

## Sismicidade da Região Sul do Brasil obtida com dados da Estação SP7 (AHE Salto Pilão, SC)

L.C. Ribotta <sup>\*1</sup>, L. D. Moreira <sup>1</sup>, D. A. R. Santos <sup>2</sup>, R. Cruz <sup>2</sup> e J. R. Barbosa <sup>3</sup>

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. <sup>1</sup>, Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda <sup>2</sup> e IAG/USP - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo <sup>3</sup>

Copyright 2012, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no V Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 27 a 29 de novembro de 2012. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do V SimBGF, mas não necessariamente representa a opinião da SBGF ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGF.*

### Abstract

The Salto Pilão Hydroelectric Complex is located in the Itajaí-Açu river, Ibirama/Lontras county, SC, and includes a reservoir with 3 m average depth and 0.15 km<sup>2</sup> area, a tunnel with 7.7 m x 7.8 m x 6.6 km (impounded in September, 2009), and a Power Plant in Apiúna county, SC. The area covers sedimentary rocks of the Paraná basin and igneous/metamorphic rocks of the Mantiqueira Province. Seismological monitoring started in December 12, 2007 with the station SP7 (digital, 3-component, short-period). In these four years no event directly related with the Salto Pilão Complex was detected. Three small natural local microearthquakes were detected in the area. In addition, one case of local landslide was also detected. Monitoring with SP7 station allowed detection of 15 local earthquakes with distances between 20 and 150 km, and 21 earthquakes at regional distances (150-300km), as well as contribute to studies of ten other larger earthquakes in SE and Central Brazil.

### 1 Introdução

O Aproveitamento Hidrelétrico Salto Pilão, compreende: um reservatório situado no rio Itajaí-Açu, municípios de Ibirama e Lontras, SC, ocupando uma área inundada de 0,15 km<sup>2</sup> (cota 319 m), lâmina d'água de 3 m e barragem (soleira livre), nas coordenadas 27° 08' S e 49° 31' W, com a formação do reservatório em 08.08.2009; um túnel adutor de 7,7 m x 7,85 m x 6628 m, cujo enchimento ocorreu entre 01 a 07.09.2009; e casa de força no município de Apiúna, SC, em Subida da Ressacada, cujas 2 unidades iniciaram suas operações comerciais entre dezembro.2009 e janeiro.2010.

Na área do AHE Salto Pilão ocorrem rochas da Bacia Sedimentar do Paraná em contato com rochas pré-cambrianas da Província Estrutural Mantiqueira.

Com a finalidade de detectar sismos locais associados ou não ao processo de implantação do empreendimento foi instalada uma estação sismológica local, contribuindo também com informações sobre a sismicidade no Estado de Santa Catarina e região vizinha.

### 2 A Estação sismológica local e os parâmetros epicentrais

Em função das características do empreendimento optou-se em instalar na área uma estação sismológica "vigilan-

te" composta por um registrador digital, sismômetro triaxial de período curto, GPS e sistema de alimentação com painel solar e bateria estacionária selada.

Em 12.12.2007 iniciou-se a operação da Estação SP7 (27,12°S, 49,46°W e cota de 489 m), sendo a sua localização e dos principais locais do empreendimento mostrados na Figura 1.

As coordenadas dos epicentros locais foram determinadas pela fórmula  $D = K \cdot (S - P)$ , onde  $D$  é a distância em km;  $P$  e  $S$  são os tempos das fases P e S, em segundos; e  $K$  é uma constante que para a área vale 7,95 km/s (determinada com dados de explosões nas pedreiras Azza e Daclande e nas obras do empreendimento) e o azimute  $Az$  determinado pela decomposição do movimento das ondas da fase P.

Os epicentros entre 150-300 km foram obtidos com dados de outras redes sismológicas na região sul do Brasil: RSIM – Rede Sismológica de Itá/Machadinho e RSBC – Rede Sismológica de Barra Grande e Campos Novos, SC/RS com análise dos dados realizados pelo IPT e Projeto BRASIS – BRAZILIAN Seismographic Integrated Systems, sob a responsabilidade do IAG-USP). Os dados daqueles com distâncias superiores a 300 km, foram disponibilizados para complementar as informações e melhorar as determinações dos seus parâmetros, os quais estão disponibilizados no Catálogo de Sismos Brasileiros.

Para quantificar os sismos adotou-se a relação obtida por ASSUMPTÇÃO, 1983, para determinar os valores da magnitude  $m_R$ , válida para sismos regionais rasos brasileiros.

### 3 Sismicidade na área do empreendimento

Na área do AHE Salto Pilão foram identificadas como fontes geradoras de eventos sísmicos as pedreiras Azza e Daclande e vários pontos com atividades minerárias, cujas localizações estão mostrados na Figura 1.

Durante estes 4 anos de monitoramento sismológico local não foi identificado nenhum evento associado com a implementação deste empreendimento, mesmo com o processo de construção e enchimento do túnel adutor (os chamados *rock bursts*).

Na área do empreendimento podem ser citados:

- entre julho.2009 e agosto.2010 foram registrados eventos distantes 15 km e azimute 314° em relação a Estação SP7, epicentros no distrito de Dalbérgia, Ibirama, SC, associados a detonações das obras da PCH Ibirama.
- houve deslocamento de rocha no túnel de acesso à casa de força em 10.11.2010. Não foi observada a

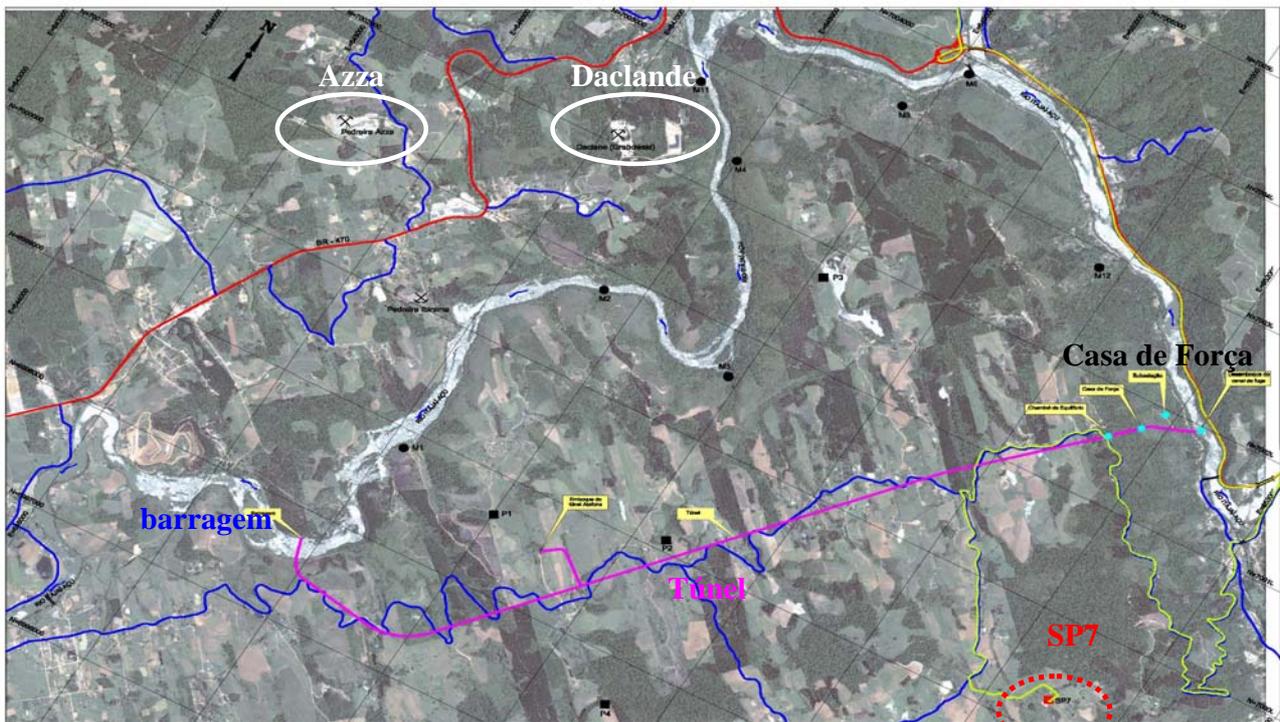


Figura 1 - Mapa de localização da Estação SP7 e dos principais locais do empreendimento.

ocorrência de ruídos (estampidos) e a Estação SP7 ( $D = 2,5$  km) não registrou evento sísmico (magnitude muito pequena ou associado a outro fenômeno: queda natural ocasionada, por exemplo, por vibrações existentes no local). Após este fato não foi mais observada a queda de blocos.

- nos dias 14-15.06.2011, registrou-se 3 eventos sísmicos nas proximidades da área do empreendimento ( $D \sim 1,6$  km,  $Az \sim 340^\circ$  da Estação SP7), magnitudes negativas e que pela sua localização não estariam associados a esta obra. A Figura 2 mostra a localização dos epicentros e o registro obtido na Estação SP7. Não foi identificando atividade minerária. Estes eventos estariam associados a uma micro-atividade natural local.
- em 09.09.2011 ocorreu escorregamento na área do empreendimento, próximo ao emboque da Chaminé de Montante, distante 2,4 km da Estação SP7, às 03:06-UT, horário definido pelo fato do processo ter rompido o cabo de fibra ótica local. Na Estação SP7 observa o registro de um sinal em destaque neste horário, indicando que se refere ao escorregamento. A Figura 3 mostra sua localização e o registro na Estação SP7, cujas características não têm semelhança a de um sismo. O escorregamento ocorreu pelo alto índice pluviométrico no período, observado tanto na área do empreendimento como em outras localidades da região.

#### 4 Sismicidade local ( $20 \text{ km} < D < 150 \text{ km}$ ) da Estação SP7

Historicamente (antes de dezembro.2007), no entorno do empreendimento ( $D < 300$  km) foram registrados

37 sismos com magnitudes moderadas a baixas (o sismo de Tubarão, 1939, Margem Continental, SC,  $5,5 m_b$ , a 255 km, onde estima-se que a intensidade possa ter atingido IV ou V MM na área do empreendimento) e localmente ( $D < 150$  km) tem-se a ocorrência dos sismos de Blumenau (1939,  $3,9 m_b$ , a 47 km) e Camboriú (1980,  $2,5 m_b$ , a 87 km), conforme dados divulgados por BERROCAL *et. al.*, 1984 e no Catálogo do Sismos Brasileiros, disponível no Boletim Sísmico Brasileiro publicado na Revista Brasileira de Geofísica e nos sites do IAG-USP e SIS-UnB.

Com a Estação SP7 identificou-se 15 eventos locais, cujos dados estão no catálogo da Tabela 1 (identificados com "L") e seus epicentros mostrados na Figura 4 e detalhes na Figura 5.

Dentre estes casos, alguns deles mereceram destaque:

- em 22.09.2008, moradores de São Francisco do Sul, litoral norte do Estado de Santa Catarina, sentiram leve tremor de terra  $\sim 12$  h-UT. O Corpo de Bombeiros não observou danos nos imóveis. A Estação SP7 ( $D \sim 140$  km) não registrou nenhum evento. Evento muito pequeno ( $< 1,2 m_R$ ) e efeitos macrossísmicos muito localizados.
- em 23.11.2008, à noite, houve o rompimento de gasoduto na região de Gaspar, SC ( $D \sim 60$  km da Estação SP7). Não identificou-se a existência de registro associado com esta ocorrência. Uma provável hipótese: escorregamento da encosta, gerando o rompimento do gasoduto e a consequente explosão, provocando a sensação do tremor de terra relatado pela população local.

Tabela 1 – Sismicidade brasileira registrada na Estação SP7.

Nº	DATA	HORÁRIO (HM-UT)	LOCAL	Lat (°)	Long (°)	T	m <sub>R</sub>
1	23.04.08	00:01	Litoral paulista, SP	-25,65	-45,29	R	5,2
2		00:17	Litoral paulista, SP (réplica)	-25,70	-45,41	R	~ 2
3		00:17	Litoral paulista, SP (réplica)	-25,70	-45,41	R	2,7
4	24.04.08	17:49	Nova Araçá, RS	-28,67	-51,68	R	2,5
5	12.05.08	17:26	no Rio Grande do Sul ?			R	1,7
6	14.06.08	12:01	Garibaldi, RS	-29,22	-51,52	R	3,3
7	22.09.08	~ 12	São Francisco do Sul, SC	-26,25	-48,61	L	?
8	04.10.08	21:30	Caxias do Sul, RS	-29,27	-51,23	R	1,2
9	21.10.08	19:19	no Rio Grande do Sul ?			R	1,0
10	10.11.08	06:57	Caxias do Sul, RS	-29,20	-51,27	R	3,2
11	23.11.08	?	Rompimento gasoduto Gaspar, SC	-26,88	-48,83	?	-
12	19.12.08	22:56	Margem Continental, RS	-31,66	-49,58	R	4,0
13	08.06.09	17:16	Cajati, SP	-27,74	-48,12	R	2,9
14	15.06.09	22:17	Coxim, MS	-18,55	-55,84	R	4,8
15	16.08.09	06:32	Nova Roma, RS	-29,00	-54,46	R	2,7
16	07.09.09	00:18	Paraibuna, SP	-23,45	-45,51	I	3,4
17	09.02.10	05:20	SW de Benedito Novo, SC	-26,84	-49,41	L	0,7
18	29.03.10	03:11	Jaraguá do Sul, SC	-26,46	49,08	L	1,2
19		04:24	Jaraguá do Sul, SC	-26,49	-49,17	L	1,8
20		23:05	Jaraguá do Sul, SC	-26,53	-49,01	L	0,9
21	02.04.10	22:00	Jaraguá do Sul, SC	-26,46	-49,23	L	1,0
22	09.04.10	07:08	Barracão, RS	-27,71	-51,33	I	2,1
23	26.04.10	04:33	Caxias do Sul, RS	-29,16	-51,37	R	3,5
24	18.05.10	03:56	Timbó/Rodeio, SC	-26,88	-49,36	L	0,1
25	29.05.10	21:54	Jaraguá do Sul, SC	-26,56	-49,17	L	1,2
26	08.10.10	20:20	Mara Rosa, GO	-13,79	-49,99	R	5,0
27		20:30	Mara Rosa, GO (réplica)	-13,79	-49,99	R	4,0
28	15.12.10	23:15	Jaraguá do Sul, SC	-26,60	-48,96	L	1,4
29	27.02.11	07:41	Caxias do Sul, RS	-29,14	-51,10	R	3,1
30	05.03.11	08:13	Benedito Novo – Rio dos Cedros, SC	-26,78	-49,32	L	1,4
31	20.03.11	09:43	Corurá, SC	-26,56	-49,31	L	1,5
32		19:34	Corurá, SC	-26,57	-49,29	L	1,4
33	27.04.11	20:38	Lagoa Vermelha, RS - detonação	-28,21	-51,53	R	2,5
34	01.08.11	06:19	Jacutinga, PR	-25,01	-52,13	R	2,8
35	14.06.11	12:50	D SP7 = 1,6 km e Az = 341 °	-27,11	-49,47	E	< 0
36	15.06.11	11:16	D SP7 = 1,7 km e Az = 337 °	-27,11	-49,47	E	< 0
37		17:00	D SP7 ~ 1,4 km e Az ~ 326 °	-27,11	-49,47	E	< 0
38	18.08.11	21:15	Plataforma Continental, RS	-30,44	-49,96	R	3,5
39	09.09.11	03:06	Escorregamento de encosta	-27,10	-49,47	E	-
40	22.09.11	11:57	Sombrio, SC	-29,15	-49,75	R	2,6
41	28.09.11	04:17	Sombrio, SC	-29,05	-49,74	R	-
42		04:37	Sombrio, SC	-29,05	-49,74	R	1,8
43		04:39	Sombrio, SC	-29,05	-49,74	R	1,8
44		04:43	Sombrio, SC	-29,05	-49,74	R	-
45		05:05	Sombrio, SC	-29,05	-49,74	R	2,0
46	18.12.11	18:56	Sombrio, SC	-29,08	-49,75	R	2,7
47	21.02.12	06:37	Paraibuna, SP	-23,38	-45,66	I	3,2
48	14.03.12	10:41	Margem Continental, SC	-27,22	-47,88	R	2,9
49	06.05.12	00:03	Joinville, SC	-26,22	-48,90	L	2,4
50	07.05.12	22:48	Joinville, SC	-26,22	-48,90	L	2,0
51	09.05.12	15:00	D = 156 km			R	2,4

Legenda: E – área do empreendimento L – locais I – induzidos R – regionais m<sub>R</sub> – magnitude na Escala Richter

- na madrugada de 29.03.2010, até 04:30-HL, foram sentidos 4 tremores de terra em Tifa Theilacker, bairro Três Rios do Norte, D ~ 5 km do centro Jaraguá do Sul, SC, e também no final da tarde e ou-

tro ~ 23 h-UT. Moradores dos bairros Santa Luzia, Ribeirão Grande do Norte, Rio Molha e Santo Antonio também sentiram tremores de terra. Foram

registrados 2 eventos da madrugada e o da noite, sendo o maior deles de magnitude 1,8  $m_R$

Segundo informações da Defesa Civil estadual, as casas tremeram muito, algumas sofreram rachaduras, mas nenhuma estrutura abalada e as pessoas chegaram a acordar, saíram de suas residências assustadas, algumas permaneceram na rua preocupadas que a casa fosse cair, outras dormiram em cômodos sem móveis altos com medo de serem atingidas, algumas chegaram a cair da cama com a força do tremor. Houve deslocamento de quadros nas paredes.

Nesta área, a Estação SP7 registrou mais 3 eventos, ocorridos em 02.04, 29.05 e 15.12.2010, com magnitude máxima de 1,4  $m_R$ . A Figura 6A mostra o registro do evento ocorrido em 29.05.2010.

- no distrito de Pirabeiraba, Joinville, SC, foram sentidos 12 tremores de terra, das 0 h-06.05 até 00:15- 07.05.2012, UT, sendo 2 registrados na Estação SP7 com magnitudes 2,4  $m_R$  (vide registro apresentado na Figura 6B) e 2,0  $m_R$ . Considerando a distância da Estação SP7 (115 km) e o nível de ruído, os outros tremores de terra foram de magnitudes menores do que 1,1  $m_R$ .

Conforme relatos da população local, o primeiro tremor durou poucos segundos, mas o suficiente para derrubar quadros e algumas telhas, afastar lavatório do banheiro e pia de cozinha da parede e aumentar o tamanho de trinca na parede da sala de uma residência. O estrondo foi muito forte, como fosse o acidente de um caminhão que teria explodido ou como a explosão de uma pedreira. Todos os moradores do bairro saíram de suas residências para verificar o que estava ocorrendo. Os outros tremores foram de intensidades menores.

Os tremores de terra foram sentidos por moradores próximos da SC-301 desde o km 81 até o km 87 e nas regiões do Quiriri e do Rio Bonito com uma intensidade bem menor.

Além dos casos citados anteriormente, registrou-se outros sismos locais com epicentros situados a nordeste da Estação SP7, em Benedito Novo, Timbó/Rodeio e Corurá, SC, com magnitudes entre 0,7  $m_R$  e 1,5  $m_R$ , indicado pela área hachurada na Figura 5.

### 5 Sismicidade regional ( $\Delta > 150$ km) da Estação SP7

Como pode ser observado pelo catálogo de sismos da Tabela 1 e epicentros mostrados na Figura 4, com a Estação SP7 foi possível definir epicentros de sismos na região sul brasileira (exemplo: Caxias do Sul, RS; Nova Araçá, RS; Nova Roma, RS; Sombrio, SC; e Margem Continental, SC e RS) e contribuir com informações complementares para outros sismos importantes ocorridos no território brasileiro (exemplo: Litoral Paulista, SP; Paraibuna, SP; Coxim, MT; e Mara Rosa, GO).

Desta série de sismos podem ser destacados:

- em 23.04.2008, sismo significativo (5,2  $m_R$ ), com epicentro ~ 125 km do litoral paulista, sentido em vários estados, dentre eles o de Santa Catarina, tanto na capital quanto ao norte do estado. Na área

do AHE Salto Pilão (430 km), nível muito pequeno, sendo detectado apenas instrumentalmente.

Com a análise de dados obtidos em outras estações brasileiras, verificou-se que ocorreram, em menos de 1 hora, 5 réplicas, onde a Estação SP7 registrou a 3ª e 4ª delas (16 min. após o principal e entre elas ~ 35 s; a segunda, maior delas, 2,7  $m_R$ ).

- em 10.11.2008, tremor de terra em Caxias do Sul, RS, a 290 km, sentido em vários bairros da cidade, com trepidação forte das paredes e janelas, chegando a acordar as pessoas, com relatos de que houve a queda de pequenos objetos, alarmes de residências e de veículos chegaram a disparar, vários cães latiram assustados. Na cidade de Farroupilhas, ~ 15 km de Caxias do Sul também foram sentidos efeitos do tremor de terra. A Figura 6C apresenta o registro obtido na Estação SP7.

A Estação SP7 registra outros 2 eventos em Caxias do Sul, em 26.04.2010 e 27.02.2011, com 3,5 e 3,1  $m_R$ , respectivamente.

Como pode ser observado no catálogo da Tabela 1 e na Figura 5, vários eventos com epicentros nesta região foram detectados pela Estação SP7, com magnitudes variando de 1,2 a 3,5  $m_R$ .

- sismo na região central do Brasil, entre Estrela do Norte e Mara Rosa, GO, 08.10.2010, 5,0  $m_R$ .

Segundo dados divulgados pelo Observatório Sismológico (SIS) da Universidade de Brasília (UnB), foi uma série de eventos, mas os 2 maiores atingiram 5,0 e 4,0  $m_R$  e ocorreram com um intervalo de alguns minutos entre eles. A Estação SP7, a ~ 1470 km, registrou estes 2 eventos

- a Estação SP7 registrou vários eventos com epicentros em Sombrio, SC, com 1,8 a 2,7  $m_R$ . O registro da série do dia 28.09.2011, ~ 4 h-UT (vide a Figura 6D), provavelmente, são réplicas do evento de 22.09.2011.
- eventos associados com o reservatório de Paraibuna-Paraitinga, SP, ocorridos em 07.09.2009 e 21.02.2012 (a Figura 6E mostra o registro na Estação SP7), ambos com 3,4  $m_R$ , cujos epicentros estão mostrados na Figura 5. Exemplo de SIR – Sismicidade Induzida por Reservatório.
- os eventos com epicentros na Margem e Plataforma Continental, SC e RS, com magnitudes entre 2,9 e 4,0  $m_R$ . A Figura 6F mostra o registro do evento de 14.03.2012 com epicentro na Margem Continental, SC.

### 6 Conclusões

O monitoramento sismológico local com a Estação SP7 "vigilante" mostrou que até 31.05.2012 não foi identificado nenhum evento local associado com a implementação e operação do empreendimento, mesmo com o processo de construção e enchimento do túnel adutor (os chamados *rock bursts*), exceto as detonações realizadas nas obras durante a construção.

Na área do empreendimento foram registrados 3 eventos (junho.2011, magnitudes negativas,  $D \sim 1,6$  km da Estação SP7) associados a uma micro-atividade natural local e 1 evento relacionado com um escorregamento ocorrido em 09.09.2011 na encosta próxima ao emboque da Chaminé de Montante, cujo registro foi identificado pelo fato deste processo ter rompido o cabo de fibra ótica no local.

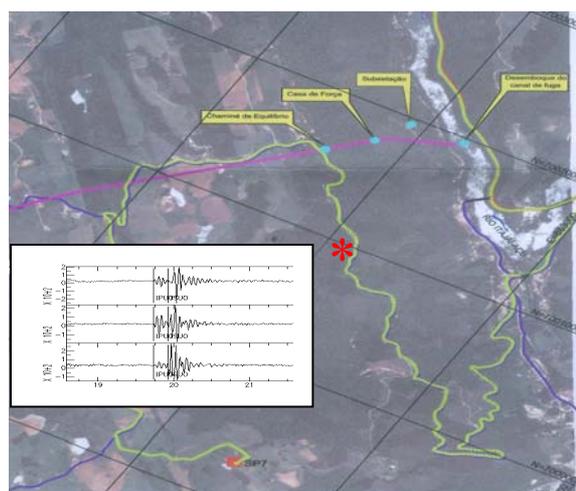
Deve ser ressaltada a contribuição deste monitoramento sísmológico para a confirmação e a determinação dos parâmetros de eventos naturais locais e regionais (distantes da Estação SP7 entre 20 km e 300 km) como, por exemplo: a série de tremores de terra sentidos em Jaraguá do Sul e Joinville, SC; os sismos na região litorânea do estado (por exemplo, em Sombrio, SC e na Margem Continental, SC e RS); o rompimento do gasoduto em Gaspar, próximo a Blumenau, SC (que neste caso os dados da estação mostram que não foi ocasionado por sismo); os eventos com epicentros na região de Caxias do Sul, RS e a contribuição com informações complementares para outros sismos importantes ocorridos no território brasileiro (exemplo: Litoral Paulista, SP; Paraibuna, SP; Coxim, MT; e Mara Rosa, GO).

#### Agradecimentos

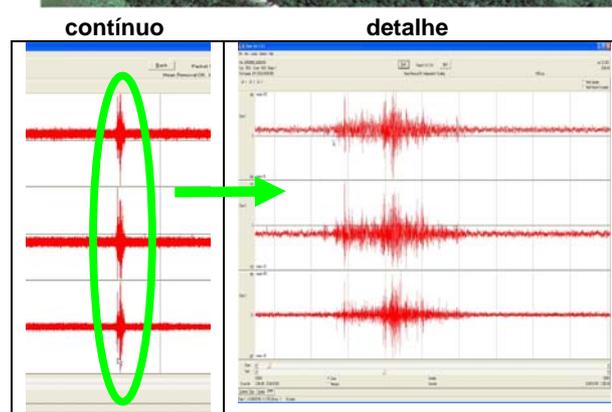
Agradecemos ao CESAP – Consórcio Empreendedor Salto Pilão e a Geoambiente por autorizar a publicar os resultados do monitoramento sísmológico e ao IPT pela permissão da participação neste Simpósio. Especial agradecimento ao Prof. Marcelo Assumpção, do IAG/USP, pelas suas sugestões e considerações.

#### Referências

- ASSUMPÇÃO, M. 1983. *A regional magnitude scale for Brazil*. Bull. Seism. Soc. Am., 73(1): 237-246.
- ASSUMPÇÃO, M. et. al. 2011. *The São Vicente earthquake of 2008 April and seismicity in the continental shelf off SE Brazil: further evidence for flexural stresses*. Geophysical Journal International, 187 (3): 1076-1088.
- BERROCAL, J. et. al. 1984. *Sismicidade do Brasil*. IAG/USP E CNEN, São Paulo, SP, 320 p.
- BOLETIM SÍSMICO BRASILEIRO Nº 1 a 17. 1983 a 1997. *Revista Brasileira de Geofísica*, 1 (2) a 15(2).
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2008. *Definição e instalação da estação sísmológica na área do Aproveitamento Hidrelétrico Salto Pilão, SC*. São Paulo, SP. CTOBRAS, 141 p. (IPT, Relatório, 98 859-205).
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2012. *Análise dos registros obtidos entre 01.12.2011 e 31.05.2012 na Estação Sísmológica SP7, Salto Pilão, SC, e síntese do monitoramento sísmológico entre 12.12.2007 (início) até 31.12.2012*. São Paulo, SP. CTOBRAS, 92 p. (IPT, Relatório, 129 065-205).
- SIS/UnB - Observatório Sísmológico da Universidade de Brasília. 2010. *Os tremores de terra de Mara Rosa e Estrela do Norte/GO – resultados preliminares*. Brasília, DF. SIS-UnB, 11 p.il. (Relatório Relat\_UnB\_MARA\_ROSA, versão pdf).



**Figura 2** – Mapa de localização dos epicentros e registro dos eventos locais de junho.2011 obtidos na Estação SP7.



**Figura 3** – Localização dos escorregamentos de setembro.2011 na área do empreendimento e registro na Estação SP7 de sinal associado.

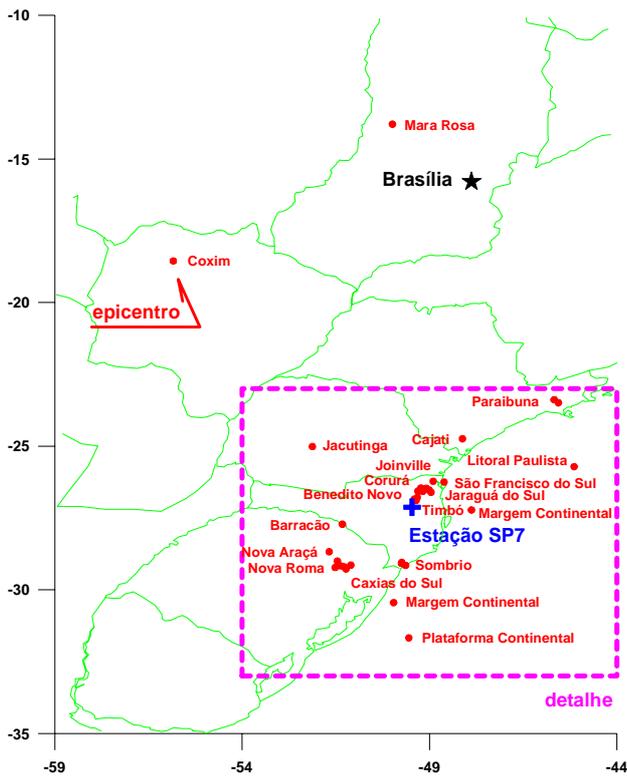


Figura 4 – Sismicidade brasileira registrada na Estação SP7.

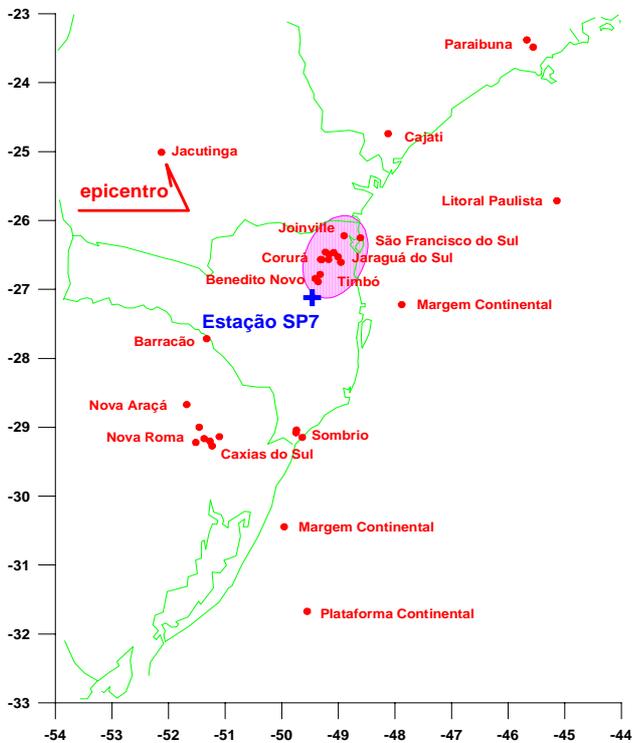
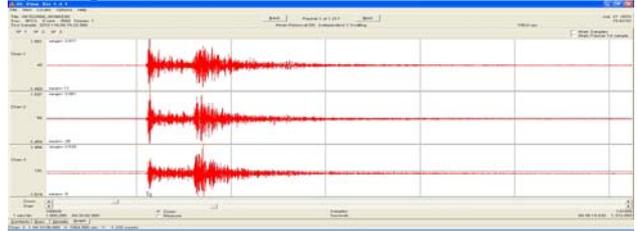
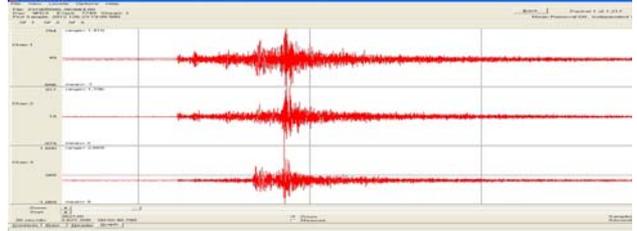


Figura 5 – Detalhes dos epicentros dos sismos próximos da sismicidade brasileira registrada pela Estação SP7.

A) Jaraguá do Sul, SC – 29.05.2010



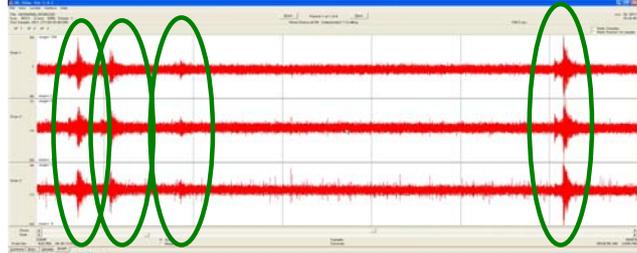
B) Joinville SC – 06.05.2012 – 00 h e 03 min (UT)



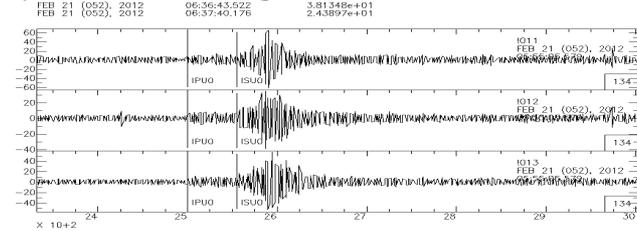
C) Caxias do Sul, RS – 10.11.2008



D) Sombrio, SC – 28.09.2011 (série)



E) Paraibuna-Paraitinga, SP – 21.02.2012



F) Margem Continental, SC – 14.03.2012

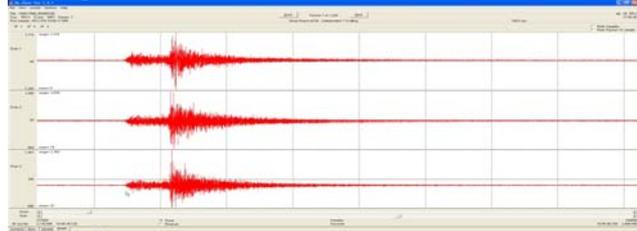


Figura 6 – Exemplos de eventos da sismicidade brasileira registrados na Estação SP7.