

## SUMÁRIO – 10.1 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA SISMICIDADE

---

10. PLANO DE ACOMPANHAMENTO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO E DE RECURSOS MINERAIS .....	10.1-1
10.1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA SISMICIDADE.....	10.1-6
10.1.1. ANTECEDENTES.....	10.1-6
10.1.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO .....	10.1-8
10.1.2.1. CRONOGRAMA GRÁFICO.....	10.1-17
10.1.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS.....	10.1-19
10.1.4. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO .....	10.1-20
10.1.5. ANEXOS.....	10.1-21

## 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 mitigação dos impactos ambientais relacionados aos aspectos geológico-geotécnicos e à potencialidade mineral da região da UHE Belo Monte, considerando as intervenções antrópicas geradas pela implantação do empreendimento.

Este Plano é caracterizado por 4 programas a saber:

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

Destaca-se que apesar de cada programa ter suas particularidades e atividades independentes que visam o atendimento de escopos específicos, os mesmos possuem interfaces entre si e com programas e projetos dos meios biótico e socioeconômico. Em função desta sistemática, é realizada continuamente durante o desenvolvimento de cada um dos programas 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. Por fim, corrobora-se que os programas inerentes ao meio físico são atividades de geração e fornecimento de dados abióticos que são utilizados como ferramentas analíticas para o entendimento do meio ambiente que influenciam de sobremaneira os meios biótico (fauna e flora) e socioeconômico (comunidades).

Este programa de integração tem sido implantado pela Norte Energia junto às equipes técnicas das empresas executoras e coordenadoras dos respectivos programas, visando uma análise global de todo o Programa Ambiental da UHE Belo Monte.

Em face ao que foi exposto, é apresentada a seguir uma breve descrição das interfaces de integração de cada um dos programas que compõe este Plano e as atividades que já estão sendo implantadas com estes objetivos.

Até o presente momento, foi planejada a integração do Programa de Monitoramento da Sismicidade (10.1) com o meio socioeconômico, mais especificamente com o Programa de Interação Social e Comunicação (7.2), no qual está programada para o segundo semestre de 2013 a realização de uma palestra técnica a ser ministrada por especialistas do Observatório Sismológico de Brasília, órgão responsável pela implantação do monitoramento de sismicidade e reconhecido internacionalmente. Esta palestra estará inserida no Fórum de Acompanhamento Social do Meio Físico e Biótico que será aberta à comunidade de Altamira e de seus arredores para que sejam

apresentados os aspectos gerais que caracterizam o referido programa em linguagem mais objetiva e popular.

Vale destacar que tal ação se enquadra na atividade chamada “*Campanhas de Esclarecimentos a População (em caso de eventos sísmicos)*” que está inclusa no cronograma deste programa, sendo que a possibilidade de surgimento de sismos induzidos na região monitorada estará mais relacionada ao período durante a após o enchimento dos reservatórios do Xingu e Intermediário.

Vale ressaltar mais uma vez que está prevista no Programa de Monitoramento da Sismicidade (10.1), a integração com o Programa da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos (10.3) e Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas (11.3) no que se refere ao aparecimento de potenciais problemas de estabilidade de encostas, da elevação do lençol freático e destas duas características associadas na região de influência do empreendimento caso ocorra algum abalo sísmico relevante.

Os estudos de caracterização dos aspectos geológico-geotécnicos e hidrogeológicos presentes na região estão se desenvolvendo normalmente, principalmente na área urbana de Altamira, onde os efeitos dos abalos sísmicos, caso ocorram, serão mais pertinentes. Portanto, é fundamental que estes aspectos estejam devidamente caracterizados, para que na eventualidade de um evento sísmico relevante se possam avaliar os reais impactos decorrentes conhecendo-se as condições geológico-geotécnicas e hidrogeológicas existentes na região afetada.

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

Conforme caracterizado no Terceiro Relatório Consolidado, o Projeto de Acompanhamento dos Direitos Minerários, devido a sua natureza de caráter jurídico, tem apresentado interfaces com alguns programas do meio socioeconômico, principalmente no que se refere ao Projeto de Recomposição das Atividades Oleiras e Extrativas de Areia e Cascalho (4.5.2) e ao Projeto de Indenização e Aquisição de Terra e Benfeitorias (4.4.2). Sob este aspecto, informa-se que algumas áreas de extração de argila existentes, de maneira informal, principalmente na região do igarapé Pannels, serão impactadas pelo enchimento do Reservatório do Xingu. Esta situação requer a necessidade de pesquisa e requerimento de novas áreas de extração de argila (áreas de empréstimo) para serem oferecidas aos impactados, sendo que todo este trâmite de regularização da situação destes oleiros será feita e legalizada junto ao próprio órgão regulador (DNPM), através da abertura de processos minerários específicos. Fato este que está implicando na integração entre os projetos 10.2.1, 4.5.2 e 4.4.2 citados acima.

Adicionalmente, informa-se que todas estas tratativas requerem reuniões de esclarecimento junto a comunidade oleira no sentido de conscientizá-la da importância

da legalidade e do remanejamento de suas atividades para estas novas áreas a serem determinadas.

Outra importante integração com o Projeto de Indenização e Aquisição de Terras e Benfeitorias está associada à necessidade de realização de ações indenizatórias junto aos proprietários de terra que possuem algum tipo de processo minerário junto ao DNPM e que requererão compensações financeiras ou fundiárias. Ressalta-se que a demanda atual tem se mostrado bastante pequena, em razão de que, grande parte dos processos interferentes se encontram na fase de requerimento, o que, de acordo com a legislação pertinente, não obriga o empreendedor a proceder qualquer tipo de indenização. Sob esta ótica, também se enquadram as atividades realizadas continuamente junto a Diretoria de Construção da Norte Energia e Consórcio Construtor para liberação das jazidas, áreas de empréstimo e bota-foras das construções civis que constam como condicionante da LI de Belo Monte que usam como base as informações e orientações fornecidas pela equipe técnica responsável pelo projeto 10.2.1.

Já a integração do Projeto de Acompanhamento dos Direitos Minerários (10.2.1) com o Projeto de Acompanhamento da Atividade Garimpeira (14.1.1), se faz continuamente presente pelo acompanhamento mensal junto a Superintendência do DNPM-PA da evolução dos processos minerários que envolvem as atividades de garimpo, principalmente na região da Volta Grande do rio Xingu, onde a exploração de ouro é muito intensa e requer um acompanhamento rigoroso. Entretanto, verifica-se até o momento que as atividades de engenharia relacionadas ao empreendimento não tem interferido nas atividades garimpeiras.

Com relação ao Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos (10.4) informa-se mais uma vez que tem se estabelecido uma integração muito estreita com as atividades relacionadas ao Projeto de Dinâmicas das Águas Subterrâneas (11.3.1), em função das variações do lençol freático possibilitar o aparecimento de processos instabilizatórios em encostas mais susceptíveis a processos de erosão, principalmente no período após a formação dos reservatórios do empreendimento. Para esta finalidade, é de suma importância que as características geológico-geotécnicas (tipos litológicos e aspectos estruturais), pedológicas (tipos de solo), geomorfológicas (declividades dos terrenos) e hidrogeológicas (domínios hidrogeológicos e sistemas aquíferos) estejam bem caracterizadas e reconhecidas para que todo este contexto técnico seja estudado de forma integrada para ambos os projetos, possibilitando a adoção de medidas mitigadoras e preventivas que evitem o aparecimento de tais processos de instabilização, possibilitando assim que os objetivos e metas destes projetos sejam plenamente atendidos.

Enfatiza-se que atualmente estão sendo realizadas continuamente campanhas trimestrais de ambos os projetos pela mesma equipe técnica formada por geólogos e hidrogeólogos especialistas. A adoção deste planejamento das atividades inerentes aos dois projetos (10.3 e 11.3.1) objetivou justamente facilitar e possibilitar esta interação e integração das atividades complementares entre si.

Informa-se ainda que os resultados e dados referentes ao Programa 10.3 foram repassados para a projetista da obra visando um maior conhecimento geral da área do Reservatório Intermediário, no que diz respeito a geologia e hidrogeologia da região, para continuidade de implantação das obras civis relacionadas à construção dos canais e diques. Da mesma maneira, a intensificação das atividades de engenharia do empreendimento requer uma maior atenção no monitoramento das encostas marginais em relação aos impactos causados por estas ações.

Adicionalmente, esta interação entre a engenharia da obra e a equipe técnica executora do programa 10.3 é fundamental para a previsão de possíveis problemas futuros de erosão nas encostas marginais localizadas principalmente a jusante dos barramentos, no que se refere às águas restituídas do rio Xingu. Esta atividade específica já se iniciou para melhor planejamento dos monitoramentos necessários e as possíveis adoções de medidas mitigadoras a serem executadas.

Registra-se a continuidade no recebimento e análise dos dados pluviométricos no âmbito do Programa 10.3 que são fornecidos por outros programas e projetos, mais especificamente do 11.5 (Monitoramento do Microclima), 11.1.2 (Monitoramento de Níveis e Vazões) e 11.2 (Monitoramento do Igarapés Interceptados pelo Diques). Estes programas/projetos fornecem dados pluviométricos contínuos que caracterizam o regime de precipitação pluviométrica da região do empreendimento. Esta 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.

Por fim, vale reiterar conforme apresentado no Terceiro Relatório Consolidado que de maneira geral, dados de hidrometria referentes ao Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico (11.3), o qual inclui o projeto 11.1.2 que foi citado acima (mais especificamente aos dados pluviométricos), deverão ser correlacionados com os locais de ocorrência de focos erosivos.

É fato que o aparecimento de processos erosivos de encostas apesar de ser potencializado pelas chuvas intensas, podendo influir significativamente no carregamento de sedimentos para o rio Xingu e igarapés da região (possibilidade de assoreamentos), estão diretamente correlacionados com as atividades de desmatamento (Projeto 12.1.1), implantação dos canteiros de obra e bota-foras, exploração de jazidas e áreas de empréstimo relacionadas à UHE Belo Monte, já que as mesmas podem originar encostas sujeitas a estes processos erosivos que posteriormente deverão ser recuperadas através do PRAD (Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – 3.2). Portanto, as atividades desenvolvidas no Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais devem estar estreitamente associadas a estes programas/projetos, onde as futuras áreas de desmatamento devem ser alvo dos monitoramentos trimestrais a fim de verificar algum foco erosivo relacionado a estas atividades.

Em relação ao Programa de Controle de Estanqueidade dos Reservatórios (10.4) informa-se que o mesmo desenvolveu no início de sua implantação, contínuas atividades de interação com o Programa de Monitoramento das Encostas Marginais e Processos Erosivos (10.3) e Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas (11.3.1) a partir dos resultados e dados (produtos estabelecidos) fornecidos por ambos.

As atividades de campo executadas no contexto dos PBAs 10.3 e 11.3.1, principalmente no que se refere aos mapeamentos geológico, pedológico e hidrogeológico da região, mostraram a ausência de novas cavidades areníticas que indicasse a possibilidade do aparecimento de processos de fuga d'água semelhantes a região do Kararaô e que conseqüentemente, devessem ser inseridas no escopo deste Programa. Além disso, os resultados obtidos no mapeamento geológico hidrogeológico realizado na própria região do Kararaô possibilitou um aumento ainda maior no entendimento geológico-geotécnico (dinâmica hídrica, geológica e pedológica) desta região, possibilitando a elaboração e um planejamento mais específico e ajustado para os objetivos e metas inerentes ao Programa 10.4.

Adicionalmente, a integração com a engenharia da obra propiciou a análise de boletins de sondagens no entorno do Reservatório Intermediário, principalmente na sua margem esquerda, favorecendo um melhor entendimento das características geológico-geotécnicas das rochas de fundação, principalmente no que se refere a sua permeabilidade e grau de fraturamento. Além disso, esta interação determinou um entendimento técnico compartilhado em relação a este programa que indicou que a possibilidade do aparecimento de processos de fuga d'água pelas cavidades na região do Kararaô é ínfima ou nula, não requerendo por parte do projeto de engenharia a necessidade de estudos adicionais em relação a este tema específico.

Por fim, registra-se a integração estabelecida entre os meios físico e biótico em relação ao início da contextualização e caracterização dos padrões dos ecossistemas terrestres considerando os módulos de RAPELD agrupados em quatro compartimentos de abrangência de análise e de apresentação descritiva de resultados: a) margem esquerda do rio Xingu a montante de Altamira (módulos 1 e 2), b) margem esquerda região da Volta Grande (módulos 5, 6 e 7), c) margem direita (módulos 3 e 4) e d) margem direita trecho de jusante (módulo 8). Para este estudo foram disponibilizados para integração com o meio biótico, os dados da caracterização geológica, pedológica, hidrogeológica, hipsométrica e de declividades das quatro regiões definidas anteriormente, a partir de mapas temáticos e de um texto descritivo referente a cada tema abiótico citado. Este material deverá ser agregado e avaliado de forma conjunta com os resultados e dados até agora obtidos dos módulos RAPELD no que se refere à fauna e flora de cada região.

Os resultados consolidados desta integração inicial entre meios distintos (físico e biótico), a partir dos dados fornecidos pelos programas ambientais implantados, contendo inclusive aspectos socioeconômicos específicos, serão devidamente apresentados e visualizados no âmbito do Plano de Conservação dos Ecossistemas Terrestres (Plano 12).

## 10.1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA SISMICIDADE

### 10.1.1. ANTECEDENTES

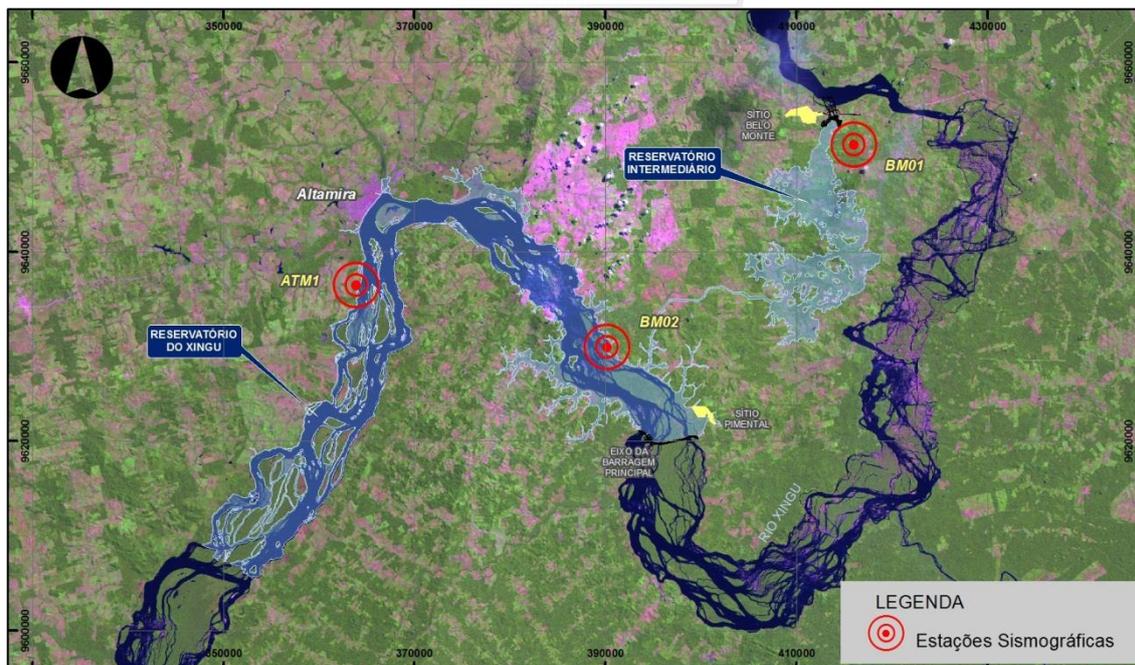
O Programa de Monitoramento da Sismicidade tem como objetivo a avaliação da atividade sísmica natural na área de influência dos reservatórios, durante um período anterior ao enchimento, para comparação com o nível de atividade sísmica obtida durante e após o enchimento dos mesmos (formação dos reservatórios), registrando as ocorrências sísmicas naturais e induzidas. Adicionalmente, também é escopo deste programa a obtenção de correlação entre sismos e feições geológicas e estruturais da área, a determinação de epicentros, intensidades, magnitudes, acelerações sísmicas e área de influência dos eventos. Este monitoramento é fundamental para atendimento de normas que estabelecem parâmetros para averiguação da segurança das estruturas usuais da construção civil, relativamente às ações de sismos.

A assinatura do Acordo de Cooperação Técnica entre a empresa Norte Energia S.A. e a Eletronorte/Eletronorte em julho/2011 marcou o início das atividades inerentes ao programa, pois permitiu a aquisição de 3 estações sismográficas para serem instaladas na região do entorno dos reservatórios da UHE Belo Monte e estabeleceu que a parte executiva e analítica deste programa ficaria sob responsabilidade da equipe técnica do Observatório Sismológico de Brasília.

As atividades de campo começaram com a definição prévia dos locais de instalação das 3 estações sismográficas pela equipe técnica do Observatório Sismológico, através de testes de ruído sísmico. Após esta definição, procedeu-se a construção pela Norte Energia dos abrigos necessários para proteção das referidas estações contra ações antrópicas e de intempéries naturais. Os abrigos foram construídos em alvenaria e cercados por alambrado. Esta atividade foi concluída no final do mês de janeiro de 2012.

Já a instalação propriamente dita dos equipamentos das estações sismográficas ocorreu no período de 10 a 17 de fevereiro de 2012, tendo sido as mesmas denominadas de ATM1, BM01 e BM02. Em todas as estações foram instalados sismógrafos de banda larga, da marca GURALP, operando na faixa de 30 segundos a 100 Hz, em concordância às recomendações do PBA. Em cada estação foi instalado um sismômetro, um digitalizador e um sistema de alimentação.

A **Figura 10.1 - 1** mostra a localização e a distribuição espacial das 3 estações sismográficas (ATM1, BM01 e BM02) instaladas e o futuro reservatório da UHE de Belo Monte.



**Figura 10.1 - 1 – Localização e distribuição espacial das Estações Sismográficas.**

Após a instalação das 3 estações sismográficas, estabeleceu-se o início do monitoramento da sismicidade local da região do empreendimento (fevereiro de 2012), sendo que os dados gerados estão sendo encaminhados para o Observatório Sismológico em Brasília por meio de link de internet via satélite em tempo real (acompanhamento diário – transmissão de dados). O monitoramento da sismicidade estabelecido no período de fevereiro a novembro de 2012 foi devidamente caracterizado e apresentado nos Segundo e Terceiro Relatórios Semestrais Consolidados que foram encaminhados ao IBAMA, respectivamente nos meses de julho de 2012 e janeiro de 2013.

Vale destacar que os dados produzidos pelas estações de Belo Monte estão sendo caracterizados e definidos em eventos locais, eventos regionais e eventos distantes (telessismos), sendo seus resultados apresentados individualmente em forma de anexos e também alimentando o banco de dados específico criado para este programa.

Outro ponto importante a ser relatado, refere-se aos eventuais problemas de transmissão de dados que têm ocorrido nas estações sismográficas, acarretando “gaps” ou hiatos na transmissão de dados. Este problema tem sido solucionado com o estabelecimento de visitas periódicas nas 3 estações pela equipe técnica do próprio Observatório Sismológico para a coleta “*in situ*” destes dados faltantes que ficam armazenados em HDs instalados em cada uma das estações sismográficas. Ressalta-se que a equipe de campo da Norte Energia foi treinada pelo Observatório Sismológico para realizar estes trabalhos a partir do primeiro trimestre de 2013, com o objetivo de tornar mais ágil o recebimento destes dados e conseqüentemente sua análise. Com este treinamento, não está havendo mais necessidade de deslocamento da equipe do Observatório Sismológico para Altamira.

Conforme mencionado no Terceiro Relatório Consolidado, esta estratégia de

planejamento estabelecido pela Norte Energia garante a segurança na análise integral dos resultados obtidos nas estações implantadas garantindo o pleno atendimento do monitoramento proposto no programa.

Já o Banco de Dados do programa é semestralmente atualizado e está disponível em formato digital a cada emissão do relatório consolidado.

### **10.1.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO**

O acompanhamento e monitoramento da sismicidade da área de influência da UHE Belo Monte no âmbito do PBA (item 4 do cronograma) teve início em fevereiro de 2012, logo após a instalação das 3 estações sismográficas conforme mencionado anteriormente, sendo que já foram executadas até o final de junho de 2013, 17 campanhas mensais de um total de 80, o que corresponde a 21,25% desta atividade realizada. Ressalta-se que esta atividade se estenderá até o final do terceiro trimestre de 2018 (setembro/18), quando a partir de outubro de 2018 terá início o monitoramento e acompanhamento da sismicidade da região de influência do empreendimento durante a operação da própria usina (item 5 do cronograma) que se prolongará até junho de 2021. Ademais, informa-se que estas atividades 4 e 5 do cronograma são fundamentalmente idênticas diferindo entre as mesmas apenas no período de suas execuções que está relacionado a operabilidade da UHE Belo Monte.

Na análise dos dados produzidos pelas estações utilizadas neste relatório foram usados os seguintes programas:

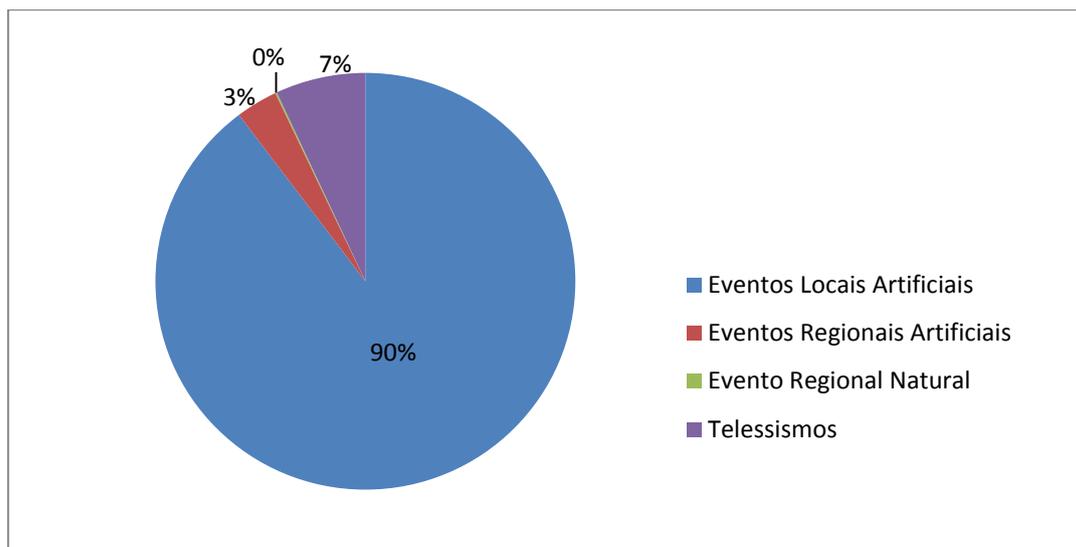
- Scream (GURALP SYSTEM LIMITED): para a visualização e análise preliminar;
- Seismic Analysis Code – SAC (GOLDSTEIN and SNOKE, 2005): na edição das imagens dos sismogramas digitais;
- GMT - Generic Mapping Tools (WESSEL, P. And SMITH, W. H. F., 1995): na plotagem de mapas.

Para este relatório estão sendo apresentados os dados e resultados obtidos no período de dezembro/2012 até maio/2013. Neste período foram registrados pela Rede Sismográfica de Belo Monte, um total 836 eventos distribuídos nas seguintes categorias: 750 eventos locais artificiais, 27 eventos regionais artificiais, 1 evento regional natural e 58 telessismos.

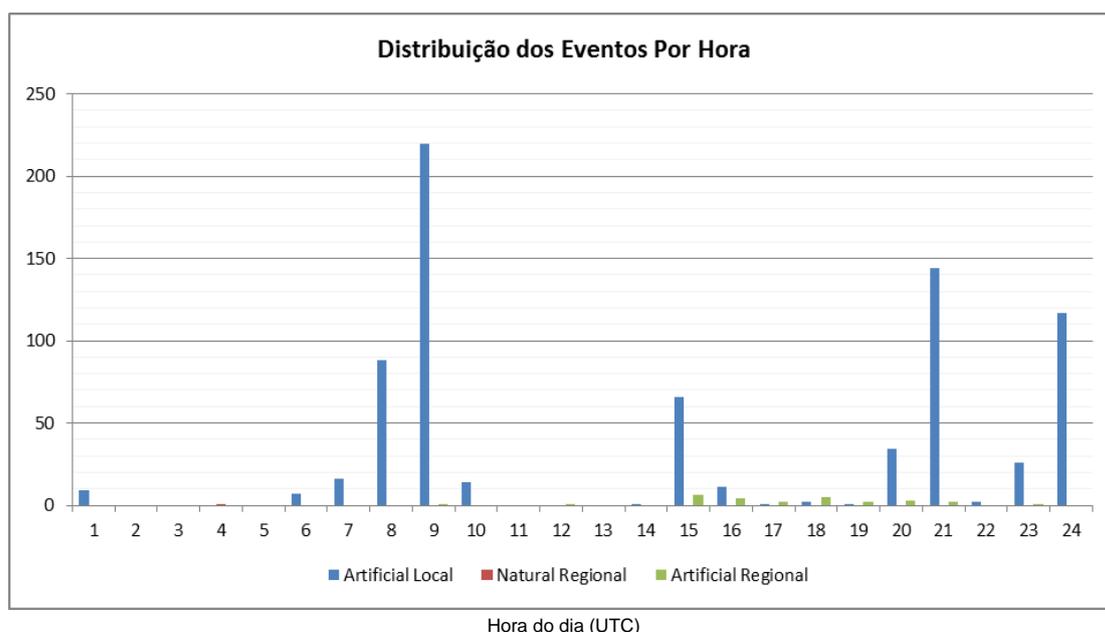
A **Figura 10.1 - 2** mostra o gráfico contendo os eventos analisados para o período monitorado (dezembro de 2012 a maio de 2013) e suas respectivas porcentagens. Já a **Figura 10.1 - 3** ilustra o histograma dos eventos artificiais locais, que correspondem às explosões associadas às atividades de escavação do empreendimento, que

ocorrem principalmente entre 09 horas e 21 horas UTC (respectivamente 06 horas da manhã e 18 horas da noite – horário local).

Adicionalmente, de forma a enriquecer e facilitar as atividades de monitoramento sísmico são fornecidas pelo Consórcio Construtor Belo Monte as planilhas mensais dos planos de fogo executados, que são repassadas ao Observatório Sismológico para correlação destes dados com as informações registradas na rede sismográfica do Programa, facilitando expressivamente a análise e interpretação dos dados registrados.



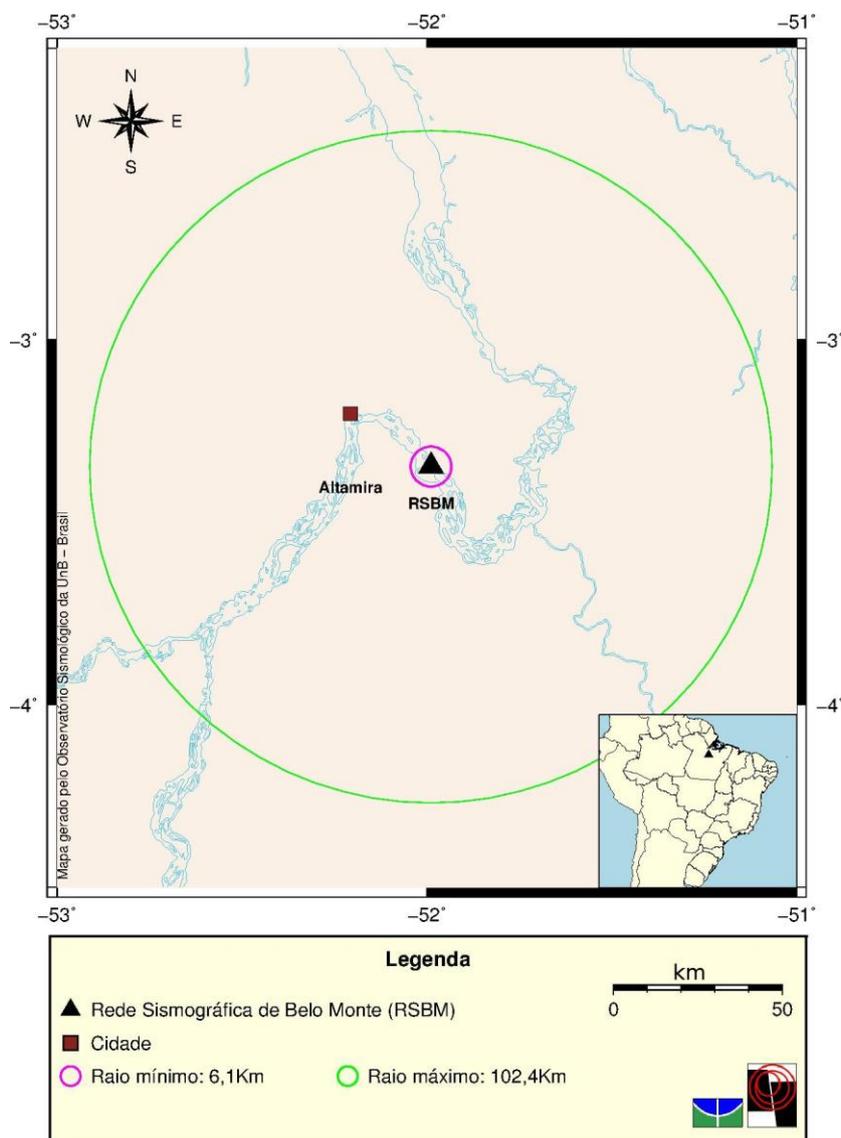
**Figura 10.1 - 2 – Gráfico indicando a porcentagem de distribuição quantitativa dos eventos registrados pela Rede Sismográfica de Belo Monte no período de dezembro de 2012 a maio de 2013.**



**Figura 10.1 - 3 – Histograma do quantitativo de eventos detectados pela Rede Sismográfica de Belo Monte durante o período monitorado, conforme o regime de horário diários (01 até 24 horas – UTC).**

## Eventos Locais Artificiais

Nesta categoria encontram-se os eventos cujas distâncias epicentrais estão abaixo de 100 quilômetros das estações sismográficas. Durante o período de monitoramento foram registrados 757 eventos locais artificiais pelas estações BM01, BM02 e ATM1. Vale destacar que as distâncias epicentrais variaram de 6,1 a 102,4 km como é possível visualizar na **Figura 10.1 - 4**.

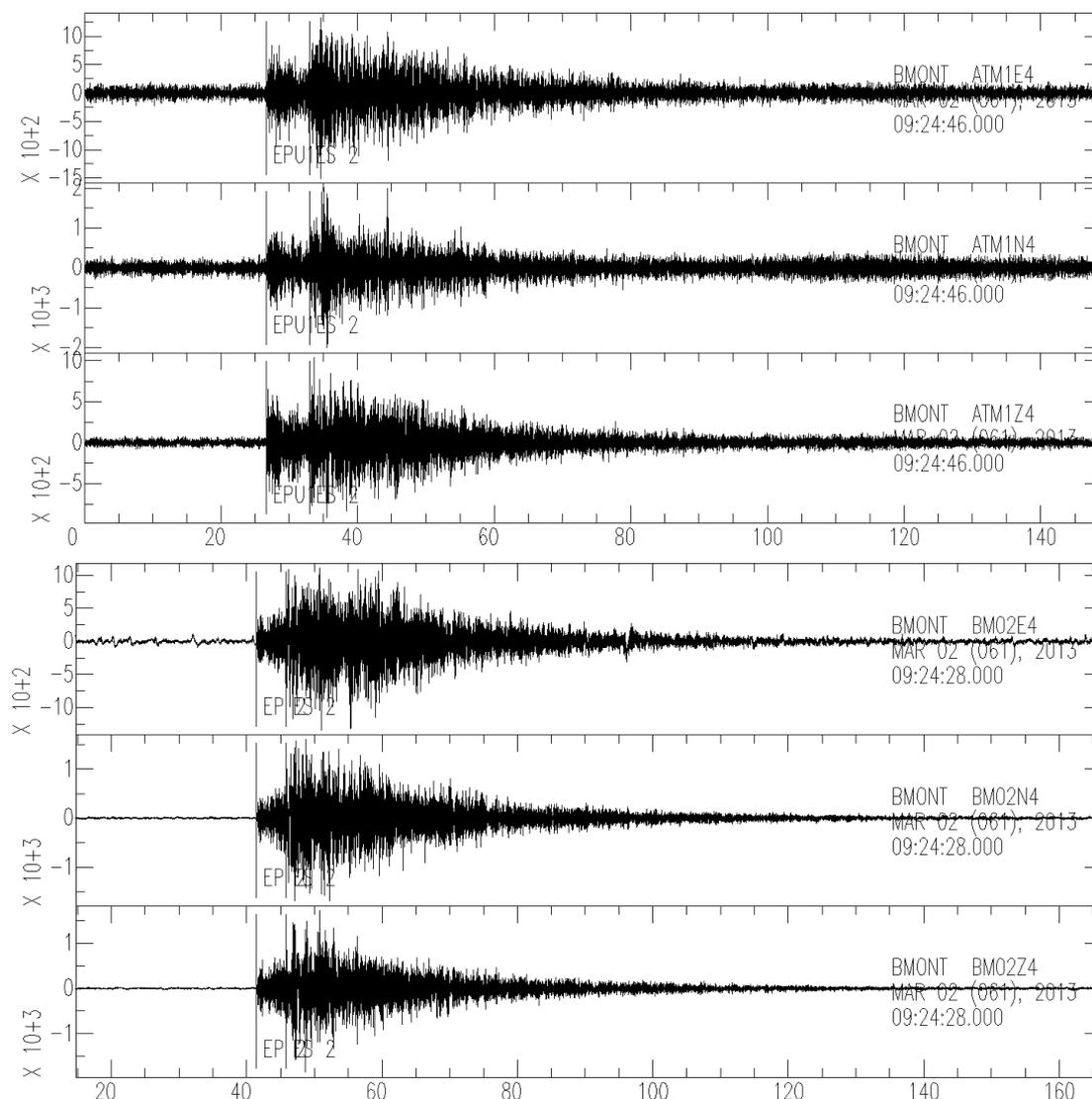


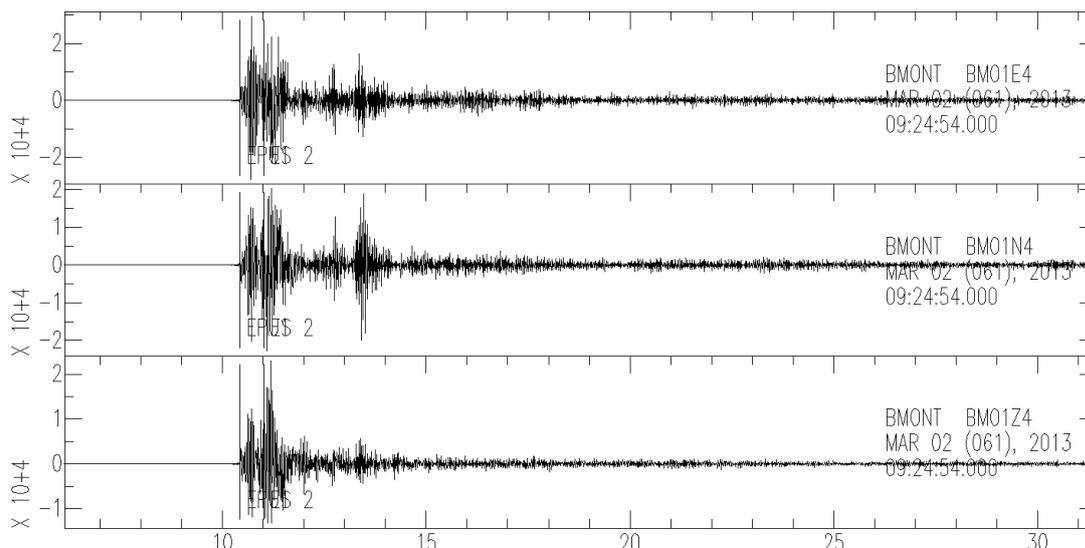
**Figura 10.1 - 4 – Mapa ilustrativo com a faixa epicentral dos eventos artificiais (explosões) locais detectados pela Rede Sismográfica de Belo Monte no período monitorado (dezembro de 2012 a maio de 2013).**

O **Anexo 10.1 - 1** deste relatório apresenta o registro de todos os parâmetros sísmicos dos eventos locais artificiais (explosões) registrados pelas estações BM01, BM02 e ATM1. Ressalta-se que a determinação destes epicentros desses eventos foi realizada usando o método do azimute reverso que utiliza informações de polaridade e amplitude das primeiras fases da onda P, registradas nas 3 componentes de

movimento do chão (N-S, E-W e Vertical), combinadas com a distância epicentral definida pela diferença entre os tempos de chegada das ondas S e P (S-P).

Exemplificando os eventos locais artificiais, a **Figura 10.1 - 5** ilustra o registro na forma de onda nas estações ATM1, BM01 e BM02 do evento artificial ocorrido no dia 02/03/2013 (evento nº 339 do **Anexo 10.1 - 1**).





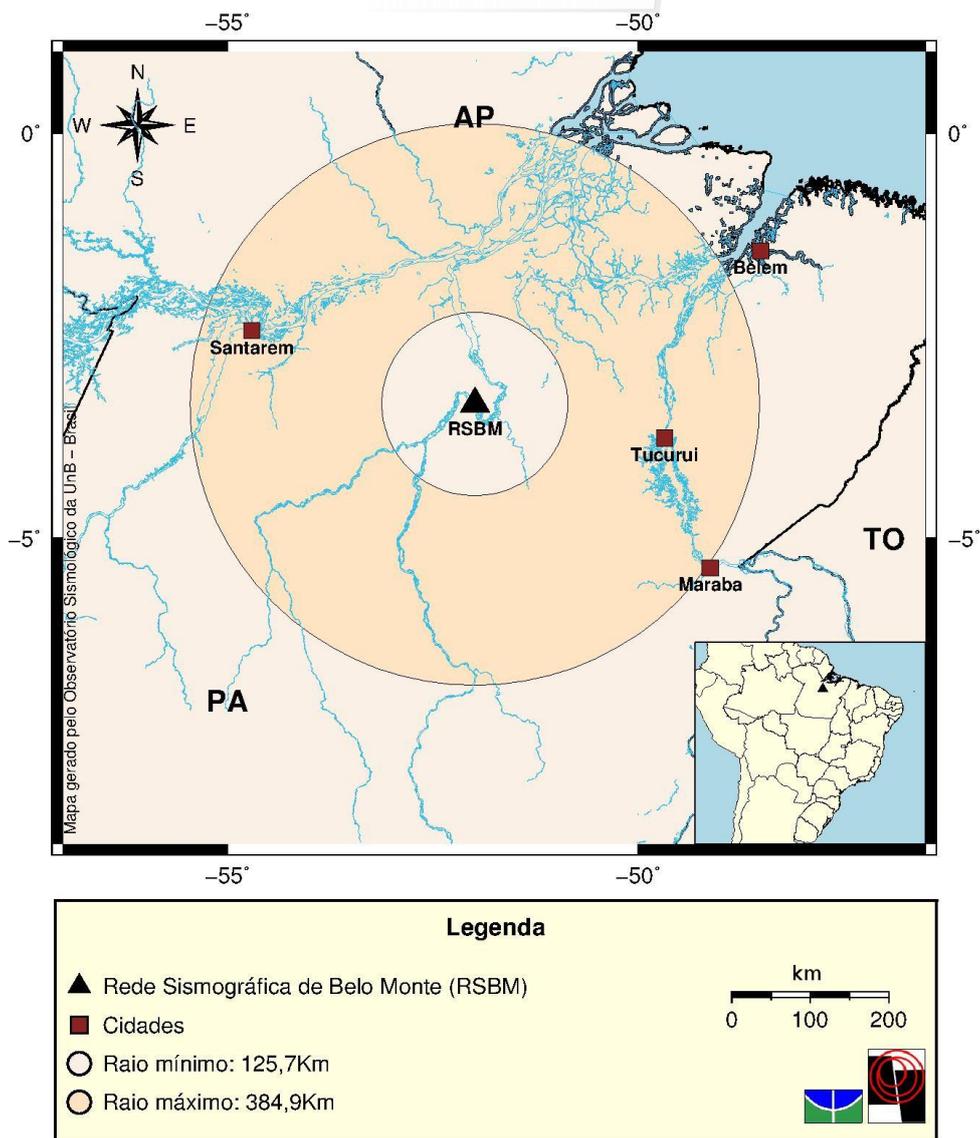
**FIGURA 10.1 - 5 – Registro nas estações ATM1, BM01 e BM02 da forma de onda do evento local artificial ocorrido em 02/03/2013 (nº 339 do Anexo 10.1 - 1).**

### **Eventos Regionais Artificiais**

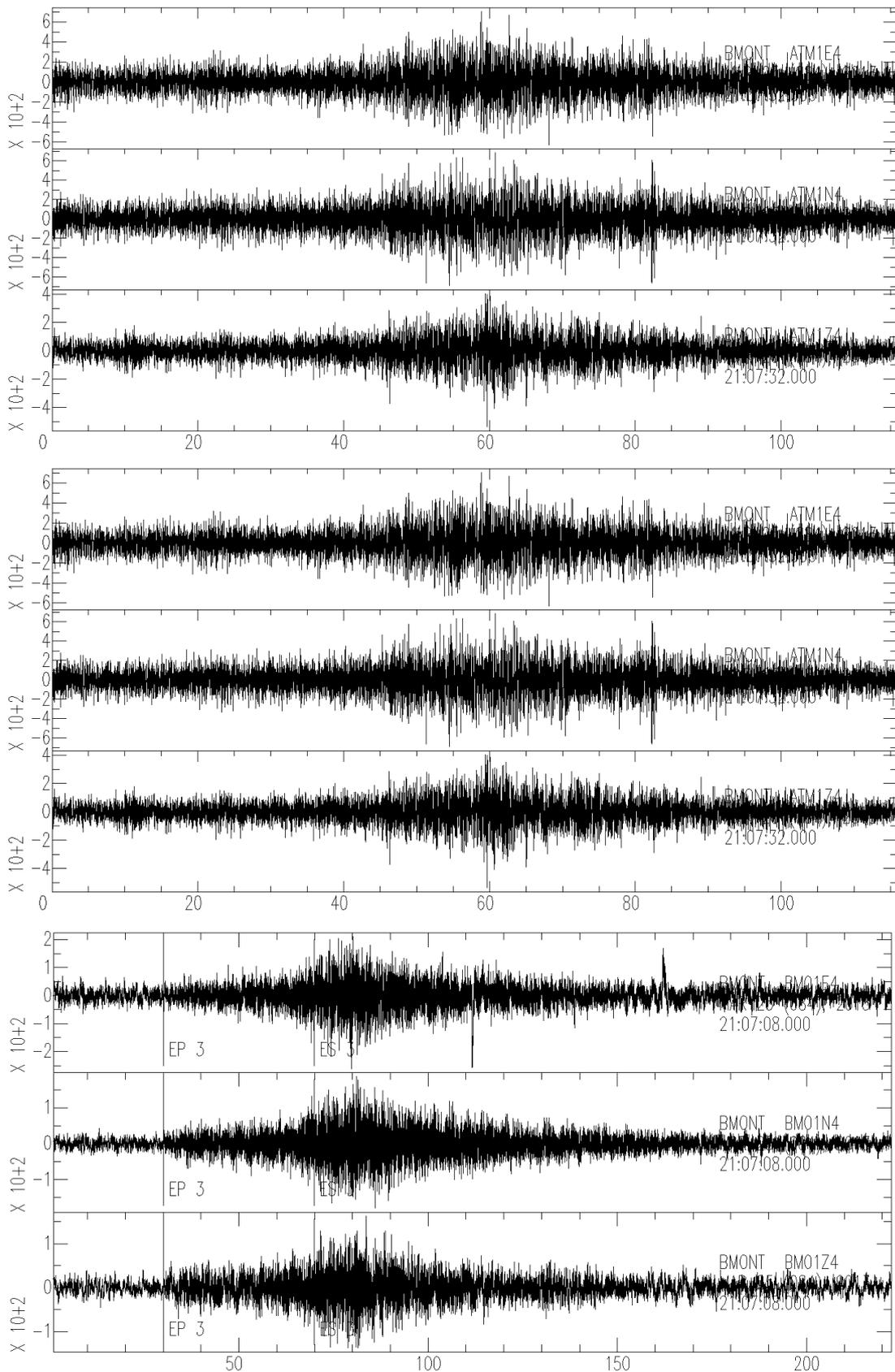
Nesta categoria encontram-se os eventos cujas distâncias epicentrais estão no intervalo de 100 a 1.500 quilômetros da rede sismográfica de Belo Monte. Durante o período de monitoramento foram registrados 27 eventos regionais artificiais pelas estações BM01, BM02 e ATM1.

O **Anexo 10.1 - 2** deste relatório apresenta o registro dos parâmetros sísmicos regionais artificiais (explosões) registrados pelas estações BM01, BM02 e ATM1.

Exemplificando os eventos regionais artificiais, as **Figuras 10.1 - 6 e 10.1 - 7** mostram respectivamente o mapa com a faixa epicentral dos eventos detectados pela Rede Sismográfica no período de dezembro de 2012 a maio de 2013 e o registro da forma de onda da explosão detectada no dia 25/03/2013 (evento nº 19 do **Anexo 10.1 - 2**).



**FIGURA 10.1 - 6 – Mapa com a faixa epicentral dos eventos artificiais (explosões) regionais detectados pela Rede Sismográfica de Belo Monte no período monitorado (dezembro de 2012 a maio de 2013).**

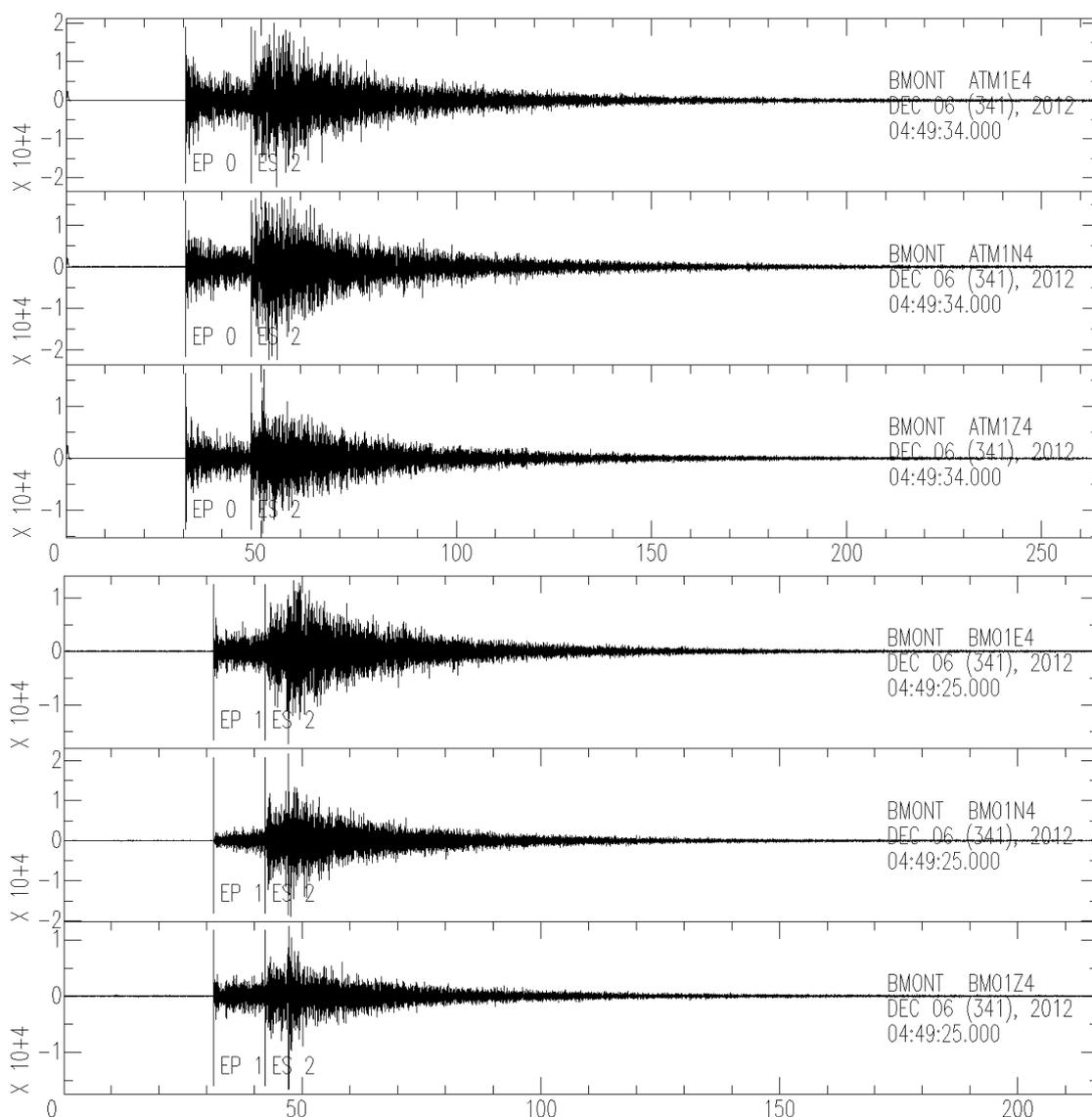


**FIGURA 10.1 - 7 – Registro nas estações ATM1, BM01 e BM02 da forma de onda do evento regional artificial ocorrido em 25/03/2013 (nº 19 do Anexo 10.1 - 2).**

### Eventos Regionais Naturais

Nesta categoria também se encontram os eventos cujas distâncias epicentrais estão no intervalo de 100 a 1.500 quilômetros da rede sismográfica de Belo Monte. Foi registrado 1 evento regional natural pelas Estações ATM1, BM01 e BM02, no período monitorado, cujos parâmetros sísmicos estão apresentados no **Anexo 10.1 - 3**.

A **Figura 10.1 - 8** ilustra o registro do evento detectado em forma de onda do dia 06/12/2012 (evento nº 1 do **Anexo 10.1 - 3**) nas estações ATM1 e BM01.



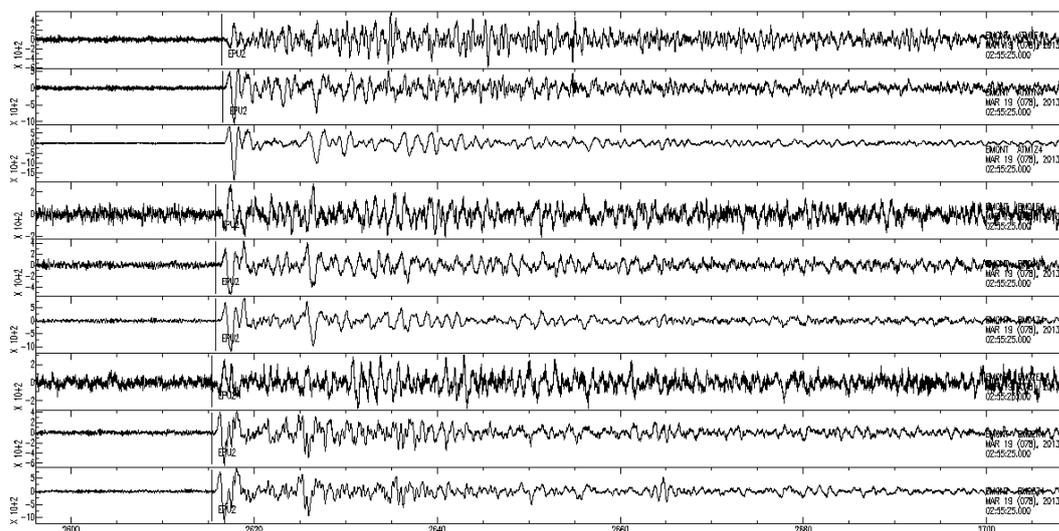
**FIGURA 10.1 - 8 – Registro nas estações ATM1, BM01 e BM02 da forma de onda do evento regional natural, ocorrido em 06/12/2012.**

## Telessismos

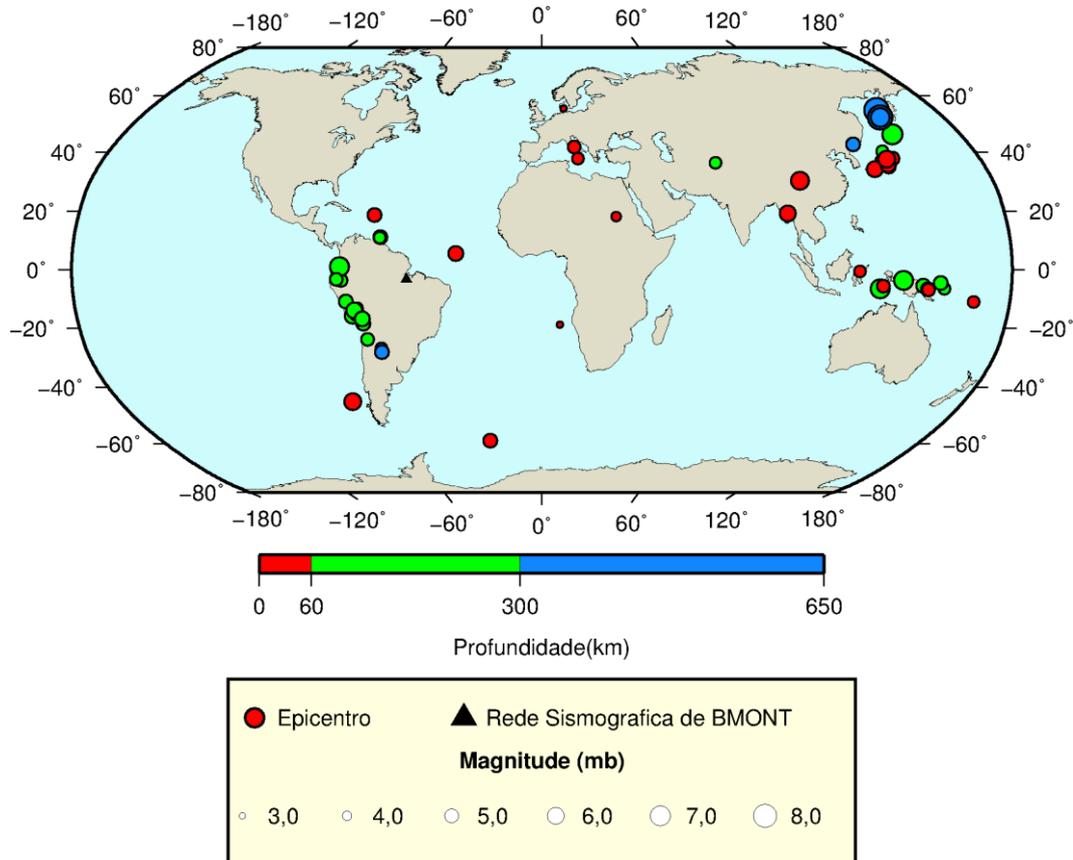
Nesta categoria encontram-se os eventos cujas distâncias epicentrais estão acima de 1.500 quilômetros da rede sismográfica de Belo Monte.

No período de dezembro de 2012 a maio de 2013, as estações ATM1, BM01 e BM02 registraram 58 telessismos (eventos distantes), os quais foram confirmados pelos dados dos boletins do “*National Earthquake Information Service*”, do “*U.S. Geological Survey*”. A listagem dos parâmetros sísmicos com os respectivos telessismos detectados são apresentados mensalmente no **Anexo 10.1 - 4**.

As **Figuras 10.1 - 9** e **10.1 - 10** mostram respectivamente um exemplo do registo de um evento ocorrido no dia 19/03/2013, às 03:29:00,08 (UTC) na região das Ilhas do Sul, com magnitude de 5,0  $m_b$  (evento nº 38 do **Anexo 10.1 - 4**) e o mapa com a distribuição epicentral dos telessismos detectados no período monitorado.



**FIGURA 10.1 - 9 – Registro nas estações ATM1, BM01 e BM02 do telessismo ocorrido na região das Ilhas do Sul em 19/03/2013 (nº 38 do Anexo 10.1 – 4).**



 2013 Jul 01 16:32:03

**Figura 10.1 - 10 – Mapa com a distribuição epicentral dos telessismos registrados pela Rede Sismográfica de Belo Monte no período monitorado.**

#### 10.1.2.1. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma gráfico é apresentado na sequência, ilustrando o desenvolvimento das atividades no cronograma atual que foi aprovado pelo IBAMA em junho de 2012 através da emissão do Ofício 154/2012/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, sendo que as linhas com as lacunas atestadas em laranja o que foi estabelecido e proposto e as linhas com as lacunas preenchidas em amarelo o que já foi executado. Ademais, as lacunas amarelas hachuradas são as atividades previstas e ainda não executadas até o final do programa.

# PACOTE DE TRABALHO: 10.1 Programa de Monitoramento da Sismicidade

Atividades I Produtos



Item	Descrição	2011				2012				2013				2014				2015				2016			
		T1	T2	T3	T4																				
<b>CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO</b>																									
10	<b>10. PLANO DE ACOMPANHAMENTO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO E DE RE</b>																								
10.1	<b>10.1 Programa de Monitoramento da Sismicidade</b>																								
1	Sismicidade regional caracterizada (refinamento do Programa)																								
1	Sismicidade regional caracterizada (refinamento do Programa)																								
2	Estações sismográficas adquiridas																								
2	Estações sismográficas adquiridas																								
3	Instalação das estações sismográficas																								
3	Instalação das estações sismográficas																								
4	Monitoramento da sismicidade (acompanhamento no âmbito do PBA)																								
4	Monitoramento da sismicidade (acompanhamento no âmbito do PBA)																								
5	Monitoramento da sismicidade (acompanhamento na operação da usina)																								
5	Monitoramento da sismicidade (acompanhamento na operação da usina)																								
6	Campanhas de esclarecimentos à população																								
6	Campanhas de esclarecimentos à população (em caso de eventos sísmicos)																								

**LEGENDA**  Linha de Base - Alteração do PBA  Realizado  Previsto até fim do produto

### 10.1.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

O Programa de Monitoramento de Sismicidade está devidamente implantado conforme as diretrizes estabelecidas no PBA, com a rede sismográfica instalada com 3 estações, denominadas ATM1, BM01 e BM02, que estão em pleno funcionamento.

O acompanhamento e a análise dos dados gerados por estas 3 estações sismográficas estão sendo realizados continuamente pelo Observatório Sismológico de Brasília que é responsável pelo desenvolvimento e implantação do programa junto a Norte Energia e se estenderá até o segundo semestre de 2021.

Conforme mencionado acima, as lacunas de dados ocorridas durante falhas na transmissão de dados nas estações sismográficas estão sendo devidamente sanadas com o resgate *“in loco”* pela própria equipe de campo da Norte Energia que foi treinada pelos técnicos do Observatório Sismológico. Este planejamento proporcionou uma maior agilidade no recebimento e análise destes dados faltantes pelo próprio Observatório Sismológico.

Em relação às recomendações propostas pelo IBAMA no parecer 168/2012, datado de 22/12/2012, no que se refere à execução de campanhas de esclarecimentos à população sobre a possibilidade de sismicidade induzida e dos seus possíveis efeitos a serem implementadas no âmbito do Programa de Interação Social e Comunicação, conforme previsto no PBA. Informa-se que durante a revisão do cronograma deste PBA foi discutido e consolidado que tais campanhas só seriam estabelecidas caso ocorressem sismos induzidos na região do empreendimento. Inclusive, verifica-se no próprio cronograma do PBA que foi inserida esta observação no final do texto da atividade 6 das colunas em amarelo (revisão do cronograma) que estabelece: *“Campanhas de Esclarecimentos à População (em caso de eventos sísmicos)”*.

Vela ressaltar ainda, que a possibilidade de ocorrência de sismicidade induzida só poderá ocorrer durante o período de enchimento dos reservatórios do Xingu e Intermediário, sendo que a realização de campanhas deste tipo pode acarretar junto à população algum tipo de receio injustificável frente ao próprio empreendimento. Entretanto, com o intuito de se estabelecer uma atividade executiva frente a esta recomendação do IBAMA está sendo elaborado junto ao meio socioeconômico da Norte Energia uma palestra de esclarecimento em relação aos aspectos gerais do programa de monitoramento sismológico dos reservatórios junto à comunidade de Altamira e arredores no âmbito do Fórum de Acompanhamento Social do Meio Físico e Biótico. Ressalta-se que esta palestra está sendo organizada e agendada para o próximo semestre de 2013 em Altamira e será apresentada pelos técnicos especializados do Observatório Sismológico, sendo que na oportunidade serão disponibilizados folhetos explicitando os principais aspectos deste programa para esclarecimento da população.

#### 10.1.4. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Lucas Vieira Barros	Coordenador Geral	Engenheiro Eletrônico, Dr.	CREA-DF 3056/D	-
Mônica Gianocar Von Hulsen	Pesquisadora	Geofísica, Dra.		-
Darlan Fontenele	Coordenador Técnico	Especialista em Redes de Computadores	-	-
Francisco Assis Lima	Subcoordenador Técnico	Engenheiro Elétrico, M Sc.	-	-
Marcelo Moreira Fernandes	Tecnólogo em Telecomunicações	Tecnólogo em Comunicações	-	-
Francimilton Salustiano da Silva	Técnico em Eletrônica	Técnico em Eletrônica	-	-

## **10.1.5. ANEXOS**

**Anexo 10.1 - 1 – Listagem dos Eventos Locais Artificiais**

**Anexo 10.1 - 2 – Listagem dos Eventos Regionais Artificiais**

**Anexo 10.1 - 3 – Listagem dos Eventos Regionais Naturais**

**Anexo 10.1 - 4 – Listagem dos Telessismos.**