



## Monitoramento sísmológico com as estações da RSIM/RSBC/SP7/QQ1 e a sismicidade na região Sul do Brasil entre 2000 e 2012

L.C. Ribotta <sup>\*1</sup>, L. D. Moreira <sup>1</sup>, J. R. Barbosa <sup>2</sup>, J. V. M. Regina <sup>3</sup>, J. L. Manuzzi <sup>4</sup> e A. M. B. Carvalho <sup>5</sup>

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.<sup>1</sup>, IAG/USP - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo <sup>2</sup>, Tractebel Energia S.A. <sup>3</sup>, BAESA - Energética Barra Grande S.A <sup>4</sup> e ENERCAN – Campos Novos Energia S.A. <sup>5</sup>.

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

The characteristics of seismicity in the South of Brazil obtained with local seismological monitoring with stations of the RSIM/RSBC/SP7/QQ1 between 2000 and 2012 and historical data are: in the continental area epicenters distributed predominating in the direction of coast (at the edge of the Paraná Basin!!) with the occurrence of clusters and maximum magnitude of 3.5  $m_R$ , and in the marine area epicenters distributed with a tendency to be more concentrated toward the north and with earthquakes of magnitude 5.2 and 5.5  $m_R$  predominating magnitudes less than 3.9  $m_R$ . The monitoring allowed detection of 85 local and regional earthquakes and as well as contribute to studies of 24 distant earthquakes. The value (preliminary) of the parameter "b" of the Gutenberg-Richter magnitude-frequency relation was 0.7. These data will be used in the development of the Project PSHB— *Project for Seismic Hazard in Brazil*.

### 1 Introdução

Com a implementação dos reservatórios das UHEs Itá, Machadinho, Barra Grande, Campos Novos, Quebra-Queixo e Salto Pilão, SC/RS, foram instaladas estações sísmológicas com a finalidade de detectar a ocorrência de sismos associados ao processo do enchimento dos respectivos lagos e com isto foi possível também detectar a ocorrência de sismicidade local e regional não vinculada aos empreendimentos.

Este trabalho apresenta os resultados destes monitoramentos e uma comparação com dados históricos, contribuindo com informações para a sismicidade brasileira, em especial a ocorrida na região Sul, nos estados de Santa Catarina (SC) - Rio Grande do Sul (RS) e áreas vizinhas.

### 2 O monitoramento sísmológico

Os reservatórios das UHEs Itá e Machadinho estão situados no rio Uruguai, Barra Grande no rio Pelotas, Campos Novos no rio Canoas, Quebra-Queixo no rio Chapecó e Salto Pilão no rio Itajaí-Açu, no domínio de rochas basálticas toleíticas e riodacíticas da Bacia do Paraná, sendo que em Salto Pilão também ocorre contato com rochas pré-cambrianas da Província Estrutural da Mantiqueira. Os 4 primeiros reservatórios ficam na divisa entre os es-

tados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul e os outros, respectivamente, na região centro-oeste e nordeste de Santa Catarina.

O monitoramento sísmológico na região teve início na segunda metade da década de 1970, com a instalação de estações no entorno de reservatórios, tais como: Itaipu, Foz do Areia, Salto Santiago e Segredo.

Entre 1990 e 1999, o monitoramento local foi efetuado por meio da Estação IT1 (futura RSIM) com registro analógico em papel enfumado e sismômetro de período curto e componente vertical, instalada nas proximidades da futura barragem do reservatório de Itá (UnB, 1998).

Em novembro.1999 foram instaladas 5 estações compondo a RSIM – Rede Sísmológica de Itá e Machadinho; entre maio e outubro.2005, 4 estações implementando a RSBC – Rede Sísmológica de Barra Grande e Campos Novos; entre junho.2002 e novembro.2006 a Estação QQ1; e em dezembro.2007 a Estação SP7, no entorno dos respectivos empreendimentos (IPT, 2007 e RIBOTTA *et. al.*, 2006a, 2006b, 2008, 2010 e 2012). Nestas estações foram instalados registradores digitais, sismômetros triaxiais de período curto, GPS e sistema de alimentação por painel solar e baterias, com gravação de dados de forma contínua e por gatilhos, todos com taxas de amostragem de 100 Hz. Em função da sismicidade local, as estações da RSIM e RSBC sofreram remanejamento de suas posições. A Figura 1 mostra as localizações destas estações e também as localizações de outras que estão ou estiveram em funcionamento na região.

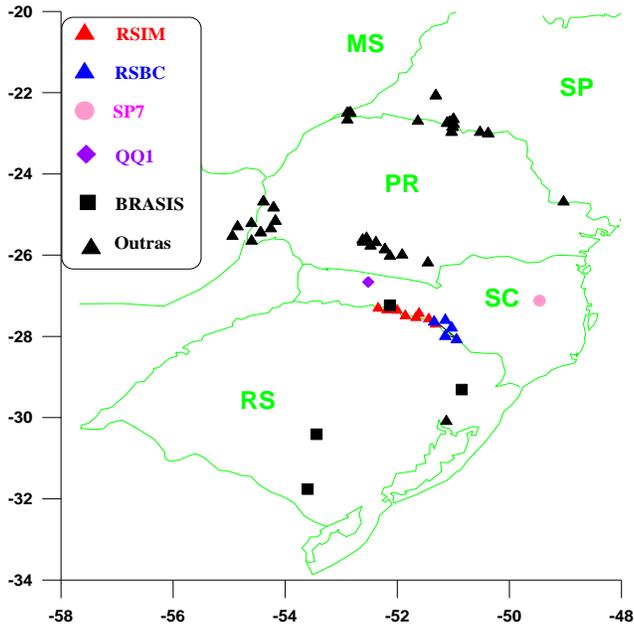
Em complemento ao monitoramento citado, desde abril.2011 estão em funcionamento as Estações CNLB (Canela/RS), CPSB (Caçapava do Sul/RS), PLTB (Pelotas/RS) e IT9B (da RSIM), pertencentes a implementação da Rede Sísmográfica Permanente do Brasil, com a instalação de 30 estações na região Sul, Centro e Norte do Brasil, projeto BRASIS (**BR**Azilian **S**eismographic **I**ntegrated **S**ystems), a cargo do IAG/USP com a participação de outras Instituições que atuam na área de Sismologia.

### 3 A sismicidade registrada

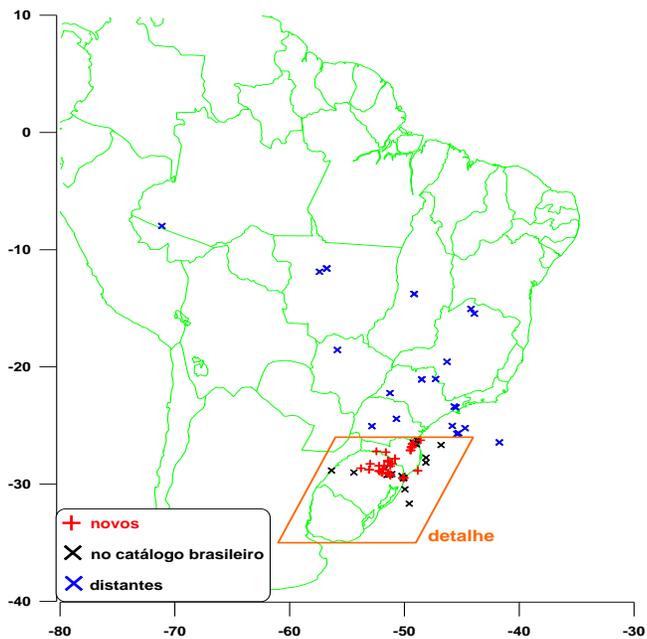
Durante os 13 anos (2000 a 2012) de monitoramento sísmológico com as Estações da RSIM, RSBC, SP7 e QQ1 foram registrados 109 sismos cujos dados estão no catálogo da Tabela 1 e seus epicentros mostrados na Figura 2. Desta série de sismos, 50 deles já fazem parte do Catálogo de Sismos Brasileiros divulgado pelo IAG/USP, cujos parâmetros foram melhorados com informações obtidas em outras estações brasileiras.

Deste catálogo e figura pode ser observado que foram registrados 85 eventos com epicentros no Sul do Brasil e

outros 24 do território brasileiro (contribuindo com informações complementares para uma melhor determinação destes eventos registrados em outras estações).



**Figura 1** – Mapa de localização das estações sismológicas.



**Figura 2** – Mapa de localização dos epicentros obtidos com o monitoramento deste estudo.

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 em pedreiras locais e nas obras dos

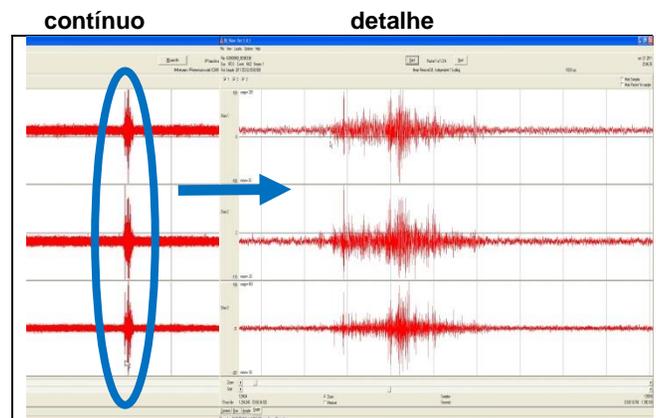
empreendimentos) e o azimute  $Az$  determinado pela decomposição do movimento das ondas da fase P.

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

Em 23.11.2008, à noite, houve o rompimento de gasoduto na região de Gaspar, SC (D ~ 60 km da Estação SP7; evento n° 46 da Tabela 1). Na época houve um questionamento sobre a ocorrência ou não de um sismo. A estação sismológica mais próxima é a SP7 e 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.

Na área dos reservatórios de Itá, Machadinho, Barra Grande e Campos Novos verificou-se a ocorrência de sismicidade induzida por reservatórios, com magnitude máxima de 2,5  $M_L$ , iniciando imediatamente com o enchimento do lago, os epicentros estão localizados principalmente dentro da área do reservatório, os eventos estão distribuídos em vários grupos, a distribuição espaço-temporal mostra uma boa correlação com o enchimento e o parâmetro “b” da relação frequência-magnitude de Gutenberg-Richter ( $2.8 < b < 3.4$ ) é maior que o da sismicidade natural. De acordo com SIMPSON *et al.*, 1988 e TALWANI, 1995 e 1997 (apud ASSUMPÇÃO *et al.*, 2002) podem ser classificadas como do tipo rápida ou inicial e continuada (RIBOTTA, 2010).

Em 09.09.2011 (evento n° 82 da Tabela 1) ocorreu escorregamento na área do empreendimento de Salto Pilão, distante 2,4 km da Estação SP7, às 3 h e 6 min (hora universal), 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 este registro, 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.



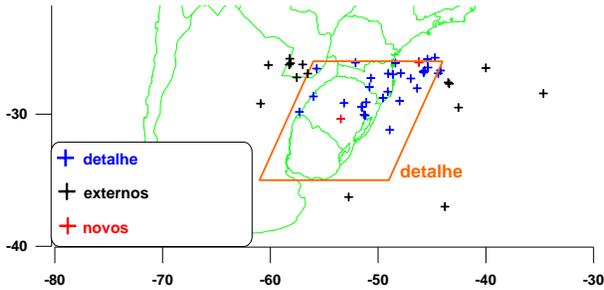
**Figura 3** – Escorregamento em encosta e o registro na Estação SP7 de sinal associado.

#### 4 A sismicidade no Sul do Brasil

Este trabalho, em função do monitoramento sismológico citado anteriormente, procura avaliar a sismicidade na

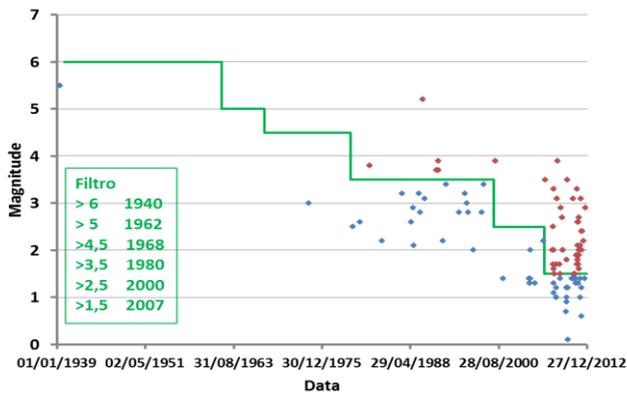
região Sul do Brasil, ocorrida nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, dentro da área do quadrilátero definido pelas coordenadas geográficas (26°S,56°W), (26°S,44°W), (35°S,49°W) e (35°S,61°W) identificado na Figura 2.

Para uma avaliação histórica da sismicidade nessa região foram consultados os dados contidos no citado catálogo de sismos brasileiros, onde foram registrados dentro da área de estudo 37 eventos até 1999 e 2 eventos entre 2000 e 2012 que não foram identificados no monitoramento utilizado neste trabalho. A título de ilustração, a Figura 4 mostra os epicentros destes eventos. Nesta figura observa-se que historicamente têm sido registrados sismos além da área de estudo.



**Figura 4** – Mapa de localização dos epicentros obtidos do Catálogo de Sismos Brasileiros divulgados pelo IAG/USP.

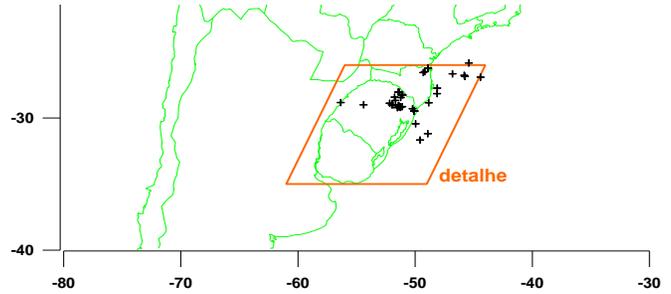
Reunindo os dados históricos com o do atual monitoramento tem-se o registro de 124 sismos. Procurando obter uma distribuição geográfica mais uniforme, aplicou-se um filtro com os limites de magnitude variando com o tempo. Para a definição dos limites utilizou-se uma composição de valores adotados para uma análise da sismicidade brasileira (ASSUMPCÃO, 2013, comunicação pessoal) para a sismicidade anterior a 2000 e para depois, uma tentativa considerando a detectabilidade e distribuição das estações sísmológicas. A Figura 5 mostra a distribuição temporal das magnitudes e os intervalos de detectabilidade. Deste processamento resulta um catálogo “uniforme” de epicentros com 50 sismos, cuja distribuição geográfica é mostrada na Figura 6.



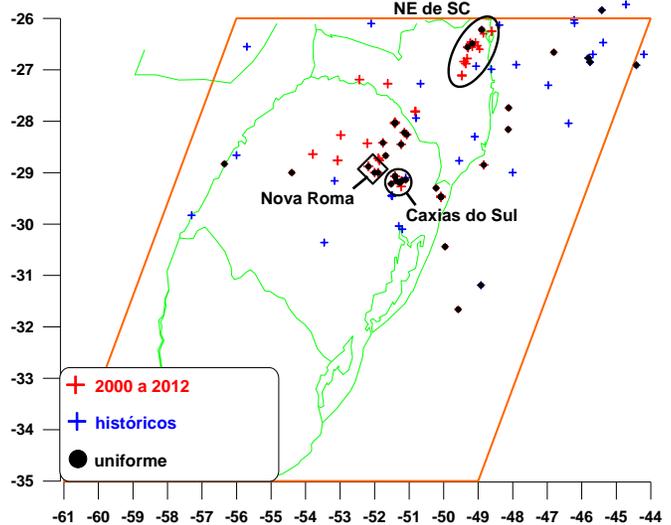
**Figura 5** – Distribuição temporal das magnitudes e o filtro para a determinação do catálogo “uniforme”.

Considerando a área de estudos, a Figura 7 mostra a distribuição de epicentros para o período do monitoramento em

análise (2000 a 2012), dados históricos (anterior a 2000) e o resultado do catálogo “uniforme”.

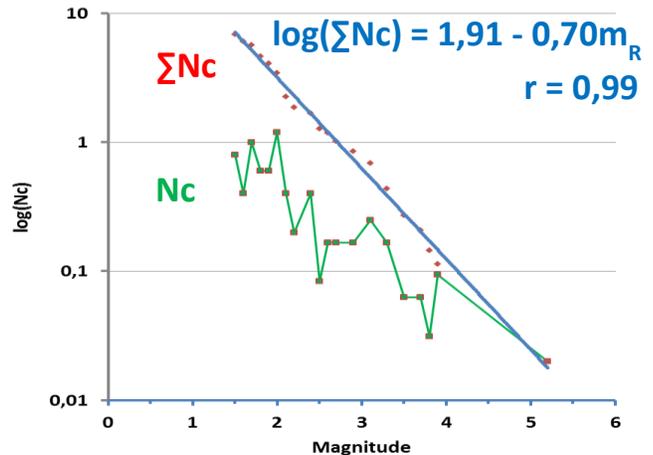


**Figura 6** – Mapa de localização dos epicentros – catálogo “uniforme”.



**Figura 7** – Distribuição dos epicentros na área de estudo.

A distribuição do número de eventos em função da magnitude (contagem simples e cumulativa) e a relação de frequência-magnitude de Gutenberg-Richter são apresentadas na Figura 8, onde se obteve o valor 0,70 para o parâmetro “b”.



**Figura 8** – Relação de frequência-magnitude de Richter.

Aplicando o método da máxima verossimelhança (AKI, 1965) obtém o valor de b = 0,74.

## 5 Conclusões

Deste estudo pode-se dizer que:

- a instalação de estações a partir de meados da década de 1970 contribuiu significativamente com as informações da sismicidade regional;
- os maiores sismos foram registrados na área submersa (sismos com magnitudes de 5,2  $m_R$  e 5,5  $m_R$ ), com o predomínio de magnitudes inferiores a 3,9  $m_R$ ;
- na área continental a magnitude máxima foi de 3,5  $m_R$  (dados históricos e neste estudo);
- a sismicidade ocorre tanto na parte continental, com um aparente predomínio em direção a costa (no limite da bacia do Paraná !!) e na marinha;
- a sismicidade na área marinha apresenta uma distribuição geográfica com uma tendência de ser mais significativa em direção do norte;
- na parte continental apresenta concentração em determinados locais: nordeste do estado de Santa Catarina (Joinville e Jaraguá do Sul, máxima de 2,4  $m_R$ ); Caxias do Sul/RS (máxima de 3,5  $m_R$ ); e proximidades de Nova Roma/RS (máxima de 2,7  $m_R$ , que pode eventualmente estar associada com a implementação de reservatórios de hidrelétricas na área);
- a literatura mostra que para sismicidade natural, o parâmetro “b” está entre 0,8 e 1,2 com o predomínio para 1,0. Para a área de estudo foi obtido um valor próximo de 0,7. Este valor pode estar refletindo a influência de não ter sido separada a sismicidade continental da marinha, dos limites de detectabilidade no filtro do catálogo “uniforme” e do método de cálculo. A distribuição simples do número de eventos em função da magnitude sugere que o limite de 1,5  $m_R$  deveria ser de 2,0  $m_R$ ; e
- os reservatórios de Itá, Machadinho, Barra Grande e Campos Novos apresentaram sismicidade induzida com magnitude máxima 2,5  $M_L$  e classificadas como do tipo rápida/inicial e continuada.

Os dados dos sismos registrados nas estações da RSM, RSBC, SP7 e QQ1 contribuirão para um conhecimento melhor da sismicidade brasileira, em especial para a região sul e os resultados apresentados, embora de caráter preliminar, auxiliarão no desenvolvimento do Projeto PSHB – *Project for Seismic Hazard in Brazil*, composta por técnicos do IAG/USP (coordenador), do OB-SIS/UnB, da UFRN, do ON/RJ e do IPT.

Além de incorporar informações da geologia e tectônica da região, integrar com dados da sismicidade registrada em regiões vizinhas, devem ser utilizadas novas técnicas de análise estatística relacionadas com a avaliação do parâmetro “b” (importante na avaliação do perigo sísmico, classificação do tipo da sismicidade, etc.), tais como as sugeridas por WEICHERT (1980) e KIJKO e SMIT (2012), onde deve ser considerado um limite de magnitude para os sismos da região e no caso de ter um catálogo incompleto de sismos executar a avaliação considerando múltiplos catálogos com diferentes níveis de completude, respectivamente.

## Agradecimentos

Agradecemos a Tractebel Energia S.A., a BAESA – Energética Barra Grande S.A, a ENERCAN – Campos Novos Energia S.A e ao CESAP – Consórcio Empresarial Salto Pilão S.A. por liberar o uso dos dados de sismos naturais obtidos no monitoramento sísmológico e ao IPT pela permissão da participação neste Congresso. Especial agradecimento ao Prof. Marcelo Assumpção, do IAG/USP, pelas suas sugestões e considerações.

## Referências

- AKI, K. 1965 . *Maximun likelihood estimate of b in the formula  $\log N=a-bM$  and its confidence limits*. Bull. Earthq. Res. Inst., 43:237-239.
- ASSUMPTÃO, M. 1983. *A regional magnitude scale for Brazil*. Bull. Seism. Soc. Am., 73(1): 237-246.
- ASSUMPTÃO, M., MARZA, V., BARROS, L., CHIMPLIGNOND, C., SOARES, J. E., CARVALHO, J., CAIXETA, D., AMORIM, A. & CABRAL, E. 2002. *Reservoir-induced seismicity in Brazil*. Pure Appl. Geophys., 159: 597-617.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2007. *Análise dos registros obtidos entre 06 de julho e 22 de novembro de 2006 na Estação Sísmológica Digital QQ1, aproveitamento hidrelétrico Quebra Queixo, SC e síntese do monitoramento sísmológico*. São Paulo, SP. CTOBRAS, 31 p. (IPT, Relatório, 91 754-205).
- KIJKO, A. e SMIT, A. 2012. *Extension of the Aki-Utsu b-Value Estimator for Incomplete Catalogs*. BSSA, 102(3): 1283-1287.
- RIBOTTA, L. C., MIOTO, J. A. e REGINA, J. V. M. 2006a. *Sismicidade na área do reservatório de Itá, SC/RS*. Anais do II Simpósio Brasileiro de Geofísica, Natal, RN.
- RIBOTTA, L. C., MIOTO, J. A. e REGINA, J. V. M. 2006b. *Sismicidade na área do reservatório de Machadinho, SC/RS*. Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, SE.
- RIBOTTA, L. C., MIOTO, J. A., MANUZZI, J. L., CARVALHO, A. M. B. e VINCIPROVA, G.. 2008. *Sismicidade na área do reservatório de Barra Grande, SC/RS*. Anais do III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, PA.
- RIBOTTA, L. C., ASSUMPTÃO, M., MANUZZI, J. L., CARVALHO, A. M. B. E REGINA, J. V. M.. 2010. *Seismicity induced in 4 deep reservoirs, southern Brazil*. 2010 The meeting of the Americas (AGU - American Geophysical Union), Foz do Iguaçu, PR.
- RIBOTTA, L. C., MOREIRA, L. D., SANTOS, D. A. R., CRUZ, R. e BARBOSA, J.R.. 2012. *Sismicidade da Região Sul do Brasil obtida com dados da Estação SP7 (AHE Salto Pilão, SC)*. Anais do V Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, BA.
- UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. 1998. *Estação Sísmográfica ITÁ – período janeiro-dezembro 1997*. Brasília, DF. 40 p. (Convênio FUB/ELETROSUL, Relatório).
- WEICHERT, D.H., 1980. *Estimation of the earthquake recurrence parameters for unequal observation periods for different magnitudes*. BSSA, 70(4), 1337-1346

**Tabela 1 – Sismicidade brasileira registrada nas Estações da RSIM, RSBC, SP7 e QQ1.**

Nº	DATA	HORÁRIO (HM-UT)	LOCAL	Lat (°)	Long (°)	T	m <sub>R</sub>
1	28/04/00	03:15	Paraguai	-28,83	-56,35	B	3,9
2	13/05/01	07:28	Lacerdópolis, SC	-27,27	-51,62		1,4
3	06/04/02	23:27	Margem Continental, SP	-25,03	-45,83	BD	3,7
4	23/06/03	06:09	Margem Continental, SC	-26,44	-41,73	BD	4,1
5	16/05/04	14:29	Margem Continental, SP	-25,22	-44,72	BD	3,9
6	23/12/04	11:57	Serafina Correa, RS	-28,72	-51,89		1,4
7	03/02/05	18:34	Santa Bárbara do Sul, RS	-28,76	-53,07		1,3
8	09/02/05	20:51	Serafina Correa, RS	-28,72	-51,89		1,3
9	15/02/05	20:23	Santa Bárbara do Sul, RS	-28,76	-53,07		1,4
10	15/02/05	19:24	Chapada, RS	-28,27	-52,98		-
11	24/02/05	21:51	Panambi, RS	-28,64	-53,79		2,0
12	23/03/05	21:12	Porto dos Gaúchos, MT	-11,60	-56,75	BD	5,0
13	30/03/05	11:41	Bebedouro, SP	-21,06	-48,50	BD	2,9
14	02/04/05	15:25	Bebedouro, SP	-21,06	-48,50	BD	2,8
15	08/04/05	23:34	São Benedito de Areias, SP	-21,03	-47,29	BD	3,1
16	20/07/05	16:41	Porto dos Gaúchos, MT	-11,60	-56,78	BD	4,3
17	24/09/05	20:40	Porto dos Gaúchos, MT	-11,88	-57,40	BD	3,9
18	31/10/05	07:35	Cerro Negro, SC	-27,81	-50,82		1,3
19	04/01/06	22:55	Telêmaco Borba, PR	-24,43	-50,70	BD	4,3
20	17/06/06	01:13	Regente Feijó, SP	-22,23	-51,26	BD	3,2
21	22/12/06	08:24	Serafina Correia, RS	-28,76	-51,86		2,2
22	27/03/07	19:46	Margem Continental, SC	-26,66	-46,81	B	3,5
23	24/05/07	15:30	Itacarambi, MG	-15,45	-43,91	BD	3,8
24	14/07/07	05:33	Ibia, MG	-19,56	-46,29	BD	3,5
25	20/07/07	18:19	Joinville, SC	-26,30	-48,85	B	?
26	21/07/07	13:27	Amazonas, AM	-7,98	-71,13	BD	6,1
27	09/12/07	02:05	Itacarambi, MG	-15,05	-44,20	BD	4,9
28	14/03/08	22:12	SW de Esmeralda, RS	-28,45	-51,23		2,0
29	23/04/08	00:01	Plataforma Continental, SP	-25,65	-45,29	BD	5,2
30	23/04/08	00:17	Plataforma Continental, SP	-25,71	-45,41	BD	~ 2
31	23/04/08	00:17	Plataforma Continental, SP	-25,71	-45,41	BD	2,7
32	24/04/08	17:49	Nova Araçá, RS	-28,67	-51,68	B	2,5
33	12/05/08	17:27	no Rio Grande do Sul ?				1,7
34	16/05/08	18:12	Ilópolis, RS	-28,88	-52,18		1,3
35	19/05/08	15:38	Ilópolis, RS ???	-28,88	-52,18		1,1
36	20/05/08	21:41	Ilópolis, RS ???	-28,88	-52,18		2,0
37	14/06/08	12:00	Garibaldi, RS	-29,22	-51,52	B	3,3
38	17/06/08	14:46	no Rio Grande do Sul ?				1,6
39	02/07/08	03:38	Caxias do Sul, RS	-29,16	-51,22		1,5
40	22/09/08	~ 12	São Francisco do Sul, SC	-26,25	-48,61		?
41	26/09/08	19:39	Marau, RS	-28,43	-52,21		1,0
42	04/10/08	21:30	Caxias do Sul, RS	-29,27	-51,23		1,2
43	21/10/08	19:19	no Rio Grande do Sul ?				1,0
44	28/10/08	23:09	São Jorge, RS	-28,42	-51,76		1,7
45	10/11/08	06:57	Caxias do Sul, RS	-29,20	-51,27	B	3,1
46	23/11/08	?	Rompimento gasoduto Gaspar, SC	-26,88	-48,83	E	-
47	19/12/08	22:56	Plataforma Continental, RS	-31,66	-49,58	B	3,9
48	24/03/09	19:12	Dois Lagedos, RS	-29,00	-51,90		1,7
49	29/04/09	13:39	Nova Roma, RS	-29,07	-51,41		1,5
50	29/04/09	14:52	Nova Roma, RS ???	-29,07	-51,41		1,4
51	08/06/09	17:16	Cajati, SP	-27,74	-48,12	B	2,9
52	15/06/09	22:17	Coxim, MS	-18,55	-55,84	BD	4,7
53	16/08/09	06:33	Nova Roma, RS	-29,00	-54,40	B	2,7
54	29/08/09	14:49	Nova Roma, RS ???	-29,07	-51,41		~2

(continua)

Legenda: B – Catálogo de Sismos Brasileiro

D – distantes

E – extra

m<sub>R</sub> – magnitude na Escala Richter

(continuação da Tabela 1)

Nº	DATA	HORÁRIO (HM-UT)	LOCAL	Lat (°)	Long (°)	T	m <sub>R</sub>
55	04/09/09	14:45	Nova Roma, RS ???	-29,07	-51,41		~2
56	07/09/09	00:24	Paraibuna, SP	-23,45	-45,51	BD	3,4
57	09/02/10	05:20	SW de Benedito Novo, SC	-26,84	-49,41		0,7
58	25/03/10	21:28	Nw de Paial, SC	-27,19	-52,44		1,2
59	29/03/10	03:11	Jaraguá do Sul, SC	-26,46	-49,08	B	1,2
60	29/03/10	04:24	Jaraguá do Sul, SC	-26,49	-49,17	B	1,8
61	29/03/10	23:05	Jaraguá do Sul, SC	-26,53	-49,01	B	0,9
62	02/04/10	22:00	Jaraguá do Sul, SC	-26,46	-49,23	B	1,0
63	26/04/10	04:33	Caxias do Sul, RS	-29,16	-51,37	B	3,5
64	18/05/10	03:56	Timbó/Rodeio, SC	-26,88	-49,36		0,1
65	29/05/10	21:54	Jaraguá do Sul, SC	-26,56	-49,17	B	1,2
66	08/10/10	20:20	Mara Rosa, GO	-13,77	-49,15	BD	5,0
67	08/10/10	20:30	Mara Rosa, GO (réplica)	-13,77	-49,15	BD	4,2
68	15/12/10	23:15	Jaraguá do Sul, SC	-26,60	-48,96	B	1,4
69	27/02/11	07:46	Caxias do Sul, RS	-29,14	-51,10	B	3,1
70	05/03/11	08:13	Benedito Novo – Rio dos Cedros, SC	-26,78	-49,32		1,4
71	20/03/11	09:43	Corurá, SC	-26,56	-49,31		1,5
72	20/03/11	19:34	Corurá, SC	-26,57	-49,29		1,4
73	11/06/11	16:23	Esmeralda, RS	-28,04	-51,41		1,5
74	14/06/11	12:50	D SP7 = 1,6 km e Az = 341 o	-27,11	-49,47		< 0
75	15/06/11	11:16	D SP7 = 1,7 km e Az = 337 o	-27,11	-49,47		< 0
76	15/06/11	17:00	D SP7 ~ 1,4 km e Az ~ 326 o	-27,11	-49,47		< 0
77	28/06/11	21:14	Esmeralda, RS	-28,02	-51,40		1,3
78	06/07/11	20:41	Esmeralda, RS	-28,02	-51,41		1,4
79	16/07/11	19:35	Esmeralda, RS	-28,03	-51,40		1,9
80	01/08/11	06:19	Guaraniaçu, PR	-25,05	-52,83	BD	2,8
81	18/08/11	21:15	Margem Continental, RS	-30,44	-49,96	B	3,3
82	09/09/11	03:06	Escorregamento de encosta	-27,10	-49,47	E	-
83	17/09/11	12:57	Esmeralda, RS	-28,26	-51,07		1,7
84	17/09/11	18:57	Esmeralda, RS	-28,04	-51,42		1,9
85	22/09/11	11:57	Maquiné, RS	-29,47	-50,08	B	2,6
86	28/09/11	04:18	Maquiné, RS	-29,47	-50,08		?
87	28/09/11	04:38	Maquiné, RS	-29,47	-50,08		?
88	28/09/11	04:39	Maquiné, RS	-29,47	-50,08	B	1,8
89	28/09/11	04:40	Maquiné, RS	-29,47	-50,08	B	1,8
90	28/09/11	04:44	Maquiné, RS	-29,47	-50,08		?
91	28/09/11	05:04	Maquiné, RS	-29,47	-50,08	B	2,1
92	04/11/11	14:00	Esmeralda, RS	-28,22	-51,14		1,7
93	19/11/11	10:44	Esmeralda, RS	-28,03	-51,42		1,3
94	23/11/11	20:40	Maquiné, RS	-29,47	-50,08		2,6
95	25/11/11	16:01	Maquiné, RS	-29,47	-50,08		~2
96	06/12/11	15:24	Esmeralda, RS	-28,03	-51,41		1,6
97	18/12/11	18:56	Maquiné, RS	-29,30	-50,22	B	2,7
98	19/12/11	20:02	Esmeralda, RS	-28,03	-51,41		1,9
99	02/02/12	14:05	Esmeralda, RS	-28,03	-51,41		~1
100	02/02/12	19:47	Maquiné, RS ????	-29,47	-50,08		2,1
101	13/02/12	14:10	Esmeralda, RS	-28,03	-51,41		1,4
102	21/02/12	06:37	Paraibuna, SP	-23,38	-45,66	BD	3,2
103	14/03/12	10:41	Margem Continental, SC	-28,16	-48,13	B	3,1
104	27/04/12	02:38	Cerro Negro, SC	-27,81	-50,82		1,2
105	27/04/12	22:59	Cerro Negro, SC	-27,81	-50,82		0,6
106	06/05/12	00:03	Joinville, SC	-26,22	-48,90	B	2,4
107	07/05/12	22:48	Joinville, SC	-26,22	-48,90	B	2,0
108	09/05/12	15:00	D = 156 km				2,4
109	14/07/12	06:40	Anta Gorda, RS	-29,00	-52,00		2,2
110	22/09/12	02:45	Jaraguá do Sul, SC	-26,50	-49,23		1,4
111	05/11/12	11:02	Margem Continental, SC	-28,85	-48,84		2,9