

## Mecanismo Focal do Terremoto Principal de 10 de Março de 1998, Porto dos Gaúchos, Mato Grosso, Brasil

Takato Nakayoshi & Vasile I Marza<sup>1)</sup>, Observatório Sismológico/IG/UnB, Brasil  
 <nakayoshitakato@unb.br>; <marza@unb.br>

<sup>1)</sup> On leave from Seismological Laboratory, National Institute (RD) for Earth Physics, Bucharest, Romania;

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility 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 active earthquake area of Porto dos Gaúchos, Mato Grosso state, Brazil, hereinafter called the Seismogenic Zone of Porto dos Gaúchos (whose Portuguese acronym is ZSPG) is placed at junction of the southern boundary of the Amazonian Craton with the northern part of the Parecis Basin. This area represents one of the most outstanding active seismic areas of Brazil intraplate seismicity, where it occurred in 1955 the largest known Brazilian earthquake and where recently, on March 23, 2005, happened another significant earthquake with magnitude 5.0  $m_b$  (USGS). The ZSPG quake of March 10, 1998, reaching a magnitude of 5.3  $m_b$ (ISC) is the second largest event of the ZSPG and the largest seismic event during the recent times of digital seismology, hence supplying a great amount of useful data due to the large number of seismographic stations recording it. Using the polarities of the incident P waves at 12 world-wide seismographic stations it was possible to work out the focal mechanism of the 1998 mainshock. This mechanism shows a predominant strike slip fault plane with a small reverse component. The preferred slipping plane has a strike of 303°, coincident with the kilometer extension lineaments (faults and shear zones) observed in the Amazonian Craton and with the structure of the Parecis Basin and also matching early aftershock lineament of the 1998 mainshock. The inferred fault mechanism is compatible with a model presenting an approximately E-W compression coinciding with the direction of the predominant regional tectonic stresses acting in the South America Tectonic Plate

### Introdução

A Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos (ZSPG) representa uma das mais expressivas áreas de ocorrência de terremotos em território brasileiro, e certamente é a área sismogênica com maior magnitude observada até o presente, onde no dia 31 de janeiro de 1955, ocorreu um tremor com magnitude 6,6  $m_b$  (Berrocal *et al.*, 1984). Esta magnitude foi recalculada por Assumpção & Suárez (1988) em 6,2  $m_b$ .

O sismo de 10 de março de 1998, 5,3  $m_b$ , é o segundo maior tremor ocorrido na ZSPG, tornando-o o evento

sísmico mais importante nos tempos modernos da sismologia brasileira. Através da polaridade da onda P incidente em 12 estações sismográficas mundialmente distribuídas, foi possível obter o mecanismo focal.

A ZSPG localiza-se no norte do Estado do Mato Grosso, próximo do limite sul do Cráton Amazônico com as rochas sedimentares da Bacia dos Parecis (Figura 1). Expressivos lineamentos (falhas e zonas de cisalhamento) no Cráton Amazônico com direção NW-SE foram mapeados nesta região (Bizzi *et al.*, 2001).

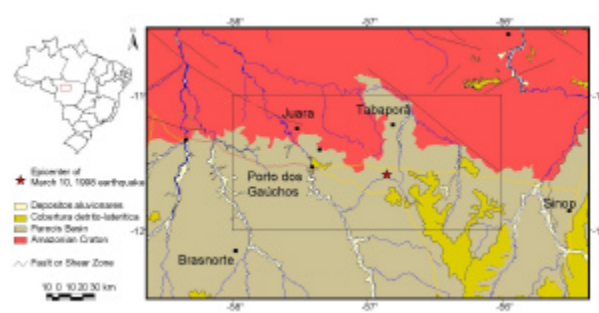


Figura 1 – Geologia da Zona Sismogênica de Porto dos Gaúchos. (Modificado de Bizzi *et al.*, 2001).

### Métodos

Os dados utilizados para a elaboração do mecanismo focal foram obtidos através do *Incorporated Research Institutions for Seismology – IRIS*. Os dados foram analisados no programa *Seismic Analysis Code – SAC* (Tapley & Tull, 1991) e o mecanismo focal foi elaborado no *SEISAN 7.2* (Havskov & Ottemöller, 2001) que usa uma adaptação do programa *FOCMEC* (Snoke *et al.*, 1984). O mecanismo focal foi elaborado a partir da polaridade da onda P incidente em 12 estações mundialmente distribuídas (Figura 2 e Anexo 1).

Os registros das formas de onda do terremoto do dia 10 de março de 1998 nas estações BDFB, PTGA e SDV são apresentados nas figuras 3a, 3b e 3c, respectivamente. O epicentro utilizado na elaboração do mecanismo focal foi obtido pelo *International Data Center* (IDC) e uma profundidade fixa de 5 km (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros do terremoto de 10 de março de 1998.

Ano	Fonte	Hora Origem	Lat	Lon	h (km)
1955	1	05:03:07	-12,42°	-57,30°	-
1998	IDC	23:32:43,3	-11,59°	-56,85°	5f

1 – Berrocal *et al.*, 1984



se enquadra melhor do que o obtido por Mendiguren & Richter (1978).

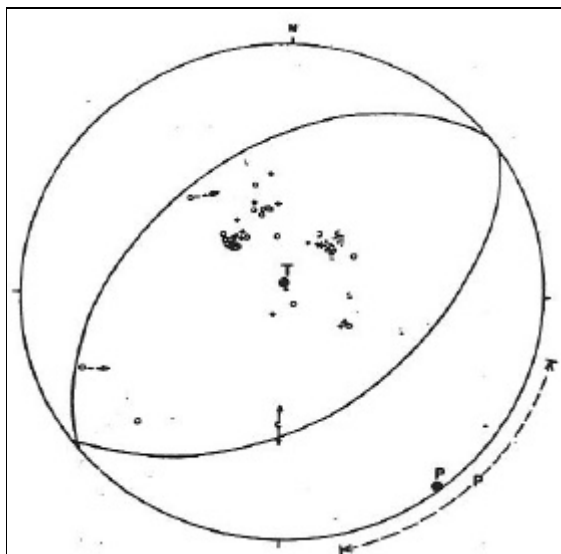


Figura 5 – Mecanismo focal do terremoto de 31 de janeiro de 1955. Círculo aberto e cruz representam compressão e dilatação respectivamente (Mendiguren & Richter, 1978).

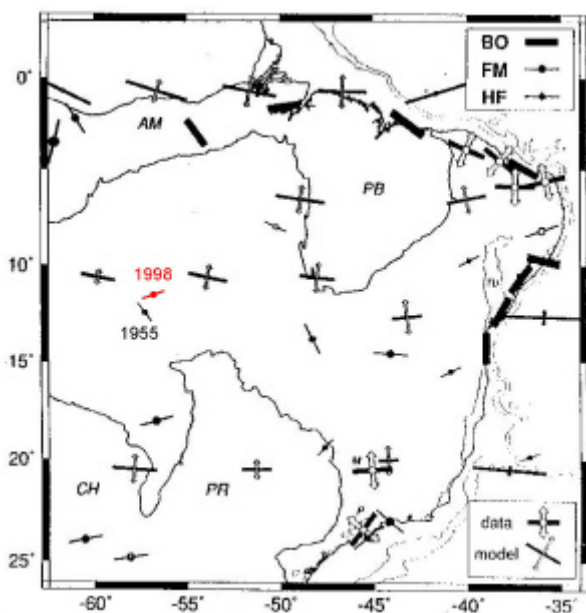


Figura 6 – Dados dos esforços compilados por Assumpção (1998c). Dados de *breakouts* (BO), mecanismo focal (FM) e fraturamento hidráulico (HF). O eixo P do terremoto de 1998 está em vermelho.

### Conclusões

Através das polaridades da onda P incidentes em 12 estações sismográficas, foi possível obter o mecanismo focal para o terremoto de 10 de março de 1998. O plano deste mecanismo focal interpretado como o plano de ruptura apresenta direção  $303^\circ$ , pois as maiores réplicas do tremor de 1998 estão alinhadas numa direção próxima ( $290^\circ$ ), são encontrados expressivos lineamentos no

Cráton Amazônico e a estruturação da Bacia dos Parecís também está nesta direção. Estas estruturas são zonas de fraqueza pré-existentes que, submetidas aos esforços tectônicos atuais, estão sendo reativadas. Este mecanismo é compatível com uma compressão aproximadamente E-W, coincidente com a direção das tensões tectônicas regionais.

### Acknowledgments

Agradecemos ao *Incorporated Research Institutions for Seismology* por disponibilizar os dados utilizados neste trabalho. À Andrea Fernanda C. Silva pela tradução do resumo e a todos os pesquisadores citados, pois sem seus trabalhos não seria possível a elaboração deste artigo.

### References

- Assumpção M.** 1998b. Focal Mechanisms of small earthquakes in the southeastern Brazilian shield: a test of stress models of South American plate. *Geophys. J. Int.*, **133**:490-498.
- Assumpção M.** 1998c. Sismotectônica y esfuerzos en Brasil. *Física de la Tierra*, **10**:149-166.
- Assumpção M. & Suárez G.** 1988. Source mechanisms of moderate-size earthquakes and stress orientation in mid-plate South America. *Geophysical Journal*, **92**:253-267.
- Berrocal J., Assumpção M., Antezana R., Dias Neto C.M., Ortega R., França H., Veloso J.A.V.** 1984. *Sismicidade do Brasil*, IAG-USP & CNEN, São Paulo, SP, Brasil, 320pp., 4 mapas.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Gonçalves J.H., Baars F.J., Delgado I.M., Abram M.B., Leão Neto R., Matos G.M.M. de, Santos J.O.S.** 2001. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG e Mapas na escala 1:2.500.000*. Brasília, CPRM, 4 CD-Rom.
- Coblentz D.D. & Richardson R.M.** 1996. Analysis of the South America intraplate stress field. *Journal of Geophysical Research*, **101**:8643-8657.
- Havskov J. & Ottemöller L.** 2001. *SEISAN: The earthquake analysis software for windows, Solaris and Linux*. Version 7.2. Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway.
- Marza V.I., Barros L.V. & Carvalho J.** 1999. *Relatório Especial Nº 2 – Ações do SIS-UnB face ao terremoto ocorrido em Porto dos Gaúchos/MT, no dia 10/03/1998, de magnitude 5,0 (Richter)*. Brasília, DF, Brasil, 36pp., Relatório Interno.
- Mendiguren J.A. & Richter F.M.** 1978. On the origin of compressional intraplate stresses in South America. *Phys. Earth Planet. Inter.*, **16**:318-326.
- Nakayoshi T.** 2005. *Caracterização sismo-tectônica da área de Porto dos Gaúchos, Mato Grosso, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 71 p. (Submetido).
- Parro P.S.** 1998. *Magnetometria e gamaespectrometria aerotransportadas na interpretação geológico-estrutural da região dos rios Juruena e Teles Pires –*

MT. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 63 p.

**Snoke J.A., Munsey J.W., Teague A.G., Bollinger G.A.** 1984. A program for focal mechanism determination by combined use of polarity and SV-P amplitude ratio data. *Earthq. Notes*, **55**(3), 15.

**Tapley W.C. & Tull J.E.** 1991. *SAC – Seismic Analysis Code*, Lawrence Livermore National Laboratory, CA.

**Zoback M.L., Zoback M.D., Adams J., Assumpção M., Bell S., Bergman E.A., Blümling P., Brereton N.R., Denham D., Ding J., Fuchs K., Gay N., Gregersen S., Gupta H.K., Gvishiani A., Jacob K., Klein R., Knoll P., Magee M., Mercier J.L., Müller B.C., Paquin C., Rajendran K., Stephansson O., Suarez G., Suter M., Udias A., Xu Z.H., Zhizhin M.** 1989. Global patterns of tectonic stress. *Nature*, **341**:291-298.

Anexo 1 – Dados das estações sismológicas utilizadas na elaboração do mecanismo focal, a polaridade registrada e a localização em relação ao epicentro.

Nº	Station	Latitude	Longitude	Polarity	Arrival Time	Dist. (°)	Azimuth
01	BDFB <sup>2</sup>	-15,641	-48,014	C	23:34:59,3	9,5	116,2
02	PTGA <sup>1</sup>	0,731	-59,966	C	23:35:23,9	11,3	343,9
03	CPUP <sup>2</sup>	-26,330	-57,329	C	23:36:12,2	14,7	181,7
04	NNA <sup>3</sup>	-11,987	-76,842	D	23:37:18,7	19,6	266,8
05	SDV <sup>4</sup>	8,879	-70,633	D	23:38:07,4	24,6	325,6
06	DBIC <sup>2</sup>	6,670	-4,856	D	23:42:16,2	54,9	73,8
07	WCI <sup>5</sup>	38,229	-86,294	D	23:43:16,6	56,9	332,6
08	MIAR <sup>5</sup>	34,546	-93,573	C	23:42:34,6	57,8	324,4
09	EYMN <sup>5</sup>	47,946	-91,495	D	23:43:36,5	67,0	335,6
10	SFJ <sup>1,4</sup>	66,996	-50,615	D	23:44:46,3	78,7	2,5
11	GRFO <sup>4</sup>	49,692	11,205	D	23:45:22,8	85,2	37,0
12	MORC <sup>1</sup>	49,776	17,547	D	23:45:41,5	89,0	38,5

1 – GEOFON, 2 – Global Seismograph Network, 3 – IRIS/IDA, 4 – IRIS/USGS, 5 – United States National Seismograph Network.

Anexo 2 – Parâmetros do mecanismo focal obtido para o terremoto de 10 de março de 1998.

Fault Plane Solution				P axis	T axis
Plane	Strike	Dip	Rake	Plunge/Strike	Plunge/Strike
1	303	80	28	12/072	27/168
2	207	62	169		