



# PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

## P.06 – Programa de Monitoramento da Sismicidade

### Relatório Semestral

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Luciana Cabral Nunes Geóloga, MSc.	CREA- 50629926484	5287039	
Priscila Taminato Hirata Geóloga	CREA- 5063373300	5545626	
Afonso E. de Vasconcelos Lopes Geofísico, Sismólogo, DSc.	-	5286995	
Rhobysson B. da Silva Técnico de Meio Ambiente	-	5545778	

**Agosto – 2012**

## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

### **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>02</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>02</b>
<b>3. SISMICIDADE REGIONAL</b>	<b>03</b>
<b>4. ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS DA UHE TELES PIRES</b>	<b>08</b>
<b>4.1. Seleção dos Locais para Instalação das Estações Sismográficas</b>	<b>08</b>
<b>4.2. Equipamentos Utilizados nas Estações Sismográficas</b>	<b>10</b>
<b>4.3. Plano de Manutenções Preventivas e Corretivas</b>	<b>12</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>13</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>14</b>
<b>ANEXO I- Mapa de Localização das Estações Sismográficas STP1 e STP2</b>	<b>15</b>

## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

### **1. INTRODUÇÃO**

O serviço “Monitoramento Sismográfico na Região do Futuro Reservatório da UHE Teles Pires” está sendo executado pela empresa **VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda**, e atende as condicionantes do Programa Ambiental “P.06 Programa e Monitoramento da Sismicidade”. Este Programa Ambiental tem por finalidade auscultar a sismicidade existente na região de influência sísmica da futura barragem da UHE Teles Pires, em um raio de 320 km (200 milhas) com centro na posição da futura barragem, a qual está sendo construída nas coordenadas 9°21’04”S e 56°46’39” O, no rio Teles Pires, divisa entre os estados do Mato Grosso e Pará.

Esse monitoramento permitirá no período de pré-enchimento caracterizar o nível de atividade sísmica na região de estudo, e posteriormente nos períodos de enchimento e pós-enchimento verificar a existência de eventual atividade sísmica induzida pelo reservatório. Além disso, será possível ampliar o conhecimento da sismicidade regional da região de estudo, que é carente em estações sismográficas.

Neste relatório técnico são descritas as principais atividades relacionadas à seleção dos locais de instalação das Estações Sismográficas da UHE Teles Pires e são apresentados os equipamentos sismográficos que serão utilizados.

Além disso, é apresentada a análise da atualização do catálogo sísmico brasileiro para a região de influência sísmica do empreendimento, assim como uma breve discussão sobre o estabelecimento de parceria com a Universidade de São Paulo para que a mesma possa fazer uso dos dados das estações da UHE Teles Pires em pesquisas científicas, ampliando assim o conhecimento da sismicidade brasileira na região Norte do país, e complementado as informações do presente monitoramento com dados adquiridos pelas estações sismográficas de outros projetos.

### **2. OBJETIVOS**

O serviço de levantamento da Atividade Sísmica na área do futuro reservatório da UHE Teles Pires-MT/PA, possui diferentes objetivos de acordo com as fases previstas de pré-enchimento, enchimento e pós-enchimento do reservatório.

No período de pré-enchimento, o monitoramento sismográfico tem os seguintes objetivos:

- Auscultar sismicamente a região de influência com o objetivo de determinar a ocorrência e os epicentros de todos os sismos locais que ocorram na região contida em um raio de 100 km e as áreas vizinhas a partir do local onde será construída a barragem da UHE Teles Pires -MT/PA. Esses dados serão utilizados para definir o nível de atividade sísmica local na área do empreendimento, oferecendo uma informação importante para justificar a futura classificação dos sismos locais naturais e de eventuais sismos induzidos pelo reservatório. A análise desses eventos locais constitui o principal interesse do presente monitoramento e serão apresentados ao empreendedor nos relatórios de andamentos mensais, nos boletins sísmicos trimestrais e semestralmente ao IBAMA.
- Estudar os sismos regionais com distâncias maiores que 100 km e que estejam dentro da Área de Influência Sísmica (100 milhas a partir da barragem) do empreendimento. Esse tipo de informação será usada para acompanhar a evolução de eventuais surtos de atividade sísmica composta por sismos de maiores magnitudes. A sismicidade da região Norte do país é

## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

muito pouco conhecida, e por isso a ampliação desse conhecimento pode ser útil para verificar a influência de eventos regionais de maiores magnitudes sobre a obra.

- Assessorar a **Companhia Hidrelétrica Teles Pires (CHTP)** em assuntos relacionados com os estudos sismológicos na UHE Teles Pires-MT/PA, prestando esclarecimentos à população que mora nas proximidades do futuro reservatório, caso ocorra atividade sísmica local nas proximidades do empreendimento.

No período de enchimento e pós-enchimento, o principal objetivo do presente monitoramento é verificar a presença ou não de atividade sísmica induzida pelo reservatório. No Brasil, menos de 10% dos reservatórios induziram atividade sísmica, sendo um fenômeno raro, mas importante.

Além desse objetivo principal, as duas estações sismográficas serão importantes para ampliar o conhecimento sobre a atividade sísmica nessa área. Desta forma, a realização de parceria com uma instituição de pesquisa, como a Universidade de São Paulo, é importante para integrar os dados dessas estações sismográficas ao conhecimento científico sobre a atividade sísmica regional e sobre a estrutura sísmica da crosta e do manto superior na região, sendo uma informação fundamental para ampliar os estudos de tomografia sísmica com ondas de superfície, tomografia com onda de corpo e cálculo de função do receptor para estudo da espessura da crosta na região.

Inicialmente o empreendedor previu a contratação da Universidade de Brasília para fazer esse papel integrador dos dados, porém, devido ao grande volume de trabalho dessa instituição e à necessidade de cumprimento do cronograma previsto para o desenvolvimento do programa, a CHTP optou pela contratação da empresa **VERACRUZ, Soluções Geofísicas e Geológicas** do sismólogo Afonso Emidio de Vasconcelos Lopes, o qual tem doutorado em monitoramento sismológico local e regional pela Universidade de São Paulo e é especialista em monitoramento sísmico de reservatórios hidrelétricos, tendo participado dos monitoramentos sismológicos dos reservatórios da UHE Peixe-Angical-TO, UHE Retiro Baixo-MG, UHE Boa Esperança-PI, UHE Ourinhos-SP, UHE Piraju-SP e PCH Santa Rosa-RJ, além de outros monitoramentos de atividade sísmica local realizados em Angra dos Reis-RJ (ELETRONUCLEAR), Correntina-BA, Belo Jardim-PE, Elisiário-SP e Bebedouro-SP.

Os dados das estações sismográficas serão integrados aos dados da rede sismográfica da Universidade de São Paulo, e para isso foi preparada uma minuta do convênio de cooperação técnica, que deverá ser avaliada pelo Grupo de Sismologia da Universidade de São Paulo (**ANEXO III**). Todas as atividades a serem executadas pela **VERACRUZ** serão acompanhadas pelo Prof. Dr. Afonso Lopes.

### **3. SISMICIDADE REGIONAL**

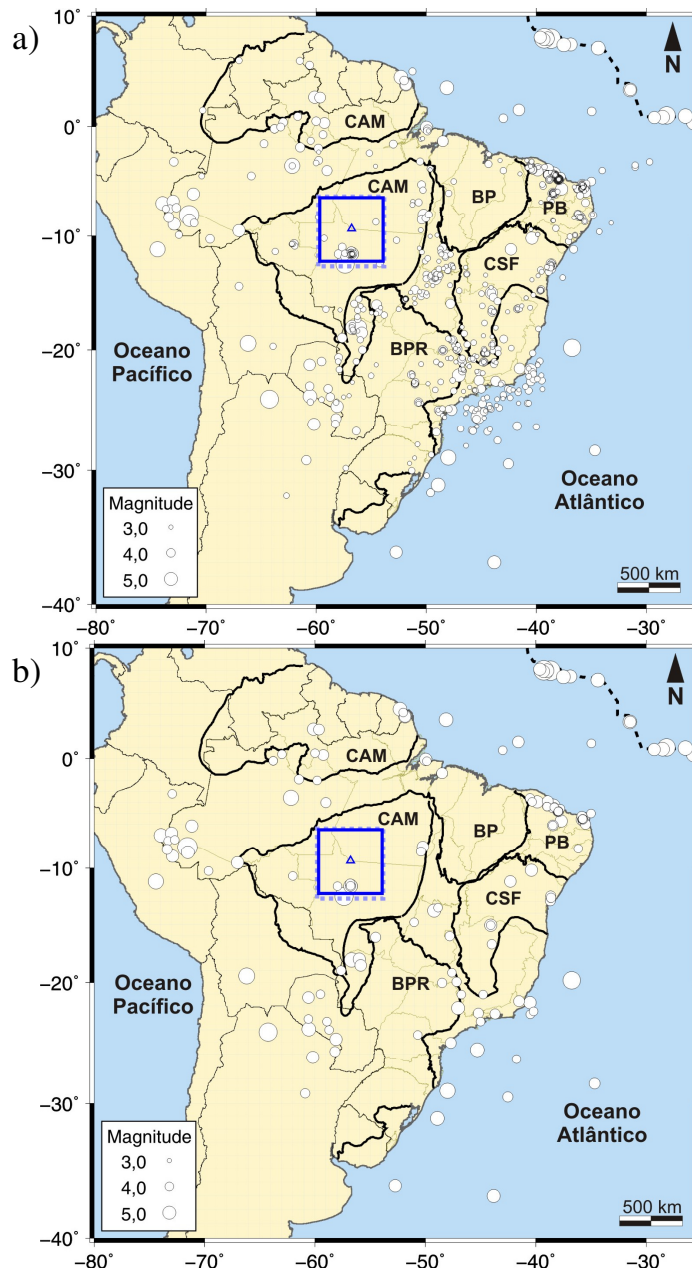
Para análise da sismicidade da região de interesse, definimos a Região de Influência Sísmica pelo polígono quadrado com dimensão lateral de 640 km com centro no Local de Interesse (UHE Teles Pires), englobando todos os eventos com distâncias epicentrais de 100 milhas (ou 320 km) a partir do Local de Interesse.

Na **Figura 1** é mostrado o mapa de sismicidade do Brasil com a identificação da Região de Influência Sísmica e do Local de Interesse do presente estudo. Na **Figura 2** é mostrada a sismicidade regional com a identificação da distância de 100, 200 e 300 km no entorno do Local de Interesse, permitindo observar que não há registro de eventos sísmicos no raio de 100 km

## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade

da obra, e que a maioria dos eventos sísmicos são da região de Porto dos Gaúchos e se encontram entre 200 e 400 km da futura barragem da UHE Teles Pires (veja informação complementar na **Figura 3**).

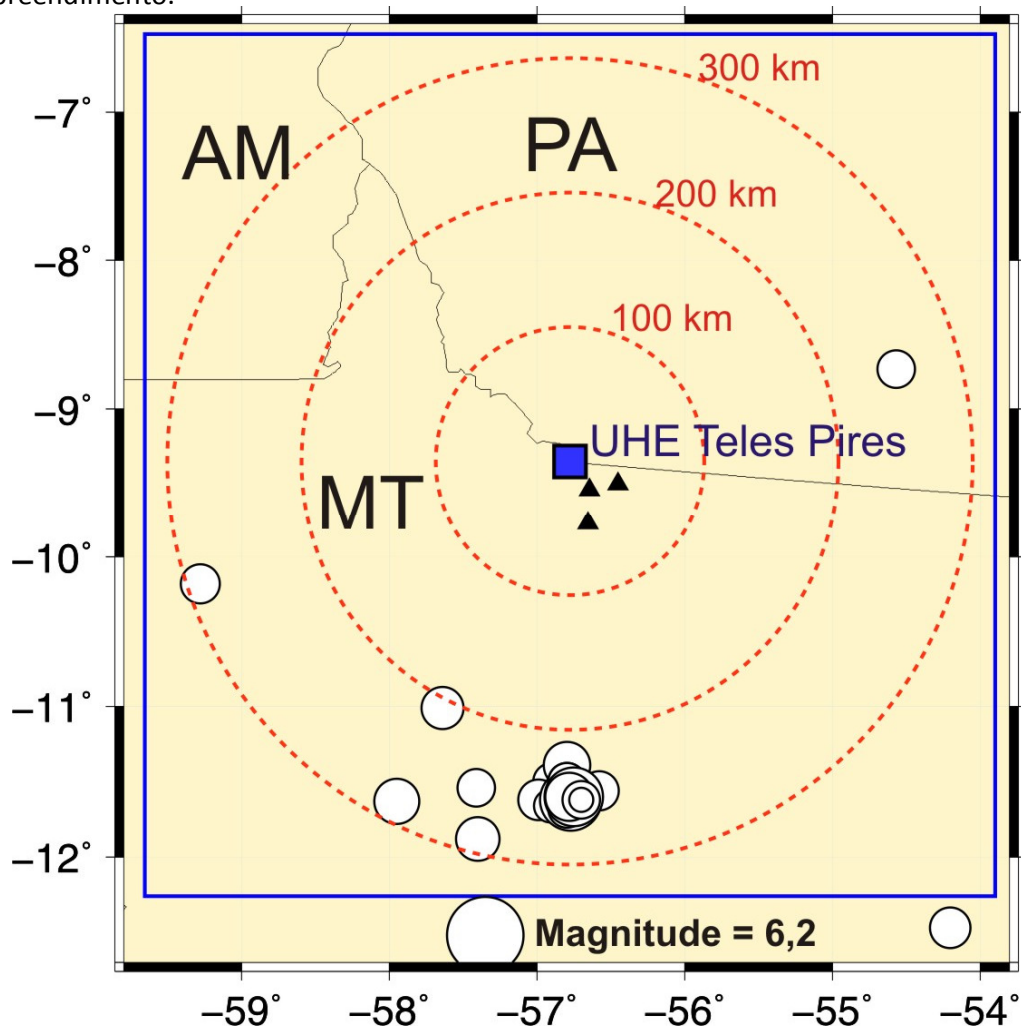
O Local de Interesse se encontra dentro do Cráton do Amazonas, que é uma estrutura tectônica bastante estável, mas que apresenta registros de alguns sismos de magnitudes grandes e moderadas importantes, incluindo o maior sismo raso ocorrido no Brasil (Porto dos Gaúchos, MT, em 1955, com magnitude 6,2  $M_w$ ) e alguns sismos com magnitudes maiores que 4,0  $m_b$ . A maior parte da atividade sísmica da parte Sul do Cráton do Amazonas se concentra na porção Sul deste e nos limites oeste do mesmo, onde o mesmo faz contato com a Província Tocantins (**Figura 1**).



**Figura 1** – Sismicidade do Brasil, países vizinhos e maiores estruturas geológicas, incluindo Cráton do Amazonas (CAM), Bacia do Parnaíba (BP), Província Borborema (PB), Cráton do São Francisco (CSF), Bacia do Paraná (BPR), e Cinturão Ribeira (CR). Os epicentros são representados pelos círculos. A linha azul contínua é a Região de Influência Sísmica, e a linha azul tracejada é a região do mapa utilizado na **Figura 2**. a) todos os sismos do Boletim Sísmico Brasileira (IAG-USP), e b) apenas sismos com magnitude maior que 4,0  $m_b$  e profundidade menor que 30 km. Dados atualizados até junho de 2012.

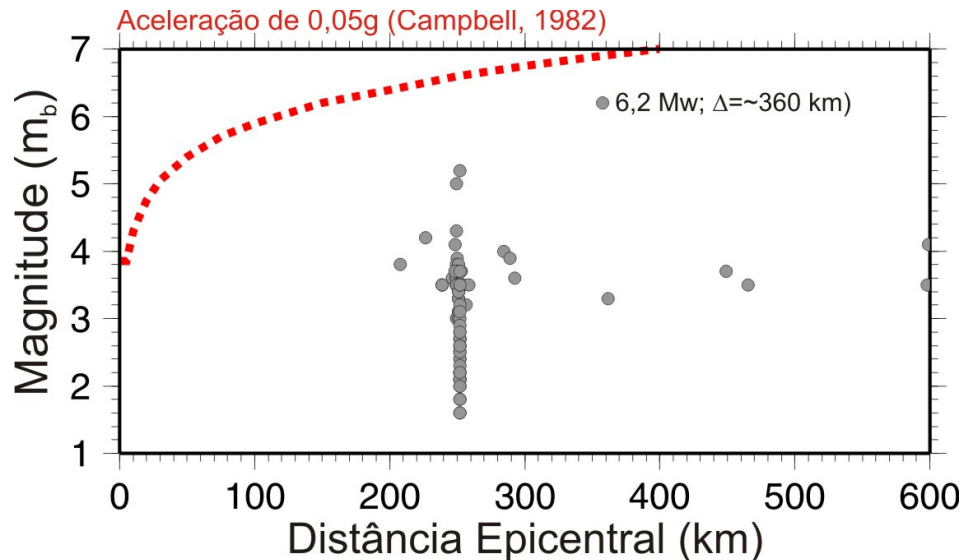
## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade

A sismicidade na Área de Influência Sísmica (**Figura 2**) é significativa, principalmente quando comparada a outras regiões do Brasil, porém, o sismo mais próximo do empreendimento é um sismo de magnitude 3,8  $m_b$  que se encontra a  $\sim 200$  km de distância, tendo tido efeito imperceptível no local do empreendimento. Os sismos mais recentes da Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos se encontra em média a 227 km do empreendimento, e o maior sismo ocorrido nesta Zona Sismogênica se encontra fora da distância de 100 milhas que define normalmente a Área de Influência Sísmica, porém, dentro da área de Influência Sísmica Expandida, a qual é composta pela ampliação da área de Influência Sísmica para incorporar esse evento sísmico importante nos estudos relacionados à parte de sismologia do empreendimento.



**Figura 2** – Mapa de sismicidade com a identificação da Região de Influência Sísmica Estendida (o polígono azul delimita a região de influência sísmica padrão) para a UHE Teles Pires (quadrado azul). Os epicentros dos sismos são representados pelos círculos brancos, e seus tamanhos são proporcionais às magnitudes dos eventos. O maior sismo apresentado no mapa é o de Porto dos Gaúchos, com magnitude de 6,2  $M_w$ , e se encontra fora da Região de Influência Sísmica Padrão. Os limites dos estados são representados pela linha preta fina. As circunferências tracejadas representam distâncias de referência de 100, 200 e 300 km da futura barragem da UHE Teles Pires. Os triângulos pretos são os três locais investigados para a instalação de duas estações sismográficas.

## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade



**Figura 3** – Distribuição das magnitudes dos sismos em função da distância entre o local de interesse (UHE Teles Pires) e o evento. Note que não há eventos sísmicos com distância epicentral menor que 100 km. A máxima magnitude registrada na Área de Influência Sísmica é 5,2  $m_b$ , e se considerarmos na Área de Influência Sísmica Expandida a magnitude máxima é a do sismo de Porto dos Gaúchos de 1955, que é 6,2  $M_w$ .

Embora a fonte sísmogênica de Porto dos Gaúchos seja a mais importante da região de influência sísmica, a mesma se encontra a uma distância segura do empreendimento, não representando risco significativo para o mesmo. Detalhes sobre a atividade sísmica na região de Porto dos Gaúchos podem ser encontrados no trabalho de **Barros et al. (2009)**, o qual é uma das principais referências para esta fonte sísmogênica.

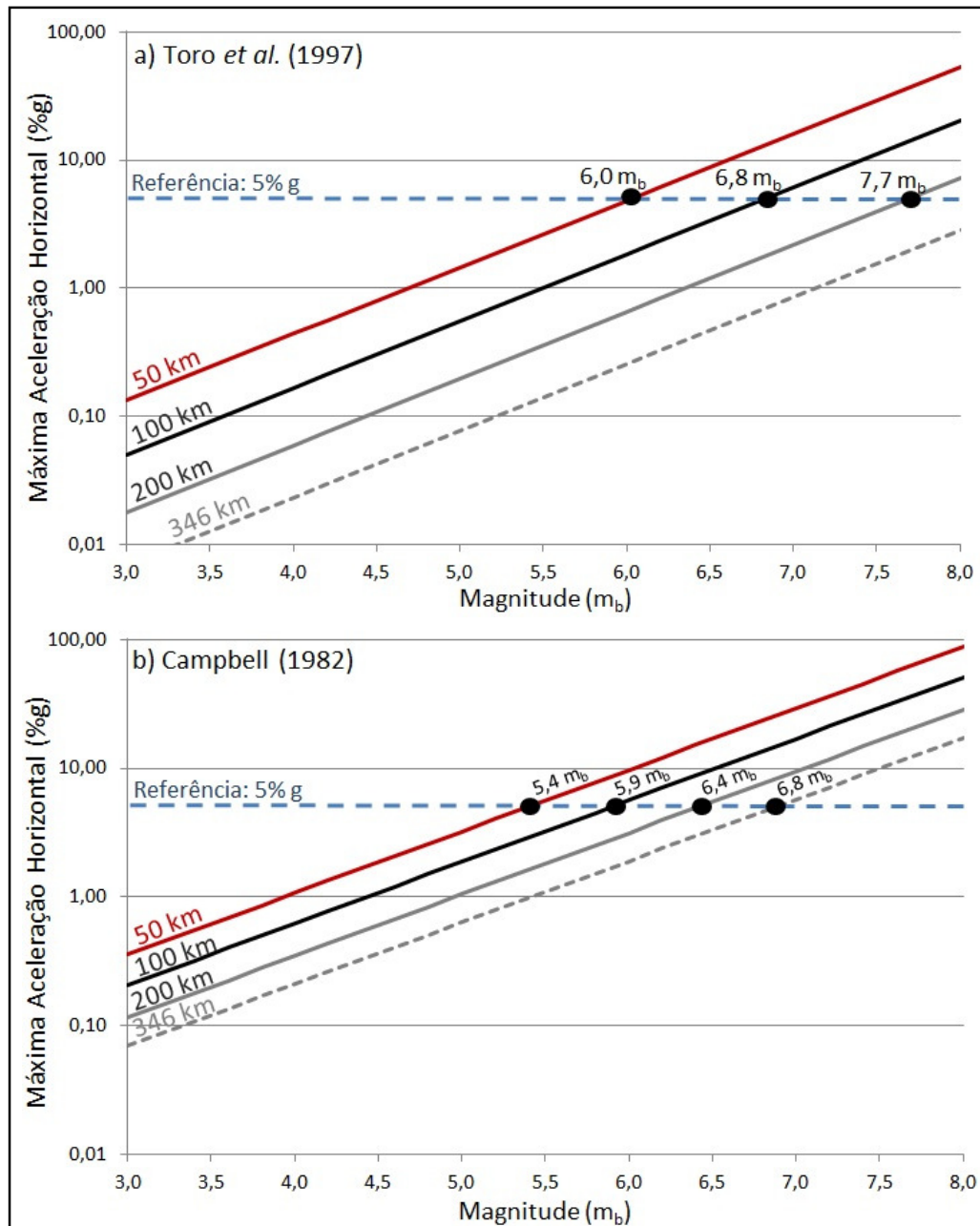
No Brasil, as barragens hidrelétricas costumam ser projetadas para suportar acelerações horizontais máximas de até 0,05g (ou 5% da aceleração gravitacional). Na **Figura 4** são mostradas as máximas acelerações horizontais produzidas por sismos de diferentes magnitudes com diferentes distâncias epicentrais, incluindo a distância do maior sismo ocorrido na região de influência sísmica expandida (o sismo de Porto dos Gaúchos de magnitude 6,2  $M_w$ ). As Funções de Atenuação Sísmica usadas na **Figura 4** foram desenvolvidas por **Toro et al. (1997)** e **Campbell (1982)** para a região Leste dos Estados Unidos, que é tectonicamente parecida com o Brasil. A semelhança tectônica entre a porção Leste dos Estados Unidos e o Brasil, fez com que ambas as equações fossem utilizadas nos estudos de risco sísmico para as obras brasileiras, já que a falta de registros de eventos fortes no Brasil impossibilitou a determinação de uma Função de Atenuação Sísmica própria para essa região.

Na **Figura 4** é possível observar que a Função de Atenuação estabelecida por **Campbell (1982)** é mais conservadora do que a determinada por **Toro et al. (1997)**. Embora a equação de **Toro et al. (1997)** seja mais recente e melhor, em alguns casos opta-se por empregar a equação de **Campbell (1982)** para ser um pouco mais conservador em estimativas de risco sísmico.

Considerando a menor distância conhecida entre um evento sísmico e o local de interesse, não há risco de danos para sismos com magnitude até 6,4 na escala Richter, que é uma magnitude de sismo nunca ocorrido no Brasil. Para distâncias próximas do maior sismo ocorrido no Brasil (distância epicentral de 346 km), apenas sismos com magnitudes maiores que 7,0 na escala

## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade

Richter podem representar risco representativo para a obra, porém não há nenhum registro de sismo com magnitude maior ou igual a 6,2 no interior do Cráton do Amazonas. No mundo, houve apenas quatro casos de atividade sísmica induzida com magnitude maior ou igual a 6,0  $m_b$ .



**Figura 4** – Níveis de máxima aceleração horizontal (%g) que podem ser produzidos por sismos de diferentes magnitudes (3,0 a 8,0  $m_b$ ) em diferentes distâncias epicentrais (50, 100, 200 e 346 km). Em ambos os gráficos é apresentado o nível de referência de 5% g (linha azul tracejada), adotado na maior parte das obras hidrelétricas do país. Em a) os níveis de vibrações foram determinados com a equação proposta por **Toro et al. (1997)**, e em b) com a equação proposta por **Campbell (1982)**. Em ambos os gráficos são identificadas as magnitudes dos sismos que atingem o nível de referência de 5% g.



## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

O monitoramento sismográfico planejado neste serviço, que terá duração indefinida, ou seja, durante toda a vida útil do empreendimento, será importante para ampliar o conhecimento sobre a atividade sísmica local na área do futuro reservatório da UHE Teles Pires, e para melhorar o conhecimento da atividade sísmica regional, oferecendo suporte para melhorar as informações sismológicas existentes na região de influência sísmica.

### **4. ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS DA UHE TELES PIRES**

#### **4.1. Seleção dos Locais para Instalação das Estações Sismográficas**

A primeira campanha de campo para reconhecimento da área de estudo e localização dos pontos onde serão instaladas as estações de monitoramento do Meio Físico foi realizada pelos membros da equipe da **VERACRUZ** entre os dias 18 a 25 de junho de 2012. Nessa oportunidade foram selecionados três possíveis locais para a instalação das estações sismográficas que serão implantadas na região do entorno da futura barragem da UHE Teles Pires.

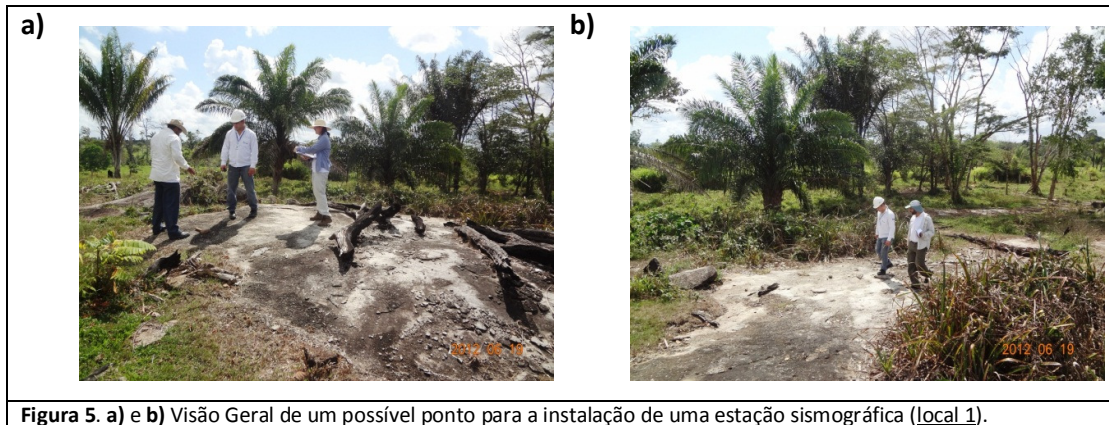
A CHTP está em processo de entendimento e justificativa junto ao IBAMA para aprovação da proposta de se instalar duas estações sismográficas, e de usar uma estação sismográfica da UHE Colíder como a terceira estação de apoio, com a finalidade de monitorar a atividade sísmica local, em atendimento ao PBA P.06 – *Programa de Monitoramento da Sismicidade*.

A CHTP e a COPEL, empreendedor da UHE Colíder, já estabeleceram a parceria para que os sismógrafos dos respectivos empreendimentos sejam utilizados como estação de apoio um para o outro com a finalidade preventiva em caso de falhas na operação. A mesma parceria deverá ser realizada com o empreendedor da UHE São Manoel caso o mesmo seja viabilizado.

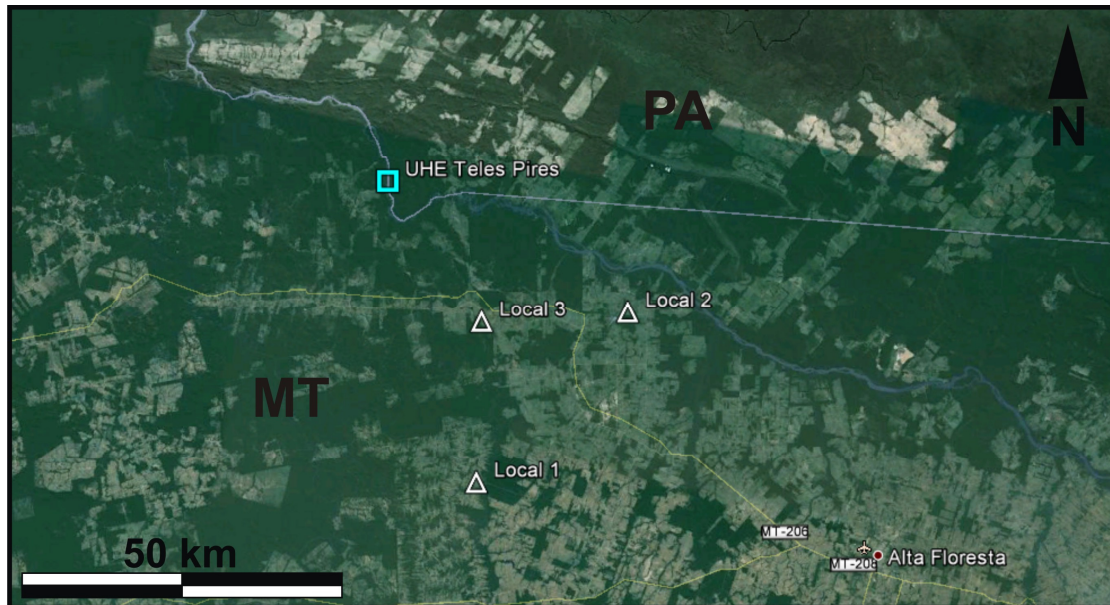
Os locais de implantação das estações sismográficas foram selecionados após avaliação da ocorrência de afloramentos na região do entorno da futura barragem, a uma distância de pelo menos 10 km do eixo do barramento da UHE Teles Pires, com o objetivo de evitar ruídos oriundos da futura casa de força da usina. Foram escolhidos os pontos de afloramento de rocha *in situ*, sob a forma de laje rochosa, preferencialmente próxima a estradas pouco movimentadas e áreas com habitações próximas, de fácil acesso logístico, com boas condições de segurança e baixo nível de ruído aparente (posição distante de rodovias, fábricas, etc). Estes critérios foram considerados de modo a evitar ao máximo o ruído sísmico local.

O local 1 é um afloramento de laje rochosa de quase 15 m de comprimento (**Figura 5**), localizado em uma fazenda próxima ao Assentamento São Pedro, adjacente a uma estrada, nas coordenadas de Lat.= -9,77143° e Long.= -56,65448°, a 48 km de distância da barragem; o local 2 é um afloramento de laje rochosa com 8 m de comprimento (**Figura 6**), localizado em uma fazenda a aproximadamente 1.200 m da entrada principal, tendo as seguintes coordenadas Lat.= -9,50660° e Long.= -56,45021°, a 40 km de distância da barragem; o local 3 é um afloramento rochoso de 6 m de comprimento (**Figura 7**), localizado em uma fazenda, a aproximadamente 680 m da entrada principal, nas coordenadas de Lat.= -9,54706° e Long.= -56,64526°. Veja mapa de localização na **Figura 8**.

## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade



## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade



**Figura 8** – Mapa com os três locais possíveis selecionados para a instalação das duas estações sismográficas. Os locais 1 e 2 são os que apresentam a melhor condição perante ruídos.

Ainda em campo foram realizados os testes de ruído sísmico em cada local selecionado para obtenção de um ajuste fino na posição da estação a fim de evitar que a mesma não seja instalada, por exemplo, em um afloramento que seja apenas a ponta de um eventual matacão. Essa análise de ruído é apenas indicativa, nunca sendo conclusiva, visto que a mesma sempre é reduzida a um determinado período de tempo, que em alguns casos não contemplam ruídos gerados em horários específicos, como por exemplo, durante o funcionamento de um motor ou de atividades industriais específicas. Por outro lado, trata-se de um critério importante que ajuda a garantir boas escolhas de locais para a instalação das estações sismográficas.

No teste foi utilizando um sismômetro de período curto da marca Sercel e um registrador da marca Reftek, e a conclusão é que os dois primeiros locais tem um baixo nível de ruído, enquanto que o local 3, embora também tenha um baixo nível de ruído, o ruído natural do local é amplificado em até três vezes devido a eventuais fraturas no interior da rocha, indicando que possivelmente esse afloramento é composto por apenas um grande matacão ou por um pedaço do embasamento rochoso segmentado por fraturas que não são claras na superfície.

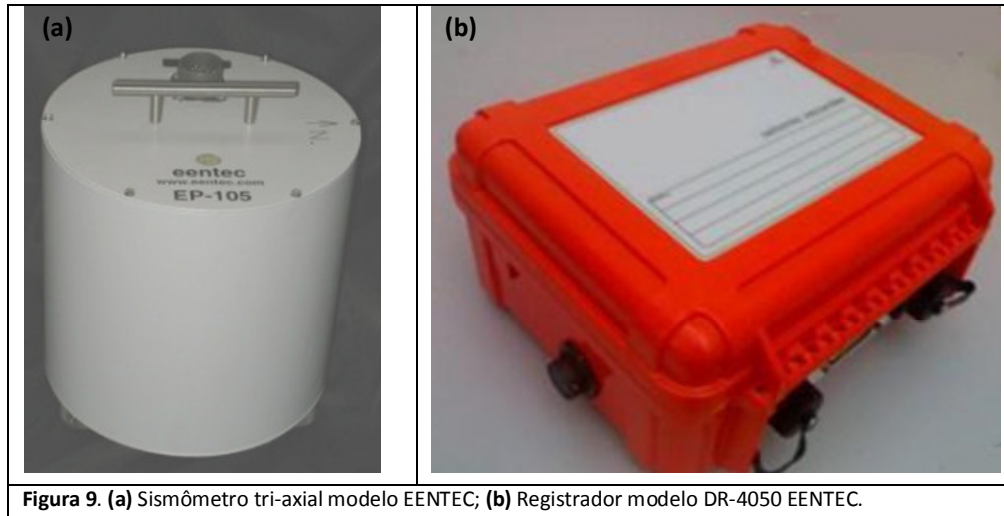
### 4.2. Equipamentos Utilizados nas Estações Sismográficas

Para o início da implementação do P.06 - *Programa de Monitoramento da Sismicidade*, a UHE Teles Pires irá adquirir dois sismômetros tri-axiais portáteis, modelo EP-105 da marca EENTEC (**Figura 9a**) de altíssima sensibilidade ( $> 1000$  V/m/s) e registro de uma ampla banda de frequências (de 0,033 Hz a 50 Hz), e dois registradores de dados (sismógrafos) portáteis, modelo DR-4050, da marca EENTEC (**Figura 9b**) com três canais de alta resolução (24 bits) onde são registrados os sinais das componentes vertical, norte-sul e leste-oeste das ondas sísmicas, e com capacidade de armazenamento de dados em um cartão de memória de pelo menos 1 Gb.

## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade

---

O sismômetro é a parte da estação sismográfica que detecta as ondas sísmicas, cujo range dinâmico lhe permite detectar claramente sismos muito pequenos até de grande magnitude sem saturar o registro. O sistema de aquisição de dados ou registrador será configurado para aquisição de dados em modo contínuo, com uma taxa de amostragem de 100 amostras por segundo (100 Hz), para os três canais de alta resolução. Será usado um controlador de carga para fazer a regulação do fornecimento de energia do painel solar para a bateria, o qual será instalado no abrigo maior junto com o sistema de aquisição de dados e a bateria.



**Figura 9. (a)** Sismômetro tri-axial modelo EENTEC; **(b)** Registrador modelo DR-4050 EENTEC.

A bateria é responsável pelo fornecimento de energia para o sistema de aquisição (registrador). A sincronização do tempo do relógio do registrador é realizada por um receptor GPS (*Global Position System*), o qual será instalado no teto do abrigo, e é conectado ao terminal de entrada para GPS do sistema de aquisição, reduzindo erros de horário a menos de 0,01 segundo. Essa estação possui uma precisão muito alta, e com ela é possível fazer o registro de sismos de pequena magnitude que possam ocorrer na área de estudo.

Também estão sendo providenciados os abrigos do registrador e do sensor, que são dois abrigos elaborados em fibra de vidro (**Figura 10a**) especiais para esse tipo de trabalho. Trata-se de um abrigo pequeno para o sensor (**Figura 10b**), denominado sarcófago ou abrigo do sensor, o qual terá ligação com o segundo abrigo, de tamanho maior, que vai abrigar o registrador, sendo este segundo abrigo denominado abrigo do registrador. No abrigo do sensor (**Figura 10b**) será colocado apenas o sismômetro, enquanto que no abrigo do registrador (**Figura 10c**) serão colocados o registrador, duas baterias, o regulador de carga, uma antena de GPS, e um painel solar. Como as baterias que ficam guardadas no abrigo do registrador liberam gases, esse abrigo contém entradas de ar, as quais são isoladas com tela de mosquiteiro que impedem a entrada de insetos e ao mesmo tempo permitem a circulação de ar na cabine (**Figura 10c**). A área no entorno da estação deve ser capinada e cercada com arame farpado para proteção dos equipamentos.

## P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade



**Figura 10.** Exemplo de instalação dos abrigos das futuras estações sismográficas da UHE Teles Pires. **(a)** Abrigos da estação sismográfica RBMG da UHE Retiro Baixo em Minas Gerais. A esquerda da foto é mostrado o abrigo do registrador, onde é possível ver o painel solar sobre o telhado do abrigo, e à direita da foto se encontra o abrigo do sensor. O cano de PVC que liga os abrigos do registrador e do sensor está parcialmente descoberto na foto apenas para mostrar a conexão entre os dois abrigos. **(b)** Abrigo do sismômetro ainda aberto; **(c)** Detalhe das saídas de respiro da estação vedadas com tela de mosquiteiro.

### 4.3. Plano de Manutenções Preventivas e Corretivas

As manutenções preventivas das estações sismográficas serão realizadas trimestralmente, e devem incluir:

- Limpeza do painel solar para garantir que o mesmo tenha condições de recarregar as baterias;
- Troca anual das baterias automotivas da estação sismográfica, mesmo que a mesma esteja boa. Essa boa prática considera que uma bateria de caminhão tem condições de ter bom rendimento em até 300 recargas, reduzindo sua capacidade após esse limite;
- Limpeza da estação e retirada dos dados da memória física da estação;
- Corte do mato no entorno da estação sismográfica.

As manutenções corretivas serão executadas quando for observado nos registros adquiridos em tempo real por satélite, que a estação parou de funcionar. Neste caso, deve-se tentar religar a estação remotamente, e se não for possível, deve-se realizar um trabalho de campo de emergência com o objetivo de restaurar a operação da estação sismográfica no menor tempo possível.

Em geral, a eficiência média de registro de uma estação sismográfica é de no mínimo 75%, principalmente devido ao acompanhamento apenas trimestral. Porém, como as estações da UHE Teles Pires serão monitoradas continuamente em tempo real, essa eficiência deve subir muito, podendo chegar facilmente a 90% por ano. Considerando o funcionamento de duas estações simultaneamente, o desempenho da rede sismográfica será no mínimo entre 96% e 99% (no primeiro caso, considerando desempenho individual de 75% e no segundo caso de 90% para cada uma das duas estações sismográficas).

Os dados adquiridos serão disponibilizados em tempo real para a Universidade de São Paulo, a qual poderá usar os dados para o desenvolvimento de pesquisas científicas.

## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O serviço de monitoramento sismológico da região da futura UHE Teles Pires foi iniciado com a seleção dos pontos para locação das estações sismográficas da UHE Teles Pires, conforme a programação prevista. Entre os dias 18 a 25 de junho de 2012 foram realizados os trabalhos de campo, no qual reuniu a pesquisa de seleção dos locais das estações e os testes de ruído para a determinação do ajuste fino na localização da estação. No teste de ruído concluiu-se que os dois primeiros locais avaliados tem um baixo nível de ruído, enquanto que o local 3, embora também tenha um baixo nível de ruído, o ruído natural do local é amplificado em até três vezes devido a eventuais fraturas no interior da rocha, indicando que possivelmente esse afloramento é composto por apenas um grande matacão ou por um pedaço do embasamento rochoso segmentado por fraturas que não são claras na superfície.

Portanto serão instaladas as duas estações sismográficas nos pontos dos locais 1 e 2, que serão nomeadas respectivamente: Estação Sismográfica Teles Pires 1 (**STP1**) e Estação Sismográfica Teles Pires 2 (**STP2**) do **ANEXO II**.

O equipamento da marca EENTEC encontra-se em processo de importação e todas as etapas de instalação das futuras estações sismográficas da UHE Teles Pires estão ocorrendo conforme a programação prevista e dentro do prazo determinado para o início da operação das estações em dezembro de 2012.

## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASSUMPÇÃO, M. (1983), *A regional magnitude scale for Brazil*, Bulletin of the Seismological Society of America, 73(1), 237-246.
- BARROS, L.; ASSUMPÇÃO, M.; QUINTEROS, R. & CAIXETA, D. (2009), *The intraplate Porto dos Gaúchos seismic zone in the Amazon craton Brazil*, Tectonophysics, 469, 37-47.
- LOPES, A.E.V. & NUNES, L.C. (2011), *Intensidades sísmicas de terremotos: formulação de cenários sísmicos no Brasil*, Revista USP, 91, 90-102.
- LOPES, A.E.V.; ASSUMPÇÃO, M.; DO NASCIMENTO, A.F.; FERREIRA, J.M.; MENEZES, E.A.S. & BARBOSA, J.R. (2010), *Intraplate Earthquake Swarm in Belo Jardim, NE Brazil: Reactivation of a Major NeoProterozoic Shear Zone (Pernambuco Lineament)*, Geophys. J. Int., doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04485.x, 180(3), 1303-1312.
- LOPES, A.E.V. (2003), *SISMICIDADE E ESTRUTURA CRUSTAL EM GOIÁS*, Trabalho de Conclusão de Curso, IAG/USP, 34p.
- MIOTO, J.A. (1993), *Sismicidade e zonas sismogênicas do Brasil*, Tese de Doutorado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, São Paulo, 2 vols., 558p.

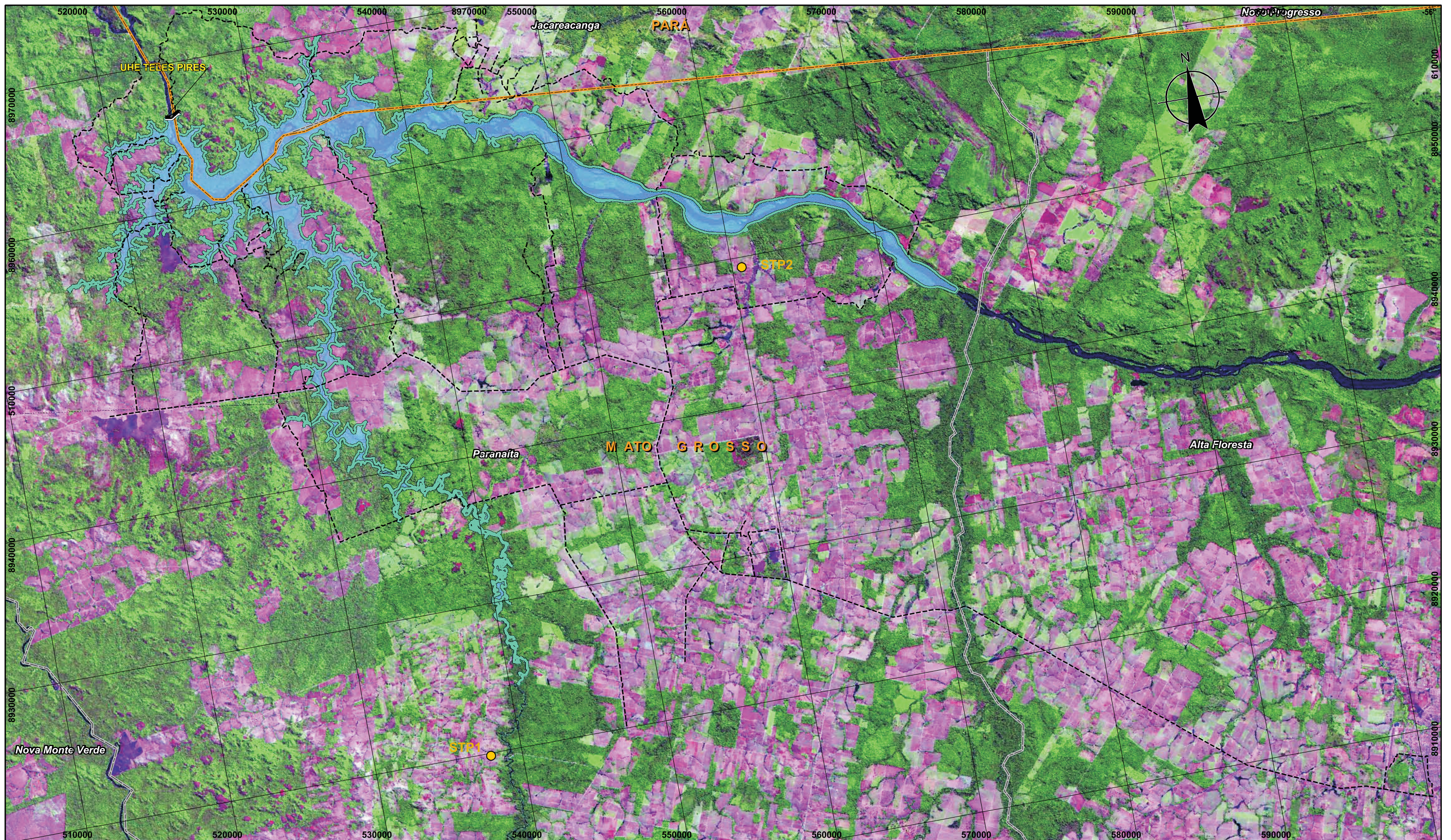
## **P. 06 - Programa de Monitoramento da Sismicidade**

---

### **ANEXO I**

#### **Mapa de Localização das Estações Sismográficas STP1 e STP2**

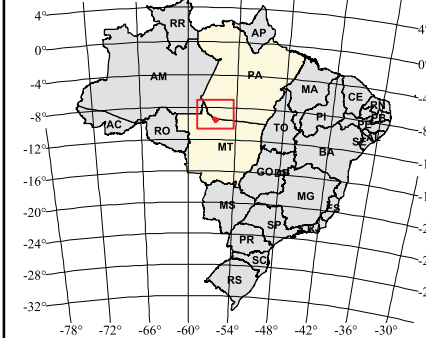




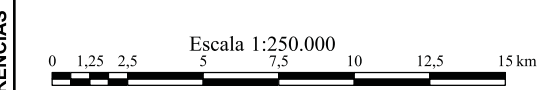
**Legenda**

- Estações Sismográficas
- Acessos Secundários
- Acessos
- Eixo do Barramento da UHE Teles Pires
- Limite de Estados
- Limite de Municípios
- Reservatório UHE Teles Pires

**Localização**



BASE CARTOGRÁFICA: IBGE - [geotip.ibge.gov.br/](http://geotip.ibge.gov.br/);  
 IBAMA - <http://siscom.ibama.gov.br/shapes/>;  
 SEMA - MT - <http://monitoramento.sema.mt.gov.br/simlam/>



Projeção: Universal Transverse Mercator - UTM  
 Sistema Geodésico de Referência: South American Datum - SAD 69  
 Data: 07/08/2012

CLIENTE: 

PROJETO: **UHE TELES PIRES**

Título: **MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS**

Modificado por: 