



**LEVANTAMENTOS DA ATIVIDADE SÍSMICA NA  
REGIÃO DO RESERVATÓRIO DA  
UHE FOZ DO CHAPECÓ**

**BOLETIM SÍSMICO Nº 14  
JULHO – SETEMBRO DE 2012**

**Preparado para**



**e elaborada pela**



**Novembro de 2012**

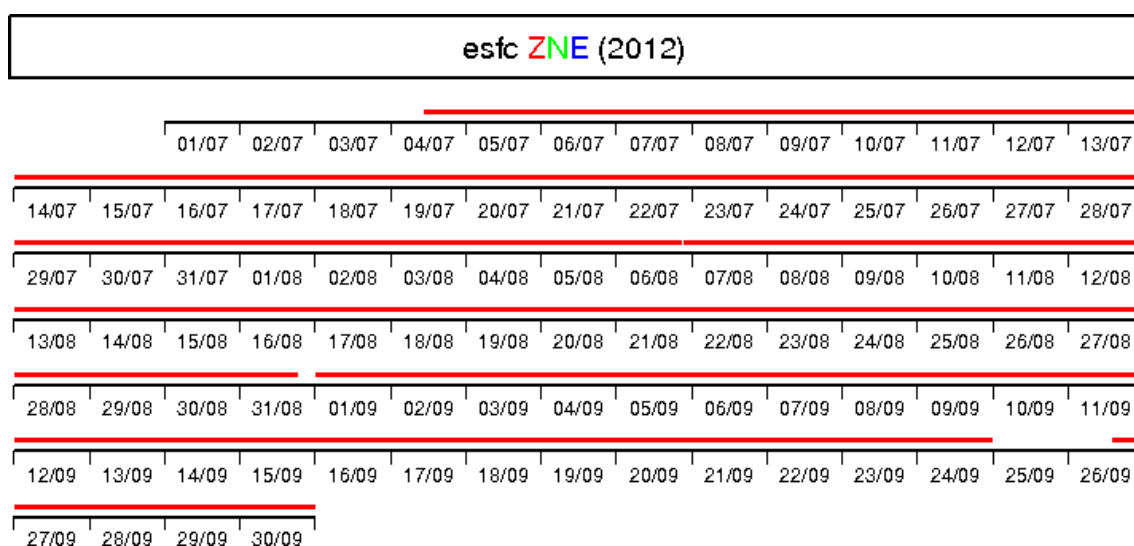
## ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE FOZ DE CHAPECÓ

### BOLETIM SÍSMICO N°. 14

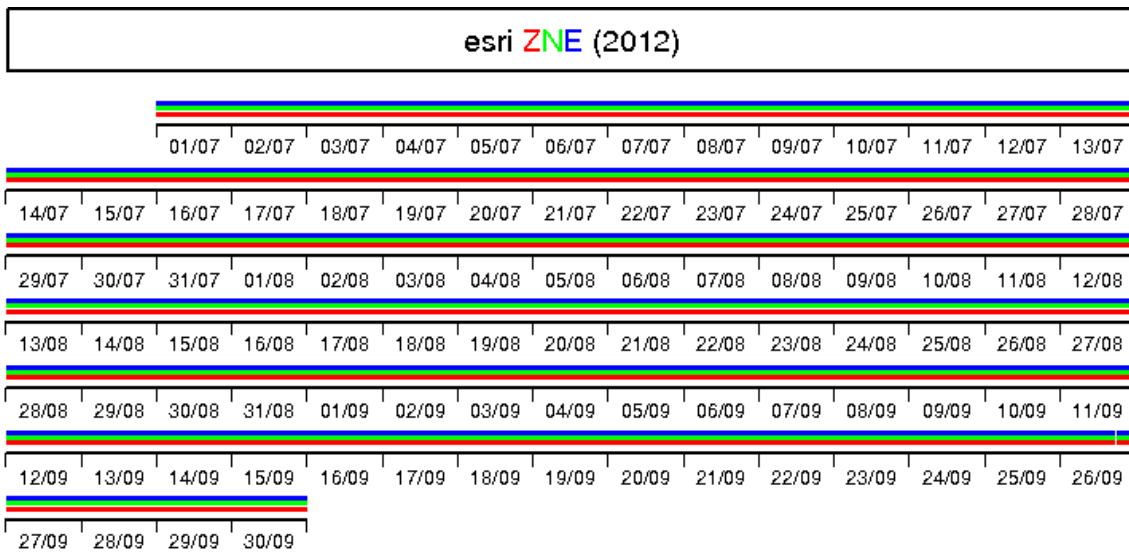
JULHO - SETEMBRO DE 2012

No presente Boletim Sísmico são apresentados os resultados da análise dos dados registrados na Estação Sismográfica de Foz do Chapecó (ESFC) e na Estação Rio dos Índios (ESRI) da Rede Sismográfica de Foz do Chapecó, durante o trimestre de julho a setembro de 2012.

No dia 04.07.2012, foi realizada visita à estação principal de Foz do Chapecó, a ESFC, para a instalação de novo equipamento, já que a estação estava fora de operação desde o dia 23 de maio. Foi instalado um sensor vertical da Eentec, modelo SP 400 e o registrador modelo DR-4050. A estação de Rio dos Índios, a ESRI, tem operado continuamente desde 22 de maio com o equipamento GURALP. A eficiência das estações ESFC e ESRI, no trimestre julho – setembro de 2012, foi de 95,1% e 99,9%, respectivamente. As **Figuras 1 e 2** mostram o calendário de operação de ambas as estações.



**Figura 1-** Calendário de operação da ESFC nos trimestre Julho - Setembro 2012, mostrando os intervalos sem operação. A cor da linha mostra a componente do sensor, no caso vermelha, que corresponde à componente vertical. A ESFC operou 95,1% do intervalo analisado, com o equipamento Eentec uniaxial, instalado em 04.07.2012.



**Figura 2-** Calendário de operação da estação ESRI nos trimestre Julho - Setembro 2012, mostrando os intervalos sem operação. A cor das linhas mostra as componentes do sensor, vermelho, componente vertical, verde, componente norte-sul e azul, componente leste-oeste. A ESRI tem operado, de forma contínua, desde 22 de maio com o equipamento Guralp com uma eficiência de 99,9%.

Para análise dos dados foi utilizado o programa WAP (Wave Analysis Program) desenvolvido pela **BERROCAL & ASSOCIADOS**. Da análise dos dados das estações ESFC e ESRI foram identificados dezoito eventos sísmicos de caráter local, porém a maioria apresentou seus epicentros próximos a pedreiras. A **Tabela 1** apresenta os dados epicentrais destes eventos e a **Figura 3**, o mapa com a distribuição espacial destes.

Os eventos de números 1, 3, 5 a 11 e 14 a 17 da **Tabela 1** podem corresponder a explosões em pedreiras. Os eventos 1 e 3 pertencem provavelmente a uma mesma fonte, uma pedreira localizada em Planalto Alegre - SC. Os eventos 7, 9 e 15 a 17 ocorreram próximos a uma pedreira a noroeste do município de Chapecó – SC. Os eventos 6, 8, 10 e 11 ocorreram em pedreira ao norte do mesmo município.

Os eventos de números 4, 12 e 13 podem corresponder a explosões, dados os horários de ocorrência, datas e formas de onda, porém não foram encontradas as possíveis fontes.

O evento número 2, com epicentro próximo à cidade de Garibaldi – RS pode corresponder a um sismo natural, seus dados epicentrais estão destacados em

vermelho na **Tabela 1** e é representado por um círculo branco no mapa da **Figura 3**. Apesar de seu epicentro muito próximo a uma grande pedreira local, o horário de ocorrência e o dia da semana não são habituais de atividades de pedreiras.

**Tabela 1-** Lista de eventos sísmicos registrados na ESFC e na ESRI da Rede Sismográfica de Chapecó, ocorridos no trimestre Julho – Setembro de 2012. Destacados em vermelho os dados epicentrais de possíveis sismos naturais.

Nº	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	$\Delta$ (km)	bckAz	D(s)	$m_b$	St	COMENTÁRIOS
1	10/07/12	16:36:54	-27,03	-52,84	27,94	15,9	35,7	1,9	ESRI	Pedreira de Planalto Alegre-SC <i>fig.5</i>
2	14/07/12	06:40:17	-29,24	-51,55	265,47	145,4	53,9	2,2	ESRI	Garibaldi-RS <i>fig.6</i>
3	18/07/12	16:45:46	-27,01	-52,79	31,55	23,2	10,8	1,0	ESRI	Pedreira de Planalto Alegre-SC
4	18/07/12	19:59:24	-26,80	-52,96	52,89	353,4	18,7	1,4	ESRI	Pinhalzinho-SC
5	19/07/12	14:17:57	-27,90	-53,18	75,78	203,8	27,6	1,7	ESRI	Pedreira de Palmeira das Missões-RS
6	19/07/12	17:09:07	-26,98	-52,64	44,43	42,2	19,5	1,5	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
7	23/07/12	20:15:52	-26,91	-52,75	43,34	22,5	19,3	1,5	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC <i>fig.7</i>
8	02/08/12	16:21:09	-26,93	-52,58	43,86	56,0	22,4	1,6	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC <i>fig.8</i>
9	08/08/12	16:41:41	-26,93	-52,81	27,18	24,3	23,8	1,6	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC <i>fig.9</i>
10	14/08/12	16:44:25	-26,91	-52,62	42,13	49,7	16,4	1,3	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC
11	22/08/12	17:55:46	-26,90	-52,61	43,49	50,5	14,7	1,3	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC
12	22/08/12	20:32:08	-26,62	-53,24	68,82	328,3	30,4	1,8	ESRI	Sta. Teresinha do Progresso-SC
13	24/08/12	14:34:30	-27,91	-52,09	123,96	132,7	30,9	1,8	ESRI	Floriano Peixoto-RS <i>fig.10</i>
14	29/08/12	19:35:24	-28,63	-53,17	167,01	190,1	28,0	1,7	ESRI	Pedreira de Ibirubá-RS
15	30/08/12	16:35:15	-26,89	-52,81	31,18	21,4	25,3	1,7	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
16	14/09/12	16:34:48	-26,89	-52,84	30,10	15,7	27,7	1,7	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
17	18/09/12	18:46:47	-26,82	-52,72	42,29	29,3	18,7	1,4	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC <i>fig.11</i>

**OBS.** Ho (UT): Horário de origem do evento em Tempo Universal;  $\Delta$  (km): Distância epicentral em km; bckAz: azimute com base na estação ESRI; D(s): duração do evento em segundos;  $m_b$ : magnitude na escala Richter de ondas de corpo; St: estação de registro do evento.

A **Figura 4** apresenta o mapa com distribuição epicentral dos eventos ocorridos dentro de um raio de 50 km a partir da UHE Foz do Chapecó. Nota-se que a distribuição de eventos dentro desta área se deve a atividades de pedreiras, não apresentando nenhuma atividade de origem natural.

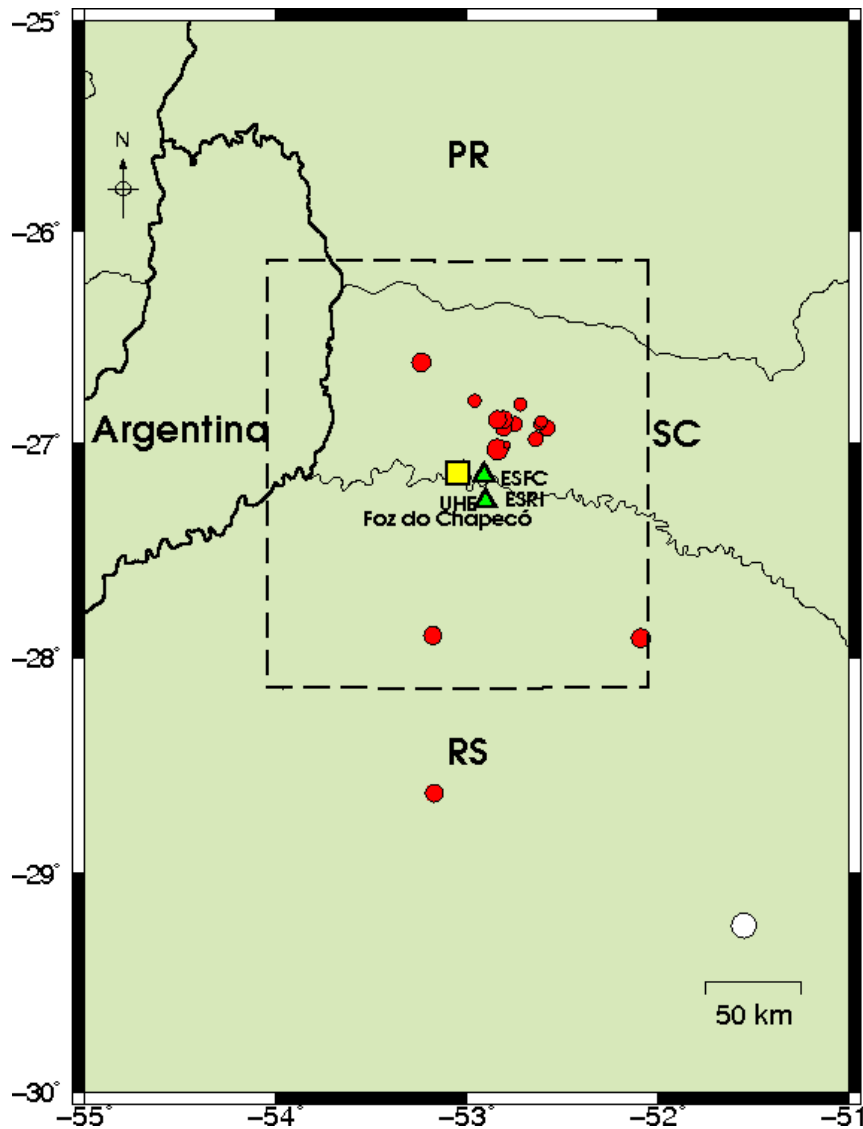
Alguns eventos descritos na **Tabela 1** são mostrados nas **Figuras 5 a 11**.

Na **Tabela 2** estão relacionados os parâmetros hipocentrais de alguns telessismos que foram registrados nas estações ESFC e ESRI no trimestre Julho – Setembro de 2012. Nesta tabela estão listadas a data e hora de origem dos telessismos e os parâmetros: latitude e longitude, profundidade focal, distância epicentral em graus e magnitude (dados do U.S.G.S). Ver os respectivos sismogramas nas **Figuras 12 a 15**.

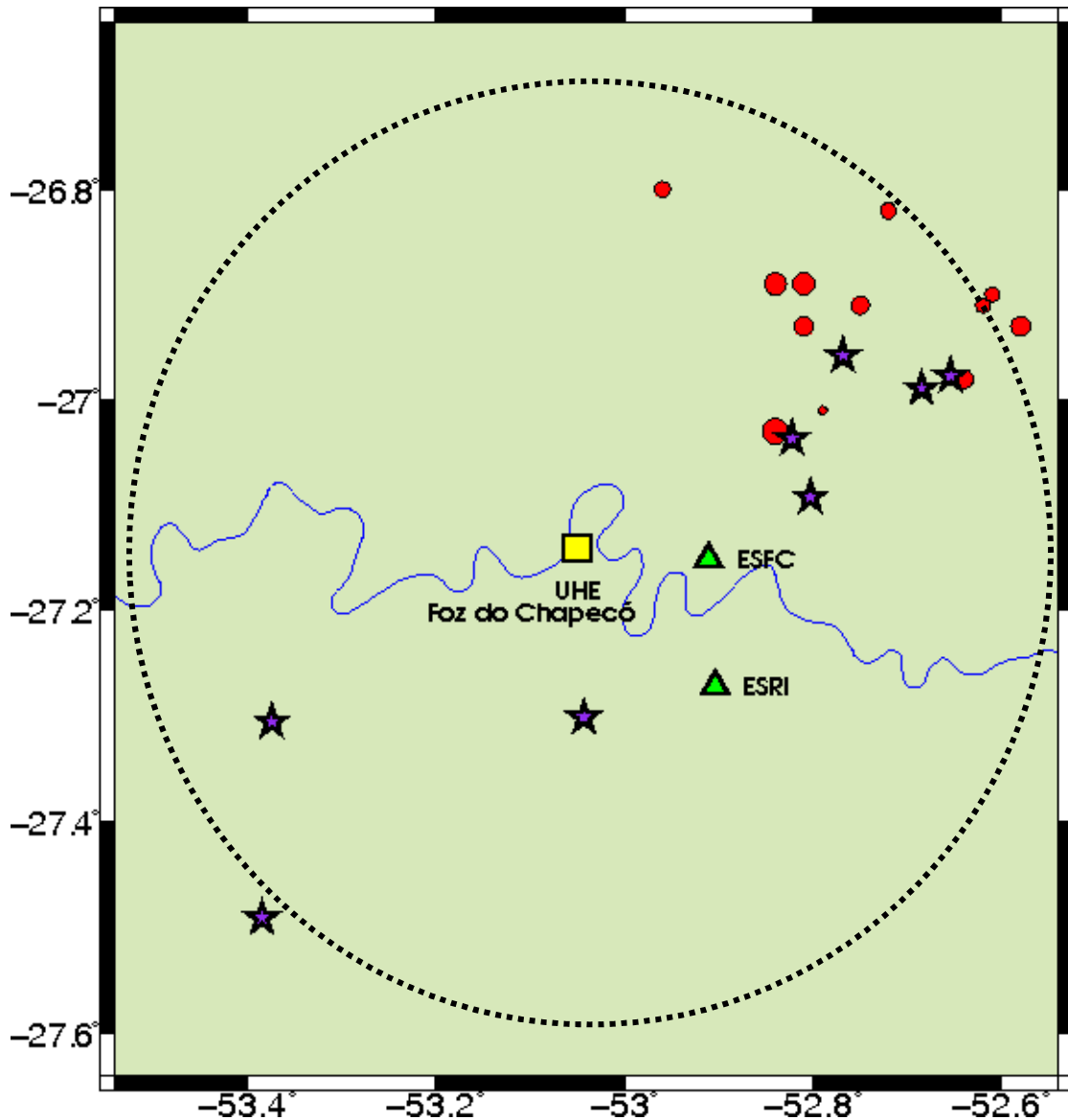
**Tabela 2** - Parâmetros hipocentrais de telessismos selecionados, registrados na ESFC e na ESRI no trimestre Julho – Setembro de 2012.

N°	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	h	$\Delta^\circ$	M <sub>w</sub>	OBSERVAÇÕES
1	02/08/12	09:38:30,85	-8.41	-74.26	144	27.5	6.1	Peru <i>fig.12</i>
2	27/08/12	04:37:19,43	12.14	-88.59	28	52.2	7.3	Costa da Nicarágua <i>fig.13</i>
3	05/09/12	14:42:07,88	10.10	-85.31	35	48.6	7.6	Costa Rica <i>fig.14</i>
4	30/09/12	16:31:35,97	1.93	-76.36	170	36.7	7.3	Colômbia <i>fig.15</i>

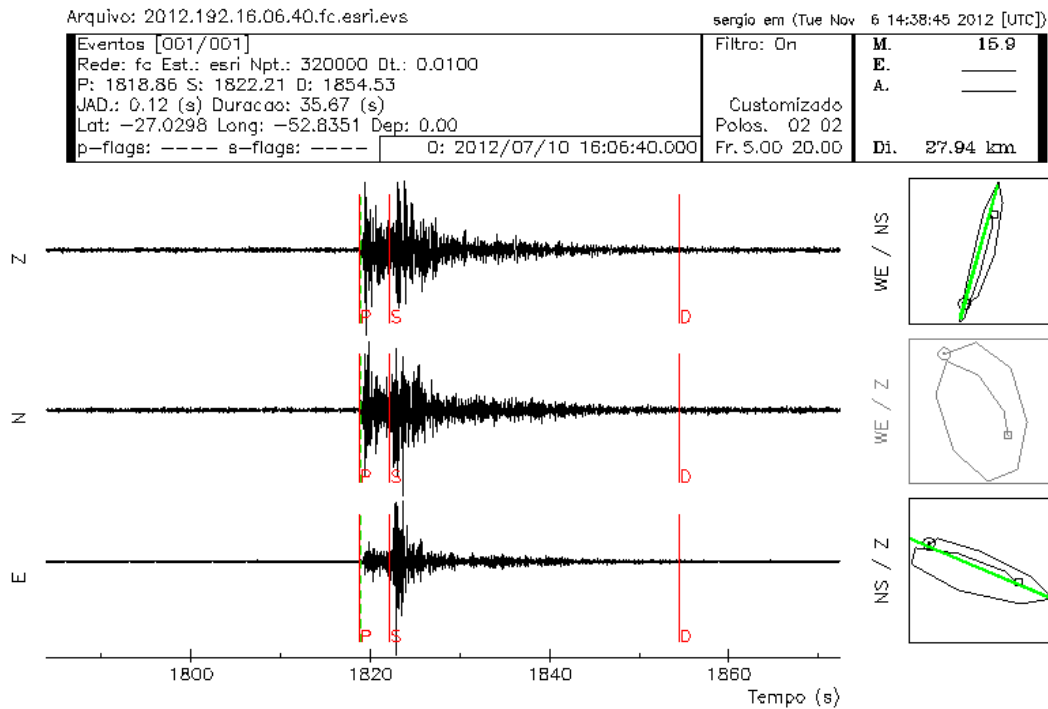
**OBS. Ho(UT)** :Horário de origem do evento em Tempo Universal; **h**: profundidade em km;  **$\Delta^\circ$** : distância epicentral em graus; **M<sub>w</sub>**: magnitude de momento.



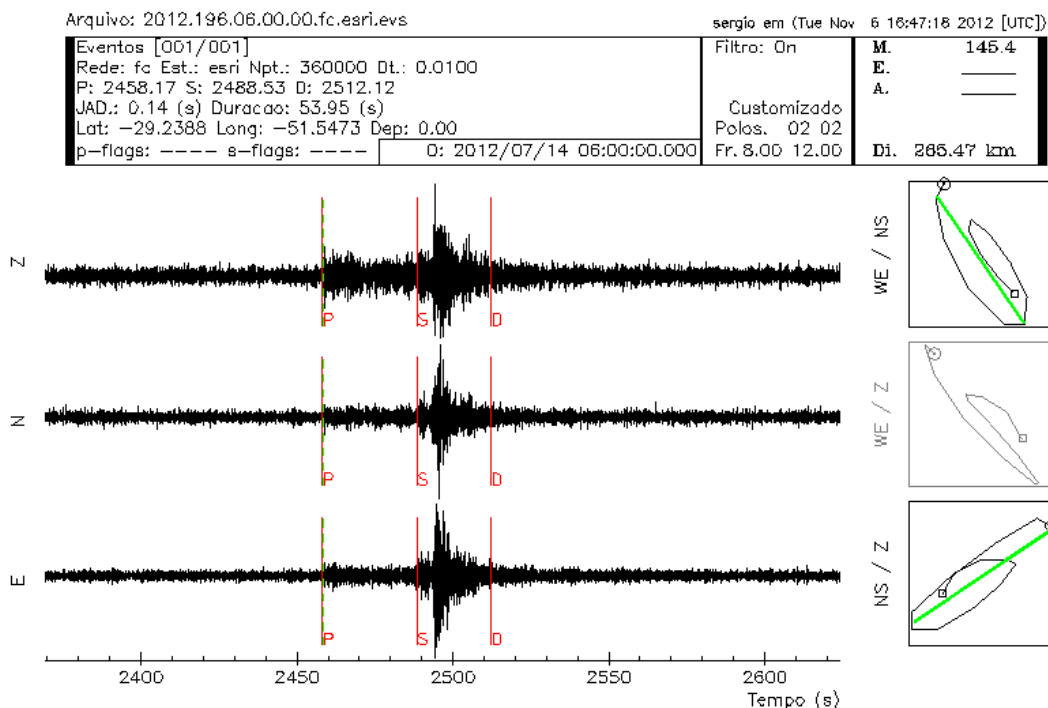
**Figura 3** - Mapa de epicentros dos eventos sísmicos ocorridos na área do Reservatório Foz do Chapecó, no trimestre Julho – Setembro de 2012 e que foram registrados nas estações ESFC e ESRI. Os triângulos correspondem às estações ESFC e ESRI, o quadrado amarelo à UHE Foz do Chapecó e os círculos correspondem aos epicentros e seus tamanhos variam de acordo com a magnitude de  $m_b$  1,0 a 2,2. Os círculos vermelhos correspondem a possíveis eventos artificiais e apenas o círculo branco, no lado direito inferior da figura, corresponde a um possível sismo natural. O quadrado tracejado limita uma área de 200km X 200km.



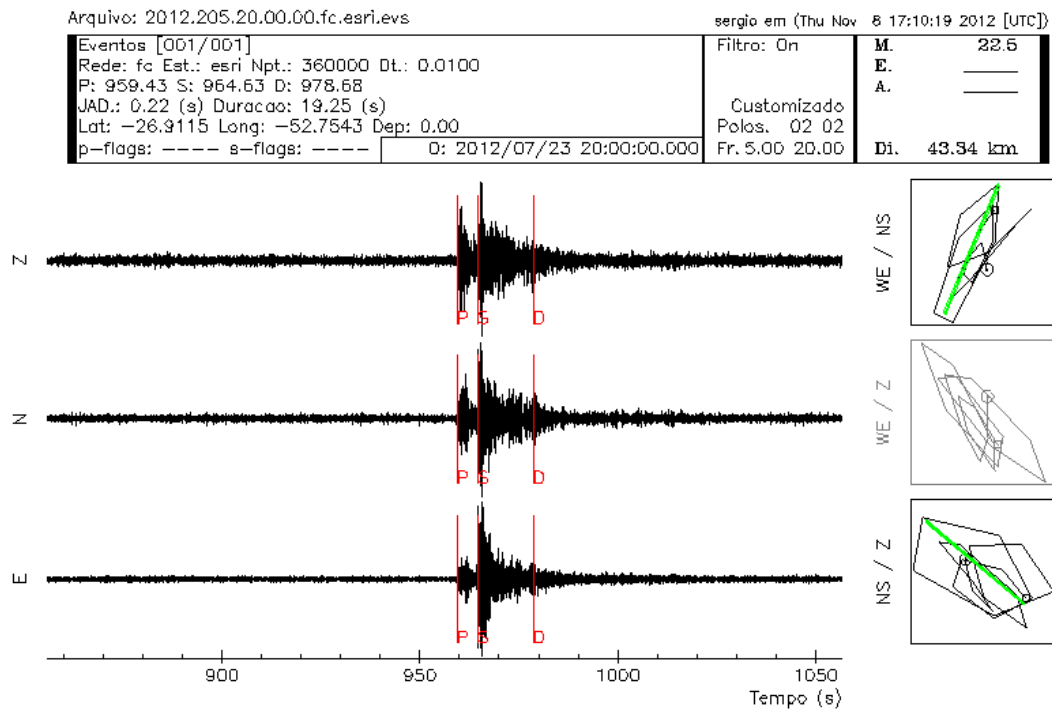
**Figura 4** - Mapa de epicentros dos eventos sísmicos locais ocorridos na área do Reservatório Foz do Chapecó, no trimestre Julho – Setembro de 2012 e que foram registrados nas estações ESFC e ESRI. Os triângulos correspondem às estações ESFC e ESRI, o quadrado amarelo à UHE Foz do Chapecó e os círculos correspondem aos epicentros e seus tamanhos variam de acordo com a magnitude de  $m_b$  1,0 a 2,2. Os círculos vermelhos correspondem a possíveis eventos artificiais. As estrelas marcam a localização de pedreiras. A circunferência tracejada limita a área circular de 50 km de raio.



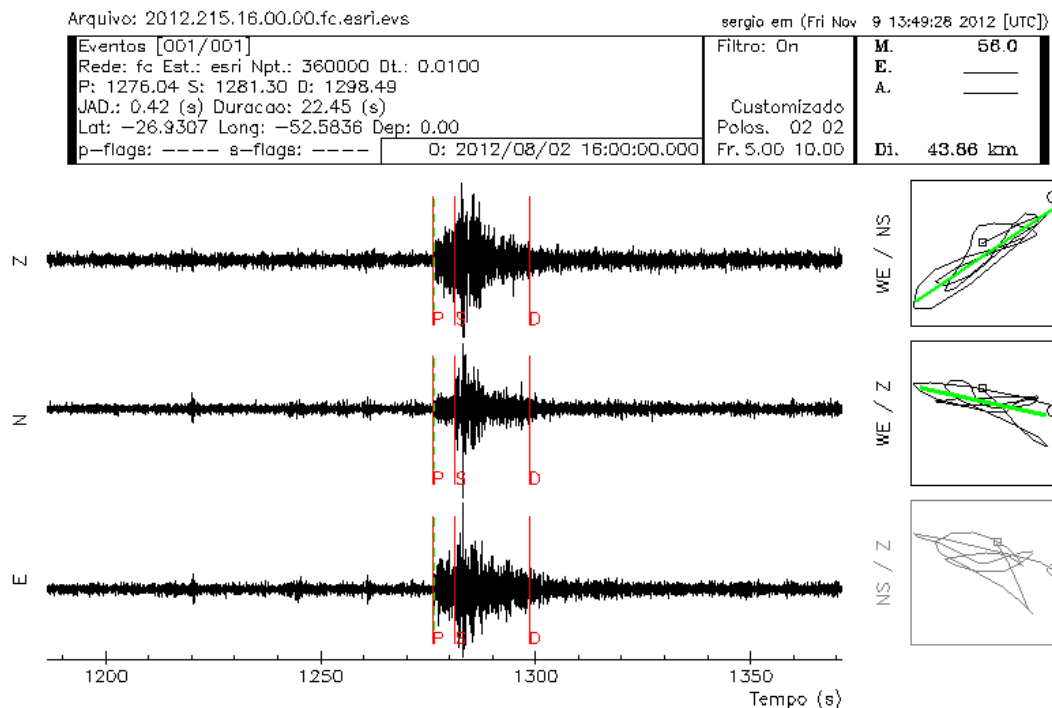
**Figura 5.-** Registro de provável explosão (Evento N°. 1, Tabela 1) ocorrida na Pedreira de Planalto Alegre – SC, registrada na ESRI.



**Figura 6.-** Provável sismo natural (Evento N°. 2, Tabela 1) ocorrido em Garibaldi – RS registrado na estação ESRI.

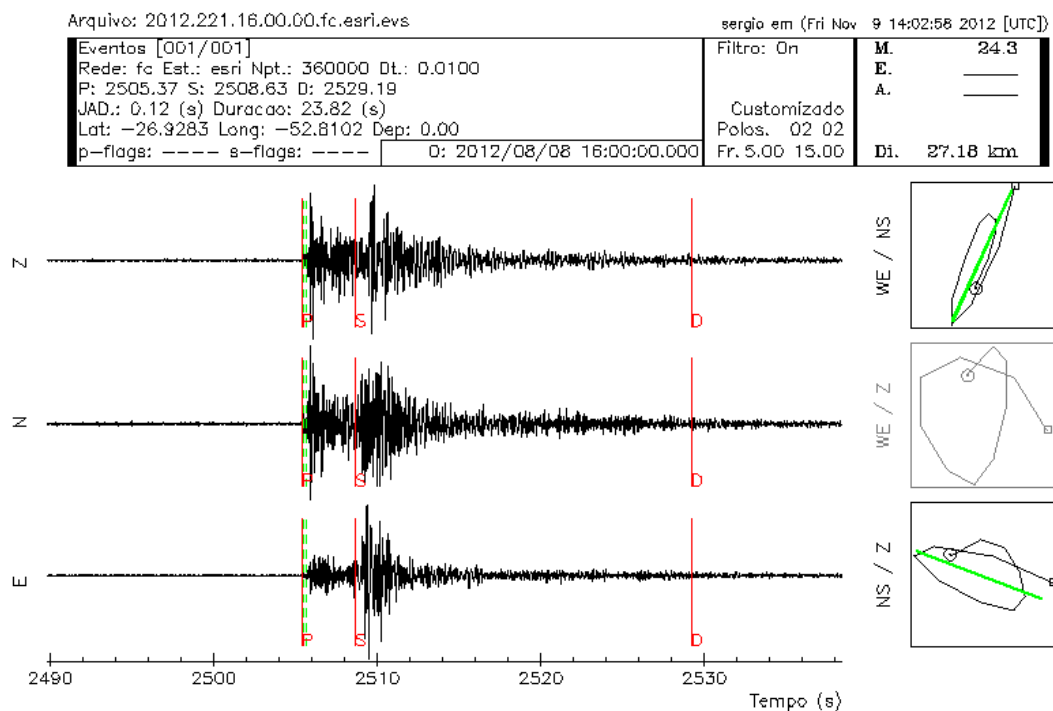


**Figura 7.**-Registro da ESRI de provável explosão (Evento N°. 7, Tabela 1) ocorrida em pedraira localizada à noroeste da cidade de Chapecó – SC.

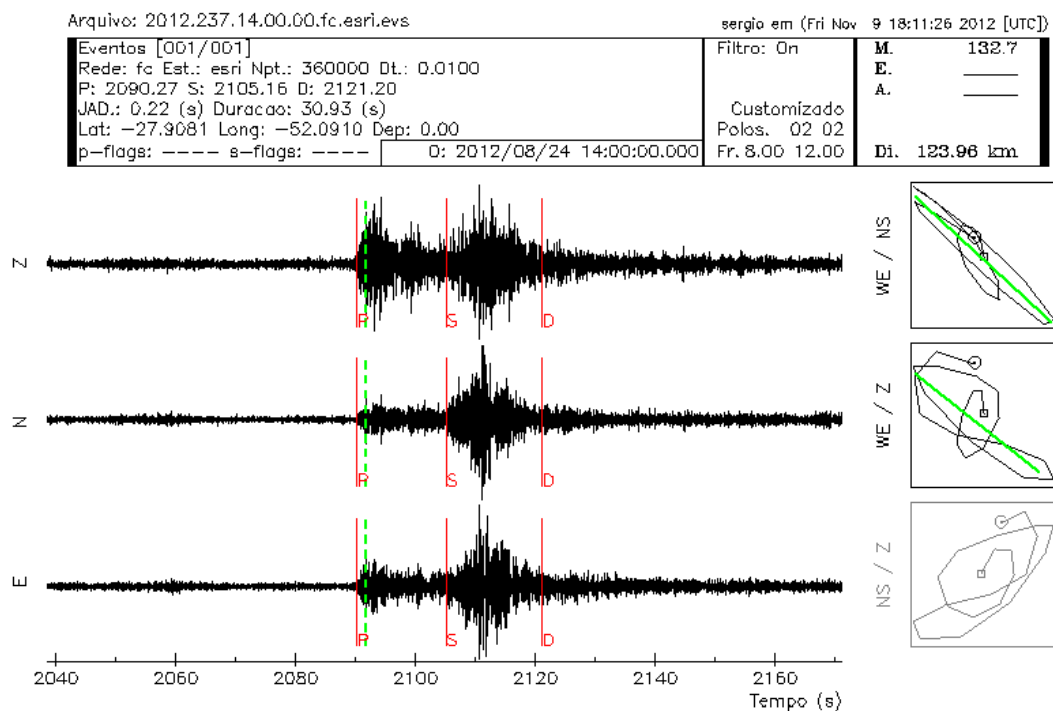


**Figura 8.**-Registro da ESRI de provável explosão (Evento N°. 8, Tabela 1) ocorrida em pedraira localizada ao norte da cidade de Chapecó – SC.

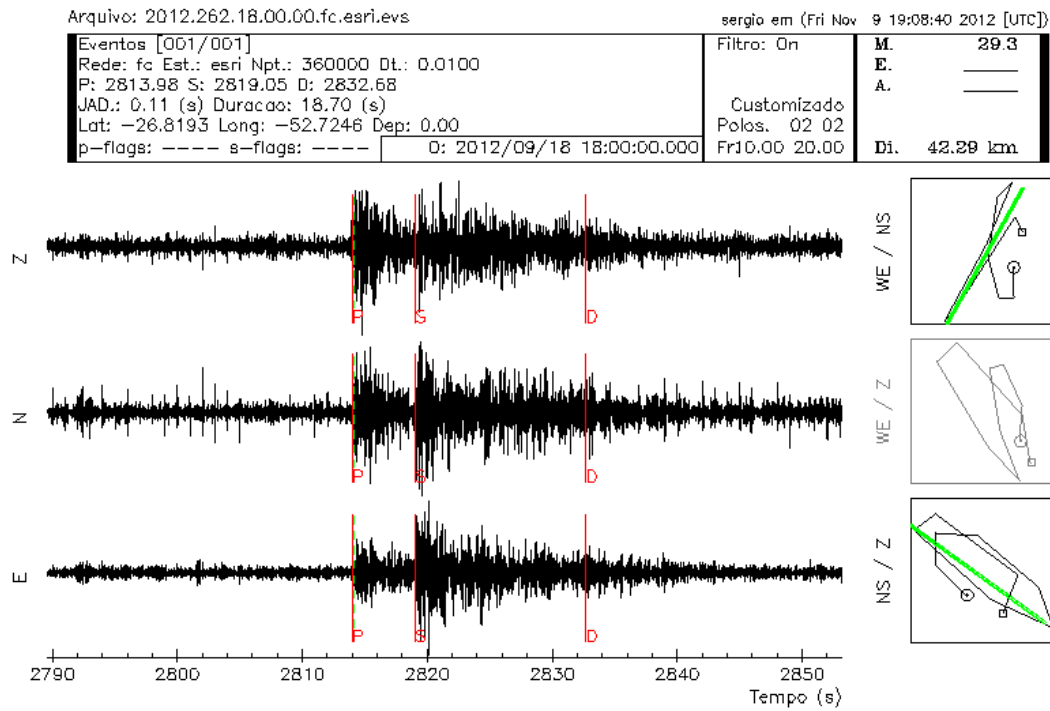




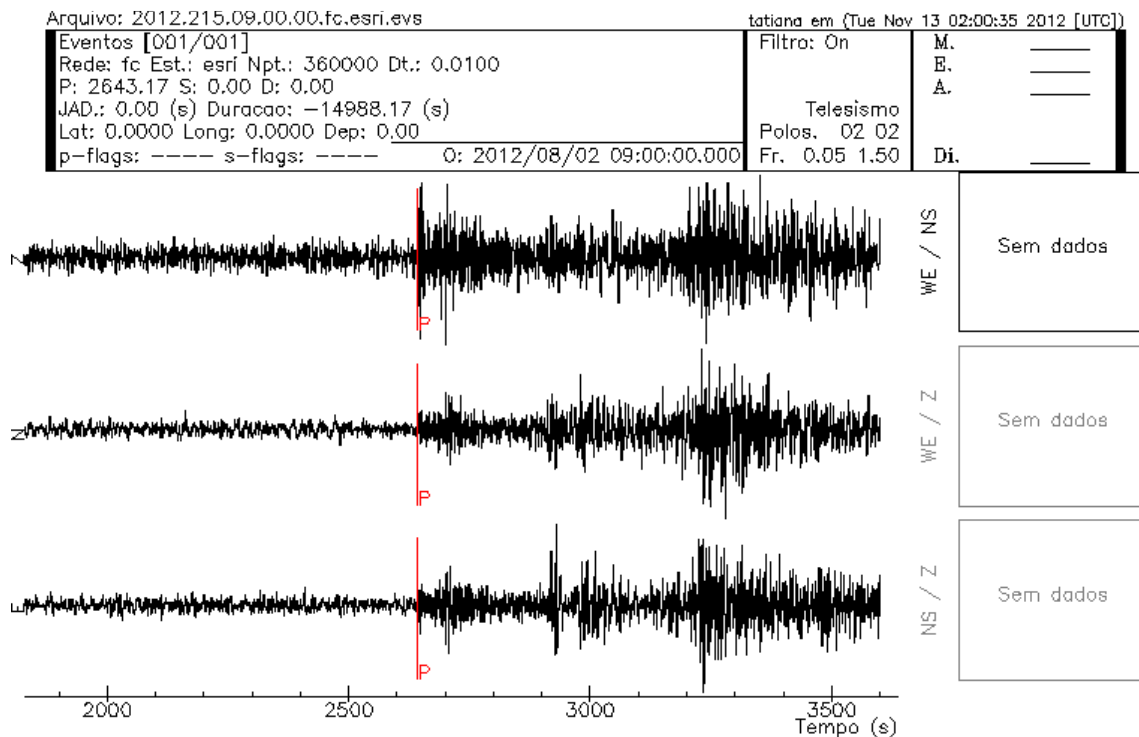
**Figura 9.**-Registro da ESRI de provável explosão (Evento N°. 9,Tabela 1) ocorrida em pedraira localizada à noroeste da cidade de Chapecó – SC.



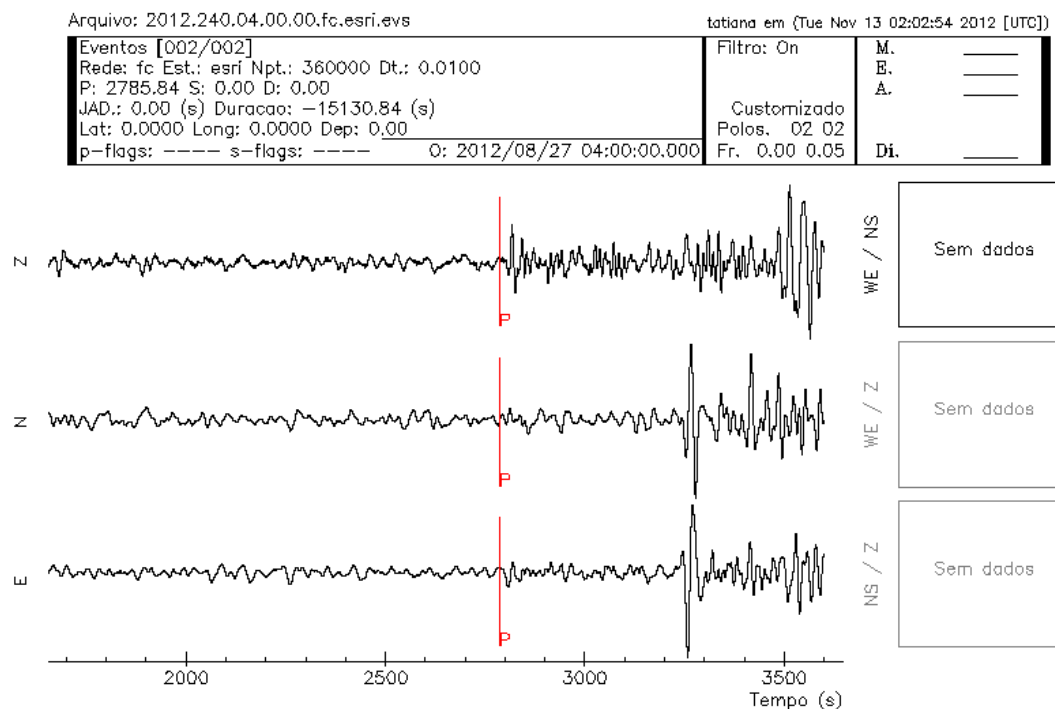
**Figura 10.**-Provável explosão (Evento N°. 13,Tabela 1) registrada na ESRI ocorrida próxima à Florianópolis - RS.



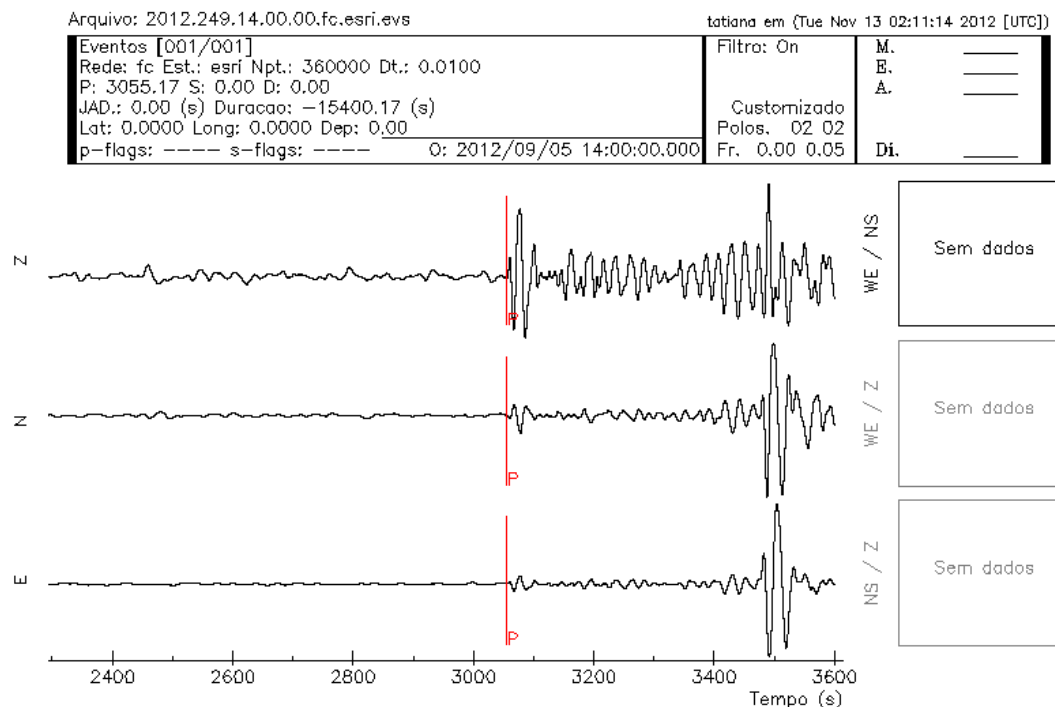
**Figura 11.**-Registro na ESRI de provável explosão (Evento N°. 17,Tabela 1) ocorrida em pedraira localizada à noroeste da cidade de Chapecó – SC.



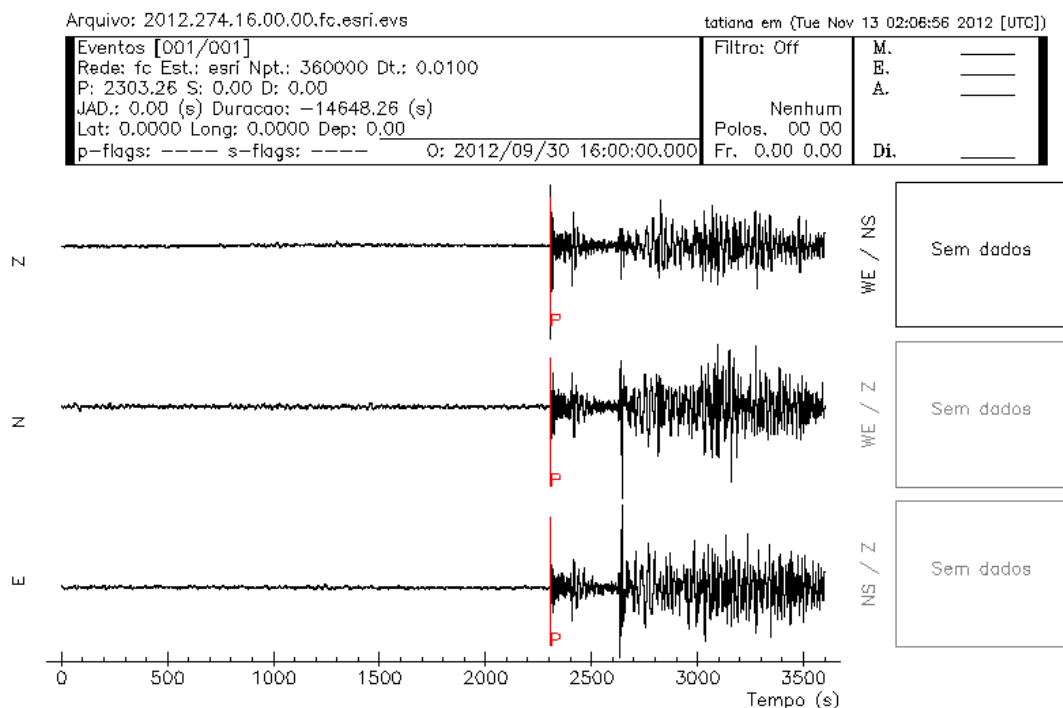
**Figura 12.**- Telessismo de magnitude Mw 6.1, ocorrido no Peru em 02.08.2012, registrado na ESRI.



**Figura 13.-** Telessismo de magnitude Mw 7.3, ocorrido na Costa da Nicarágua em 27.08.2012, registrado na ESRI.

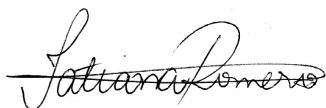


**Figura 14.-** Telessismo de magnitude Mw 7.6, ocorrido na Costa Rica em 05.09.2012, registrado na ESRI. .



**Figura 15.-** Telessismo de magnitude Mw 7.3, ocorrido na Colômbia em 30.09.2012, registrado na ESRI.

São Paulo, 17 de novembro de 2012



**Tatiana Romero**  
Técnica Analista



**Jesus Berrocal**  
Sismólogo

**LEVANTAMENTOS DA ATIVIDADE SÍSMICA NA  
REGIÃO DO RESERVATÓRIO DA  
UHE FOZ DO CHAPECÓ**

**RELATÓRIO TÉCNICO Nº 8**

**Boletim Sísmico Nº. 15**

**Preparado para**



**e elaborada pela**



São Paulo, 01 de março de 2013

---

## Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	4
2	OPERAÇÃO DA ESFC e ESRI NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2012.....	5
3	MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS EM FOZ DO CHAPECÓ.....	6
4	ANÁLISE DOS DADOS REGISTRADOS NA ESFC E ESRI NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2012.....	7
5	CONCLUSÕES.....	10
	A N E X O 1.....	11

---

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** *Parâmetros dos eventos sísmicos locais registrados na ESFC e na ESRI no semestre Julho - Dezembro 2012 de acordo com os Boletins Sísmicos N<sup>os</sup> 14 e 15.*-----7

**Tabela 2-** *Lista de sismos regionais registrados na ESFC e na ESRI da Rede Sismográfica de Chapecó, ocorridos no semestre Julho – Dezembro de 2012.*----- 10

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** *Calendário de operação da ESFC no semestre Julho – Dezembro 2012, mostrando os intervalos em operação. Durante o segundo semestre a ESFC operou com 97,4% de eficiência.....5*

**Figura 2.** *Calendário de operação da estação ESRI no semestre Julho - Dezembro 2012, mostrando os intervalos em operação. A cor das linhas mostra as componentes do sensor, vermelho, componente vertical, verde, componente norte-sul e azul, componente leste-oeste. A estação funcionou integralmente durante o segundo semestre de 2012. ....6*

**Figura 3.** *Mapa de epicentros dos eventos sísmicos (círculos brancos) ocorridos na área do Reservatório Foz do Chapecó (o quadrado branco indica sua barragem), no semestre Julho - Dezembro 2012 e que foram registrados nas estações ESFC e ESRI (triângulos brancos). O número dos eventos corresponde à numeração da Tabela 1. Os triângulos vermelhos correspondem à pedreiras identificadas no Google Earth nessa região .....8*



# LEVANTAMENTOS DA ATIVIDADE SÍSMICA NA REGIÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE FOZ DO CHAPECÓ

## RELATÓRIO TÉCNICO Nº 8

Boletim Sísmico Nº15, Outubro – Dezembro 2012

### 1 INTRODUÇÃO

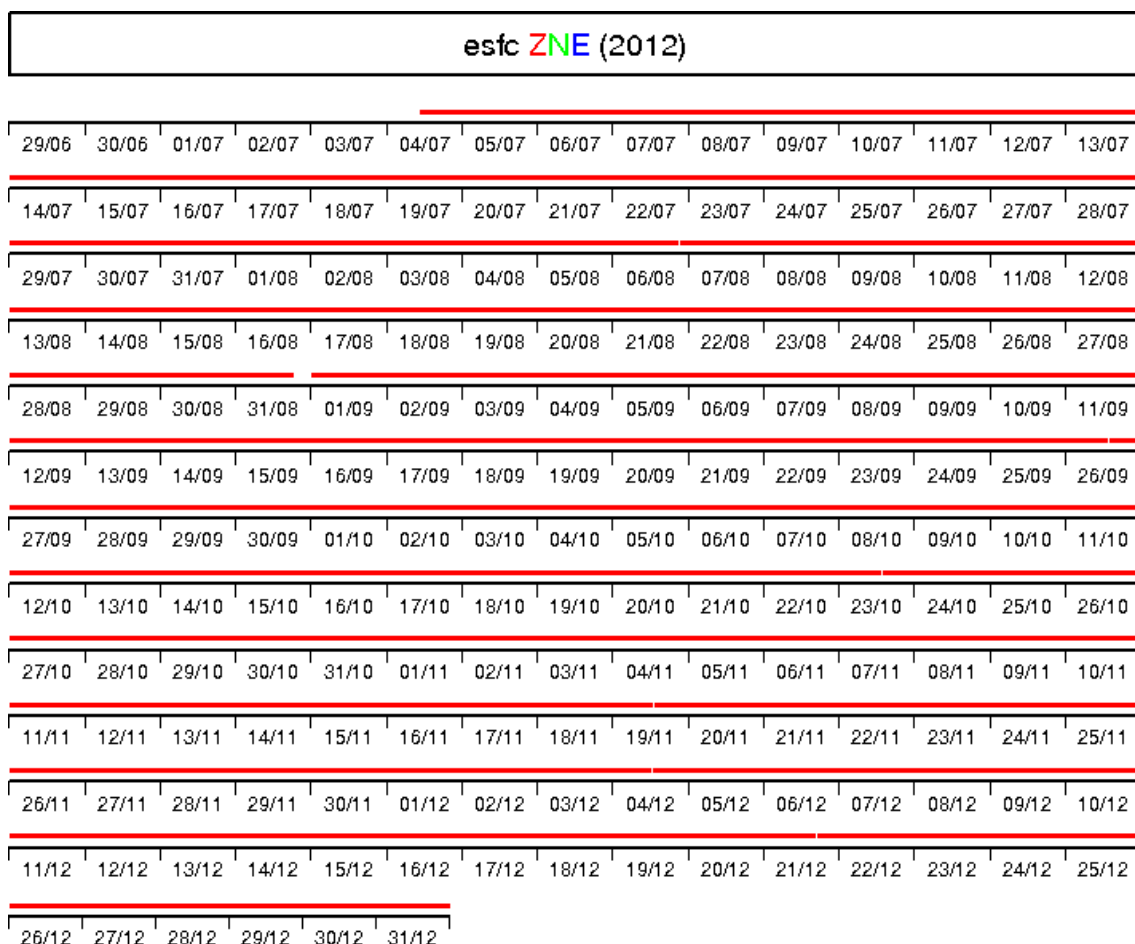
O serviço “Levantamentos da Atividade Sísmica na região do Reservatório da UHE Foz do Chapecó”, solicitado pela **Foz do Chapecó Energia S.A.** está sendo executado pela empresa **BERROCAL & ASSOCIADOS, Soluções e Inovações Geofísicas Ltda.** Este serviço tem por finalidade auscultar a sismicidade existente na região desse reservatório e nas regiões vizinhas, em um raio de 100 km com centro no local da Barragem da UHE Foz do Chapecó – SC/RS, que foi construída nas coordenadas 27° 08’ 22,75” Sul e 53° 02’ 50,59” Oeste, no Rio Uruguai, próximo do extremo oeste da divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Neste relatório técnico são descritas as principais atividades relacionadas com as operações das Estações Sismográficas de Foz do Chapecó (ESFC) e de Rio dos Índios (ESRI) durante o segundo semestre de 2012, e as atividades relativas à manutenção dessas estações; também se apresenta a interpretação dos resultados contidos no Boletim Sísmico No. 14, correspondente ao trimestre Julho – Setembro 2012 e no Boletim Sísmico No. 15, cuja análise e processamento dos dados sísmicos registrados pelas e estações ESFC e ESRI no trimestre Outubro – Dezembro 2012 estão contidos no Boletim Sísmico Nº 15, apresentado no **Anexo 1** do presente Relatório Técnico.

No segundo semestre de 2012 foi efetuada viagem técnica a Foz do Chapecó, realizada pelo técnico Sergio Rodrigues da B&A, nos dias 03 a 04/07.

## 2 OPERAÇÃO DA ESFC E ESRI NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

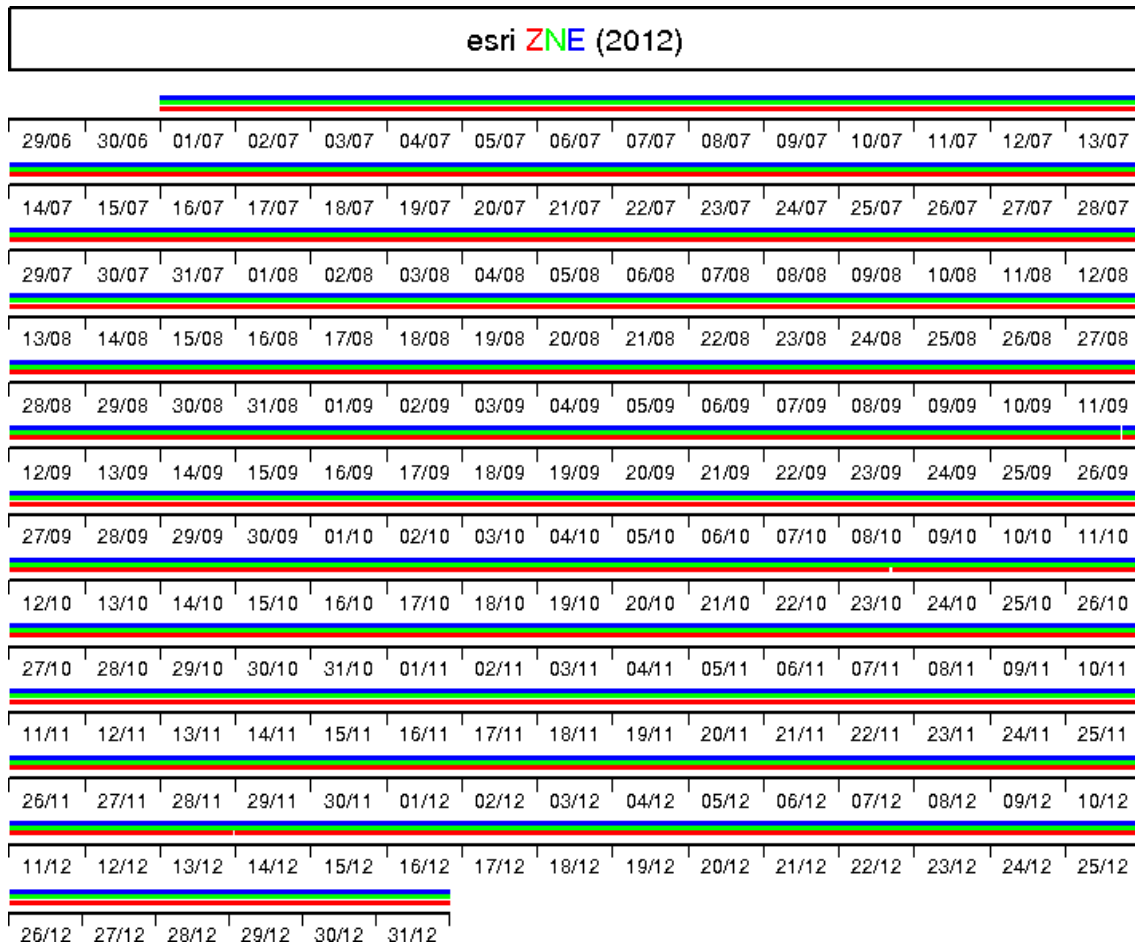
No trimestre Julho - Setembro de 2012 a ESFC alcançou a marca de 95,1 % de eficiência de operação e no trimestre Outubro - Dezembro de 2012 teve eficiência de 99,6 %, resultando numa eficiência total de operação de 97,4% no segundo semestre de 2012, como pode ser visto no calendário da **Figura 1**.



**Figura 1.** Calendário de operação da ESFC no semestre Julho – Dezembro 2012, mostrando os intervalos em operação. Durante o segundo semestre a ESFC operou com 97,4% de eficiência.

Na **Figura 2** se apresenta o calendário de operação da estação Rio dos Índios (ESRI) que começou a funcionar no dia 04 de setembro de 2011, para operar no intervalo Pós-enchimento do Reservatório Foz do Chapecó, que começou em 22 de agosto de 2010. No trimestre Julho - Setembro de 2012 a ESRI alcançou a marca de 99,9 % de eficiência de operação e no trimestre Outubro - Dezembro de 2012 apresentou eficiência de 99,95 %, resultando numa

eficiência praticamente integral de operação (100%) no segundo semestre de 2012, como pode ser visto no calendário da **Figura 2**.



**Figura 2.** Calendário de operação da estação ESRI no semestre Julho - Dezembro 2012, mostrando os intervalos em operação. A cor das linhas mostra as componentes do sensor, vermelho, componente vertical, verde, componente norte-sul e azul, componente leste-oeste. A estação funcionou integralmente durante o segundo semestre de 2012.

### 3 MANUTENÇÃO DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS EM FOZ DO CHAPECÓ

Durante a visita do técnico da B&A a Foz do Chapecó, entre 03 e 04 de julho de 2012, foi efetuada a instalação de novo equipamento na ESFC, já que a estação estava fora de operação desde 23 de maio. Foi instalado um sensor vertical da Eentec modelo SP-400 e um registrador modelo DR-4050. A

estação de Rio dos Índios, ESRI, tem operado continuamente desde 22 de maio com o equipamento GURALP.

#### 4 ANÁLISE DOS DADOS REGISTRADOS NA ESFC E ESRI NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2012

Durante o semestre Julho- Dezembro de 2012 foram registrados pelas estações sismográficas que operam em Foz do Chapecó mais de 20 eventos sísmicos locais, 14 dos quais foram analisados no Boletim Sísmico N° 14 e nove deles foram analisados no Boletim Sísmico N° 15, o qual se apresenta no **Anexo 1** deste Relatório.

A **Tabela 1** do presente Relatório apresenta os dados epicentrais de todos os eventos locais registrados no segundo semestre de 2012.

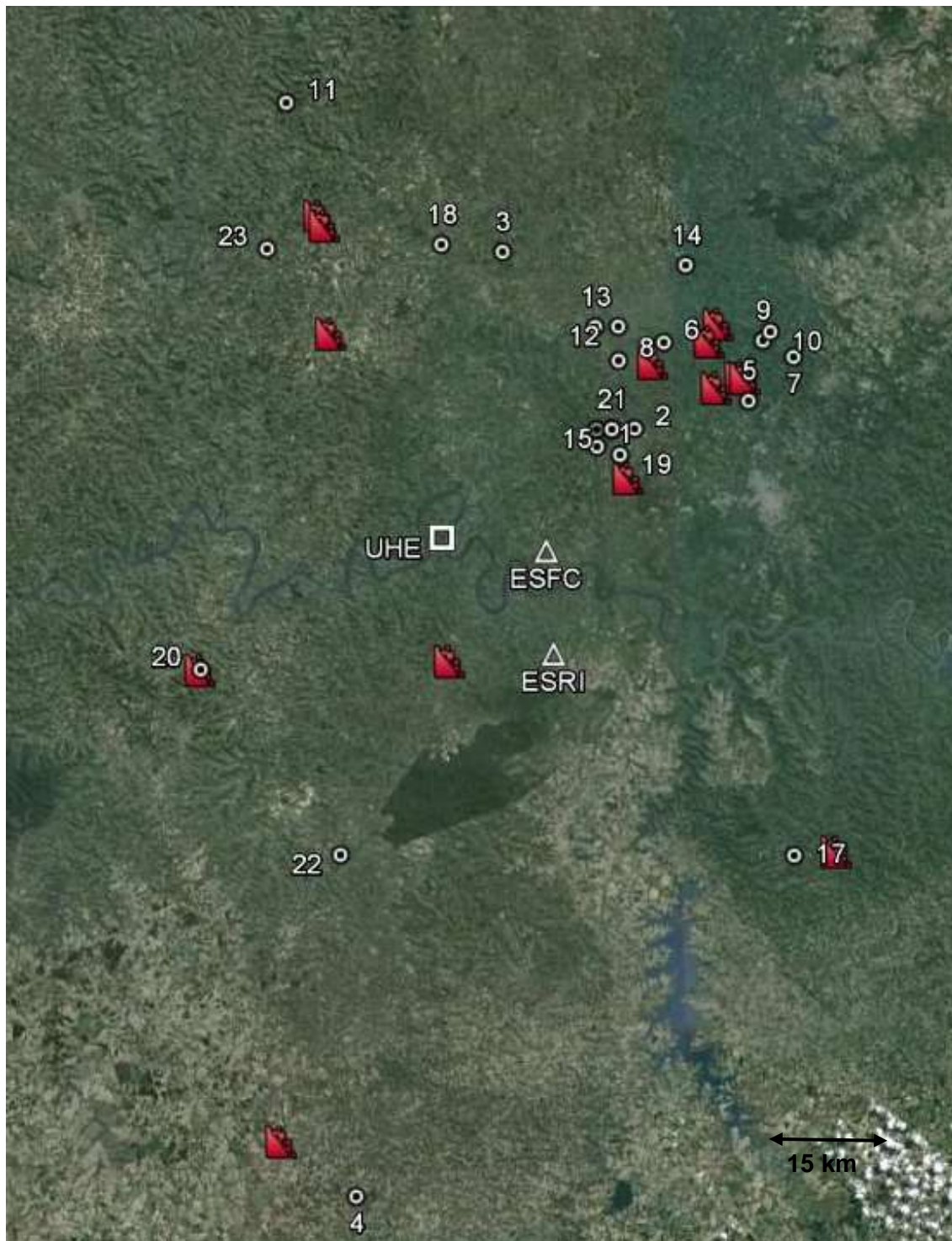
**Tabela 1-** Parâmetros dos eventos sísmicos locais registrados na ESFC e na ESRI no semestre Julho - Dezembro 2012 de acordo com os Boletins Sísmicos N°s 14 e 15.

N°	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	$\Delta$ (km)	bckAz	D (s)	$m_b$	St	COMENTÁRIOS
1	10/07/12	16:36:54	-27,03	-52,84	27,94	15,9	35,7	1,9	ESRI	Pedreira de Planalto Alegre-SC
2	18/07/12	16:45:46	-27,01	-52,79	31,55	23,2	10,8	1,0	ESRI	Pedreira de Planalto Alegre-SC
3	18/07/12	19:59:24	-26,80	-52,96	52,89	353,4	18,7	1,4	ESRI	Pinhalzinho-SC
4	19/07/12	14:17:57	-27,90	-53,18	75,78	203,8	27,6	1,7	ESRI	Pedreira de Palmeira das Missões-RS
5	19/07/12	17:09:07	-26,98	-52,64	44,43	42,2	19,5	1,5	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
6	23/07/12	20:15:52	-26,91	-52,75	43,34	22,5	19,3	1,5	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
7	02/08/12	16:21:09	-26,93	-52,58	43,86	56,0	22,4	1,6	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC
8	08/08/12	16:41:41	-26,93	-52,81	27,18	24,3	23,8	1,6	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
9	14/08/12	16:44:25	-26,91	-52,62	42,13	49,7	16,4	1,3	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC
10	22/08/12	17:55:46	-26,90	-52,61	43,49	50,5	14,7	1,3	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC
11	22/08/12	20:32:08	-26,62	-53,24	68,82	328,3	30,4	1,8	ESRI	Sta. Teresinha do Progresso-SC
12	30/08/12	16:35:15	-26,89	-52,81	31,18	21,4	25,3	1,7	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
13	14/09/12	16:34:48	-26,89	-52,84	30,10	15,7	27,7	1,7	ESRI	Pedreira a noroeste de Chapecó-SC
14	18/09/12	18:46:47	-26,82	-52,72	42,29	29,3	18,7	1,4	ESRI	Pedreira ao Norte de Chapecó-SC
15	11/10/12	16:36:52	-27,01	-52,82	30,56	18,2	24,0	1,6	ESRI	pedreira Planalto Alegre - SC
16	01/11/12	15:34:41	-27,01	-52,84	30,48	14,0	31,6	1,8	ESRI	pedreira Planalto Alegre - SC
17	09/11/12	17:46:15	-27,51	-52,59	43,21	126,9	28,4	1,8	ESRI	S. Valentim - RS
18	09/11/12	18:02:53	-26,79	-53,04	55,49	344,1	26,7	1,7	ESRI	Pinhalzinho - SC
19	22/11/12	15:35:31	-27,04	-52,81	28,25	22,7	21,8	1,6	ESRI	pedreira Planalto Alegre - SC
20	10/12/12	13:49:52	-27,28	-53,37	51,69	269,4	37,2	2,0	ESRI	Caiçara - RS
21	12/12/12	18:34:22	-27,01	-52,82	30,54	16,8	11,8	1,1	ESRI	À noroeste de Chapecó - SC
22	14/12/12	17:03:50	-27,50	-53,19	40,37	232,0	18,8	1,4	ESRI	Rodeio Bonito - RS
23	20/12/12	20:48:02	-26,79	-53,27	67,43	322,9	30,6	1,8	ESRI	Maravilha - SC

**OBS.** Ho (UT): Horário de origem do evento em Tempo Universal;  $\Delta$  (km): Distância epicentral em km; bckAz: azimute com base na estação; D(s): duração do evento em segundos;  $m_b$ : magnitude na escala Richter de ondas de corpo; St: estação de registro do evento.



A **Figura 3** apresenta o mapa de distribuição dos epicentros descritos na **Tabela 1**.



**Figura 3.** Mapa de epicentros dos eventos sísmicos (círculos brancos) ocorridos na área do Reservatório Foz do Chapecó (o quadrado branco indica sua barragem), no semestre Julho - Dezembro 2012 e que foram registrados nas estações ESFC e ESRI (triângulos brancos). O número dos eventos corresponde à numeração da **Tabela 1**. Os triângulos vermelhos correspondem à pedreiras identificadas no Google Earth nessa região.

Para tentar distinguir os sismos artificiais (por exemplo, detonações de pedreiras) dos sismos naturais, são utilizados alguns critérios como a análise da polaridade da onda P desses eventos, considerando que no caso de explosões o primeiro impulso da onda P deve ser compressional. Outro critério importante para efetuar essa distinção é a amplitude da onda S, que no caso das explosões não é muito maior que as amplitudes da onda P, considerando que elas não geram ondas S na fonte, correspondendo a ondas convertidas posteriormente a partir da onda P. Também devem ser analisados os horários de ocorrência das supostas explosões assim como os dias da semana em que foram efetuadas. Porém um critério determinante é a proximidade do epicentro a uma fonte de energia artificial, como pedreiras ou canteiro de obras de grande porte. Desta maneira é possível estabelecer um padrão de ocorrência para confirmar sua fonte.

Os eventos de números 1, 2, 4 a 10, 12 a 17, 19 a 21 e 23 listados na **Tabela 1**, correspondem a prováveis explosões. Não apenas por terem seus epicentros próximos a pedreiras, mas por responderem aos requisitos citados anteriormente. Os eventos 5 a 9 e os eventos 13 a 16 dessa lista, podem estar relacionados á pedreiras próximas

Os eventos 3, 11 e 18 apresentam características de detonações, considerando suas formas de onda, porém não foram encontradas possíveis fontes próximas aos epicentros, embora existam duas pedreiras a 15 km de distância, que poderiam justificar uma falta de precisão.

O único evento ocorrido no semestre Jul-Dez 2012, que poderia corresponder a um sismo natural é o de No. 22 da Tabela 1. Ver sismograma na **Figura 13** do Boletim Sísmico No. 15, no **Anexo 1**

Durante o segundo semestre de 2012, as estações possibilitaram o registro de um evento regional. A **Tabela 2** apresenta os dados epicentrais deste evento.

**Tabela 2-** Lista de sismos regionais registrados na ESFC e na ESRI da Rede Sismográfica de Chapecó, ocorridos no semestre Julho – Dezembro de 2012.


N°	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	$\Delta$ (km)	bckAz	M <sub>R</sub>	St	COMENTÁRIOS
1	05/11/12	11:01:28	-28,34	-49,37	410,09	106,9	3,8	ESRI	Orleans-SC

**OBS.** **Ho (UT):** Horário de origem do evento em Tempo Universal;  $\Delta$  (**km**): Distância epicentral em km; **bckAz:** azimute com base na estação; **m<sub>R</sub>:** magnitude na escala Richter de ondas de corpo; **St:** estação de registro do evento.

## 5 CONCLUSÕES

As estações sismográficas ESFC e ESRI registraram no semestre Julho – Dezembro 2012 vinte e três eventos locais que ocorreram nas proximidades do Reservatório Foz do Chapecó, dezenove dos quais foram associados com prováveis explosões efetuadas em pedreiras existentes nessa região. Os eventos de número 3, 11 e 18 parecem corresponder a detonações, porém não foram encontradas prováveis fontes próximas ou seus epicentros foram localizados com erro maior. O sismo 22 é o único evento que pode ser um sismo natural. O que se pode afirmar é que estes quatro eventos, mesmo sendo sismos naturais, não consistem em sismos induzidos pelo Reservatório Foz do Chapecó devido a grande distância da borda desse reservatório. Foi registrado um evento que parece corresponder a sismo de origem tectônica, porém, a uma distância de 400 km da área do Reservatório Foz do Chapecó.

São Paulo, 01 de março de 2013



-----  
Tatiana Romero  
Sismóloga



-----  
Jesus Berrocal  
Sismólogo

## **A N E X O 1**

### **ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE FOZ DO CHAPECÓ**

#### **BOLETIM SÍSMICO Nº 15**

**OUTUBRO - DEZEMBRO DE 2012**

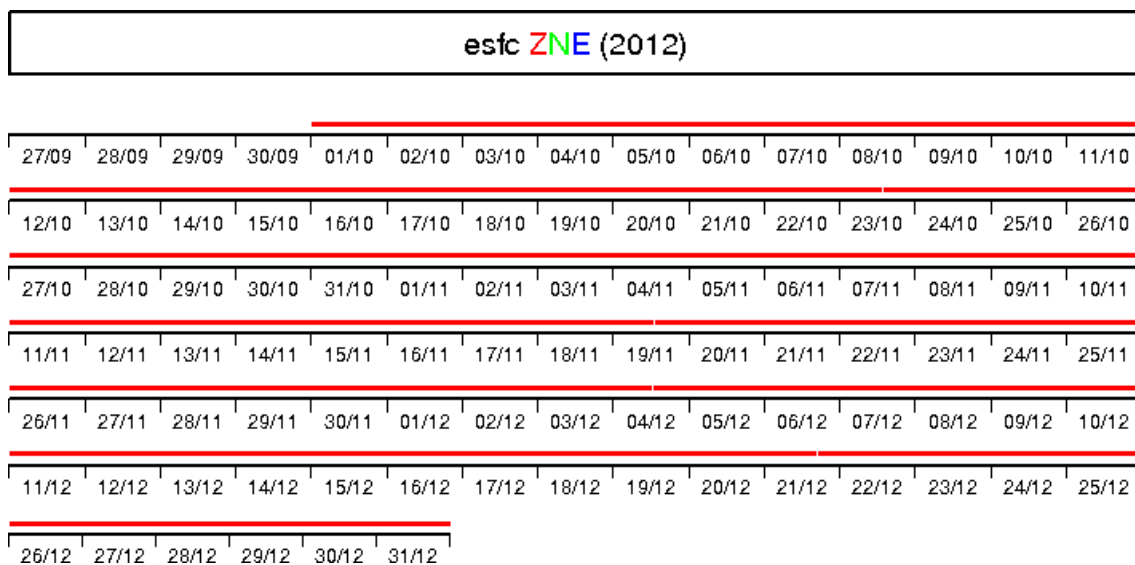


## ESTAÇÃO SISMOGRÁFICA DE FOZ DE CHAPECÓ

### BOLETIM SÍSMICO N°. 15

OUTUBRO - DEZEMBRO DE 2012

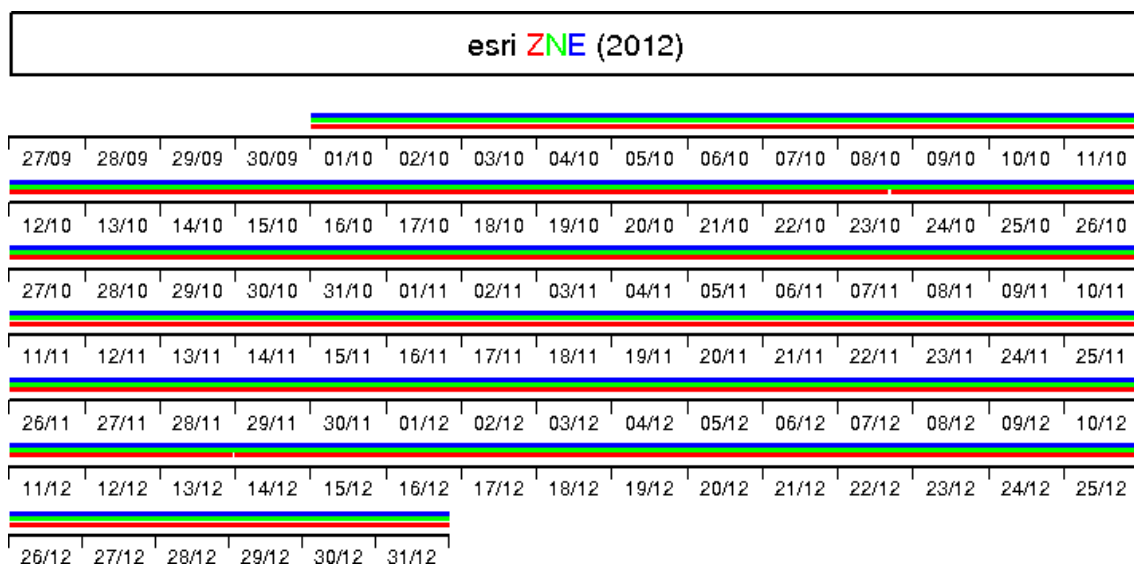
No presente Boletim Sísmico são apresentados os resultados da análise dos dados registrados na Estação Sismográfica de Foz do Chapecó (ESFC) e na Estação Rio dos Índios (ESRI), durante o trimestre de outubro a dezembro de 2012.



**Figura 1-** Calendário de operação da ESFC no trimestre Outubro - Dezembro 2012, mostrando os intervalos em operação. A cor das linhas mostra as componentes do sensor, vermelho, componente vertical. A ESFC operou 99,62% do intervalo analisado, com o sismógrafo Eentec, até o final deste trimestre.

A estação de Foz do Chapecó (ESFC) operou com o sismógrafo *Eentec* durante o presente trimestre e apresentou 99,62% de eficiência (**Figura 1**).

A estação de Rio dos Índios (ESRI) operou com 99,95% de eficiência durante o presente trimestre. Esta estação tem operado continuamente, desde o dia 22 de maio, com o sismógrafo triaxial *Guralp*.



**Figura 2-** Calendário de operação da ESRI nos trimestre Outubro - Dezembro 2012, mostrando os intervalos em operação. A cor das linhas mostra as componentes do sensor, vermelho, componente vertical, verde, componente norte-sul e azul, componente leste-oeste.

Para análise dos dados foi utilizado o programa WAP (Wave Analysis Program) desenvolvido pela **BERROCAL & ASSOCIADOS**. Da análise dos dados das estações ESFC e ESRI foram identificados nove eventos sísmicos de caráter local, porém sete deles apresentaram seus epicentros próximos a pedreiras. Avaliando os dias e horários de ocorrência desses eventos, assim como suas formas de onda, trata-se de prováveis explosões. A **Tabela 1** apresenta os dados epicentrais destes eventos e a **Figura 3**, o mapa com a distribuição dos epicentros. Os eventos descritos na **Tabela 1** são mostrados nas **Figuras 4 a 14**.

Os eventos de números 1, 5 e 10 parecem corresponder a detonações, avaliando as formas de onda, dias e horários de ocorrência, porém, não foi possível identificar as fontes.

Os eventos de números 2, 3 e 7, ocorreram em quintas-feiras e em semelhantes horários, estes correspondendo a horário de almoço, regime muitas vezes comum em pedreiras, de forma que sejam minimizados os riscos das detonações aos trabalhadores locais. Estes eventos são provenientes de detonações em pedra localizada na região de Planalto Alegre – SC.

Os eventos 4, 8, 9 e 11 ocorreram próximos a pedreiras e apresentam formas de onda, data e horários de ocorrência típicos de detonações.

O evento 6 próximo à PCH Machadinho, podendo corresponder a um sismo induzido.

**Tabela 1-** Lista de eventos sísmicos registrados na ESFC e na ESRI da Rede Sismográfica de Chapecó, ocorridos no trimestre Outubro – Dezembro de 2012.

N°	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	$\Delta$ (km)	bckAz	D (s)	$m_b$	St	COMENTÁRIOS
1	04/10/2012	14:16:31	-27,99	-54,21	165,48	241,2	33,4	1,9	ESRI	Giruá-RS <i>fig.4</i>
2	11/10/2012	16:36:52	-27,01	-52,82	30,56	18,2	24,0	1,6	ESRI	pedreira Planalto Alegre - SC <i>fig.5</i>
3	01/11/2012	15:34:41	-27,01	-52,84	30,48	14,0	31,6	1,8	ESRI	pedreira Planalto Alegre - SC <i>fig.6</i>
4	09/11/2012	17:46:15	-27,51	-52,59	43,21	126,9	28,4	1,8	ESRI	S. Valentim - RS <i>fig.7</i>
5	09/11/2012	18:02:53	-26,79	-53,04	55,49	344,1	26,7	1,7	ESRI	Pinhalzinho - SC <i>fig.8</i>
6	15/11/2012	15:53:51	-27,48	-51,80	124,61	100,5	29,0	1,8	ESRI	PCH Machadinho - SC <i>fig.9</i>
7	22/11/2012	15:35:31	-27,04	-52,81	28,25	22,7	21,8	1,6	ESRI	pedreira Planalto Alegre - SC <i>fig.10</i>
8	10/12/2012	13:49:52	-27,28	-53,37	51,69	269,4	37,2	2,0	ESRI	Caiçara - RS <i>fig.11</i>
9	12/12/2012	18:34:22	-27,01	-52,82	30,54	16,8	11,8	1,1	ESRI	À noroeste de Chapecó - SC <i>fig.12</i>
10	14/12/2012	17:03:50	-27,50	-53,19	40,37	232,0	18,8	1,4	ESRI	Rodeio Bonito - RS <i>fig.13</i>
11	20/12/2012	20:48:02	-26,79	-53,27	67,43	322,9	30,6	1,8	ESRI	Maravilha - SC <i>fig.14</i>

**OBS.** Ho (UT): Horário de origem do evento em Tempo Universal;  $\Delta$  (km): Distância epicentral em km; bckAz: azimute com base na estação; D(s): duração do evento em segundos;  $m_R$ : magnitude na escala Richter de ondas de corpo; St: estação de registro do evento.

No presente trimestre, também foi registrado um sismo regional, com distância epicentral superior a 400 km. A **Tabela 2**, apresenta os dados epicentrais deste evento.

**Tabela 2-** Lista de sismos regionais registrados na ESFC e na ESRI da Rede Sismográfica de Chapecó, ocorridos no trimestre Outubro – Dezembro de 2012.

N°	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	$\Delta$ (km)	bckAz	$m_R$	St	COMENTÁRIOS
1	05/11/12	11:01:28	-28,34	-49,37	410,09	106,9	3,8	ESRI	Orleans-SC <i>fig.15</i>

**OBS.** Ho (UT): Horário de origem do evento em Tempo Universal;  $\Delta$  (km): Distância epicentral em km; bckAz: azimute com base na estação;  $m_b$ : magnitude na escala Richter de ondas de corpo; St: estação de registro do evento.

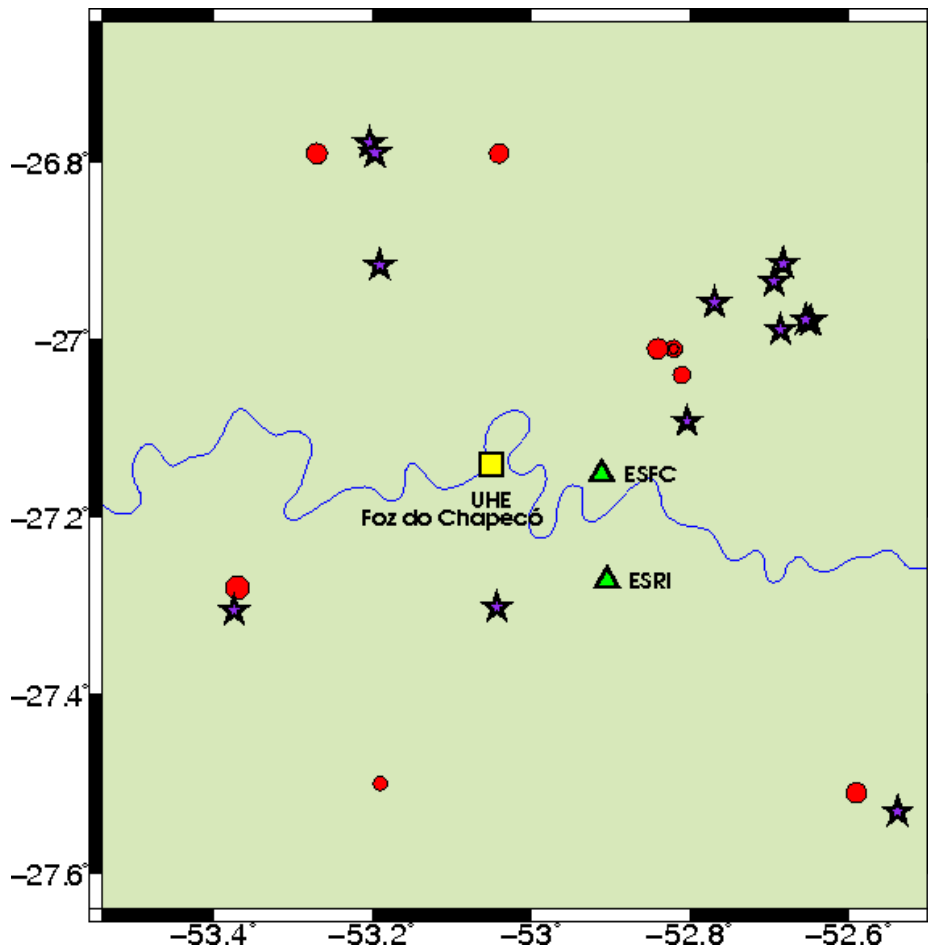
Na **Tabela 3** estão relacionados os parâmetros hipocentrais de alguns telessismos que foram registrados nas estações ESFC e ESRI no trimestre Outubro – Dezembro de 2012. Nesta tabela estão listadas a data e hora de

origem dos telessismos e os seguintes parâmetros como: latitude e longitude, profundidade focal, distância epicentral em graus e magnitude (dados do U. S. Geological Survey).

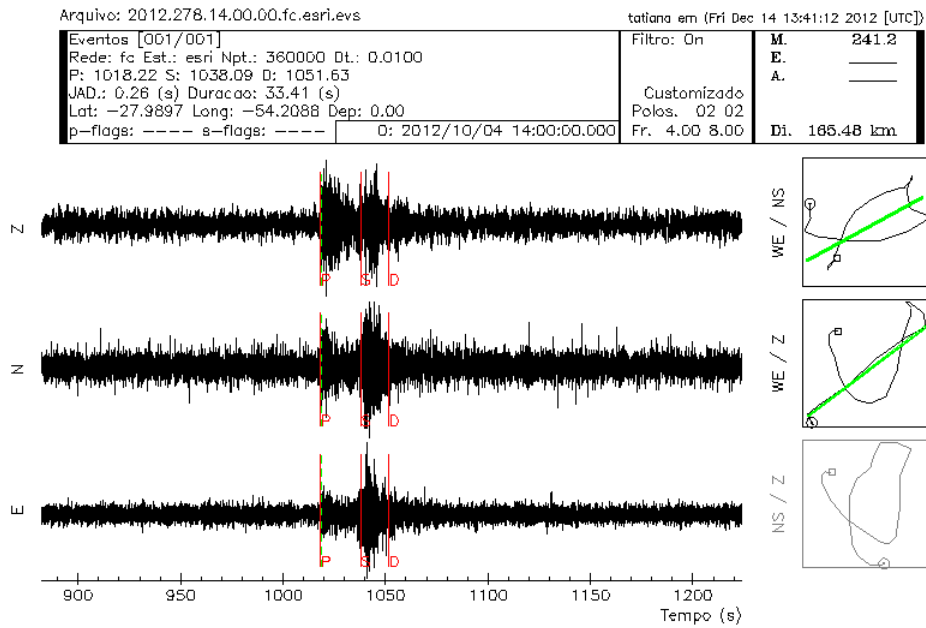
**Tabela 3** - Parâmetros hipocentrais de telessismos selecionados, registrados na ESFC e na ESRI no trimestre Outubro – Dezembro de 2012.

N°	DATA	Ho (UT)	LAT	LONG	h	$\Delta^\circ$	M <sub>w</sub>	St	OBSERVAÇÕES
1	24/10/12	00:45:32,99	10,09	-85,30	17	48,641	6,5	ESRI	Costa Rica <i>fig.16</i>
2	07/11/12	16:35:46,69	13,96	-91,85	24	55,748	7,4	ESRI	Guatemala <i>figs. 17 e 18</i>
3	11/11/12	22:14:59,24	14,13	-92,16	20	56,076	6,5	ESRI	Guatemala <i>fig.19</i>

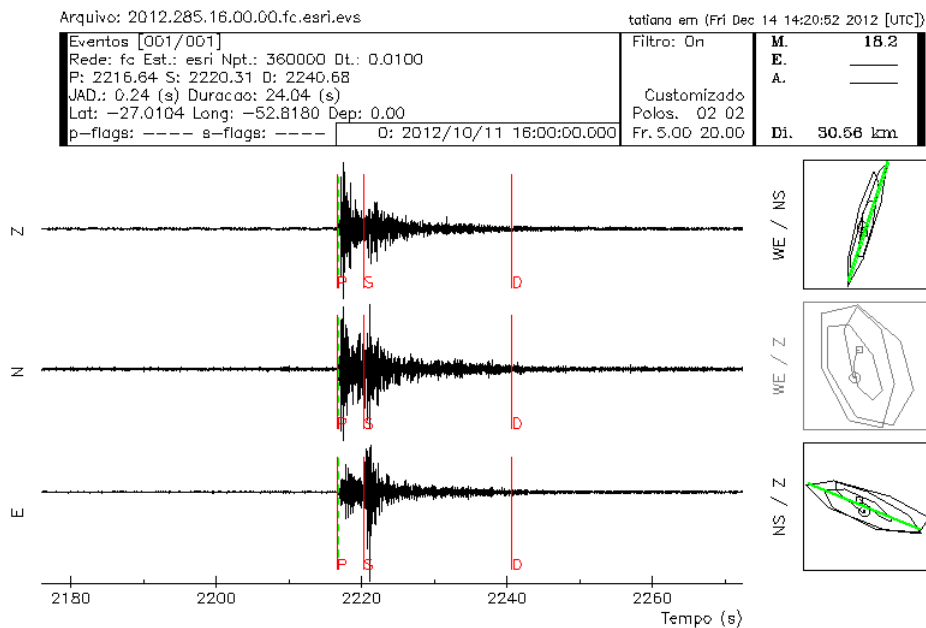
**OBS.** Ho(UT) :Horário de origem do evento em Tempo Universal; h: profundidade em km;  $\Delta^\circ$ : distância epicentral em graus; M<sub>w</sub>: magnitude de momento; St: estação de registro.



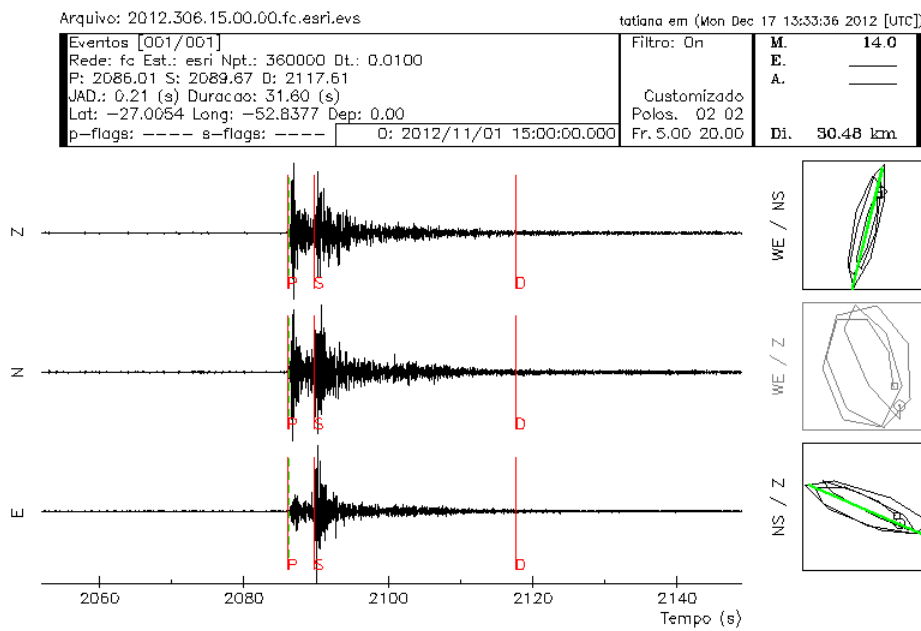
**Figura 3** - Mapa de epicentros dos eventos sísmicos locais (círculos vermelhos) ocorridos na área do Reservatório Foz do Chapecó, no trimestre Outubro - Dezembro 2012 e que foram registrados nas estações ESFC e ESRI (triângulos verdes).



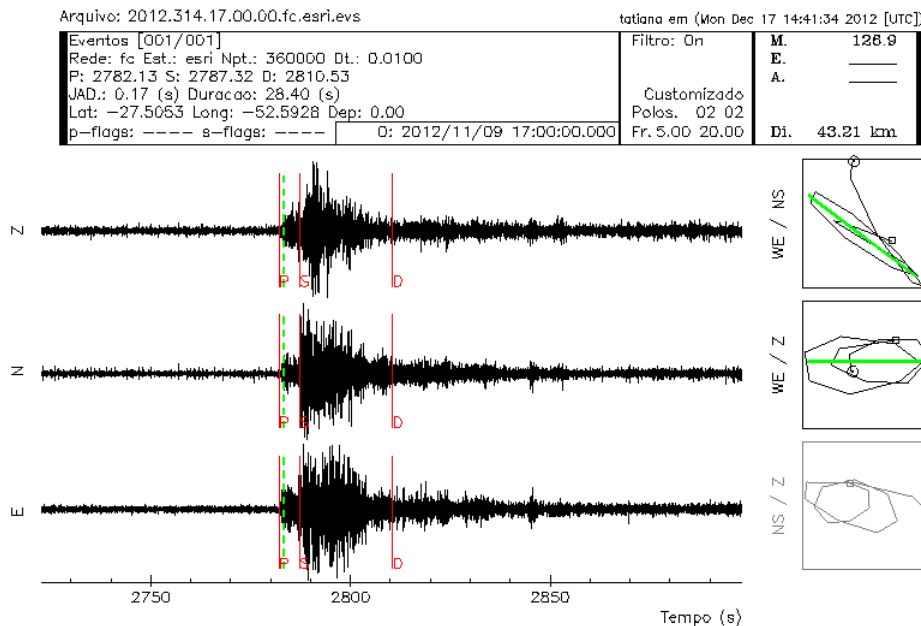
**Figura 4** - Provável explosão (Evento N°. 1, Tabela 1) ocorrida em Giruá-RS e registrada na ESRI.



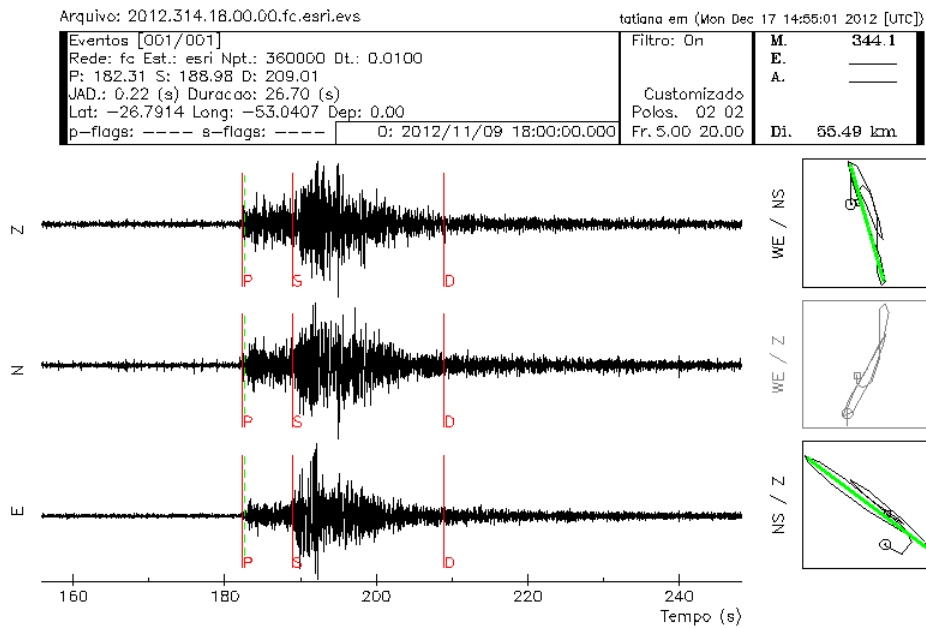
**Figura 5** - Explosão (Evento N°. 2, Tabela 1) ocorrida na Pedreira de Planalto Alegre -SC e registrada na ESRI.



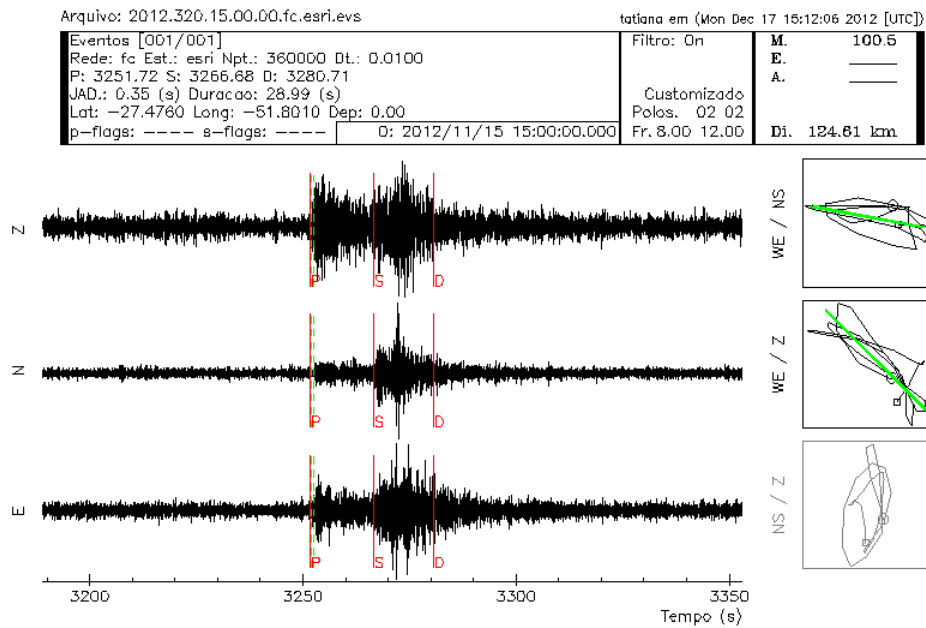
**Figura 6** - Explosão (Evento N°. 3, Tabela 1) ocorrida na pedreira de Planalto Alegre –SC, registrada na ESRI.



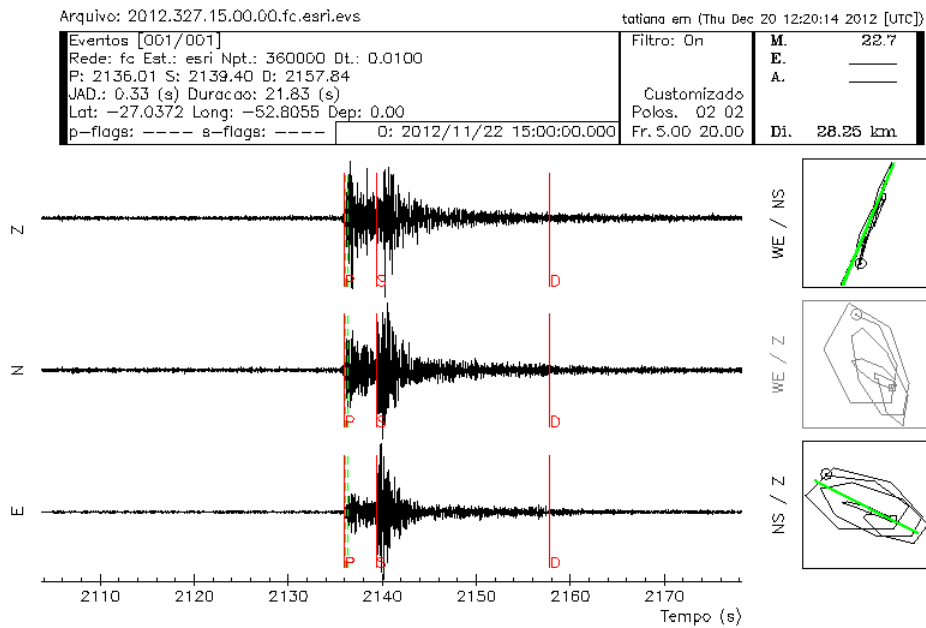
**Figura 7** - Provável explosão (Evento N°. 4, Tabela 1) ocorrida na pedreira de S. Valentim – RS, registrada na ESRI.



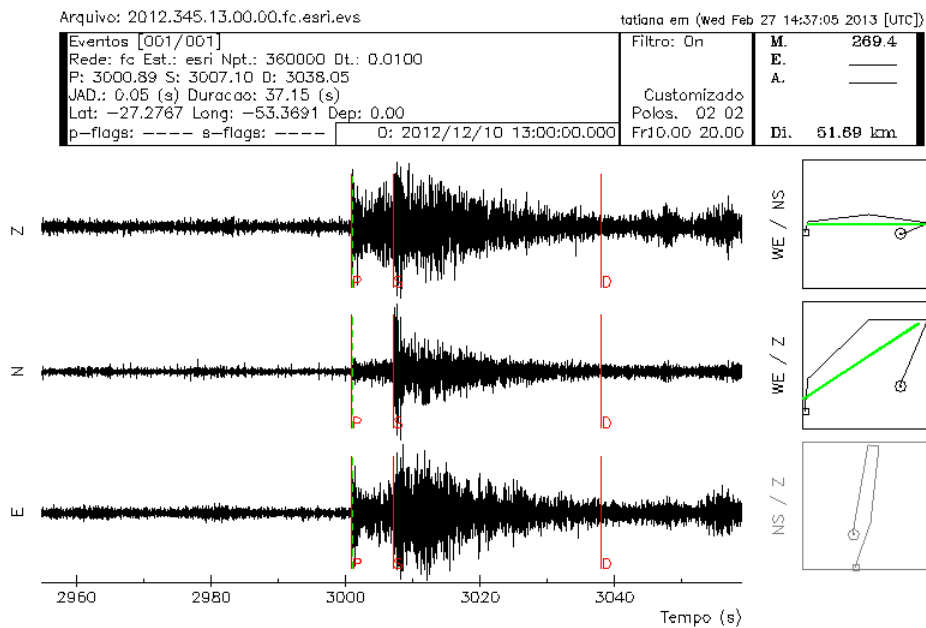
**Figura 8** - Possível explosão (Evento N°. 5, Tabela 1) ocorrida em Pinhalzinho –SC, registrada na ESRI.



**Figura 9** - Provável sismo induzido (Evento N°. 6, Tabela 1) ocorrido na PCH Machadinho - SC, registrado na ESRI.

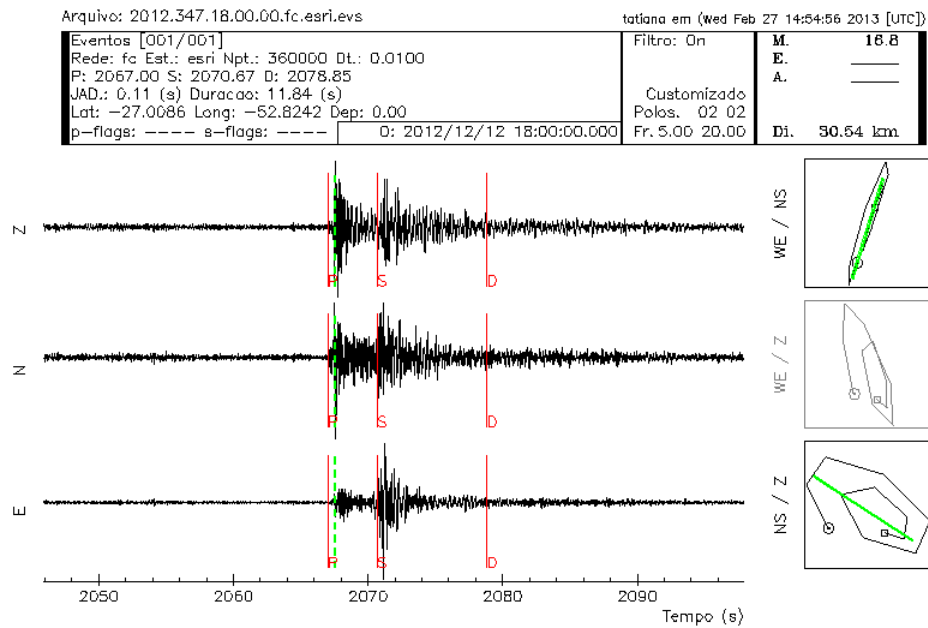


**Figura 10** - Explosão (Nº. 7, Tabela 1) ocorrida na pedreira de Planalto Alegre - SC, registrada na ESRI.

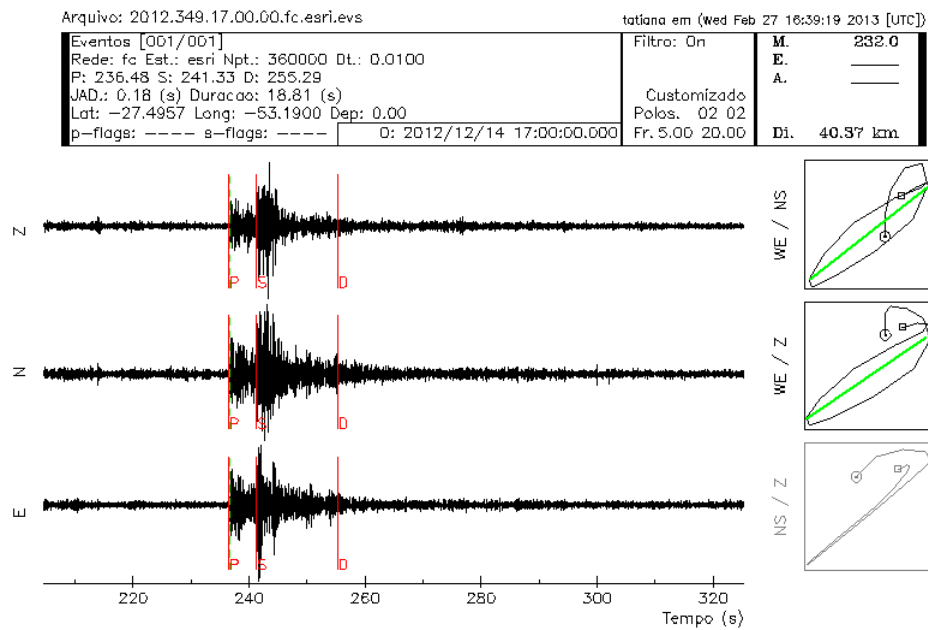


**Figura 11** – Provável explosão (Nº. 8, Tabela 1) ocorrida na pedreira de Caiçara - RS, registrada na ESRI.

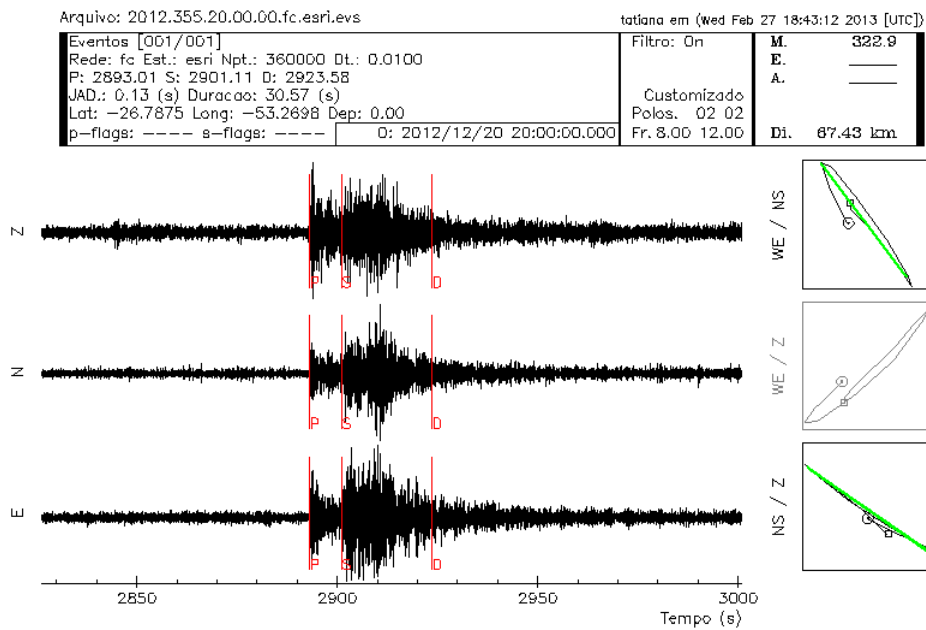




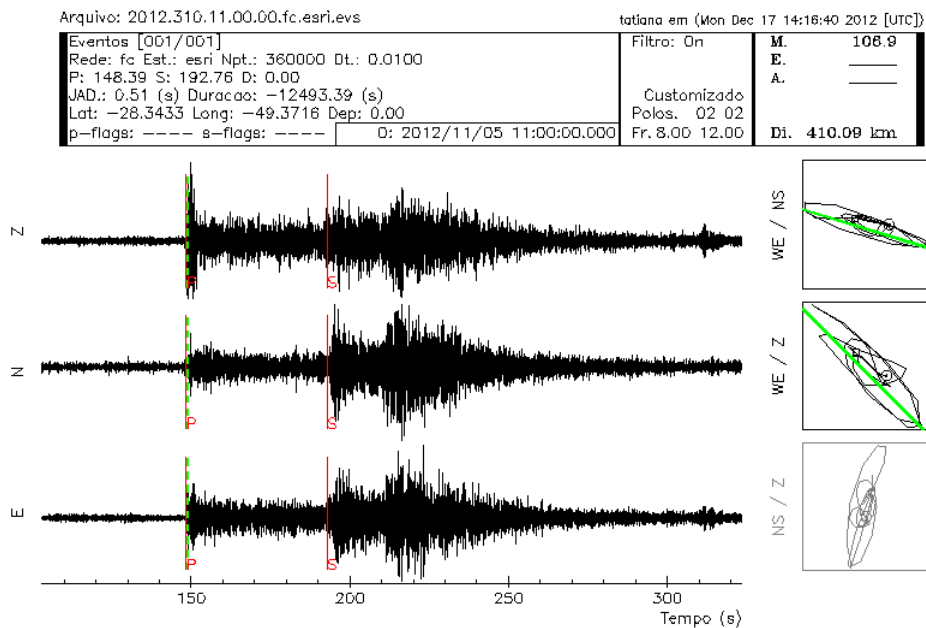
**Figura 12** - Provável explosão (N°. 9, Tabela 1) ocorrida na pedreira à noroeste de Chapecó-SC, registrada na ESRI.



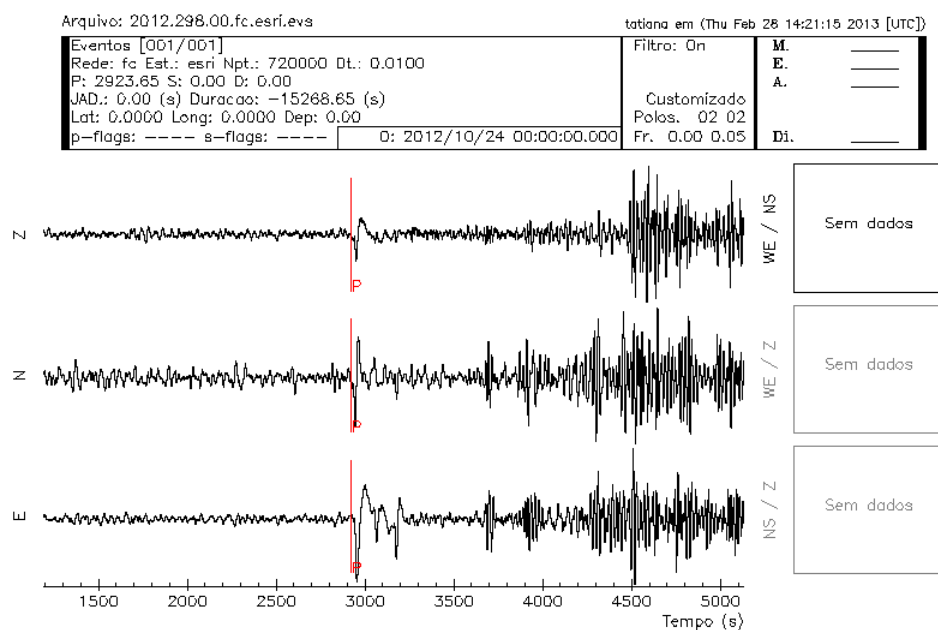
**Figura 13** - Provável sismo natural (N°. 10, Tabela 1) ocorrida em Rodeio Bonito -RS, registrada na ESRI.



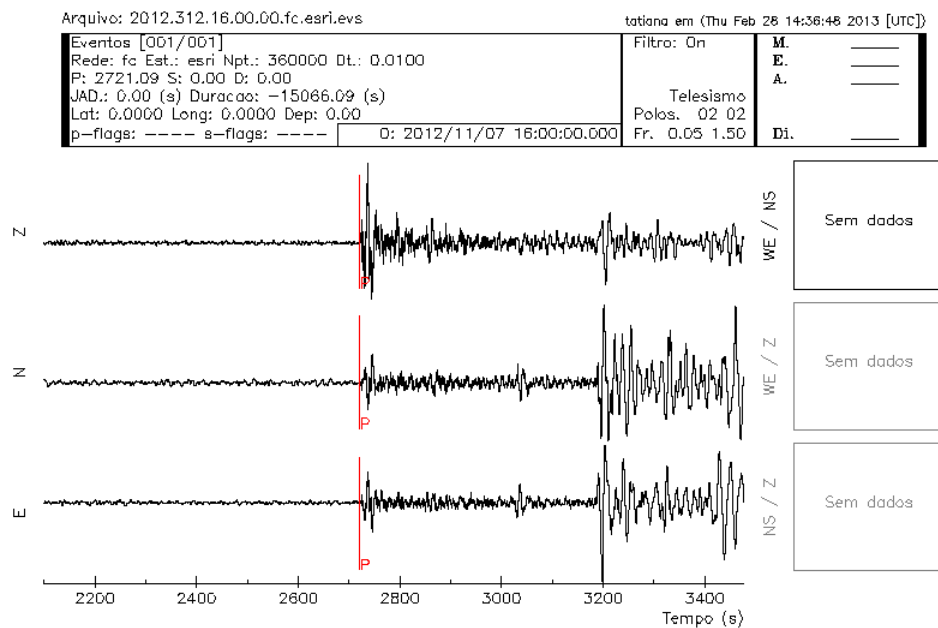
**Figura 14** - Provável explosão (Nº. 11, Tabela 1) ocorrida na pedreira em Maravilha - SC, registrada na ESRI.



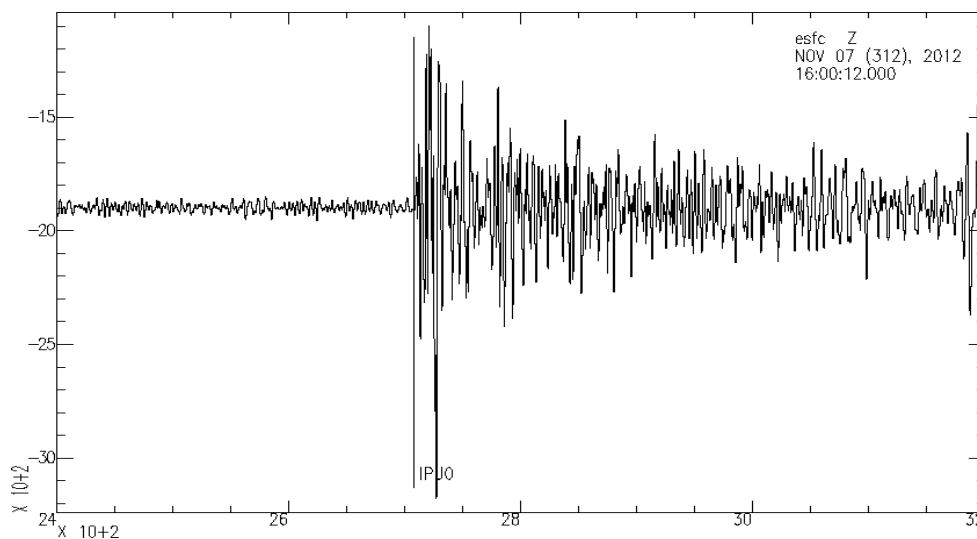
**Figura 15** – Sismo regional (Nº. 1, Tabela 2) ocorrido em Orleans - SC, registrado na ESRI.



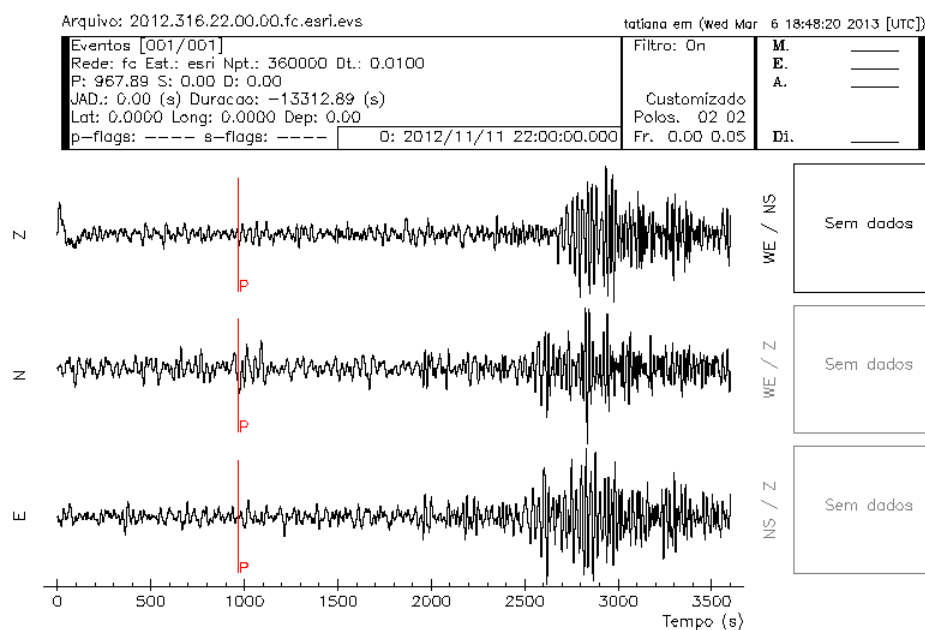
**Figura 16** – Telessismo de magnitude Mw 6,5, ocorrido na Costa Rica em 24.10.2012 e registrado na ESRI.



**Figura 17** – Telessismo de magnitude Mw 7,4, ocorrido na Guatemala em 07.11.2012 e registrado na ESRI.



**Figura 18** – Telessismo de magnitude Mw 7,4, ocorrido na Guatemala em 07.11.2012 e registrado na ESFC.



**Figura 19** – Telessismo de magnitude Mw 6,5, ocorrido na Guatemala em 11.11.2012 e registrado na ESRI.

São Paulo, 07 de março de 2013

Tatiana Romero  
Sismóloga

Jesus Berrocal  
Sismólogo