



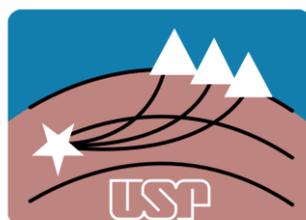
CENTRO de SISMOLOGIA

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - IAG

Instituto de Energia e Ambiente - IEE

Relatório Técnico Complementar (Preliminar)

Tremores de Maio de 2015 em Angra dos Reis-RJ



Centro de Sismologia da
Universidade de São Paulo

26/08/2015

Elaborado pelo Centro de Sismologia da USP – IAG/IEE*

(*) Serviço Técnico de Exploração Geofísica e Geológica do Instituto de Energia e Ambiente da USP



Tremores de Maio de 2015 em Angra dos Reis-RJ

1. Introdução

Em 14/05/2015, o Centro de Sismologia da USP foi consultado por Leandro da Silva Nunes, do Centro de Gerenciamento de Operações da Defesa Civil do município de Angra dos Reis (RJ), sobre ocorrência de tremores próximos a esta cidade. Desde então, o centro de sismologia passou a fazer buscas manuais para localizar eventos nos registros de estações próximas à região, onde foram encontrados sete eventos sísmicos pequenos, ocorridos em maio.

Na primeira semana de junho de 2015 uma equipe do Centro de Sismologia da USP instalou duas estações sismográficas temporárias, AR01 e AR02, nas proximidades do bairro Santa Rita do Bracuí (~2 km a norte e a leste), como se vê na Fig 1. Entretanto, com a análise dos dados parciais*, não foi encontrado nenhum evento sísmico na região no período entre junho e meados de agosto. Foram registradas apenas duas detonações, provavelmente de uma mesma pedreira, localizada próximo ao Bairro (~12 km).

(*) Apenas a estação AR01 está transmitindo os dados em tempo real. Além disso, provavelmente houve erros de transmissão no período de 13 a 31/07/2015.

2. Epicentros e magnitudes

Sete pequenos tremores foram identificados com as respectivas magnitudes:

Data e Hora (Local)	LAT (+/- erro km)	LON (+/- erro km)	Prof.* (km)	Magnitude (MLv)
03/05 22:59:44	-22.92 (11)	-44.40 (5)	0	1.7
09/05 11:51:18	-22.91 (8)	-44.41 (3)	0	1.8
09/05 11:58:44	-22.89 (8)	-44.41 (3)	0	2.0
10/05 06:34:53	-22.92 (4)	-44.41 (4)	0	1.3
10/05 06:35:01	-22.90 (3)	-44.41 (3)	0	2.0
15/05 13:10:31	-22.91 (8)	-44.42 (3)	0	2.2
24/05 22:39:53	-22.88 (8)	-44.41 (3)	0	2.2

(*) profundidade fixada em 0 km. Não há dados suficientes para se determinar as profundidades.



A profundidade do hipocentro não pode ser calculada por insuficiência de dados e foi fixada em 0 km. A Fig. 1 mostra a localização dos epicentros.

Atividade Sísmica em Angra dos Reis desde 03 de Maio de 2015

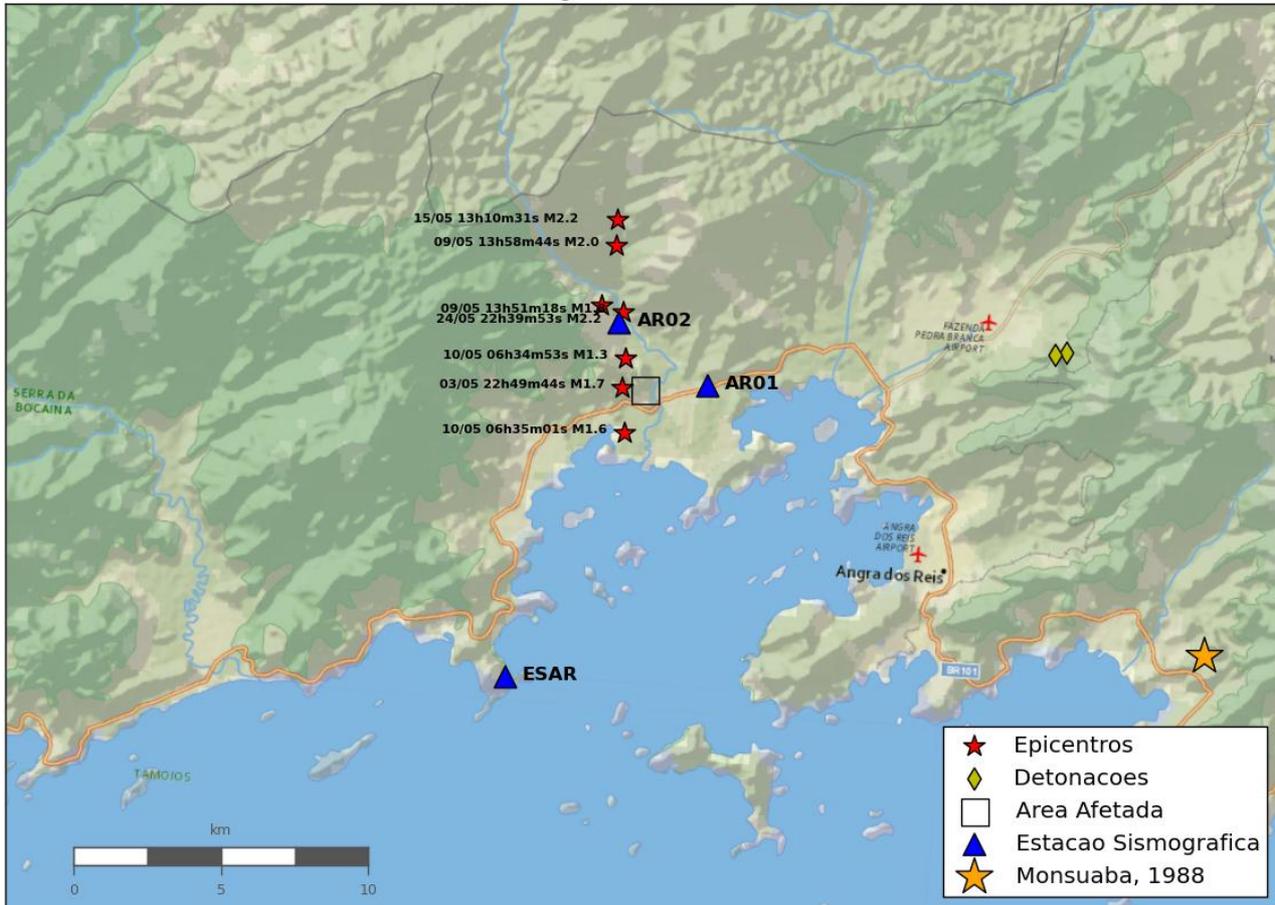


Fig. 1: Mapa da região com a descrição dos epicentros e a localização das estações ESAR (~10 km da região dos abalos), AR01 (~2 km) e AR02 (~2km). A margem de erro dos epicentros é de 3 a 11 km e, portanto, são todos compatíveis em terem ocorrido próximos da área afetada (quadrado próximo à Rodovia Rio-Santos)

As Figs. 2a e 2b mostram os registros dos sete tremores, cinco deles na estação ESAR (Angra dos Reis-RJ, a ~10km da área dos tremores) e dois na estação MAN01 (Mangaratiba-RJ, a ~40km da área dos tremores). Quando comparadas na mesma estação, as formas dos sinais são muito semelhantes em todos os eventos. As diferenças entre os tempos da onda P e S são menores que 0.05s, o que indica que todos os sismos tiveram epicentros praticamente no mesmo local, com diferenças menores que 100m. A dispersão dos epicentros na Fig. 1 reflete, na verdade, as incertezas nas localizações absolutas devido ao sinal estar muito fraco nas estações mais distantes.

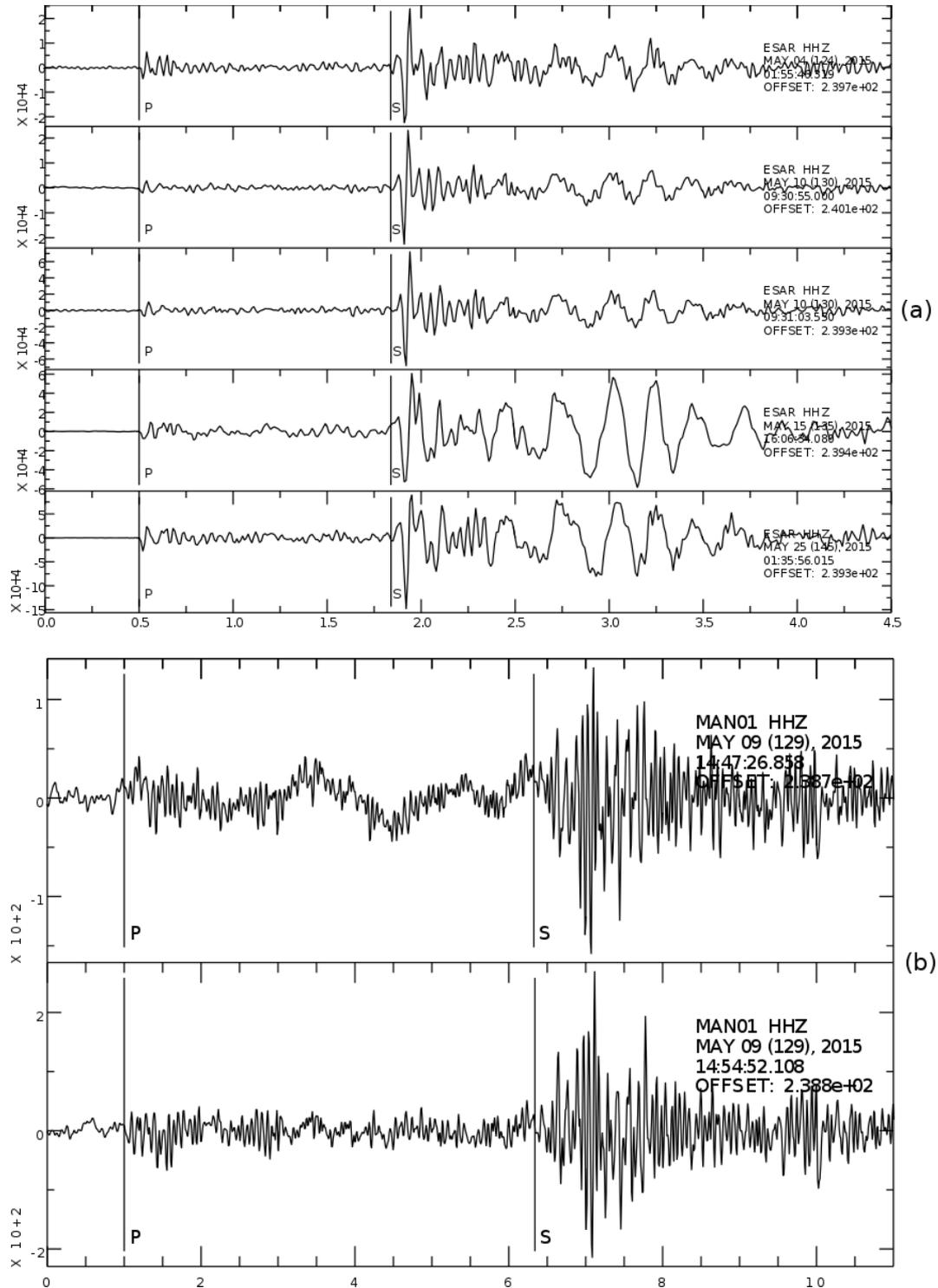


Fig. 2. Registro (componente vertical) dos sete eventos do município de Angra dos Reis-RJ nas estações (a) Angra dos Reis-RJ (ESAR) e (b) Mangaratiba-RJ (MAN01) a 10 e 40 km de distância, respectivamente. As marcas indicam-se a chegada das ondas P (longitudinal) e S (transversal). Todos os traços estão na mesma escala vertical e a escala horizontal é tempo em segundos.



Com os dados parciais das estações AR01 e AR02 foi possível procurar por registros de novos eventos na região de Angra dos Reis. No entanto, foi encontrado apenas registros de duas detonações, as quais não tem nenhuma relação com os eventos ocorridos em maio.

As Figuras 3a e 3b mostram os registros das duas detonações nas estações AR01 (bairro Santa Rita do Bracuí-RJ) e ESAR (Angra dos Reis -RJ). Além das formas de onda serem muito distintas, quando comparadas para a mesma estação, o registro do som da explosão (deslocamento de ar durante as explosões) confirma a hipótese de que se trata de detonações.

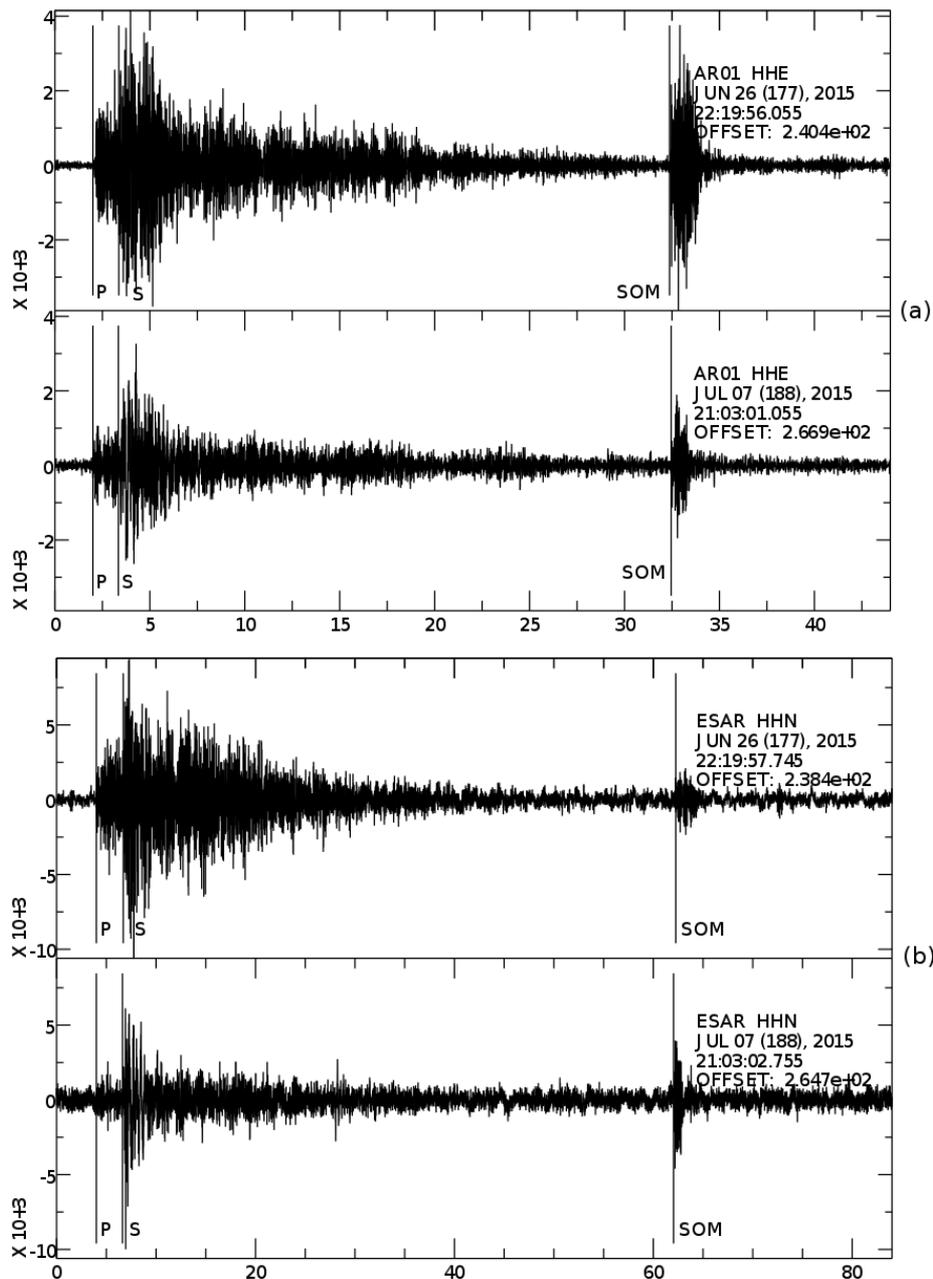


Fig. 3. Detonações registradas no Bairro Santa Rita do Bracuí- RJ (AR01) e Angra dos Reis-RJ (ESAR) a 2 e 10 km de distância, respectivamente. As marcas indicam-se a chegada das ondas P (longitudinal), S (transversal) e a chegada do som. Todos os traços estão na mesma escala vertical e a escala horizontal é tempo em segundos.



3. Discussão

Tremores de magnitude pequena (< 4) não são incomuns no Brasil e podem ocorrer em qualquer região. O litoral da região sudeste é uma das áreas onde pequenos tremores naturais ocorrem com alguma frequência (e.g., Berrocal et al., 1993; Assumpção et al., 2014). Portanto não há motivos para descartar os tremores como tendo origem natural. Na localidade de Monsuaba, ~20 km a Leste da cidade de Angra dos Reis, em 1988 ocorreu uma série de tremores mais fortes do que os deste ano, chegando a magnitude 2.8 (Berrocal et al., 1993), como indicado no mapa da Fig. 1.

Tremores naturais, mesmo de magnitudes baixas como estas, se tiverem profundidades bem rasas (menos de 1 km), podem causar vibrações fortes e serem bem sentidos por moradores da área epicentral. Por exemplo, os tremores de Bebedouro, SP, de 2005 tiveram magnitude máxima 2,9 (escala m_R) mas ocorreram a poucas centenas de profundidade provocando trincas em algumas casas (Assumpção et al., 2010).

Um sismo de magnitude ~2 corresponde a uma ruptura numa área de no máximo 100 metros, com deslocamentos da ordem de um milímetros (e.g., Nuttli et al, 1983). Portanto, o mais provável é que os tremores tenham ocorrido numa pequena fratura geológica, com apenas 100 m ou menos de extensão.

4. Conclusão

Em maio deste ano, ocorreram sete pequenos tremores de terra com magnitudes entre 1.3 e 2.2 e epicentros localizados na região de Angra dos Reis, o que explica as vibrações sentidas pelos moradores do bairro Santa Rita do Bracuí. Não há como saber se esta atividade continuará ocorrendo ou se já cessou, pois não há como prever a evolução da atividade sísmica. O fato da estação local AR01 não ter registrado nenhum evento local sugere que a atividade sísmica provavelmente está cessando.

As detonações dos dias 26/06 e 07/07 não tem nenhuma relação com os eventos ocorridos em maio.

Referências:

- Assumpção, M., T. H. Yamabe, J. R. Barbosa, V. Hamza, A. E. V. Lopes, L. Balancin, & M. B. Bianchi, 2010. Seismic activity triggered by water wells in the Paraná Basin, Brazil, *Water Resour. Res.*, 46, W07527, doi:10.1029/2009WR008048.
- Assumpção, M., J. Ferreira, L. Barros, F.H. Bezerra, G.S. França, J.R. Barbosa, E. Menezes, L.C. Ribotta, M. Pirchiner, A. Nascimento, J.C. Dourado, 2014. Intraplate Seismicity in Brazil. In *Intraplate Earthquakes*, chapter 3, ed. P. Talwani, Cambridge UP, ISBN 978-1-107-04038-0.
- Berrocal, J., C. Fernandes, A. Bueno, N. Seixas, and A. Bassini, 1993. Seismic activity in Monsuaba-RJ, Brazil, between December/88 and February/89. *Geophys.J.Int.*, 113, 73-82.
- Nuttli, O., 1983. Average seismic source parameter relations for midplate earthquakes. *Bull Seism. Soc. Am.* 73, 519-535.



São Paulo, 26 de agosto de 2015

Felipe A. Neves

Bruno Collaço

Marcelo Assumpção

(Centro de Sismologia da USP)