Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006,
Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.239-246.

Sismicidade da região de Aquidauana-MS

Gustavo da Silva Sabino (Graduação Física/UFMS)[1]
Marcelo S. Assumpção (IAG-USP)[2]
Edna Maria Facincani (UNESP-Rio Claro)[3]
Simone Soares Ferreira (Graduação/Física-UFMS)[1]

[1]Departamento de Física –CCET Universidade Federal de Mato grosso do Sul CP 549
79070-900 - Campo Grande, MS
[2]Departamento de Geofísica
Universidade de São Paulo-SP
Rua do Matão, 1226- Cidade Universitária
[3]Curso de Pós-Graduação , Av 24, 1515 - Unesp
Rio Claro, SP

gustavosabino.sabino@bol.com.br si_fisica@yahoo.com.br
05508-090 - São Paulo, SP
marcelo@iag.usp.br
emfacincani@bol.com.br

Resumo: Este trabalho tem como objetivo destacarregistrar os abalos sísmicos da região de Centro-Oriental do estado de Mato Grosso do Sul no período de maio a dezembro de 2003, destacando a determinação dos sismos regionais, através das leituras das ondas "P" e "S", além de caracterizar o regime sísmico regional, buscando relacionar a estrutura da litosfera com o registro de sismos ocorridos na porção centro-oriental do Mato Grosso do Sul. Definir os campos de tensão tectônica atuante na região, visando a aplicação desses dados no entendimento da evolução das Bacias Sedimentares do Paraná e Pantanal. Foram identificados nos registros sísmicos os sinais dos eventos locais, regionais e distantes. Para os eventos locais e regionais foram feitas as leituras dos tempos de chegada das ondas "P" e "S" e suas amplitudes, utilizando os programas SAC (Seismic Analysis Code) e PQL (Pascal Quick Look). Para os sismos distantes (com epicentro nos Andes ou outros países), tiveram os tempos de chegada das ondas P e S enviadas a um centro sismológico mundial- NEIC (National Earthquake Information Center), do Serviço Geológico Americano, para melhoria dos cálculos epicentrais do catálogo geral de sismos mundiais.Na região do Centro-Oriental do Estado de Mato Grosso do Sul existe uma baixa freqüência de sismos de elevada magnitude, ficando em média de 3,64 (Mr). Cabe ressaltar que o cálculo da magnitude foi efetuado apenas para os eventos sísmicos com distância epicentral maior que 200 Km. A partir dos dados analisados observa-se para a região uma predominância dos eventos com distância epicentral menor que 100 Km da estação sismográfica e verifica-se também uma elevada freqüência de eventos entre os horários das 12:00 às 22:00 h, segundo o horário padrão (UTC). As direções da maior parte dos eventos sísmicos registrados na estação sismográfica de Aquidauana-MS (AQDB) provém das direções Noroeste e Sudoeste do estado. Estas análises sísmicas continuam em andamento, agora com maior precisão em função das instalações das estações Sismográficas de Camapuã (CMPA), Sonora (PP1B), Chapadão do Sul (CDSB).

Palavras-Chave: Atividade sísmica, Pantanal, Aquidauana

Abstract: This work presents the regional earthquakes in Mato Grosso do Sul State, "West-Central" Brazil, from May until December 2003, determined from the "P" and "S" wave arrivals. We aim to characterize the regional seismic regime and its relation to lithospheric structure in West-Central Brazil, and the definition of the tectonic stress regime in this region, helping understand the sedimentary evolution of the Paraná and Pantanal basins.Local, regional and distant events have been recorded. In the local and regional events we identified the "P" and "S" wave arrivals and their amplitude, using the SAC (Seismic Analysis Code) program and PQL (Passcal Quick Look). For the distant events (with epicenters in the Andes or other countries), the readings of the "P" and "S" waves are sent to the National Earthquake Information Center (NEIC, U.S. Geology Service) for better epicentral calculation and preparation of world seismicity maps.The West-Central region of Mato Grosso do Sul State, has shown a low seismicity with magnitude up to about 3,6 (Mr). Magnitudes were calculated for the seismic events with epicentral distance larger than 200km. The region showed that most events had a distance around 100km from the seismic station, with a concentration of occurrence times between 12h and 22h UTC time, probably indicating quarry explosions. Most seismic events were located northeast and southwest of the Aquidauana station.This seismic analysis is continuing with better precision using other new stations in Camapuã (CMPA), Sonora (PP1B) and Chapadão do Sul (CDSB), all in Mato Grosso do Sul.

Key-words: seismic analysis, Pantanal, Aquidauana

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo compreender as atividades sísmicas na Região Centro-Oriental do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), com destaque às adjacências de Aquidauana, bordas das bacias do Pantanal e Paraná, buscando relacionar a estrutura da litosfera com o registro de sismos ocorridos.

Em regiões intraplaca, por exemplo, as regiões de Miranda, Leste do Pantanal, no Mato Grosso do Sul (1964) e Porto dos Gaúchos, Norte de Cuiabá-MT (1955), podem ser citadas como áreas sismogênicas, onde ocorreram os maiores sismos já registrados no Brasil, com magnitudes de 5.4 e 6.2, respectivamente.

A partir da década de 70, os estudos sísmicos começaram a ser mais bem monitorados no Brasil, principalmente pela Universidade de Brasília, e posteriormente pela Universidade de São Paulo, justificados pelas construções das usinas hidroelétricas nas regiões Sudeste e Nordeste e nucleares, na região Sudeste, respectivamente.

A área de estudo conta com uma estação sismográfica localizada no município de Aquidauana-MS, bordas das bacias do Paraná e Pantanal (**Figura 1**), permitindo obter maior precisão na detecção das ocorrências e estabelecimentos dos padrões sísmicos em toda região centro-oriental do estado de Mato Grosso do Sul.

A proximidade da faixa de dobramento andina, extremamente ativa sismicamente demonstra a importância de se monitorar esta região. Neste sentido, o caráter deformacional e dinâmico da Bacia Sedimentar do Pantanal e sua relação com a Bacia Sedimentar do Paraná, poderão ser mais bem compreendidos através do adequado monitoramento desta área.

Tais estudos, terão importância dentro da pesquisa pura e são fundamentais quando aplicados ao estudo de áreas destinadas a projetos hidroelétricos e planejamento ambiental.

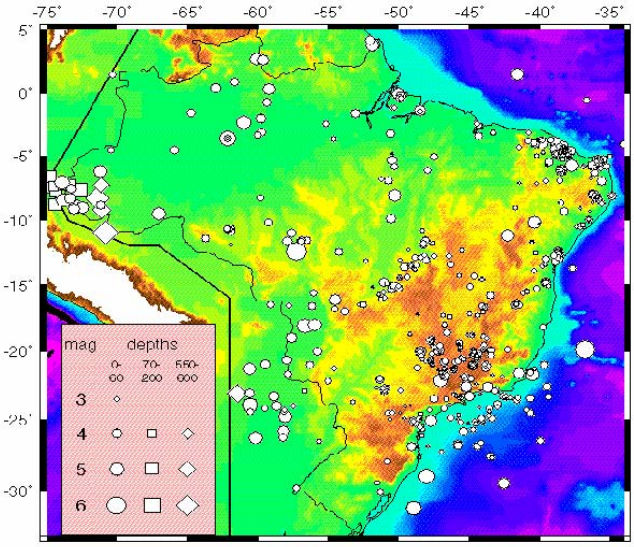

Figura 1. Localização da área de estudo no Estado de Mato Grosso do Sul e adjacências.

2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo geral obter registros sísmicos da região de Centro-Oriental do estado de Mato Grosso do Sul, destacando os seguintes aspectos:

- Aplicar os conceitos básicos e práticos de sismologia, baseados nos registros coletados na estação sismográfica de Aquidauana (AQDB);
- Enfatizar os sismos regionais, através das leituras das ondas "P" e "S", cálculo de magnitudes e determinações epicentrais;
- Integrar esses dados ao monitoramento nacional, caracterizando o regime sísmico regional, buscando relacionar a estrutura da litosfera com o registro de sismos ocorridos na porção centro-oriental do Mato Grosso do Sul;

3. Metodologia

As atividades desenvolvidas para alcançar tais objetivos foram:

a. Instalação da estação sismográfica

O passo inicial para o desenvolvimento dos estudos sísmicos foi instalação da estação sismográfica (maio de 2003), efetuada após uma exploração de campo para escolha do local mais adequado; sendo posicionada nos arenitos da Formação Aquidauana, de idade Paleozóica, onde o material apresenta condições de litificação (rocha sã), Assim sendo, pesquisou-se locais de afloramentos rochosos desprovidos de cobertura de solos. O local escolhido foi o Campo de Instrução Sargento Ribeiro Pires, pertencente ao 9º Batalhão de Engenharia de Combate (9º BECmb).

b. Descrição dos principais equipamentos da estação

A estação sismográfica de Aquidauana, código AQDB, foi constituída inicialmente de: sismômetro de banda larga Streckeisen (STS-2), sismógrafo Mars 88 com unidade de disco óptico e registrador (computador), GPS, painel solar e bateria. Atualmente operam sismômetros de período curto e registradores RefTek, todos de propriedade do IAG/USP.

Uma vez concluído os abrigos e instalados os equipamentos, a Profª. Drª. Edna Maria Facincani, Coordenadora do Projeto "Monitoramento Sísmico da Região de Aquidauana-MS", da UFMS, deslocou-se, sistematicamente, em cada quinzena para a estação, visando o monitoramento da estação bem como, realizando a coleta de dados sismográficos do equipamento e de troca de discos, obedecendo aos procedimentos metodológicos, conforme orientação dos técnicos do IAG/USP. Estes discos foram enviados para o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (Laboratório de Sismologia).

Tais equipamentos registram os sismos em arquivos com formato próprio que, posteriormente convertidos no IAG-USP, foram enviadas cópias para o Laboratório de Sismologia da UFMS/USP para análise e interpretação em qualquer computador PC.

c. Trabalho de escritório

Neste trabalho foram determinados os parâmetros hipocentrais de cada evento, tais como: hora de origem (ho), distância epicentral (km), delta (Δ) e o backazimute. Dados de algumas outras estações coordenadas pelo IAG foram incluidos. Foram usados também para os cálculos o programa HYPO71 (Lee & Lahr, 1978).

Inicialmente foram identificados nos registros sísmicos os sinais dos eventos locais, regionais e distantes. Para os eventos locais e regionais foram feitas as leituras dos tempos de chegada das ondas "P" e "S" e suas amplitudes, utilizando os programas **SAC (Seismic Analysis Code) e PQL (Pascal Quick Look)**, conforme **Figura 2.**

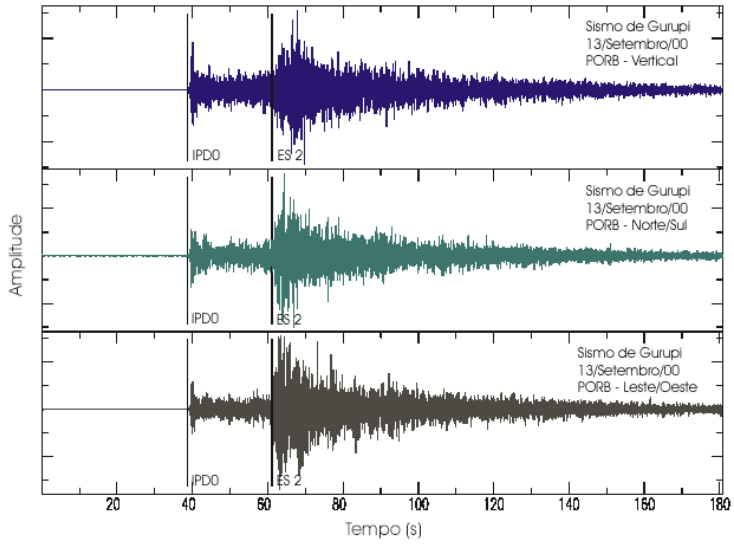

Figura 2. Sismo de Gurupi (13/09/2000) registrado pela estação de Porangatu (PORB), segundo Lopes, 2003.

As distâncias epicentrais dos eventos sísmicos foram determinadas por meio da Equação 1, a qual depende diretamente da diferença entre os tempos de chegada das ondas P e S e de um parâmetro (C). Este parâmetro também C varia com o aumento da diferença entre os tempos de chegada das ondas.

$$Dist.Epicentral = C.(Ts - Tp) \qquad \text{(Equação 1)}$$

O movimento da partícula define a direção da reta que passa pelo epicentro do evento e pela estação; a relação entre as polaridades da onda P nas três componentes nos dá a direção do backazimute. Para se determinar o valor do backazimute, ajustaremos uma reta ao

movimento da partícula e medido o ângulo formado entre o norte e a direção do evento com o auxílio de um transferidor, conforme a **Figura 3.** .

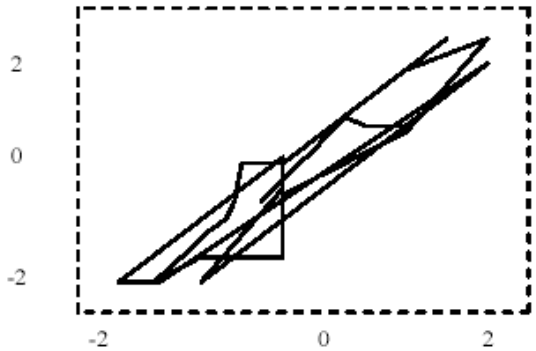

Figura 3. Movimento da partícula da onda P. A reta que é ajustada no movimento da partícula define a direção do epicentro.

Os sismos locais e regionais terão suas magnitudes calculadas pela amplitude da onda P, usando a equação de magnitude regional (Equação 2).

$$mR = Log\ V + 2{,}3.\ Log\ R - 2{,}48 \qquad \text{(Equação .2)}$$

Onde V é a velocidade da partícula da onda P, em µm/s ($V=2\pi A/T$) e R é a distância epicentral, em km.

Os sismos distantes (com epicentro nos Andes ou outros países), terão o tempos de chegada das ondas P e S enviadas a um centro sismológico mundial (National Earthquake Information Center, do Serviço Geológico Americano) para melhoria dos cálculos epicentrais do catálogo geral de sismos mundiais.

4. Resulados e Discussão final

A partir das determinações efetuadas com base nos sismogramas da região de Aquidauana (MS), referente ao período de maio a dezembro de 2003. Foram elaborados gráficos e tabelas, que evidenciam o comportamento sismo-tectônico da porção Centro-Oriental do Estado de Mato Grosso do Sul, conforme Gráficos 1, 2 e 3.

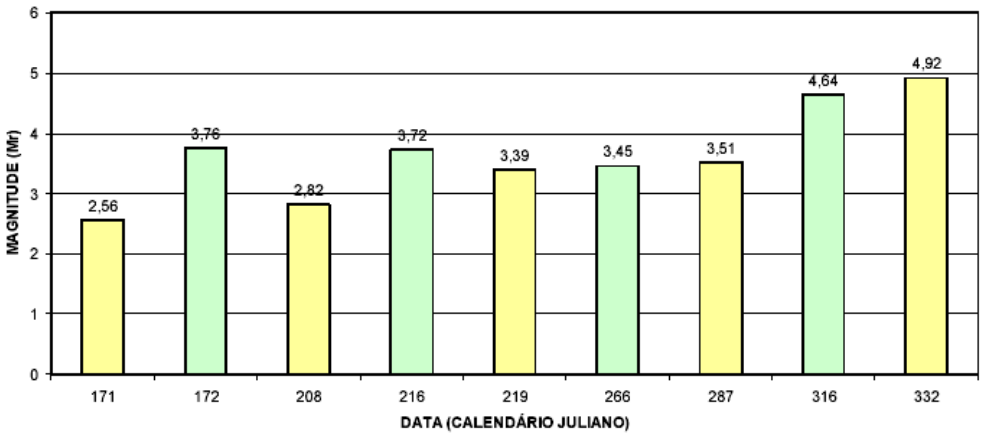

Gráfico 1. Magnitude dos principais eventos sísmicos coletados pela Estação Sismográfica e Aquidauana-MS (AQDB).

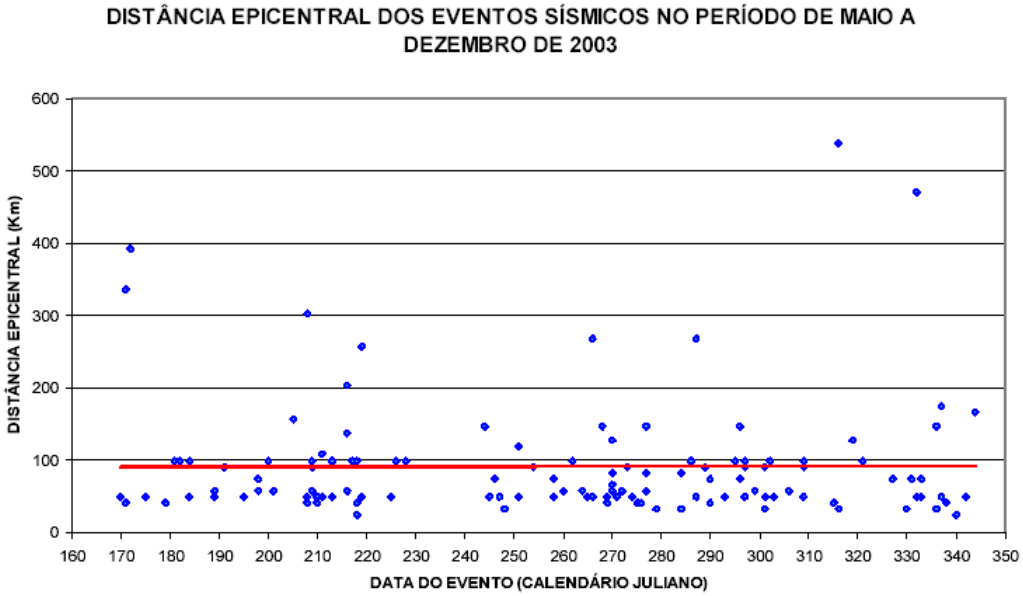

Gráfico 2. Distância epicentral dos eventos sísmicos coletados pela Estação Sismográfica de Aquidauana-MS (AQDA). Enfoque para a dispersão dos sismos com distância epicentral menor que 100 Km. A linha vermelha indica a tendência linear dos eventos sísmicos.

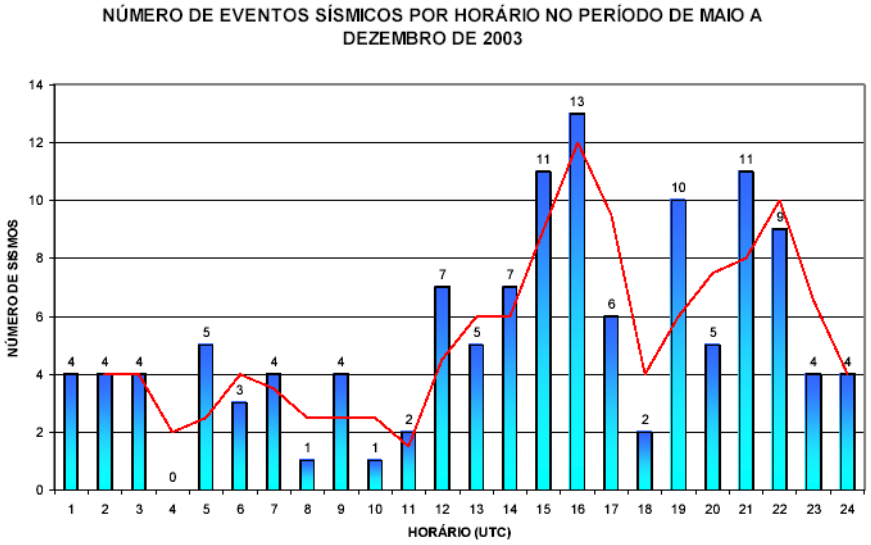

Gráfico 3. Distribuição dos eventos sísmicos coletados pela Estação Sismográfica de Aquidauana-MS (AQDB), no período de 31 de maio a 12 de dezembro de 2003.

Este gráfico é importante pois mostra a concentração de eventos (detonações) nos horários de maior atividade das pedreiras]

Fica evidenciado no Gráfico 4. a baixa freqüência com que ocorrem os sismos de elevada magnitude na porção Centro-Oriental do Estado de Mato Grosso do Sul. Cabe ressaltar que o cálculo da magnitude (Mr) foi efetuado apenas para os eventos sísmicos com distância epicentral maior que 200 Km.

Pode-se observar no Gráfico 2 uma predominância dos eventos com distância epicentral menor que 100 Km da estação sismográfica. Já a observação do Gráfico 3 nos permite verificar uma elevada freqüência de eventos entre os horários das 12:00 às 22:00 h, segundo o horário padrão (UTC). Esses horários sugerem co-relação com possíveis atividades de extração mineral realizadas na região, já que correspondem ao intervalo das 8:00 às 18:00 h

do horário local.

Um fator relevante que dá suporte à justificativa anterior é a disposição das regiões de lavra das empresas de extração mineral sediadas no estado.

A maior parte dos eventos sísmicos registrados na estação sismográfica de Aquidauana-MS (AQDA) provém das direções Noroeste e Sudoeste do estado conforme Gráfico 4..

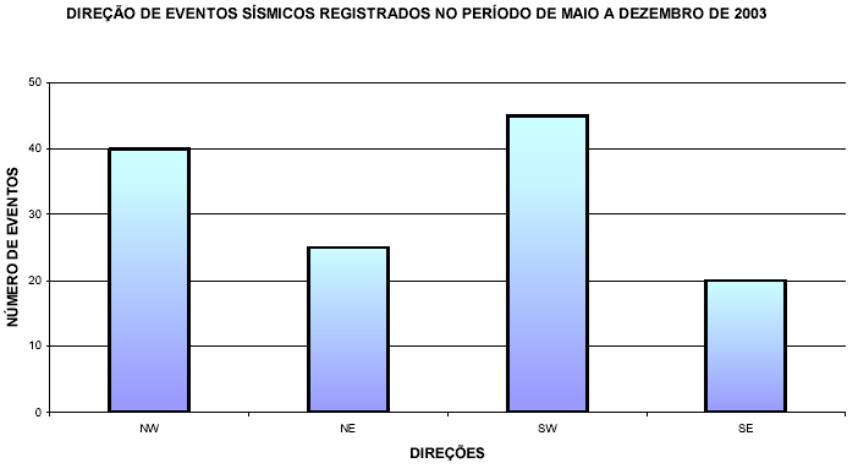

Gráfico 4. Direção dos epicentros dos eventos sísmicos registrado pela estação sismográfica deAquidauana-MS (AQDA), no período de maio a dezembro de 2003.

Estas análises sísmicas continuam em andamento, agora com maior precisão em função das instalações da estações Sismográficas de Camapuã (CMPA), Sonora (PP1B) e Chapadão do Sul (CDSB). Dessa forma pode estabelecer, brevemente, novas metodologias, interpretações e análises para a edificação de um trabalho mais detalhado sob a coordenação geral do Prof. Dr. Marcelo S. Assumpção e sua equipe, pertencente ao IAG/USP.

No período de 2005 a 2006, as estações AQDB, PP1B, CMPA e CDSB registraram alguns sismos regionais conforme mostrado na Figura. 4.. Na Bacia do Pantanal ainda não ocorreram eventos com magnitudes suficientes para uma boa localização epicentral.

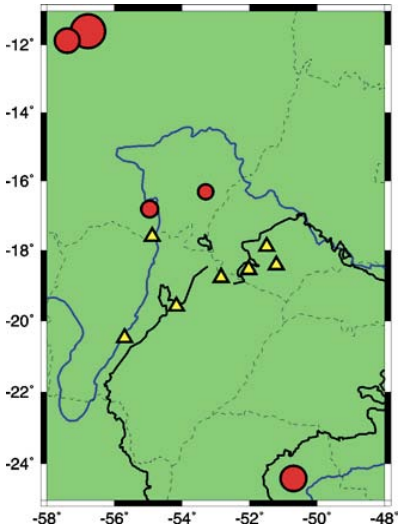

Figura 4. Epicentros (círculos vermelho), de evento regionais registrados desde 2005 pelas estações desse projeto (triângulos amarelos). Os dois maiores eventos foram:
1- Porto dos Gaúchos (Noroeste do Esatdo de mato Grosso) de março de 2005, magnitude 5.0.
2- Janeiro de 2006 evento no estdo do Paraná (Telêmaco Borba), magnitude 4.0.
Outros eventos no sudoeste Mato Grosso apresentando magnitude em torno de 3.0.

Referências

Assumpção, M. & Dias, C.M (2000). Sismicidade e Estrutura Interna da Terra. Capítulo 3, **Decifrando a Terra**, 1ª Edição, EDUSP, São Paulo, pp.41-62.

Hasui et al. **Compartimentação Estrutural e Evolução Tectônica do Estado de São Paulo**: IPT/Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais (Pró-Minério), Relatório IPT nº 27394.

Mioto, J.A., Hasui, Y.; 1982. Aspectos da Estabilidade Sismotectonica do Sudeste Brasileiro de Interesse à Geologia de Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 32, Salvador, **Anais**, 4: 1652 a 1659.

_____ PESQUISA – FAPESP, agosto 2004, nº 102, 2004, p. 36-41.