



RELATÓRIO CANA BRAVA N° 29

AGOSTO-OUTUBRO/2009

CONTRATO FUB/TRACTEBEL

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Kate Tomé de Sousa
Prof. Mônica G. Von Huelsen

Chefe do Observatório Sismológico - UnB

Prof. George Sand L. A de França

Brasília-DF, 11 de novembro de 2009



Chefe do Observatório Sismológico

Prof. George S. L. Araújo de França, D.Sc.

Professores/Pesquisadores

Prof. Lucas Vieira Barros, M.Sc.

Prof^a. Mônica Von Huelsen, D.Sc.

Quadros Técnicos e Administrativos

Edivonete Alvis Nunis, B.Sc.

Maria Luzia de Freitas

Zilá das G. Oliveira Rodrigues, B.Sc.

Extra-Quadro (Colaboradores)

Daniel de Farias Caixeta

Daniel Linhares da Silva

Francimilton Salustiano da Silva

Kate Tomé de Sousa, Geóg. B.Sc.

Katyanne Oliveira Rodrigues

Lucas Paes Moreira, Eng. M. Sc.

Rosivania Linhares da Silva Alencar

Bolsista

Iago Guilherme Santos

Débora Rabelo Matos

Sumário

| | |
|--|----|
| 1.INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2.FUNIONAMENTO DAS ESTAÇÕES..... | 2 |
| 3.EVENTOS REGISTRADOS NO TRIMESTRE..... | 3 |
| 3.1.Eventos artificiais (explosões)..... | 3 |
| 3.1.1.Explosões efetuadas pela Mineradora SAMA..... | 3 |
| 3.1.2.Eventos artificiais locais | 6 |
| 3.1.3.Eventos artificiais regionais..... | 7 |
| 3.2.Eventos desencadeados pelo Reservatório de Cana Brava..... | 10 |
| 3.3.Eventos naturais locais..... | 10 |
| 3.4.Eventos naturais regionais..... | 10 |
| 3.5.Telessismos..... | 10 |
| 4.CONCLUSÃO..... | 11 |
| 5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 12 |
| ANEXO 1 – Relação de Telessismos..... | 13 |
| ANEXO 2 – Boletim sísmico | 16 |

1. INTRODUÇÃO

Este relatório descreve trabalhos realizados sob a responsabilidade técnica do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (SIS/UnB), relacionados à consultoria especializada na área de Sismologia e ao monitoramento sismológico da área de influência do respectivo Reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava/GO.

São apresentados os resultados da análise dos sismogramas gerados no trimestre agosto-outubro/2009, pela Rede Sismográfica local de Cana Brava (RSLCB), composta pela Estação CAN3, a qual registrou, no período: 2 (duas) explosões locais os quais não foram localizados, 19 (dezenove) explosões realizadas pela Mineradora SAMA, 10 (dez) prováveis eventos regionais artificiais. Não foram detectados eventos naturais nem telessismos. Nenhum evento sísmico que pudesse ser associado ao Reservatório de Cana Brava foi detectado no período.

Durante o trimestre ocorreram 3 (três) eventos importantes cujos boletins sísmicos são apresentados no Anexo 2.

Na análise dos dados produzidos pelas estações do RSLCB foi utilizado o programa SAC (Tapley & Tull, 1991).

2. FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES

Durante o trimestre a Estação CAN3 apresentou desempenho operacional não satisfatório, funcionando apenas no período de 01 a 11 de Agosto de 2009. Este problema foi detectado pelo operador local da estação que logo entrou em contato com os técnicos responsáveis no Observatório Sismológico. Foi diagnosticado instabilidade na bateria e sugerida a sua troca, entretanto a bateria foi recarregada e o equipamento encontra-se desconfigurado o que dificultou a manutenção feita pelos operadores da estação.

Uma viagem está sendo programada para novembro de 2009, a fim de realizada a manutenção e reconfiguração do sistema da estação, viabilizando assim o mais rápido possível e o pleno restabelecimento do monitoramento desse reservatório.

TABELA 1 – Desempenho operacional diário da Estação Sismográfica CAN3 no trimestre agosto outubro/2009.

| Estação | Agosto | | | | | | | | | | Setembro | | | | | | | | | | Outubro | | | | | | | | | | |
|---------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| CAN3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | 11 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | |

Legenda:

(x) A estação não funcionou.

3. EVENTOS REGISTRADOS NO TRIMESTRE

3.1. Eventos artificiais (explosões)

Durante o trimestre a Estação CAN3 registrou 31 (trinta e um) eventos artificiais, sendo 19 (dezenove) explosões realizadas pela Mineradora SAMA, localizada no município de Minaçu/GO (Figura 1). Também foram detectados outros 2 (dois) eventos artificiais locais e 10 (dez) explosões regionais não localizadas.

3.1.1. Explosões efetuadas pela Mineradora SAMA

Os 19 (dezenove) eventos artificiais (explosões) detectados pela Estação CAN3, no período agosto-outubro/2009, estão listados na Tabela 2. O mapa da Figura 1 apresenta a localização da Mineradora SAMA e da Estação CAN3 e da faixa epicentral (distâncias entre 48 e 51 km) dos eventos da Tabela 2.

TABELA 2 – Explosões locais registradas pela Estação CAN3 no trimestre agosto-outubro/2009.

| Nº | Data DD/MM/AA | Estação | Hora do Registro | | Distância (km) | Magnitude (m _D) |
|----|------------------|---------|----------------------------|---------|-------------------|--------------------------------|
| | | | Fase P (UTC) HH:MM:SS,S | S-P (s) | | |
| 1 | 01/08/09 | CAN3 | 13:05:44,7 | 6,1 | 50 | 1,6 |
| 2 | 03/08/09 | CAN3 | 20:43:51,1 | 6,0 | 49 | 1,6 |
| 3 | 03/08/09 | CAN3 | 20:06:03,4 | 6,0 | 49 | 1,6 |
| 4 | 03/08/09 | CAN3 | 20:16:42,0 | 6,0 | 49 | 1,6 |
| 5 | 04/08/09 | CAN3 | 16:23:43,0 | 5,8 | 48 | 1,6 |
| 6 | 04/08/09 | CAN3 | 16:37:38,9 | 6,1 | 50 | 1,7 |
| 7 | 05/08/09 | CAN3 | 17:32:24,6 | 6,0 | 49 | 1,6 |
| 8 | 05/08/09 | CAN3 | 17:41:32,3 | 5,9 | 48 | 1,6 |
| 9 | 06/08/09 | CAN3 | 17:24:11,2 | 6,0 | 49 | 1,7 |
| 10 | 06/08/09 | CAN3 | 17:35:09,4 | 6,1 | 50 | 1,7 |
| 11 | 06/08/09 | CAN3 | 17:44:57,8 | 6,0 | 49 | 1,7 |
| 12 | 07/08/09 | CAN3 | 15:15:11,7 | 5,9 | 49 | 1,8 |
| 13 | 07/08/09 | CAN3 | 15:16:00,8 | 5,8 | 48 | 1,9 |
| 14 | 08/08/09 | CAN3 | 14:29:54,6 | 6,2 | 51 | 2,2 |
| 15 | 08/08/09 | CAN3 | 14:31:42,4 | 5,8 | 48 | 2,0 |
| 16 | 10/08/09 | CAN3 | 12:22:04,7 | 6,1 | 50 | 2,0 |
| 17 | 10/08/09 | CAN3 | 17:23:09,7 | 5,9 | 48 | 2,0 |
| 18 | 10/08/09 | CAN3 | 17:33:19,4 | 5,8 | 48 | 2,0 |
| 19 | 11/08/09 | CAN3 | 14:02:26,9 | 6,1 | 50 | 1,9 |

Os eventos listados na Tabela 2, na sua maioria, tiveram sua natureza confirmada a partir do controle de explosões enviado pela Mineradora SAMA ao Observatório Sismológico. Outros, porém, foram inferidos, com base nas semelhanças de suas formas de onda, horários de ocorrência e distâncias epicentrais com as das explosões provenientes da Mineradora SAMA.

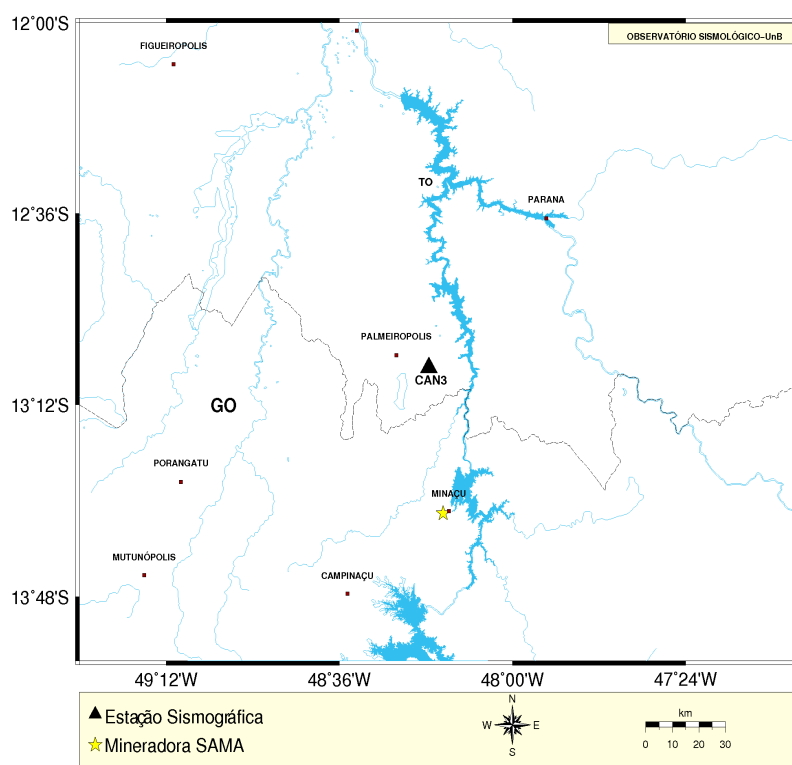


FIGURA 1 – Mapa com a localização da Mineradora SAMA e da Estação CAN3.

As figuras 2 e 3 apresentam os registros da forma de onda, na Estação CAN3, de duas explosões realizadas pela Mineradora SAMA.

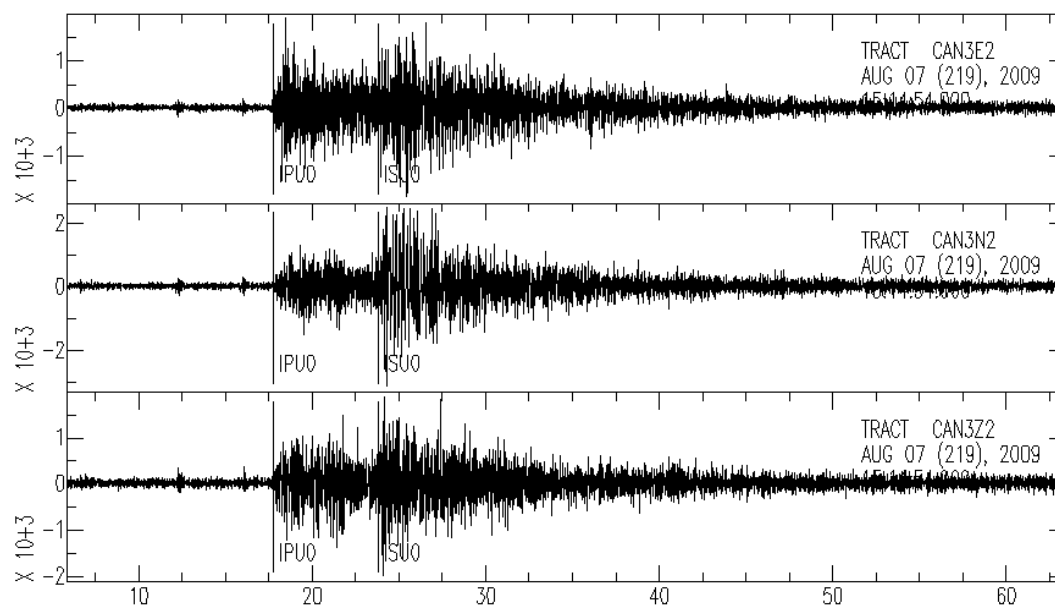


FIGURA 2 – Registro, na Estação CAN3, da explosão detectada no dia 07/08/2009, às 15:15:11,7 (UTC), realizada na Mineradora SAMA, Minaçu/GO (evento N° 12, Tabela 2).

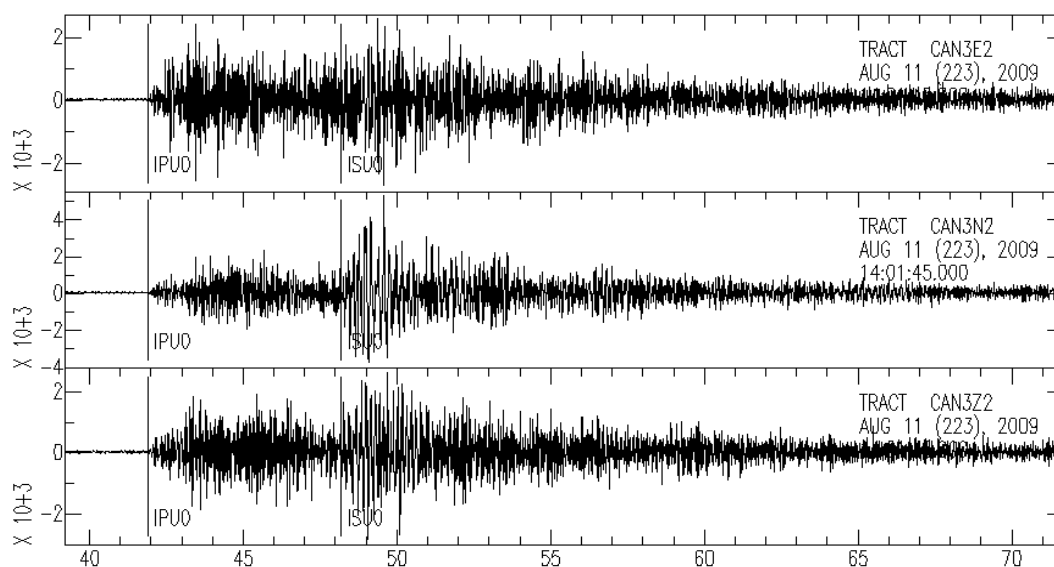


FIGURA 3 – Registro, na Estação CAN3, da explosão detectada no dia 11/08/2009, às 14:02:26,9 (UTC), realizada na Mineradora SAMA, Minaçu/GO (evento N° 19 Tabela 2).

3.1.2. Eventos artificiais locais

Durante o trimestre a Estação CAN3 registrou outros 2 (dois) eventos artificiais locais, além daqueles efetuados pela Mineradora SAMA. A Tabela 3 mostra os parâmetros sísmicos desses eventos, os quais não foram localizados, cujas distâncias epicentrais variam de 90 a 89 km e magnitudes entre 2,0 e 2,1 m_D .

TABELA 3 – Parâmetros sísmicos de eventos artificiais locais detectados pela Estação CAN3 no trimestre agosto-outubro/2009.

| Nº | Data DD/MM/AA | Estação | Hora do Registro Fase P (UTC) HH:MM:SS,S | S-P (s) | Distância (km) | Magnitude (m_D) |
|----|------------------|---------|--|---------|-------------------|------------------------|
| 1 | 01/08/09 | CAN3 | 16:01:21,3 | 11,0 | 90 | 2,1 |
| 2 | 09/08/09 | CAN3 | 15:50:55,3 | 10,9 | 89 | 2,0 |

A Figura 4 apresenta o registro, na Estação CAN3, da forma de onda de evento artificial local detectado no trimestre (evento N° 1, Tabela 3).

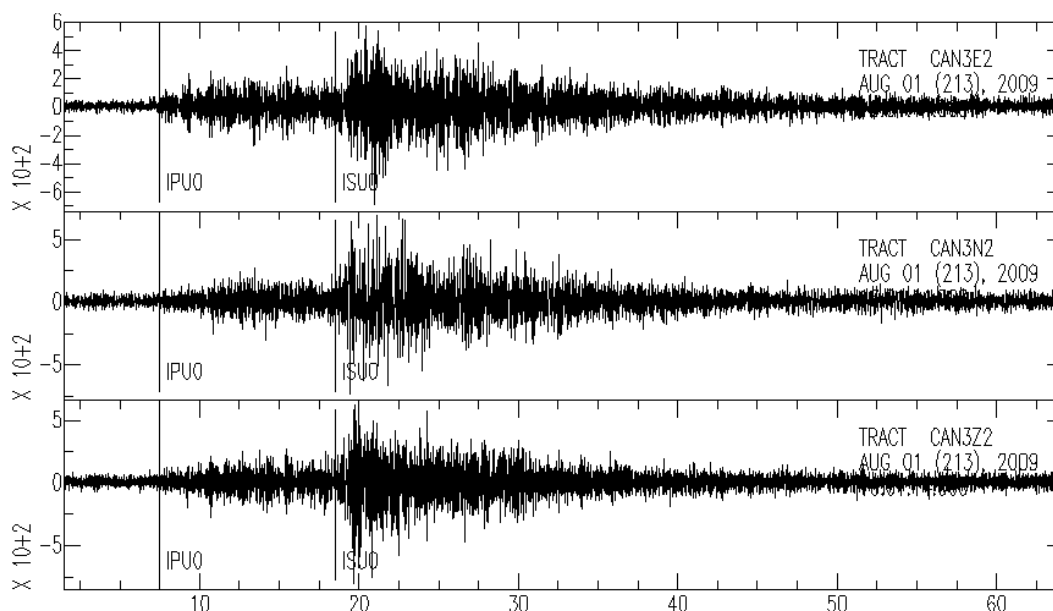


FIGURA 4 – Registro na Estação CAN3, da forma de onda de evento artificial local ocorrido no dia 01/08/2009, registrado às 16:01:21,3 (UTC) (evento N° 1, Tabela 3).

3.1.3. Eventos artificiais regionais

Durante o trimestre a Estação CAN3 registrou 10 (dez) eventos artificiais regionais cujos parâmetros sísmicos estão listados na Tabela 4 e suas distâncias epicentrais encontram-se na faixa de 139 a 205 km da Estação CAN3, como mostrado na Figura 5.

TABELA 4 – Parâmetros sísmicos dos eventos artificiais regionais detectados pela Estação CAN3 no trimestre agosto-outubro/2009.

| Nº | Data DD/MM/AA | Estação | Hora do Registro Fase P (UTC) HH:MM:SS,S | S-P (s) | Distância (km) | Magnitude (m_D) |
|----|------------------|---------|--|---------|-------------------|------------------------|
| 1 | 04/08/09 | CAN3 | 20:45:22,7 | 22,0 | 180 | 2,4 |
| 2 | 05/08/09 | CAN3 | 12:33:25,9 | 19,8 | 162 | 2,3 |
| 3 | 05/08/09 | CAN3 | 18:14:33,5 | 21,0 | 173 | 2,2 |
| 4 | 06/08/09 | CAN3 | 15:32:50,4 | 19,0 | 155 | - |
| 5 | 06/08/09 | CAN3 | 15:33:34,4 | 17,0 | 139 | 2,8 |
| 6 | 06/08/09 | CAN3 | 20:41:52,6 | 20,0 | 173 | 2,2 |
| 7 | 08/08/09 | CAN3 | 14:08:45,2 | 25,0 | 205 | 2,5 |
| 8 | 08/08/09 | CAN3 | 15:49:57,9 | 19,3 | 158 | 2,7 |
| 9 | 08/08/09 | CAN3 | 17:56:57,9 | 21,9 | 179 | 2,3 |
| 10 | 11/08/09 | CAN3 | 21:15:38,5 | 22,4 | 183 | 2,1 |

Os eventos artificiais regionais detectados pela Estação CAN3 no trimestre possuem, em sua maioria, distâncias epicentrais e horários semelhantes entre si, porém, como nenhuma outra estação sismográfica com operação coordenada pelo Observatório Sismológico detectou esses eventos, não foi possível localizá-los. O mapa da Figura 5 apresenta a faixa epicentral dos eventos regionais artificiais supracitados, definida pelas distâncias epicentrais mínima de 139 km e máxima de 205 km.

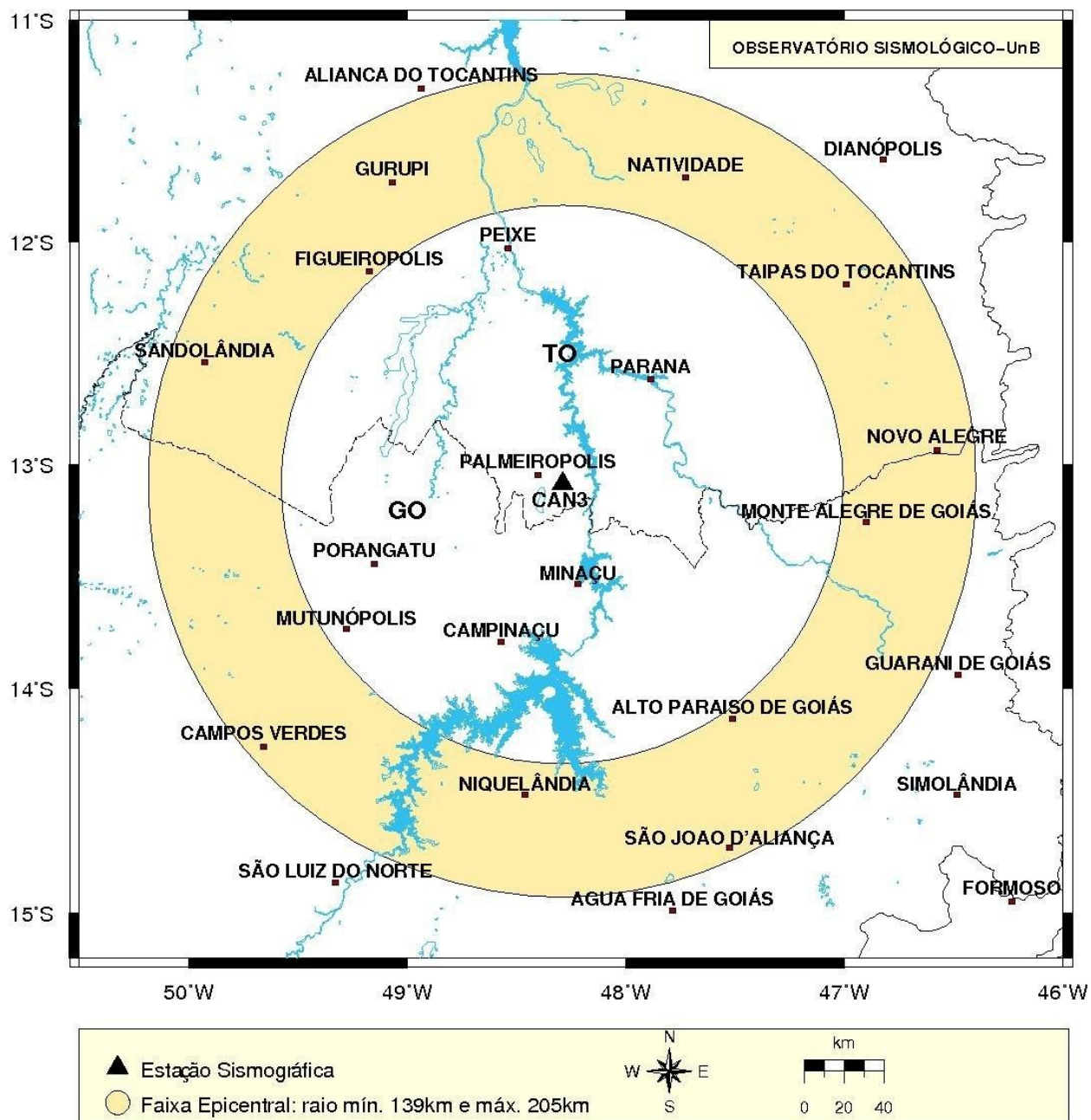


FIGURA 5 – Mapa com a faixa epicentral dos eventos regionais artificiais (prováveis explosões) detectados pela Estação CAN3 no trimestre agosto-outubro/2009.

As figuras 6 e 7 apresentam os registros, na Estação CAN3, das formas de onda de dois eventos artificiais regionais detectados no período.

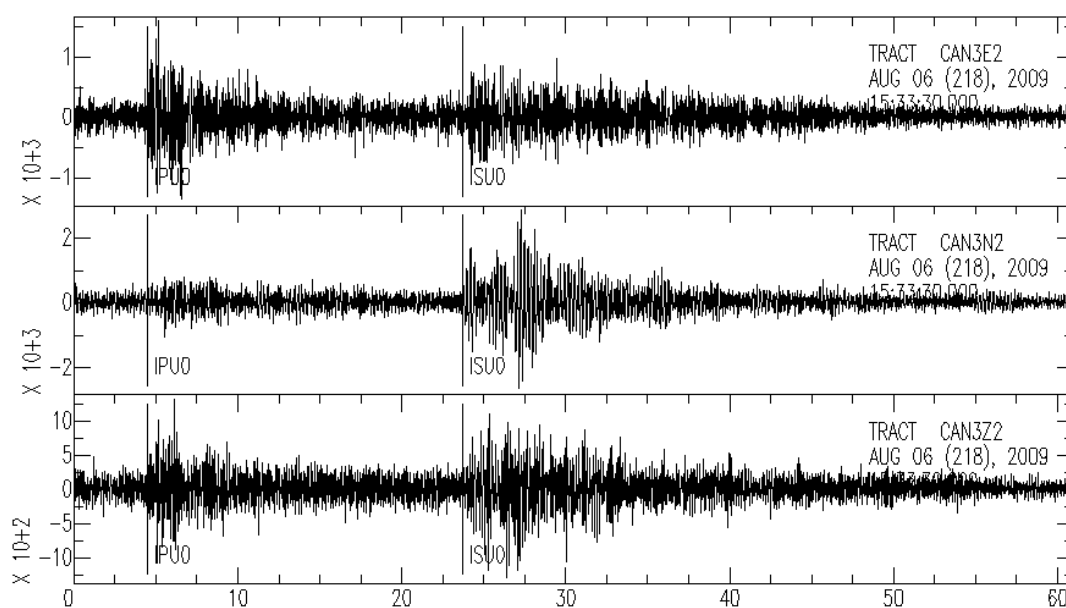


FIGURA 6 – Registro, na Estação CAN3, da forma de onda do provável evento artificial regional, ocorrido no dia 06/08/2009, registrado às 15:33:34,4 (UTC) (evento N° 05, Tabela 4).

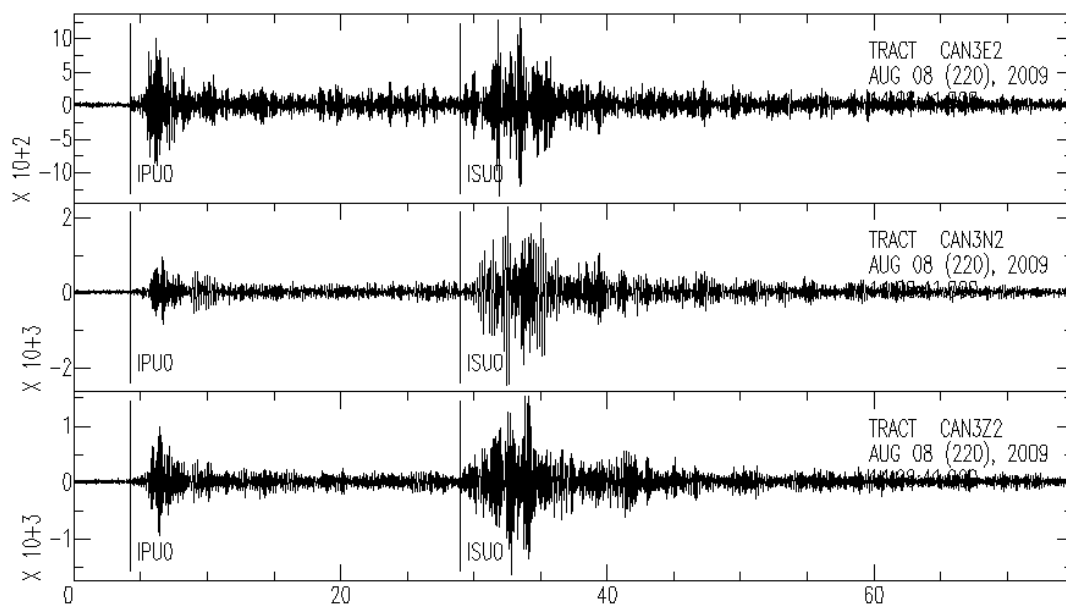


FIGURA 7 – Registro, na Estação CAN3, da forma de onda do evento artificial regional, ocorrido no dia 08/08/2009, registrado às 14:08:45,2 (UTC) (evento N° 07, Tabela 4).

3.2. Eventos desencadeados pelo Reservatório de Cana Brava

No trimestre agosto-outubro/2009 não foi detectado nenhum evento sísmico que pudesse ser associado ao Reservatório de Cana Brava.

3.3. Eventos naturais locais

No trimestre agosto-outubro/2009 não foram registrados eventos naturais locais, pela Estação CAN3.

3.4. Eventos naturais regionais

No trimestre agosto-outubro/2009 não foram registrados eventos naturais, pela Estação CAN3.

3.5. Telessismos

No trimestre agosto-outubro/2009 não foram registrados eventos telessísmicos, pela Estação CAN3.

4. CONCLUSÃO

No trimestre agosto-outubro/2009, o desempenho operacional do Reservatório da UHE Cana Brava/GO foi insatisfatório, tendo em vista que a Estação CAN3 funcionou apenas 11 dias do período analisado. Tal fato foi diagnosticado, sendo necessária uma viagem para manutenção e reconfiguração do sistema da estação, a qual deverá ocorrer em Novembro de 2009.

No período que compreende este Relatório, foram identificados os registros de: 02 (duas) explosões locais, 19 (dezenove) explosões realizadas pela Mineradora SAMA; 10 (dez) prováveis eventos regionais artificiais. Não foi detectado nenhum evento natural nem telessísmico. Nenhum evento sísmico que pudesse ter sua natureza associada ao Reservatório de Cana Brava foi detectado no período.

Brasília, 11 de novembro de 2009

Prof. George Sand Leão Araújo de França
Chefe do Observatório Sismológico

Profa. Mônica Giannoccaro Von
Huelsen

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JEFFREYS, H. and BULLEN, K. E. (1967) *Seismological Tables*, British Assoc. Adv. Sci., 50pp.

LEE, W. H. K. & LAHR, J. C. (1975). *HYP071 (revised): A computer program for determination hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes*. U.S. Geological Survey Open – File Report 75-311, 100pp.

TAPLEY, W. C. & TULL, J. E. (1991) *SAC – Seismic Analysis Code. Users Manual, Revision 3*, University of California.

WESSEL, P. and SMITH, W. H. F., 1995. *The Generic Mapping Tools (GMT) version 4.3.1. Technical Reference & Cookbook*, SOEST/NOAA, 61 pp.

ANEXO 1 – Relação de Telessismos

LEGENDA PARA DADOS SOBRE TELESSISMOS

| | |
|---------------------------|--|
| Estação | Código da estação sismográfica. |
| Dia | Dia do mês. |
| Hora de Chegada (hhmmsss) | Instante da chegada da onda sísmica na estação |
| Hora de Origem (hhmmsss) | Instante da ocorrência do sismo |
| Latitude e Longitude | Coordenadas geográficas do epicentro em graus decimais, Valores positivos para o hemisfério norte e regiões a leste do meridiano de origem. |
| H | Profundidade do sismo em quilômetros. |
| Mb | Magnitude Richter. |
| N°. Est. | Número de estações que registraram o evento. |
| Região | Região epicentral. |
| Dist. | Distância epicentral (distância entre estação e epicentro) em graus decimais. |
| Az. | Azimute (da estação em relação ao epicentro) medido em sentido horário; é o ângulo entre o norte (geográfico) do epicentro e a direção do raio sísmico em relação à estação. |
| Res. | Diferença em segundos entre o tempo observado e o tempo calculado. |

AGOSTO/2009

Não foram registrados telessismos no mês de agosto de 2009.

SETEMBRO/2009

Não foram registrados telessismos no mês de setembro de 2009.

OUTUBRO/2009

Não foram registrados telessismos no mês de outubro de 2009.

ANEXO 2 – Boletim sísmico

**Boletim sísmico do evento ocorrido em 24/7/2009 às 03:07:13,3
(Próximo a Tabaporã - MT)**

Data: 24 de julho de 2009 (205)

Hora de origem: 06:07:13,3 (UTC) (tabela Jeffreys & Bullen, 1967)

boletim sísmico do evento ocorrido em 24/7/2009 às 03:07:13,3

(Próximo a Tabaporã - MT)

Hora de origem: 03:07:13,3 (Hora de BSB)

Hora (PDRB): 06:07:13,7 (UTC)

Dist.: 2,5 km (PDRB)

Epicentro: ± 40 km de Tabaporã (MT)

± 80 km de Porto dos Gaúchos (MT)

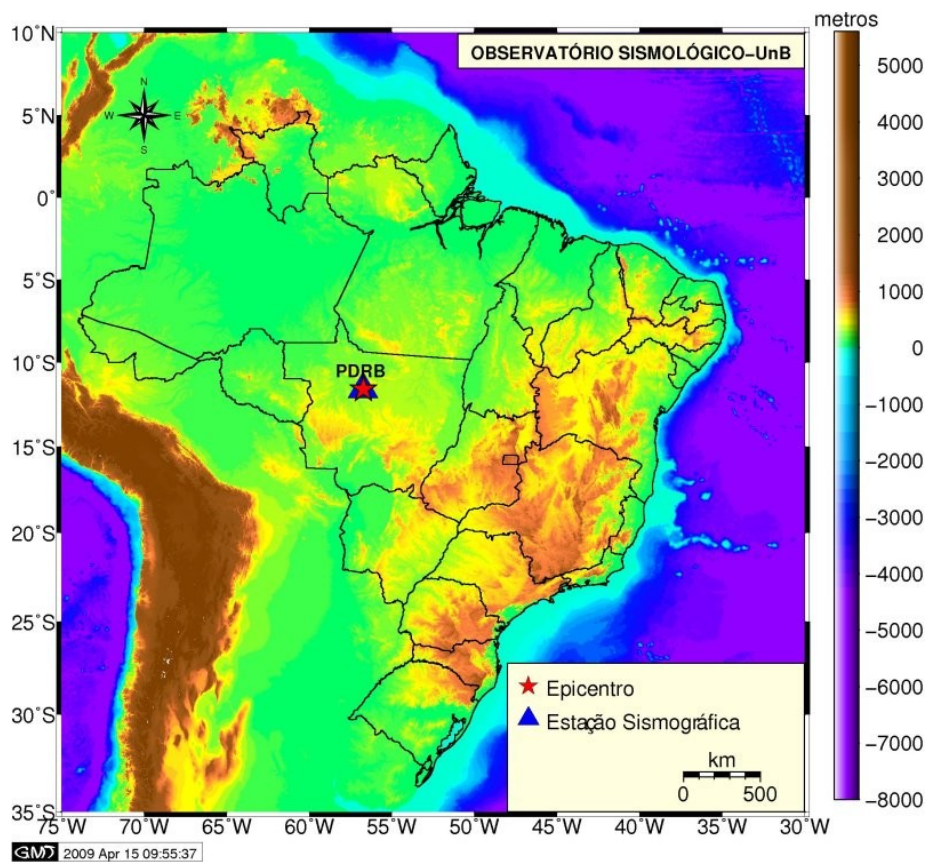
± 100 km de Juara (MT)

Lat.: -11.62° - **Long.:** -56.70° (Erro: ± 10 km) - **Prof.:** 5 km (fixa)

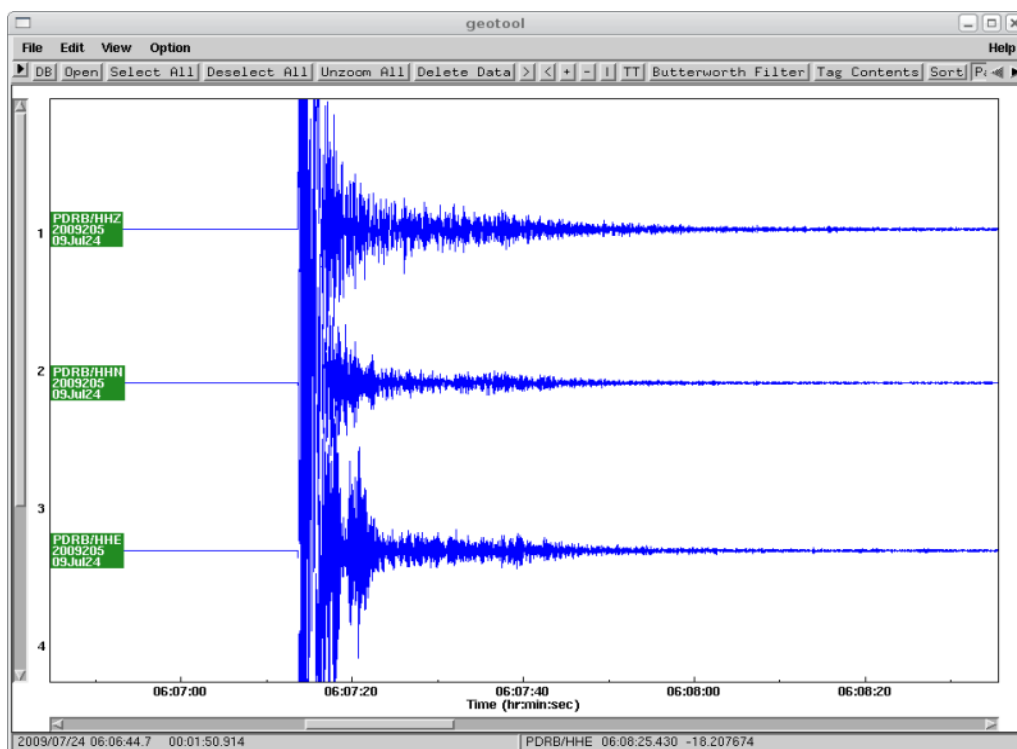
Duração: ± 200 seg.

Magnitude: 3,1 mD

Imagens referentes ao evento próximo de Tabaporã (MT)



Mapa do Brasil com localização epicentral do sismo.



Forma de onda do evento.

**Boletim sísmico do evento ocorrido em 7/8/2009 às 19:14:16,6
(próximo a Granja-Parazinho – CE)**

Data: 07 de agosto de 2009 (219)

Hora origem: 22:14:16,6 (UTC) (tabela Jeffreys & Bullen, 1967)

Hora origem: 19:14:16,6 (Hora de Brasília)

Hora (FOR1): 22:14:46,2 (UTC)

Dist.: ± 183 km (1,6°)

Epicentro: Granja-Parazinho (CE)

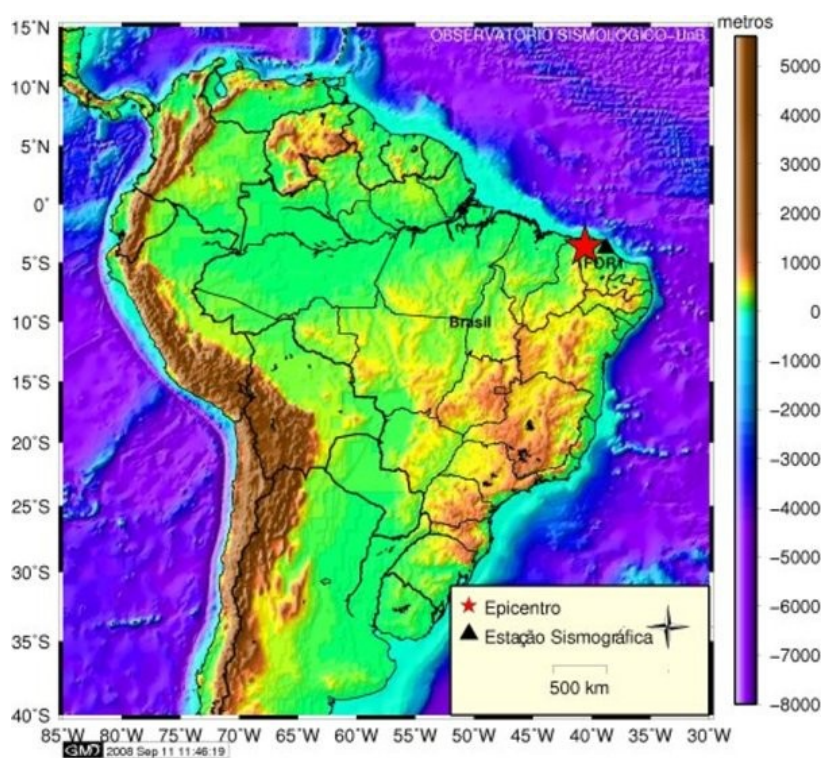
Lat.: -03,07° - **Long.:** -40,73° (Erro: ± 30 km) - **Prof.:** 5 km (fixa)

Vp: 0,496 µ/seg.

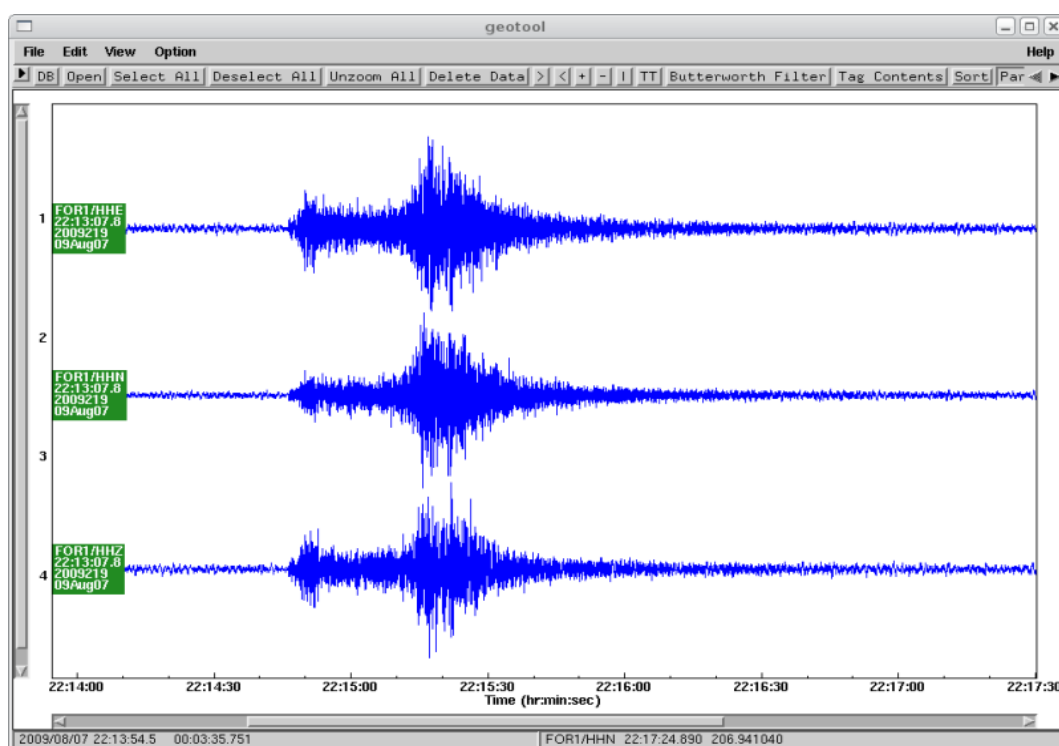
Magnitude: 2,6 mR

Obs.: As coordenadas dos dados hipocentrais para este evento foram fixados baseados no histórico da sismicidade na região epicentral.

Imagens referentes ao evento próximo de Granja-Parazinho (CE)



Mapa do Brasil com localização epicentral do sismo.



Forma de onda do evento.

**Boletim sísmico do evento ocorrido em 07/09/2009 às 21:19:13,2
(próximo a Paraibuna e Jambeiro – SP)**

Data: 07 de setembro de 2009 (250)

Hora origem: 00:19:13,2 (UTC) (tabela Jeffreys & Bullen, 1967)

Hora origem: 21:19:13,2 (Hora de Brasília)

Hora (RCLB): 00:19:48,6 (UTC)

Dist.: ± 218 km (2,0°)

Epicentro: Paraibuna-Jambeiro (SP)

Lat.: -23,45° - **Long.:** -45,51° (IPT, UNESP-RC)

Magnitude: 3,7 mR (RCLB) & 3,5 mD (IPT)

Magnitude Média: 3,6

Obs.: A figura com as formas de ondas correspondem às estações do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília.

Tremores de terra atingem cidades do interior de São Paulo

Os moradores das cidades de Paraibuna (a 124 km de SP) e Jambeiro (a 120 km de SP)

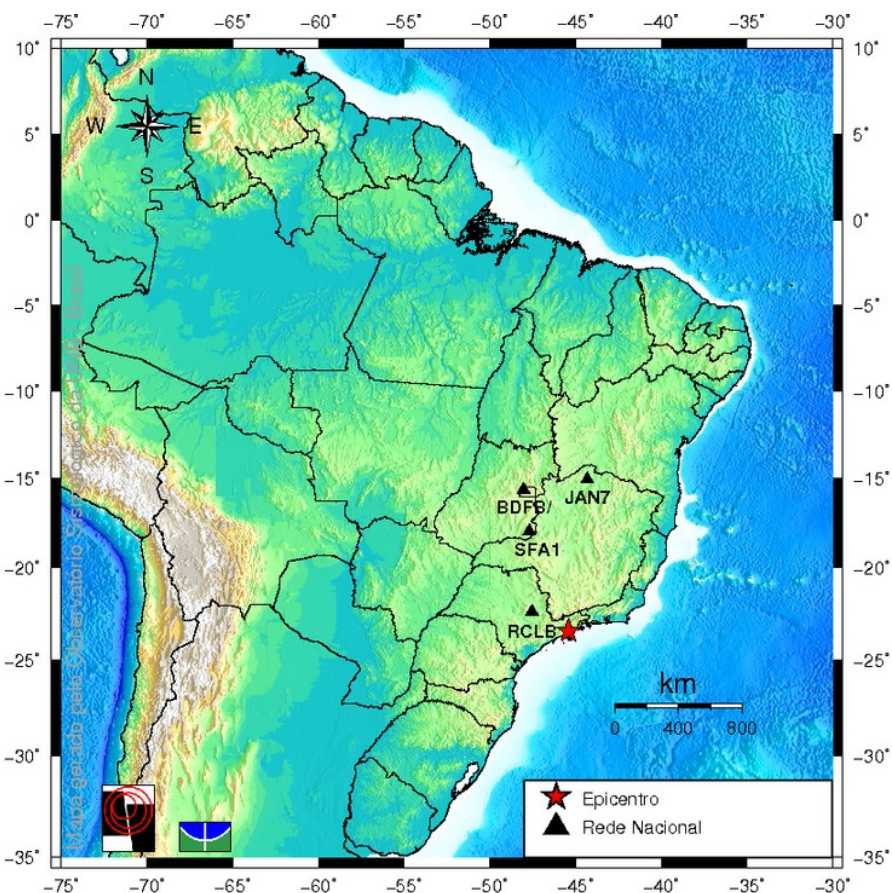
ficaram assustados com o registro de tremores de terra, na noite do último domingo (6). De acordo com a Defesa Civil Estadual, em Paraibuna o tremor durou cerca de 3 segundos. Já em Jambeiro, o abalo durou no máximo 5 segundos, de acordo com os moradores da cidade. "Parecia uma onda passando por debaixo da terra. Ouvei um barulho e depois um tremor", contou Ana Elisa Martins, funcionária da Prefeitura de Jambeiro.

A Cesp (Companhia Energética de São Paulo), responsável pela represa em Paraibuna, possui um sismógrafo que mede a frequência dos tremores e enviou os dados ao IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Segundo Paulo Martini, geólogo do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), é comum a ocorrência de tremores em Paraibuna, já que a região topográfica da cidade está numa área bem acidentada. "Os tremores são considerados frequentes, pois a represa está situada numa área de muitas fraturas geológicas". Ainda de acordo com o geólogo, quando o volume de água da represa aumenta, provoca tensão nas rochas, que causam os tremores de fraca intensidade. No entanto, Martini diz que a população não precisa se preocupar, já que não existe risco de rompimento da represa com os abalos sísmicos.

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u620740.shtml>

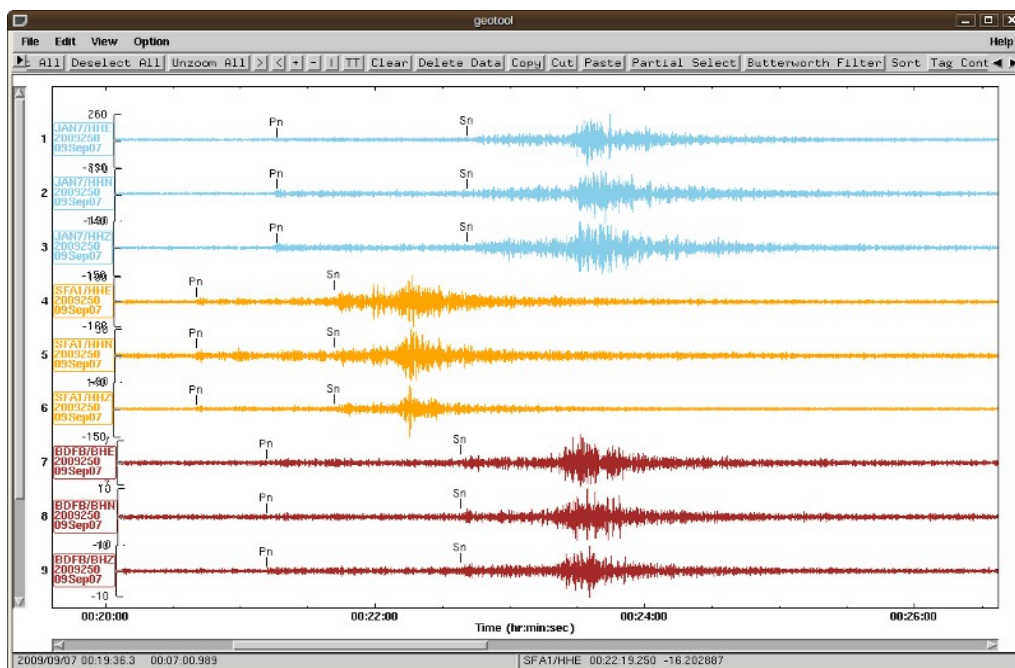
Acesso em 27/9/2009 às 09h38.

Imagens referentes ao evento próximo de Paraibuna e Jambuí (SP)



GM 2009 Sep 09 15:43:21

Mapa do Brasil com localização epicentral do sismo.



Forma de onda do evento.