

Mapa de Ameaça Sísmica na Plataforma Continental do Sul/Sudeste

João Carlos Dourado – IGCE UNESP

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th 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 13th 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

This paper present the seismic hazard map for Continental Shelf of S/SE of Brazil, including Santos, Campos, Espírito Santo and Pelotas Basins. This work belongs to Project for Seismic Hazard in Brazil – PSHB, which has the objective to supply informations for Seismic Code (NBR15421 – 2006, ABNT). In the map was considered 2 seismic zone: the continental shelf of South/Southeast of Brazil and Southeast coast.

Introduction

Na semana de 04 a 08 de fevereiro de 2013, foi realizado o curso de difusão cultural “Análise probabilística de risco sísmico” no âmbito da XV Escola de Verão de Geofísica, organizado pelo Departamento de Geofísica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.

Durante o curso foi solicitado que os membros participassem, voluntariamente, da elaboração do Mapa de Ameaça Sísmica do Brasil, dentro do PSHB “Project for Seismic Hazard in Brazil”, com o objetivo de suprir informações para aperfeiçoamento da Norma Técnica Brasileira ABNT NBR 15421 - “Projeto de estruturas resistentes a sismos - Procedimento”

A elaboração do Mapa será feita por regiões, definidas por cada participante (ou grupo de participante) de forma que todo o território nacional fosse coberto, com sobreposição de áreas. Esta sobreposição é importante para que possa ser testado modelos diferentes em uma estrutura de árvore lógica.

Neste trabalho será descrito a elaboração do Mapa de Ameaça Sísmica para um polígono englobando a Plataforma Continental Brasileira com as Bacias Costeiras (Santos, Campos, Espírito Santo e Pelotas) e parte dos Estados de São Paulo, Minas Gerais Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina, como mostra a Figura 1.

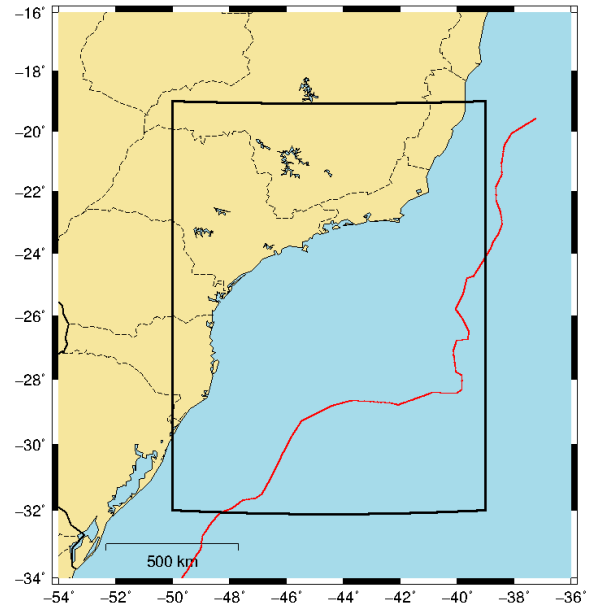


Figura 1 – Localização do Polígono de ameaça sísmica, traço em vermelho representa o limite entre as crostas oceânica e continental (Gomes, 1992)

Method

Neste trabalho foi utilizado o Catálogo Brasileiro de Sismo filtrado e *declustered* pelo método Reasenber (Reasenber, 1985). Desta forma do Catálogo original foram determinados 123 *clusters* e removidos 511 eventos. O método Reasenber soma as energias dos eventos agrupados (réplicas) e transforma em uma magnitude equivalente.

De posse deste catálogo foram selecionados os eventos relativos a duas zonas sísmicas que foram utilizadas para a elaboração do Mapa.

A Figura 2 mostra o polígono considerado e os sismos selecionados para a zona sísmica denominada de Costa do Sudeste (SEcoast). A Figura 3 mostra o polígono e os sismos para a zona sísmica Plataforma Continental do Sul/Sudeste (Shelf)

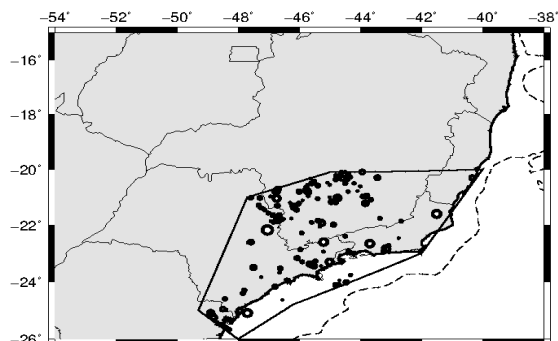


Figura 2 – Polígono da Zona Sísmica da Costa do Sudeste, com os eventos selecionados.

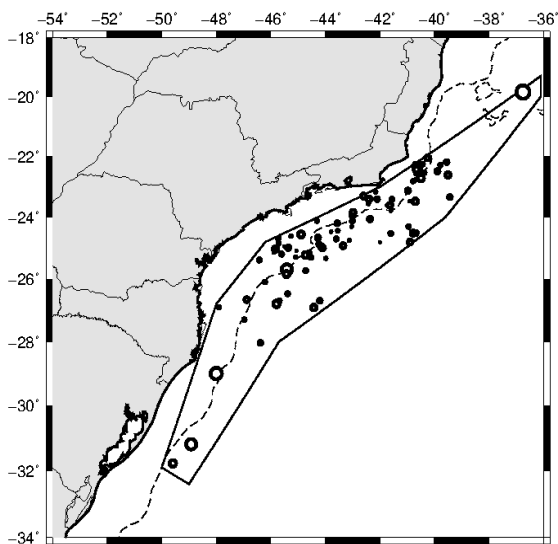


Figura 3 – Polígono da Zona Sísmica da Plataforma Continental do Sul/Sudeste, com os eventos

Para se determinar a relação entre frequência-magnitude de Gutenberg-Richter para a zona Sísmica Costa do Sudeste foram utilizados os limites de detectabilidade da magnitude com relação ao ano de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Limite de detectabilidade da magnitude do sismo com relação ao ano, para a zona Sísmica da Costa do Sudeste.

| Mag | Year |
|-----|------|
| 3.0 | 1975 |
| 3.5 | 1960 |
| 4.0 | 1900 |
| 4.5 | 1840 |
| 5.0 | 1800 |

Para a zona sísmica da Plataforma Continental do Sul/Sudeste foram usados os dados da Tabela 2 .

Tabela 2 - Limite de detectabilidade da magnitude do sismo com relação ao ano, para a zona Sísmica da Plataforma Continental do Sul/Sudeste

| Mag | Year |
|-----|------|
| 3.5 | 1980 |
| 4.5 | 1968 |
| 5.0 | 1962 |
| 6.0 | 1940 |

Utilizando-se os dados da tabela 1, juntamente com os eventos selecionados para esta zona foram obtidos os gráficos da relação Gutenberg-Richter para a zona Sísmica da Costa do Sudeste, mostrados na Figura 4.

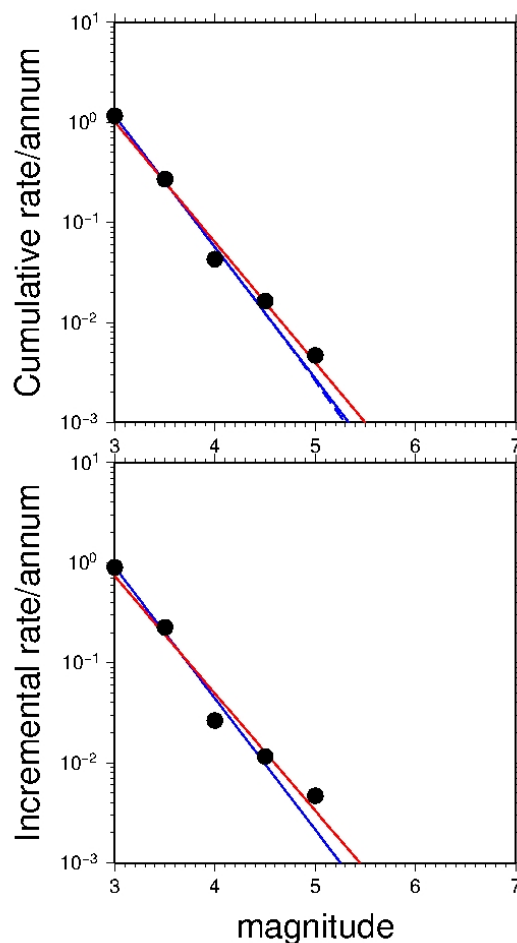


Figura 4 Gráficos mostrando o relação de Gutemberg-Richter. No gráfico superior está representado os valores cumulativos e o inferior os valores incrementais para a zona sísmica da Costa do Sudeste. Em vermelho está representado ajuste para os mínimos quadrados e em azul o ajuste baseado na máxima vero semelhança (Weichert, 1980).

Através da construção da relação de Gutenberg-Richter foram obtidos os seguintes parâmetros:

$$\text{beta} = 3.0193 \pm 1 \text{ stdv of } 0.312$$

$$b = 1.3113 \pm 1 \text{ stdv of } 0.135$$

$$\text{lambda}0 = 1.1560 \pm 1 \text{ stdv of } 0.149 \text{ for } M_{\text{min}} = 3.00$$

Utilizando-se os dados da tabela 2, juntamente com os eventos selecionados, foram obtidos os gráficos da relação Gutenberg-Richter para a zona Sísmica da Plataforma Continental do Sul/Sudeste, mostrados na Figura 5

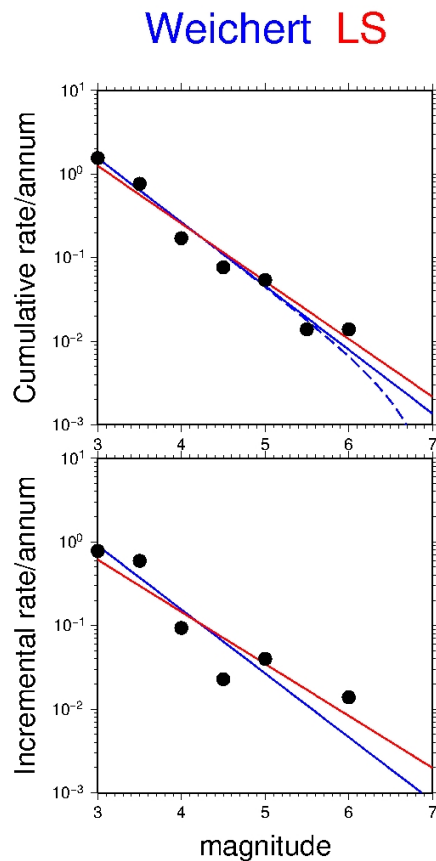


Figura 5 Gráficos mostrando o relação de Gutenberg-Richter. No gráfico superior está representado os valores cumulativos e o inferior os valores incrementais para a zona sísmica da Costa do Sudeste. Em vermelho está representado ajuste para os mínimos quadrados e em azul o ajuste baseado na máxima verossimilhança (Weichert, 1980)

Para a relação Gutenberg-Richter para esta zona sísmica foram obtidos os seguintes parâmetros:

$$\text{beta} = 1.7568 \pm 1 \text{ stdv of } 0.223$$

$$b = 0.7629 \pm 1 \text{ stdv of } 0.097$$

$$\text{lambda}0 = 1.5390 \pm 1 \text{ stdv of } 0.174 \text{ for } M_{\text{min}} = 3.00$$

Results

De posse destes parâmetros foi utilizado o Programa CRISIS2007 para se determinar a aceleração do solo. Como função de atenuação foi utilizada a equação de Toro et. al. (1997). Para a Zona Sísmica da Costa do Sudeste foi considerado que a magnitude máxima possível é de 6.0 ± 0.3 e para a Zona Sísmica da Plataforma Continental do Sul/Sudeste esta magnitude máxima é de 7.0 ± 0.3 .

A Figura 6 mostra o mapa de ameaça sísmica, onde é visualizada a aceleração de pico do solo para uma probabilidade de 10% de excedência em 50 anos, com período de retorno de 475 anos.

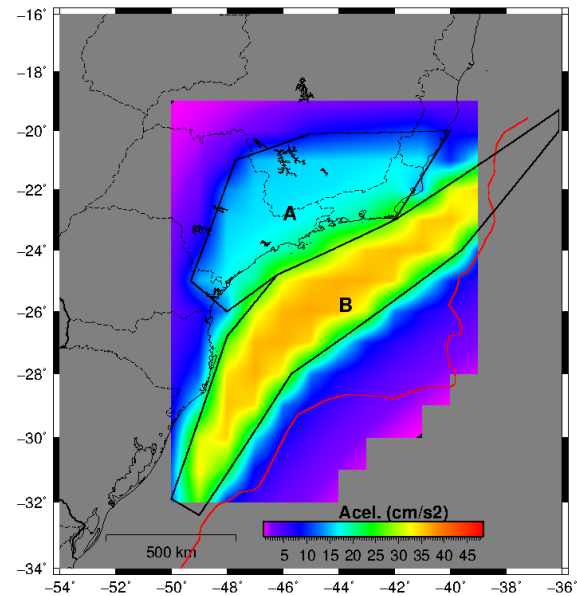


Figura 6 – Mapa de Ameaça Sísmica mostrando a aceleração de pico do solo. O Polígono A representa a Zona Sísmica da Costa do Sudeste e o Polígono B a Zona Sísmica da Plataforma Continental do Sul/Sudeste.

A Figura 7 mostra o mapa de aceleração espectral para um período de 0.1 s, utilizando-se os mesmos parâmetros da Figura 6..

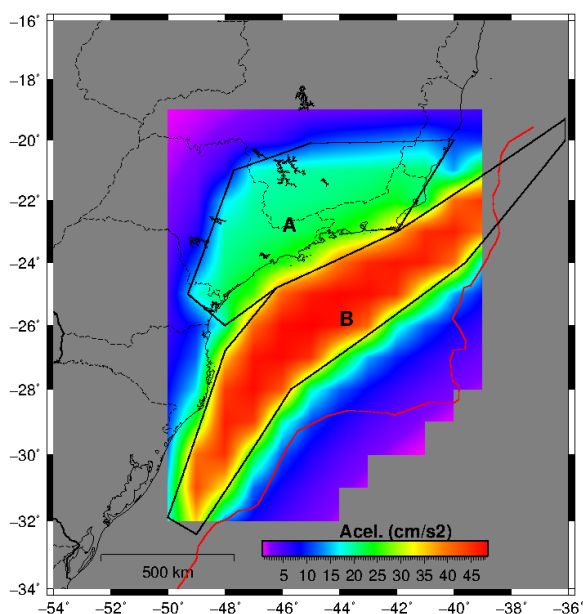


Figura 7 Mapa da Ameaça Sísmica para a área estudada, considerando-se a aceleração espectral de 10 Hz, para uma probabilidade de 10% de excedência em 50 anos.

Conclusions

O Mapa de Ameaça Sísmica mostra que a zona com maior probabilidade de excedência da acelerações do solo é a região da Plataforma Continental.

Na Plataforma Continental as acelerações esperadas são o dobro das acelerações na Região Continental. A Ameaça Sísmica no polígono estudado seria classificada como FRACA (abaixo de 80 cm/s^2), de acordo com a classificação da Ameaça Sísmica do GSHAP - Global Seismic Hazard Assessment Program -1999.

Acknowledgments

References

Gomes, B.S., 1992. Preliminary integration of marine gravimetric data of Petrobras and Leplac project: Campos, Santos and Pelotas basins, in Proceedings of the 37th Brazilian Geological Congress, 1, 559–560, São Paulo, SP, Brazil.

GSHAP – 1999 – Global Seismic Hazard Map – <http://www.seismo.ethz.ch/static/GSHAP/global> in: 18/04/2013

Reasenber, P. (1985) – Second-order moment of Central California Seismicity, 1962-1982. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 90, NO. B7, PAGES 5479-5495, JUNE 10, 1985

Toro, G.R., N.A. Abrahamson and J.F. Schneider (1997). A Model of Strong Ground Motions from Earthquakes in Central and Eastern North America: Best Estimates and Uncertainties. Seismological Research Letters, v.68, no. 1, pp. 41-57.

Weichert, D. H. (1980). Estimation of earthquake recurrence parameters for unequal observation periods for different magnitudes. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.70, No.4, pp. 1337-1346