

6º Relatório Semestral do Monitoramento Sismográfico dos Reservatórios Hidrelétricos da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) - Estação Sismográfica da UHE Luiz Gonzaga - Itaparica (LGZ 01 e LGZ 02), registros obtidos no período de 16.03.15 a 12.08.15 (LGZ 01) e de 19.08.15 a 26.09.15 (LGZ 02)



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 LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02).....	03
2.1. LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE LUIZ GONZAGA (LGZ 01).....	03
2.2. LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE LUIZ GONZAGA (LGZ 02).....	06
3. INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA USINA DE LUIZ GONZAGA.....	07
3.1. ESTAÇÃO UHE LUIZ GONZAGA - LGZ 01.....	07
3.2. ESTAÇÃO UHE LUIZ GONZAGA - LGZ 02.....	09
4. RESULTADOS DA ATIVIDADE SÍSMICA.....	12
4.1. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE SÍSMICA NA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02).....	13
4.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02).....	27
4.3. PARÂMETROS ADOTADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO E MEDIÇÃO DOS REGISTROS SÍSMICOS REGISTRADOS PELAS ESTAÇÕES DA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02).....	27
4.3.1. Horário dos Registros Sísmicos Ocorridos.....	27
4.3.2. Escala dos Gráficos.....	27
4.3.3. Registros Artificiais.....	27
4.3.4. Atividade Sísmica Induzida.....	28
5. CONCLUSÕES.....	28
6. EQUIPE TÉCNICA.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXO.....	32

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sismológicos na área do reservatório da UHE de Luiz Gonzaga (Itaparica) 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, Sobradinho 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, sendo registrado pela estação LGZ 01 os sismos ocorridos entre 16.03.15 a 12.08.15 e pela estação LGZ 02 os sismos ocorridos entre 19.08.15 a 26.09.15. A justificativa para a mudança do local da estação da UHE Luiz Gonzaga LGZ 01 para LGZ 02 se deu devido a problemas com a proprietária do terreno onde se encontrava instalada a estação LGZ 01, conforme reportado em nota técnica e no relatório de instalação da estação LGZ 02 encaminhado para a CHESF.

Este relatório semestral era para conter somente os eventos sismográficos registrados até o dia 15.09.15, porém como neste último semestre 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, nos dias 16 e 26 de setembro de 2015, com magnitudes de 8,3 m_b e 6,8 m_b , respectivamente. Neste relatório se apresentam os principais resultados da auscultação sismográfica que está sendo executada na área do reservatório da UHE Luiz Gonzaga (Itaparica), 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).

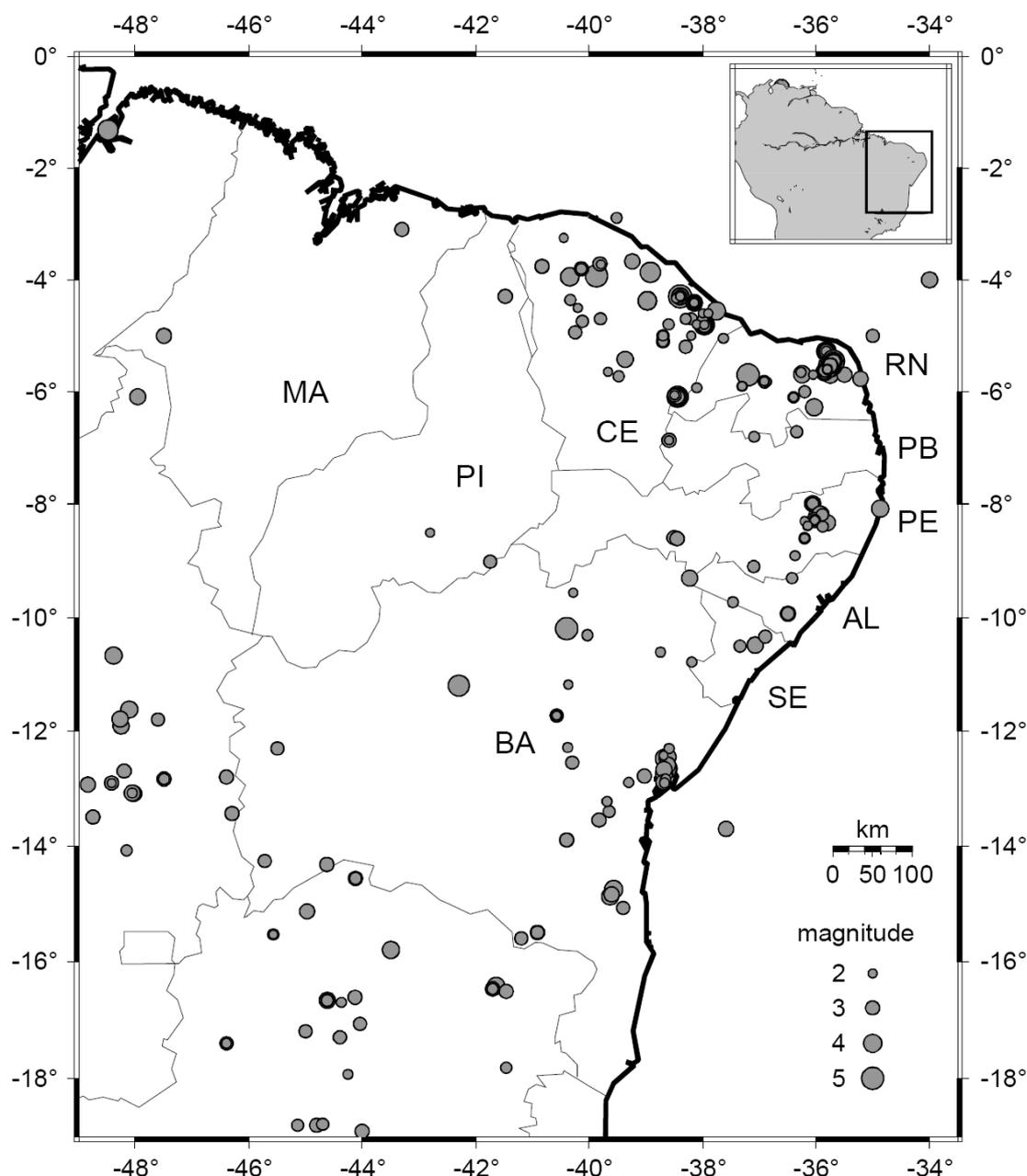


Figura 01: Mapa da sismicidade do Nordeste do Brasil (sismos desde 1808).

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 Luiz Gonzaga (Itaparica). Para entender melhor a correlação entre a sismicidade e a bacia serão feitos estudos da estrutura crustal da região.

2. IMPLANTAÇÃO DOS ABRIGOS DA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02)

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 Luiz Gonzaga (Itaparica).

Com a definição do local de instalação procedeu-se a construção e reforma do abrigo já existente 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 Luiz Gonzaga (Itaparica), localizado em afloramento de rocha.

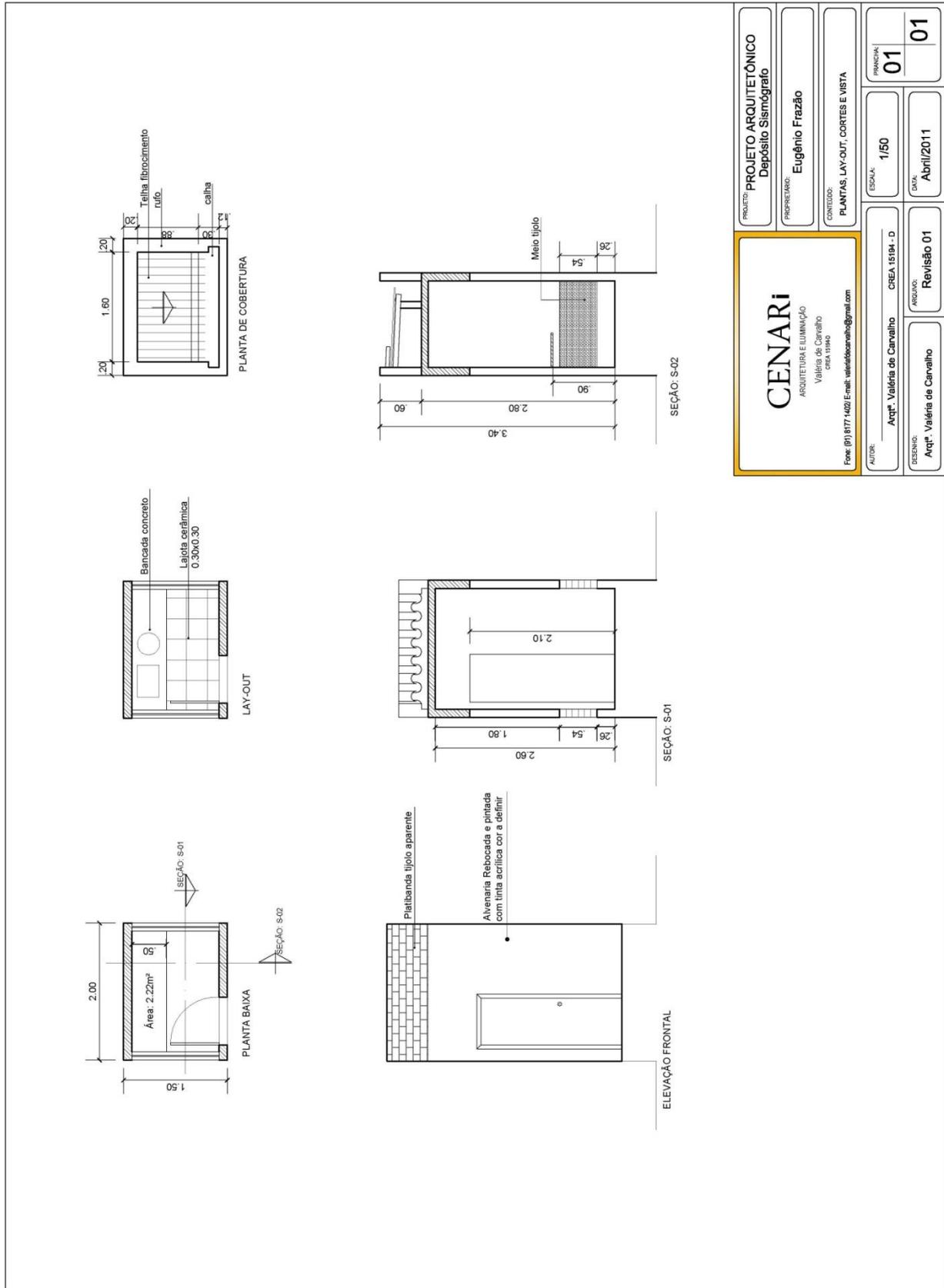
De posse da localização dos pontos, procedeu-se a visita "*In loco*" para verificação de existência de vias acesso, topografia do local, distância a ser percorrida da via mais próxima ao local determinado, conhecimento sobre as propriedades e proprietários.

2.1. LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE LUIZ GONZAGA (LGZ 01)

A localização da implantação do abrigo sismográfico da UHE Luiz Gonzaga (Itaparica) estação LGZ 01 foi previamente selecionada. Nesta estação dois abrigos foram construídos e/ou reformados, sendo um para o sensor e outro para o digitalizador, controlador de carga, baterias e equipamentos de transmissão, porém, esta estação LGZ 01 já se encontra desativada desde o dia 13 de agosto de 2015.

Para implantação da estação LGZ 01 inicialmente foi elaborado um projeto de obra civil da estação LGZ 01 pela empresa G2 MEIO AMBIENTE. O abrigo foi construído de alvenaria e cercado 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 01, 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.



PROJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO Depósito Sismográfico		PROPRIETÁRIO: Eugênio Frazão		CONTEÚDO: PLANTAS, LAY-OUT, CORTES E VISTA	
<p>CENARI ARQUITETURA E ILUMINAÇÃO Valéria de Carvalho CREA 15194 - D Fone: (011) 8777-1402 Email: valeriocenari@gmail.com</p>		AUTOR: Arqt. Valéria de Carvalho		CREA: 15194 - D	
		REVISOR: Arqt. Valéria de Carvalho		REVISÃO: Revisão 01	
ESCALA: 1/50		FRANQUIA: 01		DATA: Abril/2011	
01		01		01	

Figura 02: Planta de construção dos abrigos nos reservatórios da CHESF.

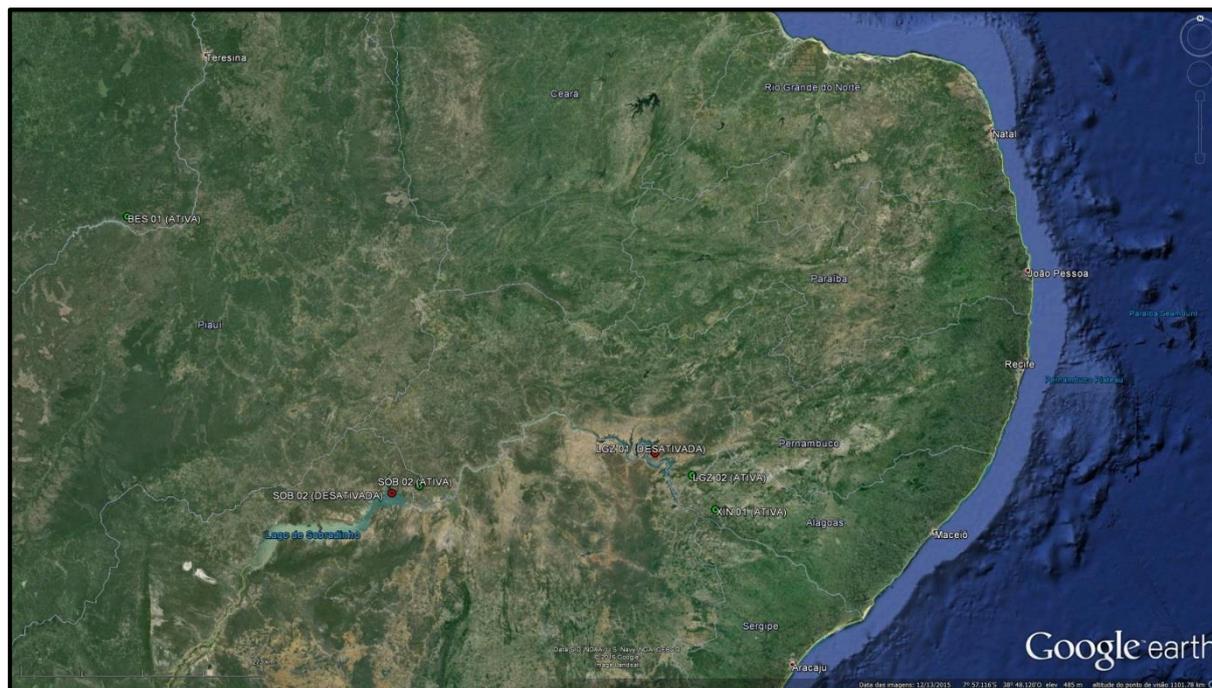


Figura 03: Localização e distribuição espacial das estações sismográficas BES 01 (ativa), SOB 02 (ativa), LGZ 01 (desativada), LGZ 02 (ativa) e XIN 01 (ativa).

Tabela 01: Coordenadas geográficas e status das estações sismográficas.

Estação	Lat. (graus)	Long. (graus)	Altitude (m)	Status
BES 01	06° 39.41353	43° 33.51788	238,77	Construída / Instalada
SOB 02	09° 19.13078	40° 56.68801	423,22	Desativada
SOB 02	09° 14.79000	40° 40.82400	458,00	Construída / Instalada
LGZ 01	08° 54.71622	38° 25.40426	321,62	Desativada
LGZ 02	09° 07.31500	38° 03.79300	341,00	Construída / Instalada
XIN 01	09° 26.89738	37° 50.19008	291,36	Construída / Instalada

O abrigo sismográfico da UHE Luiz Gonzaga (LGZ 01) 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 LGZ 01 foi desativada no dia 13 de agosto de 2015 e era instalada sobre afloramento rochoso próximo ao reservatório da UHE de Luiz Gonzaga em local seguro e com moradores ao redor. A figura 04 mostra a localização da estação sismográfica LGZ 01 instalada no município de Floresta, equidistante cerca de 40 Km de Petrolândia/PE.



Figura 04: Localização da estação LGZ 01 equidistante cerca de 40 Km da cidade de Petrolândia/PE.

2.2. LOCALIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE LUIZ GONZAGA (LGZ 02)

A estação LGZ 02 foi construída e instalada a cerca de 26 km da UHE Luiz Gonzaga, na zona rural de Caraibeiras, distrito do município de Tacaratu/PE, sendo composta por um abrigo de fibra de vidro compacto que abriga o digitalizador, controlador de carga, bateria, painel fotovoltaico e o equipamento de transmissão (Fig. 03).

Portanto, no dia 19.08.15 devido problemas relatados no Relatório Técnico Simplificado enviado para a CHESF, foi instalada uma nova estação próximo a UHE Luiz Gonzaga na zona rural de Caraibeiras, distrito do município de Tacaratu/PE (Fig. 05), equidistante cerca de 26 km do reservatório, a estação LGZ 02 está localizada nas seguintes coordenadas geográficas Lat - 9.121917° e Long -38.063211° (Datum WGS 84), lembrando que este local já havia sido ocupado anteriormente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) no ano de 2011 por se tratar de um local seguro e com baixo ruído.

Após a instalação da estação sismográfica de Luiz Gonzaga (LGZ 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 18.5 Gb de registros sismográficos medidos a cada 1h no período de 16 de março a 12 de agosto de 2015 pela estação LGZ 01 e no período de 19 de agosto a 26 de setembro de 2015 pela estação LGZ 02.



Figura 05: Localização da nova estação LGZ 02 em relação a UHE Luiz Gonzaga (Fonte: Google).

3. INSTALAÇÃO DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA USINA DE LUIZ GONZAGA

3.1. ESTAÇÃO UHE LUIZ GONZAGA - LGZ 01

Na estação da UHE de Luiz Gonzaga - LGZ 01 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 06 mostra o passo a passo da instalação dos equipamentos para operação da estação sismográfica da UHE de Luiz Gonzaga. Nesta estação foram instalados o sismômetro da *CME* número de série nº. 000486 e registrador *Baykal-7HR* número de série nº. 064.





Figura 06: Mostra o passo a passo da instalação da estação sismográfica LGZ 01, sendo: (A) a (D) Instalação do painel solar e antena GPS Trimble sobre o teto do abrigo da estação; (E) a (H) Instalação do sismômetro dentro do abrigo, assim como o posicionamento e orientação em relação ao norte do sensor com bússola de precisão; (I) a (L) Acondicionamento e isolamento térmico do abrigo do sensor do sismógrafo; (M) Vista do interior do abrigo com os equipamentos instalados e em funcionamento; (N) e (O) Vista lateral da estação sismográfica da UHE de Luiz Gonzaga - LGZ 01, sendo rastreada por GPS geodésico de precisão. Lembrando que esta estação se encontra desativada desde 13/08/2015.

3.2. ESTAÇÃO UHE LUIZ GONZAGA - LGZ 02

O equipamento instalado na estação da UHE de Luiz Gonzaga - LGZ 02 foi da R-Sensors semelhante ao instalado da estação LGZ 01 (Fig. 07), operando na mesma faixa de frequência em um abrigo projetado com um novo conjunto energia independente (placa fotovoltaica, bateria e controlador de energia).



Figura 07: Conjunto de equipamento incluindo o sismógrafo e registrador da R-Sensors, bateria estacionária e placa fotovoltaica 60W, instalados na estação LGZ 02.

A figura 08 mostra o mapa de localização em relação à UHE de Luiz Gonzaga e o acesso de como chegar na nova estação LGZ 02.



Figura 08: Mapa de localização e de acesso para a estação LGZ 02 (Fonte: Google).

O acesso à área para estação LGZ 02 se faz da seguinte forma a partir da UHE Luiz Gonzaga:

1. Siga na direção NE na BR-110 por 14 km;
2. Vire à direita na PE-375 percorra 14,9 km até chegar em Tacaratu/PE;
3. Em seguida percorra mais 10 km até chegar em Caraipeiras, distrito de Tacaratu/PE;
4. Após a localidade de Caraipeiras percorra 2,5km até chegar na zona rural onde está instalada a estação LGZ 02;
5. O percurso total por via terrestre da UHE Luiz Gonzaga até a estação LGZ 02, totaliza 41,4 km.

A figura 09 mostra o local onde foi instalada a estação LGZ 02, localizada na zona rural de Caraipeiras/PE, na propriedade do Sr. Ivonilson Carlos “Chico” o mesmo é proprietário em Caraipeiras de um comércio de móveis e eletrodomésticos.

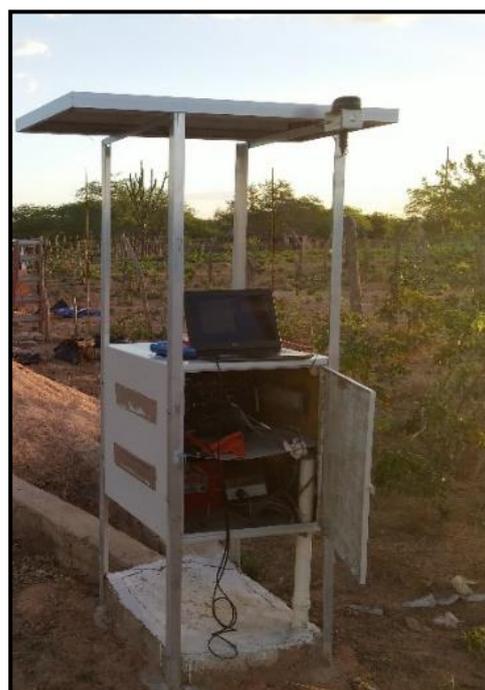
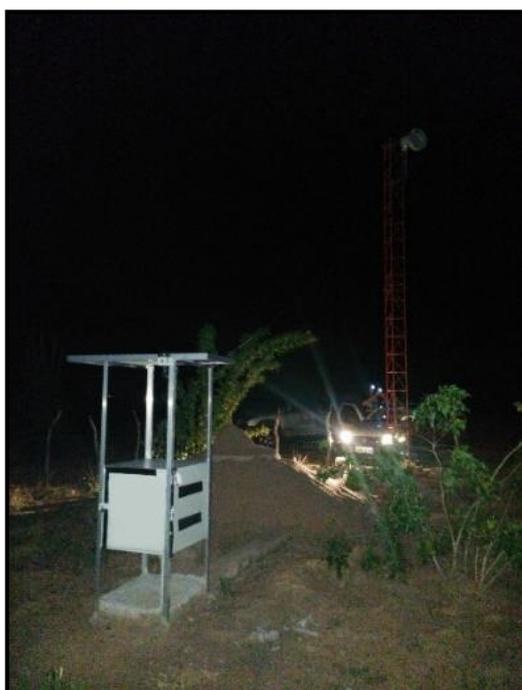


Figura 09: Instalação do sismógrafo na estação LGZ 02.

Durante a instalação da estação LGZ 02 foi explicado para o proprietário a importância do estudo na região para a segurança no entorno da UHE de Luiz Gonzaga, onde foi mostrado na ocasião o mapa da figura 10 e informado a importância do local da estação LGZ 02 para o estudo sismográfico na região, já que a estação LGZ 02 está instalada no mesmo lineamento rochoso que vai desde Caruaru/PE até a UHE Luiz Gonzaga, mostrando a importância do estudo para a pesquisa e toda a comunidade. Importante ressaltar que Caruaru/PE está apenas 270 km da UHE de Luiz Gonzaga.

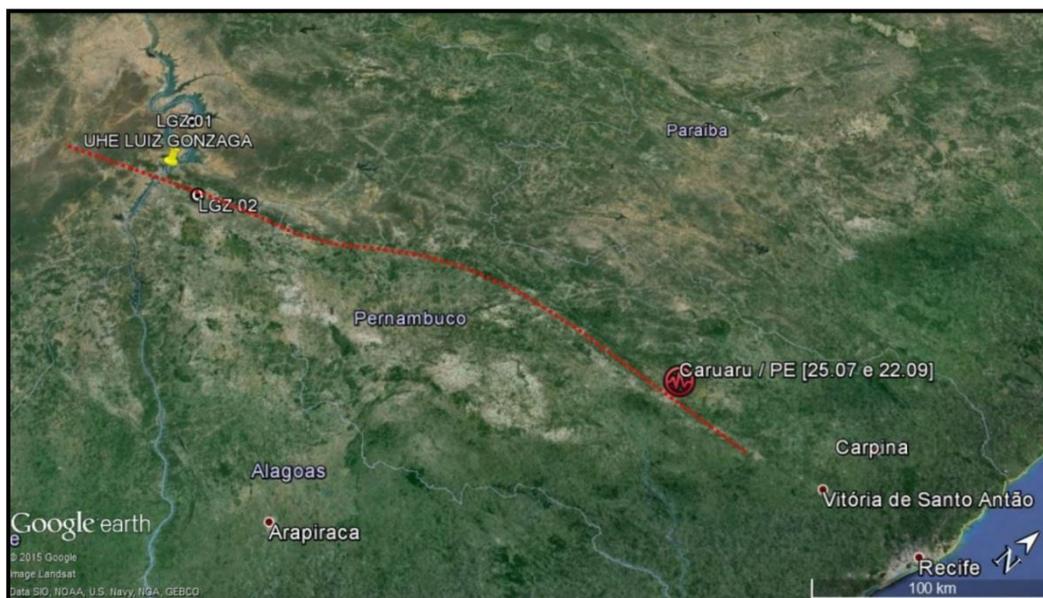


Figura 10: Mostrando a localização da estação LGZ 02 em um contexto regional, no mesmo lineamento onde ocorrem os sismos em Caruaru/PE.

A principal justificativa por utilizarmos esta mesma localidade ocupada pela UFRN anteriormente, foi por ser tratar de um local já conhecido pela equipe de campo, com baixo ruído, seguro e por ser próximo a UHE de Luiz Gonzaga. Outro ponto importante foi porque a estação LGZ 02 encontra-se instalada no mesmo lineamento de Caruaru/PE onde já foram registrados vários eventos naturais regionais desde o início das medições para a CHESF.

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 pelas estações sismográfica da UHE Luiz Gonzaga (LGZ 01 e LGZ 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 NA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02)

No período de 16 de março a 26 de setembro de 2015, na rede Sismográfica da UHE Luiz Gonzaga, a estação LGZ 01 registrou 04 eventos de telessismos e 07 eventos regionais naturais, e a estação LGZ 02 registrou 02 eventos de telessismos e 05 eventos regionais naturais, conforme tabela 02.

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 Luiz Gonzaga (LGZ 01 e LGZ 02).

ANO	MÊS	DIA	HORA (UTC)	MIN	SEG(P)	S-P	DIST (km)	AZM	MAG	OBS.
2015	03	26	02	25	35			-4,51 N -38,24 W	3.0	Beberibe/CE
2015	04	06	06	09	24			0,43 N 30,40 W	4.3	Dorsal Meso Atlântica
2015	04	15	12	19	27			-5,38 N -39,16 W	2.5	Quixeramobim/CE
2015	04	25	06	11	30			28,24 N 84,74 E	7.8	Nepal Fonte: EMSC
2015	05	12	07	05	26			27,86 N 86,08 E	7.3	Nepal Fonte: EMSC
2015	05	24	04	59	17			16,82 S 14,20 W	6.3	Dorsal Meso Atlântica
2015	06	05	01	30	38			-04,61 S -38,28 W	2.9	Morada Nova / CE
2015	06	30	19	20	58			-08,30 S -35,98 W	2.0	Caruaru / PE
2015	06	30	19	50	27			-08,30 S -35,98 W	2.2	Caruaru / PE
2015	07	20	22	00	03			-3 6,56 S -40 47,75 W	3.2	Granja / CE
2015	07	25	21	42	20			-8 15,25 S -35 56,57 W	2.5	Caruaru / PE
2015	09	10	23	28	31			-3 49,15 S -39 54,58 W	2.3	Irauçuba / CE
2015	09	15	21	38	25			-3 49,15 S -39 54,58 W	2.5	Irauçuba / CE
2015	09	16	23	01	30			27,86 N 86,08 E	8.3	Chile Fonte: EMSC
2015	09	20	11	49	02			-5 27,42 -35 43,18 W	3.8	João Câmara / RN
2015	09	22	23	08	25			-8 15,25 S -35 56,57 W	2.6	Caruaru / PE
2015	09	23	12	49	12			-5 15,25 S -35 56,57 W	2.5	João Câmara / RN
2015	09	26	02	51	16			27,86 N 86,08 E	6.8	Chile Fonte: EMSC

As figuras 11 a 18 são telessismos registrados pela estação sismográfica de Luiz Gonzaga (LGZ 01) ocorridos na Dorsal Meso-Atlântica (Figs. 11 e 12); no Nepal (Figs. 13 a 16); na Dorsal Meso-Atlântica (Figs. 17 e 18) e as figuras 19 a 21 são telessismos registrados pela estação sismográfica de Luiz Gonzaga (LGZ 02) ocorridos no Chile (Figs. 19 a 21).

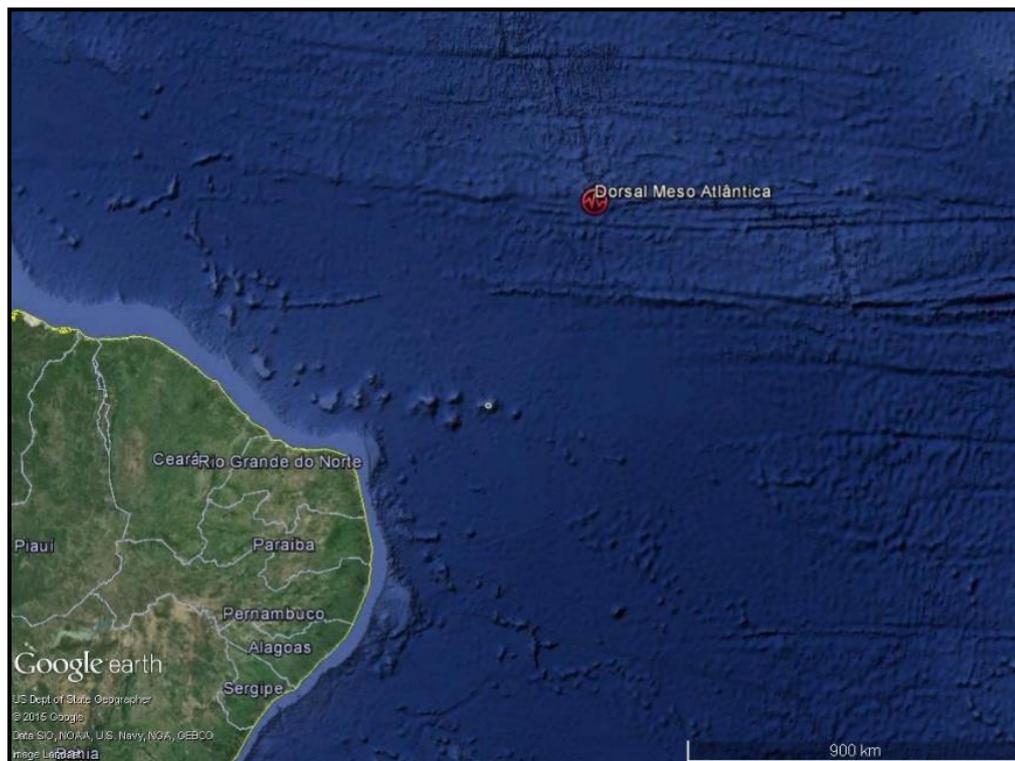


Figura 11: Sismo registrado na Dorsal Meso Atlântica com magnitude de 4,3_b pela estação LGZ 01.

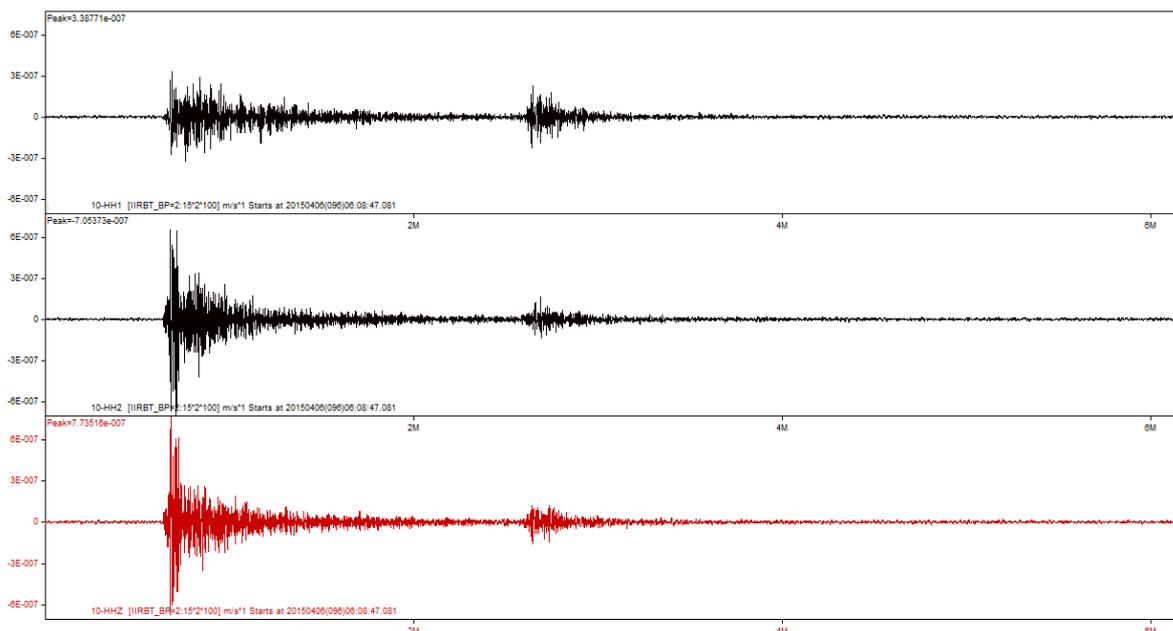


Figura 12: Registro do evento telessísmico ocorrido na Dorsal Meso Atlântica com magnitude 4,3_b, no dia 06.04.15 às 06:09:24 (UTC).

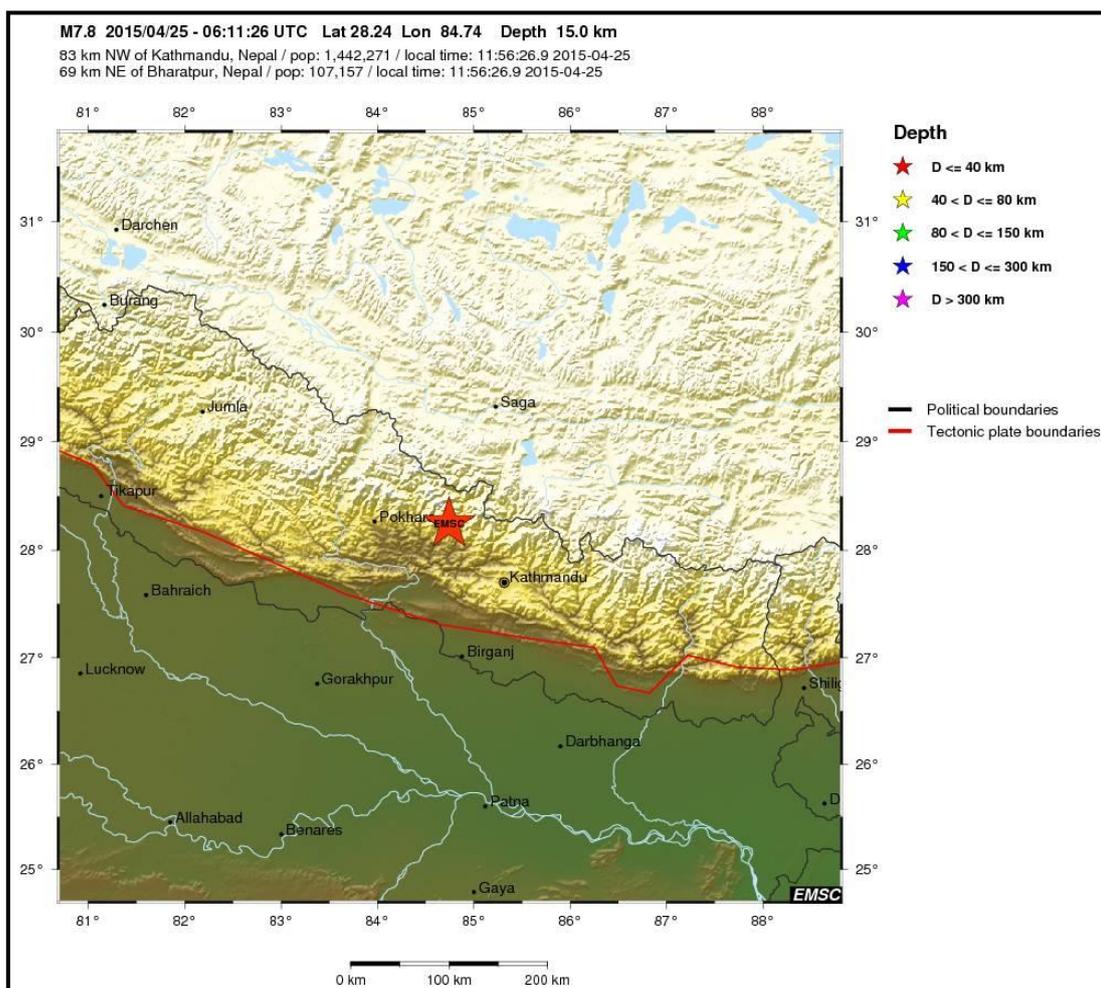


Figura 13: Sismo registrado no Nepal com magnitude de 7,8_b pela estação LGZ 01.

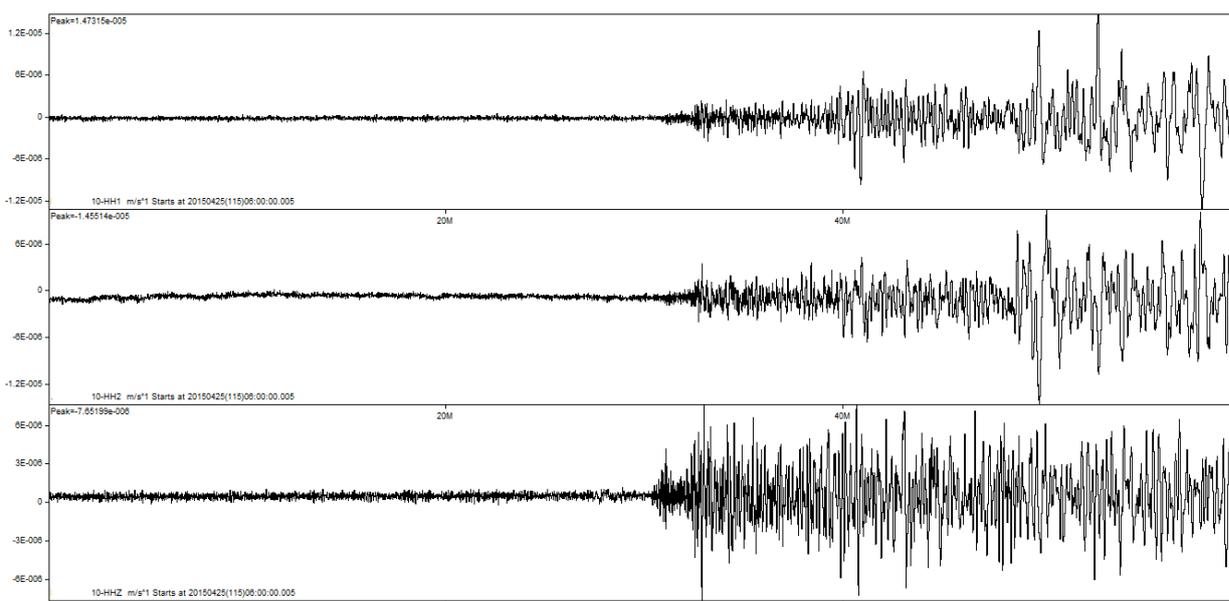


Figura 14: Registro do evento telessismo ocorrido no Nepal com magnitude 7,8_b, no dia 25.04.15 às 06:11:30 (UTC).

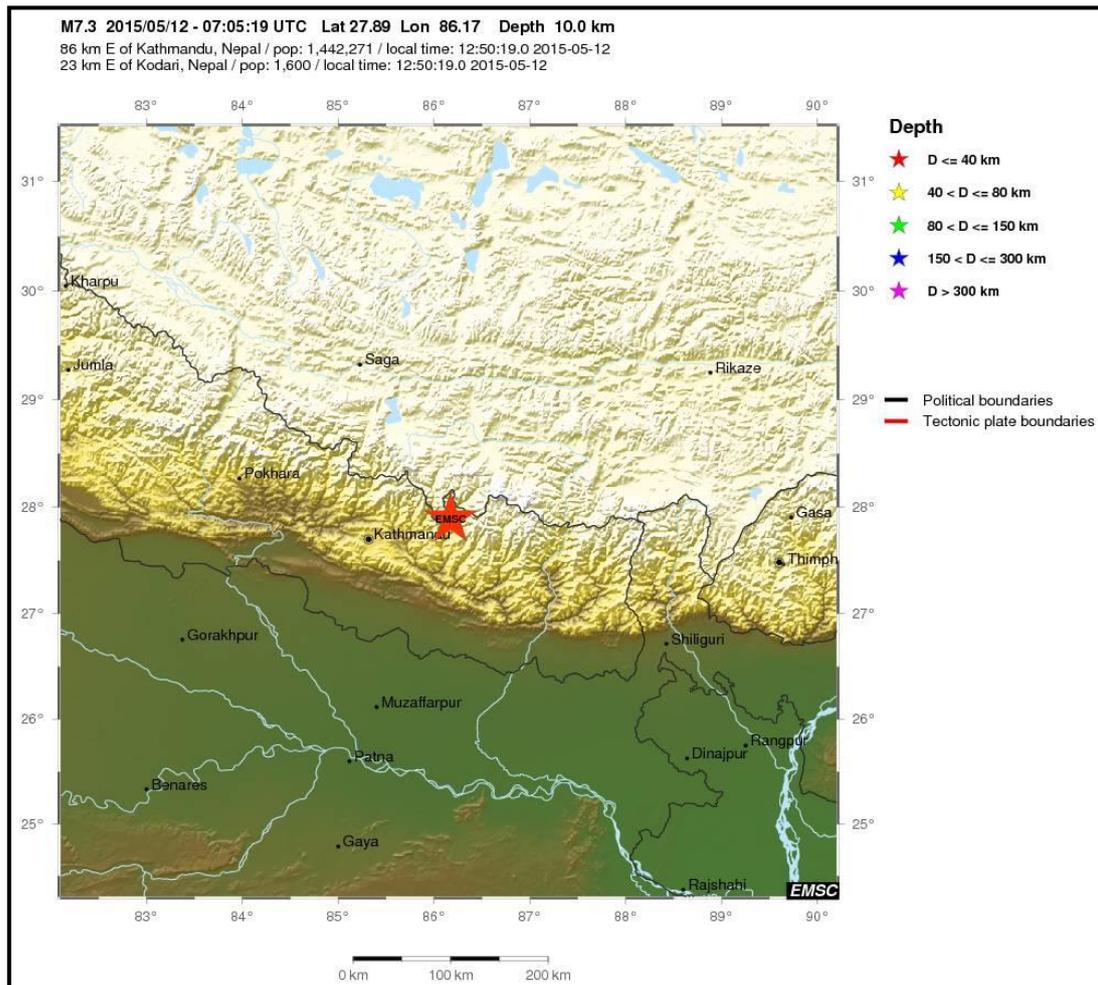


Figura 15: Sismo registrado no Nepal com magnitude de 7,3_b pela estação LGZ 01.

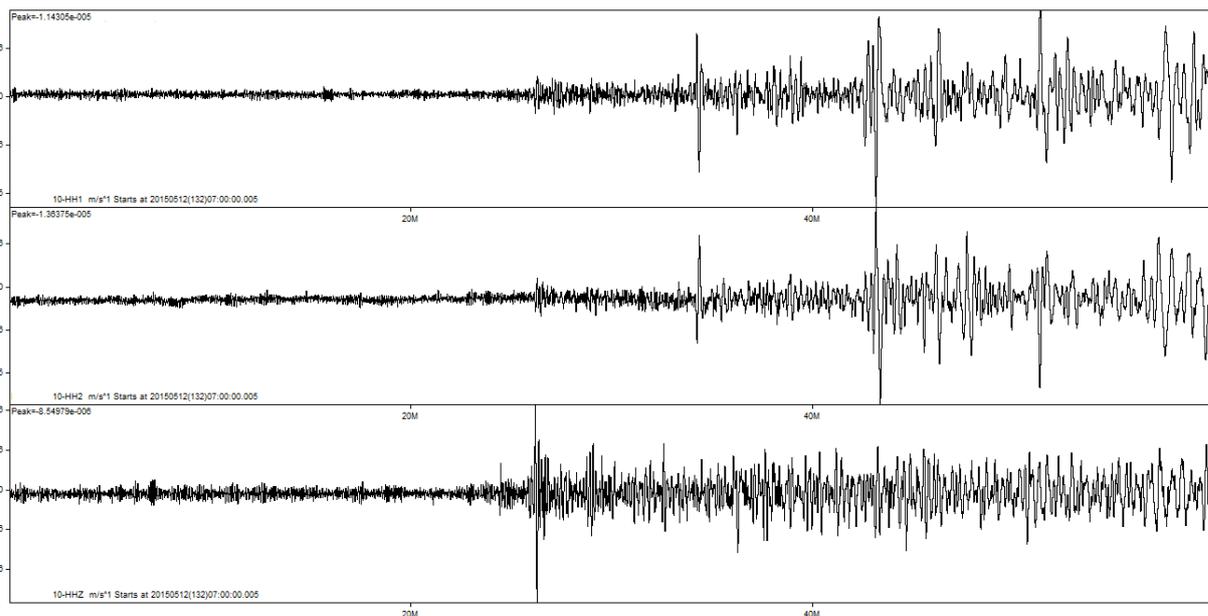


Figura 16: Registro do evento telessismo ocorrido no Nepal com magnitude 7,3_b, no dia 12.05.15 às 07:05:26 (UTC).

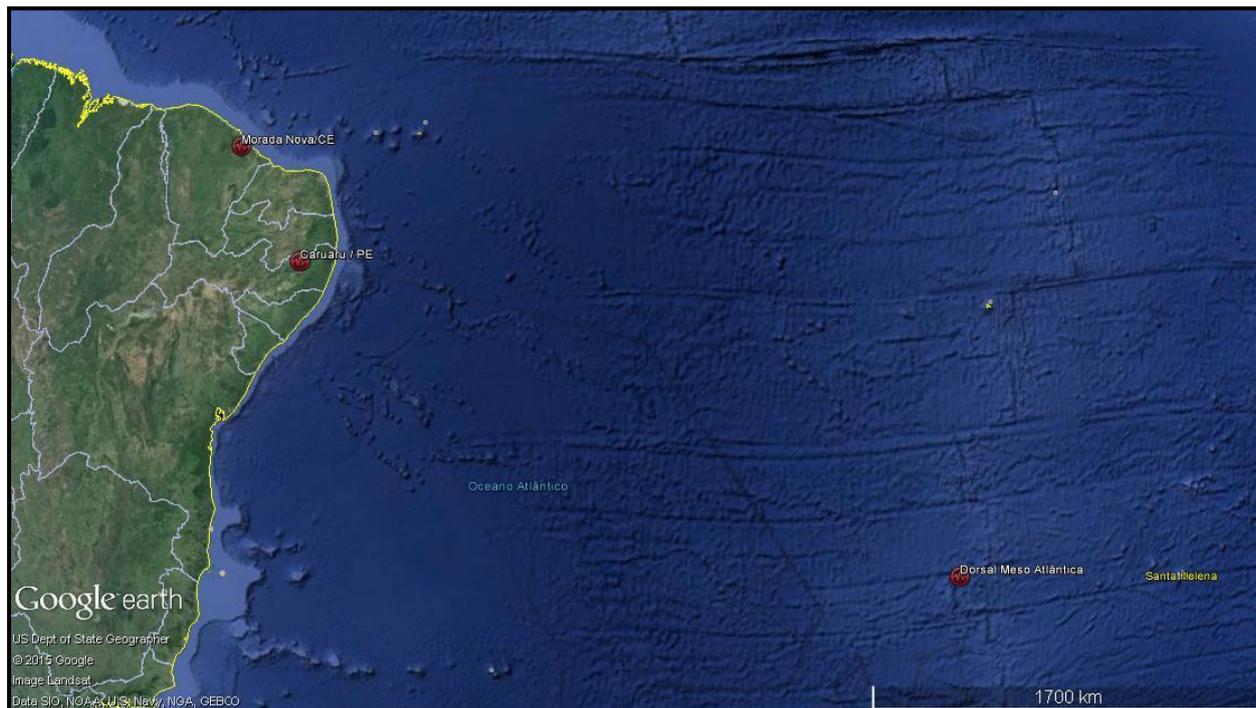


Figura 17: Sismo registrado na Dorsal Meso Atlântica com magnitude de $6,3m_b$ pela estação LGZ 01.

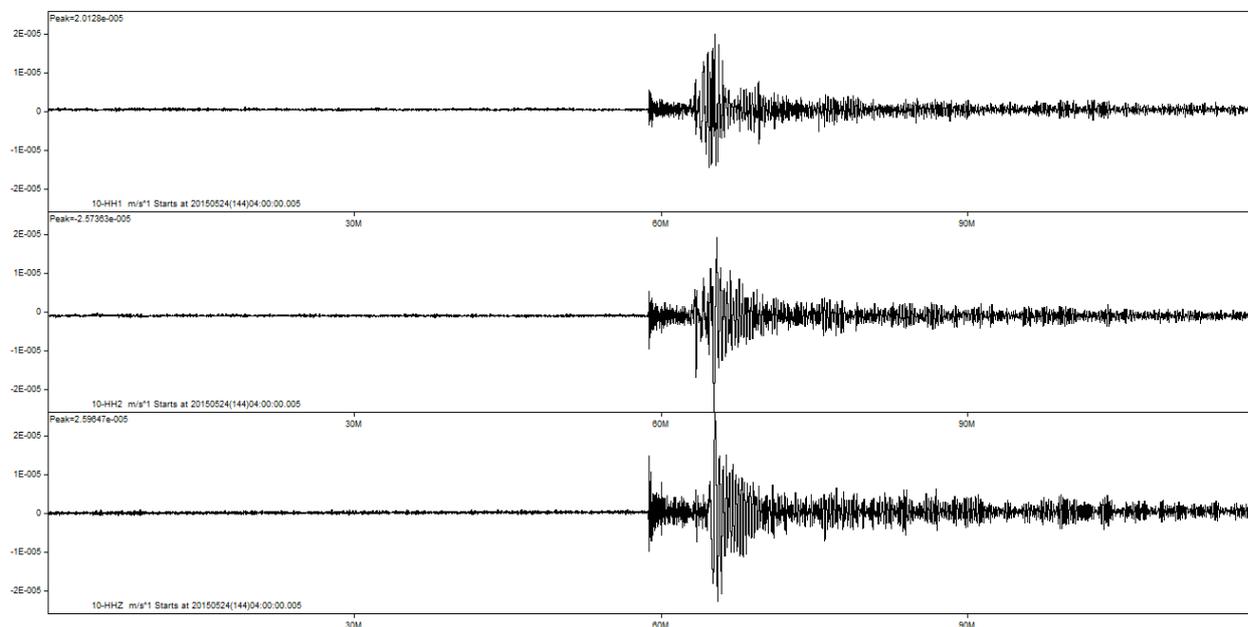


Figura 18: Registro do evento telessismo ocorrido na Dorsal Meso Atlântica com magnitude $6,3m_b$, no dia 24.05.15 às 04:59:17 (UTC).

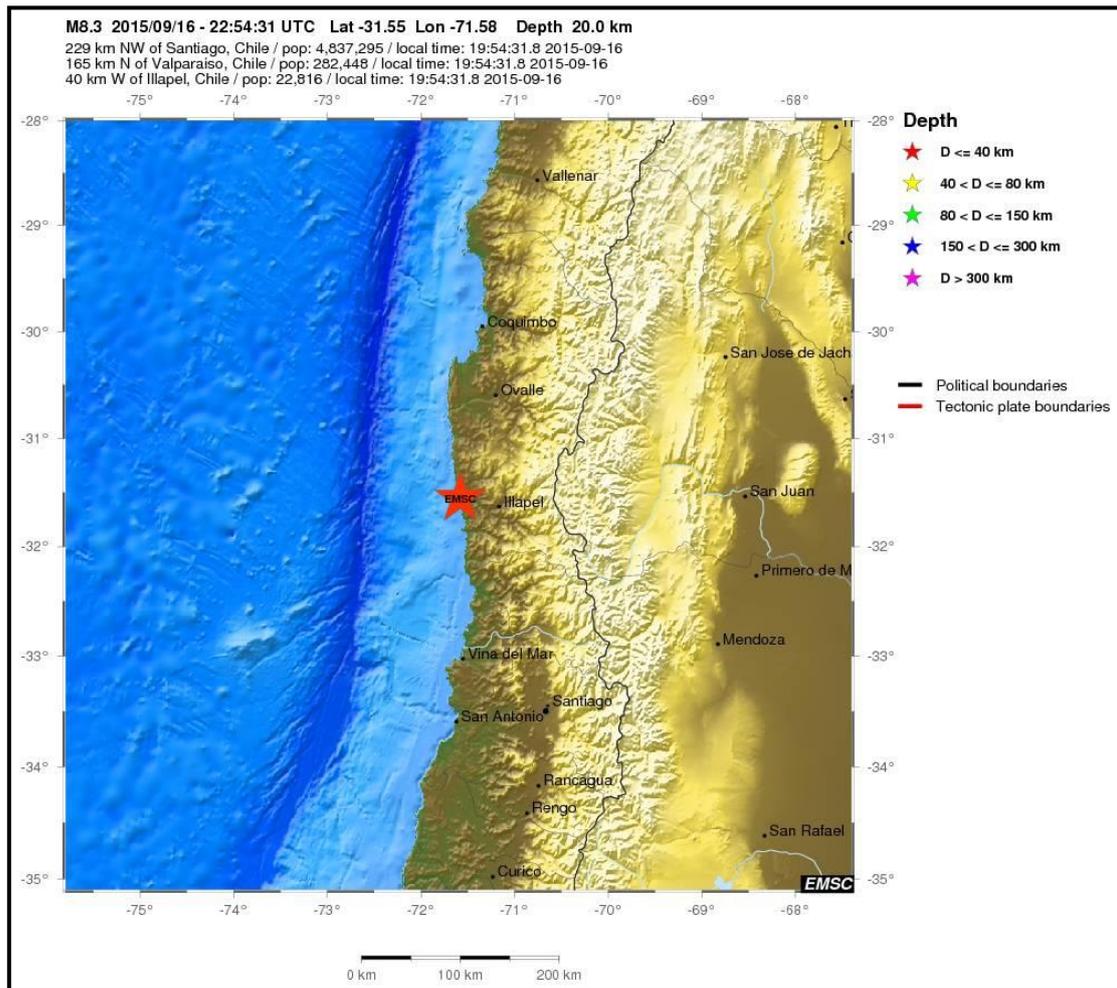


Figura 19: Sismo registrado no Chile com magnitude 8,3_b pela estação LGZ 02.

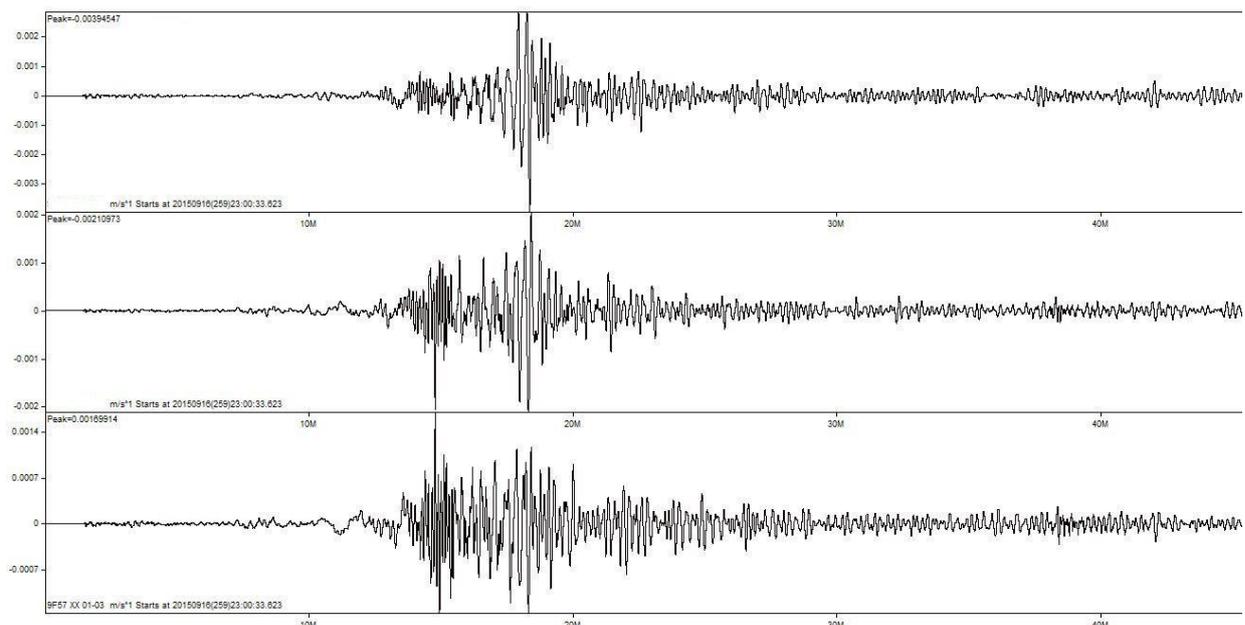


Figura 20: Registro do evento telessismo ocorrido no Chile com magnitude 8,3_b, no dia 16.09.15 às 23:01:30 (UTC).

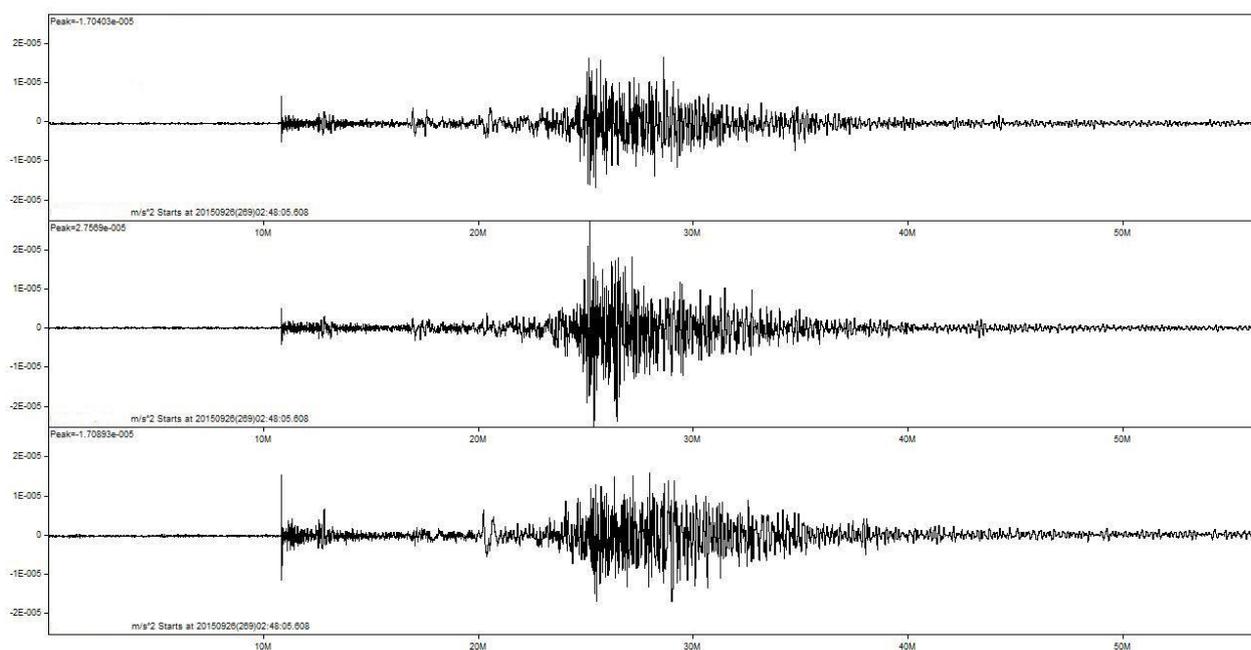


Figura 21: Registro do evento telessismo ocorrido no Chile com magnitude $6,8m_b$, no dia 26.09.15 às 02:51:16 (UTC).

As figuras 22 a 24 mostram a localização e os registros dos eventos naturais regionais ocorrido nos municípios de Beberibe e Quixeramobim, ambos localizados no estado do Ceará.



Figura 22: Mapa com a localização do epicentro dos eventos regionais naturais nos municípios de Beberibe/CE e Quixeramobim/CE, registrados pela estação LGZ 01 (Rede Sismográfica da CHESF).

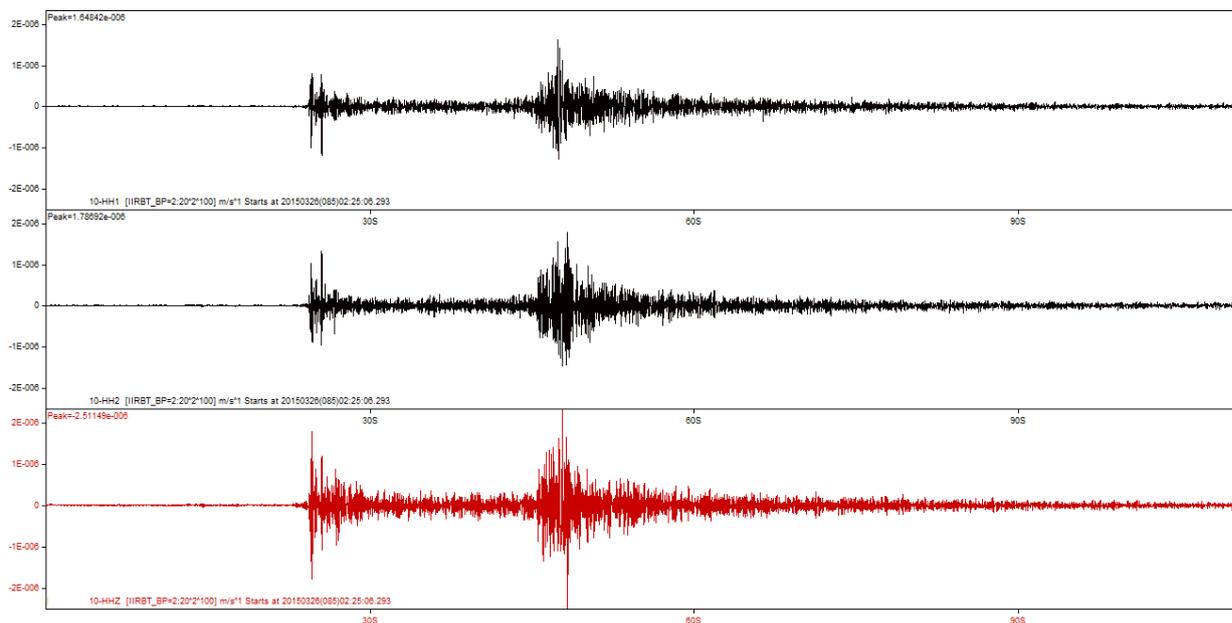


Figura 23: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Beberibe/CE, com magnitude $3,0m_b$, no dia 26.03.15 às 02:25:35 (UTC).

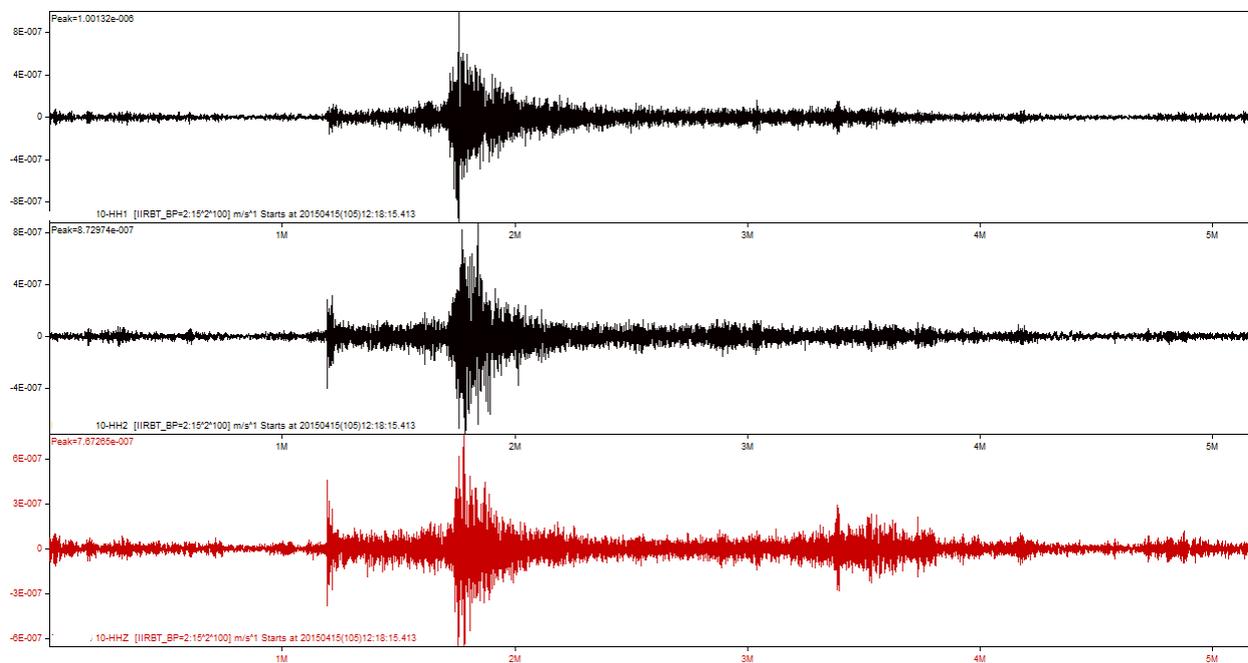


Figura 24: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Quixeramobim/CE, com magnitude $2,5m_b$, no dia 15.04.15 às 12:19:27 (UTC).

As figuras 25 a 28 mostram a localização e os registros dos eventos naturais regionais ocorridos nos municípios de Morada Nova/CE e Caruaru/PE.

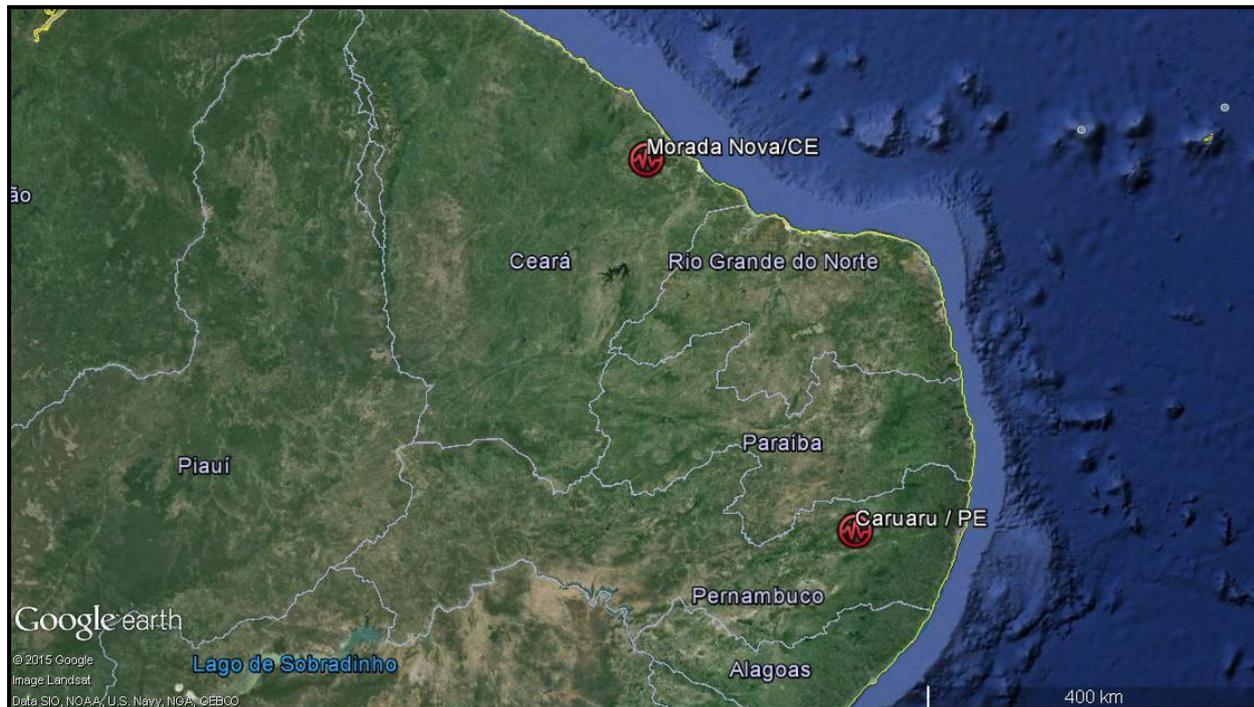


Figura 25: Mapa com a localização do epicentro dos eventos regionais naturais ocorridos nos municípios de Morada Nova/CE e Caruaru/PE, registrados pela estação LGZ 01 (Rede Sismográfica da CHESF).

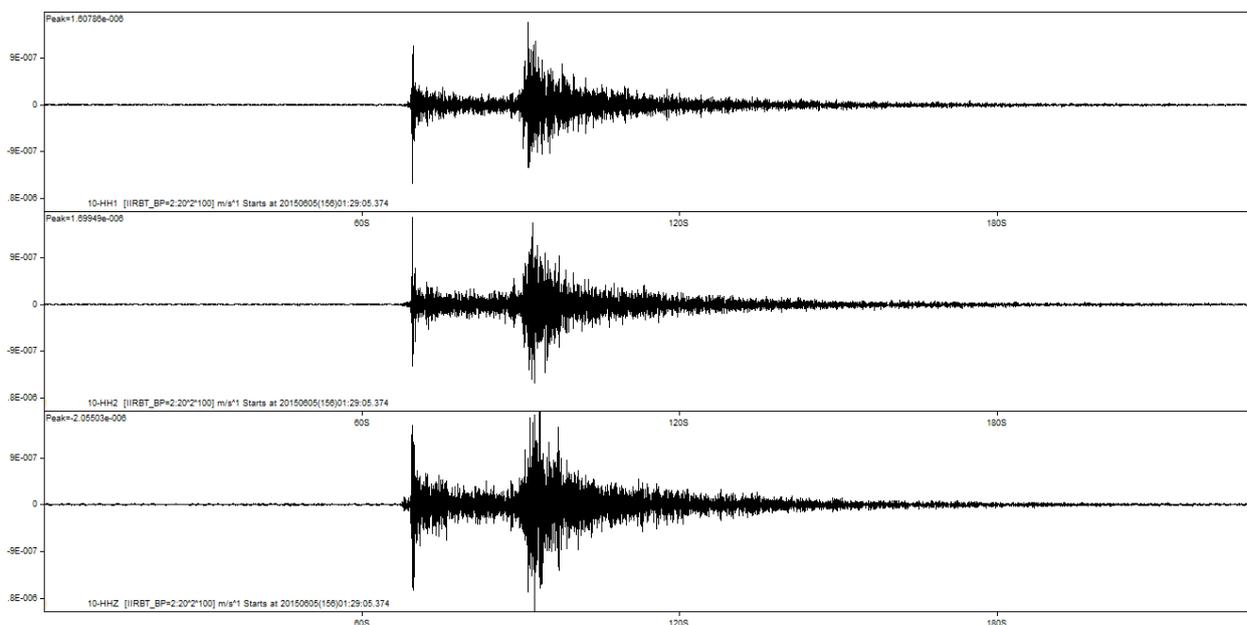


Figura 26: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Morada Nova/CE, com magnitude $2,9_m_b$, no dia 05.06.15 às 01:30:38 (UTC).

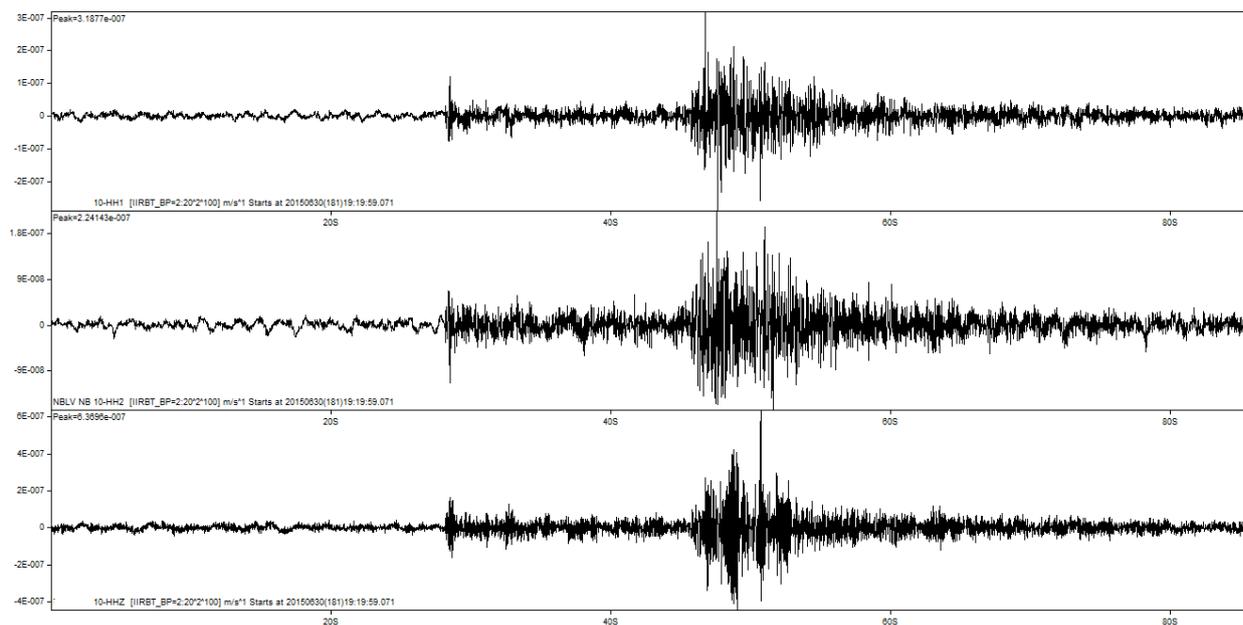


Figura 27: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude $2,0m_b$, no dia 30.06.15 às 19:20:58 (UTC).

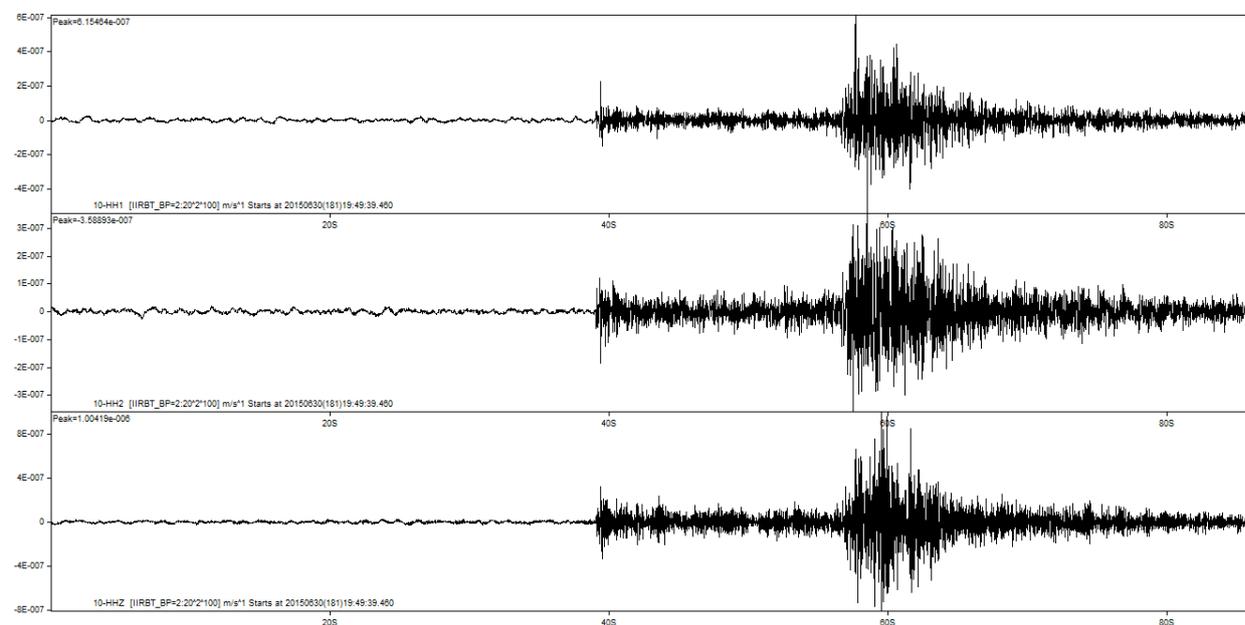


Figura 28: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude $2,2m_b$, no dia 30.06.15 às 19:50:27 (UTC).

As figuras 29 a 36 mostram a localização e os registros dos eventos naturais regionais ocorridos nos municípios de Granja/CE, Irauçaba/CE, João Câmara/RN e Caruaru/PE.

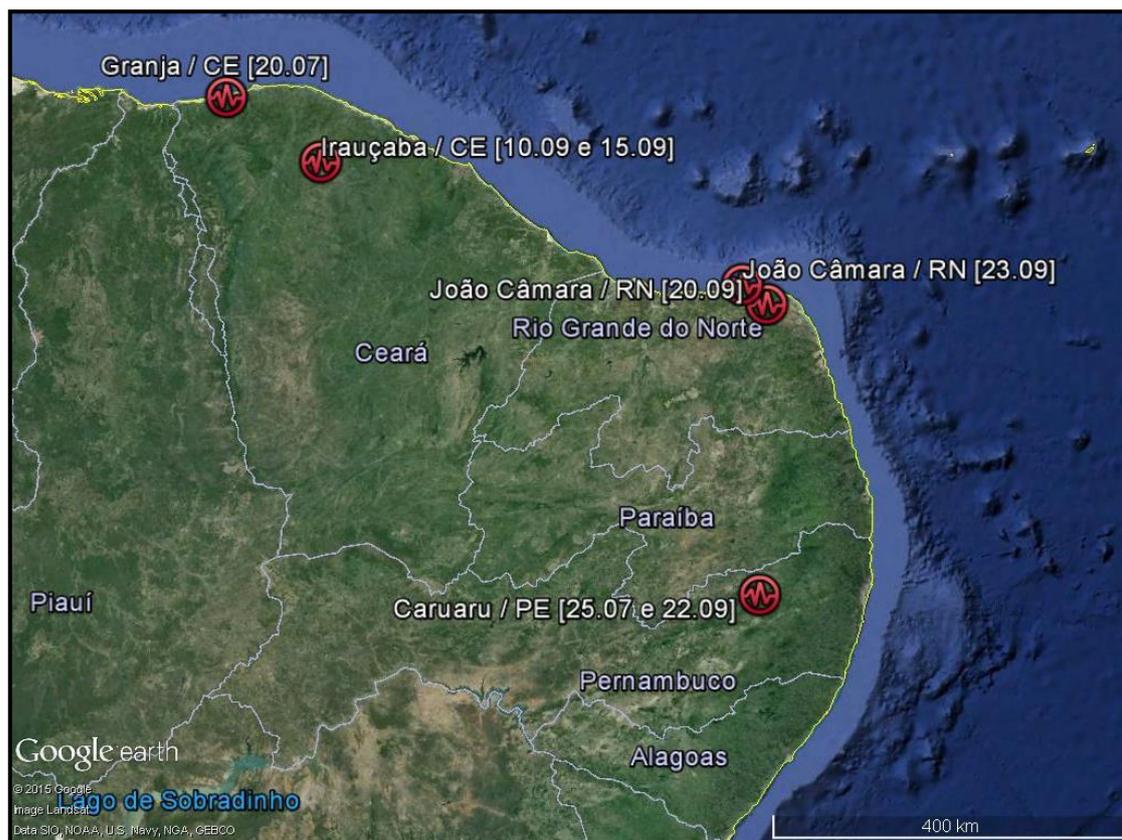


Figura 29: Mapa com a localização do epicentro dos eventos naturais regionais ocorridos nos municípios de Granja/CE, Irauçaba/CE, João Câmara/RN e Caruaru/PE, registrados pelas estações LGZ 01 e LGZ 02 (Rede Sismográfica da CHESF).

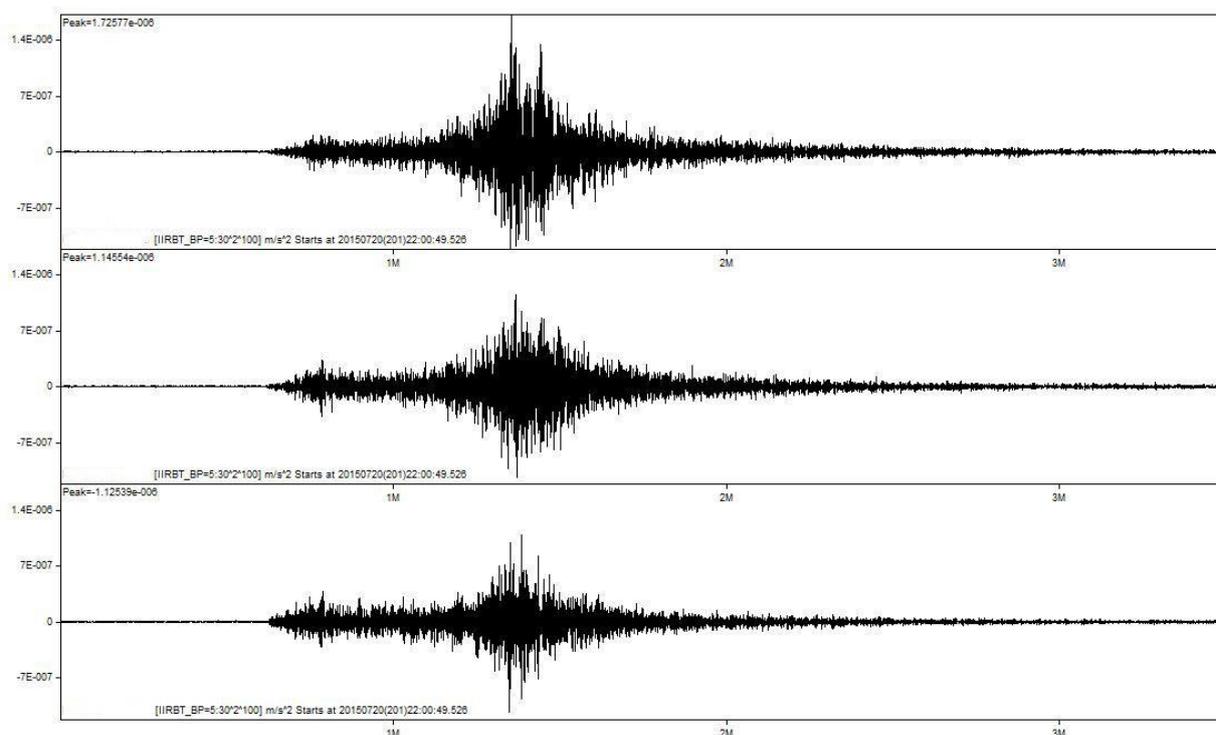


Figura 30: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Granja/CE, com magnitude $3,2m_b$, no dia 20.07.15 às 22:00:03 (UTC).

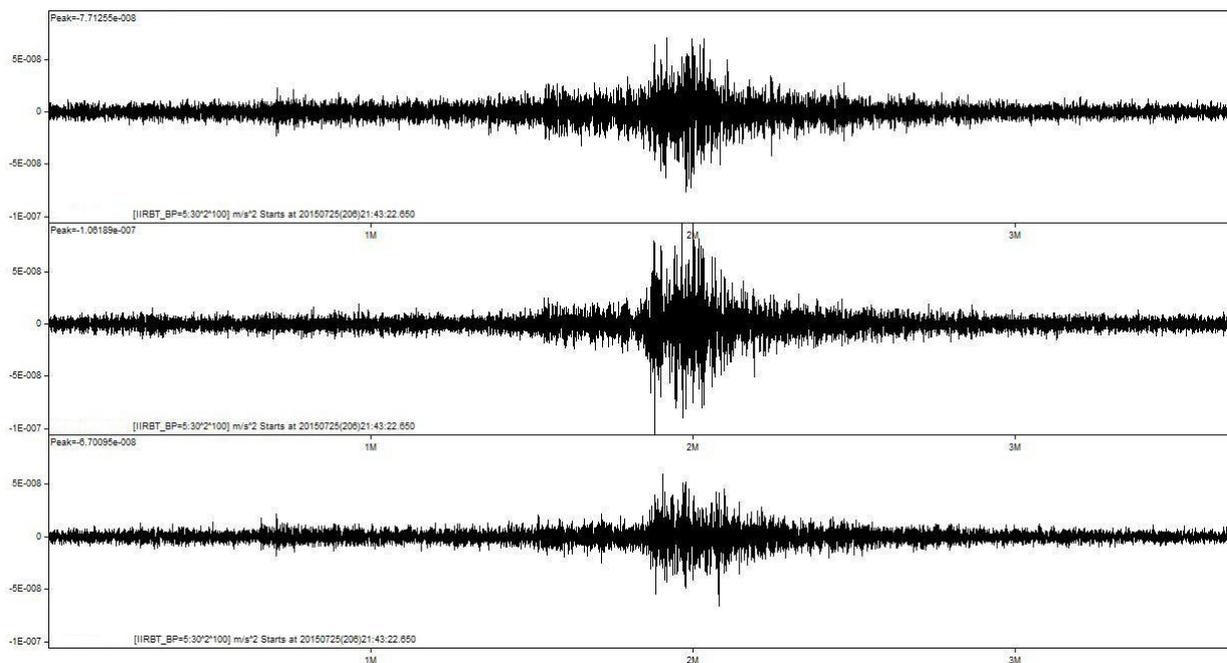


Figura 31: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 01 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude $2,5m_b$, no dia 25.07.15 às 21:42:20 (UTC).

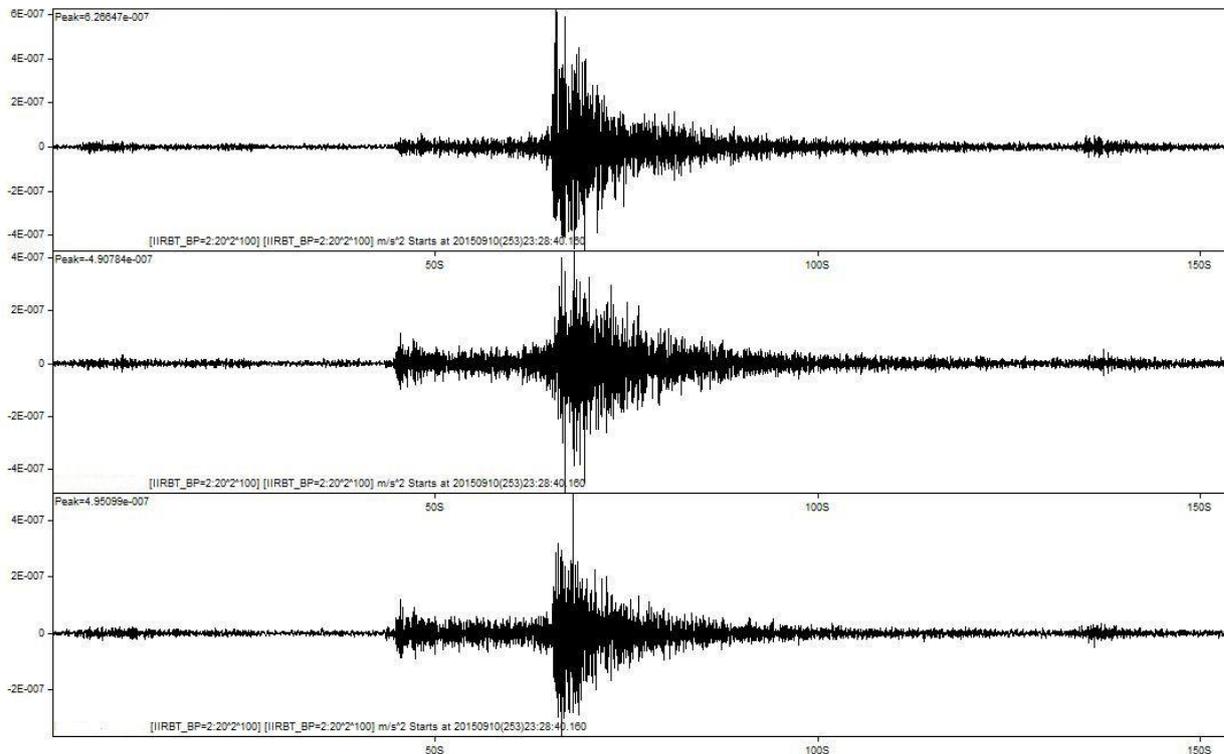


Figura 32: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 02 ocorrido em Irauçuba/CE, com magnitude $2,3m_b$, no dia 10.09.15 às 23:28:31 (UTC).

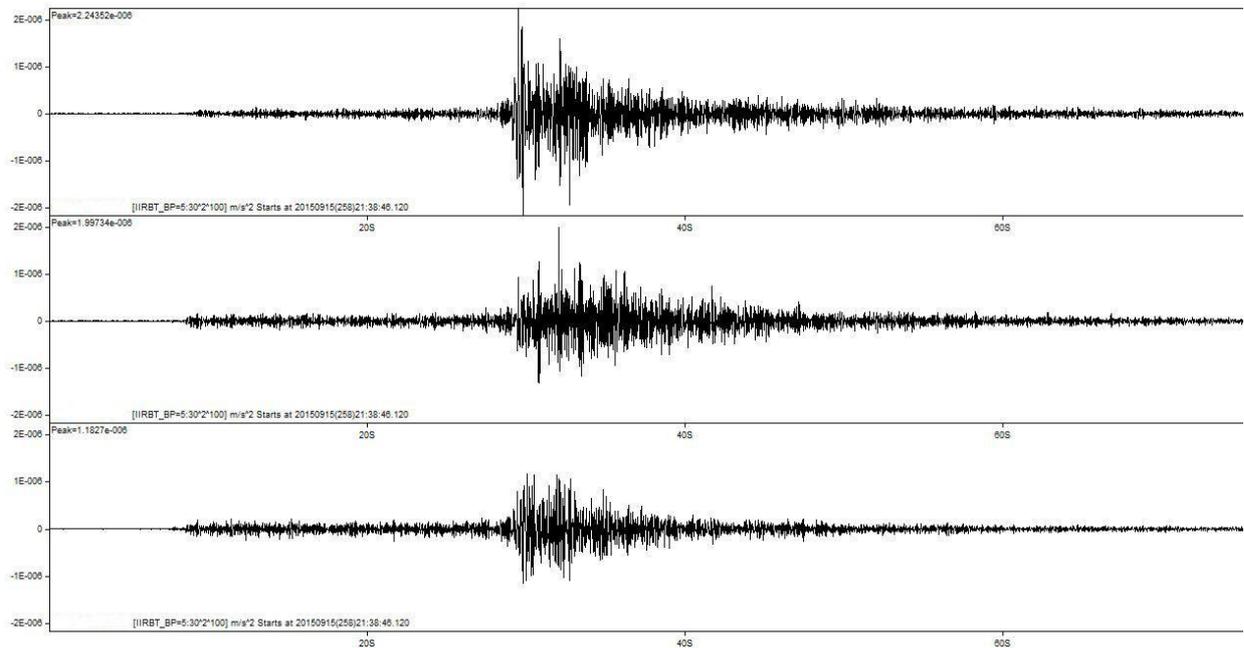


Figura 33: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 02 ocorrido em Irauçuba/CE, com magnitude $2,5m_b$, no dia 15.09.15 às 21:38:35 (UTC).

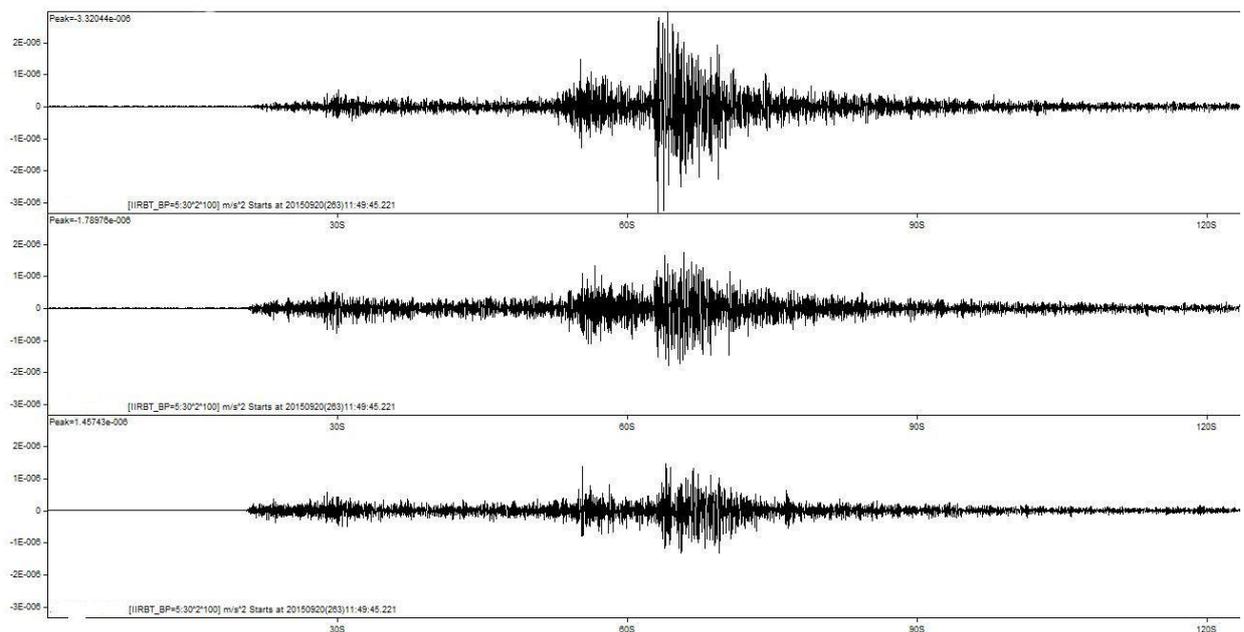


Figura 34: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 02 ocorrido em João Câmara/RN, com magnitude $3,8m_b$, no dia 20.09.15 às 11:49:02 (UTC).

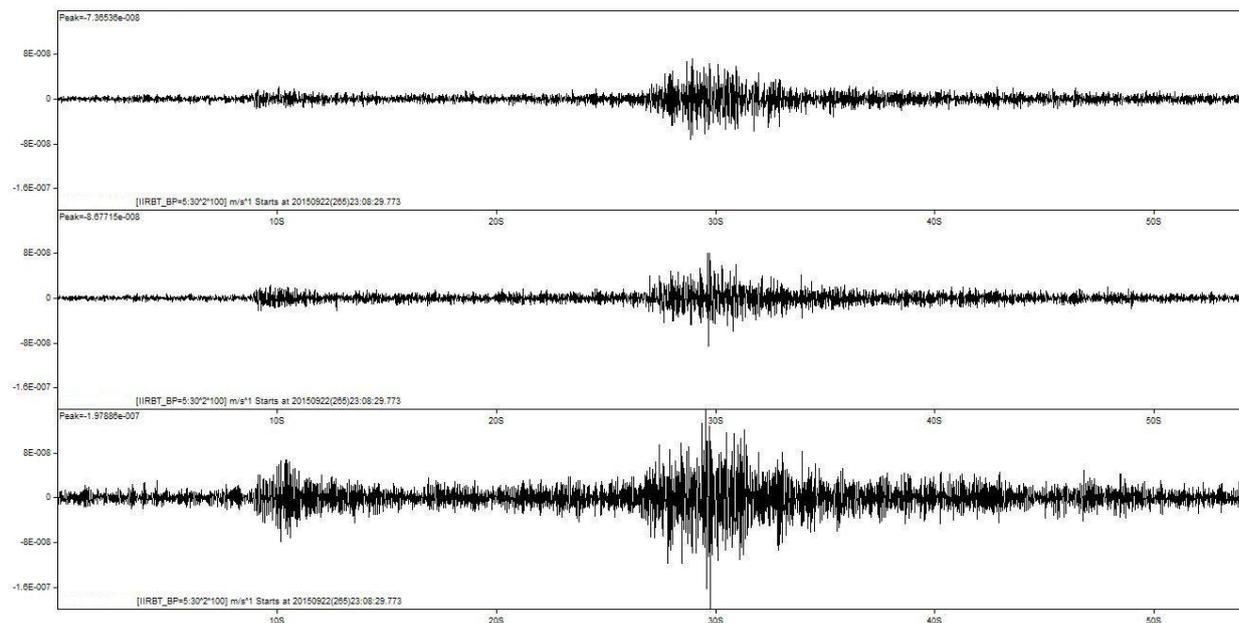


Figura 35: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 02 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude $2,6m_b$, no dia 22.09.15 às 23:08:25 (UTC).

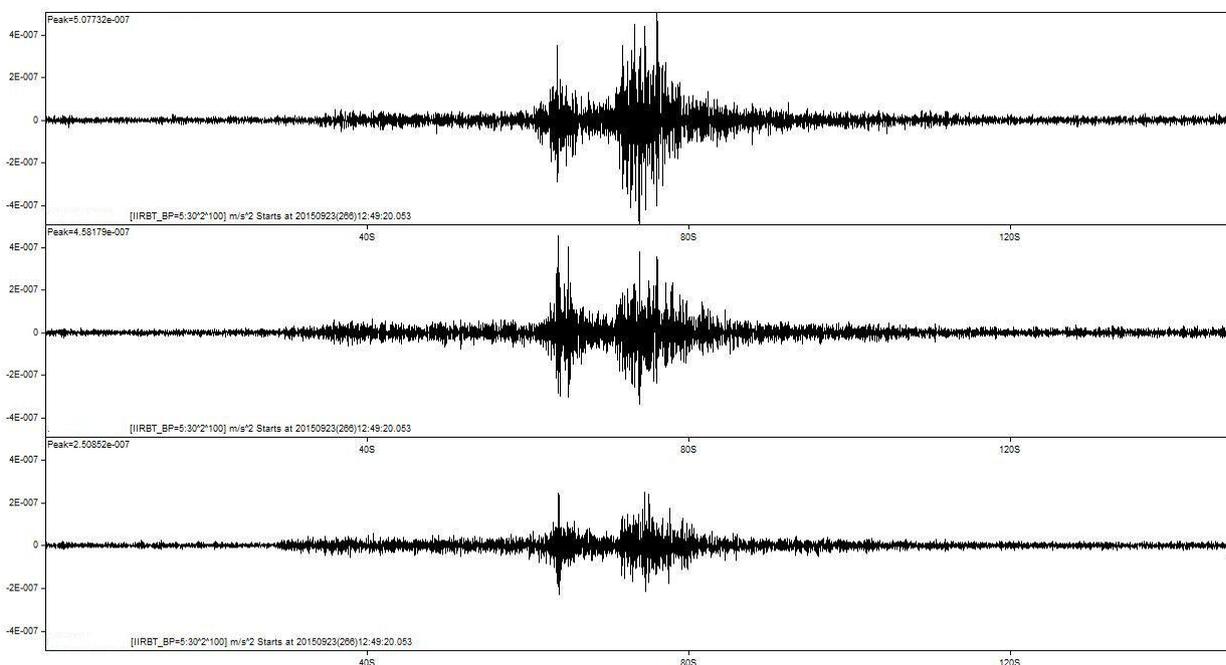


Figura 36: Registro de um evento natural regional na estação LGZ 02 ocorrido em João Câmara/RN, com magnitude $2,5m_b$, no dia 23.09.15 às 12:49:12 (UTC).

4.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 02)

A manutenção preventiva da estação sismográfica da UHE Luiz Gonzaga 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 está 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 sísmológicos.

4.3. PARÂMETROS ADOTADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO E MEDIÇÃO DOS REGISTROS SÍSMICOS REGISTRADOS PELAS ESTAÇÕES DA UHE LUIZ GONZAGA (LGZ 01 E LGZ 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 sísmico é 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 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 registro 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 está 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 sísmica induzida são observados alguns parâmetros importantes, que podemos citá-los 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, sendo 04 (quatro) eventos registrados pela estação LGZ 01 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 e de 6,3 m_b na Dorsal Meso Atlântica; e 02 (dois) eventos registrados pela estação LGZ 02 com magnitude de 8,3 m_b e outro de 6,8 m_b ambos ocorridos no Chile.

Portanto, este relatório 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 nas estações LGZ 01 e LGZ 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 próximos ao reservatório de Luiz Gonzaga.

Os eventos naturais regionais registrados nas estações LGZ 01 e LGZ 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 Luiz Gonzaga - Itaparica.

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 séria 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 Luiz Gonzaga (LGZ 01 e LGZ 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 Abril de 2016.


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

