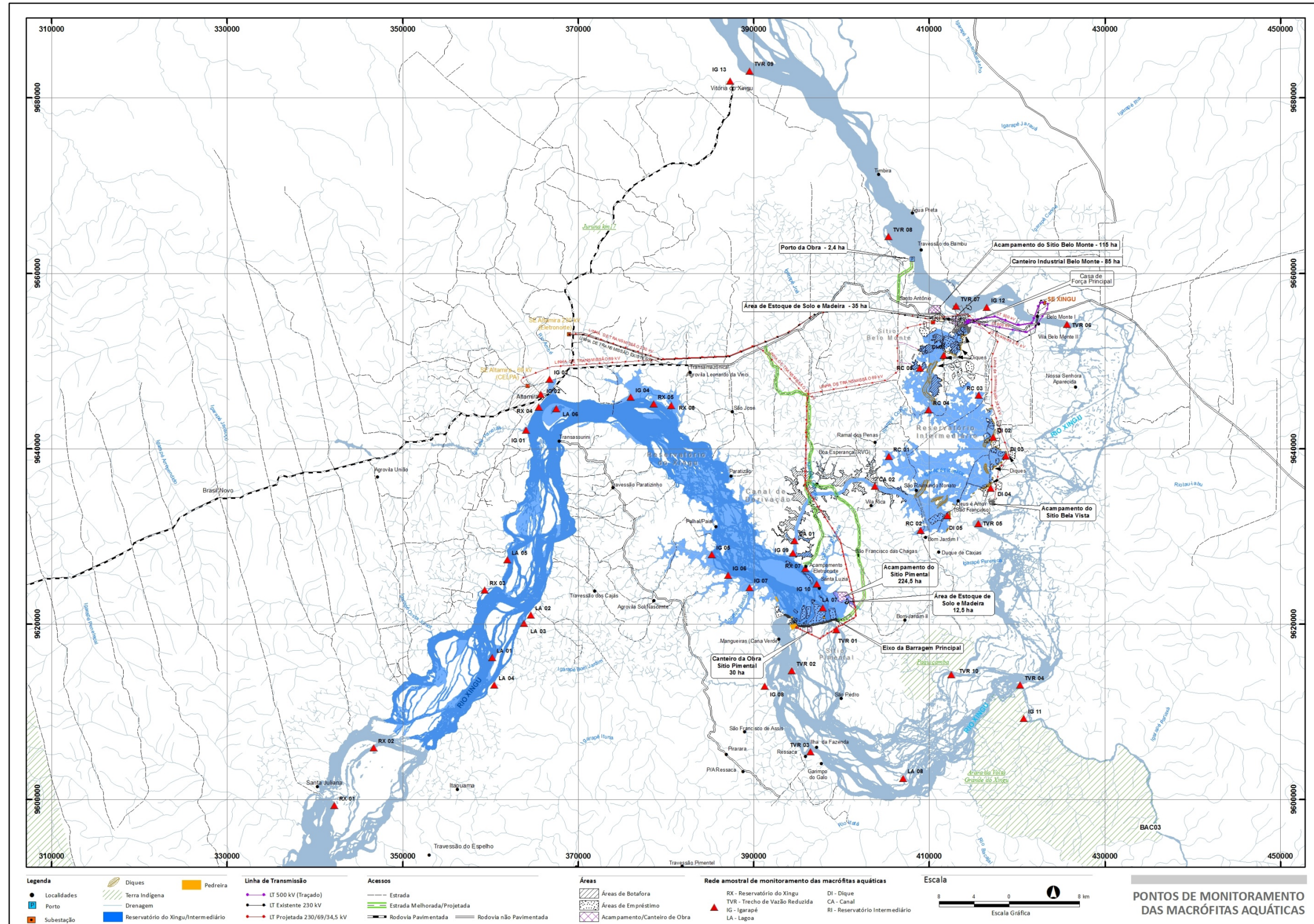


FIGURA 11.4.2-1 - Pontos de Monitoramento das Macrófitas Aquáticas

b.1) Reservatório do Xingu

No Compartimento Reservatório do Xingu, serão monitorados pontos identificados no estudo específico apresentado no EIA, com a presença de estandes de macrófitas aquáticas, incluindo-se aí a região próxima ao trecho urbano da cidade de Altamira. Serão também monitorados pontos localizados em áreas propícias ao incremento de biomassa destes vegetais, localizados em áreas de remansos e próximos locais com alguma atividade antrópica como atividades agropecuárias e próximos a núcleos residenciais. Neste compartimento, o monitoramento se dará trimestralmente durante a fase de construção e operação, e bimestralmente durante o período de enchimento e estabilização do reservatório.

b.2) Reservatório Intermediário

O monitoramento neste compartimento será realizado em seu canal e no próprio reservatório formado, durante o **ano de enchimento**, com uma periodicidade **bimestral**.

b.3) Trecho de Vazão Reduzida

O monitoramento neste trecho se dará com distintas periodicidades nas etapas de **construção e enchimento** dos reservatórios. No referente ao início das atividades de construção, este trecho será monitorado **bimestralmente** a partir das intervenções para desvio do curso d'água do rio Xingu no Sítio Pimental e **trimestralmente** nos anos seguintes contemplando o ciclo hidrológico.

b.4) Lagoas

As lagoas selecionadas na área de influência do empreendimento localizam-se, na área de influência direta (AID) do compartimento Reservatório do Xingu, em ilhas ou próximas às margens do rio Xingu, que serão afetadas pela formação do remanso. As lagoas localizadas ao longo do rio Xingu, constituem importante biótopo, que abrigam diversas espécies de macrófitas aquáticas, contribuindo potencialmente para a dispersão das mesmas.

O monitoramento contemplará estes ambientes nas etapas de **construção e enchimento** em intervalos trimestrais.

b.5) Igarapés

Os igarapés constituem tributários diretos do rio Xingu e podem contribuir para a dispersão de macrófitas aquáticas.

Foram selecionados os principais igarapés presentes na área de influência direta e indireta do empreendimento, previamente estudados no EIA:

- **Panela, Altamira, Ambé, Ituna, Galhoso, Di Maria, Bacajá, Cobal e Tucuruí** - Com o enchimento do reservatório, como indicado no mapa, serão formados alguns “braços” ao longo das margens do rio Xingu, pela criação de áreas de remansos que se estendem por alguns igarapés. Desta forma, além dos igarapés anteriormente estudados, serão incluídos os seguintes igarapés:
- **Igarapé Trindade** - localizado na margem esquerda do rio Xingu, logo a jusante da cidade de Altamira;

- **Igarapé A (nome a identificar), B (nome a identificar) e Bastião** - localizados na margem direita do rio Xingu, a montante do Sítio Pimental:

Prevê-se neste ponto o monitoramento trimestral durante a etapa de construção e enchimento.

b.6) Igarapés Barrados pelos Diques

Este Projeto prevê o monitoramento **bimestral** dos igarapés que sofrerão a intervenção dos diques de contenção, conforme especificado no **QUADRO 11.4.2-2** (Paquiçamba, Tícaruca, Cajueiro, Cobal e Santo Antônio) durante o primeiro ano do início de sua construção, passando a **trimestral** durante os anos seguintes de execução do monitoramento.

b.7) Rio Xingu – Após a Restituição das Vazões

O monitoramento a jusante da casa de força do Sítio Belo Monte e do Trecho de Vazão Reduzida, se dará **trimestralmente**, nos períodos de construção, enchimento e operação do reservatório.

QUADRO 11.4.2-2
Rede amostral de monitoramento das macrófitas aquáticas.

Continua

Local	Descrição	Código	Este	Norte
Reservatório do Xingu (RX)	Limite da área de remanso, a montante	RX 01	342204	9599345
	Próximo a Lagoa do Cajá	RX 02	346684	9605902
	Próximo a Lagoa do Déo	RX 03	359336	9623895
	Margem Altamira -ME	RX 04	365485	9644762
	Foz Ig Trindade - ME	RX 05	378600	9645115
	Foz Igarapé - MD	RX 06	380591	9644934
	Montante da foz do Ig Galhoso	RX 07	395883	9626344
Trecho de Vazão Reduzida (TVR)	Jusante Barragem Pimental ME	TVR 01	399388	9619343
	Jusante Barragem Pimental MD	TVR 02	394308	9614707
	Ressaca-Fazenda	TVR 03	396469	9605430
	Foz Bacajá	TVR 04	420330	9613072
	Alça Volta Grande	TVR 05	415590	9631471
	Montante Belo Monte	TVR 06	425712	9654189
	Santo Antonio - Canteiro Industrial Belo Monte	TVR 07	413037	9656251
	Porto da Obra	TVR 08	405324	9664176
	Jusante Foz Ig Tucuruí	TVR 09	389501	9683059
	Proximidades da Aldeia Paquiçamba	TVR 10	412508	9614257
Igarapés (IG)	Panela	IG 01	364033	9642119
	Altamira	IG 02	365720	9646211
	Ambé	IG 03	366732	9647932
	Trindade	IG 04	375994	9645869
	Igarapé A	IG 05	385205	9627938
	Igarapé B	IG 06	387074	9625576
	Bastião	IG 07	389526	9624179
	Ituna	IG 08	391234	9612903
	Galhoso	IG 09	394468	9628115
	Di Maria	IG 10	397174	9624564
	Bacajá	IG 11	420763	9609251
	Cobal	IG 12	416540	9656109
	Tucuruí	IG 13	387299	9681917
Lagoas (LA)	Lagoa do Cajá	LA 01	360191	9616194
	Lagoa do Valdir	LA 02	364612	9621057
	Lagoa do Maradona	LA 03	363831	9620072
	Lagoa 37	LA 04	360412	9613073
	Lagoa do Déo	LA 05	361925	9627326
	Lagoa Arapujá	LA 06	367481	9644543
	Lagoa Pimental	LA 07	397871	9621856
	Lagoa Felipe Costa	LA 08	407024	9602430

QUADRO 11.4.2-2
Rede amostral de monitoramento das macrófitas aquáticas.

Local	Descrição	Código	Conclusão	
			Este	Norte
Diques (DI)	Santo Antônio	DI 01	411656	9650647
	Cobal	DI 02	417282	9641298
	Cajueiro	DI 03	418722	9639150
	Ticaruca	DI 04	417007	9635473
	Paquiçamba	DI 05	412050	9632358
Canal (CA)	Montante	CA 01	394653	9629520
	Jusante	CA 02	403778	9635741
Reservatório Intermediário (RI)	A	RC 01	405386	9639124
	B	RC 02	409009	9630674
	C	RC 03	415650	9646087
	D	RC 04	409932	9644442
	E	RC 05	408943	9649192

É importante ressaltar que a rede amostral aqui apresentada prioriza áreas formadoras de remansos ou locais que apresentaram macrófitas em abundância conforme identificado no EIA (volume 15), não sendo descartada a possibilidade de adequações e inserções na rede amostral ao longo do monitoramento, pois muitas espécies de macrófitas aquáticas possuem hábito flutuante, ou seja, potencialmente podem se deslocar em função dos pulsos de inundação, ação dos ventos e efeitos das distintas etapas de construção, enchimento e operação do empreendimento. Desta forma, ajustes na rede amostral serão feitos mediante análise dos relatórios periódicos que deverão especificar tal necessidade.

11.4.2.9 Procedimentos de Caracterização da Área, Coleta, Preservação de Amostras e Análise de Dados

Cada sítio de amostragem será caracterizado quanto aos parâmetros: substrato, ocorrência de fontes pontuais ou difusas de poluição, vegetação marginal e ocupação da margem. Além disso, será feita uma avaliação qualitativa, atribuindo-se a seguinte escala de valor (VEGA, 1997):

- Nível 0 = para a ausência de macrófitas,
- Nível I = notada apenas a presença;
- Nível II = infestação leve
- Nível III = infestação média
- Nível IV = infestação grave e
- Nível V = infestação crítica.

Nos pontos da rede amostral, a comunidade será amostrada por transecção contínua, determinando-se a composição das espécies desde a borda até a profundidade em que a ocorrência de macrófitas aquáticas torna-se rara. Serão realizados transectos com auxílio de uma trena e bóia, cada um possuindo 50m e disposto em posição perpendicular à margem.

Os transectos serão demarcados a partir da interface da lâmina d'água com o solo exposto à época de maior pluviosidade. As espécies que forem interceptadas pela linha serão identificadas, sendo os indivíduos contabilizados para análise de densidade e frequência em intervalos de 5m, de modo que cada transecto possuirá 10 intervalos.

As técnicas de coleta e preparação de espécimes para identificação seguem orientações de Haynes (1984), Pedralli (1990) e Scremin-Dias *et al.* (1999).

A fim de verificar a presença de macrófitas submersas, será arrastada uma ferramenta com ganchos (ancinho) a cada 10 metros ao longo do percurso de cada ponto. Quando possível o coletor descerá do barco e caminhará com uma distância máxima de 2m da lâmina da água para anotar e coletar as macrófitas anfíbias presentes.

Plantas aquáticas delicadas, especialmente as submersas, serão coletadas utilizando-se papel flutuante antes de serem prensadas. Isto significa que os espécimes serão colocados em água sobre um papel cartão; em seguida a planta será posicionada corretamente no papel, o qual será erguido lentamente da água de forma que a água que dele flui separe as folhas, ao mesmo tempo em que o espécime adere ao papel molhado.

As espécies com parte reprodutiva frágil serão prensadas entre folhas absorventes e em papel vegetal, ainda em campo, para conservação, enquanto as demais serão armazenadas em sacos plásticos individuais até chegar ao laboratório onde serão colocadas entre folhas de jornal, papelão e chapa de alumínio e prensadas em ripas de madeira. As prensas serão levadas na estufa para a secagem das plantas e posterior montagem das exsicatas, fixando-se as plantas com fitas adesivas em cartolina branca, com uma ficha de identificação e capa de papel pardo. Ramos férteis serão conservados em álcool 70% para posterior análise das estruturas florais.

a) Identificação

A identificação do material botânico será realizada através de exame das estruturas a olho nu e sob microscópio estereoscópico, consultas a bibliografia especializada como chaves para família: (SOUZA E LORENZI, 2005), gêneros (BARROSO, 1991 e 2002; COOK, 1996; LONGHI-WAGNER *et al.* 2001; POTT e POTT, 2000) e espécie (bibliografia específica para cada táxon).

A coleção principal será incorporada ao herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

O sistema de classificação adotado para as angiospermas é o Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003) e para as pteridófitas o de SMITH *et al.* (2006).

Será apresentada uma tabela com as espécies divididas em famílias, com seus respectivos nomes populares, formas biológicas, pontos, quando e onde foram localizadas, períodos de floração, para que seja possível uma visualização geral de todas as espécies.

b) Determinação da Biomassa

Os dados de biomassa de macrófitas aquáticas têm sido utilizados com diversas finalidades destacando-se a avaliação de alterações temporais e identificação de fatores ambientais que determinam tais alterações e a avaliação do potencial de causar prejuízo aos usos múltiplos do ecossistema, no caso de espécies daninhas e caracterizar suas distribuições em diferentes escalas espaciais

Para a coleta de biomassa, serão utilizadas parcelas quadradas de 0,25 m² (WETZEL e LIKENS, 1991), sendo amostrados 3 quadrados por banco de macrófitas (THOMAZ *et al.*, 2004).

Todo material coletado será lavado em água corrente para remoção de restos de sedimento, algas perifíticas e materiais particulados depositados. O material levado para o laboratório será fracionado, separando-se as frações viva e morta, e lâmina, pecíolo, raiz, flor e fruto. O material será então seco em estufa a 70 °C por 96 horas, de modo que compostos voláteis não sejam perdidos por conta de altas temperaturas. Desta forma, a biomassa por unidade de área em cada ponto amostral será expressa em gramas de peso seco por metro quadrado (gPS. m²).

c) Qualidade da Água

Para a avaliação das condições dos habitats preferenciais das macrófitas aquáticas, serão também coletadas amostras de água da área colonizada pelos vegetais, onde serão determinadas as seguintes variáveis:

- Temperaturas do ar e da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, potencial redox e pH por meio de sonda;
- Transparência da coluna d'água
- Alcalinidade
- Material em suspensão;
- Teores dos nutrientes dissolvidos (nitrogênio e fósforo total);
- Íons
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Tais análises deverão inferir sobre a distribuição e composição desta comunidade na área do influencia do empreendimento.

É previsto, para a avaliação da qualidade da água nas áreas de ocorrência expressiva de macrófitas aquáticas, a interface com o Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, de forma que as coletas e análises possam ser realizadas em conjunto, ou seja, nos mesmos sítios amostrais e em campanhas de campo conjuntas, previamente acordadas entre os coordenadores dos respectivos Projetos e Programas.

d) Caracterização de Vetores e Fauna Associada

A fauna associada às macrófitas aquáticas será avaliada através de coletas realizadas com redes com malha de 200 µm de abertura. Os organismos coletados serão fixados em solução de formalina e identificados em laboratório até a menor categoria taxonômica possível. Isso permitirá a identificação de possíveis vetores de doenças bem como os fatores de dispersão e colonização de tais organismos, subsidiando informações ao Plano de Saúde Pública a ser implementado no PBA.

e) Análise de Dados

As informações levantadas serão trabalhadas de modo a gerar indicadores de composição das comunidades de macrófitas (lista de espécies por estande), frequência de ocorrência de cada espécie (% de parcelas em que cada espécie ocorreu) e a biomassa de cada espécie presente na comunidade e sua dominância.

A partir das informações obtidas, serão calculados índices de valor de importância, abundância, dominância e frequência de ocorrência de espécies de macrófitas aquáticas. A estimativa da riqueza de espécies pode ser correlacionada com várias características ambientais através de testes estatísticos multidimensionais exploratórios Análise de Correlação Canônica (BRAAK, 1986).

O objetivo principal desta análise é explorar correlações entre dois conjuntos de dados de variáveis quantitativas observadas em uma mesma unidade amostral, ou seja, essa análise permite o estudo da correlação entre um conjunto de dados ambientais (pH, temperatura, fósforo, oxigênio dissolvido, etc) e de composição da comunidade (ocupação, frequência, dominância, etc.).

Está prevista a elaboração de matrizes florísticas, estrutural, ambiental e fito-ecológica, análise de espécies indicadoras, de agrupamento e de ordenação a partir dos dados já existentes em literatura e dos levantamentos no campo. Vários índices podem ser estimados a partir dessas matrizes (ex: diversidade, riqueza, similaridade, regressão logística). Todas as informações serão avaliadas à luz dos resultados bióticos e abióticos, especialmente relacionados às concentrações de nitrogênio e fósforo das águas.

A riqueza de espécies de macrófitas aquáticas será calculada pela soma de espécies encontradas. A frequência de ocorrência de cada espécie será calculada para a região estudada, dividindo-se o número de registros da espécie pelo número total de pontos amostrados. Para mensurar a diversidade entre as regiões amostradas serão utilizados os índices de Shannon e de Simpson (MAGURRAN, 1988).

Para indicar se a intensidade de amostragem de espécies está sendo suficiente para cada região amostrada, será calculado uma curva de acumulação de espécies encontradas (COLWELL et al., 2004) e comparadas a estimadores de riqueza de espécies, através de índices extrapoladores não paramétricos (BINI et al., 2001), utilizando o programa EstimateS (COLWELL, 2009). Os estimadores utilizados serão Chao 1, Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2 (COLWELL e CODDINGTON, 2004).

A cada campanha será apresentado um relatório técnico parcial das atividades com resultados do Projeto de Monitoramento e Manejo de Macrófitas Aquáticas.

11.4.2.10 Procedimentos de Controle e Manejo de Macrófitas Aquáticas

Os procedimentos de controle podem ser aplicados em situações específicas, quando a área encontra-se infestada. No médio prazo, o gerenciamento preventivo tem o enfoque de criar situações que não permitam o aparecimento de problemas da água, em particular do crescimento descontrolado de macrófitas aquáticas (STRAŠKRABA e TUNDISI, 2000), através do controle de fontes de poluição provenientes das atividades agropecuárias localizadas no entorno, efluentes domésticos, desmatamento e outras potenciais fontes de impactos, através de procedimentos preventivos e corretivos. O controle de macrófitas aquáticas na UHE Belo Monte deve partir do princípio da precaução, pela manutenção da qualidade das águas das bacias hidrográficas embasado em procedimentos preventivos e corretivos.

A proliferação excessiva de macrófitas aquáticas pode gerar impactos sócioambientais como impedimento da navegação, proliferação de mosquitos e alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água.

O monitoramento destes vegetais identifica possíveis fatores críticos relacionados ao incremento da biomassa de macrófitas. Baseado nestas informações é possível elaborar estratégias específicas para o seu controle.

O Projeto de Controle e Manejo das Macrófitas aquáticas será capaz em prever os eventos relativos à dinâmica e composição de macrófitas aquáticas além de apresentar estratégias e técnicas que visem a manutenção da qualidade ambiental, evitando assim múltiplos prejuízos causados pela proliferação desordenada dos estandes, sendo resumidamente descrito nas seguintes etapas:

Fase 1 – Identificação do Problema

A partir do monitoramento, é possível identificar problemas devido à proliferação descontrolada de macrófitas aquáticas.

Nesta fase são avaliados os possíveis fatores causadores das alterações do ambiente, bem como os usos potenciais prejudicados pela proliferação das macrófitas. O conhecimento da dinâmica e ecologia destes espécimes fornecerão subsídios para a escolha de técnicas de manejo e controle.

Fase 2 – Delineamento da Metodologia

Nesta fase serão investigadas as alternativas de controle indicando alternativas de métodos e técnicas de controle em termos de efetividade, intensidade, vantagens e desvantagens, custos, autorizações (licenças) e fatores específicos.

O monitoramento constante definido pelo presente Projeto, aliado aos recursos visuais como fotografias aéreas, imagens de satélites e ecobatimetria constituem importantes ferramentas para o delineamento de técnicas e atividades a serem aplicadas.

Dentre os métodos de controle de macrófitas usualmente adotados, destacam-se os físicos, através da remoção mecânica, poda e coleta manual, aplicação de barreiras/cobertura de sedimentos, alterações no nível da água, e biológicos, por meio da ação de agentes específicos (GIBBONS *et al*, 1994).

É importante salientar que em todos os métodos citados, existe uma série de restrições, bem como vantagens e desvantagens que devem ser detalhadamente avaliadas antes do efetivo uso, visando o manejo adequado e minimização de impactos.

Fase 3 – Desenvolvimento dos Programas de Ação

As propostas de ação devem considerar as melhores épocas e técnicas a serem aplicadas, indicando dificuldades e facilidades do controle.

11.4.2.11 Atividades a serem Realizadas, Resultados e Produtos Associados

Este projeto é previsto para um período de 10 anos referente as etapas de construção do empreendimento, formação dos reservatório e operação dos mesmos.

O monitoramento bimestral se dará em trechos localizados a jusante das intervenções a serem realizadas no sítio Pimental (Trecho de Vazão Reduzida) e nos igarapés barrados pelos diques. Inicialmente será bimestral até a conclusão das obras e após este período, o monitoramento se dará trimestralmente.

Durante a fase de construção, é previsto o monitoramento trimestral do rio Xingu, igarapés e lagoas localizadas na área de influência direta e indireta da UHE Belo Monte. Para estes mesmos locais, durante a fase de enchimento e operação o monitoramento será feito em intervalos bimestrais durante o primeiro ano.

No canal e reservatório formado, serão realizados levantamentos bimestrais durante as etapas de enchimento e operação, passando a intervalos trimestrais, após o primeiro ano de operação.

A cada campanha serão elaborados relatórios parciais, ao final de cada ano de monitoramento serão apresentados ao empreendedor e órgãos ambientais fiscalizadores relatórios consolidados.

11.4.2.12 Equipe Técnica Envolvida

- 01 Especialista Sênior – Limnólogo – Responsável pela elaboração de relatórios, alocado para serviços de escritório e campo.
- 01 Especialista Pleno – Biólogo – Coordenação dos trabalhos de campo e laboratório e elaboração de relatórios.
- 01 Especialista Junior – Biólogo – Coordenação da logística de campo, coleta e laboratório.
- 01 Técnico especialista em processamento de dados – Manutenção do Banco de Dados e trabalho de escritório.

11.4.2.13 Interface com outros Planos, Programas e Projetos

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas prevê a interface com os Programas de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos; de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios; Plano de Gestão dos Recursos Hídricos, Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, Projetos relacionados com a Ictiofauna e Saúde Pública.

A interação destes programas com este Projeto permite a troca de informações disponibilizadas em banco de dados, onde as avaliações conjuntas permitam inferir sobre possíveis contribuições para alterações na composição da comunidade de macrófitas aquáticas por diversos processos ocorrentes em reservatórios.

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas prevê também a disponibilização de dados e informações que possam contribuir para os Programas e Projetos citados.

11.4.2.14 Responsável Pela Implementação

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas será implementado pelo empreendedor.

Em Branco

11.4.2.15 Cronograma Físico

		UHE BELO MONTE																																																												
		PROJETO DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS																																																												
Marcos	Atividades	Observações	2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4												
ETAPAS			IMPLANTAÇÃO																				OPERAÇÃO COMERCIAL (A PLENA CARGA)																																							
CRONOGRAMA DAS OBRAS																																																														
1	Obras para melhoria e abertura de acessos ao empreendimento																																																													
2	Implantação dos canteiros e instalações iniciais																																																													
3	Implantação de vilas residenciais																																																													
4	Implantação do Porto (Porto da Obra)																																																													
5	Lançamento das ensecadeiras principais (1a e 2a fases)																																																													
6	Implantação obras civis Sítio Pimental (barragens, vertedouro, circuito adução/geração e LT)																																																													
7	Início de operação do sistema provisório de transposição de embarcações																																																													
8	Implantação do sistema definitivo de transposição de embarcações																																																													
9	Implantação do sistema de transposição de peixes																																																													
9	Serviços de montagem no Sítio Pimental																																																													
9	Implantação obras civis Sítio Belo Monte (barragens e circuito adução/geração)																																																													
10	Serviços de montagem no Sítio Belo Monte																																																													
10	Escavação e demais obras relacionadas aos canais																																																													
11	Construção dos diques																																																													
12	Desmobilização total dos canteiros																																																													
CRONOGRAMA DOS CADÁSTROS																																																														
1	Cadastro Socioeconômico																																																													
1.1	Áreas de canteiros, linhas de transmissão e acessos para as obras	Concluído																																																												
1.2	Vila Santo Antônio, Porto e Sítio Belo Monte	Concluído																																																												
1.3	Trecho de Vazão Reduzida																																																													
1.4	Reservatório do Xingu																																																													
1.5	Reservatório Intermediário																																																													
1.6	Igarapés (Altamira)																																																													
2	Cadastro Físico-territorial (inclui avaliação de benfeitorias e medição)																																																													
2.1	Áreas de canteiros, linhas de transmissão e acessos para as obras	Concluído																																																												
2.2	Vila Santo Antônio																																																													
2.3	Reservatório do Xingu																																																													
2.4	Reservatório Intermediário																																																													
2.5	Igarapés (Altamira)																																																													
CRONOGRAMA DO PROJETO DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS																																																														
1	Identificação da instituição executora e formalização de parcerias																																																													
2	Formação da equipe de trabalho																																																													
3	Amostragem nos igarapés de Altamira																																																													
4	Amostragem no Trecho de Vazão Reduzida (TVR)																																																													
5	Amostragem nos igarapés barrados pelos diques (DI)																																																													
6	Amostragem nos demais pontos localizados na AID e AII (LA, RC, IG, TVR e DI)																																																													
7	Amostragem nos pontos localizados na AID e AII (Reservatório do Xingu)																																																													
8	Amostragem nos pontos localizados na AID e AII (Reservatório Intermediário)																																																													
9	Elaboração de relatórios anuais																																																													

11.4.2.16 Profissionais Responsáveis pela Elaboração do Programa ou Projeto

Responsável	CRBio	CTF/IBAMA
Dr. José Galizia Tundisi	33693/01-D	296428
Dra. Takako Matsumura-Tundisi	33694/01-D	311387
Biól. Guilherme Ruas Medeiros	64362/01-D	609203
Biol. Carlos Rogério Lopes Faria	-	3780938

11.4.2.17 Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A.A.. Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros. In: COMASE/ELETROBRÁS. Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro. Rio de Janeiro: COMASE/ELETROBRÁS, p. 8-19 (Caderno 4: estudos e levantamentos). 1995.

AGOSTINHO, A.A. GOMES, L.C.. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. (Eds.) Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, p. 319-364. 1997.

APG [ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP] II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Bot. J. Linnean Soc. London, v. 141, p. 399-436. 2003.

BRAAK, 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology. Vol. 67, no 5. Pp. 1167-1179. 1986.

BARROSO, G.M.; GUIMARÃES, E.F.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; PEIXOTO, A.L.; LIMA, H.C. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Vol. 3, Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 326p. 1991.

BARROSO, G.M.; GUIMARÃES, E.F.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; PEIXOTO, A.L. 2 ed. Sistemática de angiospermas do Brasil. V. 1. Ed. UFV, Viçosa. 309 p. 2002.

BIANCHINI JR., I.; PACOBAHYBA, L. D. ; CUNHA-SANTINO, M. B. Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. Acta Limnol. Bras. 14(3), 27-34. 2002.

BIANCHINI JR., I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, cap. 4, p. 85–126. 2003.

BINI, L.M., THOMAZ, S.M.; SOUZA, D.C. Species richness and beta-diversity of aquatic macrophytes in the Upper Parana River floodplain. Archiv. Hydrobiol., 151: p.511-525. 2001.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Editora da Universidade Estadual de Maringá. Cap. 3, p. 59 – 83. 2003.

COLWELL, R. K., & J. A. CODDINGTON. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B) 345, p.101-118. 1994.

COLWELL, R. K.; C. X. MAO; J. CHANG. Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85, p.2717-2727. 2004.

COLWELL, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

COOK, C.D.K. Aquatic plant book. The Hague: SPB Academic Publishing. 1996.

ESTEVEZ, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 602p. 1998.

GIBBONS, M.V., H.L. GIBBONS, Jr., and M.D. SYTSMA. A Citizen's Manual for Developing Integrated Aquatic Vegetation Management Plans. Washington State Department of Ecology, Olympia. 1994.

HAYNES, R.R. Techniques for collecting aquatic and marsh plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v.71, p.229-231. 1984.

LONGHI-WAGNER, H. M. Poaceae In: Longhi-Wagner, H. M.; Bittrich, V.; Wanderley, M. G. L. & Shepherd, G. J. (eds.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Hucitec, São Paulo, 294p. 2001.

MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and its measurement. Princeton Univ. Press. New Jersey, 1988.

MARCONDES, D. A. S.; TANAKA, R. H. Plantas aquáticas nos reservatórios das usinas hidrelétricas da CESP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. Workshop de Plantas Aquáticas. Caxambu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 2-4. 1997.

MURPHY, K. J. Aquatic weed problems and their management: a review. II. Physical control measures. *Crop Protec.*, v. 7, p. 283-302. 1988.

PEDRALLI, G. Macrófitas aquáticas. Técnicas e métodos de estudos. *Est. Biol.*, v. 26, p. 5-24. 1990.

POMPÊO, M. L. M. As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo. In: M.L.M. POMPÊO. (Org.). *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. São Luis: Gráfica e Editora União, p. 105-119. 1999.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. Macrófitas Aquáticas e Perífiton, aspectos Ecológicos e Metodológicos. São Carlos: Rima, 134p. 2003.

POTT, V. J. & POTT, A. Plantas aquáticas do Pantanal. Brasília: Embrapa. 2000.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V.J.; DA HORA, R.C.; SOUZA, P.R. Nos jardins submersos da Bodoquena. Campo Grande: Editora da UFMS. 1999.

SMITH, A.L.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G..A classification for extant ferns *Táxon: International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature*. vol. 55, n. 3, p. 705-731. 2006.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 1. ed. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 2005.

STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G. Gerenciamento da qualidade da água de represas. In: TUNDISI, J. G. ed. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. São Carlos, ILEC/IEE. v.9, 280 p. 2000.

TADEI, W.P. O gênero *Mansonia* (Diptera: Culicidae) e a proliferação de mosquitos na Usina Hidrelétrica de Tucuruí. IN: MAGALHÃES, S.B.; BRITTO, R. DE C. & CASTRO, E.R. de (org)-Energia na Amazônia. Volume 1. Belém. MPEG & UFPA, p 311-318. 1996.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Editora da UEL, cap. 4, p.85-126. 2003.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M.; PAGIORO, T.A. Métodos em limnologia: macrófitas aquáticas. In: Bicudo, C. E. M.; Bicudo, D. C. (Org.). Amostragem em Limnologia. 1. ed. São Carlos: RiMa Editora, v. 1. p.194-212. 2004.

TUNDISI, J.G. Represas artificiais: Perspectivas para o controle e manejo da qualidade da água para usos múltiplos. Anais IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, p. 36-59. 1985.

VEGA, L.M.F. Contribución al estudio de plantas acuáticas en embalses de hidroeléctricas. El caso ITAIPU (margen derecha). Biota, Ciudad del Este, n.7, p.7-44. 1997.

WETZEL, R.G. & LIKENS, G. Limnological analyses. New York: Springer Verlag, 391p. 1991.

11.5 Programa de Monitoramento do Microclima Local

11.5.1 Introdução

Cabe a este programa orientar a implantação de uma estação meteorológica na região da UHE Belo Monte e o monitoramento de seus parâmetros, visando detectar possíveis alterações pós-enchimento do lago.

Como local indicativo para instalação da estação meteorológica, sugere-se a ombreira esquerda da tomada d'água da Casa de Força Principal, com coordenadas sugeridas 412.910E e 9.654.107N, conforme indicado no desenho Bel-B-BM-DE-GER-000-0001.

A partir da celebração de convênio de cooperação como INMET, será verificada a condição de operação da estação meteorológica de Altamira, e caso necessário, propor ao órgão a implantação de equipamentos para adequá-la às necessidades do projeto.

A magnitude e a extensão dessas alterações não são previsíveis no estágio atual do conhecimento da meteorologia, e são fortemente dependentes das condições locais, tanto do clima como da topografia e cobertura vegetal. O monitoramento sistemático do clima (antes e depois da implantação do reservatório) constitui o único meio de se conhecer esses efeitos.

11.5.2 Justificativa

A implantação de um espelho de água permanente no entorno do rio Xingu, no Estado do Pará, poderá alterar as condições locais de umidade do ar, particularmente nos períodos de estiagem. De acordo com os resultados apresentados pela literatura especializada, no entanto, essa alteração seria bastante restrita, limitada ao entorno imediato do reservatório, mas podendo beneficiar a população que mora na margem do reservatório.

Uma influência certa, embora de magnitude não muito grande, é o aumento da velocidade do vento sobre a superfície da água em relação ao vento predominante hoje nos terrenos a serem alagados.

As alterações na umidade e nos ventos poderão alterar localmente as temperaturas, particularmente em alguns períodos do dia.

De acordo com os estudos preliminares realizados na fase de elaboração do EIA-RIMA do empreendimento, as variações dos parâmetros meteorológicos encontram-se dentro dos padrões normais da região.

A magnitude e a extensão das alterações dos parâmetros meteorológicos não são previsíveis no estágio atual do conhecimento da climatologia e são fortemente dependentes das condições locais, tanto do clima como da topografia e cobertura vegetal. O monitoramento sistemático do clima (antes e depois da implantação do reservatório) constitui o único meio de se conhecer esses efeitos.

Como atividade do programa, prevê-se a realização de observações na estação a ser instalada e a coleta de informações de estações vizinhas, com elaboração de relatórios semestrais para os principais resultados.

11.5.3 Objetivo

O objetivo deste programa é detectar possíveis alterações nos parâmetros meteorológicos, após a formação do reservatório da UHE Belo Monte.

A partir do conhecimento dos parâmetros meteorológicos na fase antes e após reservatório, será possível uma maior compreensão das variações dos mesmos no tempo e no espaço e suas interações com os diferentes ambientes.

11.5.4 Metas

Para os parâmetros meteorológicos, tendo em vista a necessidade de dados contínuos para análise de tendência de séries, recomenda-se a observância das seguintes metas:

- Para os parâmetros Precipitação, Temperatura do Ar, Umidade Relativa e Pressão – as falhas de observação não deverão superar 40 dias no ano, o que limita as falhas mensais a 3 ou 4 dias;
- Para o parâmetro Vento recomenda-se, no máximo, 15 dias de falhas de observação por ano;
- Para o Pirenômetro e Tanque Classe “A” recomenda-se, no máximo, 10 dias de falhas de observação por ano.

11.5.5 Etapas do Empreendimento nas quais deverá ser Implementado

A implantação da estação deverá ser efetuada durante o início da Etapa de Construção, de forma a permitir a coleta de dados na situação de antes do enchimento do lago. Após o enchimento o monitoramento deverá se estender ao longo da Etapa de Operação da usina, de forma a permitir a análise dos parâmetros medidos antes e após o enchimento do reservatório.

11.5.6 Área de Abrangência

Por se tratar da variabilidade dos parâmetros meteorológicos na região do lago, a abrangência se limita à Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta.

11.5.7 Base Legal e Normativa

Tendo por base o convênio a ser celebrado com o INMET, em princípio as observações meteorológicas serão norteadas pelos mesmos horários observados na estação de Altamira, já que se pretende efetuar análises entre os parâmetros das duas estações, principalmente com as variáveis mais sensíveis após a criação do lago, ou seja, temperatura, umidade relativa e ventos.

Como publicação voltada para observações meteorológicas, recomenda-se consultar o “Manual de Observação de Superfície”, INMET, Brasília/1977.

11.5.8 Metodologia

Segundo recomendações da OMM - Organização Meteorológica Mundial e do INMET, os horários previstos para observação e coleta dos dados são: 07:00 h; 09:00 h; 15:00 h e 21:00 h, sendo que o horário das 07:00 h é recomendado com vistas a atender necessidades do canteiro de obras, tais como: dias de chuva de interesse para obras de terra e para dimensionamento de pequenas drenagens; umidade relativa, temperatura e ventos para análise de conforto térmico do canteiro de obras e vila residencial.

Cabe lembrar por outro lado, que a estação prevista para implantação em Belo Monte é automatizada, podendo-se dispor dos dados em intervalos de uma hora, o que cobre inteiramente o recomendado pela OMM.

No convênio a ser firmado com o INMET para a estação de Altamira, já que os equipamentos desta estação são do tipo convencional, deverá ser prevista a forma de transmissão destes dados para o banco de dados de Belo Monte, nos horários indicados pela OMM.

11.5.9 Atividades a serem Desenvolvidas

Prevê-se como primeira atividade, no início do segundo ano da obra, a implantação da estação meteorológica automática próxima a região da Casa de Força da Usina, com a aquisição de equipamentos que permitirão o monitoramento dos seguintes parâmetros:

- Precipitação
- Temperatura do ar
- Intensidade e direção dos ventos

- Evaporação
- Umidade relativa do ar
- Pressão atmosférica
- Horas de insolação

Após a coleta, os dados serão submetidos a análise, consistência e processamento, devendo ser posteriormente armazenados em um banco de dados da UHE Belo Monte.

Concomitantemente com a implantação da estação automática junto à ombreira esquerda da tomada d'água da Casa de Força Principal (coordenadas aproximadas 412.910E e 9.654.107N), será verificada a situação operacional da estação meteorológica de Altamira (**FIGURA 11.5-1**), pertencente ao INMET, onde, dentro da abrangência do convênio a ser firmado com este órgão, caso necessário, o Empreendedor deverá implantar equipamentos meteorológicos complementares.



FIGURA 11.5-1 - Estação Meteorológica de Altamira-INMET

Na visita de reconhecimento efetuada à Altamira, pode-se constatar a precariedade de diversos equipamentos da estação de Altamira pertencente ao INMET, que necessitariam de uma melhor avaliação para uma possível substituição.

Compete ao Empreendedor enviar cópias dos dados coletados na estação automática implantada próximo à Casa de Força para o INMET.

Em termos de armazenamento digital, os dados climáticos a serem considerados são os seguintes:

- Totais diários de precipitação;
- Temperaturas do ar médias, máximas e mínimas diárias;
- Intensidade e direção dos ventos;
- Totais mensais de evaporação;
- Médias diárias de umidade relativa do ar;
- Médias diárias de pressão atmosférica.
- Totais diários de horas de insolação.

11.5.10 Apresentação dos Resultados / Produtos a serem Gerados

A partir do carregamento do banco de dados com os elementos anteriormente citados, será possível sistematizar as informações da seguinte forma:

- Obtenção de parâmetros estatísticos como média, desvio padrão, valores máximos e mínimos, etc;
- Criação de arquivos digitais de séries temporais, para utilização em estudos de análise de tendência;
- Como a configuração da estação meteorológica a ser instalada próximo a Casa de Força Principal é automática, a disponibilização dos dados ao INMET deverá ser trimestral através de planilhas, cujo formato deverá ser acertado previamente com o INMET.

11.5.11 Equipe Técnica Envolvida

A equipe técnica a ser alocada para desenvolvimento de todas as ações previstas nesta atividade deverá ser composta de dois técnicos em meteorologia, que serão responsáveis pela estação de Belo Monte e que deverão coletar os dados desta estação e da estação de Altamira, pertencente ao INMET, para a devida análise e consistência dos dados, com posterior emissão de relatório técnico.

11.5.12 Interface com Outros Planos, Programas e Projetos

Identifica-se interface com o Programa de Monitoramento Hidrológico dos igarapés de Altamira e com o Plano Ambiental para a Construção (PAC).

11.5.13 Avaliação do Monitoramento

Para cada parâmetro meteorológico monitorado, os valores máximos, médios e mínimos das séries históricas disponíveis servirão de indicadores para avaliação dos novos dados coletados, mostrando assim os desvios observados e as possíveis alterações nos padrões de distribuição.

O primeiro relatório de análise dos dados deverá ser desenvolvido após 12 meses de coleta de dados, o que fornece uma massa de informações que já permitirá uma primeira avaliação das possíveis alterações nos padrões dos diferentes parâmetros monitorados. Estas avaliações serão desenvolvidas com base em gráficos e mapas comparativos, com o cálculo das respectivas médias e desvio padrão dos valores máximos, médios e mínimos da série histórica e da nova série coletada.

Após emissão do primeiro documento técnico, recomenda-se que a frequência dos relatórios passe a ser semestral, porém com acompanhamento dos dados com frequência mensal.

Na **TABELA 11.5-1** a seguir estão mostrados os indicadores que serão utilizados para gestão ambiental de cada parâmetro mesurado. Os valores apresentados referem-se às Normais Climatológicas do INMET observadas na estação de Altamira no período 1967 a 1990.

TABELA 11.5-1
Valores Mensais de Referência dos Parâmetros Meteorológicos

Parâmetro	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. Max. (°C)	30,2	29,9	29,9	30,1	30,5	30,9	31,2	32,0	32,4	32,4	31,8	31,2
Temp. Med. (°C)	25,6	25,4	25,4	25,6	25,8	25,7	25,6	26,2	26,8	27,0	26,9	26,4
Temp. Mín. (°C)	22,0	22,0	22,3	22,3	22,3	21,5	20,8	21,1	21,8	22,2	22,5	22,4
Total Mensal Precipitação (mm)	301,5	303,5	293,8	316,7	215,5	110,2	78,6	33,4	39,3	47,8	78,5	469,1
Evaporação Total (Piché-mm)	48,2	38,5	43,2	43,6	49,8	56,0	65,6	73,5	85,8	90,6	78,5	64,4
U. Relativa (%)	86,0	87,0	88,0	88,0	87,0	85,0	83,0	81,0	79,0	78,0	79,0	86,0
Insolação Total (Horas e décimos)	101,2	80,6	92,7	101,8	144,2	164,8	207,2	205,8	164,4	134,3	93,2	98,4
Pressão Atmosférica(hPa)	999,9	999,9	999,6	999,8	1000,4	1001,3	1001,8	1001,1	1000,7	999,4	998,6	999,4
Vento Max. (m/s)	8,0	6,0	7,0	8,0	5,0	7,0	5,0	7,0	9,3	8,0	7,0	8,0
Vento Med. (m/s)	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,3	1,3	1,6	1,9	1,9	1,8	1,7
Vento Mín. (m/s)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0

Além dos dados históricos, deve-se sempre realizar comparações entre os dados da estação implantada em Belo Monte e os dados da estação do INMET em Altamira, permitindo comparações dentro das condições do ciclo climatológico atual.

Para os parâmetros meteorológicos, o nível de gestão serve como mero indicativo de alterações que por ventura possam ocorrer. Medidas mitigadoras, nestes casos, referem-se mais ao conforto térmico dos moradores das proximidades do lago, onde a atuação seria no sentido de minimizar estes efeitos. Fica claro que as alterações climáticas não são fruto exclusivo da criação do reservatório de Belo Monte e sim de um contexto mais amplo da Dinâmica Atmosférica Global.

11.5.14 Responsável pela Implementação

O responsável pela implantação deste programa é o Empreendedor.

Propõe-se que seja celebrado convênio com o INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, para adequação e obtenção dos dados das Estações Meteorológicas de Altamira.

11.5.15 Parcerias Recomendadas

Deverá ser firmado um convênio com INMET (vide minuta do contrato anexa), que deverá incluir o acordo sobre:

- Aquisição de equipamentos complementares para a estação de Altamira, caso seja necessário;
- Coleta de dados e manutenção dos equipamentos;
- Disponibilidade dos dados para o Empreendedor da UHE Belo Monte.

O convênio com o INMET deverá ser firmado logo no início da construção.

11.5.16 Cronograma Físico

Apresenta-se a seguir o cronograma físico de execução do monitoramento do clima local. Ressalta-se que este monitoramento, embora tenha continuidade por toda a Etapa de Operação do empreendimento, no contexto deste Projeto Básico Ambiental será considerado o período iniciado dois anos antes do enchimento do reservatório do Xingu se estendendo até dois anos após o enchimento do reservatório Intermediário, compreendendo, portanto, cinco anos de monitoramento. Após este período, o levantamento de dados das estações climatológicas continuará sendo executado como uma atividade de rotina da operação da usina.

11.5.17 Profissional Responsável pela Elaboração do Programa ou Projeto

Profissional responsável: Eng^o Civil Rene Álvaro Romer Lacerda - CREA/SP nº 63.915/D

11.5.18 Referências Bibliográficas

Manual de Observação de Superfície – Ministério de Agricultura – Departamento Nacional de Meteorologia, 1977.