

18º Boletim do Monitoramento Sismográfico dos Reservatórios Hidrelétricos da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) - Estação Sismográfica da UHE Xingó (XIN 01), registros obtidos no período de 16.07.15 a 26.09.15



Atende aos Termos do Contrato de Prestação de Serviço nº. CTNI - 92.2009.6220.00 entre a empresa G2 MEIO AMBIENTE e a CHESF

EUGÊNIO FRAZÃO
Diretor Executivo - G2 MEIO AMBIENTE

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. RESULTADOS DA ATIVIDADE SÍSMICA.....	03
2.1. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE SÍSMICA EM XINGÓ (XIN 01).....	03
2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA UHE XINGÓ (XIN 01).....	09
2.3. CONCLUSÕES.....	09
3. EQUIPE TÉCNICA.....	11
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
ANEXO.....	13

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sismológicos na área do reservatório da UHE Xingó 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 Luiz Gonzaga (Itaparica), Sobradinho e Castelo Branco (Boa Esperança).

No boletim nº. 18 informamos sobre as atividades sísmicas que estão sendo monitoradas na área do reservatório da UHE Xingó (XIN 01) durante o período de 16.07.15 a 26.09.15. Portanto, este boletim bimestral 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, nos dias 16 e 26 de setembro de 2015, com magnitudes de 8,3 m_b e 6,8 m_b , respectivamente. Neste boletim se apresentam os principais resultados da auscultação sismográfica que está sendo executada na área do reservatório da UHE Xingó, 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).

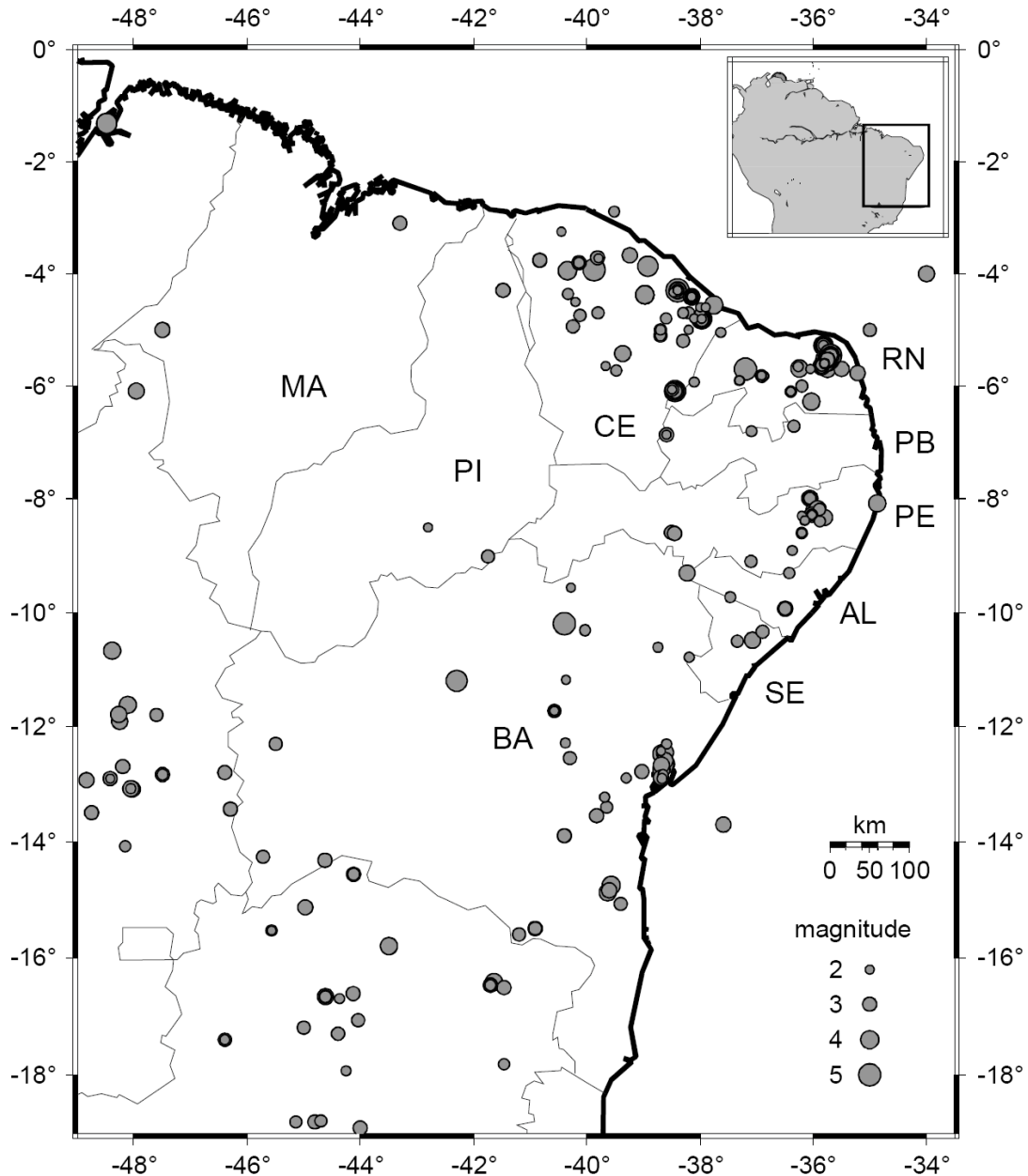


Figura 01: Mapa da sismicidade do Nordeste do Brasil (sismos desde 1808).

A importância deste projeto 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 de Xingó. Para entender melhor a correlação entre a sismicidade e a bacia serão feitos estudos da estrutura crustal da região.

2. 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 da UHE Xingó (XIN 01), 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.

2.1. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE SÍSMICA EM XINGÓ (XIN 01)

No período de 16 de julho a 26 de setembro de 2015, a rede Sismográfica da UHE Xingó (XIN 01) registrou 02 eventos de telessismo e 07 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 01: Eventos sismográficos registrados pela estação de Xingó (XIN 01).

ANO	MÊS	DIA	HORA (UTC)	MIN	SEG(P)	S-P	DIST (km)	AZM	MAG	OBS
2015	07	20	22	00	04			-3 6.56 S -40 47.75 W	3.2	Granja / CE
2015	07	25	21	42	22			-8 15,25 S -35 56.57 W	2.5	Caruaru / PE
2015	09	10	23	28	12			-3 49.15 S -39 54.58 W	2.3	Irauçuba / CE
2015	09	15	21	38	23			-3 49.15 S -39 54.58 W	2.5	Irauçuba / CE
2015	09	16	23	01	41			27.86 N 86.08 E	8.3	Chile Fonte: EMSC
2015	09	20	11	49	06			-5 27.42 -35 43.18 W	3.8	João Câmara / RN
2015	09	22	23	08	54			-8 15,25 S -35 56.57 W	2.6	Caruaru / PE
2015	09	23	12	49	21			-5 15,25 S -35 56.57 W	2.5	João Câmara / RN
2015	09	26	02	51	20			27.86 N 86.08 E	6.8	Chile Fonte: EMSC

As figuras 02 e 04 são referentes ao telessismos registrados pela estação sismográfica de Xingó (XIN 01) 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.

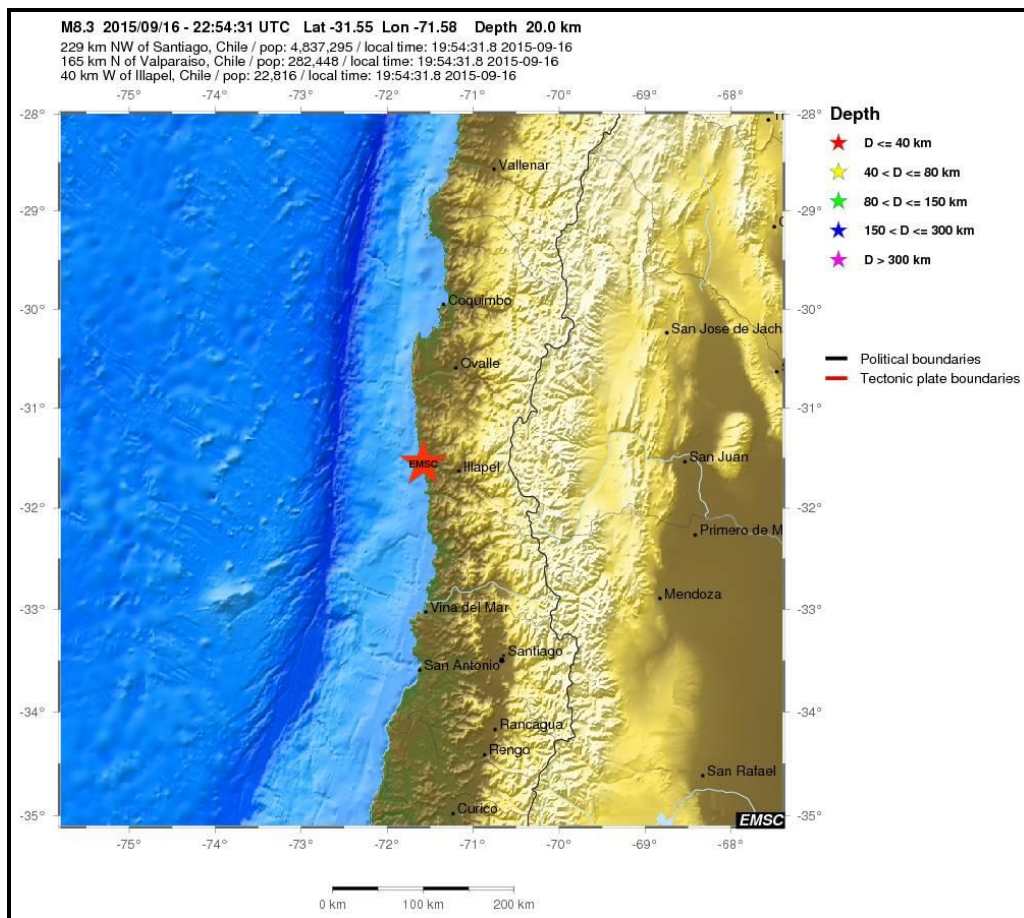


Figura 02: Sismo registrado no Chile com magnitude 8,3 m_b pela estação XIN 01.

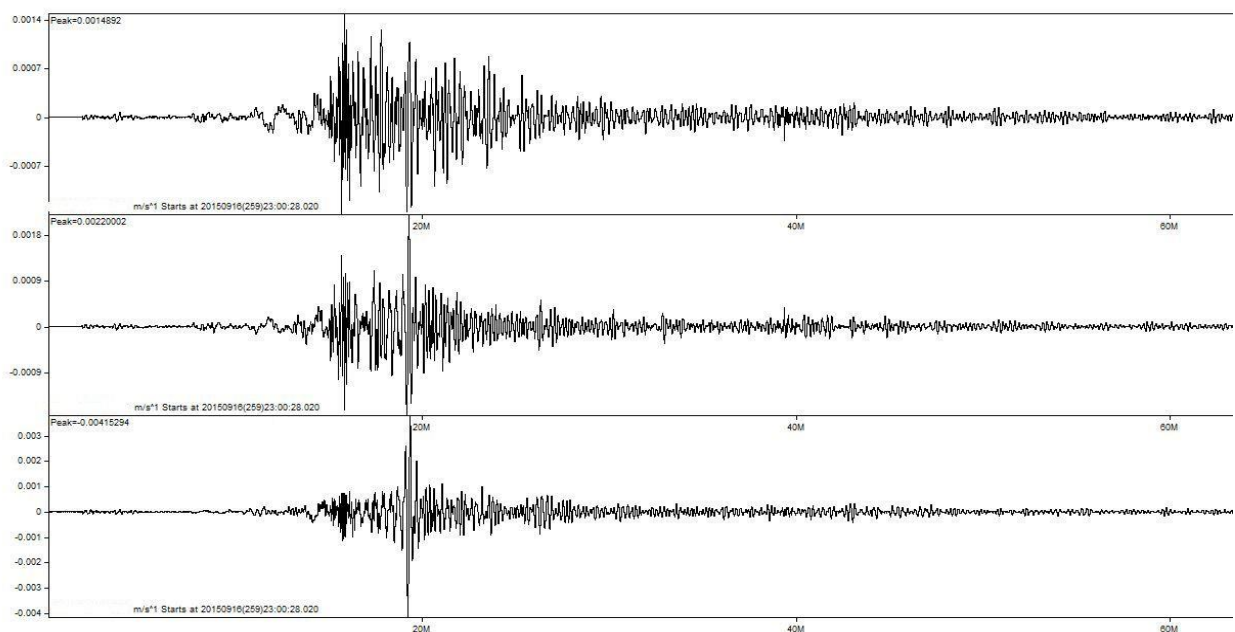


Figura 03: Registro do evento telessismo ocorrido no Chile com magnitude 8,3 m_b , no dia 16.09.15 às 23:01:41 (UTC).

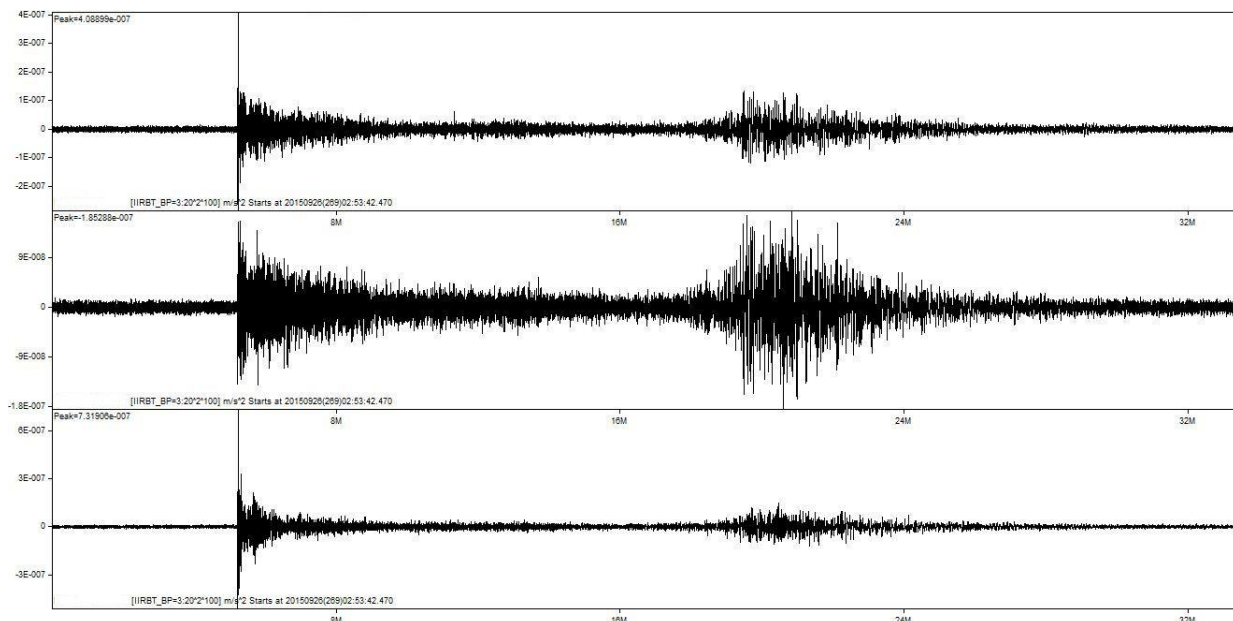


Figura 04: Registro do evento telessismo ocorrido no Chile com magnitude 6,8_m, no dia 26.09.15 às 02:51:20 (UTC).

As figuras 05 a 12 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 05: 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 XIN 01 (Rede Sismográfica da CHESF).

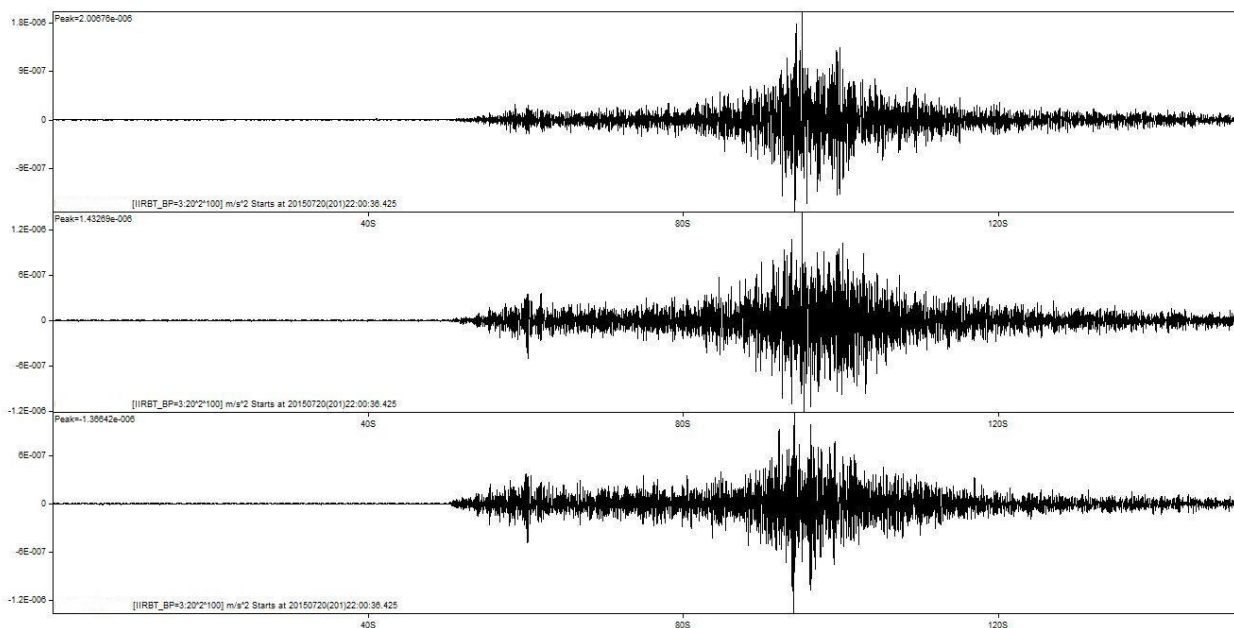


Figura 06: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em Granja/CE, com magnitude 3,2 m_b , no dia 20.07.15 às 22:00:04 (UTC).

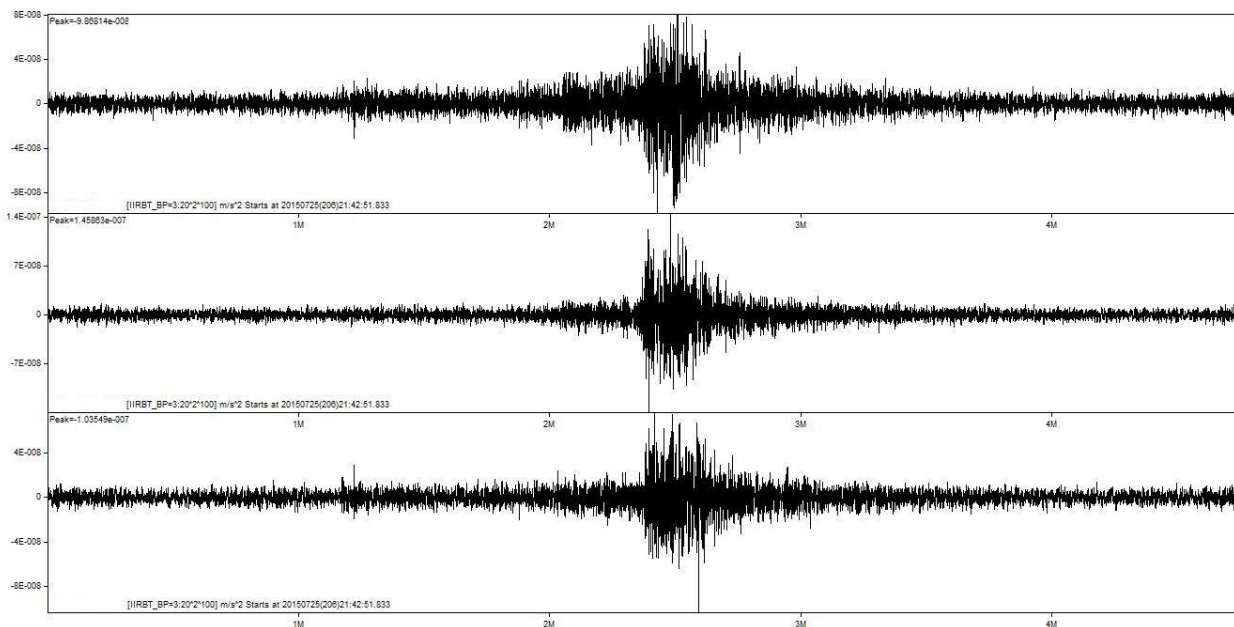


Figura 07: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude 2,5 m_b , no dia 25.07.15 às 21:42:22 (UTC).

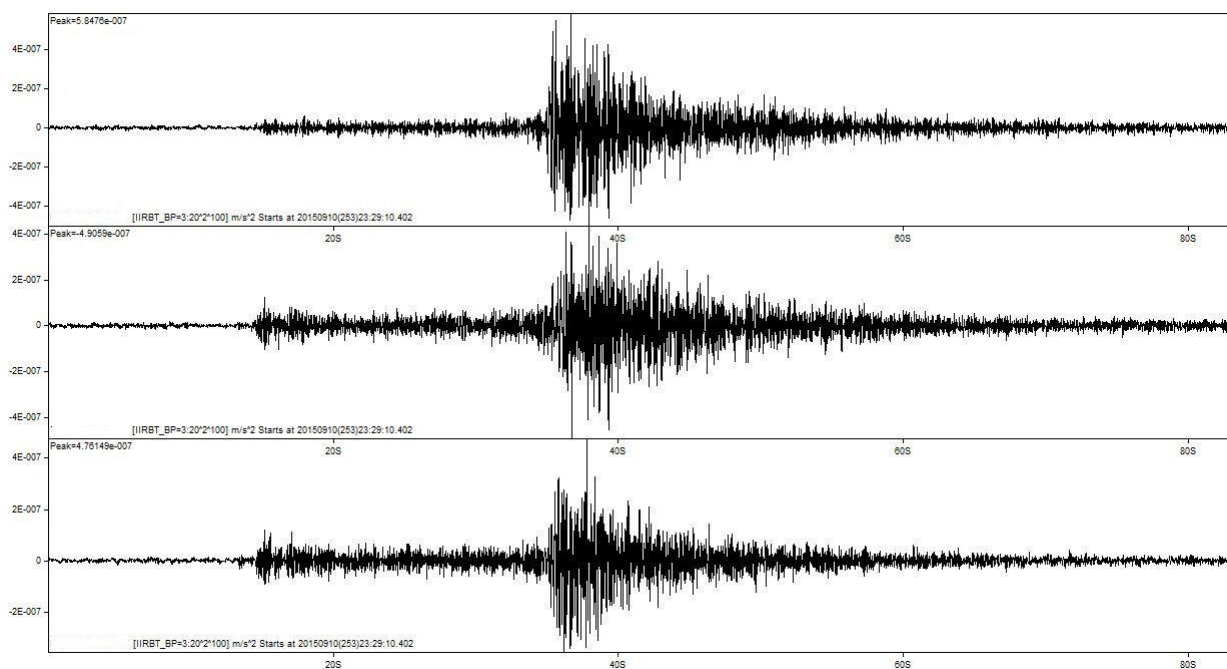


Figura 08: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em Irauçuba/CE, com magnitude 2,3 m_b , no dia 10.09.15 às 23:28:12 (UTC).

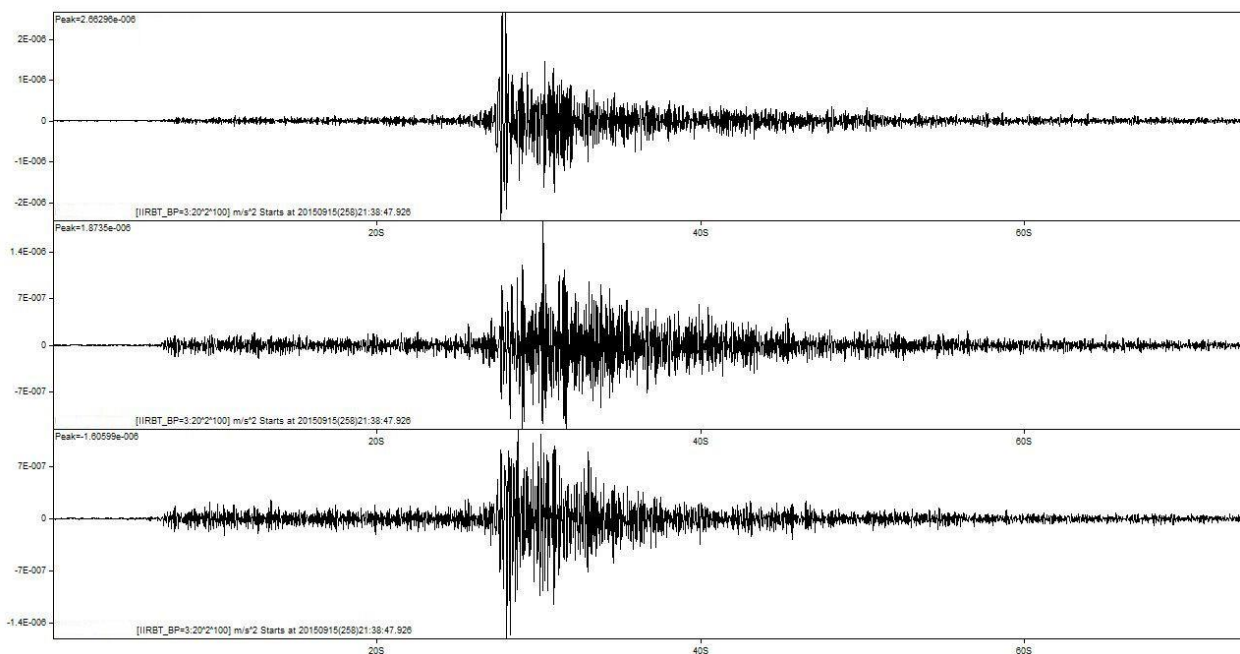


Figura 09: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em Irauçuba/CE, com magnitude 2,5 m_b , no dia 15.09.15 às 21:38:23 (UTC).

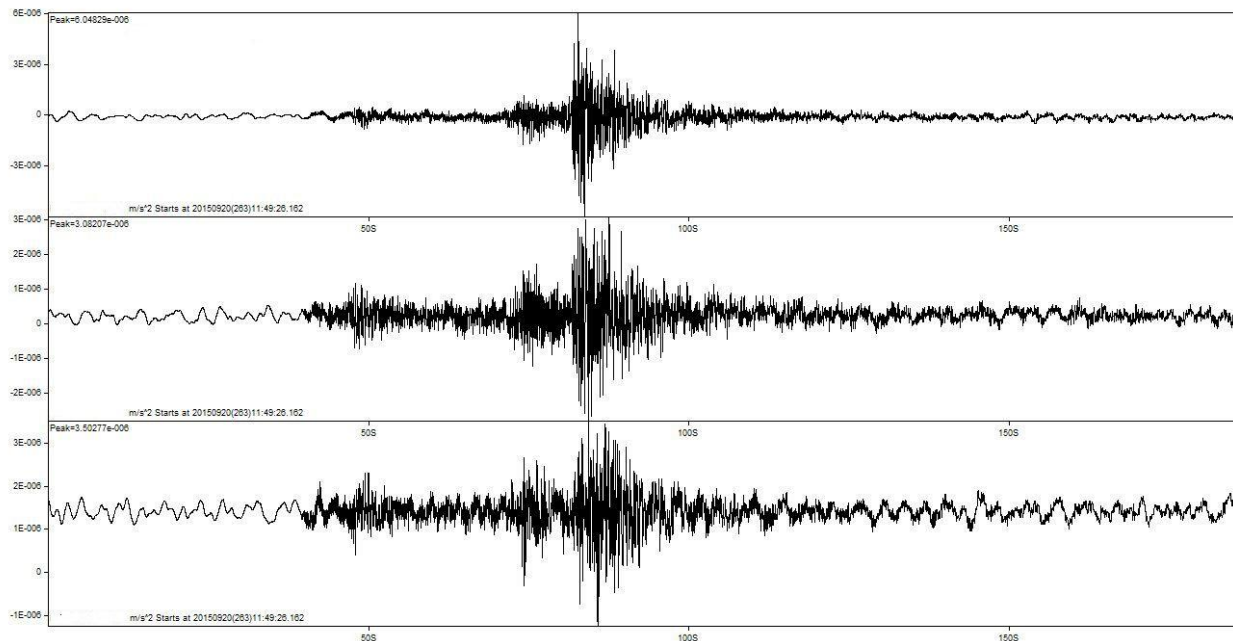


Figura 10: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em João Câmara/RN, com magnitude 3,8 m_b , no dia 20.09.15 às 11:49:06 (UTC).

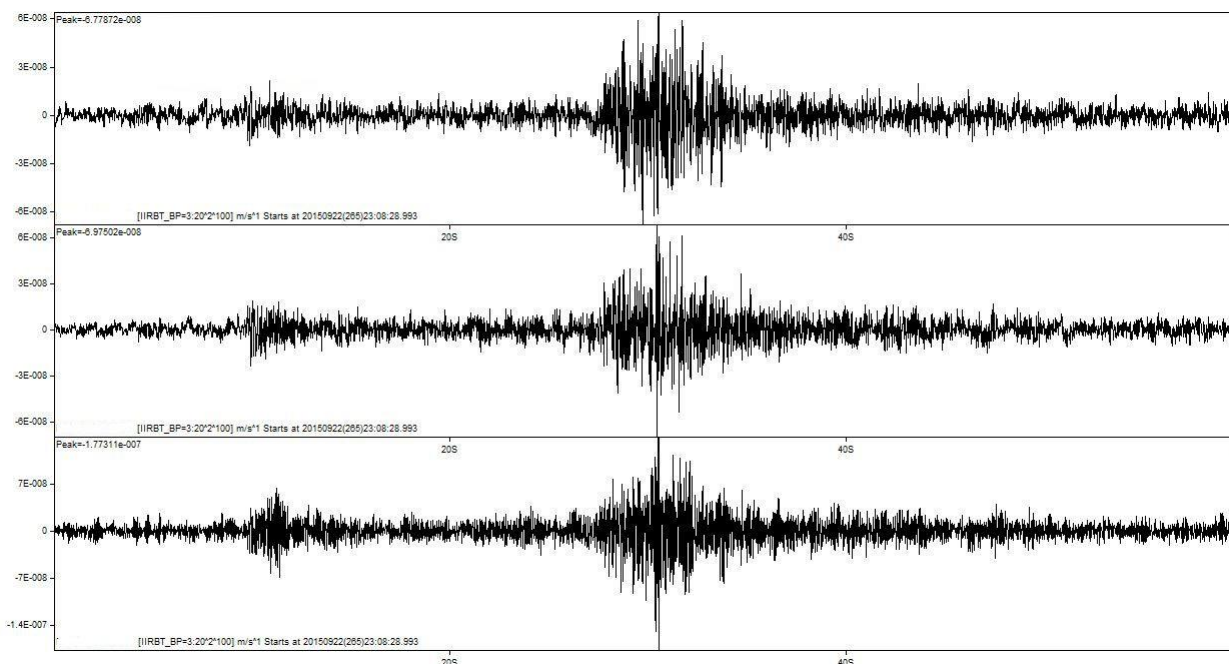


Figura 11: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em Caruaru/PE, com magnitude 2,6 m_b , no dia 22.09.15 às 23:08:54 (UTC).

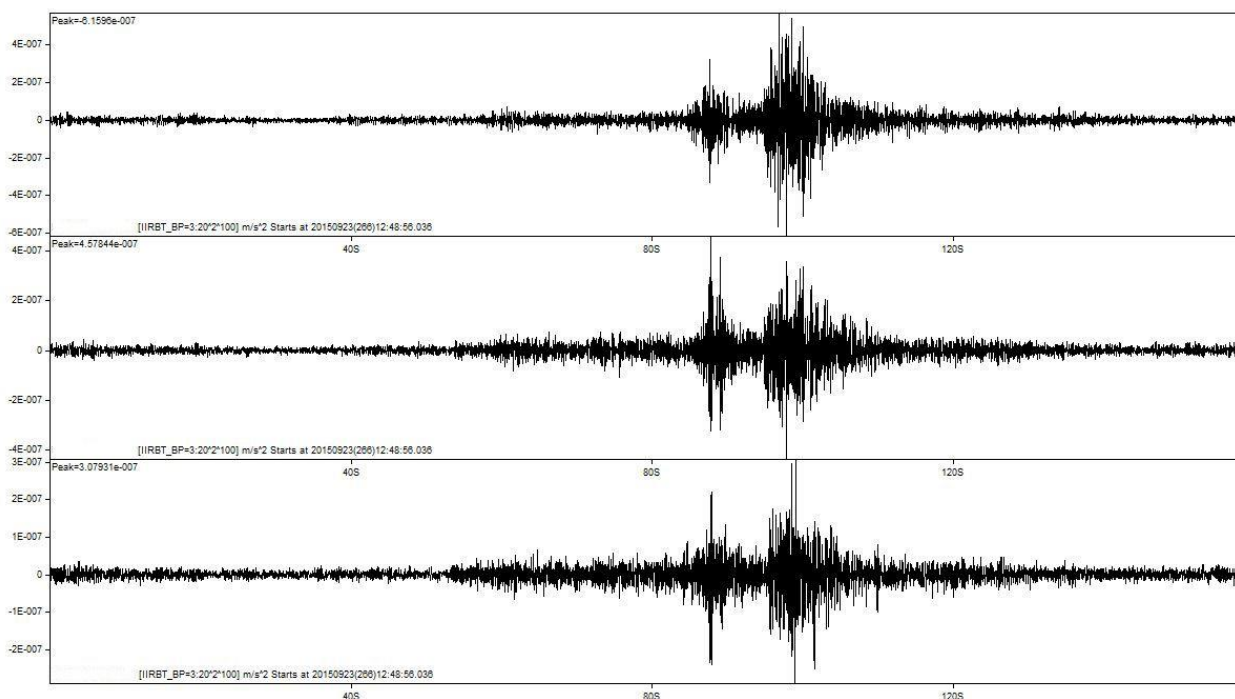


Figura 12: Registro de um evento natural regional na estação XIN 01 ocorrido em João Câmara/RN, com magnitude $2,5m_b$, no dia 23.09.15 às 12:49:21 (UTC).

2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DA UHE XINGÓ (XIN 01)

A manutenção preventiva da estação sismográfica da UHE Xingó (XIN 01) é realizada a cada 4 meses. Durante a vistoria é verificado se o painel solar de 80W esta 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.

2.3. CONCLUSÕES

No período de 16.07.15 a 26.09.15 foi registrado 02 (dois) eventos de telessismo com magnitudes de $8,3m_b$ e $6,8m_b$ no Chile, respectivamente.

Portanto, este boletim bimestral 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 XIN 01 ocorridos nos municípios de 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 Xingó.

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, Rio Grande do Norte e Pernambuco não causam riscos a UHE de Xingó.

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.

Na região do complexo arcabouço de tectônico localizado no sertão pernambucano (Caruaru), em João Câmara/RN e no sertão do Ceará, vem ocorrendo frequentemente a atividade de sismos naturais, provavelmente causados pela acomodação das camadas geológicas subjacentes no sistema de falhas nesta região do nordeste brasileiro.


Em anexo é apresentado 01 (um) DVD com os registros obtidos pelo sismógrafo da estação sismográfica da UHE Xingó (XIN 01) com os dados gravados em arquivos a cada 1h, no período de 16.07.15 a 26.09.15.

3. 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

4. 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

