



# RELATÓRIO CANA BRAVA N° 32

MAIO-JULHO/2010

*CONTRATO FUB/TRACTEBEL*

## EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Prof. Mônica G. Von Huelsen  
Prof. George Sand L. A de França

## **Chefe do Observatório Sismológico - UnB**

Prof. Lucas Vieira Barros

Brasília-DF, 08 de outubro de 2010



## **Chefe do Observatório Sismológico**

Prof. Lucas Vieira Barros, D.Sc.

## **Professores/Pesquisadores**

Prof<sup>a</sup>. Mônica Von Huelsen, D.Sc.

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

## **Quadros Técnicos e Administrativos**

Darlan Portela Fontenele, Esp

Edivonete Alvis Nunis, Esp

João Batista Teixeira de Aguiar

Maria Luzia de Freitas

## **Extra-Quadro (Colaboradores)**

Daniel Linhares da Silva

Diogo Farrapo

Helmuth Duarte Saatkamp

Katyanne Oliveira Rodrigues

Rosivania Linhares da Silva Alencar

## **Bolsista**

Iago Guilherme Santos

## Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.FUNIONAMENTO DA ESTAÇÃO.....	2
3.EVENTOS REGISTRADOS NO TRIMESTRE.....	3
Eventos artificiais (explosões).....	3
Explosões efetuadas pela Mineradora SAMA.....	3
Eventos artificiais regionais.....	6
Eventos artificiais locais.....	9
TELESSISMO.....	10
4.CONCLUSÃO.....	12
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
ANEXO 1 – Relatório de Viagem.....	14
ANEXO 2 – Relação de Telessismos.....	20
ANEXO 3 – Boletim Sísmico.....	23

## 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 Reservatório da Usina Hidrelétrica de Cana Brava/GO.

São apresentados os resultados da análise dos sismogramas gerados no trimestre maio a julho de 2010, pela Estação Sismográfica local de Cana Brava, CAN3, a qual registrou, no período: 21 (vinte e uma) explosões realizadas pela Mineradora SAMA, 4 (quatro) prováveis eventos regionais artificiais e 1 (um) artificial local. Foram detectados 03 (três) telessismos. Nenhum evento sísmico que pudesse ser associado ao Reservatório de Cana Brava foi detectado no período.

Nos Anexos 1 a 3 deste Relatório seguem, respectivamente, o relatório de viagem, lista com os telessismos registrados pela Estação CAN3 no período e o boletim sísmico do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília elaborados para eventos importantes ocorridos no período.

Na análise dos dados produzidos pela estação CAN3 foi utilizado o programa SAC (GOLDSTEIN and SNOKE, 2005).

## 2. FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO

A Tabela 1 (um) apresenta o desempenho operacional da Estação Sismográfica CAN3, referente ao período maio a julho de 2010. Como se pode observar a Estação apresentou problemas relacionados ao sistema de alimentação, os quais estão listados em mais detalhes no Anexo 1 Relatório de viagem.

**TABELA 1** – Desempenho operacional em porcentagem diária da Estação Sismográfica CAN3 no período maio a julho de 2010.

MAIO										JUNHO										JULHO																				
X	X	99	98	X	98	100	98	98	99	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
98	96	X	X	X	X	25	100	100	99	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	
100	100	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

No trimestre fevereiro a abril foram detectados um total de 29 (vinte e nove) eventos classificados como: eventos artificiais (explosões mineradora SAMA), artificiais regionais, artificiais locais e telessismos.

#### Eventos artificiais (explosões)

Durante o trimestre a Estação CAN3 registrou 26 (vinte e seis) eventos artificiais, sendo 21 (vinte e um) explosões realizadas pela Mineradora SAMA, localizada no município de Minaçu/GO (Figura 1), 4 (quatro) explosões regionais e 1 (uma) explosão local .

#### Explosões efetuadas pela Mineradora SAMA

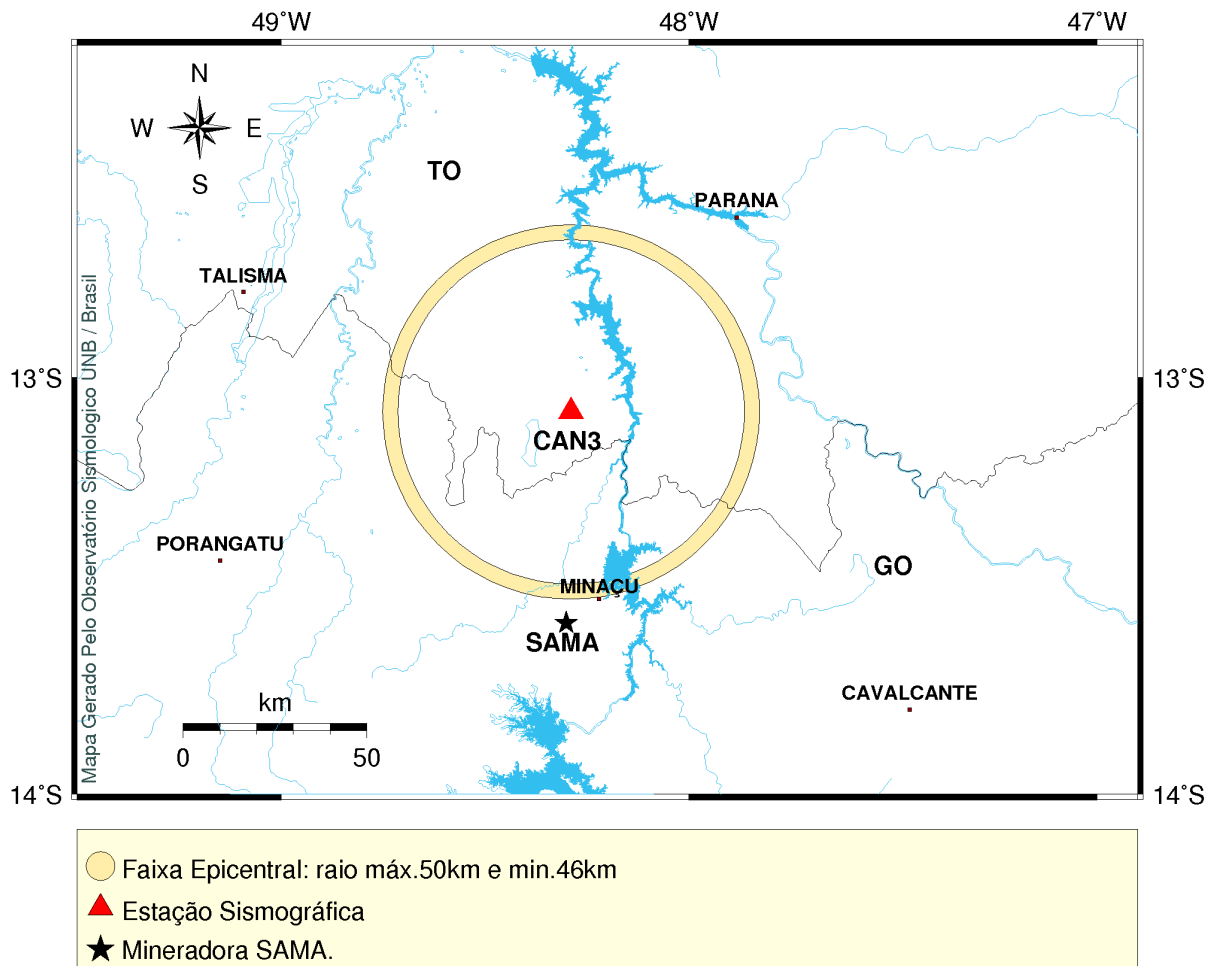
Os 21 (vinte e um) eventos artificiais (explosões) detectados pela Estação CAN3, estão associados as atividades de desmonte na mineradora SAMA no período maio a julho de 2010, estão listados na Tabela 2. O mapa da Figura 1 apresenta a localização da Mineradora SAMA e da Estação CAN3, bem como a faixa epicentral (distâncias entre 46 e 50 km) desses eventos.

**TABELA 2** – Prováveis explosões locais realizadas pela mineradora SAMA, registradas pela Estação CAN3 no período maio a julho de 2010 .

Nº	Data DD/MM/AA	Estação	Registro		Distância (km)
			Fase P (UTC) HH:MM:SS,S	S-P (s)	
1	06/05/10	CAN3	17:14:24,6	6,0	49
2	06/05/10	CAN3	17:24:48,6	5,8	48
3	07/05/10	CAN3	17:34:41,9	5,9	48
4	07/05/10	CAN3	17:38:50,5	5,9	48
5	08/05/10	CAN3	15:09:07,3	5,8	48
6	08/05/10	CAN3	15:10:46,2	6,0	49
7	10/05/10	CAN3	17:20:07,4	6,1	50
8	10/05/10	CAN3	17:21:09,1	5,8	48
9	11/05/10	CAN3	17:33:41,7	5,9	48
10	11/05/10	CAN3	17:42:55,8	6,0	59
11	12/05/10	CAN3	17:37:39,0	5,6	46
12	18/05/10	CAN3	16:47:08,9	6,1	50
13	19/05/10	CAN3	14:22:37,3	5,9	48
14	19/05/10	CAN3	15:29:15,1	5,8	48
15	19/05/10	CAN3	17:20:27,6	6,0	49
16	19/05/10	CAN3	17:22:44,5	5,7	47
17	19/05/10	CAN3	17:33:57,7	5,9	48
18	19/05/10	CAN3	17:47:53,9	6,0	49

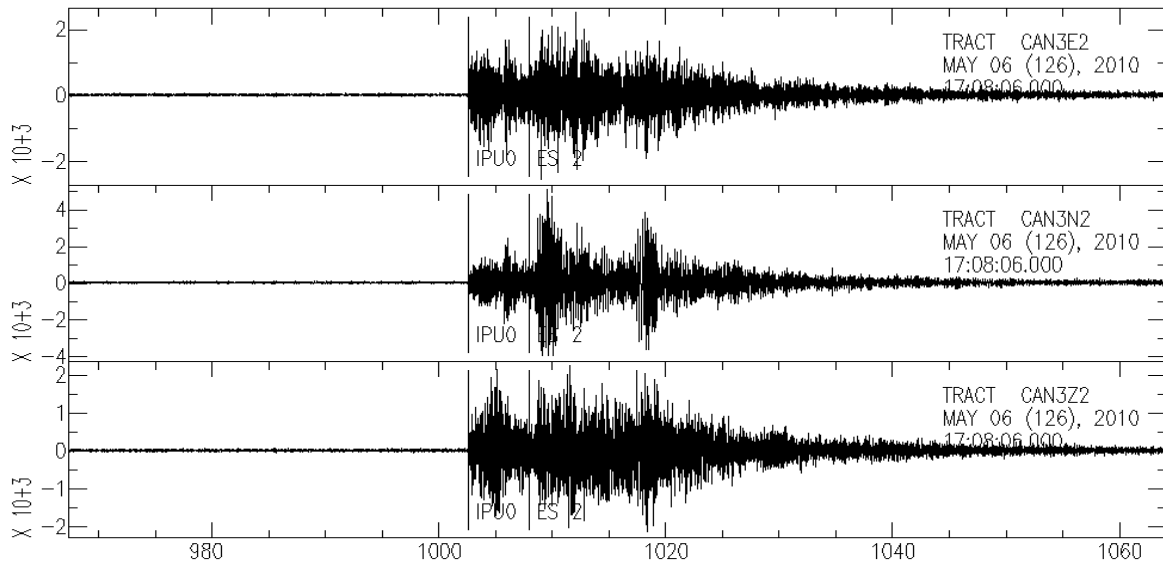
Nº	Data DD/MM/AA	Estação	Registro Fase P (UTC) HH:MM:SS,S	S-P (s)	Distância (km)
19	21/05/10	CAN3	17:20:59,7	6,1	50
20	21/05/10	CAN3	17:21:44,1	6,0	49
21	21/05/10	CAN3	17:34:05,7	5,9	48

Os eventos listados na Tabela 2, na sua maioria, tiveram sua natureza confirmada a partir do controle de explosões enviado ao Observatório Sismológico pela Mineradora SAMA. 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.

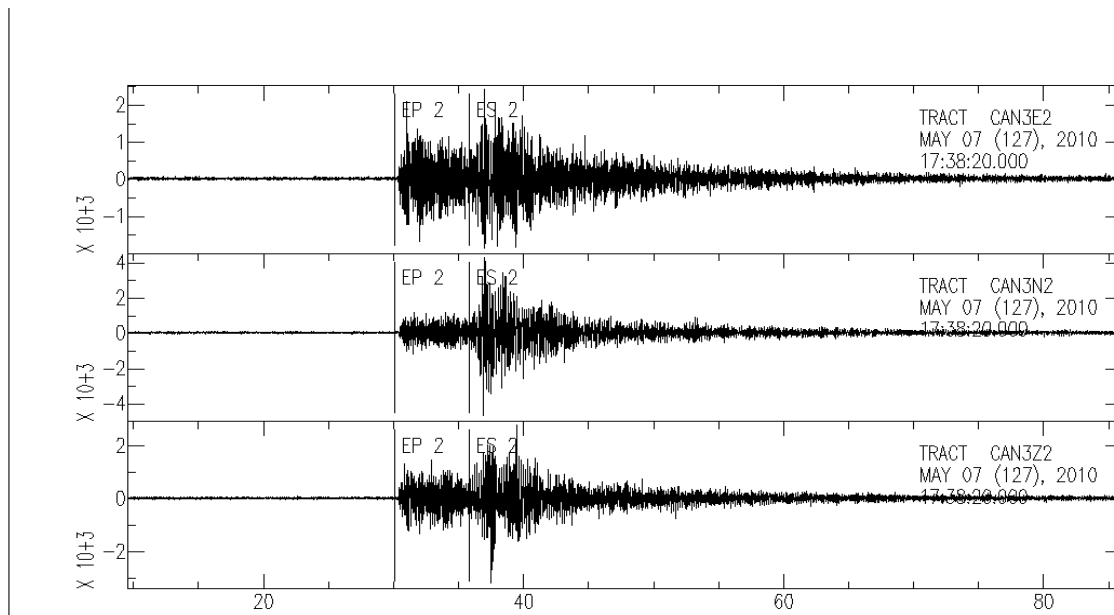


**FIGURA 1** – Mapa com as localizações da Mineradora SAMA e da Estação CAN3. Os dois círculos com raios de 50Km e 46 Km, delimitam a área epicentral dos eventos da Tabela 2.

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, de duas explosões consecutivas detectadas no dia 06/05/2010, às 17:14:24,1 (UTC), realizada na Mineradora SAMA, Minaçu/GO (evento N° 1, Tabela 2).



**FIGURA 3** – Registro, na Estação CAN3, da explosão detectada no dia 07/10/2010, às 17:34:41,9 (UTC), realizada na Mineradora SAMA, Minaçu/GO (evento N° 03 Tabela 2).



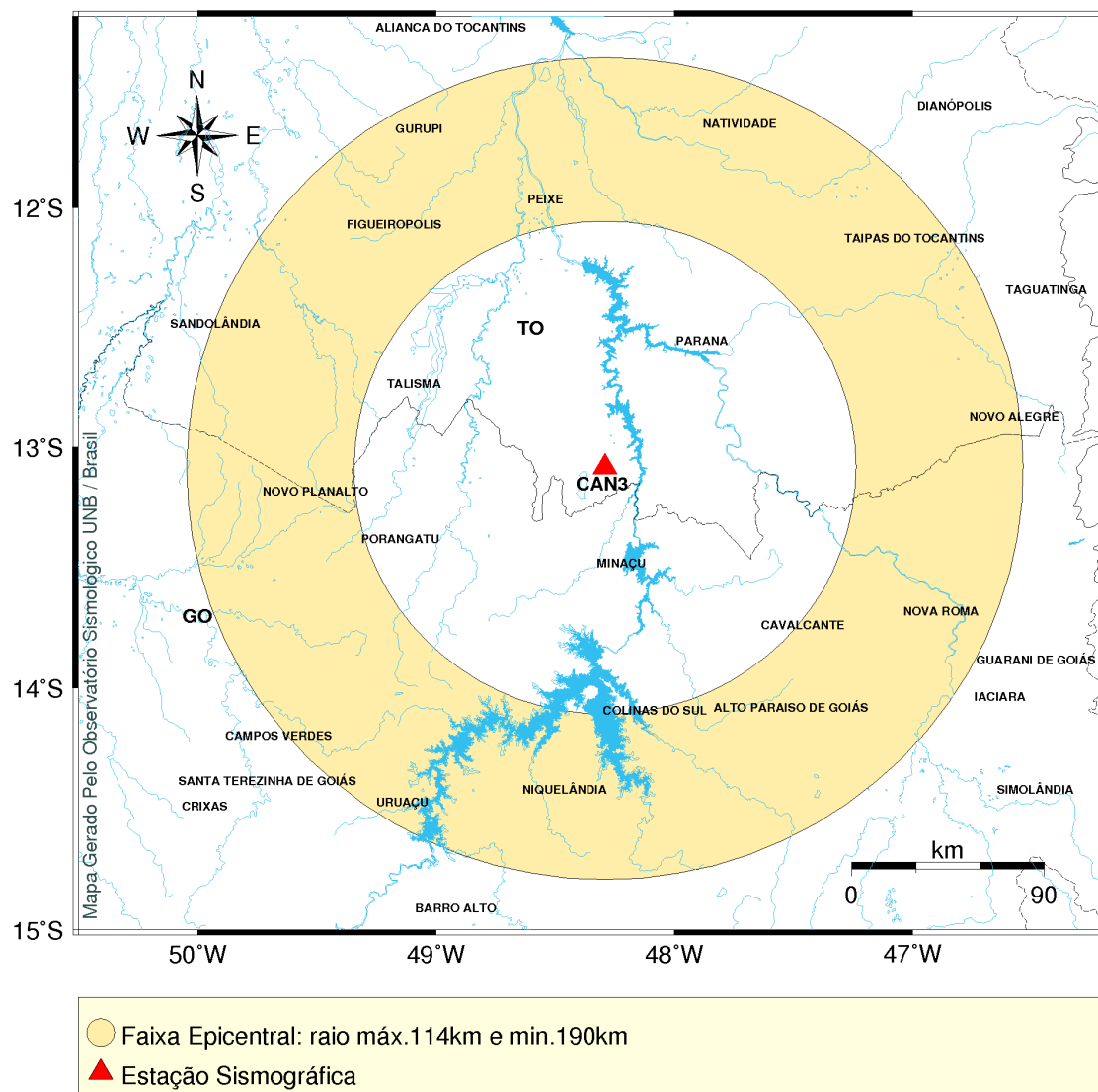
### Eventos artificiais regionais

Durante o trimestre a Estação CAN3 registrou 4 (quatro) eventos artificiais regionais cujos parâmetros sísmicos estão listados na Tabela 3. As distâncias epicentrais dos eventos regionais do trimestre encontram-se na faixa de 114 a 190 km da Estação CAN3, como mostrado na Figura 4.

**TABELA 3** – Parâmetros sísmicos dos eventos artificiais regionais detectados pela Estação CAN3 no período de maio a julho de 2010 .

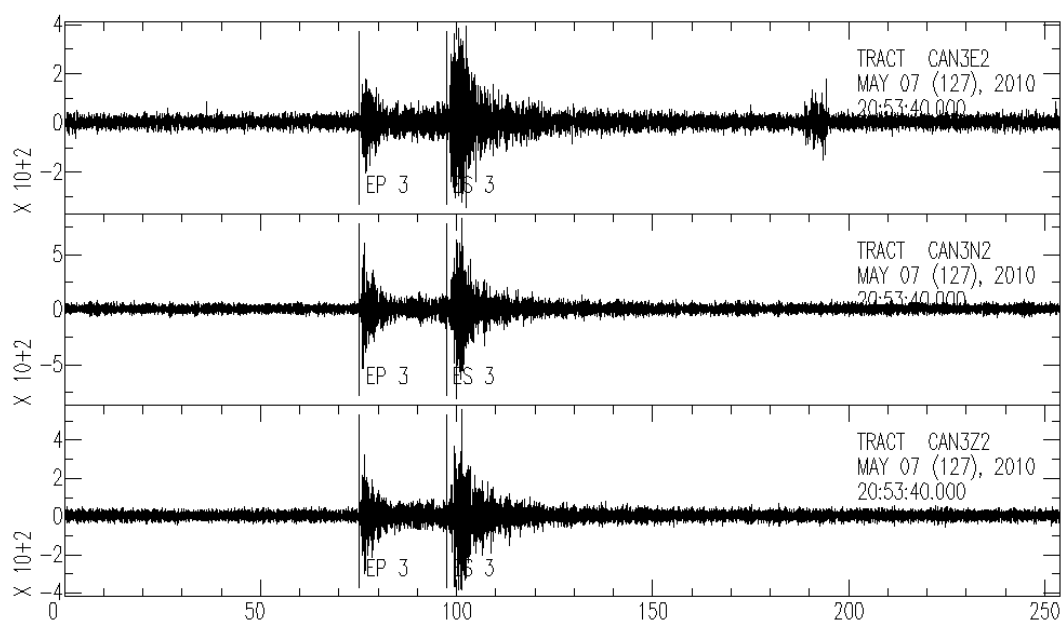
Nº	Data DD/MM/AA	Estação	Hora do Re- gistro Fase P (UTC) HH:MM:SS,S	S-P (s)	Distância (km)
1	07/05/10	CAN3	20:54:17,3	23,2	190
2	19/05/10	CAN3	17:39:08,9	22,7	186
3	20/05/10	CAN3	14:01:07,5	19,8	162
4	21/05/10	CAN3	14:10:53,2	13,7	114

Os eventos artificiais regionais detectados pela Estação CAN3 no trimestre possuem, em sua maioria, distâncias epicentrais entre 114 e 118 Km, porém, como nenhuma outra estação sismográfica, com operação coordenada pelo Observatório Sismológico, detectou esses eventos, não foi possível localizá-los.



**FIGURA 5** - Mapa com a Faixa epicentral dos eventos regionais artificiais (prováveis explosões) detectados pela Estação CAN3 no período de maio a julho de 2010.

A figura 5 apresenta o registro, na Estação CAN3, da forma de onda do evento artificial regional detectado no período.



**FIGURA 5** – Registro, na Estação CAN3, da forma de onda do evento artificial regional, ocorrido no dia 07/05/2010, registrado às 20:54:17,3 (UTC) (evento N° 01, Tabela 3).

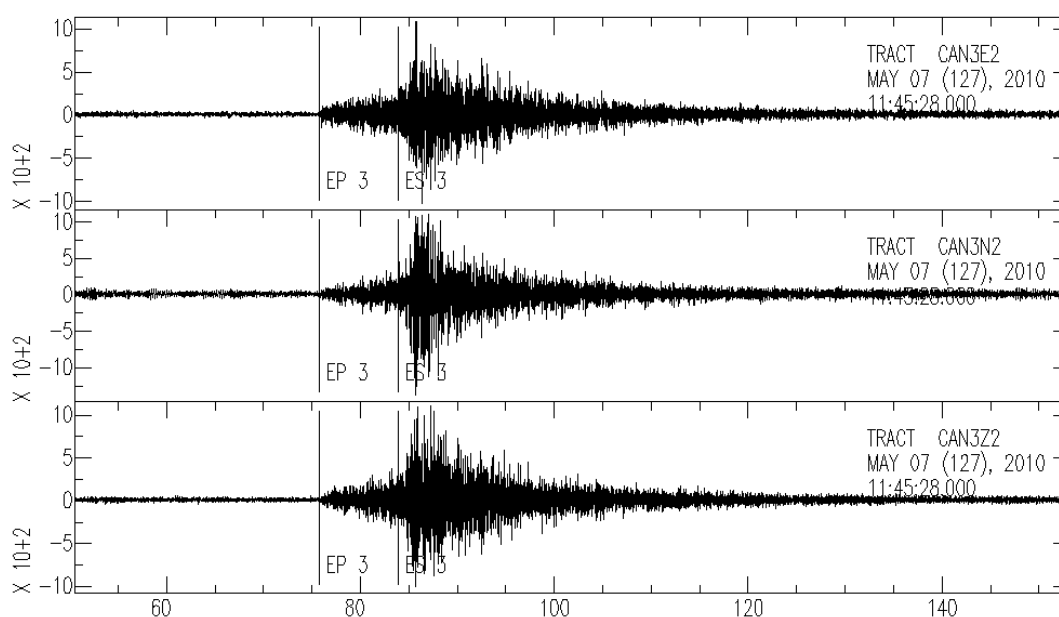
### Eventos artificiais locais

No trimestre fevereiro a abril de 2010 foi registrado, pela Estação CAN3, 1 (um) evento artificial local, cujos parâmetros sísmicos estão listados na Tabela 04. A Figura 6 apresenta as formas de onda do evento número 01 da Tabela 04.

Devido à baixa relação sinal ruído e pelo fato de nenhuma outra estação ter registrado esse evento, não foi possível localizá-lo.

**TABELA 4** – Parâmetros sísmicos do evento artificial local detectado pela Estação CAN3 no período de maio a julho de 2010.

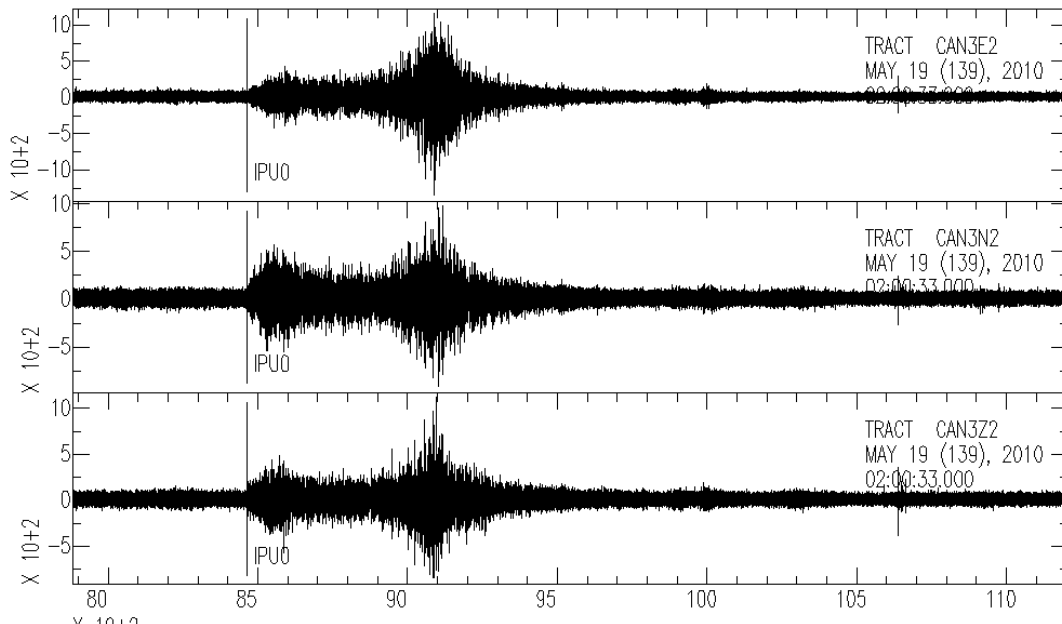
Nº	Data DD/MM/AA	Estação	Hora do Registro Fase P (UTC) HH:MM:SS,S	S-P (s)	Distância (km)
1	07/05/10	CAN3	11:46:43,86	7,9	65



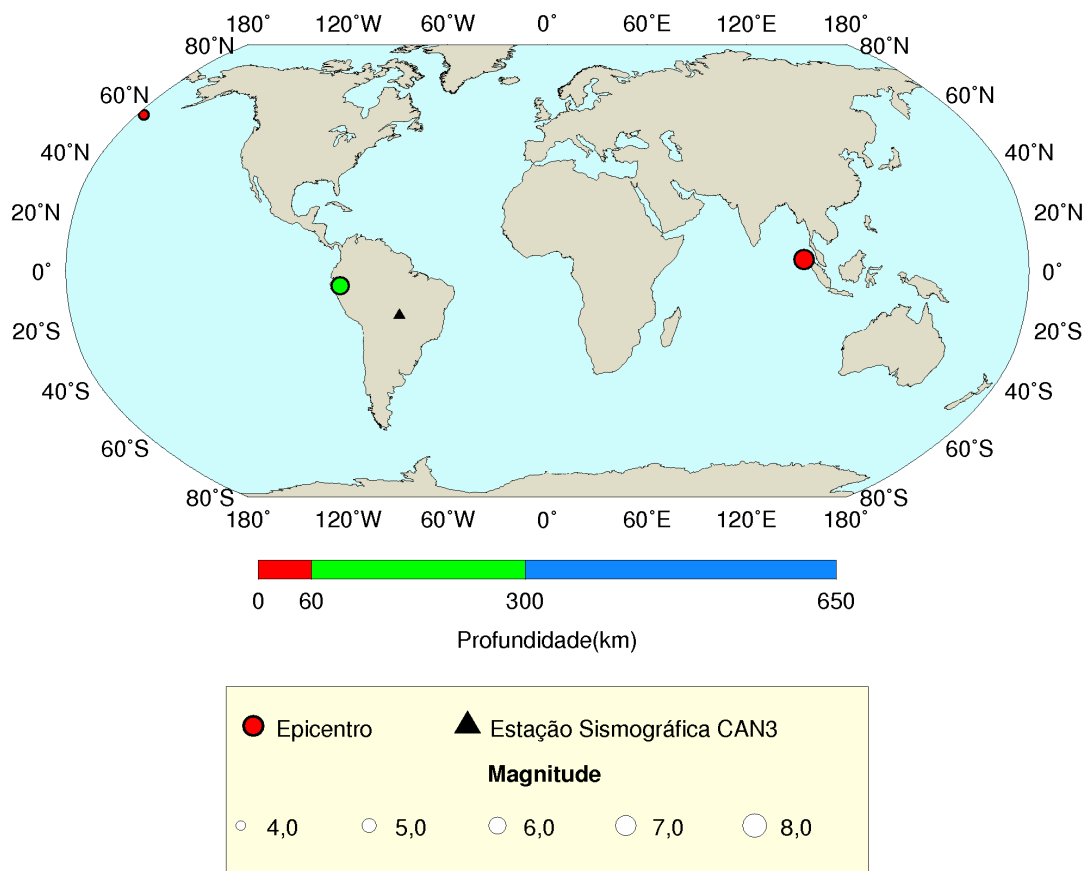
**FIGURA 7** – Registro, na Estação CAN3, da forma de onda do provável evento artificial regional, ocorrido no dia 07/05/2010, registrado às 11:46:43,86 (UTC) (evento N° 1, Tabela 5).

## TELESSISMO

Nessa categoria de sismos estão aqueles cujos epicentros se encontram com distâncias superiores a 1500 (mil e quinhentos) quilômetros da Estação CAN3. Durante o trimestre maio a julho de 2010, a Estação CAN3 registrou 03 (três) telessismos (Anexo 2). Dentre esses eventos, pode-se destacar o que ocorreu no Peru, no dia 19/05/2010, às 04:21:40,3 (UTC) com magnitude de 6,0  $M_w$ . A Figura 07 mostra, o registro desse evento na Estação CAN3 e a Figura 08 o mapa com a distribuição epicentral dos telessismos detectados no período.



**FIGURA 07** – Registro, na Estação CAN3, da forma de onda do telessismo, ocorrido no dia 19/05/2010, no Peru, registrado às 04:21:40,3 (UTC) com magnitude 6,0  $M_w$ .



GM 2010 Oct 01 16:22:29

**Figura 08** – Mapa com os epicentros dos telessismos registrados pela Estação CAN3 no período de maio a julho de 2010.

#### **4. CONCLUSÃO**

No trimestre maio a julho de 2010, o desempenho operacional da Estação CAN3, responsável pelo monitoramento do Reservatório da UHE Cana Brava/GO foi insatisfatório, tendo em vista que a Estação apresentou problemas operacionais relacionados com a alimentação dos aparelhos da estação, os quais foram solucionados a partir da viagem realizada à estação. O anexo 1 descreve as atividades desenvolvidas nesta viagem.

No período deste Relatório, foram identificados os registros de 29 (vinte e nove) eventos, assim distribuídos: artificiais, sendo 21 (vinte e uma) explosões realizadas pela Mineradora SAMA; 04 (quatro) prováveis eventos regionais artificiais; 1 (um) evento artificial local além de 03 (três) telessismos. Entretanto nenhum desses eventos foi associado à Sismicidade Desencadeada pelo Reservatório de Cana Brava.

Os eventos que não tiveram seus epicentros determinados foram devido às chegadas não claras das primeiras fases da onda P, e pelo fato de não terem sido registrados por nenhuma outra estação sismográfica.

Nos Anexo 2 e 3 deste Relatório estão, respectivamente, a lista com os telessismos registrados pela Estação CAN3 no período e o boletim sísmico do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília, para eventos importantes ocorridos no trimestre.

Brasília, 08 de outubro de 2010

---

Prof. George Sand. Leão Araújo de França

---

Profª Mônica Giannoccaro Von Huelsen

---

Prof. Lucas Vieira Barros  
Chefe do Observatório Sismológico

## 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). HYPO71 (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.

GOLDSTEIN, P., and SNOKE, (2005) - “SAC Availability for the iris COMMUNITY”, Incorporated Institutions for Seismology, Data management Center, Electronic newsletter.

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 – Relatório de Viagem**

## **RELATÓRIO DE VIAGEM A CANA BRAVA**

### **INTRODUÇÃO**

No período de 23 a 26 de agosto de 2010, foi realizada uma viagem técnica à UHE São Salvador, com a finalidade de se resolver problemas relacionados às estações sismográficas que atendem ao monitoramento sismológico das usinas de São Salvador e de Cana Brava. Participaram dos trabalhos a equipe da Universidade de Brasília (UnB), Darlan Portela Fontenele e Daniel de Farias Caixeta, e o Sr. Gilmar Dullius, técnico designado pela CESS.

### **1. TRABALHOS REALIZADOS**

As seguintes atividades foram desenvolvidas no período da viagem:

- i. Relocação da Central de Recepção;
- ii. Manutenção da Estação CAN3;
- iii. Desativação da Estação Repetidora de CAN3.

#### **1.1. Mudança da Estação Central de Recepção**

A Estação Central de Recepção foi relocada para o Prédio de Telecomunicações da UHE de São Salvador, Figuras 01 e 02. No novo local, foi disponibilizada a infraestrutura necessária para a recepção dos dados provenientes das estações sismográficas SSV2 e CAN3, por meio de uma torre metálica de 20 metros de altura, onde foram fixadas as antenas para recepção dos respectivos sinais dessas estações. Para o acesso dos dados remotamente em Brasília, a CESS providenciou a instalação de cabos ópticos, para interligar o computador de recepção e gravação dos dados, (Figura 03), à rede local, com acesso à Internet. O endereço IP público designado anteriormente (189.28.38.169) foi mudado para 189.28.38.181. A partir do IP público, os dados podem ser acessados na Universidade de Brasília. O Prédio conta com

eficiente sistema de ar-condicionado.



**Figura 01** – Vista do Prédio de Telecomunicações - para onde foi relocada a Estação Central de Recepção - e da barragem da UHE São Salvador.



**Figura 02** – Vista do Prédio de Telecomunicações da UHE São Salvador, onde são recebidos os sinais

das estações CAN3 e SSV2.



**Figura 03** – Imagem do computador utilizado para gravar os dados provenientes das estações sismográficas SSV2 e CAN3, alojado em um *rack*. Ao lado da CPU, observa-se o *nobreak* da estação.

## **1.2. Manutenção da Estação CAN3**

A Estação CAN3 - que vinha apresentando problema constante no sistema de alimentação, composto por um painel solar de 80 Wp, um controlador de carga de 10 Ampères de capacidade, e uma bateria de 12 Volts x 100 Ah - recebeu manutenção corretiva.

Na oportunidade, foi verificado que o painel solar não estava gerando energia, mesmo sob intensa insolação, apesar de ser relativamente novo. Desse modo, foi realizada a substituição pelo painel solar que estava sendo utilizado na Estação Repetidora de CAN3, que também é de 80 Wp.

Retornando a Brasília, passados alguns dias, observou-se que o problema não foi completamente resolvido, pois a tensão da bateria não subia. Ao contrário, estava diminuindo dia após dia. A estação chegou a parar de funcionar, por subtensão. Em constantes contatos mantidos com o Sr. Gilmar Dullius, que vem ao longo do tempo prestando todo o apoio na manutenção das estações sismográficas, solicitou-se que fossem realizadas as seguintes tarefas:

- i) Testes de funcionamento do painel solar;
- ii) Substituição do controlador de carga, por um enviado pela UnB, via Sedex, em 10/09/2010; e
- iii) Medição da resistência dos fios que interligam a bateria ao controlador de carga.

Realizadas, prontamente, todas essas tarefas, constatou-se que o painel solar estava funcionando satisfatoriamente. Todavia, a resistência medida nos fios indicou um valor em torno de 200 Ohms. Esse valor, que idealmente deveria ser igual a zero, foi conclusivo para determinar a origem do problema. Conseqüentemente, havia uma queda significativa da tensão, observada na ligação dos fios à bateria, suficiente para não permitir o respectivo carregamento da bateria. A solução do problema foi a substituição por cabos novos, que foram disponibilizados pelo Sr. Gilmar. Desde então, a bateria passou a ser carregada normalmente pelo painel solar.

#### **1.4. Desativação da Estação Repetidora de CAN3**

A mudança da Estação Central de Recepção para o Prédio de Telecomunicações possibilitou a recepção direta, nesse local, dos sinais provenientes das estações SSV2 e CAN3, ou seja, sem a necessidade de se repetirem na Estação Repetidora de CAN3. Assim, todos os equipamentos que existiam na Estação Repetidora foram removidos e, conseqüentemente, a estação foi desativada.

**ANEXO 2 – 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.



### MAIO/2010

ES-	D	Hora de	Hora de	Lati-	Longi-	H	mb	N°Est.	Regiao	Dist. Az.	Res.
TA-	I	chegada	origem	tude	tude	km				( graus )	( s)
CAO	A	hhmmss	hhmmss								
CAN3	1	0437569	0421549	35.23	-118.59	6	6.1	16	CENTRAL CALIFORNIA.	86.7	120 195.9
CAN3	1	2248020	2228177	-6.10	154.42	32	3.5	169	BOUGAINVILLE REGION,	142.3	140 15.7
CAN3	6	0852254	0831054	51.88	178.13	110	5.6	23	RAT ISL, ALEUTIAN ISL,	133.1	70 137.3

### JUNHO/2010

Não foram registrados telessismos no mês de junho de 2010.

### JULHO/2010

Não foram registrados telessismos no mês de julho de 2010.

**ANEXO 3 – Boletim Sísmico**

## Equipe responsável pelo Boletim Sísmico Brasileiro (Sisbra)

**Analista Senior:** Diogo Farrapo Albuquerque

**Mapas:** Kate Tomé de Sousa

**Coordenação Geral:** Prof. George Sand L. A. de França

### Informações preliminares:

**Data:** 2 de fevereiro de 2010 (032);

**Hora (PDRB):** 17:06:59,80 (UTC);

**Dist.:** 3 Km (PDRB);

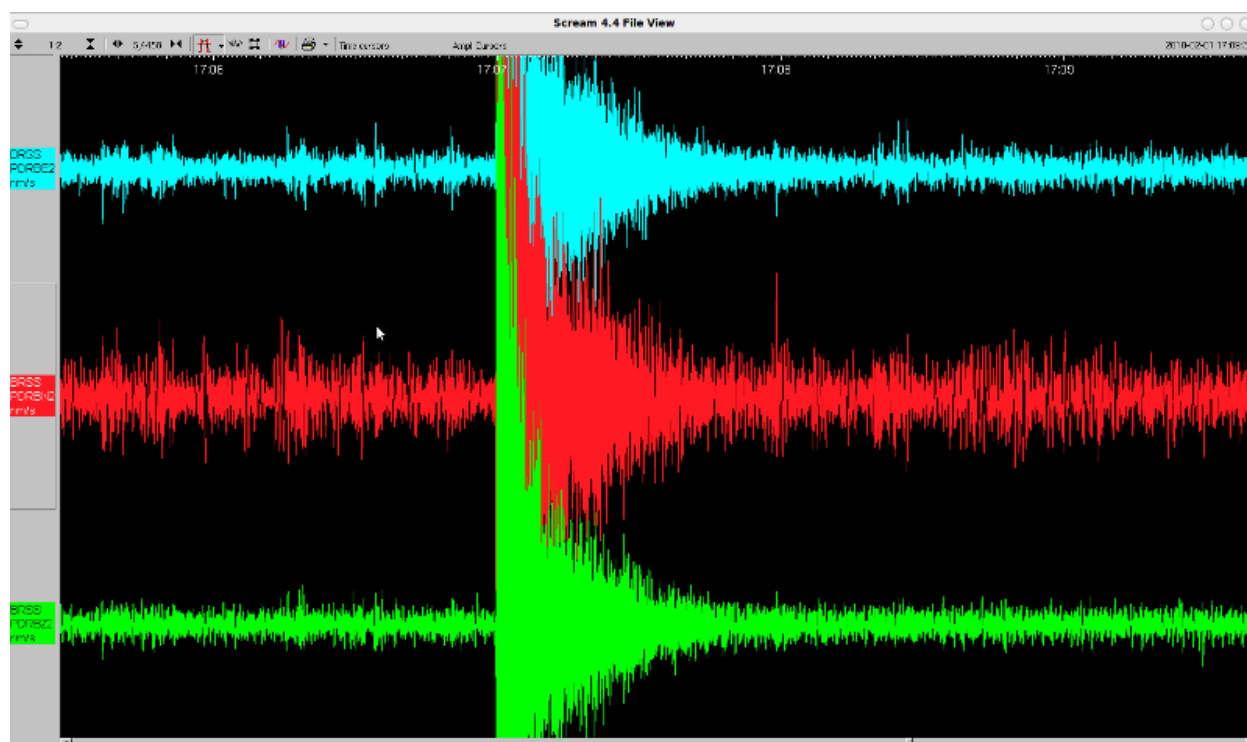
**Epicentro:**  $\pm 40$  km de Tabaporã (MT);

$\pm 90$  km de Tabaporã (MT);

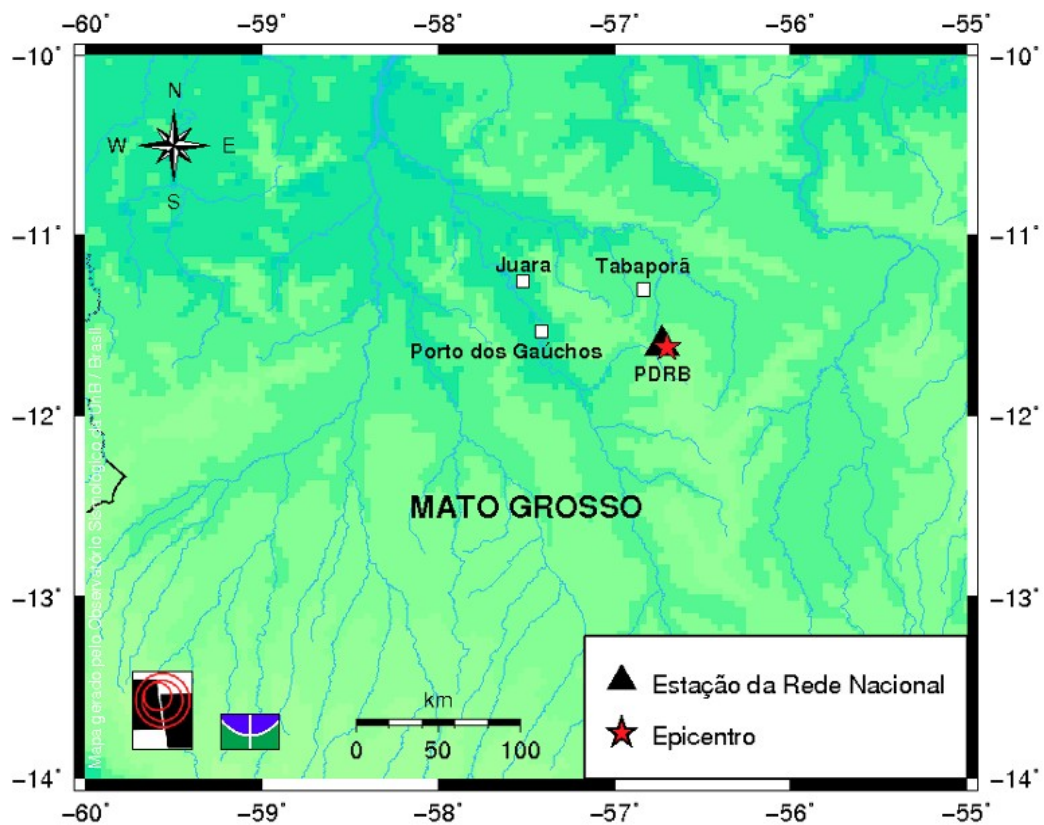
$\pm 100$  km de Juara (MT);

**Lat.:**  $-11,62^\circ$  - **Long.:**  $-56,70^\circ$  (Erro:  $\pm 0,09^\circ$ ) - **Prof.:** 5 km (fixa);

**Magnitude:** 2,1 mD.



Forma De Onda do Evento



GM 2010 Apr 14 14:34:15 PC.DAT

### Epicentro do Evento

**Data:** 5 de fevereiro de 2010 (036);

**Hora (PDRB):** 23:54:25,60 (UTC);

**Dist.:** 5 Km (PDRB);

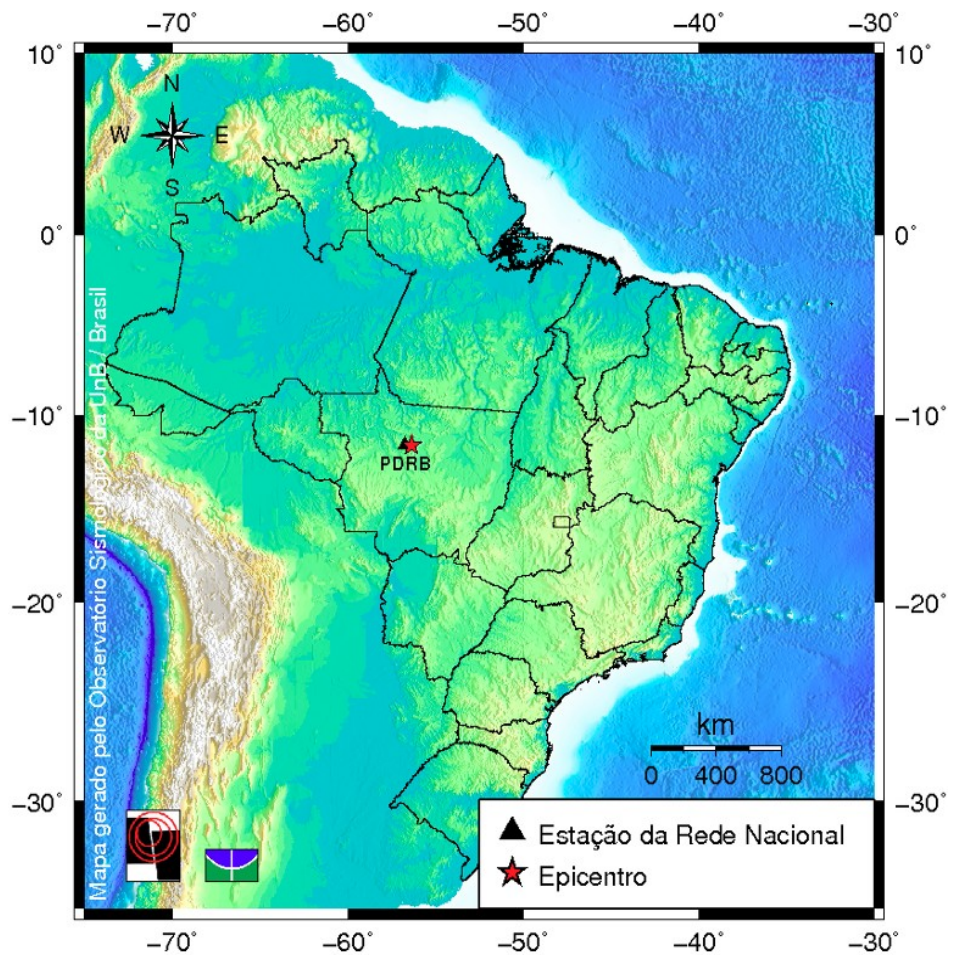
**Epicentro:**  $\pm 40$  km de Tabaporã (MT);

$\pm 90$  km de Tabaporã (MT);

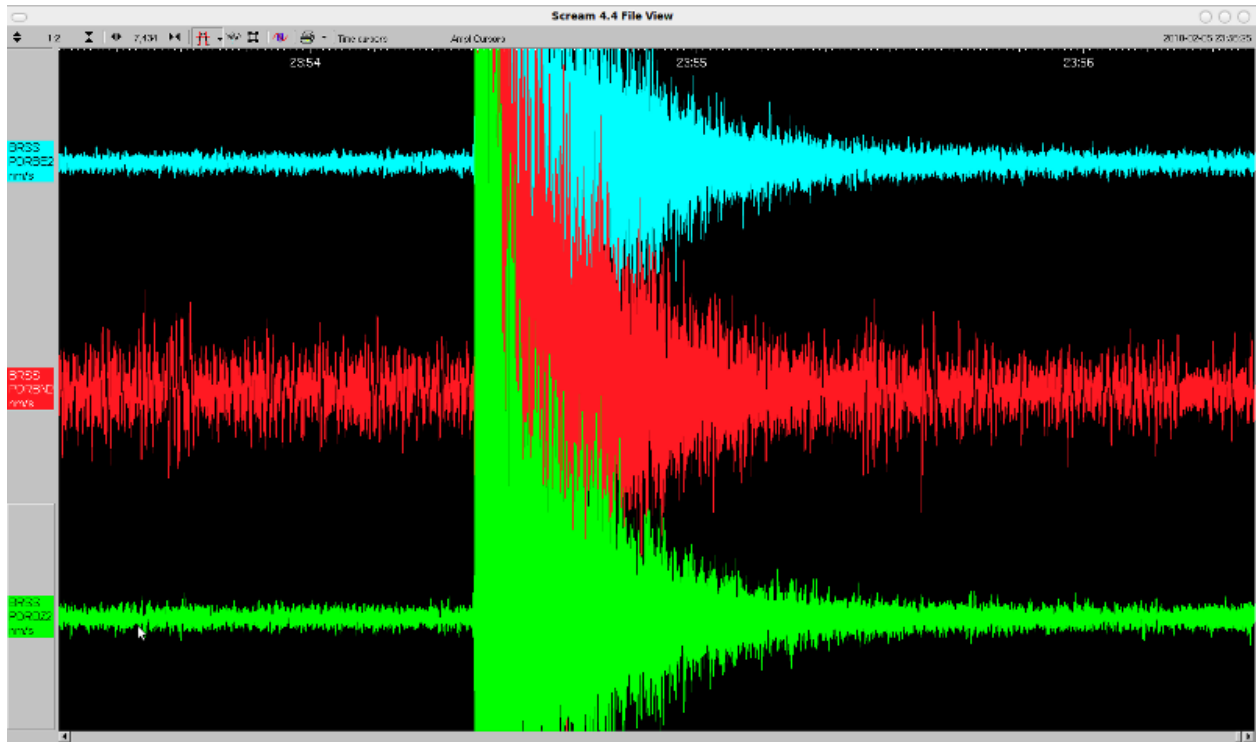
$\pm 100$  km de Juara (MT);

**Lat.:**  $-11,62^\circ$  - **Long.:**  $-56,70^\circ$  (Erro:  $\pm 0,09^\circ$ ) - **Prof.:** 5 km (fixa);

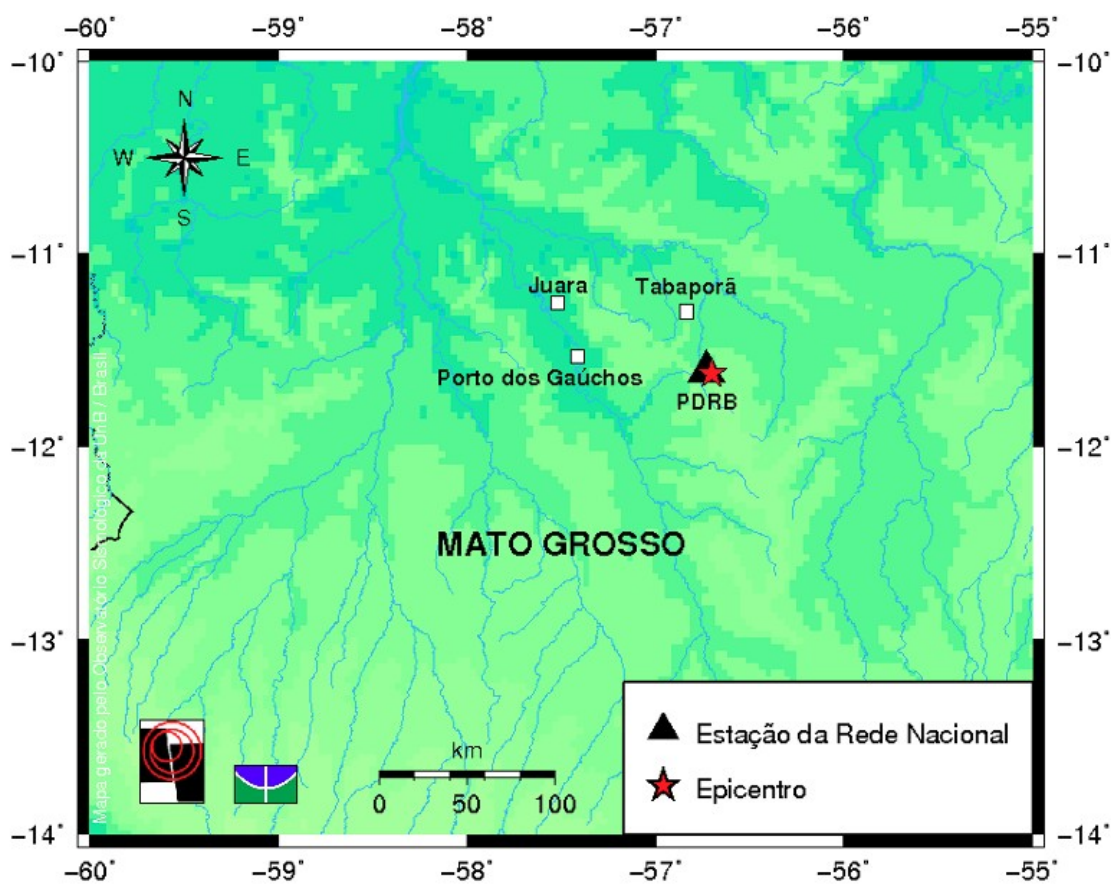
**Magnitude:** 2,4 mD.



GM 2010 Apr 14 13:35:09



Forma de Onda do Evento



GM 2010 Apr 14 14:34:15 PC.DAT

### Epicentro Do Evento

**Data:** 14 de abril de 2010 (104);

**Hora (CC07):** 13:26:18,07 (UTC);

**Dist.:** 97 Km (CC07);

**Epicentro:** São José da Lapa (MG);

± 5 Km de Vespasiano (MG);

± 10 Km de Lagoa Santa (MG);

± 12 Km de Pedro Leopoldo (MG);

± 13 Km de Santa Luzia (MG);

± 13 Km de Belo Horizonte (MG);

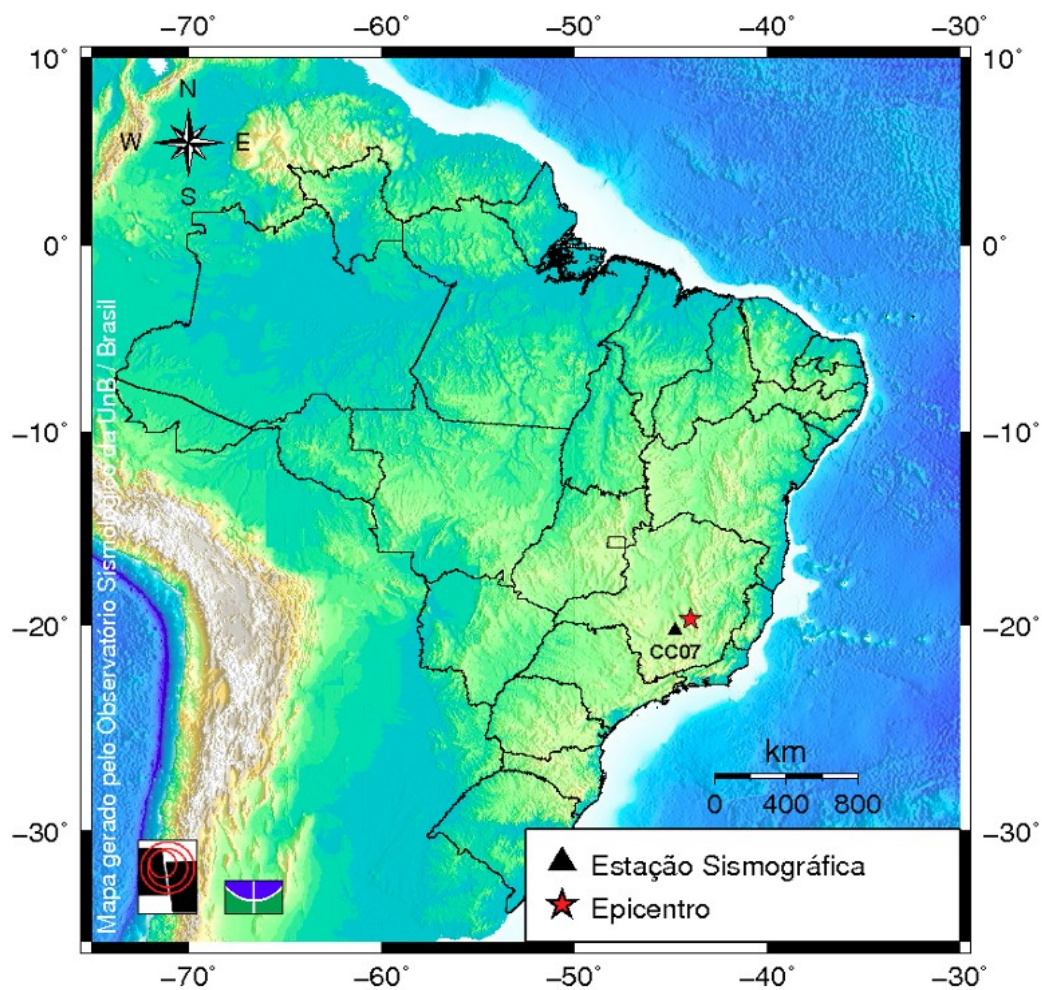
± 15 Km de Ribeirão das Neves (MG);

± 18 Km de Matozinhos (MG);

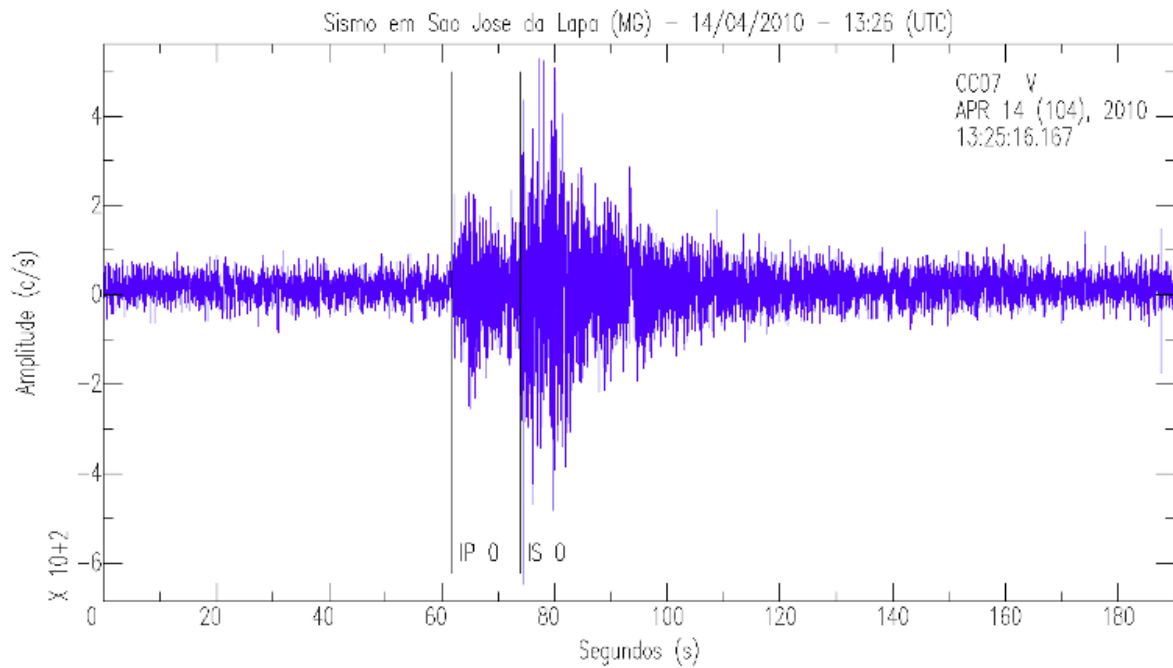
**Lat.:** -19,70° - **Long.:** -43,96° (Erro: ± 0,09°);

**Magnitude:** 2,2  $m_D$ .

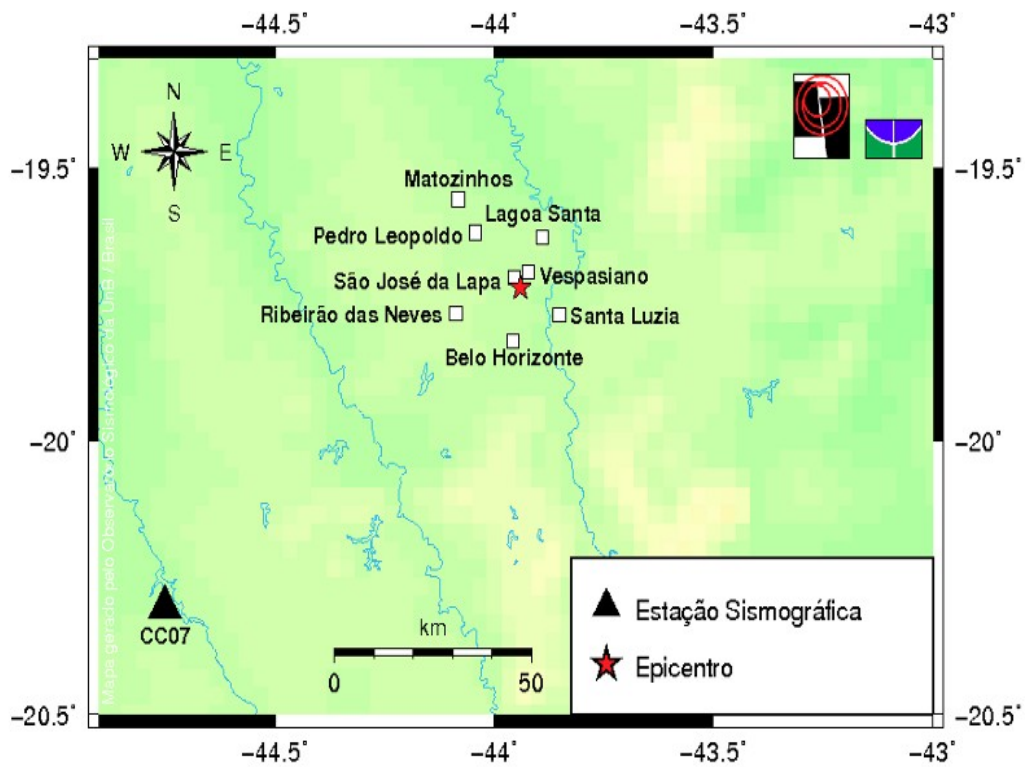




GM 2010 Apr 16 13:26:50



**Forma De Onda Do Evento**



GMT 2010 Apr 16 14:17:09 PC.DAT

**Epicentro Do Evento**