

6º Relatório Semestral do Monitoramento Sismográfico dos Reservatórios Hidrelétricos da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) - Estação Sismográfica da UHE Sobradinho (SOB 02), registros obtidos no período de 16.03.15 a 26.09.15



Atende aos Termos do Contrato de Prestação de Serviço entre a empresa
G2 MEIO AMBIENTE e a CHESF

EUGÊNIO FRAZÃO
Diretor Executivo - G2 MEIO AMBIENTE

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. IMPLANTAÇÃO DO ABRIGO DA UHE DE SOBRADINHO.....	03
2.1. LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE SOBRADINHO (SOB 02).....	03
3. INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA USINA DE SOBRADINHO (SOB 02).....	06
4. RESULTADOS DA ATIVIDADE SÍSMICA.....	09
4.1. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE SÍSMICA EM SOBRADINHO (SOB 02).....	09
4.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE SOBRADINHO (SOB 02).....	23
4.3. PARÂMETROS ADOTADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO E MEDIÇÃO DOS REGISTROS SÍSMICOS REGISTRADOS PELA ESTAÇÃO DE SOBRADINHO (SOB 02).....	26
4.3.1. Horário dos Registros Sísmicos Ocorridos.....	26
4.3.2. Escala dos Gráficos.....	26
4.3.3. Registros Artificiais.....	26
4.3.4. Atividade Sísmica Induzida.....	26
5. CONCLUSÕES.....	27
6. EQUIPE TÉCNICA.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXO.....	31

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sismológicos na área do reservatório da UHE Sobradinho estão sendo executados pela empresa G2 Meio Ambiente - Soluções em Geologia, Geofísica e Meio Ambiente Ltda., no âmbito do contrato nº. CTNI-92.2009.6220.00. Neste contrato encontra-se também inserido o monitoramento sismográfico dos reservatórios das UHE's Xingó, Luiz Gonzaga (Itaparica) e Castelo Branco (Boa Esperança).

No 6º relatório semestral sismográfico informamos sobre as atividades sísmicas que estão sendo monitoradas no Reservatório Hidrelétrico da CHESF durante o período de 16.03.15 a 26.09.15. Neste relatório se apresentam os principais resultados da auscultação sismográfica que está sendo executada na área do reservatório da UHE Sobradinho, com dados do sismógrafo digital.

A região Nordeste do Brasil é a principal área de atividade sísmica do país, principalmente a borda da Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte e leste do Ceará). Por ser do tipo intraplaca, o nível da atividade sísmica no Nordeste do Brasil não pode ser comparado ao de regiões de borda de placa como a Califórnia ou os Andes, por exemplo. Isso não quer dizer que sismos intraplaca não sejam perigosos, mas são menos frequentes. Ao contrário do geralmente pensado, devido às características da crosta, sismos intraplaca são mais destrutivos que sismos de borda de placa, com a mesma magnitude e profundidade (Seeber & Armbruster, 1988).

Embora, até o momento, não tenha ocorrido nenhum sismo catastrófico na região nordeste do Brasil, duas das características da sismicidade do Nordeste tornam os efeitos dos sismos mais salientes: de um lado, os sismos são rasos com, no máximo, 12 km de profundidade; e do outro, a atividade sísmica costuma ocorrer na forma de enxame, cuja duração pode se estender por anos (Ferreira *et al.*, 1998). A primeira característica faz com que, por exemplo, sismos de magnitude da ordem de 3,8 m_b (magnitude calculada com ondas P e S) causem rachaduras em edificações. A segunda característica faz com que o efeito psicológico de uma sequência de sismos, mesmo de baixa magnitude, praticamente só ouvidos pelos habitantes, cause pânico na população.

A região Nordeste tem experimentado sismos de magnitude próxima ou superior a 5,0, como os que ocorreram em Cascavel (1980, 5,2 m_b) e João Câmara (1986, 5,1 m_b ; 1989, 5,0 m_b), todos com intensidade VII MM (Fig. 01). Esses eventos têm causado sérios danos nas edificações como colapso parcial de casas e extensas rachaduras nas paredes. Os tremores citados acima foram sentidos numa área de raio da ordem de 600 km, a partir do epicentro (Ferreira & Assumpção, 1983; Takeya *et al.*, 1989). Esta intensa atividade sísmica não é nova, tem sido constatada na região desde 1808 e, certamente, deve continuar (Fig. 01).

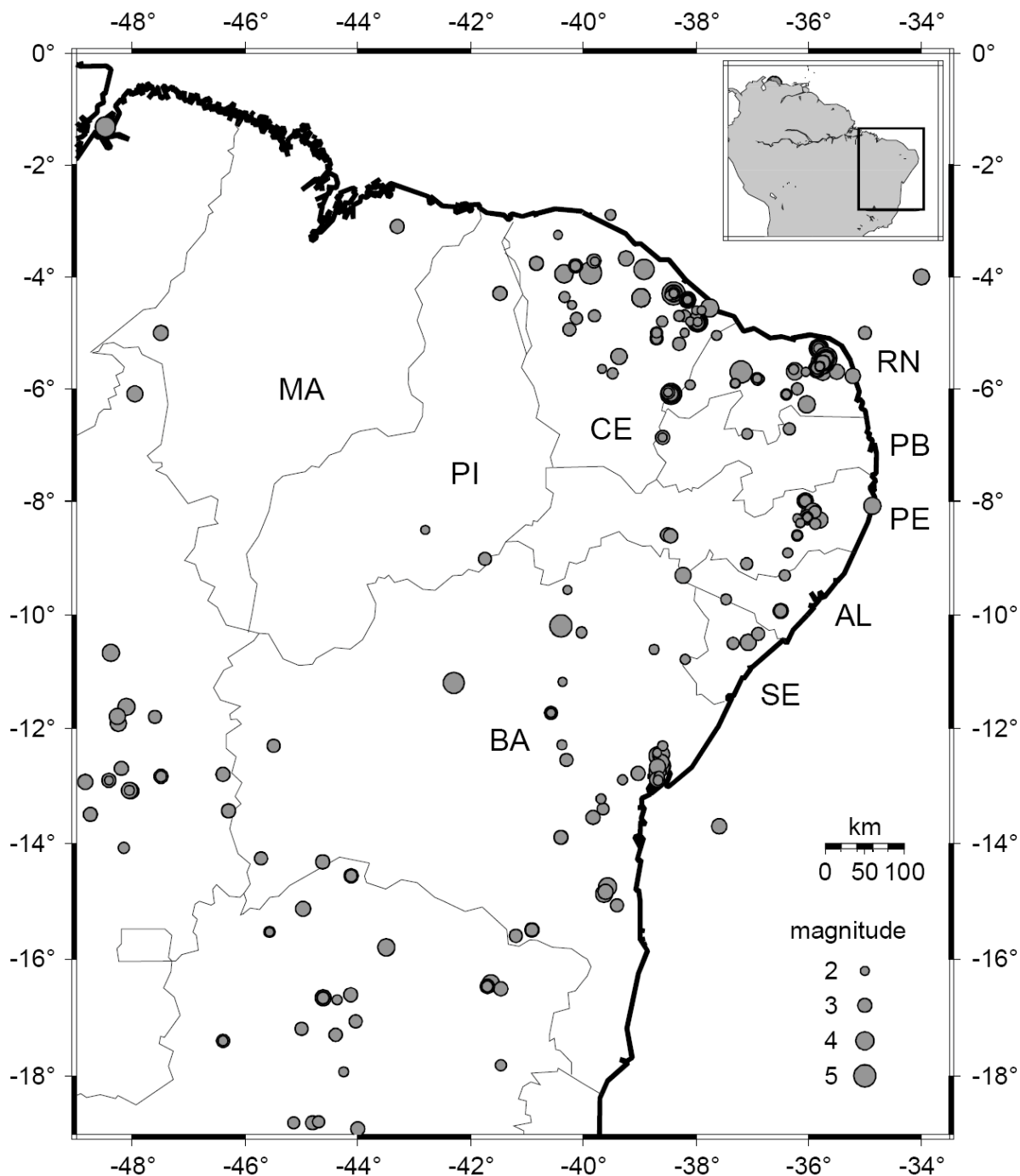


Figura 01: Mapa da sismicidade do Nordeste do Brasil (sismos desde 1808).

A importância deste monitoramento sismográfico é fornecer subsídios para uma melhor estimativa de risco sísmico e a compreensão da correlação entre a atividade sísmica e os reservatórios. Dessa forma, pretende-se estudar a sismicidade natural, por meio de redes regionais e locais, e também a sismicidade induzida por reservatórios, em especial o reservatório da UHE Sobradinho. Para entender melhor a correlação entre a sismicidade e a bacia serão feitos estudos da estrutura crustal da região.

2. IMPLANTAÇÃO DO ABRIGO DA UHE DE SOBRADINHO

Após visitas de campo, conforme mostrado no 1º relatório referente ao Monitoramento Sismográfico de Reservatórios Hidrelétricos da CHESF - Companhia Hidro Elétrica de São Francisco, pela equipe técnica da empresa G2 MEIO AMBIENTE e da CHESF na região do reservatório, foi definido o local mais adequado para instalação da estação sismográfica na UHE de Sobradinho.

Com a definição do local de instalação procedeu-se a construção do abrigo para proteção da referida estação sismográfica contra ações antrópicas e intempéries naturais, que serão mostradas neste item.

Conforme disposto anteriormente, o abrigo da estação sismográfica foi instalado na área do entorno do reservatório da UHE de Sobradinho, localizado em afloramento de rocha.

De posse da localização dos pontos, procedeu-se a visita "*In loco*" para verificação de existência de vias acesso, topografia do local, distância a ser percorrida da via mais próxima ao local determinado, conhecimento sobre as propriedades e proprietários.

2.1. LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE SOBRADINHO (SOB 02)

A localização da implantação do abrigo sismográfico da UHE Sobradinho foi previamente selecionado. Em cada estação, dois abrigos foram construídos ou reformados: um para o sensor e outro para o digitalizador, controlador de carga, baterias e equipamentos de transmissão. O projeto das obras civis das estações foi elaborado pela empresa G2 MEIO AMBIENTE. Os abrigos foram construídos de alvenaria e cercados por alambrado, conforme projeto elaborado pela empresa CENARi Arquitetura e Iluminação (Fig. 02).

A figura 03 mostra a localização dos quatro pontos das estações sismográficas (BES 01, SOB 02, LGZ 02 e XIN 01) e a tabela 01 apresenta as coordenadas geográficas dos quatro abrigos das estações de rede sismográfica implantadas para o Monitoramento Sismográfico de Reservatórios Hidrelétricos da CHESF.

Tabela 01: Coordenadas geográficas e status das estações sismográficas.

Estação	Lat. (graus)	Long. (graus)	Altitude (m)	Status
BES 01	06º 39.41353	43º 33.51788	238,77	Construída / Instalada
SOB 02	09º 19.13078	40º 56.68801	423,22	Construída / Instalada
LGZ 02	09º 07.3150	38º 03.7930	341,00	Construída / Instalada
XIN 01	09º 26.89738	37º 50.19008	291,36	Construída / Instalada

Após a instalação da estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02) não se verificou até o 18º bimestre de medição nenhuma inconstância no funcionamento do equipamento, com a gravação de todos os registros sismográficos. Até o presente momento já obtivemos cerca de 18.2 Gb de registros sismográficos medidos a cada 1h no período de 16 de março a 26 de setembro de 2015.



Figura 03: Localização e distribuição espacial das estações sismográficas.

O abrigo sismográfico da UHE de Sobradinho foi implantado em local com:

- Baixo nível ruído (bom acoplamento do local escolhido - geralmente afloramento de rocha cristalina - como embasamento, ausência de estradas movimentadas, atividade agrícola intensa, presença de árvores de grande porte muito próximas à estação etc);
- Segurança (garantir a integridade da estação e todos seus componentes: cabos, painéis, sensores, baterias etc, bem como oferecer segurança para se poder trabalhar);
- Boa acessibilidade (presença de estradas que levem até o local escolhido).

A Estação Sismográfica SOB 02 encontra-se instalada sobre afloramento rochoso próximo ao reservatório da UHE de Sobradinho em local seguro e com moradores ao redor. A figura 04 mostra a localização da estação sismográfica SOB 02 instalada na localidade de Serra da Esperança, município de Casa Nova, Estado da Bahia, equidistante cerca de 70 Km do Aeroporto de Petrolina/PE.

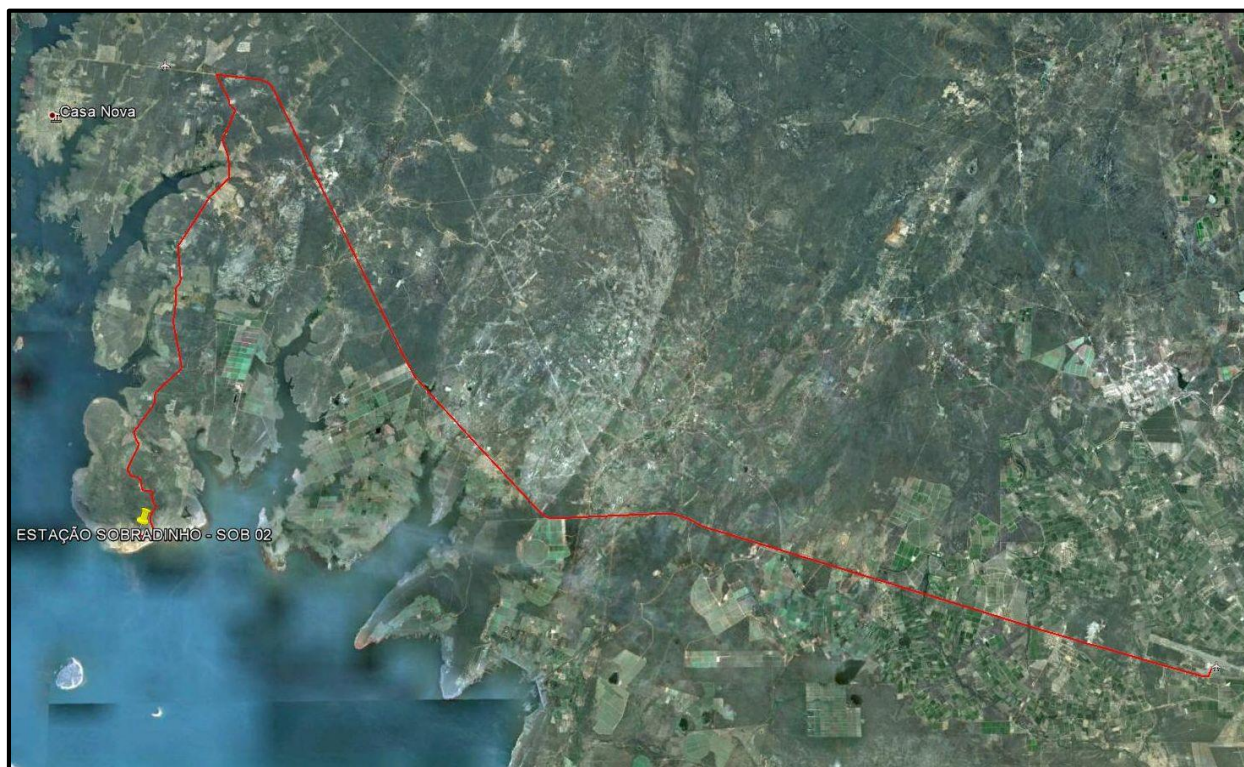


Figura 04: Localização e trajeto da estação sismográfica SOB 02 do aeroporto de Petrolina/PE.

3. INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA USINA DE SOBRADINHO (SOB 02)

Na estação da UHE de Sobradinho - SOB 02 foi instalado um sismógrafo banda larga, da marca *R-SENSORS*, operando numa taxa de amostragem de 100 amostras por segundo. Nesta estação foi instalado um sismômetro, um digitalizador e um sistema de alimentação. A transmissão dos dados está sendo feita via sistema de internet pela empresa NET.COM, conforme informado no item 2.4 do 1º Relatório do Monitoramento Sismográfico dos Reservatórios Hidrelétricos da CHESF. Este sistema é confiável, já foi testado em outros locais do NE do Brasil, de baixo consumo de energia e boa taxa de transmissão de dados. Maiores detalhes dos equipamentos poderão ser fornecidos, caso seja necessário.

A figura 05 mostra o passo a passo da instalação dos equipamentos para operação da estação sismográfica da UHE de Sobradinho. Nesta estação foram instalados o sismômetro da CME número de série nº. 000489 e registrador *Baykal-7HR* número de série nº. 066.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



Figura 05: Mostra o passo a passo da instalação da estação sismográfica SOB 02, sendo: (A) a (D) Instalação do painel solar e antena GPS Trimble sobre o teto do abrigo da estação; (E) a (G) Instalação do sismômetro dentro do abrigo, assim como o posicionamento e orientação em relação ao norte do sensor com bússola de precisão; (H) a (J) Acondicionamento e isolamento térmico do abrigo do sensor do sismógrafo; (L) Vista do interior do abrigo com os equipamentos instalados e em funcionamento; (M) a (O) Vista lateral da estação sismográfica da UHE de Sobradinho - SOB 02, sendo rastreada por GPS geodésico de precisão.

4. RESULTADOS DA ATIVIDADE SÍSMICA

Para a análise dos dados produzidos pelas estações e determinação de seus resultados foram utilizados os seguintes programas para as seguintes atividades específicas:

- ZZX_4 (R-SENSORS): para a visualização e conversão de dados;
- SeisGram2K (Seismogram Viewer v.6.0): para a visualização, análise preliminar e edição das imagens dos sismogramas digitais;
- COMPASS - Strong Motion (Interactive Weak and Strong Motion Data Processing Software): para a visualização, processamento final e edição das imagens dos sismogramas digitais.

Os dados produzidos pela estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02), foram para efeito de análise, divididos em eventos locais, eventos regionais e eventos distantes (telessismos), em relação à estação registradora. Na categoria de eventos locais encontram-se sismos cujas distâncias epicentrais estão abaixo de 100 quilômetros da estação sismográfica.

4.1. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE SÍSMICA EM SOBRADINHO (SOB 02)

No período de 16 de março a 26 de setembro de 2015, a rede Sismográfica da UHE Sobradinho (SOB 02) registrou 06 eventos de telessismos e 12 eventos regionais naturais (Tab. 01).

Além da distância epicentral, outro fator importante na escolha dos telessismos para o cálculo da função do receptor é a sua magnitude, pois quanto maior a razão sinal-ruído, menor será o erro na determinação da P_s . Para este trabalho, um dos critérios adotados para a escolha do telessismo foi ter magnitude igual ou maior que 5 m_b .

Tabela 02: Eventos sismográficos registrados pela estação de Sobradinho (SOB 02).

ANO	MÊS	DIA	HORA (UTC)	MIN	SEG(P)	S-P	DIST (km)	AZM	MAG	OBS.
2015	03	26	02	25	32			-4,51 N -38,24 W	3.0	Beberibe/CE
2015	04	06	06	09	07			0,43 N 30,40 W	4.3	Dorsal Meso Atlântica
2015	04	15	12	19	29			-5,38 N -39,16 W	2.5	Quixeramobim/CE
2015	04	25	06	11	32			28,24 N 84,74 E	7.8	Nepal Fonte: EMSC
2015	05	12	07	05	27			27,86 N 86,08 E	7.3	Nepal Fonte: EMSC
2015	05	24	04	58	22			16,82 S 14,20 W	6.3	Dorsal Meso Atlântica
2015	06	05	01	30	52			-04,61 S -38,28 W	2.9	Morada Nova / CE
2015	06	30	19	20	29			-08,30 S -35,98 W	2.0	Caruaru / PE
2015	06	30	19	50	20			-08,30 S -35,98 W	2.2	Caruaru / PE
2015	07	20	22	00	04			-3 6.56 S -40 47.75 W	3.2	Granja / CE
2015	07	25	21	42	04			-8 15,25 S -35 56.57 W	2.5	Caruaru / PE

2015	09	10	23	28	30			-3 49.15 S -39 54.58 W	2.3	Irauçuba / CE
2015	09	15	21	38	28			-3 49.15 S -39 54.58 W	2.5	Irauçuba / CE
2015	09	16	23	01	15			27.86 N 86.08 E	8.3	Chile Fonte: EMSC
2015	09	20	11	49	12			-5 27.42 -35 43.18 W	3.8	João Câmara / RN
2015	09	22	23	08	24			-8 15,25 S -35 56.57 W	2.6	Caruaru / PE
2015	09	23	12	49	33			-5 15,25 S -35 56.57 W	2.5	João Câmara / RN
2015	09	26	02	51	14			27.86 N 86.08 E	6.8	Chile Fonte: EMSC

As figuras 06 a 16 são telessismos registrados pela estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02) ocorridos na Dorsal Meso-Atlântica (Figs. 06 e 07); no Nepal (Figs. 08 a 11); na Dorsal Meso-Atlântica (Figs. 12 e 13) e no Chile (Figs. 14 a 16).

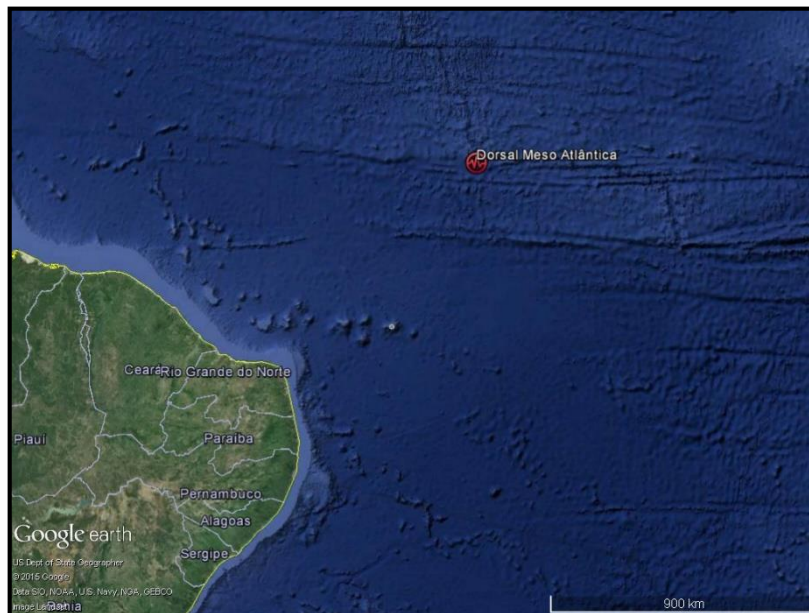


Figura 06: Sismo registrado na Dorsal Meso Atlântica com magnitude de 4,3 m_b pela estação SOB 02.

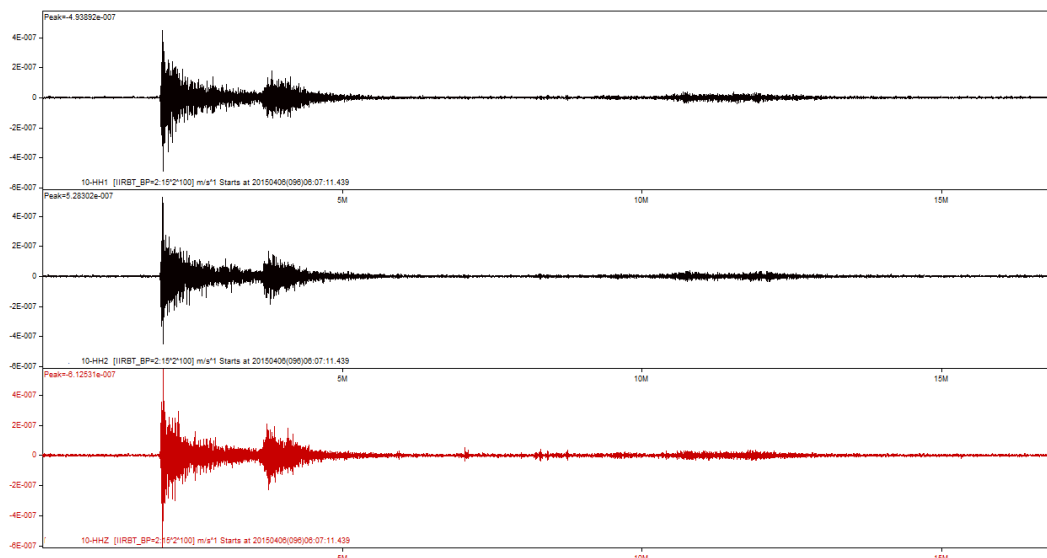


Figura 07: Registro do evento telessísmico ocorrido na Dorsal Meso Atlântica com magnitude 4,3 m_b , no dia 06.04.15 às 06:09:07 (UTC).

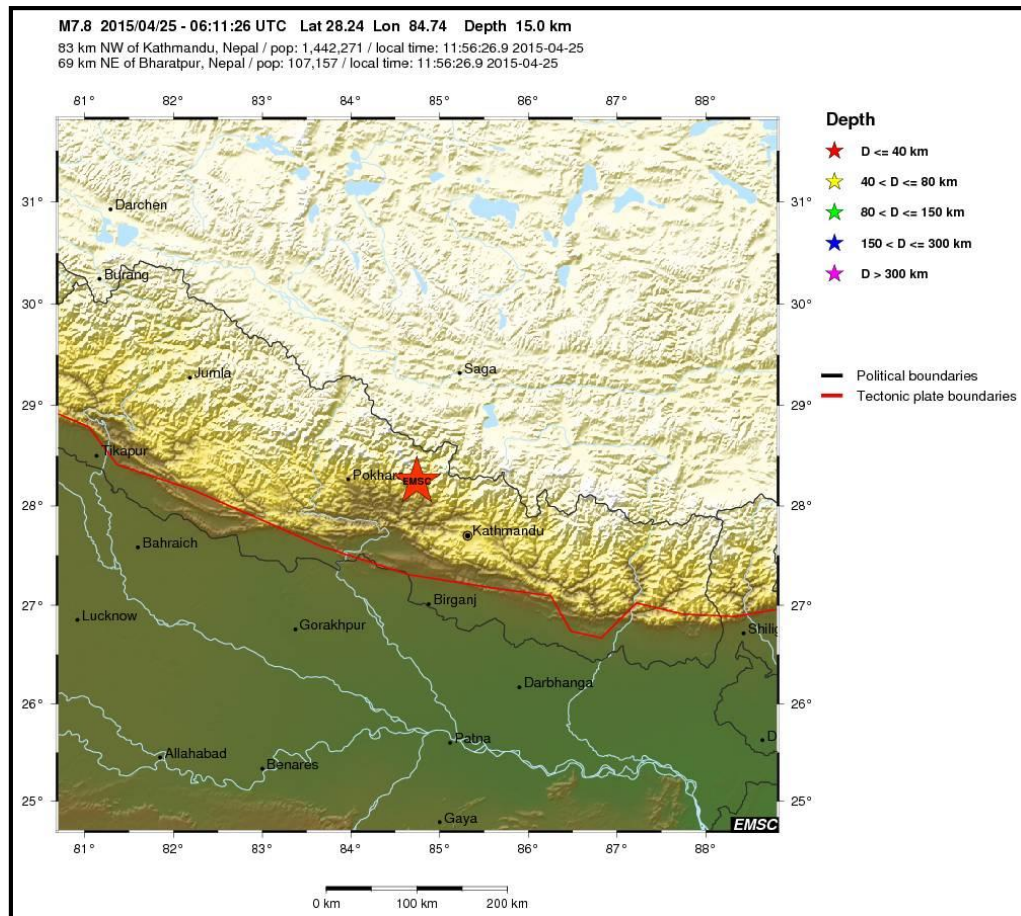


Figura 08: Sismo registrado no Nepal com magnitude de 7,8_m pela estação SOB 02.

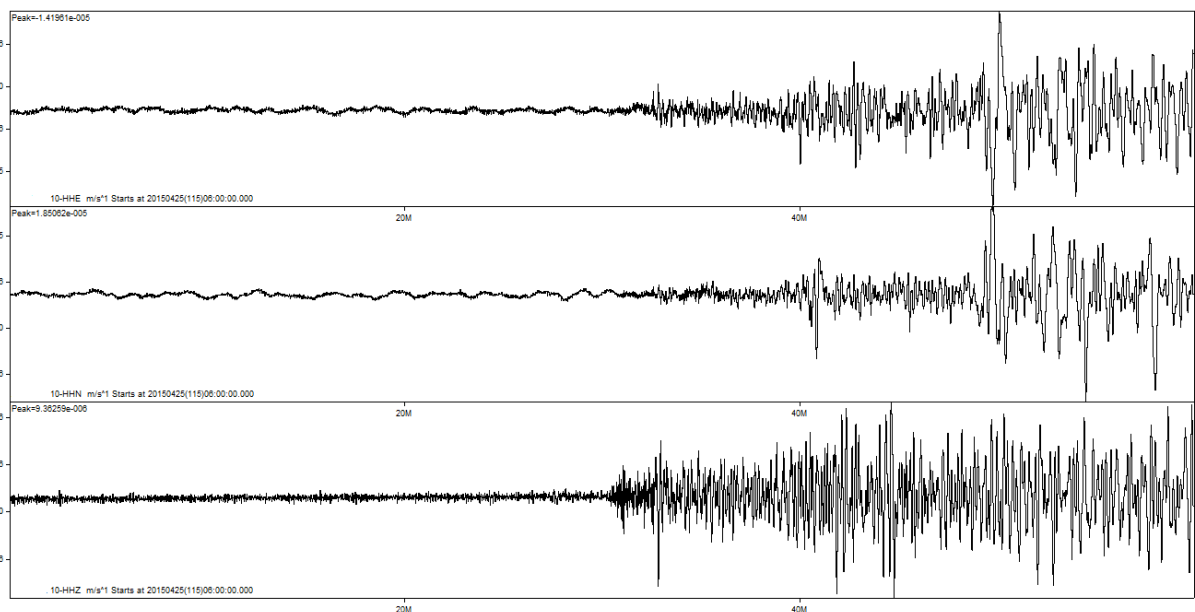


Figura 09: Registro do evento telessismo ocorrido no Nepal com magnitude 7,8_m, no dia 25.04.15 às 06:11:32 (UTC).

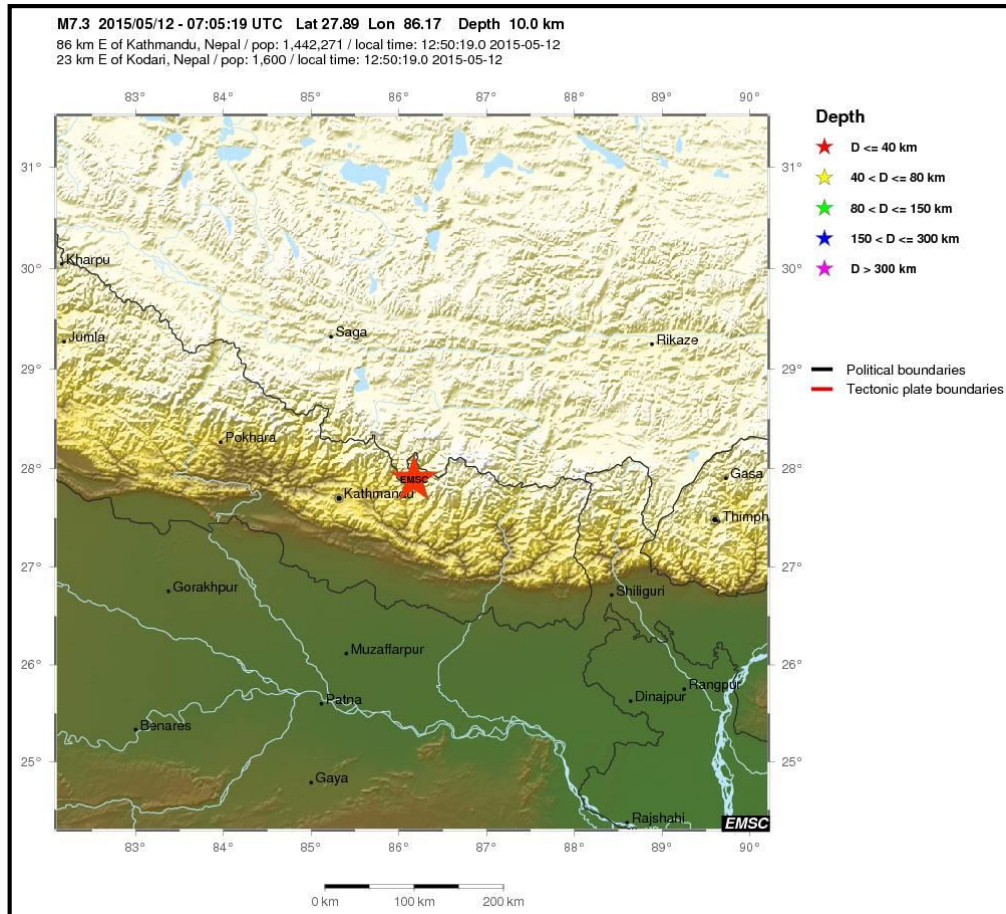


Figura 10: Sismo registrado no Nepal com magnitude de 7,3 m_b pela estação SOB 02.

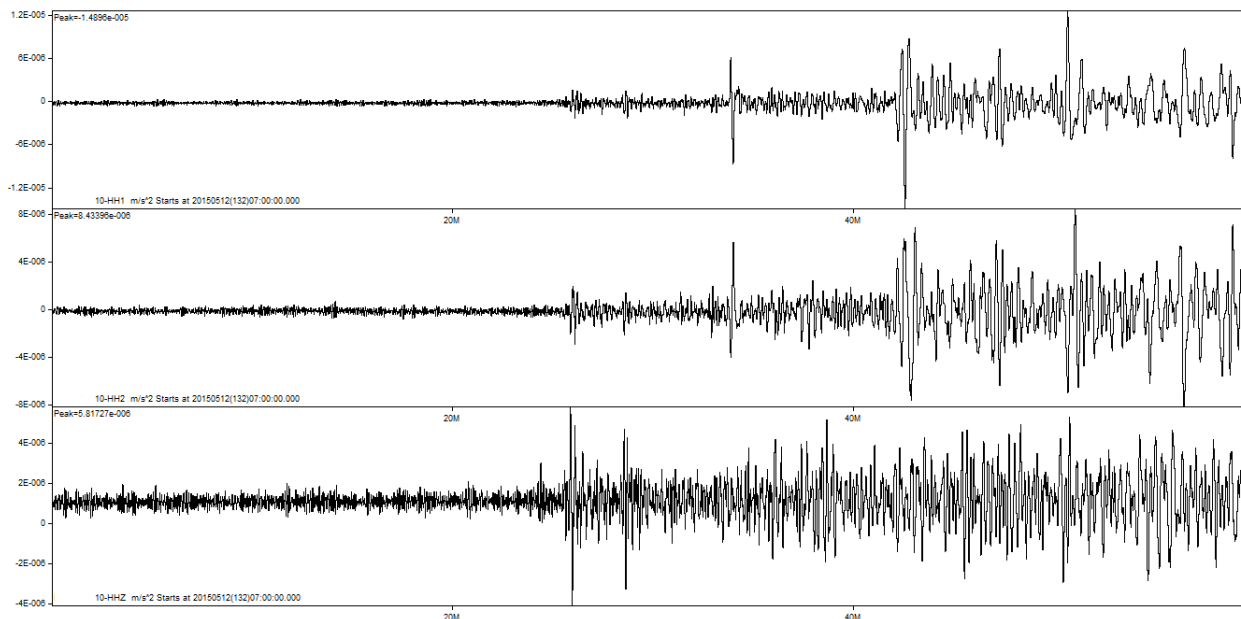


Figura 11: Registro do evento telessismo ocorrido no Nepal com magnitude 7,3 m_b , no dia 12.05.15 às 07:05:27 (UTC).

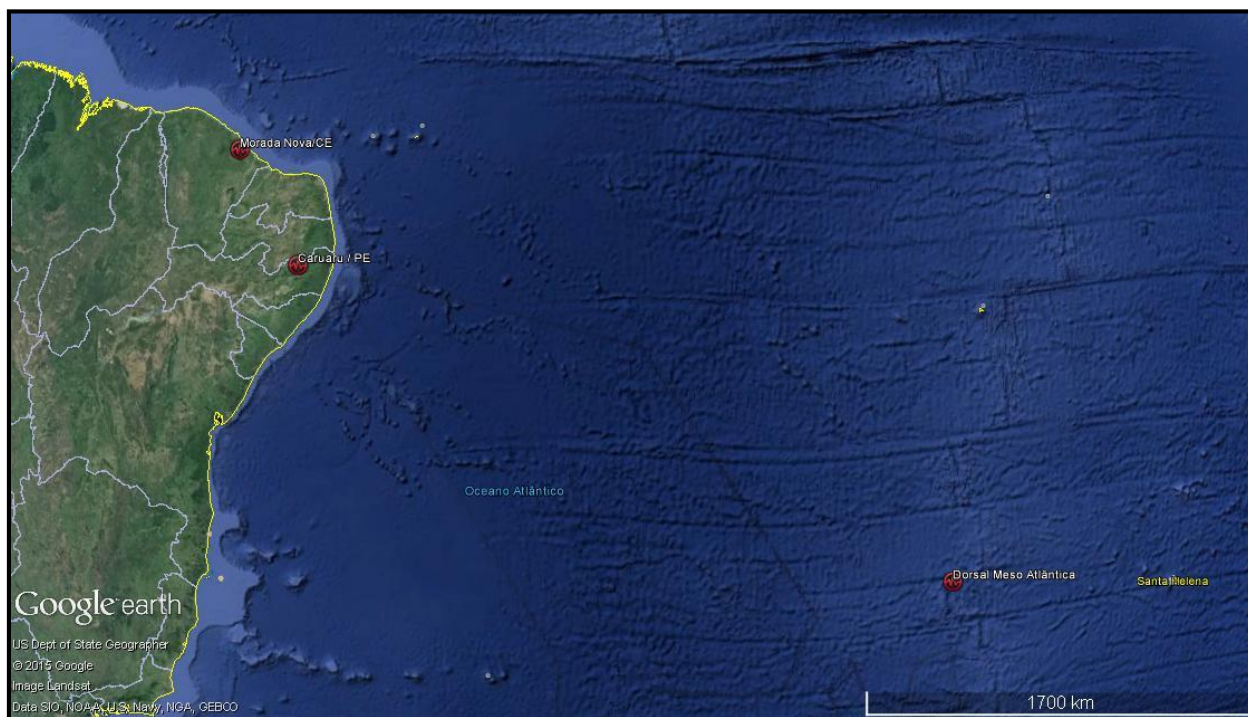


Figura 12: Sismo registrado na Dorsal Meso Atlântica com magnitude de 6,3 m_b pela estação SOB 02.

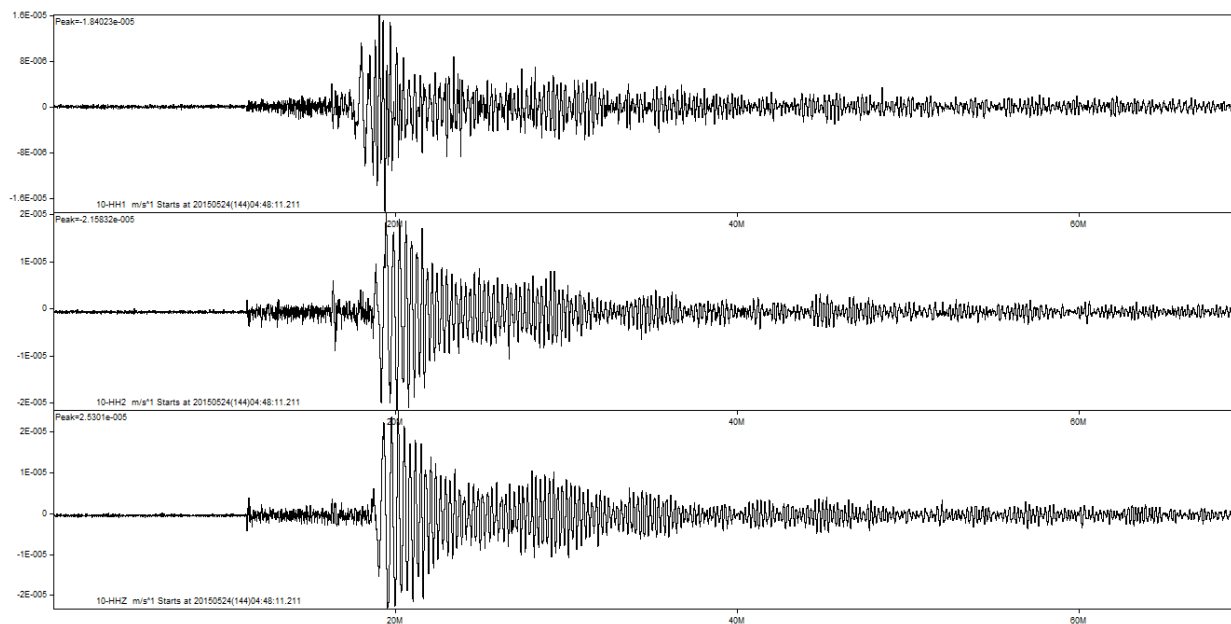


Figura 13: Registro do evento telessismo ocorrido na Dorsal Meso Atlântica com magnitude 6,3 m_b , no dia 24.05.15 às 04:58:22 (UTC).

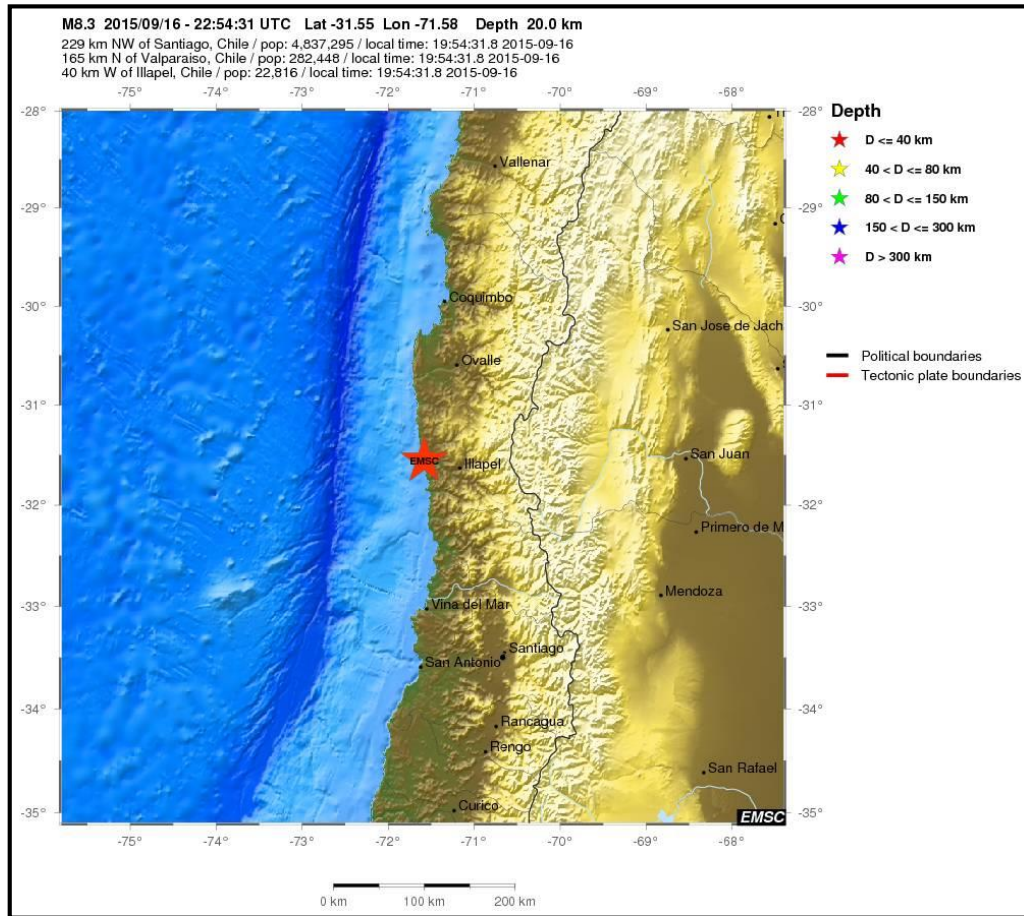


Figura 14: Sismo registrado no Chile com magnitude $8,3m_b$ pela estação SOB 02.

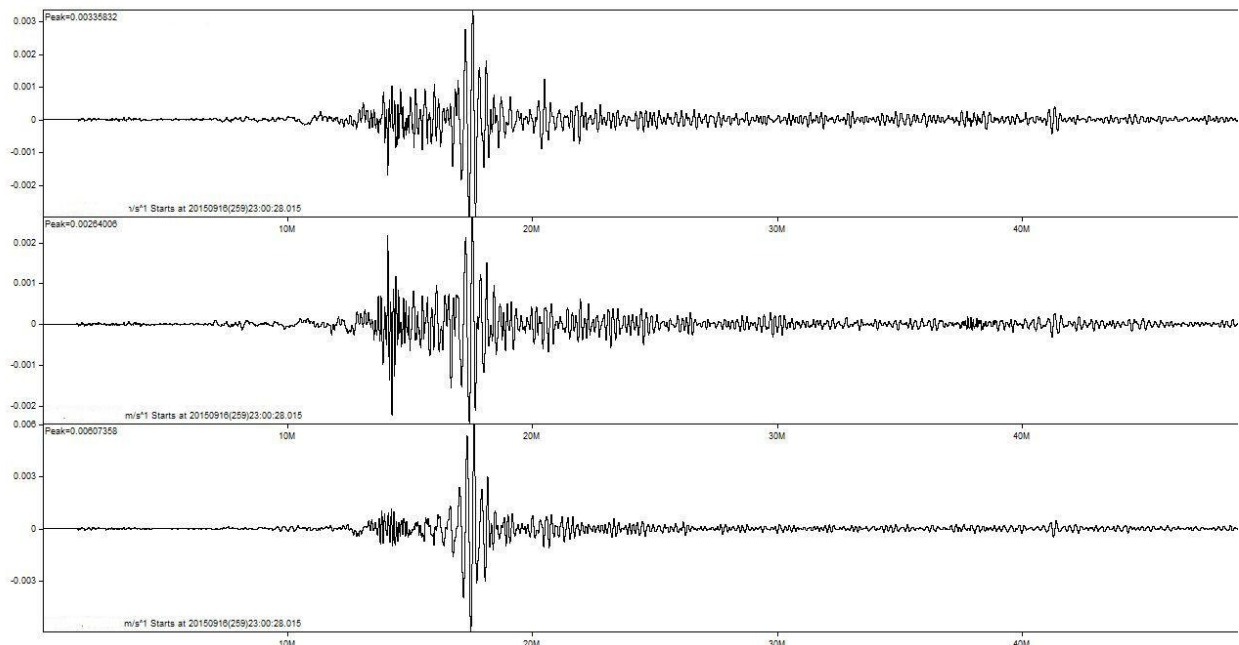


Figura 15: Registro do evento telessismo ocorrido no Chile com magnitude $8,3m_b$, no dia 16.09.15 às 23:01:15 (UTC).

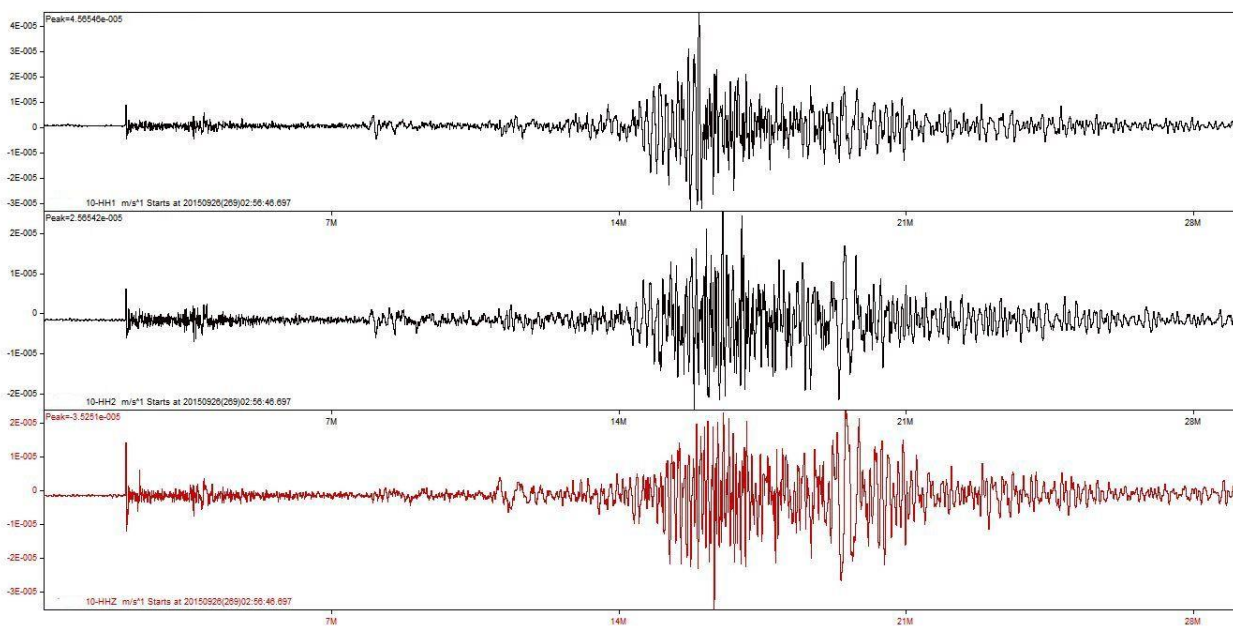


Figura 16: Registro do evento telessismo ocorrido no Chile com magnitude 6,8mb, no dia 26.09.15 às 02:51:14 (UTC).

As figuras 16 a 18 mostram a localização e os registros dos eventos naturais regionais ocorrido nos municípios de Beberibe e Quixeramobim, ambos localizados no estado do Ceará.



Figura 16: Mapa com a localização do epicentro dos eventos regionais naturais nos municípios de Beberibe/CE e Quixeramobim/CE, registrados pela estação SOB 02 (Rede Sismográfica da CHESF).

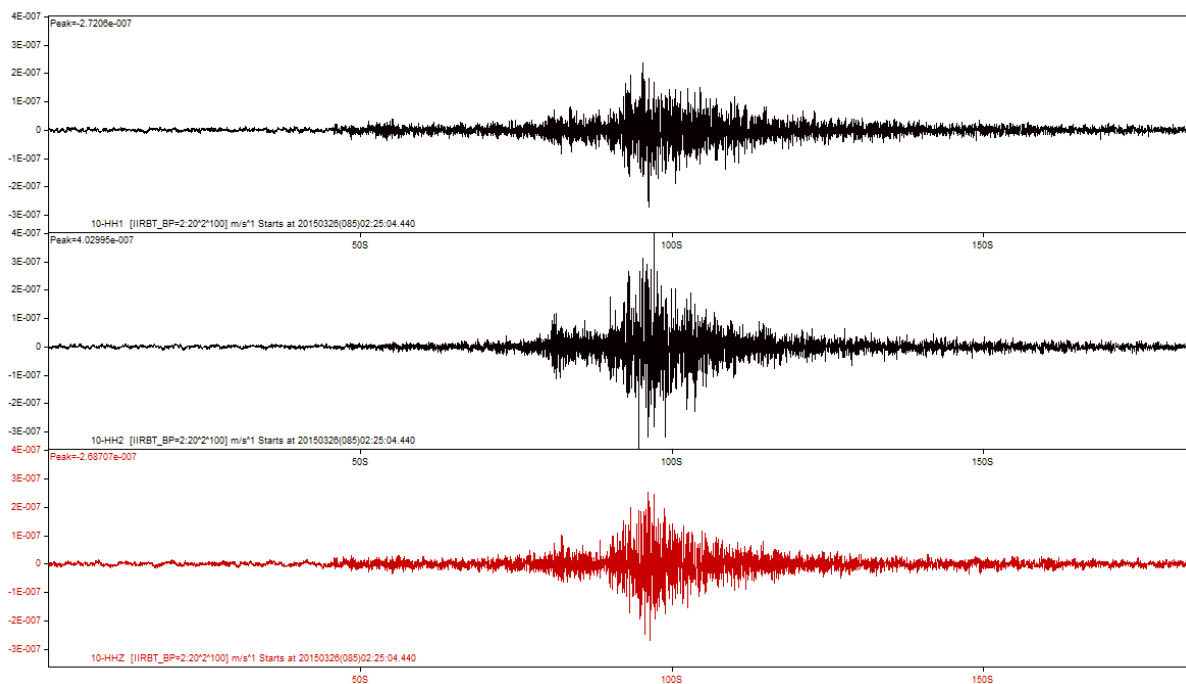


Figura 17: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Beberibe/CE, com magnitude $3,0m_b$, no dia 26.03.15 às 02:25:32 (UTC).

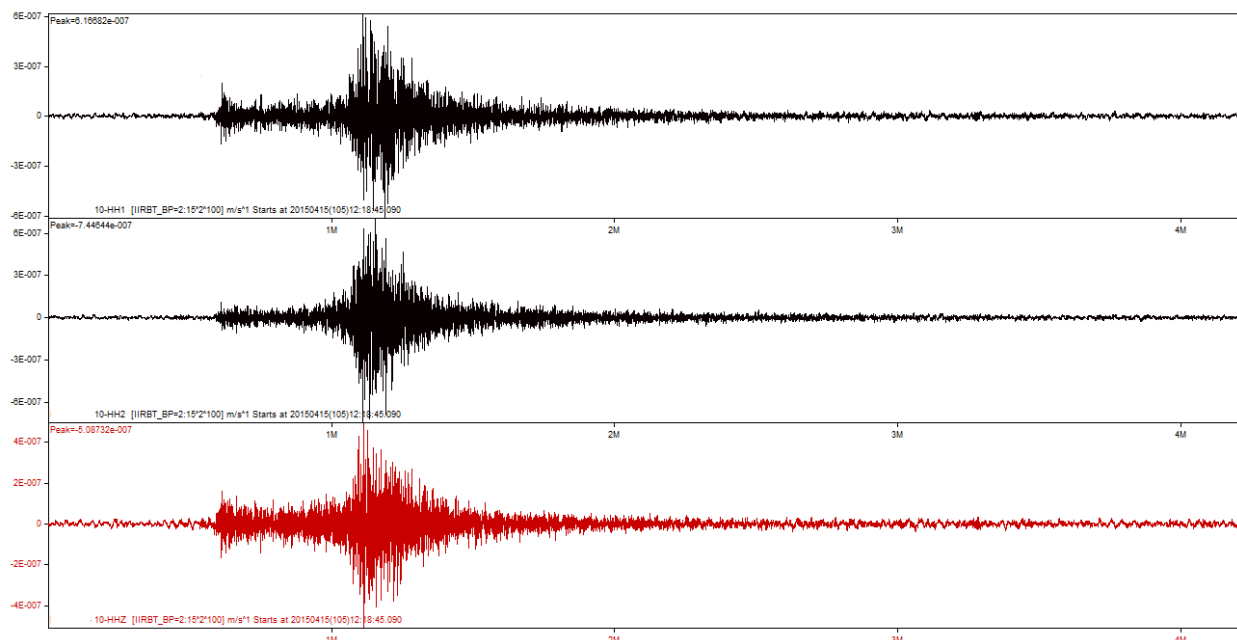


Figura 18: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Quixeramobim/CE, com magnitude $2,5m_b$, no dia 15.04.15 às 12:19:29 (UTC).

As figuras 19 a 22 mostram a localização e os registros dos eventos naturais regionais ocorridos nos municípios de Morada Nova/CE e Caruaru/PE.

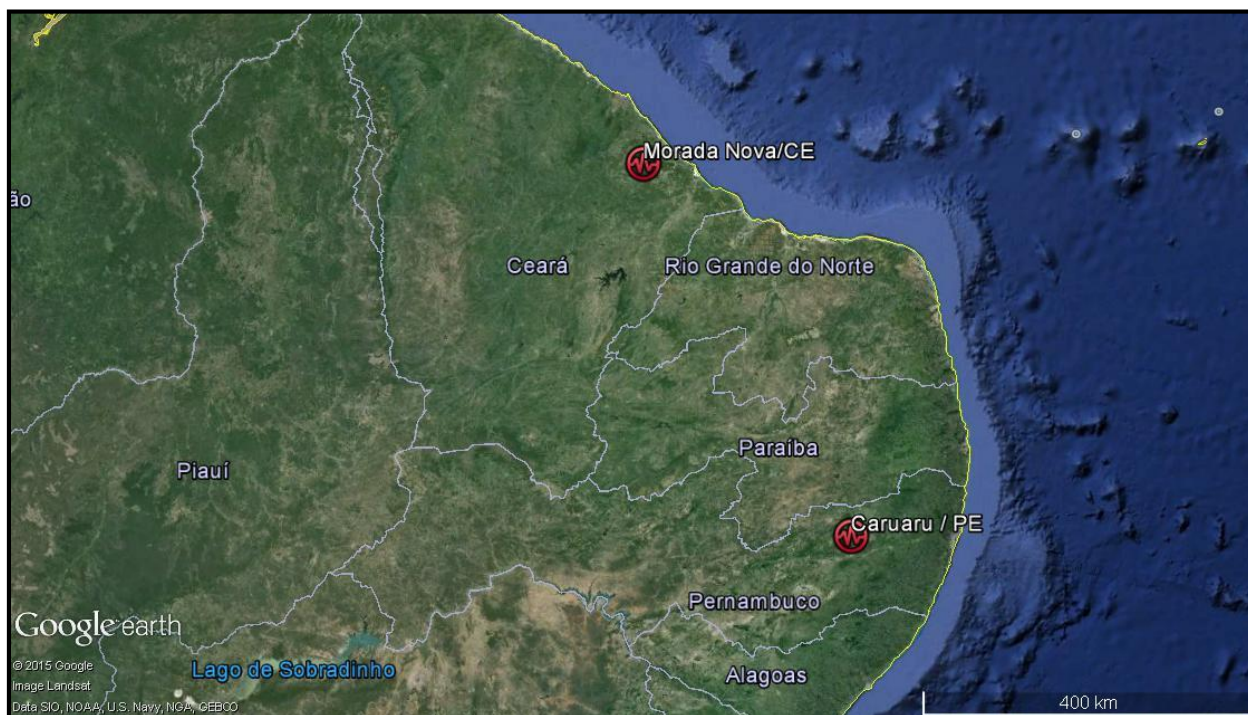


Figura 19: Mapa com a localização do epicentro dos eventos regionais naturais ocorridos nos municípios de Morada Nova/CE e Caruaru/PE, registrados pela estação SOB 02 (Rede Sismográfica da CHESF).

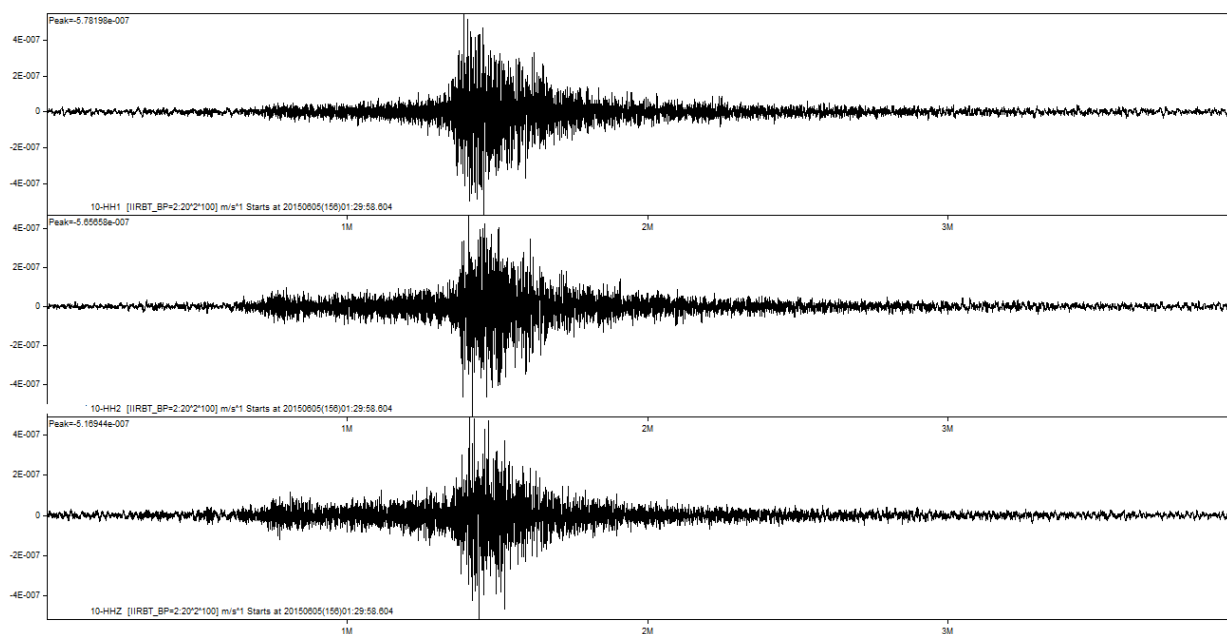


Figura 20: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Morada Nova/CE, com magnitude $2,9m_b$, no dia 05.06.15 às 01:30:52 (UTC).

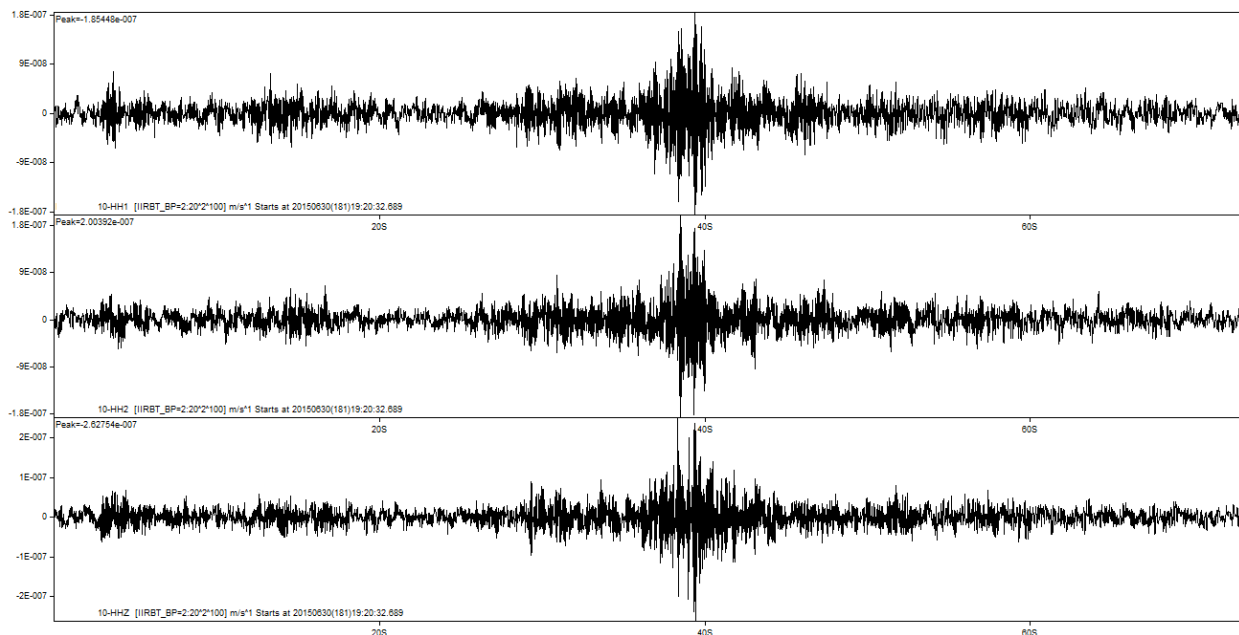


Figura 21: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude 2,0 m_b , no dia 30.06.15 às 19:20:29 (UTC).

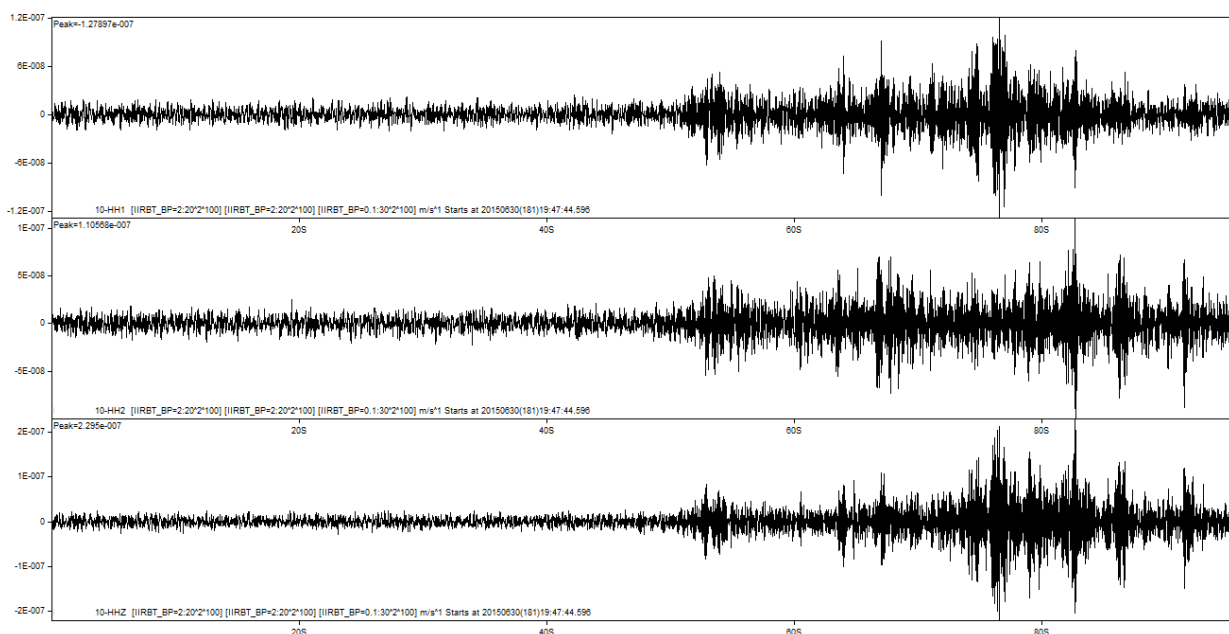


Figura 22: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude 2,2 m_b , no dia 30.06.15 às 19:50:20 (UTC).

As figuras 23 a 30 mostram a localização e os registros dos eventos naturais regionais ocorridos nos municípios de Granja/CE, Irauçaba/CE, João Câmara/RN e Caruaru/PE.

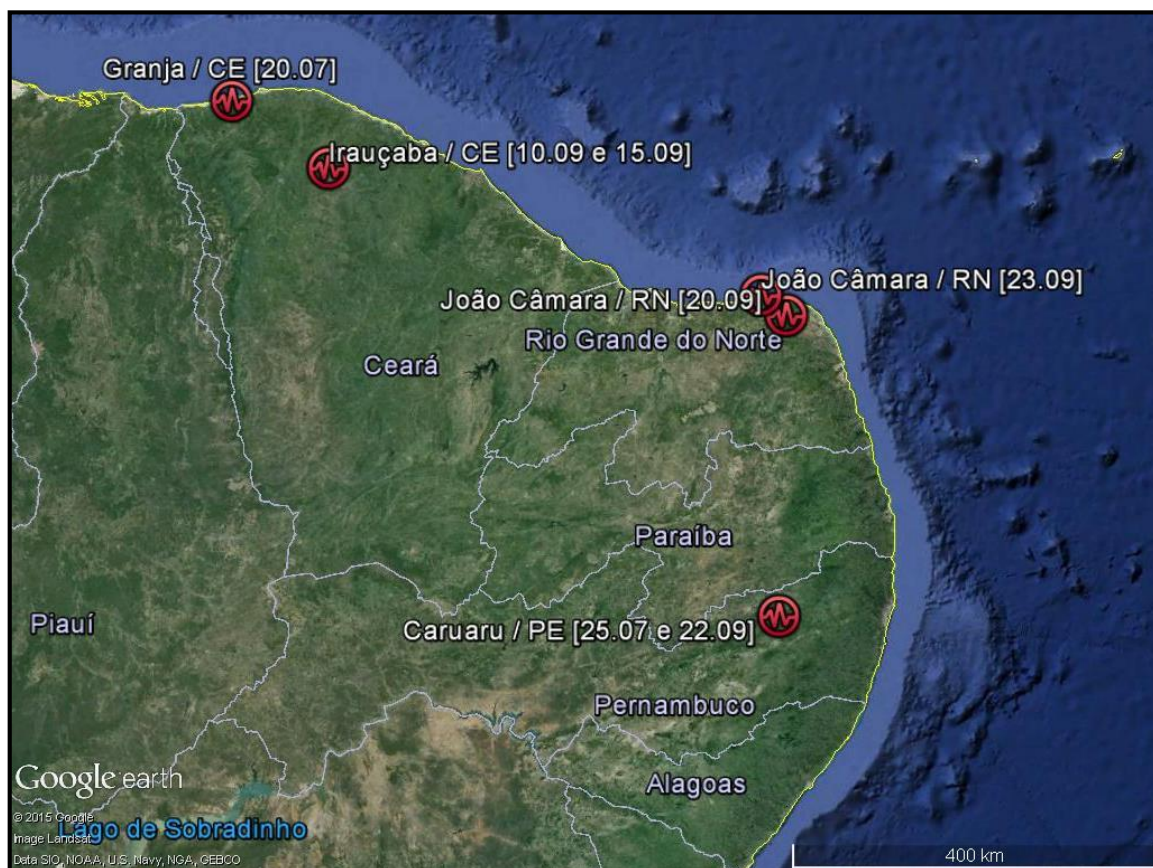


Figura 23: Mapa com a localização do epicentro dos eventos regionais naturais ocorridos nos municípios de Granja/CE, Irauçaba/CE, João Câmara/RN e Caruaru/PE, registrados pela estação SOB 02 (Rede Sismográfica da CHESF).

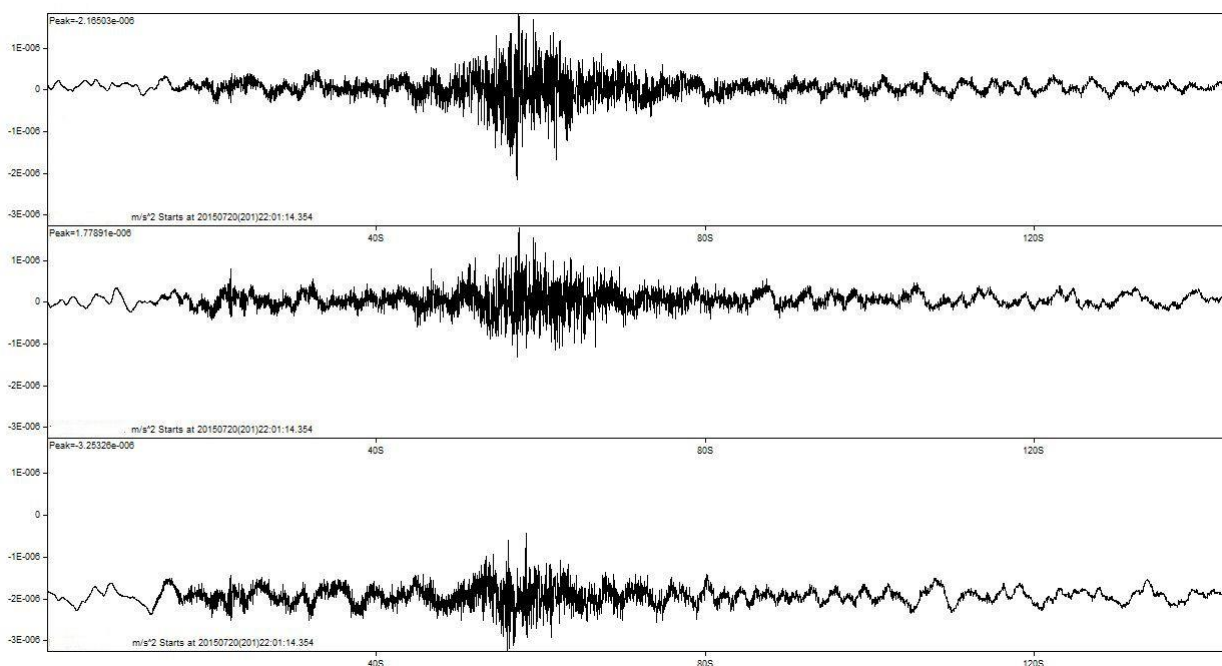


Figura 24: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Granja/CE, com magnitude 3,2 m_b , no dia 20.07.15 às 22:00:04 (UTC).

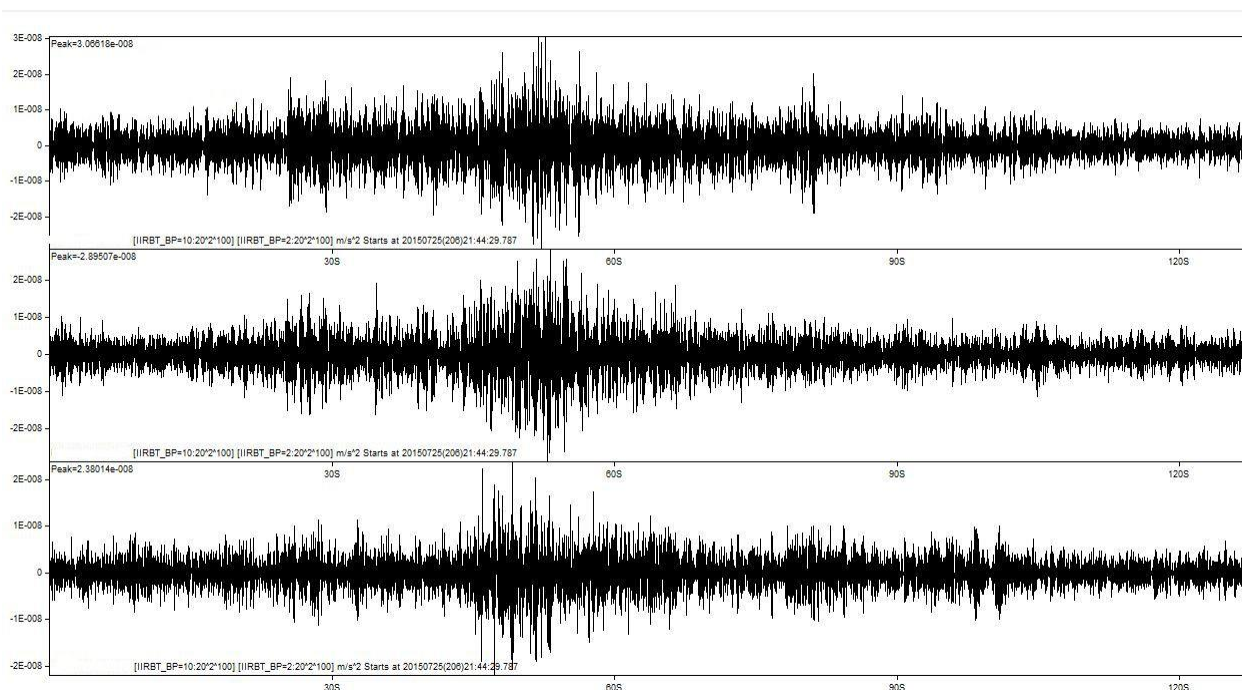


Figura 25: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude 2,5 m_b , no dia 25.07.15 às 21:42:04 (UTC).

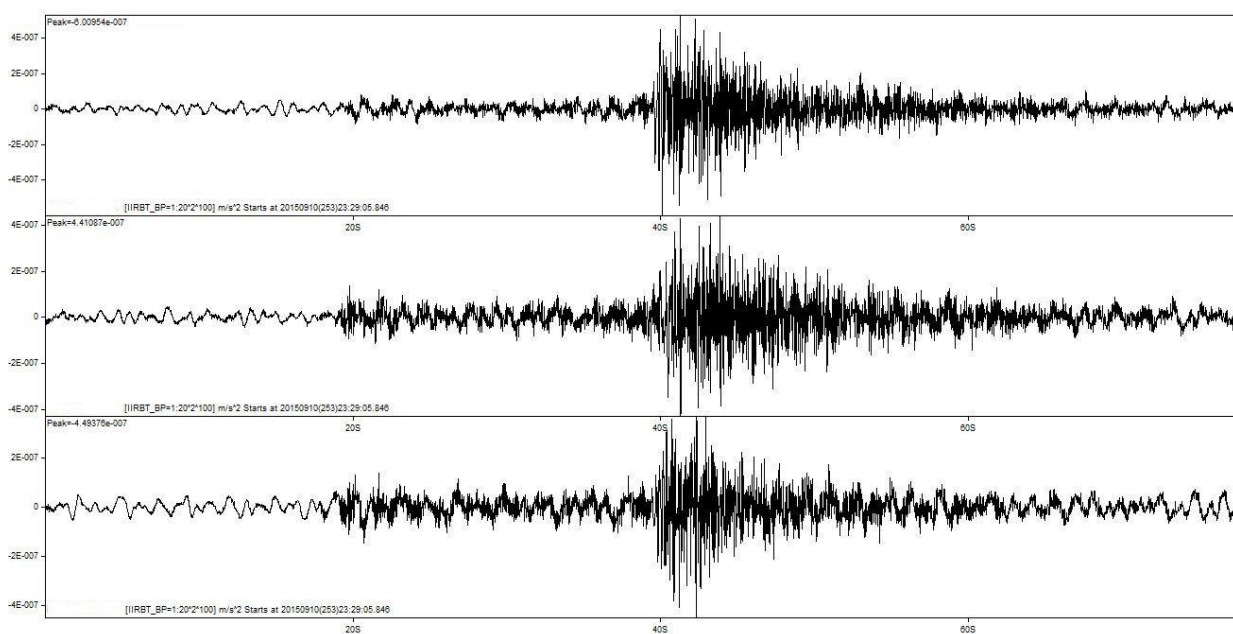


Figura 26: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Irauçuba/CE, com magnitude 2,3 m_b , no dia 10.09.15 às 23:28:30 (UTC).

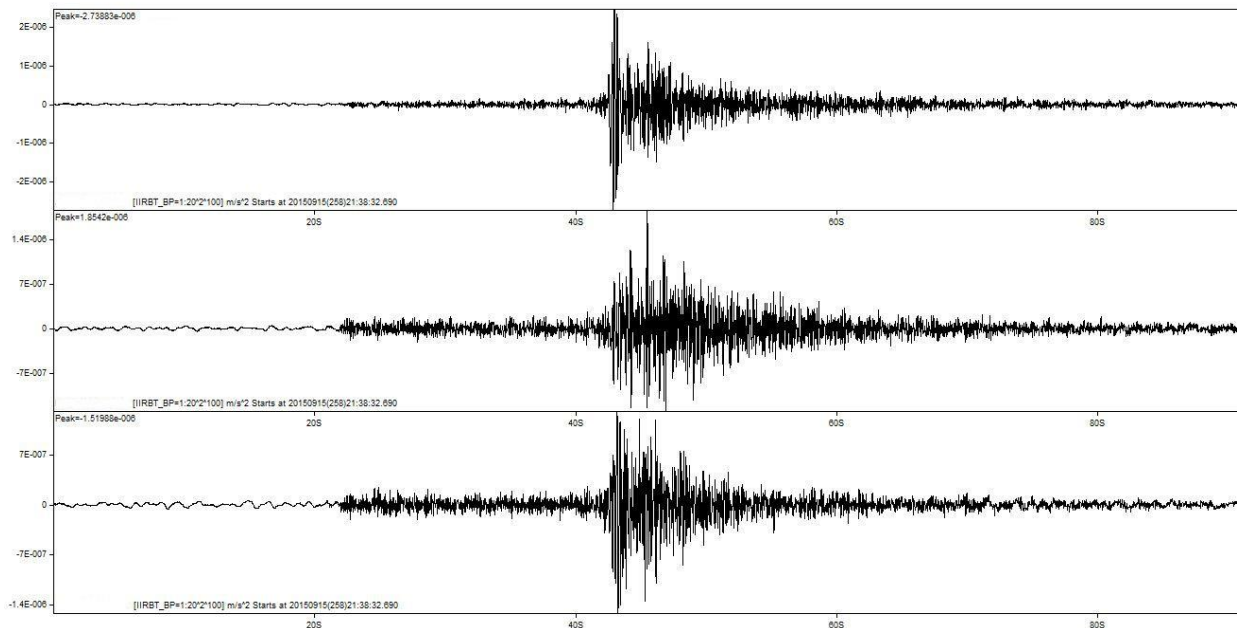


Figura 27: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Irauçuba/CE, com magnitude $2,5m_b$, no dia 15.09.15 às 21:38:28 (UTC).

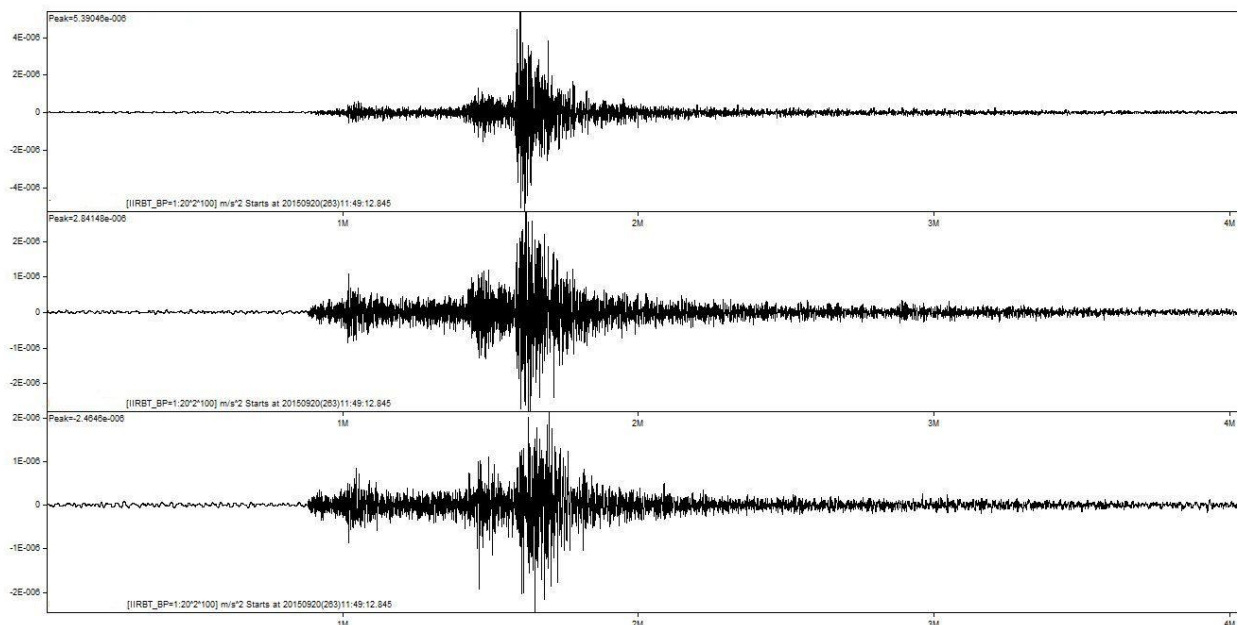


Figura 28: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em João Câmara/RN, com magnitude $3,8m_b$, no dia 20.09.15 às 11:49:12 (UTC).

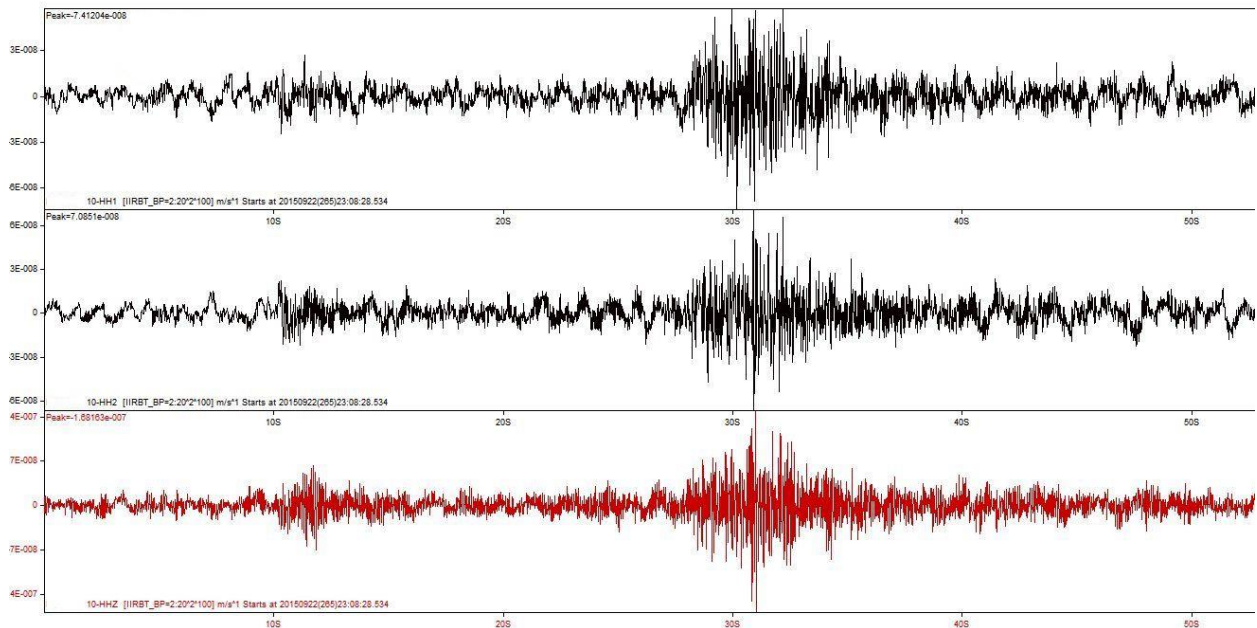


Figura 29: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude 2,6mb, no dia 22.09.15 às 23:08:24 (UTC).

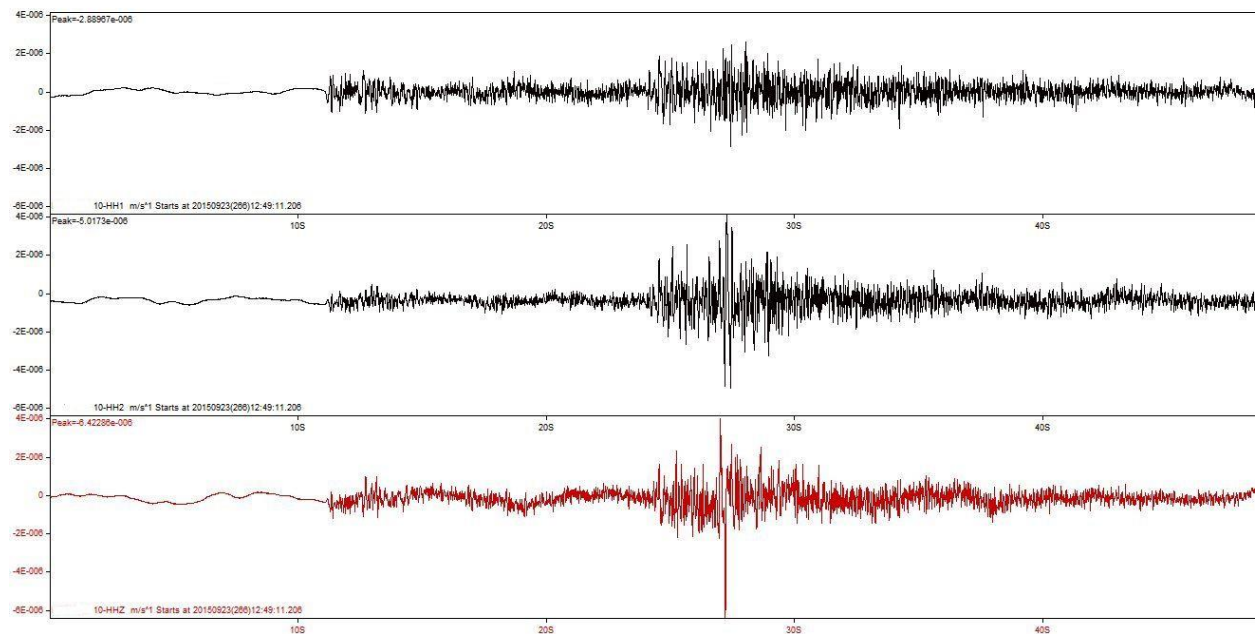


Figura 30: Registro de um evento natural regional na estação SOB 02 ocorrido em João Câmara/RN, com magnitude 2,5mb, no dia 23.09.15 às 12:49:33 (UTC).

4.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE SOBRADINHO (SOB 02)

A manutenção preventiva da estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02) é realizada a cada 4 meses. Durante a vistoria é verificado se o painel solar de 80W está gerando energia normalmente, além desse teste é feita a medição da resistência dos fios que interligam a bateria ao controlador de carga, para certificar que a bateria estar sendo carregada normalmente pelo painel solar.

O objetivo principal da manutenção preditiva é a verificação “*in situ*” do funcionamento do equipamento, antecipando eventuais problemas que possam causar a parada na gravação dos registros sismológicos. Durante a visita de manutenção preventiva conforme mencionado no 8º Boletim Sismográfico da UHE de Sobradinho (SOB 02) o abrigo da estação sismográfica foi alvo de sinais de vandalismo com tentativa de arrombamento e a porta perfurada por projétil de arma de fogo (Fig. 31) na ocasião os cadeados antigos foram substituídos por novos e foram entregues cópias das chaves ao Sr. Tetéu.



Figura 31: Sismógrafo em perfeitas condições de funcionamento mesmo com os sinais de vandalismo no abrigo da estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02).

No último dia 12.03.2014 tivemos perda no sinal da estação sismológica de Sobradinho (SOB 02) referente ao contrato nº. CTNI-92.2009.6220.00 do Monitoramento Sismográfico dos Reservatórios das UHE's Xingó, Luiz Gonzaga (Itaparica), Sobradinho e Boa Esperança.

Então no mesmo dia 12.03.2014 foi realizado contato telefônico com o Sr. Tetéu (morador local responsável pelo abrigo de Sobradinho), onde ele nos informou que o abrigo havia sido arrombado. Portanto, no dia seguinte 13.03.14 (quinta-feira) foi desmobilizada uma equipe com 02 (dois) técnicos para o local onde confirmaram o arrombamento a estação sismográfica SOB 02. No primeiro momento se fez uma avaliação do arrombamento e se contabilizou os prejuízos causados com o furto do painel fotovoltaico de 80W, bateria estacionária de 70A, controlador de energia e transmissor (Fig. 32). Após a inspeção foi realizada a retirada de todo equipamento (registrador, cabos, GPS trimble e sismômetro) do abrigo e feito o boletim de ocorrência na delegacia de Casa Nova/BA.



Figura 32: Arrombamento ocorrido no dia 12.03.14 no abrigo da estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02).

Já sabendo do ocorrido e da incerteza se o equipamento havia sido roubado ou não. Levamos outro conjunto de sismógrafo da R-Sensors semelhante ao instalado na estação SOB 02 operando na mesma faixa de frequência e um abrigo de estação temporária com um novo conjunto energia independente (placa fotovoltaica, bateria e controlador de energia). Portanto, para não ocorrer à falta de medição de dados sismográficos na região instalamos no dia 15.03.2014 uma estação temporária (Lat -09.2465°S / Long -40.6804°W) equidistante cerca de 30km da cidade de Petrolina/PE (Fig. 33), este novo local de instalação da estação de UHE de Sobradinho é seguro e com baixo nível de ruído. O equipamento está instalado sobre um lajedo de rocha cristalina com aproximadamente 70m de comprimento e 20m de largura (Fig. 34), este local já havia sido visitado anteriormente e escolhido para o período da instalação da estação temporária na região.

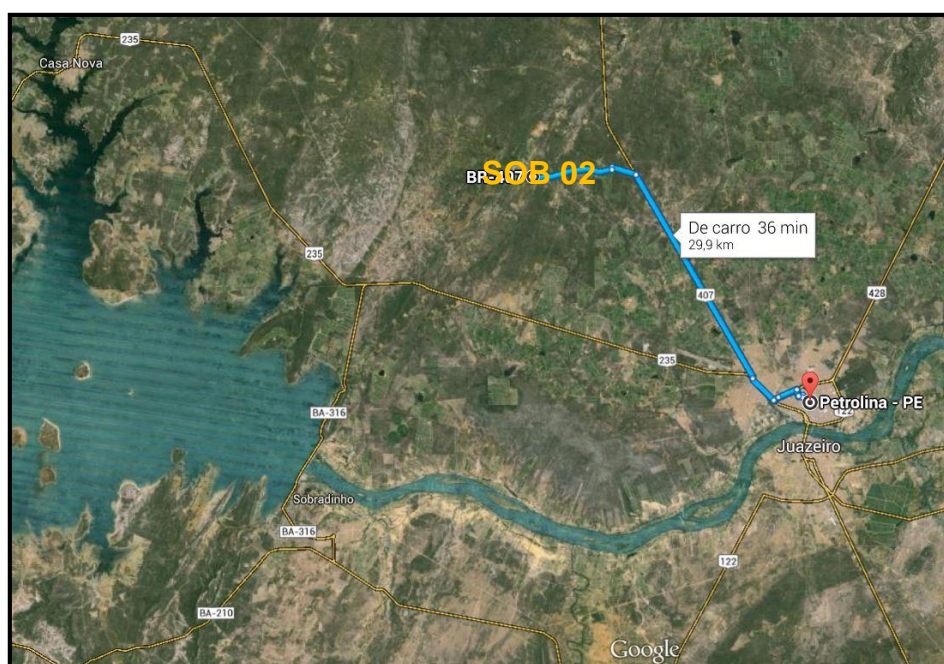


Figura 33: Localização da nova estação sismográfica de Sobradinho (SOB 02).



Figura 34: Instalação da nova estação sismográfica temporária em substituição da estação SOB 02 instalada anteriormente no município de Casa Nova/BA.

4.3. PARÂMETROS ADOTADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO E MEDIÇÃO DOS REGISTROS SÍSMICOS REGISTRADOS PELA ESTAÇÃO DE SOBRADINHO (SOB 02)

4.3.1. Horário dos Registros Sísmicos Ocorridos

O tempo de chegada da onda sísmica em cada estação dar-se em motivo do trajeto percorrido da onda desde a origem do mesmo (fonte), até a estação onde é registrado, (1 grau corresponde aproximadamente 11 km) além da correção do sistema de tempo da estação (GPS), para o boletim e importante tecnicamente à informação da origem do evento onde o mesmo é fornecido pelo USGS ou EMSC, referência da compilação de análises dos registros de telessismo ocorrido em escala mundial, e o no gráfico do registro da estação está o horário local da mesma.

4.3.2. Escala dos Gráficos

A escala utilizada para análises e interpretação do registro sísmico é um fator importante na definição da assinatura real do mesmo, por isso que são utilizados filtros de alta e baixa frequência, para assim certificar que este é verdadeiro e não um ruído cultural, como por exemplo: fonte de ruído provocado por atividades culturais e movimentos de carros em estrada próximos à estação. Normalmente os filtros usados para melhor definição destes registros (telessismo) são de 2 Hz para baixa frequência e 20 Hz para alta, também podem ser utilizados nos eventos regionais. Outro fator é que o programa facilita a interpretação e a expansão do mesmo.

4.3.3. Registros Artificiais

Normalmente são registros de atividades em pedreiras com explosões, ou mesmo alguma outra atividade com equipamentos elétricos em atividade próxima a estação, que muitas vezes o sinal não é claro o bastante para serem identificados. Pode em caso de explosão algumas delas a identificação e localização, serem possíveis como também o cálculo de magnitudes.

4.3.4. Atividade Sísmica Induzida

No registro de atividade induzida são observados alguns parâmetros importantes, que podemos citar aqui:

- Em grandes reservatórios esta atividade é manifestada em um período que pode ocorrer após o enchimento de uma barragem, a manifestação sísmica ocorre com o peso da água sobre a região em processo de pressão/acomodação/estabilidade;
- Este tempo pode ocorrer nos primeiros anos de acumulo ou mesmo anos depois;

- A localização epicentral da área também tem sua relação clara com a atividade em processo ativo, tendo seu período de ocorrência relacionado com o nível da água em alguns casos.

5. CONCLUSÕES

No período de 16.03.15 a 26.09.15 foram registrados 06 (seis) eventos de telessismos com magnitude de 4,3 m_b na Dorsal Meso Atlântica; de 7,8 m_b no Nepal; de 7,3 m_b no Nepal; de 6,3 m_b na Dorsal Meso Atlântica; de 8,3 m_b no Chile e de 6,8 m_b no Chile.

Portanto, este boletim semestral era para conter somente os eventos sismográficos registrados até o dia 15.09.15, porém como neste último bimestre tivemos a ocorrência de vários eventos regionais naturais no nordeste brasileiro nos estados de Pernambuco, Ceará e do Rio Grande do Norte, os mesmos poderiam ter sido intensificados e/ou provocados pelos 02 (dois) grandes eventos de telessismos ocorridos no Chile na borda oeste da placa sul-americana, por esse motivo o boletim compreendeu os eventos ocorridos até o dia 26 de setembro de 2015.

Com relação aos eventos naturais regionais registrados na estação SOB 02 ocorridos nos municípios de Beberibe/CE, Quixeramobim/CE, Morada Nova/CE, Caruaru/PE, Granja/CE, Irauçaba/CE, João Câmara/RN e Caruaru/PE, podemos observar que vem aumentando gradativamente, como todos esses sismos estão ocorrendo longe dos reservatórios da CHESF, não dá para prever se podem ocorrer grandes tremores próximo ao reservatório de Sobradinho.

Os eventos naturais regionais registrados na estação SOB 02 ocorridos nos municípios supracitados são comuns nessa região. Os motivos da atividade sísmica nestas regiões seriam a ocorrência de duas falhas sismogênicas.

Ainda assim, no Brasil, os tremores são considerados incomuns, porque o País está no centro da placa sul-americana. A maior parte do território está longe dessas bordas repletas de instabilidade. Entretanto, existem pequenas falhas geológicas que também se movimentam em busca de uma acomodação natural, motivo das atividades sísmicas nestas regiões seriam a ocorrência de falhas sismogênicas.

Tem sido comum o registro de eventos sísmicos no Nordeste e apesar de fraca magnitude os abalos têm se mostrado persistentes. Algumas falhas estão ativas, mas ainda não há dados suficientes para uma completa explicação do regime tectônico. Estas situações sismogênicas intraplaca também ocorrem em outras regiões brasileiras, como por exemplo, a divisa litorânea entre as Regiões Sul e Sudeste, porém carecem ainda de uma boa formulação teórica. A princípio é possível dizer que são respostas à tensão a que todas as placas tectônicas estão submetidas a partir dos movimentos constantes das mesmas, porém há efeitos locais de distribuição dessa tensão que, em geral, são poucos conhecidos.

Lembrando, que os registros das atividades sísmicas naturais ocorridas nos estados do Ceará, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, não causam riscos a UHE de Sobradinho.

Neste último bimestre tivemos uma grande atividade sísmica no nordeste brasileiro, porém não podemos afirmar que não tem correlação com os terremotos ocorridos no Chile nos dias 16 e 26 de setembro de 2015 com magnitudes de 8,3_{m_b} e 6,8_{m_b}, respectivamente, pois terremotos dessa magnitude pode desencadear indiretamente uma série de eventos na borda da placa sul americana.

Em anexo é apresentado 01 (um) DVD com o relatório no formato digital em *.PDF da estação sismográfica da UHE de Sobradinho (SOB 02).

6. EQUIPE TÉCNICA

TÉCNICOS DE NÍVEL SUPERIOR		
NOME	FUNÇÃO	REGISTRO PROFISSIONAL
Eugênio Frazão	Diretor Executivo	RG 3.427.380 SSP/PA
Dr. Aderson F. do Nascimento	Coordenador	RG 2347597 SSP/RN
Eduardo A. S. de Menezes	Responsável Técnico	CREA/RN 211083550-8
Dr. Anderson Targino Ferreira	Responsável Técnico	CREA/RN 210008956-3

TÉCNICOS DE NÍVEL MÉDIO		
NOME	FUNÇÃO	REGISTRO PROFISSIONAL
Bruno Pires Frazão	Técnico de Campo	RG 3.461.130 SSP/PA
Flavio Souto da Costa	Técnico de Campo	RG 367221 ITEP/RN

Natal, 26 de Outubro de 2015.


Eugênio Frazão
Diretor Executivo - G2 MEIO AMBIENTE
Dr. Anderson Targino Ferreira
Responsável Técnico - CREA/RN 210008956-3

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, J.M & ASSUMPÇÃO, M. (1983). Sismicidade do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geofísica, **1**: 67-88.

FERREIRA, J.M., OLIVEIRA, R.T, ASSUMPÇÃO, M., MOREIRA, J.A.M., PEARCE, R.G. & TAKEYA, M.K. (1995). Correlation of seismicity and water level in the Açú reservoir - an exemple from Northeast Brazil. *Bull Seism. Soc Am.*, **85**: 1483-1489.

FERREIRA, J.M., OLIVEIRA, R.T, TAKEYA, M.K. & ASSUMPÇÃO, M. (1998). Superposition of local and regional stresses in the northeast Brazil: evidence from focal mechanisms around the Potiguar marginal basin. *Geophys. J. Int.*, **134**: 341-355.

SEEBER, L. & ARMBRUSTER, J. G. (1988). Seismicity along the Atlantic seabord of the U.S.: intraplate neotectonics and earthquake hazard. In: *The Atlantic Continental Margin: U.S., The Geology of North America*. R.E. Sheridan & J.A. Grow (eds.), *Geological Society of America, Boulder*, p. 565-582.

TAKEYA, M.K., FERREIRA, J.M., PEARCE, R.G., ASSUMPÇÃO, M., COSTA, J.M. & SOPHIA, C.M. (1989). The 1986-1987 intraplate earthquake sequence near João Câmara, northeast Brazil - evolution of seismicity. *Tectonophysics*, **167**, 117-131.

ANEXO

