

## 10. PLANO DE ACOMPANHAMENTO GEOLÓGICO/ GEOTÉCNICO E DE RECURSOS MINERAIS

O Plano de Acompanhamento Geológico-Geotécnico e de Recursos Minerais reúne os Programas que englobam o monitoramento e a mitigação dos impactos ambientais relacionados aos aspectos geológico-geotécnicos e à potencialidade mineral da região da UHE Belo Monte, considerando-se as intervenções antrópicas geradas pela implantação do empreendimento. Informa-se que o tema principal de sua atuação está diretamente relacionado aos atributos ambientais característicos do Meio Físico, que podem ser mais impactados pelo empreendimento em suas diferentes etapas e fases (EIA/RIMA)<sup>1</sup>.

Este Plano é composto por quatro programas, a saber:

- Programa de Monitoramento da Sismicidade (PBA 10.1);
- Programa de Acompanhamento das Atividades Minerárias (PBA 10.2), mais especificamente o Projeto de Acompanhamento dos Direitos Minerários (PBA 10.2.1);
- Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos (PBA 10.3); e
- Programa de Controle da Estanqueidade dos Reservatórios (PBA 10.4).

É importante enfatizar que apesar de cada programa ter suas particularidades e atividades independentes, que visam ao atendimento de escopos específicos, os mesmos possuem interfaces entre si e com os programas e projetos dos meios biótico e socioeconômico. Em função dessa sistemática é realizada, durante o desenvolvimento de cada um dos Programas/Projetos citados acima, uma contínua avaliação dos dados e resultados obtidos, com o objetivo de verificar se os mesmos podem ser úteis e complementares para determinados programas e projetos específicos referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico. Ou seja: os programas inerentes ao meio físico são atividades de geração e fornecimento de dados abióticos, os quais são utilizados como ferramentas analíticas para o entendimento do meio ambiente, que influenciam sobremaneira os meios biótico (fauna e flora) e socioeconômico (comunidades/populações específicas).

O planejamento de integração tem sido implantado pela Norte Energia, junto às equipes técnicas das empresas executoras e coordenadoras dos respectivos programas, visando a uma análise global de todo o Projeto Básico Ambiental (PBA) da UHE Belo Monte para a região de influência direta e indireta do empreendimento, com vistas ao

---

<sup>1</sup> Leme Engenharia, 2009. Estudos de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte – Planos, Programas e Projetos e Conclusões – Volume 33

atendimento dos objetivos e metas preconizados para todos os meios envolvidos (físico, biótico e socioeconômico).

Em face ao que foi exposto, é apresentada, a seguir, uma breve descrição das interfaces de integração realizadas para cada um dos programas que compõem o presente Plano e as atividades que já estão e continuam sendo implantadas com os objetivos propostos.

O Programa de Monitoramento da Sismicidade (PBA 10.1) está devidamente implantado e vem se desenvolvendo normal e continuamente por meio de uma rede sismográfica instalada, constituída por três estações, denominadas ATM1, BM01 e BM02, as quais estão em pleno funcionamento. Os dados e resultados gerados pelo monitoramento da sismicidade são analisados e consolidados por especialistas do Observatório Sismológico da Universidade Federal de Brasília (UnB).

As principais atividades de integração previstas para o Programa 10.1, principalmente na fase de construção da UHE Belo Monte, estão estreitamente relacionadas ao Programa de Interação Social e Comunicação (7.2), no contexto do meio socioeconômico, e se caracterizam pela possível realização de Campanhas de Esclarecimento à População, em caso de eventos sísmicos de caráter natural ou induzido. É importante destacar que estas campanhas de esclarecimento à população só serão implementadas em caso de ocorrência de sismos induzidos e/ou naturais verificados na região do empreendimento, ou alguma demanda específica da comunidade em função de sismos artificiais (detonações). O estabelecimento dessa proposição deve-se ao fato de que o tema referente à sismicidade é de entendimento complexo, podendo gerar situações de alarde e de preocupação infundados junto à comunidade de Altamira e regiões próximas, considerando-se que não se espera quaisquer sismos induzidos na etapa atual do empreendimento.

A implementação de atividades de integração com outros programas relacionados ao meio físico poderá ser necessária durante a fase de enchimento e pós-enchimento dos reservatórios, dentre os quais se pode destacar: interface com o Programa da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos (PBA 10.3), onde poderão ser constatados eventuais problemas de estabilidade de encostas devido à ocorrência de sismos induzidos, associados à elevação do nível das águas na formação dos reservatórios do Xingu e Intermediário; e interface com o Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas (PBA 11.3), onde sedimentos inconsolidados existentes em subsuperfície poderão sofrer algum processo de liquefação, causando alguma acomodação nas fundações das edificações (traduzida, por exemplo, por trincas em paredes), a qual poderá ser detectada e registrada na forma de sismos artificiais, detectados pela rede sismográfica implantada no contexto do PBA 10.1.

Ressalta-se que estudos de caracterização dos aspectos geológico-geotécnicos e hidrogeológicos, presentes na região, estão se desenvolvendo a contento, principalmente na área urbana de Altamira, onde os efeitos de eventos sísmicos induzidos, caso ocorram, poderão ser questionados pela população. Esses aspectos estão sendo devidamente caracterizados para que, na casualidade de um evento

sísmico relevante, possam ser avaliados os reais impactos decorrentes, conhecendo-se as condições geológico-geotécnicas e hidrogeológicas presentes na região afetada.

O Programa de Acompanhamento das Atividades Minerárias (PBA 10.2) é desenvolvido por meio do Projeto de Acompanhamento dos Direitos Minerários (PBA 10.2.1), que está inserido no Plano de Acompanhamento Geológico-Geotécnico e de Recursos Minerais, e por meio do Projeto de Acompanhamento da Atividade Garimpeira (PBA 14.1.1), que está incluso no Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Rio Xingu (PGIVG).

O Projeto de Acompanhamento dos Direitos Minerários (PBA 10.2.1) é executado normalmente com o acompanhamento e monitoramento dos processos minerários existentes na região de influência do empreendimento, junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), propondo a execução de medidas que têm como finalidade a minimização dos impactos econômicos e sociais resultantes da paralisação das atividades de pesquisa e produção mineral nessas áreas. Portanto, devido à sua natureza jurídica, verifica-se claramente a interface de integração necessária com suas possíveis interações com o desenvolvimento da obra (setor de engenharia civil do empreendimento) e com projetos específicos de responsabilidade do meio socioeconômico, dos quais se destacam: o Projeto de Recomposição das Atividades Oleiras e Extrativas de Areia e Cascalho (PBA 4.5.2), o Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias (PBA 4.4.2) e o Projeto de Monitoramento da Atividade Garimpeira (PBA 14.1.1). Este acompanhamento da dinâmica dos processos minerários, junto ao DNPM, tem permitido uma projeção temporal da situação individual de cada processo e suas possíveis interações com o desenvolvimento da obra e com os programas e projetos supracitados, permitindo assim que a Norte Energia se antecipe e promova as ações necessárias com o objetivo de se evitar incompatibilidades entre o empreendimento e as atividades minerárias de qualquer natureza.

Outra atividade de integração que vem sendo amplamente desenvolvida no âmbito do Projeto 10.2.1 refere-se à consolidação da definição espacial da futura poligonal de bloqueio definitivo (transformação da poligonal de bloqueio provisório em definitivo). O formato da poligonal de bloqueio definitivo tem sido alvo de discussões internas feitas pela Norte Energia, levando-se em consideração as suas interferências com os diversos programas ambientais em desenvolvimento pelos meios físico, biótico e socioeconômico para a UHE Belo Monte e com aspectos construtivos estabelecidos pelo setor de engenharia da obra. Até o final do quarto trimestre de 2015, o produto final da consolidação destas discussões será apresentado e oficializado, em forma de mapa específico, para o DNPM para sua análise e aprovação em concordância com a legislação vigente.

As atividades realizadas junto à Diretoria de Construção da Norte Energia e ao Consórcio Construtor Belo Monte (CCBM) para liberação e legalização das jazidas, áreas de empréstimo e bota-fora das construções civis, que constam como condicionante específica da Licença de Instalação (LI) 795/2011 da UHE Belo Monte, usando como base as informações e orientações fornecidas pela equipe técnica responsável pelo Projeto 10.2.1, continuam se desenvolvendo normalmente.

Ressalta-se, ainda, que continuam em andamento, no contexto do Projeto 10.2.1, as atividades para a execução de possíveis acordos indenizatórios com os titulares de processos minerários (futuras compensações financeiras ou fundiárias), sendo que, para tal finalidade, são efetivadas tratativas junto às equipes técnicas responsáveis pelo Projeto de Recomposição das Atividades Oleiras e Extrativas de Areia e Cascalho (PBA 4.5.2), da Superintendência Socioeconômica; e pelo Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias (PBA 4.1.2) e Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias Urbanas (PBA 4.4.2), de responsabilidade da Superintendência de Assuntos Fundiários. Apesar da intensificação no planejamento da atividade, ressalta-se que a demanda atual continua se mostrando reduzida, em função de grande parte dos processos interferentes se encontrar na fase de requerimento, o que, de acordo com a legislação pertinente, não obriga o empreendedor a proceder a qualquer tipo de indenização.

O Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos (PBA 10.3) está estreitamente integrado com o Projeto de Dinâmica das Águas Subterrâneas (PBA 11.3.1). É de conhecimento técnico que as variações do lençol freático são dependentes dos tipos litológicos (rocha) e pedológicos (solo) que caracterizam as encostas da região, sendo que estas características, analisadas em conjunto, determinam a suscetibilidade do aparecimento ou não de processos erosivos e instabilizatórios nas encostas existentes. Devido a estas características, a avaliação e a análise dos dados e resultados provenientes destes trabalhos (PBA 10.3 e PBA 11.3.1) vêm sendo feitas de forma conjunta e integrada, pois a inter-relação entre ambos é primordial para o pleno desenvolvimento e atendimento de seus escopos.

Com esse conceito consolidado, a Norte Energia estabeleceu que a equipe técnica executora de ambos os pacotes de trabalho supracitados, composta por geólogos e hidrogeólogos especialistas, fosse a mesma, propiciando uma maior agilidade e facilidade na interpretação, integração e análise dos dados e resultados obtidos em campanhas trimestrais de campo realizadas para ambos, com a mesma periodicidade. Ressalta-se que esses levantamentos trimestrais de campo irão subsidiar, caso necessário, a proposição de medidas mitigadoras e preventivas frente aos processos de instabilização de encostas, caso sejam detectados e assim caracterizados.

Enfatiza-se que a intensificação dessa análise integrada será acrescida durante o período de enchimento e pós enchimento dos reservatórios do Xingu e Intermediário, já que a ocorrência de variações dos níveis do lençol freático (subida do nível de água), em função da formação dos referidos reservatórios, poderá resultar no surgimento de processos instabilizatórios em encostas marginais e taludes interioranos mais suscetíveis a processos erosivos na área de influência da UHE Belo Monte, com atenção especial na zona urbana de Altamira e nas margens, tanto direita, quando esquerda, no rio Xingu, a jusante dos barramentos de Pimental, no Trecho de Vazão Reduzida (TVR) e de Belo Monte, no Trecho de Restituição de Vazão (TRV).

Ainda no contexto do Programa 10.3, considerando-se, especificamente, o Reservatório Intermediário que será implantado em área seca e interiorana, foi elaborado um

planejamento especial de monitoramento durante e logo após o período de seu enchimento, diminuindo a periodicidade das inspeções nesta região de trimestral para mensal (período de aproximadamente três meses). Este monitoramento objetiva a verificação do comportamento geológico-geotécnico das encostas marginais naturais ao longo de toda a extensão do Reservatório Intermediário, durante o período de seu enchimento, formação e estabilização, quando será avaliada e constatada a necessidade de alteração e/ou inserção de novos pontos na rede de monitoramento do Programa e a verificação da necessidade de possíveis proposições de medidas de proteção de encostas frente às questões de estabilidade, caso detectadas. Destaca-se que a execução deste planejamento técnico estará, obrigatoriamente, integrada e atrelada com as atividades da equipe técnica de engenharia do empreendimento.

Adicionalmente, verifica-se que o Programa 10.3 também pode ser integrado com aspectos relacionados ao Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial (PBA 11.4.1), já que o aparecimento de processos erosivos pode acarretar o carreamento de sedimentos para o leito do rio e dos próprios reservatórios formados (processos de assoreamento), alterando principalmente o parâmetro de turbidez da água superficial.

Reitera-se, ainda, que alguns pontos que são monitorados na região de influência do empreendimento, os quais estão situados dentro ou próximos dos canteiros de obra, são tratados tanto no âmbito do referido Programa 10.3 quanto no Programa de Controle Ambiental Intrínseco (PBA 3.1), este componente do Plano Ambiental de Construção (PAC). Em função disso, estabeleceu-se a interação entre as atividades de ambos os programas, sendo que medidas mitigadoras relacionadas ao disciplinamento das águas pluviais e de estabilização de taludes de corte (concreto projetado, cortes projetados/executados com inclinações adequadas, enrocamento de proteção, drenos, cobertura vegetal, entre outros) são implantadas pelo CCBM nos próprios canteiros de obra e nas vias de acesso.

A partir dos aspectos técnicos apresentados acima, reforça-se que é de suma importância a interação entre a engenharia da obra e a equipe técnica executora do Programa 10.3 para a previsão e prevenção de problemas futuros de erosão e instabilização nas encostas marginais dos reservatórios da UHE Belo Monte (Xingu e Intermediário). Reafirma-se que o monitoramento das encostas marginais, após a formação dos reservatórios e início da operação da UHE Belo Monte, será contínuo, sendo que uma atenção especial é necessária nos taludes marginais situados a jusante dos barramentos, para acompanhamento e monitoramento do possível aparecimento de processos erosivos oriundos da ação das águas restituídas, provenientes dos Canais de Restituição, tanto das Casas de Força de Pimental, quanto de Belo Monte. Além disso, conforme ressaltado, todo o limite do Reservatório Intermediário, principalmente as barreiras existentes, tanto naturais como as formadas pelos Diques construídos, também serão foco de acompanhamento geotécnico constante até a sua total formação e estabilização, já que é composto por taludes e encostas interioranas que servirão como barramento natural para formação e manutenção do Reservatório Intermediário.

Além dessas integrações, dar-se-á continuidade à atividade de análise e avaliação dos dados referentes à pluviometria da região do empreendimento, no âmbito dos objetivos do Programa 10.3, que são fornecidos pelos seguintes programas/projeto: Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões (PBA 11.1.2) e Programa de Monitoramento do Microclima Local (PBA 11.5). Estes programas/projeto fornecem dados pluviométricos contínuos que caracterizam o regime de precipitação pluviométrica da região do empreendimento. Essa caracterização pluviométrica é fundamental para monitoramento, tanto dos processos erosivos que podem se estabelecer pelo escoamento superficial das águas pluviais, quanto para monitoramento da subida e descida do lençol freático (definição de períodos de estiagem e cheia), que também podem acarretar o surgimento de processos erosivos de encostas, principalmente no período chuvoso.

Adicionalmente, ressalta-se que os dados e resultados de hidrometria referentes aos três projetos que compõem o Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico (PBA 11.3) devem ser correlacionados com os pontos de ocorrência de processos erosivos para melhor entendimento geológico-geotécnico do contexto observado.

Por fim, ressalta-se que a correlação que o Programa 10.3 também se faz presente com as atividades de supressão vegetal que são implementadas pelo Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios (PBA 12.1), mais especificamente pelo Projeto de Desmatamento (PBA 12.1.1). O aparecimento de processos erosivos de encostas, apesar de ser potencializado pela ação das águas pluviais (chuvas intensas), pode estar diretamente correlacionado com as atividades de desmatamento (Projeto 12.1.1) e implantação dos canteiros de obra, bota-fora e exploração de jazidas e áreas de empréstimo relacionadas à UHE Belo Monte, já que as mesmas podem originar encostas antropizadas sujeitas a estes processos erosivos, que são recuperadas por meio da implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD – PBA 3.2), este também integrante do PAC. Especificamente nas encostas do futuro Reservatório Intermediário, o PRAD será monitorado no contexto do presente Programa (10.3).

Por fim, o Programa de Controle da Estanqueidade dos Reservatórios (PBA 10.4) foi totalmente reformulado durante o primeiro semestre de 2014 em atendimento às recomendações estabelecidas pelo IBAMA, sendo que atualmente baseia-se na realização de atividades integradas junto ao corpo técnico de engenharia da obra, envolvendo o acompanhamento da execução de estudos geológico-geotécnicos na região do Graben do Macacão e da adoção das medidas de engenharia elaboradas e implantadas para garantia da segurança e integridade física do empreendimento (relacionadas às condições de resistência e permeabilidade das fundações das estruturas de barramento, principalmente referentes aos Diques, construídos nesta região).

É importante reforçar que a estanqueidade dos reservatórios da UHE Belo Monte, no que tange o Programa 10.4, tem sido tratado não apenas como uma questão de cunho ambiental, mas também, e principalmente, como questão de engenharia. Por esse

motivo, toda a região do Reservatório Intermediário tem sido investigada sob os vários aspectos técnicos, não tendo sido observada, até então, nenhuma outra região que trouxesse preocupação à equipe de engenharia relacionada aos problemas de estanqueidade do reservatório que sejam semelhantes às características geológicas e espeleológicas observadas nas regiões do Graben do Macacão (rochas areníticas) e do Kararaô (presença de cavidades subterrâneas em rochas areníticas da Formação Maecuru), sendo que o conteúdo original do Programa 10.4 baseava-se em estudos relacionados a esta última (cavernas do Kararaô). Portanto, mesmo com as alterações estabelecidas no escopo original do Programa 10.4, seus objetivos e metas sempre estão estreitamente relacionados e integrados com o setor de engenharia da obra, uma vez que as medidas de mitigação e de controle, caso necessárias, sempre serão implementadas por este setor.

Vale reiterar ainda, no âmbito do Programa 10.4, que as atividades anteriores, que se concentravam basicamente na região do Kararaô e em áreas com potencialidade à ocorrência de cavidades naturais, foram concluídas, uma vez que ficou evidenciado nos estudos anteriores que a região não sofreria qualquer tipo de processo de fugas de água pelas cavidades existentes frente à nova conformação do Reservatório Intermediário da UHE Belo Monte e que não foram detectadas outras cavidades relevantes nos resultados do detalhamento dos estudos desenvolvidos na região. Destaca-se que, no contexto desses estudos, foram realizadas atividades de interação com o Programa de Monitoramento das Encostas Marginais e Processos Erosivos (PBA 10.3) e com o Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas (PBA 11.3.1), onde a execução das atividades de mapeamento geológico-geotécnico, pedológico e hidrogeológico inerentes a esses programa e projeto forneceram dados e resultados que não indicaram a presença de novas cavidades subterrâneas areníticas de relevância espeleológica similares às da região do Kararaô.