



Universidade de Brasília - UnB

RELATÓRIO TRIMESTRAL

Programa Monitoramento Sismológico da UHE Cana Brava (GO)

ABRIL - JUNHO/2013

Brasília, 29 de outubro de 2013.



CENTRO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - CDT

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	<u>Erro! Indicador não definido.</u>
2.	MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO	5
3.	DESEMPENHO OPERACIONAL DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS.....	5
4.	ANÁLISE DOS DADOS.....	6
	4.1 Eventos detectados no período de abril a junho de 2013	7
	4.1.1. Eventos locais	7
	a) Possíveis explosões	7
	b) Eventos naturais.....	15
	4.1.2. Eventos regionais	18
	a) Possíveis explosões	18
	b) Eventos naturais.....	20
	4.1.3. Telessismos.....	24
5.	DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	27
6.	REFERÊNCIAS	28
	ANEXO	29

Exclu

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa com a localização das estações CAN3 e SSV2 e da mineradora SAMA S/A. _____	13
Figura 2 - Formas de onda da explosão local registrada pelas estações sismográficas CAN3 e SSV2 no dia 29/05/2013, às 12:40:49,3 UTC (CAN3) com magnitude estimada em 2,0 mD. _____	14
Figura 3 - Formas de onda do sismo natural local registrado pelas estações CAN3 e SSV2 no dia 30/03/2013 às 01:23:18,2 UTC (CAN3) com magnitude estimada em 2,0 mD. _____	16
Figura 4 - Registro das formas de ondas do evento natural local ocorrido no dia 22/06/2013, às 08:05:09,5 (UTC) (CAN3), detectado pelas estações CAN3 e SSV2, com magnitude de 3,6 mR e epicentro em Mutunópolis/GO. _	17
Figura 5 - Mapa com a localização epicentral do evento natural local, detectado pelas estações CAN3 e SSV2 no trimestre abril-junho de 2013. _____	20
Figura 6 - Formas de onda do evento artificial regional detectado no dia 16/04/2013, às 16:06:14.9 (UTC) (CAN3), registrado pelas estações CAN3 e SSV2, com magnitde de 2,4 mD. _____	22
Figura 7 - Registro da forma de onda, nas estações CAN3 e SSV2, do evento regional ocorrido no dia 18/04/2013, às 10:12:16,2 UTC (SSV2) com magnitude de 3,0 mR e epicentro na cidade de Montes Claros (MG). _____	20
Figura 8 - Mapa com os epicentros do tremor ocorrido na cidade de Montes Claros (MG) no dia 18/04/13 e do sismo de Mutunópolis/GO do dia 22/06/13. _____	25
Figura 9 -- Mapa com a localização epicentral e profundidade relativas aos telessismos registrados no período de abril a junho de 2013. _____	26
Figura 10 - Registro, nas estações CAN3 e SSV2, da forma de onda do telessismo ocorrido no dia 24/06/2013. _	23

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Desempenho operacional em porcentagem diária de dados recebidos das estações CAN3 e SSV2 no período de abril a junho de 2013. _____	5
Tabela 2 – Possíveis explosões locais registradas no período de abril a junho de 2013. _____	7
Tabela 3 – Eventos naturais locais registrados no período de abril a junho de 2013. _____	15
Tabela 4 – Possíveis explosões regionais registradas no período de abril a junho de 2013. _____	18
Tabela 5 – Sismos naturais regionais registrados no período de abril a junho de 2013. _____	21

APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve os trabalhos realizados para a Tractebel Energia, no âmbito do contrato firmado com o Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (CDT) da Universidade de Brasília (UnB), relacionados à consultoria especializada para atender ao Programa de Monitoramento Sismológico do reservatório da Usina Hidrelétrica Cana Brava, oficialmente inaugurada em agosto de 1998.

São apresentados os resultados da análise dos dados produzidos pelas estações sismográficas CAN3 e SSV2, correspondentes ao período abril a junho de 2013.

A análise dos dados produzidos no período pelas estações sismográficas foi realizada utilizando os programas *Scream!* (*Seismometer Configuration, Real time Acquisition and Monitoring*), da empresa Güralp Systems, e SAC (*Seismic Analysis Code – Goldstein e Snoke, 2005*). Para a determinação das localizações epicentrais, foi utilizado o programa Hypo71 (Lee e Valdes, 1985) e, para a construção dos mapas, o programa GMT (*Generic Mapping Tools – Wessel e Smith, 1995*).

Participaram da elaboração deste relatório Diogo Farrapo Albuquerque (Analista) e Iago Guilherme dos Santos (Analista) na análise dos dados, Darlan Portela Fontenele (Coordenador Técnico) e Juraci Mário de Carvalho (Coordenador Substituto do Programa) na revisão de todas as informações apresentadas, especialmente as referentes ao desempenho operacional das estações sismográficas e na conferência dos dados, tabelas, figuras e mapas, bem como na revisão gramatical do texto.

1. INTRODUÇÃO

A análise dos dados produzidos pelas estações sismográficas CAN3 e SSV2 no período de abril a junho de 2013 consistiu, basicamente, na determinação dos parâmetros sísmicos básicos dos eventos detectados por estas estações, como o horário de ocorrência, a localização epicentral (latitude e longitude) e a magnitude. A localização epicentral, juntamente com o cálculo de magnitude, respondem às duas primeiras indagações feitas logo após a ocorrência de um tremor de terra, ou seja, qual o tamanho (magnitude) e onde ocorreu o evento (epicentro).

Os eventos foram classificados de acordo com suas distâncias epicentrais (distância da fonte em relação à estação registradora) em locais (até 150 km), em regionais (entre 150 km e 1.500 km) e em distantes ou telessísmicos (acima de 1.500 km).

Outro aspecto considerado na análise e interpretação dos dados foi quanto à discriminação dos eventos, isto é, foi preciso, embora nem sempre tenha sido possível, diferenciar um evento natural (tectônico) de um evento artificial (explosão). Este último difere-se do primeiro no que diz respeito a algumas características dos sinais relacionadas ao tipo de fonte.

O registro de uma explosão apresenta algumas particularidades nem sempre observáveis, uma vez que depende da carga utilizada, da distância entre os pontos de detonações e a estação sismográfica, da sensibilidade do equipamento (sismógrafo) e do nível de ruído local. Ressalta-se que alguns padrões de sinal de uma explosão podem estar presentes também em um sinal originado de uma fonte sismotectônica. Por isso, nem sempre é possível discriminar com clareza esses dois tipos de eventos.

2. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

Os dados produzidos pelas estações CAN3 e SSV2 foram analisados com o auxílio dos programas *Scream!* (*Seismometer Configuration, Real time Acquisition and Monitoring*) e SAC (*Seismic Analysis Code – Goldstein e Snoke, 2005*). As localizações epicentrais foram obtidas utilizando o programa Hypo71 (Lee e Valdes, 1985).

As magnitudes dos eventos locais foram calculadas usando uma equação de magnitude de duração (m_D) e, para o cálculo das magnitudes dos sismos regionais (m_R), utilizou-se a equação desenvolvida por Assumpção (1983).

3. DESEMPENHO OPERACIONAL DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS

Durante quase todo o período, as estações sismográficas CAN3 e SSV2 apresentaram funcionamento excelente.

A Tabela 1 apresenta o desempenho operacional das estações CAN3 e SSV2 relativo ao período de monitoramento.

Tabela 1 – Desempenho operacional, em porcentagem diária de dados recebidos, das estações sismográficas CAN3 e SSV2 no período abril a junho de 2013.

Est	ABRIL							MAIO							JUNHO							
	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	
CAN3		100	100	100	100	100	100				100	100	100	100								100
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	100	99
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99
	100	100	100					100	100	100	100	100	100									

Est	ABRIL							MAIO							JUNHO							
	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	
SSV2		100	100	100	100	100	100				100	100	100	100								100
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	100	99
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99
	100	100	100					100	100	100	100	100	100									

4. ANÁLISE DOS DADOS

No trimestre abril a junho 2013, foram detectados um total de 262 (duzentos e sessenta e dois) eventos, distribuídos de acordo com a sua distância epicentral nas seguintes categorias: locais (até 150km), regionais (150 km a 1.500 km) e eventos distantes ou telessismos (acima de 1.500 km de distância). Foram assim detectados 125 (cento e vinte e cinco) explosões locais, realizadas pela Mineradora SAMA, 65 (sessenta e cinco) prováveis eventos regionais artificiais, 17 (dezessete) eventos naturais locais e 05 (cinco) eventos naturais regionais. Foram detectados ainda 50 (cinquenta) telessismos.

Na localização epicentral, além das leituras das fases primárias (P) e secundárias (S), utilizou-se também o azimute como um parâmetro de localização. Os eventos que não puderam ser localizados foi devido terem apresentado baixa relação sinal-ruído, isto é, não apresentaram chegadas claras e impulsivas para a fase P ou esta foi sobreposta por alguma fonte de ruído.

A discriminação entre eventos locais naturais e locais artificiais (explosões) se fundamentou nos horários de ocorrência (ver relatórios anteriores), nas polaridades da primeira chegada da onda P e na densidade espectral de energia nas baixas frequências. Explosões, por terem fontes superficiais, geralmente produzem ondas de superfície de maior energia, além de geralmente não possuírem um registro claro da fase S.

4.1 Eventos detectados no período de abril a junho de 2013

4.1.1. Eventos locais

No período de abril a junho de 2013, as estações CAN3 e SSV2 registraram 142 (cento e quarenta e dois) eventos locais, 125 (cento e vinte e cinco) foram classificados como prováveis explosões e 17 como eventos naturais (tectônicos).

a) Possíveis explosões

A Tabela 2 apresenta as datas e horários de ocorrência das possíveis explosões locais detectadas no período, perfazendo um total de 125 eventos, que apresentam, como característica, a semelhança entre suas formas de onda, sugerindo, portanto, tratar-se da mesma fonte sísmica. Nenhum destes eventos pôde ser localizado, devido à polaridade da onda P não estar clara nas três componentes dos sismogramas gerados pelas estações CAN3 e SSV2.

Tabela 2 – Possíveis explosões locais registradas no período de abril a junho de 2013.

	Estação	Data	Hora (UTC)	S-P (s)	D (Km)	Magnitude
1	CAN3	01/04/13	20:38:29,8	5,60	45,86	2,3
	SSV2	01/04/13	20:38:34,3	8,70	71,25	
2	CAN3	03/04/13	15:21:13,4	5,70	46,68	2,3
	SSV2	03/04/13	15:21:17,4	8,80	72,07	
3	CAN3	04/04/13	15:10:14,4	6,20	50,78	2,2
	SSV2	04/04/13	15:10:19,7	9,51	77,81	
4	CAN3	04/04/13	15:11:01,9	5,90	48,32	2,1
	SSV2	04/04/13	15:11:06,2	9,31	76,17	
5	CAN3	04/04/13	18:23:28,8	11,13	90,91	2,1
	SSV2	04/04/13	18:23:14,2	15,10	123,67	
6	CAN3	05/04/13	14:39:00,1	5,90	48,32	2,0
	SSV2	05/04/13	14:39:04,7	8,60	70,43	
7	CAN3	05/04/13	20:42:41,6	5,90	48,32	2,0
	SSV2	05/04/13	20:42:45,7	8,80	72,07	
8	CAN3	05/04/13	20:59:09,2	5,80	47,50	2,0
	SSV2	05/04/13	20:59:13,9	8,60	70,43	
9	CAN3	05/04/13	21:00:38,7	5,90	48,32	2,0
	SSV2	05/04/13	21:00:43,5	8,60	70,43	
10	CAN3	05/04/13	21:02:00,9	6,00	49,14	2,0
	SSV2	05/04/13	21:02:05,9	8,60	70,43	
11	CAN3	08/04/13	14:52:33,2	5,80	47,50	2,0
	SSV2	08/04/13	14:52:36,3	8,80	72,07	

Tabela 2 – Continuação.

	Estação	Data	Hora (UTC)	S-P (s)	D (Km)	Magnitude
12	CAN3	08/04/13	14:54:13,3	5,90	48,32	2,0
	SSV2	08/04/13	14:54:16,3	8,80	72,07	
13	CAN3	09/04/13	20:39:35,9	5,90	48,32	2,1
	SSV2	09/04/13	20:39:41,5	8,70	71,25	
14	CAN3	09/04/13	20:41:21,6	5,90	48,32	2,1
	SSV2	09/04/13	20:41:06,3	8,70	71,25	
15	CAN3	11/04/13	14:36:52,6	5,90	48,32	2,1
	SSV2	11/04/13	14:36:57,7	8,70	71,25	
16	CAN3	11/04/13	14:37:25,1	5,90	48,32	2,0
	SSV2	11/04/13	14:37:30,4	8,80	72,07	
17	CAN3	11/04/13	14:38:10,8	5,90	48,32	2,0
	SSV2	11/04/13	14:38:14,7	8,80	72,07	
18	CAN3	12/04/13	20:47:24,0	5,90	48,32	2,0
	SSV2	12/04/13	20:47:28,8	8,70	71,25	
19	CAN3	12/04/13	21:48:35,8	5,90	48,32	2,0
	SSV2	12/04/13	21:48:39,9	8,80	72,07	
20	CAN3	12/04/13	21:50:22,5	5,90	48,32	2,0
	SSV2	12/04/13	21:50:27,5	8,80	72,07	
21	CAN3	13/04/13	14:17:10,2	5,70	46,68	2,0
	SSV2	13/04/13	14:17:14,3	8,60	70,43	
22	CAN3	16/04/13	17:23:34,4	6,00	49,14	2,0
	SSV2	16/04/13	17:23:36,0	8,70	71,25	
23	CAN3	16/04/13	17:46:22,4	5,90	48,32	2,1
	SSV2	16/04/13	17:46:27,3	8,80	72,07	
24	CAN3	16/04/13	17:49:10,1	5,90	48,32	2,1
	SSV2	16/04/13	17:49:14,4	8,70	71,25	
25	CAN3	17/04/13	20:29:20,4	5,80	47,50	2,0
	SSV2	17/04/13	20:29:29,5	8,70	71,25	
26	CAN3	19/04/13	15:01:09,8	5,90	48,32	2,1
	SSV2	19/04/13	15:01:14,6	8,70	71,25	
27	CAN3	19/04/13	15:02:16,2	6,00	49,14	2,0
	SSV2	19/04/13	15:02:20,9	8,80	72,07	
28	CAN3	22/04/13	14:58:04,5	5,90	48,32	2,0
	SSV2	22/04/13	14:58:09,9	8,80	72,07	
29	CAN3	23/04/13	14:55:38,8	6,00	49,14	2,0
	SSV2	23/04/13	14:55:43,8	8,80	72,07	
30	CAN3	23/04/13	15:11:47,6	6,00	49,14	2,0
	SSV2	23/04/13	15:11:52,6	8,80	72,07	
31	CAN3	24/04/13	14:32:24,7	6,00	49,14	2,0
	SSV2	24/04/13	14:32:27,9	8,80	72,07	
32	CAN3	24/04/13	14:42:10,4	5,90	48,32	2,0
	SSV2	24/04/13	14:42:15,7	8,70	71,25	
33	CAN3	24/04/13	14:42:47,5	5,70	46,68	2,0
	SSV2	24/04/13	14:42:52,6	8,50	69,62	
34	CAN3	25/04/13	14:36:04,9	5,90	48,32	2,0
	SSV2	25/04/13	14:36:09,9	8,70	71,25	
35	CAN3	26/04/13	14:52:01,6	6,00	49,14	2,0
	SSV2	26/04/13	14:52:57,0	8,80	72,07	

Tabela 2 – Continuação.

	Estação	Data	Hora (UTC)	S-P (s)	D (Km)	Magnitude
36	CAN3	26/04/13	15:06:43,7	6,00	49,14	2,0
	SSV2	26/04/13	15:06:48,5	8,80	72,07	
37	CAN3	26/04/13	15:07:34,6	5,90	48,32	2,0
	SSV2	26/04/13	15:07:38,3	8,70	71,25	
38	CAN3	26/04/13	15:42:35,8	5,60	45,86	2,0
39	CAN3	26/04/13	15:44:34,0	5,70	46,68	2,0
	SSV2	26/04/13	15:44:38,2	8,80	72,07	
40	CAN3	29/04/13	14:49:38,3	5,80	47,50	2,0
	SSV2	29/04/13	14:49:42,6	8,60	70,43	
41	CAN3	29/04/13	15:09:34,6	6,10	49,96	2,0
	SSV2	29/04/13	15:09:39,4	8,80	72,07	
42	CAN3	29/04/13	15:10:38,5	6,00	49,14	2,0
	SSV2	29/04/13	15:10:43,8	8,70	71,25	
43	CAN3	30/04/13	17:37:44,2	5,90	48,32	2,0
	SSV2	30/04/13	17:37:49,9	8,80	72,07	
44	CAN3	30/04/13	17:53:11,5	5,90	48,32	2,0
	SSV2	30/04/13	17:53:16,1	8,70	71,25	
45	CAN3	01/05/13	14:49:57,2	6,00	49,14	2,0
	SSV2	01/05/13	14:49:51,0	8,70	71,25	
46	CAN3	02/05/13	14:45:27,6	5,80	47,50	2,1
	SSV2	02/05/13	14:45:31,7	8,70	71,25	
47	CAN3	02/05/13	14:46:37,5	5,90	48,32	2,0
	SSV2	02/05/13	14:46:42,5	8,80	72,07	
48	CAN3	03/05/13	14:36:48,8	5,90	48,32	2,1
	SSV2	03/05/13	14:36:54,2	8,50	69,62	
49	CAN3	03/05/13	14:38:52,9	5,90	48,32	2,0
	SSV2	03/05/13	14:38:57,6	8,70	71,25	
50	CAN3	03/05/13	14:40:21,8	6,00	49,14	2,0
	SSV2	03/05/13	14:40:26,1	8,80	72,07	
51	CAN3	06/05/13	17:17:51,2	5,90	48,32	0,8
	SSV2	06/05/13	17:17:56,1	8,80	72,07	
52	CAN3	07/05/13	14:41:01,6	5,90	48,32	2,1
	SSV2	07/05/13	14:41:06,5	8,70	71,25	
53	CAN3	07/05/13	14:58:57,8	5,90	48,32	2,0
	SSV2	07/05/13	14:59:01,0	8,70	71,25	
54	CAN3	07/05/13	17:18:36,0	5,90	48,32	2,0
	SSV2	07/05/13	17:18:41,7	8,80	72,07	
55	CAN3	08/05/13	14:49:46,1	5,80	47,50	2,1
	SSV2	08/05/13	14:49:50,3	8,80	72,07	
56	CAN3	08/05/13	14:53:04,9	5,90	48,32	2,0
	SSV2	08/05/13	14:53:09,1	8,80	72,07	
57	CAN3	10/05/13	14:19:52,2	6,00	49,14	2,1
	SSV2	10/05/13	14:19:56,6	8,80	72,07	
58	CAN3	10/05/13	14:21:42,1	5,90	48,32	2,1
	SSV2	10/05/13	14:21:46,6	8,70	71,25	
59	CAN3	10/05/13	17:26:30,9	6,00	49,14	2,1
	SSV2	10/05/13	17:26:35,9	8,80	72,07	
60	CAN3	13/05/13	15:16:33,1	6,00	49,14	2,1

Tabela 2 – Continuação.

	Estação	Data	Hora (UTC)	S-P (s)	D (Km)	Magnitude
	SSV2	13/05/13	15:16:37,4	8,80	72,07	
61	CAN3	13/05/13	15:19:47,4	6,00	49,14	2,0
	SSV2	13/05/13	15:19:12,2	8,70	71,25	
62	CAN3	13/05/13	15:20:30,1	5,90	48,32	2,1
	SSV2	13/05/13	15:20:36,1	8,70	71,25	
63	CAN3	16/05/13	14:56:04,9	6,00	49,14	2,1
	SSV2	16/05/13	14:56:10,2	8,80	72,07	
64	CAN3	16/05/13	15:11:57,4	5,90	48,32	2,0
	SSV2	16/05/13	15:12:01,9	8,70	71,25	
65	CAN3	16/05/13	15:13:38,0	5,70	46,68	2,0
	SSV2	16/05/13	15:13:42,7	8,60	70,43	
66	CAN3	16/05/13	15:15:07,0	5,90	48,32	2,0
	SSV2	16/05/13	15:15:12,5	8,70	71,25	
67	CAN3	18/05/13	14:17:47,9	6,00	49,14	2,0
	SSV2	18/05/13	14:17:52,9	8,80	72,07	
68	CAN3	18/05/13	14:18:28,5	6,00	49,14	2,0
	SSV2	18/05/13	14:18:33,3	8,80	72,07	
69	CAN3	18/05/13	14:19:49,3	5,90	48,32	2,0
	SSV2	18/05/13	14:19:54,1	8,70	71,25	
70	CAN3	18/05/13	14:34:17,5	5,70	46,68	2,0
	SSV2	18/05/13	14:34:32,8	8,60	70,43	
71	CAN3	21/05/13	14:20:09,7	5,90	48,32	2,0
	SSV2	21/05/13	14:20:14,7	8,80	72,07	
72	CAN3	21/05/13	14:23:29,6	6,00	49,14	2,0
	SSV2	21/05/13	14:23:34,4	8,70	71,25	
73	CAN3	21/05/13	14:24:29,7	6,00	49,14	2,0
	SSV2	21/05/13	14:24:34,9	8,50	69,62	
74	CAN3	24/05/13	17:47:35,8	6,00	49,14	2,0
	SSV2	24/05/13	17:47:40,6	8,70	71,25	
75	CAN3	24/05/13	17:48:46,6	5,90	48,32	2,0
	SSV2	24/05/13	17:48:53,2	8,80	72,07	
76	CAN3	24/05/13	17:49:49,8	5,80	47,50	2,0
	SSV2	24/05/13	17:49:54,3	8,80	72,07	
77	CAN3	24/05/13	17:51:38,7	6,10	49,96	2,0
	SSV2	24/05/13	17:51:43,1	8,50	69,62	
78	CAN3	24/05/13	17:52:52,9	5,70	46,68	2,0
	SSV2	24/05/13	17:52:57,9	8,50	69,62	
79	CAN3	27/05/13	14:28:58,5	6,00	49,14	2,0
	SSV2	27/05/13	14:29:03,5	8,80	72,07	
80	CAN3	29/05/13	14:59:09,5	5,90	48,32	2,0
	SSV2	29/05/13	14:59:14,0	8,70	71,25	
81	CAN3	29/05/13	15:00:05,0	6,00	49,14	2,0
	SSV2	29/05/13	15:00:09,4	8,70	71,25	
82	CAN3	29/05/13	15:02:45,2	6,00	49,14	2,0
	SSV2	29/05/13	15:02:50,2	8,80	72,07	
83	CAN3	01/06/13	13:54:21,3	5,90	48,32	2,0
	SSV2	01/06/13	13:54:26,4	8,80	72,07	
84	CAN3	01/06/13	13:55:20,0	5,90	48,32	2,0

Tabela 2 – Continuação.

	Estação	Data	Hora (UTC)	S-P (s)	D (Km)	Magnitude
	SSV2	01/06/13	13:55:24,5	8,70	71,25	
85	CAN3	01/06/13	14:21:15,4	6,00	49,14	2,0
	SSV2	01/06/13	14:21:20,3	8,70	71,25	
86	CAN3	01/06/13	14:22:32,8	5,80	47,50	2,1
	SSV2	01/06/13	14:22:37,8	8,50	69,62	
87	CAN3	04/06/13	14:35:22,8	5,90	48,32	2,0
	SSV2	04/06/13	14:35:26,9	8,70	71,25	
88	CAN3	04/06/13	17:09:42,8	5,90	48,32	2,1
	SSV2	04/06/13	17:09:47,3	8,80	72,07	
89	CAN3	04/06/13	17:11:09,9	5,80	47,50	2,1
	SSV2	04/06/13	17:11:14,4	8,70	71,25	
90	CAN3	05/06/13	17:22:17,3	5,90	48,32	2,1
	SSV2	05/06/13	17:22:21,6	8,80	72,07	
91	CAN3	05/06/13	17:23:03,9	5,90	48,32	2,1
	SSV2	05/06/13	17:23:08,3	8,80	72,07	
92	CAN3	05/06/13	17:37:06,3	5,90	48,32	2,1
	SSV2	05/06/13	17:37:11,1	8,80	72,07	
93	CAN3	05/06/13	20:03:41,9	12,13	99,10	2,4
	SSV2	05/06/13	20:03:47,6	14,40	117,94	
94	CAN3	07/06/13	15:10:15,2	5,80	47,50	2,1
	SSV2	07/06/13	15:10:20,0	8,70	71,25	
95	CAN3	07/06/13	15:12:37,9	5,80	47,50	2,0
	SSV2	07/06/13	15:12:53,6	8,70	71,25	
96	CAN3	07/06/13	15:13:33,0	5,90	48,32	2,0
	SSV2	07/06/13	15:13:38,8	8,80	72,07	
97	CAN3	07/06/13	17:15:03,9	5,90	48,32	2,0
	SSV2	07/06/13	17:15:08,0	8,70	71,25	
98	CAN3	08/06/13	14:41:19,6	5,80	47,50	2,0
	SSV2	08/06/13	14:41:24,3	8,70	71,25	
99	CAN3	11/06/13	17:28:52,2	5,80	47,50	2,0
	SSV2	11/06/13	17:28:57,4	8,80	72,07	
100	CAN3	11/06/13	17:32:03,0	5,90	48,32	2,1
	SSV2	11/06/13	17:32:08,3	8,70	71,25	
101	CAN3	11/06/13	17:50:24,8	5,90	48,32	2,0
	SSV2	11/06/13	17:50:30,2	8,80	72,07	
102	CAN3	12/06/13	14:08:28,8	5,90	48,32	2,1
	SSV2	12/06/13	14:08:33,5	8,80	72,07	
103	CAN3	14/06/13	14:29:22,6	6,00	49,14	2,1
	SSV2	14/06/13	14:29:27,5	8,80	72,07	
104	CAN3	14/06/13	14:45:32,6	5,90	48,32	2,0
	SSV2	14/06/13	14:45:37,8	8,70	71,25	
105	CAN3	14/06/13	14:47:46,0	5,90	48,32	2,0
	SSV2	14/06/13	14:47:50,4	8,80	72,07	
106	CAN3	14/06/13	14:48:41,2	5,90	48,32	2,1
	SSV2	14/06/13	14:48:41,2	8,80	72,07	
107	CAN3	14/06/13	15:12:39,2	5,90	48,32	2,0
	SSV2	14/06/13	15:12:44,3	8,70	71,25	
108	CAN3	17/06/13	17:17:09,6	5,80	47,50	2,1

Tabela 2 – Continuação.

	Estação	Data	Hora (UTC)	S-P (s)	D (Km)	Magnitude
	SSV2	17/06/13	17:17:13,8	8,70	71,25	
109	CAN3	18/06/13	14:17:57,1	5,90	48,32	2,0
	SSV2	18/06/13	14:18:02,0	8,70	71,25	
110	CAN3	18/06/13	14:18:37,9	5,90	48,32	2,0
	SSV2	18/06/13	14:18:42,7	8,80	72,07	
111	CAN3	18/06/13	14:20:43,4	5,70	46,68	2,0
	SSV2	18/06/13	14:20:48,5	8,80	72,07	
112	CAN3	18/06/13	14:21:11,7	5,90	48,32	2,0
	SSV2	18/06/13	14:21:16,7	8,80	72,07	
113	CAN3	21/06/13	15:23:23,0	5,80	47,50	2,1
	SSV2	21/06/13	15:23:27,5	8,80	72,07	
114	CAN3	21/06/13	15:24:10,4	5,80	47,50	2,0
	SSV2	21/06/13	15:24:15,2	8,70	71,25	
115	CAN3	21/06/13	15:40:51,2	5,70	46,68	2,0
	SSV2	21/06/13	15:40:59,3	8,60	70,43	
116	CAN3	21/06/13	15:43:39,5	5,90	48,32	2,1
	SSV2	21/06/13	15:43:49,7	8,70	71,25	
117	CAN3	25/06/13	14:09:06,1	5,80	47,50	2,0
	SSV2	25/06/13	14:09:10,2	8,70	71,25	
118	CAN3	25/06/13	14:09:51,7	5,70	46,68	2,0
	SSV2	25/06/13	14:09:56,8	8,60	70,43	
119	CAN3	25/06/13	14:11:07,1	6,00	49,14	2,0
	SSV2	25/06/13	14:11:09,8	8,80	72,07	
120	CAN3	25/06/13	14:22:09,2	5,80	47,50	2,0
	SSV2	25/06/13	14:22:13,3	8,70	71,25	
121	CAN3	26/06/13	14:39:40,7	5,80	47,50	2,1
	SSV2	26/06/13	14:39:45,5	8,60	70,43	
122	CAN3	27/06/13	14:10:47,4	6,00	49,14	2,1
	SSV2	27/06/13	14:10:51,8	8,80	72,07	
123	CAN3	29/06/13	14:27:05,3	5,80	47,50	2,1
	SSV2	29/06/13	14:27:10,3	8,89	72,89	
124	CAN3	29/06/13	14:28:54,8	5,90	48,32	2,0
	SSV2	29/06/13	14:28:59,6	8,80	72,07	
125	CAN3	29/06/13	14:29:50,0	5,90	48,32	2,0
	SSV2	29/06/13	14:29:05,9	8,70	71,25	

Considerando as distâncias epicentrais desses eventos (em torno de 51 km de CAN3 e 77 km de SSV2) e as assinaturas sísmicas dos registros dessas explosões, conclui-se que ocorreram na área de exploração da Mineradora SAMA S/A, localizada na cidade de Minaçu (GO),.

A Figura 1 mostra o mapa com a localização das estações sismográficas CAN3 e SSV2, da mineradora SAMA S/A e dos reservatórios das UHEs São Salvador e Cana Brava.

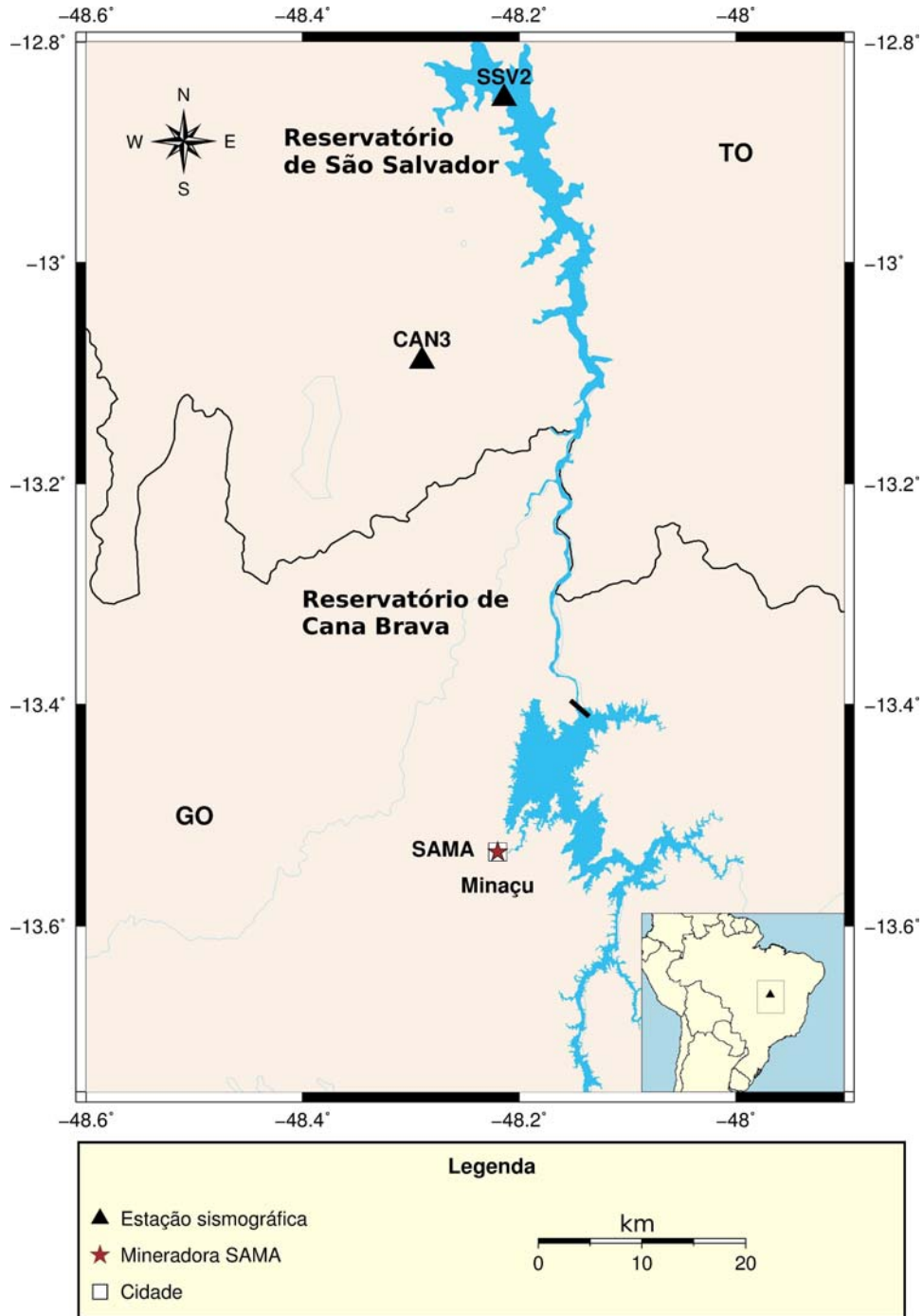


Figura 1 - Mapa com a localização das estações CAN3 e SSV2, da mineradora SAMA S/A e dos reservatórios das UHEs São Salvador e Cana Brava.

As figuras 2 e 3 apresentam as formas de onda de duas explosões detectadas pelas estações CAN3 e SSV2. Observe que o registro na Estação CAN3 possui menor diferença de tempo entre as fase P e S, além de amplitudes maiores, devido à menor distância desta em relação ao local de detonação, ocorrida na mineradora SAMA S/A. As marcações de tempo das fases P e S são indicadas pelos cursores EPU2 e ESU2, respectivamente.

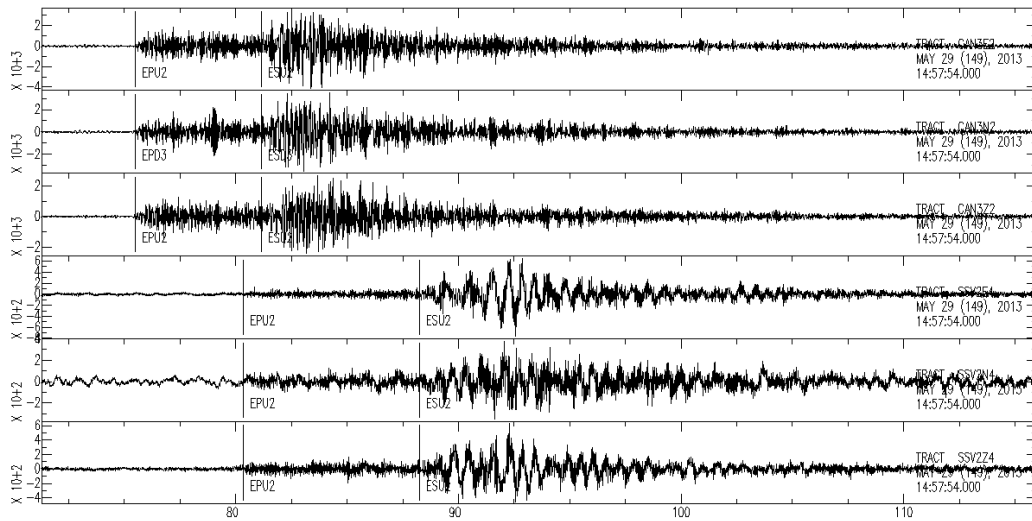


Figura 2 - Formas de onda da explosão local registrada pelas estações CAN3 e SSV2 no dia 29/05/2013, às 14:59:09,5 UTC (CAN3), com magnitude estimada em 2,0 mD.

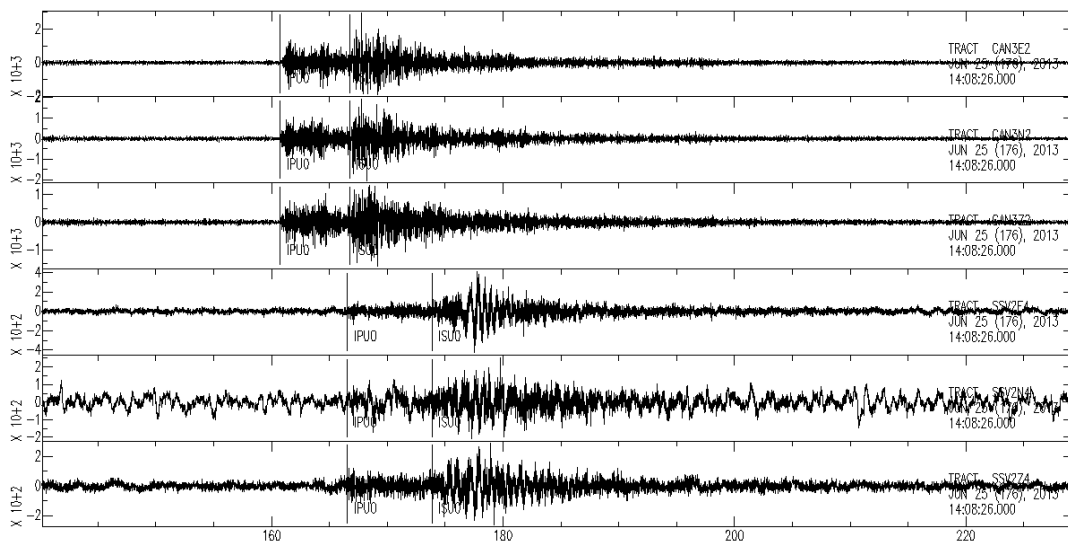


Figura 3 - Formas de onda da explosão local registrada pelas estações CAN3 e SSV2 no dia 25/06/2013, às 14:09:51,7 UTC (CAN3), com magnitude estimada em 2,0 mD.

b) Eventos naturais

A Tabela 3 apresenta os parâmetros sísmicos dos eventos naturais locais. Devido à insuficiência de informações, apenas um destes eventos pôde ser localizado, por ter apresentado a polaridade clara da onda P nas três componentes dos sismogramas gerados pelas estações CAN3 e SSV2.

Tabela 3 – Eventos naturais locais registrados no período de abril a junho de 2013.

	ESTAÇÃO	DATA	HORA	S-P(s)	D(km)	MAG(mD)	LOCALIZAÇÃO
1	CAN3	02/04/13	00:07:44,1	12,20	99,92	2,2	-
2	SSV2	13/04/13	23:55:05,6	3,30	27,00	1,9	-
	CAN3	13/04/13	23:55:03,3	1,90	15,56		
3	CAN3	16/04/13	23:07:05,1	3,10	25,00	3,0	-
	SSV2	16/04/13	23:07:03,3	4,40	36,00		
4	SSV2	18/04/13	10:12:21,8	6,60	54,00	1,7	-
5	SSV2	23/04/13	22:51:38,6	13,90	113,00	2,0	-
6	SSV2	26/04/13	6:50:10,9	5,90	48,00	2,7	-
	CAN3	26/04/13	6:50:08,8	4,57	36,00		
7	SSV2	11/05/13	23:38:18,4	8,10	66,00	2,5	-
	CAN3	11/05/13	23:38:16,3	6,50	53,00		
8	CAN3	26/05/13	14:08:38,1	13,40	109,75	2,6	-
	SSV2	26/05/13	14:08:35,9	12,20	99,92		
9	SSV2	01/06/13	22:01:31,4	15,10	123,67		-
10	CAN3	01/06/13	1:03:37,9	13,30	108,93	2,5	-
11	CAN3	01/06/13	22:01:26,8	12,30	100,74	2,4	-
12	SSV2	06/06/13	4:04:41,5	15,10	123,67	2,4	-
	CAN3	06/06/13	4:04:36,4	13,10	107,29		
13	SSV2	06/06/13	19:43:50,5	14,40	117,94	2,9	-
	CAN3	06/06/13	19:43:45,8	13,30	108,93		
14	SSV2	10/06/13	1:00:35,3	14,20	116,00	3,1	-
15	CAN3	22/06/13	10:56:25,6	14,70	120,00	3,0	-
	SSV2	22/06/13	10:56:35,3	13,10	107,00		
16	CAN3	22/06/13	6:05:06,6	11,70	95,82	3,6M _R	Lat.-13,7834°, Long.-492489° (Erro ± 0,162°);
	SSV2	22/06/13	6:05:09,5	13,10	107,00		
17	SSV2	24/06/13	4:54:46,8	14,60	119,50	2,8	-
	CAN3	24/06/13	4:54:49,3	13,10	107,29		-

O evento que se destacou nessa listagem é o que ocorreu na região sísmica entre Mutunópolis e Estrela do Norte, Goiás, no dia 22 de junho, relacionado com a sismicidade observada ao longo da Faixa Sísmica Goiás-Tocantins (cuja orientação é NE-SW e a largura é, aproximadamente, 200 km), na qual se insere o reservatório de São Salvador. A Figura 4 mostra as formas

de onda deste sismo natural local, indicando o tempo das marcações das fases P (EPU1) e S (ESU1), respectivamente. O mapa da Figura 5 mostra o epicentro deste evento.

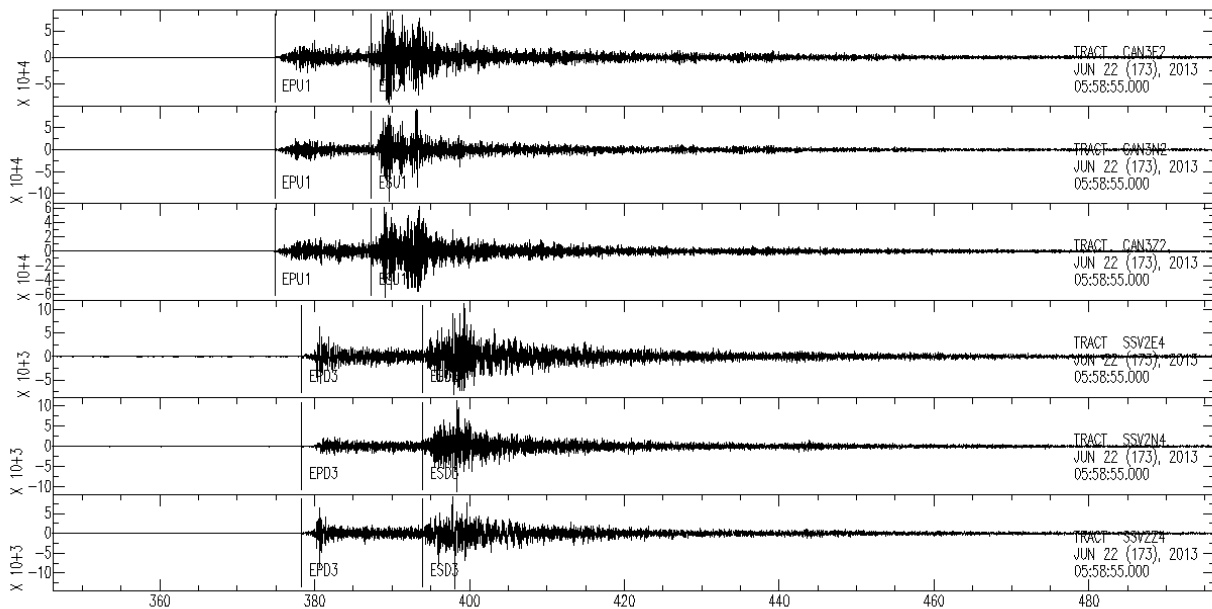


Figura 4 - Registro das formas de onda do evento natural local ocorrido no dia 22/06/2013, às 06:05:09,5 UTC (CAN3), detectado pelas estações sismográficas CAN3 e SSV2, com magnitude 3,6 mR e epicentro próximo a Mutunópolis/GO.

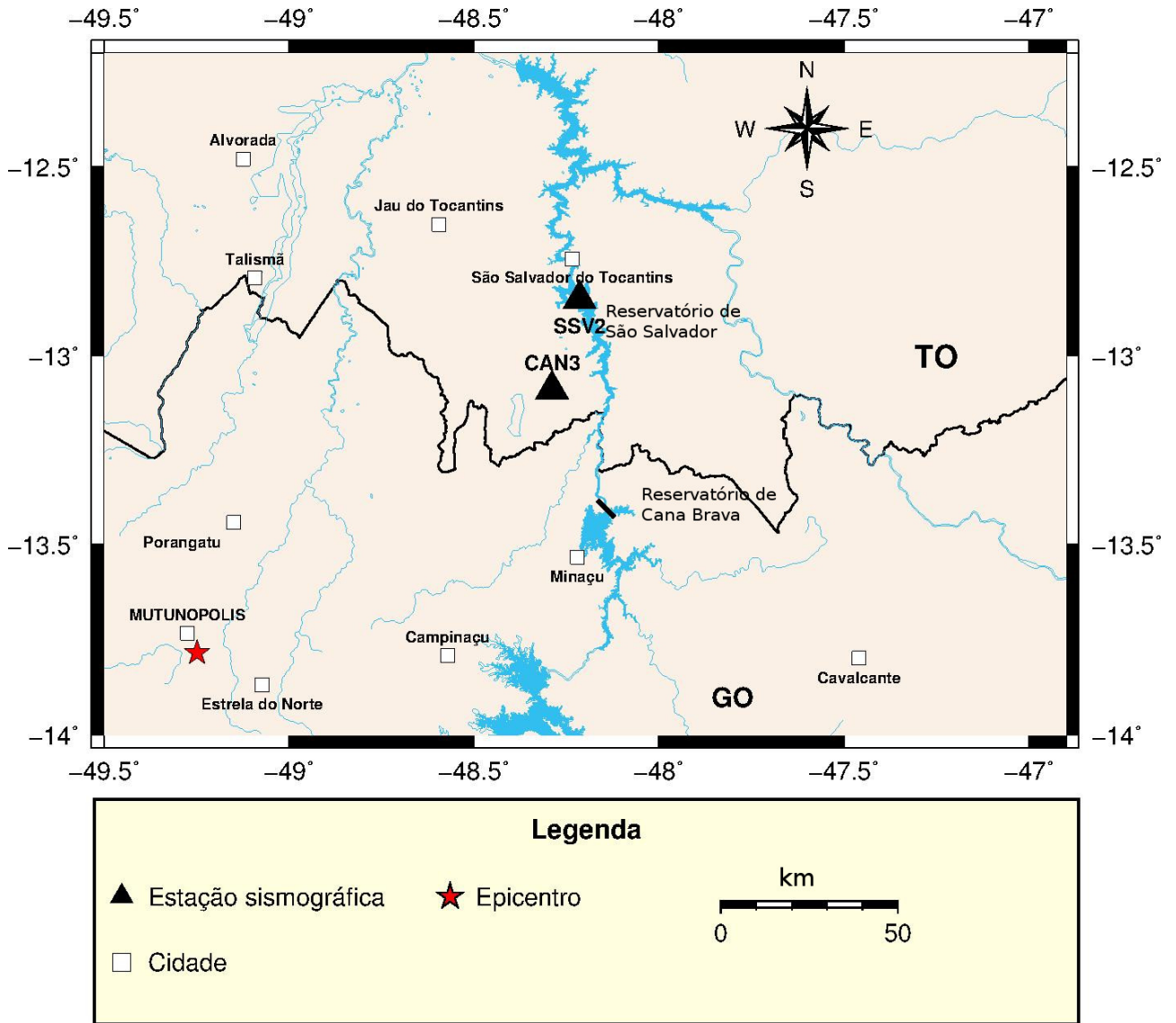


Figura 5 - Mapa com a localização epicentral do evento natural local detectado pelas estações CAN3 e SSV2 no período de abril a junho de 2013.

4.1.2. Eventos regionais

No período de abril a junho de 2013, foram registrados, pelas estações SSV2 e CAN3, 70 (setenta) eventos regionais, dos quais 65 (sessenta e cinco) são possíveis explosões e 5 (cinco) são eventos naturais (tectônicos).

a) Possíveis explosões

A Tabela 4 apresenta os parâmetros sísmicos dos eventos classificados como explosões regionais. Nenhum deles pôde ser localizado devido à polaridade da onda P não ser clara nas três componentes dos sismogramas gerados pelas estações CAN3 e SSV2.

Tabela 4 – Possíveis explosões regionais registradas no período de abril a junho de 2013.

	ESTAÇÃO	DATA	HORA	S-P(s)	D(km)	MAG (m _D)
1	SSV2	03/04/13	17:49:53,7	24,10	206,64	2,3
2	CAN3	09/04/13	15:39:16,0	19,70	166,24	2,5
3	CAN3	09/04/13	15:39:16,0	19,60	165,31	2,4
4	CAN3	12/094/13	15:58:34,4	19,10	160,66	2,4
5	CAN3	12/04/13	16:05:21,8	18,90	158,80	2,4
6	CAN3	12/04/13	16:08:02,6	19,00	159,73	2,4
7	CAN3	16/04/13	16:06:14,9	18,60	156,01	2,4
8	CAN3	16/04/13	16:11:41,4	19,20	161,59	2,4
9	CAN3	16/04/13	16:28:44,5	19,30	162,52	2,4
10	SSV2	16/04/13	18:18:25,4	17,00	141,13	2,4
11	CAN3	20/04/13	16:16:28,7	19,20	161,59	2,4
12	CAN3	20/04/13	16:24:18,9	19,20	161,59	2,4
13	CAN3	20/04/13	19:55:08,2	19,30	162,52	2,4
14	CAN3	25/04/13	15:35:30,0	19,40	163,45	2,4
15	CAN3	26/04/13	16:11:29,4	19,60	165,31	2,4
16	SSV2	26/04/13	19:30:09,4	16,70	138,34	2,4
17	SSV2	28/04/13	14:49:04,2	17,11	142,06	2,4
18	CAN3	01/05/13	16:18:14,7	19,60	165,31	2,4
19	CAN3	03/05/13	15:59:27,2	17,80	148,57	2,4
20	CAN3	04/05/13	16:07:55,2	18,50	155,08	2,4
21	CAN3	06/05/13	15:34:31,5	18,20	152,29	2,4
22	CAN3	07/05/13	14:52:52,2	18,30	153,22	2,4
23	CAN3	08/05/13	19:18:34,7	20,10	169,96	2,4
24	CAN3	14/05/13	16:08:32,7	19,70	166,24	2,4
25	CAN3	15/05/13	15:49:41,8	18,90	158,8	2,4

Tabela 4 – Continuação.

	ESTAÇÃO	DATA	HORA	S-P(s)	D(km)	MAG (m _D)
26	CAN3	15/05/13	15:54:22,9	19,6	165,31	2,4
27	CAN3	20/05/13	16:30:15,6	19,9	168,1	2,4
28	CAN3	22/05/13	15:52:51,7	21,5	182,98	2,4
29	CAN3	23/05/13	15:50:03,1	18,2	152,29	2,4
30	CAN3	24/05/13	19:27:35,1	19,7	166,24	2,4
31	CAN3	25/05/13	19:32:16,1	18,8	157,87	2,4
32	CAN3	28/05/13	21:41:55,6	23,4	200,65	2,5
33	CAN3	29/05/13	13:46:01,4	22,1	188,56	2,4
34	CAN3	31/05/13	15:46:42,8	17,8	148,57	2,5
35	CAN3	05/06/13	16:01:13,3	18,6	156,01	2,4
36	CAN3	07/06/13	16:34:55,8	18,2	152,29	2,4
37	CAN3	08/06/13	16:52:00,1	21,1	179,26	2,4
38	CAN3	10/06/13	16:11:43,6	19,46	164,38	2,4
39	CAN3	10/06/13	10:00:34,4	22,3	390,04	2,1
40	CAN3	11/06/13	16:23:00,0	18,7	156,94	2,5
41	CAN3	12/06/13	13:42:54,0	21,7	184,84	2,5
42	CAN3	12/06/13	18:51:23,5	20,1	169,96	2,4
43	CAN3	13/06/13	15:04:36,6	18,7	156,94	2,5
44	CAN3	13/06/13	15:48:23,9	20,3	171,82	2,5
45	SSV2	13/06/13	21:05:15,0	17,3	143,92	2,5
46	CAN3	14/06/13	16:11:51,5	18,6	156,01	2,5
47	CAN3	14/06/13	18:42:12,9	20,7	175,54	2,4
48	CAN3	15/06/13	18:33:06,4	23,4	200,65	2,5
49	CAN3	17/06/13	16:34:17,2	19,4	163,45	2,5
50	CAN3	18/06/13	17:46:31,0	24,2	207,75	2,3
51	CAN3	18/06/13	19:26:33,1	19,5	164,38	2,2
52	CAN3	18/06/13	19:35:52,3	18,7	156,94	1,3
53	CAN3	18/06/13	20:48:01,6	19,8	167,17	2,3
54	CAN3	20/06/13	15:30:29,8	19,6	165,31	2,5
55	CAN3	20/06/13	15:33:51,7	19,6	165,31	2,3
56	CAN3	20/06/13	15:37:07,6	20,4	172,75	2,4
57	CAN3	21/06/13	15:55:37,0	18,9	158,8	2,3
58	CAN3	21/06/13	18:59:53,1	15,1	123,66	2,3
59	CAN3	22/06/13	14:31:26,6	20,7	175,54	2,4
60	CAN3	22/06/13	20:28:19,5	24,2	207,75	2,2
61	CAN3	24/06/13	16:09:07,6	19,4	163,45	2,3
62	CAN3	25/06/13	15:39:32,9	18,7	156,94	2,3
63	CAN3	26/06/13	14:36:15,6	15,7	129,04	2,1
64	CAN3	26/06/13	16:03:19,9	19,6	165,31	2,3
65	CAN3	28/06/13	15:59:38,1	18,3	153,22	2,4

A Figura 6 apresenta as formas de onda da possível explosão regional detectada no dia 16 de abril de 2013. As marcações de tempo das fases P e S são indicadas pelos cursores IPU2 e ESU2, respectivamente.

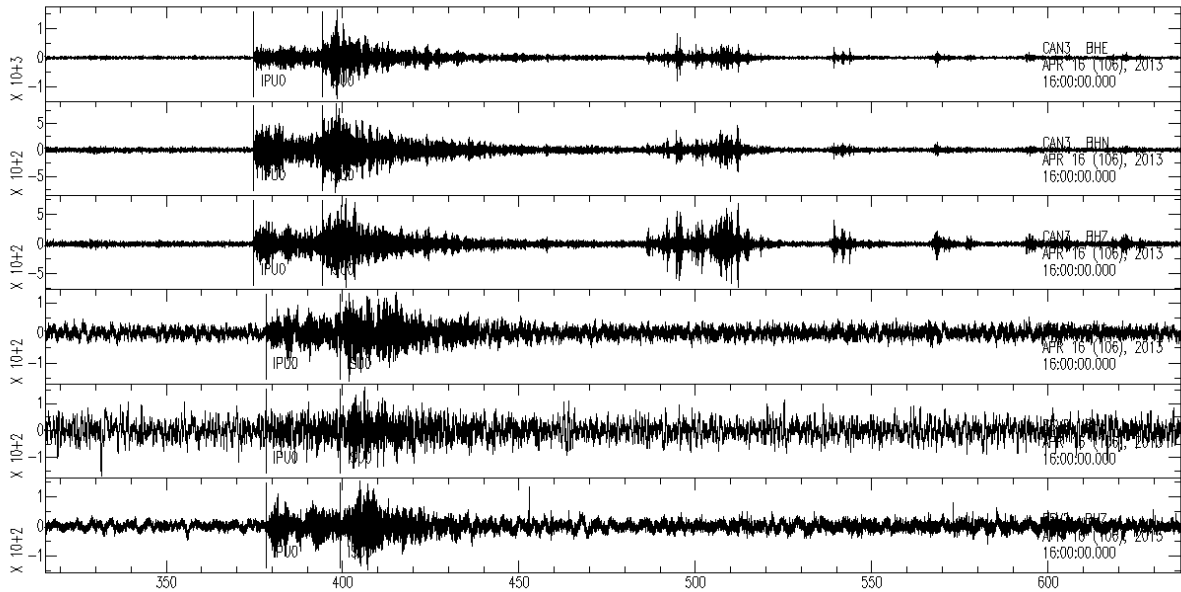


Figura 6 - Formas de onda do evento regional, provavelmente artificial, ocorrido no dia 16/04/2013, às 16:06:14,9 UTC (CAN3), detectado pelas estações sismográficas CAN3 e SSV2, com magnitude 2,4 mD.

b) Eventos naturais

A Tabela 5 apresenta as datas e os horários dos 5 (cinco) eventos classificados como naturais (tectônicos), registrados pelas estações CAN3 e SSV2. Somente um deles pôde ser localizado, por tratar-se de um sismo de magnitude moderada e que foi amplamente registrado por estações sismográficas instaladas em outras unidades da federação, cujas informações foram publicadas no Boletim Sísmico Brasileiro (SISBRA) do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília, no endereço eletrônico <http://www.obsis.unb.br>.

O sismo em questão ocorreu no dia 18 de abril de 2013, às 10h12min (UTC), na cidade de Montes Claros/MG, com magnitude de 3,0 m_R .

Tabela 5 – Sismos naturais regionais registrados no período de abril a junho de 2013.

	ESTAÇÃO	DATA	HORA	S-P	D	MAG	LOCAL
1	CAN3	18/04/13	10:12:15,67	55,9	559,7	3mR	Montes Claros MG
	SSV2		10:12:16,23	61,7	601,3		
2	CAN3	21/06/27	01:00:44,7	39,2	373,3	3,0	
	SSV2		01:01:12,3	41,2	382,1		
3	CAN3	19/05/13	13:42:47,2	21,7	184,8	2,9	
	SSV2		13:43:10,2	22,3	191,2		
4	CAN3	18/05/13	20:24:12,1	46,1	449,9	3,2	
	SSV2		20:25:13,6	47,6	451,9		
5	CAN3	22/06/13	10:56:30,1	27,2	238,7	3,5	
	SSV2		10:56:31,9	29,6	239,6		

A partir de relatos de moradores da cidade de Montes Claros (MG), que sentiram uma vibração do chão e um forte estrondo no momento do tremor, e de relatos prestados pela defesa civil, foi possível estimar Intensidade III, na Escala Mercalli Modificada (MM), para o sismo ocorrido no dia 18/04/2013.

A Figura 7 mostra as formas de onda deste tremor nas estações CAN3 e SSV2, respectivamente. As marcações de tempo das fases P e S são indicadas pelos cursores EPD2 e ESD2, respectivamente.

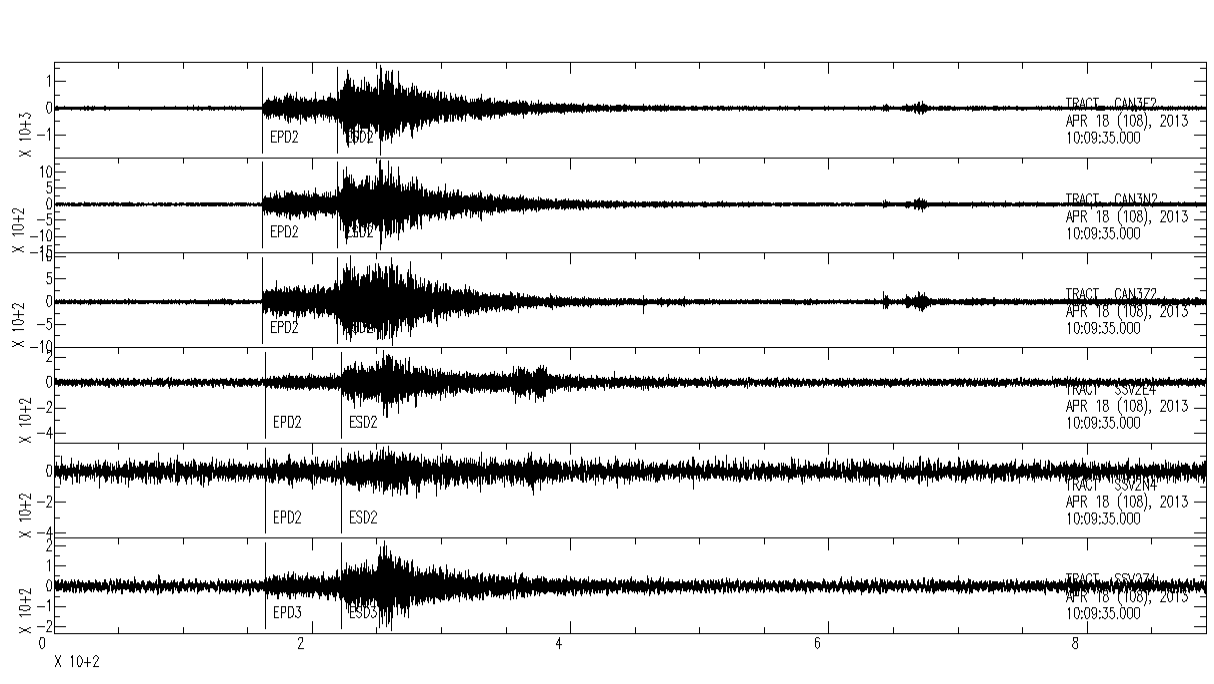


Figura 7 - Registro da forma de onda, nas estações CAN3 e SSV2, do evento regional ocorrido no dia 18/04/2013, às 10:12:16,2 UTC (SSV2) com magnitude de 3,0 mR e epicentro na cidade de Montes Claros (MG).

A Figura 8 mostra o mapa com a localização das estações sismográficas CAN3 e SSV2, bem como o epicentro do evento regional ocorrido em Montes Claros/MG em 18/04/2013 e o epicentro do evento local ocorrido em Mutunópolis/GO, em 22/06/2013.

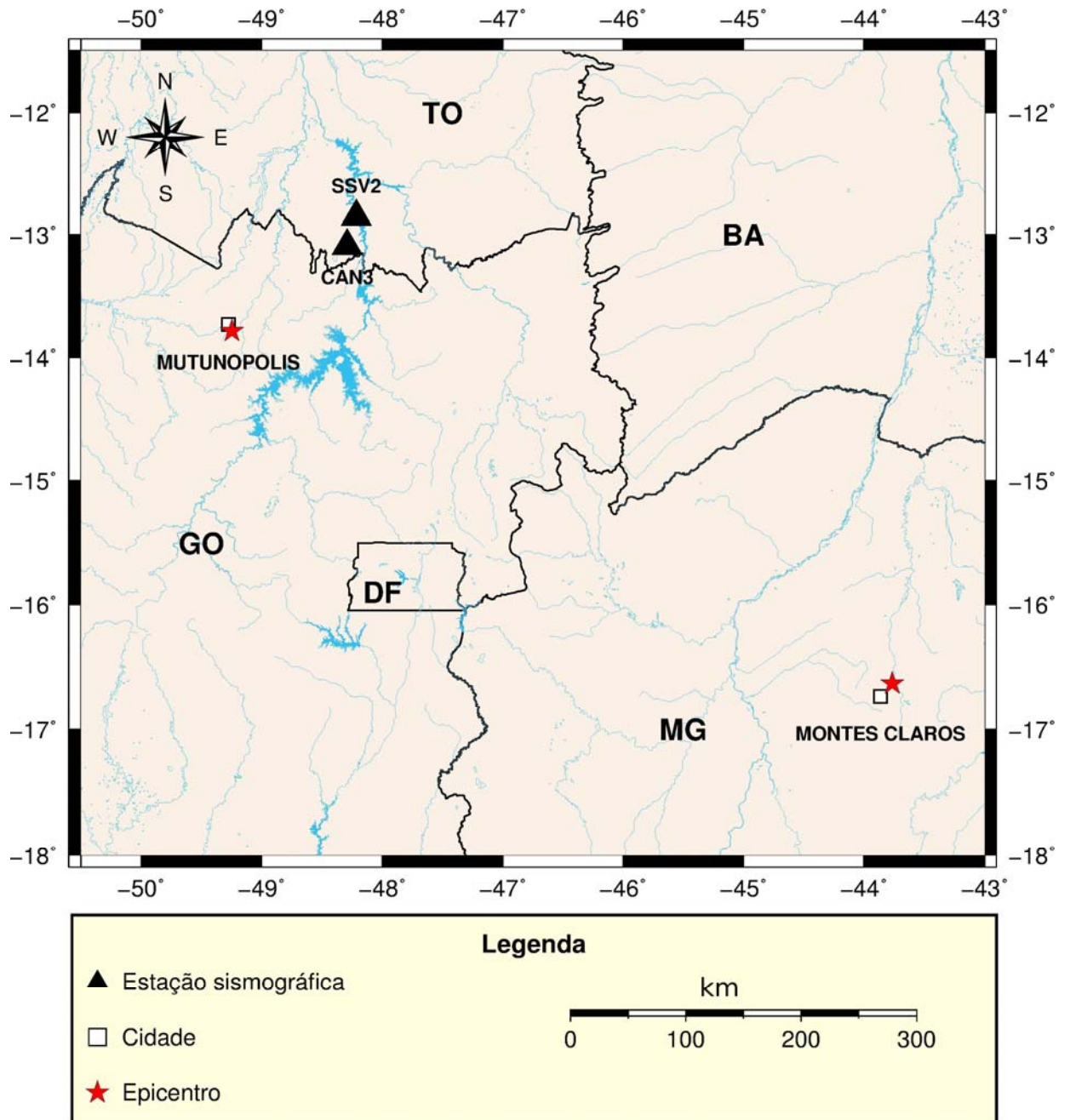
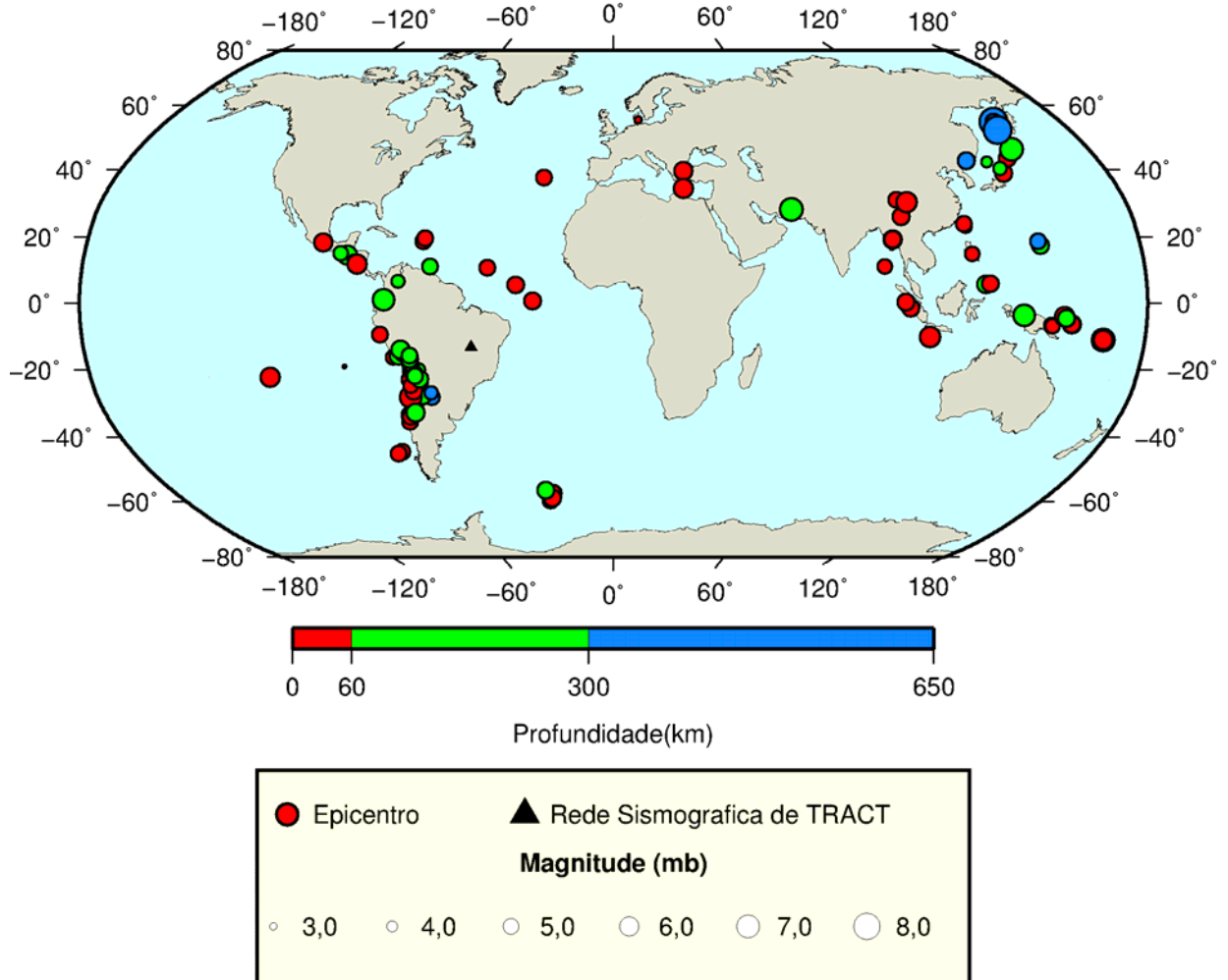


Figura 8 - Mapa com o epicentro do sismo ocorrido na cidade de Montes Claros (MG) no dia 18/04/13 e do sismo ocorrido em Mutunópolis/GO no dia 22/06/13.

4.1.3. Telessismos

No período de abril a junho de 2013 foram registrados, pelas estações SSV2 e CAN3, 50 telessismos. Esses eventos foram identificados a partir das informações dos boletins sísmicos fornecidos pelo "*National Earthquake Information Service*" (NEIS), do "*United States Geological Survey*" (USGS). A listagem completa com a descrição detalhada dos parâmetros sísmicos destes eventos está presente no ANEXO deste relatório.

A Figura 9 mostra o mapa de localização geográfica dos telessismos registrados no trimestre com indicação da profundidade.



GM 2013 Jul 18 17:41:55

Figura 9 - Mapa com a localização epicentral e profundidade dos telessismos registrados no período de abril a junho de 2013.

Merece destaque o evento registrado pelas estações SSV2 e CAN3, que ocorreu no dia 24/06/2013, às 22:04:13,4 UTC (SSV2) (Figura 10), na região central do oceano Atlântico, alcançando magnitude 6,0 Mw.

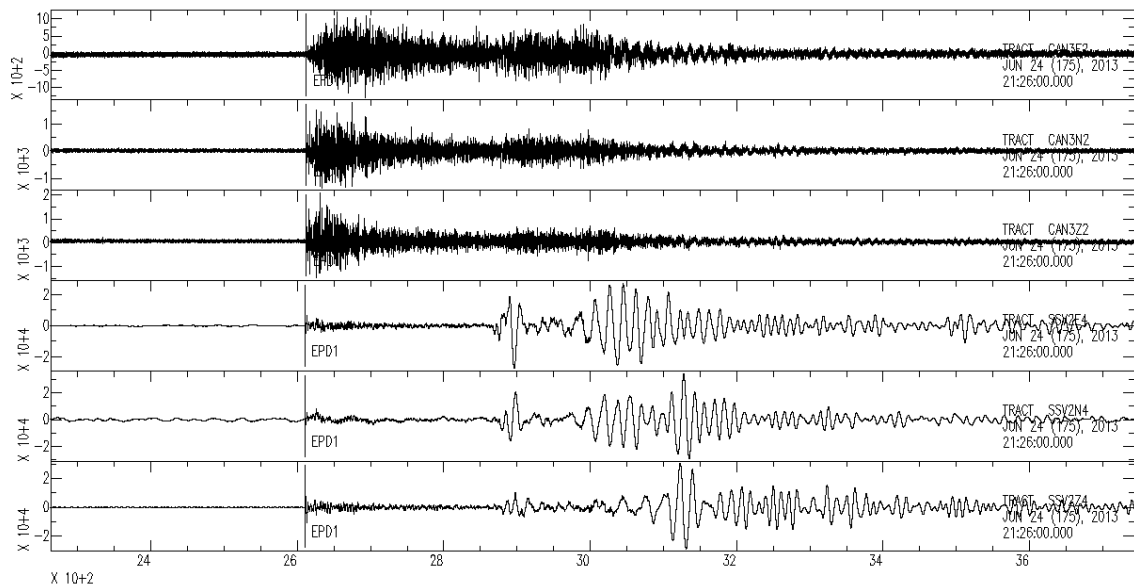


Figura 10 - Registro, nas estações CAN3 e SSV2, da forma de onda do telessismo, ocorrido no dia 24/06/2013.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No trimestre abril a junho de 2013, as estações sismográficas CAN3 e SSV2 apresentaram ótimo desempenho no funcionamento. Nesse período, foram identificados os registros de 262 (duzentos e sessenta e dois) eventos, assim distribuídos: 125 (cento e vinte e cinco) explosões realizadas pela Mineradora SAMA, 65 (sessenta e cinco) prováveis eventos regionais artificiais, 17 (dezesete) eventos naturais locais, 05 (cinco) eventos naturais regionais e 50 (cinquenta) telessismos.

Não foi observada a ocorrência de sismos induzidos pelo reservatório, embora tenham sido detectados eventos naturais locais, os quais, na grande maioria, não puderam ser localizados pela insuficiência de dados, conforme explicado no relatório.

É importante ressaltar a necessidade do monitoramento contínuo do reservatório, devido a sua localização ser em uma região de conhecida sismicidade natural (Faixa Sísmica Goiás-Tocantins), na qual ocorreu terremoto de magnitude 5,0 na escala Richter, próximo ao reservatório da UHE São Salvador (Barros et al., 2011 e 2013; Barros et al., 2013 a,b). Dessa forma, observa-se a importância das estações CAN3 e SSV2 para o monitoramento de atividade sísmica, natural e induzida, na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava.

Brasília, 29 de outubro de 2013.

Prof. Lucas Vieira Barros
Coordenador da Execução do Programa

6. REFERÊNCIAS

ASSUMPÇÃO, M., 1983. A Regional magnitude scale for Brazil. *Bull. Sism. Soc. Am.* 73, 237-246.

BARROS, L.V., ASSUMPÇÃO, M. and CARVALHO, J.M., 2013a. A GT5 Earthquake Identified in Central Brazil, Comprehensive Nuclear-Test-Ban-Treaty science and Technology Conference Book of Abstracts 48-49, Vienna – Austria 17- 21 June.

BARROS, L.V., ASSUMPÇÃO, M. and CAIXETA, D. F., 2013b. A Central Brazil GT5 Event, AGU - Meetings of the Americas, Cancun – Mexico, May 13-17, 2013.

BARROS, L.V., CHIMPLIGANOND, C.N., VON HUELSEN, M.G., FRANÇA, G.S., ALBUQUERQUE, D.F and FONTENELE, D.P. 2013. The Mara Rosa, Goiás State, Brazil, recent seismicity and its relationship with TransTransbrasiliiano Lineament, Latin American Seismology Symposium, Lima – Peru, 4p.

BARROS, L.V., CHIMPLIGANOND, C.N., VON HUELSEN, M.G., FRANÇA, G.S., CAIXETA, D.F., ALBUQUERQUE, D.F. The Mara Rosa 5.0 m_b Earthquake and Aftershock Activity. In: XII International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro.

BOLETIM SÍSMICO BRASILEIRO – CATÁLOGO IAG - Sismologia – IAG/USP. Disponível em: <http://moho.iag.usp.br/sismologia/boletim/boletim2001p.txt>. Acessado em: 29. Nov. 2013.

LEE, W. H. K. and C. M. VALDES (1985). HYP071PC: A personal computer version of the HYP071 earthquake location program, *U. S. Geological Survey Open File Report 85-749*, 43 pp.

LIENERT, B. R. Hypocenter 3.2: A computer Program for Locating Earthquakes Locally, regionally and Globally. Hawaii Institute of Geop. & Planetology, Coreia, 1994.

GURALP SCREAM!, Seismometer Configuration, Real time Acquisition and Monitoring for Windows 98/NT/2000/XP/Linux, version 4.4 (4.4.1.7), Jan 2007.

ANEXO

LEGENDA PARA DADOS SOBRE TELESSISMOS

Estação Código da estação sismográfica.

Dia Dia do mês.

Hora de Chegada Instante da chegada da onda sísmica na estação (hora, minuto, segundo)

Hora de Origem Instante da ocorrência do sismo (hora, minuto, segundo).

Latitude e Longitude Coordenadas geográficas do epicentro em graus decimais. Valores positivos para o hemisfério norte e regiões ao leste do meridiano de origem.

H Profundidade do sismo em quilômetros.

mag Magnitude.

Gap. Gap azimutal de estações em graus.

Nº. 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.

ABRIL/2013

ES- TA- CAO	D I A	Hora de chegada hhmmss	Hora de origem hhmmss	Lati- tude	Longi- tude	H km	mag	Gp Est.	Nº. Regiao	Dist. Az. (graus)	Az. (graus)	Res. (s)	
SSV2	3	0534591	0529363	.73	-27.13	10	4.9	5	60	CENTRAL MID-ATLANTIC RIDG	24.3	237	4.3
SSV2	3	1655221	1635450	19.23	95.65	6	5.8	0	351	MYANMAR. MW 5.4 (WCMT), 5	144.3	276	.7
SSV2	4	0224591	0220343	-23.86	-66.67	187	4.8	7	44	JUJUY, ARGENTINA	21.3	59	-7.7
SSV2	4	1536041	1516277	19.24	95.72	18	5.6	9	336	MYANMAR	144.4	276	1.8
SSV2	5	1755031	1735312	.28	98.69	50	5.5	1	404	NIAS REGION, INDONESIA. M	145.0	249	.4
SSV2	5	1318431	1300021	42.71	131.10	562	5.0	7	95	EASTERN RUSSIA-N.E. CHINA	149.4	358	.7
SSV2	6	0048451	0029551	42.72	130.97	564	5.5	4	621	CHINA-RUSSIA-NORTH KOREA	149.4	358	9.9
SSV2	6	0502321	0442357	-3.51	138.47	66	6.6	1	506	PAPUA, INDONESIA. MW 7.0	163.3	157	2.0
SSV2	6	1115261	1055426	-4.69	153.12	72	5.1	3	103	NEW IRELAND REG, P.N.G.	153.2	128	1.7
SSV2	16	1050091	1044207	28.10	62.05	82	5.0	2	164	IRAN-PAKISTAN BORDER REGI	113.2	268	-759.4
SSV2	19	0325091	0305529	46.22	150.77	113	7.1	1	714	KURIL ISLANDS. MW 7.2	142.4	31	-2.2
SSV2	20	0022301	0002475	30.27	102.93	14	6.5	8	476	WESTERN SICHUAN, CHINA. M	147.5	297	1.5
SSV2	22	1606451	1546395	42.46	138.39	248	4.0	5	25	EASTERN SEA OF JAPAN	149.2	12	51.3
SSV2	23	2334361	2314426	-3.92	152.12	22	6.0	6	222	NEW IRELAND REGION, PAPUA	154.5	128	3.3
SSV2	27	2156061	2151313	-18.26	-69.23	110	5.1	1	50	TARAPACA, CHILE. ML 5.0	21.4	76	-5.3
SSV2	30	0634521	0625236	37.65	-25.00	10	5.0	4	110	AZORES ISLANDS, PORTUGAL.	53.9	208	2.6
CAN3	3	0534591	0529363	.73	-27.13	10	4.9	5	60	CENTRAL MID-ATLANTIC RIDG	25.5	234	-7.0
CAN3	3	1655221	1635450	19.23	95.65	6	5.8	0	351	MYANMAR. MW 5.4 (WCMT), 5	145.1	273	-1.2
CAN3	4	0224591	0220343	-23.86	-66.67	187	4.8	7	44	JUJUY, ARGENTINA	20.0	63	4.7
SSV2	3	0534591	0529363	.73	-27.13	10	4.9	5	60	CENTRAL MID-ATLANTIC RIDG	24.3	237	4.3
SSV2	3	1655221	1635450	19.23	95.65	6	5.8	0	351	MYANMAR. MW 5.4 (WCMT), 5	144.3	276	.7
SSV2	4	0224591	0220343	-23.86	-66.67	187	4.8	7	44	JUJUY, ARGENTINA	21.3	59	-7.7
SSV2	4	1536041	1516277	19.24	95.72	18	5.6	9	336	MYANMAR	144.4	276	1.8
SSV2	5	1755031	1735312	.28	98.69	50	5.5	1	404	NIAS REGION, INDONESIA. M	145.0	249	.4
SSV2	5	1318431	1300021	42.71	131.10	562	5.0	7	95	EASTERN RUSSIA-N.E. CHINA	149.4	358	.7
SSV2	6	0048451	0029551	42.72	130.97	564	5.5	4	621	CHINA-RUSSIA-NORTH KOREA	149.4	358	9.9
SSV2	6	0502321	0442357	-3.51	138.47	66	6.6	1	506	PAPUA, INDONESIA. MW 7.0	163.3	157	2.0
SSV2	6	1115261	1055426	-4.69	153.12	72	5.1	3	103	NEW IRELAND REG, P.N.G.	153.2	128	1.7
SSV2	16	1050091	1044207	28.10	62.05	82	5.0	2	164	IRAN-PAKISTAN BORDER REGI	113.2	268	-759.4
SSV2	19	0325091	0305529	46.22	150.77	113	7.1	1	714	KURIL ISLANDS. MW 7.2	142.4	31	-2.2
SSV2	20	0022301	0002475	30.27	102.93	14	6.5	8	476	WESTERN SICHUAN, CHINA. M	147.5	297	1.5
SSV2	22	1606451	1546395	42.46	138.39	248	4.0	5	25	EASTERN SEA OF JAPAN	149.2	12	51.3
SSV2	23	2334361	2314426	-3.92	152.12	22	6.0	6	222	NEW IRELAND REGION, PAPUA	154.5	128	3.3
SSV2	27	2156061	2151313	-18.26	-69.23	110	5.1	1	50	TARAPACA, CHILE. ML 5.0	21.4	76	-5.3
SSV2	30	0634521	0625236	37.65	-25.00	10	5.0	4	110	AZORES ISLANDS, PORTUGAL.	53.9	208	2.6
CAN3	3	0534591	0529363	.73	-27.13	18	5.6	9	336	MYANMAR	145.1	273	-.1
CAN3	5	1755031	1735312	.28	98.69	50	5.5	1	404	NIAS REGION, INDONESIA. M	144.7	246	1.2
CAN3	5	1318431	1300021	42.71	131.10	562	5.0	7	95	EASTERN RUSSIA-N.E. CHINA	151.2	358	-2.0
CAN3	6	0048451	0029551	42.72	130.97	564	5.5	4	621	CHINA-RUSSIA-NORTH KOREA	151.2	358	7.2
CAN3	6	0502321	0442357	-3.51	138.47	66	6.6	1	506	PAPUA, INDONESIA. MW 7.0	161.5	158	3.7
CAN3	6	1115261	1055426	-4.69	153.12	72	5.1	3	103	NEW IRELAND REG, P.N.G.	151.9	131	3.6
CAN3	16	1050091	1044207	28.10	62.05	82	5.0	2	164	IRAN-PAKISTAN BORDER REGI	114.2	266	-761.4
CAN3	19	0325091	0305529	46.22	150.77	113	7.1	1	714	KURIL ISLANDS. MW 7.2	143.9	32	-4.8
CAN3	20	0022301	0002475	30.27	102.93	14	6.5	8	476	WESTERN SICHUAN, CHINA. M	148.8	295	-.6
CAN3	22	1606451	1546395	42.46	138.39	248	4.0	5	25	EASTERN SEA OF JAPAN	150.9	13	48.7
CAN3	23	2334361	2314426	-3.92	152.12	22	6.0	6	222	NEW IRELAND REGION, PAPUA	153.2	131	5.1
CAN3	27	2156061	2151313	-18.26	-69.23	110	5.1	1	50	TARAPACA, CHILE. ML 5.0	20.6	80	2.7
CAN3	30	0634521	0625236	37.65	-25.00	10	5.0	4	110	AZORES ISLANDS, PORTUGAL.	55.7	207	-10.2

MAIO/2013

ES- TA- CAO	D Hora de I chegada A hhhmsss	Hora de origem hhmmsss	Lati- tude	Longi- tude	H km	mag	Gp	Nº. Est.	Regiao	Dist. (graus)	Az. (graus)	Res. (s)	
SSV2	11	1544353	1539241	-26.15	-69.34	15	5.4	8	25	ATACAMA, CHILE. WP 5.4 (G	24.5	59	-8.9
SSV2	12	1256258	1251535	-21.01	-68.54	131	5.3	8	77	ANTOFAGASTA, CHILE	21.6	68	-8.0
SSV2	14	0051234	0032257	18.74	145.29	602	5.0	7	137	PAGAN REGION, NORTHERN	165.5	64	2.0
SSV2	14	2344235	2339166	-15.59	-73.17	110	5.7	1	113	SOUTHERN PERU. MW 5.5	24.7	84	-5.0
SSV2	15	0355492	0336026	-4.58	152.82	69	5.0	9	89	NEW BRITAIN REGION, PAPUA	153.5	128	4.1
SSV2	20	0956505	0949043	-44.94	-80.54	10	5.0	3	166	OFF THE COAST OF AISEN,	43.0	50	-15.0
SSV2	21	1332432	1327500	-15.05	-71.33	107	5.2	5	308	SOUTHERN PERU	22.9	85	-1.5
SSV2	21	2307481	2302445	-13.81	-72.39	88	5.8	1	110	CENTRAL PERU. MW 5.8 (WCM	23.8	88	-2.1
SSV2	23	1733561	1719040	-23.02	-177.10	171	5.0	1	63	SOUTH OF THE FIJI ISLANDS	119.2	119	-216.6
SSV2	23	0018437	0014113	-18.22	-69.37	139	4.8	6	36	TARAPACA, CHILE. ML 5.0	21.5	76	-6.4
SSV2	24	0602498	0544496	54.87	153.28	609	8.3	8	166	SEA OF OKHOTSK. MW 8.3	134.1	29	-9.0
SSV2	24	1514353	1456318	52.22	151.51	623	8.3	9	83	SEA OF OKHOTSK. MW 6.7 (G	136.9	28	-9.6
SSV2	25	0108594	0104282	-16.75	-69.55	163	5.3	7	62	SOUTHERN PERU	21.4	80	-4.3
SSV2	27	0906535	0901471	-24.54	-70.16	52	4.8	5	74	ANTOFAGASTA, CHILE	24.4	63	-8.2
CAN3	11	1544353	1539241	-26.15	-69.34	15	5.4	8	25	ATACAMA, CHILE. WP 5.4 (G	23.2	62	3.6
CAN3	12	1256258	1251535	-21.01	-68.54	131	5.3	8	77	ANTOFAGASTA, CHILE	20.6	72	2.1
CAN3	14	0051234	0032257	18.74	145.29	602	5.0	7	137	PAGAN REGION, NORTHERN	166.1	71	1.5
CAN3	14	2344235	2339166	-15.59	-73.17	110	5.7	1	113	SOUTHERN PERU. MW 5.5	24.1	89	.4
CAN3	15	0355492	0336026	-4.58	152.82	69	5.5	9	89	NEW BRITAIN REGION, PAPUA	152.2	131	5.9
CAN3	20	0956505	0949043	-44.94	-80.54	10	5.0	3	166	OFF THE COAST OF AISEN,	41.4	51	-1.6
CAN3	21	1332432	1327500	-15.05	-71.33	107	5.2	5	308	SOUTHERN PERU	22.3	89	3.6
CAN3	21	2307481	2302445	-13.81	-72.39	88	5.8	1	110	CENTRAL PERU. MW 5.8 (WCM	23.4	92	2.1
CAN3	23	1733561	1719040	-23.02	-177.10	171	5.0	1	63	SOUTH OF THE FIJI ISLANDS	117.9	121	-214.1
CAN3	23	0018437	0014113	-18.22	-69.37	139	4.8	6	36	TARAPACA, CHILE. ML 5.0	20.7	80	1.5
CAN3	24	0602498	0544496	54.87	153.28	609	5.0	8	166	SEA OF OKHOTSK. MW 8.3	135.7	30	-11.9
CAN3	24	1514353	1456318	52.22	151.51	623	8.3	9	83	SEA OF OKHOTSK. MW 6.7 (G	138.5	29	-12.5
CAN3	25	0108594	0104282	-16.75	-69.55	163	5.3	7	62	SOUTHERN PERU	20.7	84	2.4
CAN3	27	0906535	0901471	-24.54	-70.16	52	4.8	5	74	ANTOFAGASTA, CHILE	23.2	66	3.3

JUNHO/2013

ES- TA- CAO	D Hora de I chegada A hhhmsss	Hora de origem hhmmsss	Lati- tude	Longi- tude	H km	mag	Gap.	Nº. Est.	Regiao	Dist. (graus)	Az. (graus)	Res. (s)	
SSV2	8	1229245	1225050	-22.62	-66.61	189	5.5	4	74	JUJUY, ARGENTINA. MW 5.6	20.6	62	-6.4
SSV2	9	0030180	0021347	-58.75	-25.45	32	5.5	0	92	SOUTH SANDWICH ISLANDS	49.6	330	-7.2
SSV2	11	0941410	0937052	-21.81	-68.23	104	5.1	0	119	ANTOFAGASTA, CHILE	21.6	66	-7.2
SSV2	13	1707057	1647239	-10.01	107.22	13	6.5	4	506	SOUTH OF JAVA, INDONESIA.	147.1	228	1.2
SSV2	15	1623300	1611002	34.44	25.04	10	6.2	4	86	CRETE, GREECE. MW 6.2	83.1	250	2.3
SSV2	15	1742425	1734295	11.77	-86.93	45	6.1	7	676	NEAR THE COAST OF NICARAG	45.3	120	-2.1
SSV2	16	0259525	0251353	-56.24	-27.53	83	5.5	6	52	SOUTH SANDWICH ISLANDS	46.9	332	-6.5
SSV2	16	0528556	0519006	18.26	-99.09	52	5.9	8	663	GUERRERO, MEXICO. MW 5.8	58.7	117	.4
SSV2	19	1119459	1105400	14.87	122.05	35	4.8	9	36	LUZON, PHILIPPINES. Felt	169.9	285	-357.6
SSV2	19	2134511	2129117	-32.62	-69.99	100	5.7	8	49	MENDOZA, ARGENTINA. MW 5.	28.8	49	-10.9
SSV2	24	2209302	2204134	10.72	-42.61	10	5.0	1	88	NORTHERN MID-ATLANTIC RID	23.2	193	8.7
SSV2	29	1909346	1905140	-15.64	-69.41	263	5.0	6	75	LA PAZ, BOLIVIA. MW 5.3	21.1	82	-4.1
CAN3	8	1229245	1225050	-22.62	-66.61	189	5.5	4	74	JUJUY, ARGENTINA. MW 5.6	19.5	66	5.4
CAN3	9	0030180	0021347	-58.75	-25.45	32	5.5	0	92	SOUTH SANDWICH ISLANDS	48.0	329	5.5
CAN3	11	0941410	0937052	-21.81	-68.23	104	5.1	0	119	ANTOFAGASTA, CHILE	20.6	70	3.6
CAN3	13	1707057	1647239	-10.01	107.22	13	6.5	4	506	SOUTH OF JAVA, INDONESIA.	146.1	226	2.9
CAN3	15	1623300	1611002	34.44	25.04	10	6.0	4	86	CRETE, GREECE.	84.4	249	-4.4
CAN3	15	1742425	1734295	11.77	-86.93	45	6.1	7	676	NEAR THE COAST OF NICARAG	46.0	122	-7.6
CAN3	16	0259525	0251353	-56.24	-27.53	83	5.5	6	52	SOUTH SANDWICH ISLANDS	45.2	330	6.5
CAN3	16	0528556	0519006	18.26	-99.09	52	5.9	8	663	GUERRERO, MEXICO. MW 5.8	59.4	118	-4.2
CAN3	19	1119459	1105400	14.87	122.05	35	4.8	9	36	LUZON, PHILIPPINES. Felt	170.6	275	-358.0
CAN3	19	2134511	2129117	-32.62	-69.99	100	5.7	8	49	MENDOZA, ARGENTINA. MW 5.	27.2	51	2.8
CAN3	24	2209302	2204134	10.72	-42.61	10	5.0	1	88	NORTHERN MID-ATLANTIC RID	25.0	193	-8.8
CAN3	29	1909346	1905140	-15.64	-69.41	263	5.0	6	75	LA PAZ, BOLIVIA. MW 5.3	20.5	87	1.6