

Determinação da estrutura crustal para aprimorar os estudos de sismicidade na Região Sudeste do Brasil

Sabrina Pierobou*, Jesus Berrocal & Celia Fernandes, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas IAG, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

Copyright 2004, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no I Simpósio Regional da Sociedade Brasileira de Geofísica, São Paulo, 26-28 de setembro de 2004. Seu conteúdo foi revisado pela Comissão Techno-científica do I SR-SBGf mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

Neste trabalho serão apresentados os resultados do levantamento de refração sísmica profunda (onde foram utilizados apenas tiros diretos e considerando um modelo de camadas planas) que está sendo efetuado na Região Sudeste e que nos permitirá definir o fator do tempo S-P com a distância. Também será possível com esse levantamento obter uma relação pontual da função de atenuação da energia sísmica na Região Sudeste. Será utilizado o método função do receptor para determinar a espessura crustal na região abaixo da Estação Sismográfica de Angra dos Reis, ESAR. Esses novos parâmetros nos permitirão obter um modelo mais preciso da estrutura crustal da Região Sudeste próxima a ESAR.

Introdução

Esta pesquisa tem por objetivo efetuar um estudo de refração sísmica profunda, que permita criar um modelo sísmico específico para a região, para aprimorar o estudo de sismos ocorridos na Região Sudeste do Brasil, tentando melhorar a localização epicentral.

A auscultação sismográfica da Região Sudeste é efetuada através de estações permanentes e também temporárias. Entre as estações permanentes estão as da RESUSP (Rede Sismográfica da Região Sudeste) desde 1996, de RSBC (Rede Sismográfica da Bacia de Campos) desde 1980 e também ESAR.

O estudo de refração sísmica profunda está sendo efetuado através de duas linhas, uma a nordeste de ESAR, de 20km de extensão e a outra o sudoeste de ESAR, com cerca de 200km (ver Fig. 1). A primeira linha, composta por seis estações sismográficas incluindo ESAR, utilizou como fonte de energia as explosões da pedreira de Lídice. A segunda linha, ainda em execução, é composta por treze estações, incluindo ESAR, e estão sendo utilizadas as explosões da Pedreira Embu S.A. em Mogi das Cruzes. Até o momento foram obtidos dados em apenas seis dos treze pontos de registro da linha mais extensa.

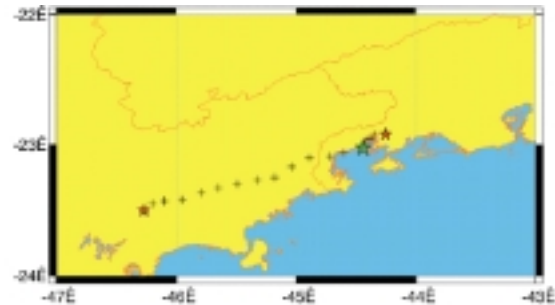


Fig. 1- Linhas de refração sísmica realizadas a NE e SE de ESAR (as explosões das pedreiras estão representadas pelas estrelas vermelhas, ESAR pela estrela verde e as cruces são os pontos de registro).

As duas linhas têm apenas tiro direto devido a não existência de outras fontes de energia que permitam tiros reversos, entretanto isso não afeta o objetivo deste experimento que é principalmente determinar a função da distância com o tempo S-P. A linha mais curta, já concluída, é para definir esta função para distâncias locais, e a mais extensa para distâncias regionais.

A análise da linha de Lídice foi efetuada através do tempo de percurso das ondas P e S, que permitiu a construção do gráfico caminho-tempo dessas ondas, onde foi possível detectar a existência de duas camadas com velocidades diferentes (ver Fig. 2). A primeira camada apresenta velocidade média aparente de 4,4 km/s (Fig. 3), com 357 m de espessura calculada utilizando um valor de $t_j = 0.11s$ a segunda camada com velocidade média de 6,1 km/s (Fig. 2), considerando-a horizontal, e indicando a presença de rochas metamórficas próximas da superfície, algumas delas aflorando nas proximidades de ESAR.

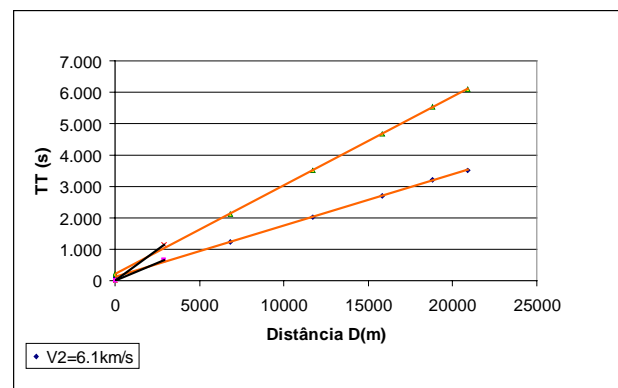


Fig. 2-Tempo de percurso para as ondas P e S nas proximidades de ESAR ($D < 20km$).

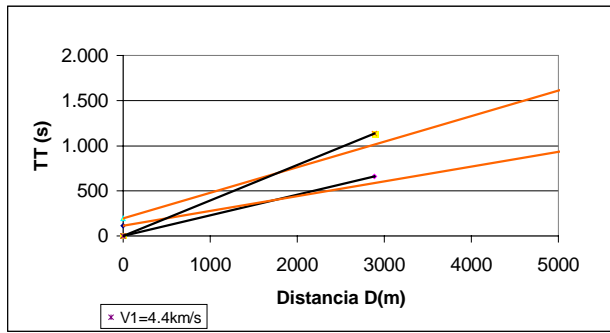


Fig. 3-Ampliação da Fig.2, mostrando o tempo de percurso para as ondas P e S nas proximidades de Lidice (D<5km).

Foram obtidas duas relações para o cálculo das distâncias dos eventos com base nos tempos S-P. A primeira equação: $D = 6.044 (S-P)$ pode ser utilizada para tempos de S-P menores que 1 segundo. A segunda: $D = 8.37 (S-P) - 0.696$ é utilizada para tempos maiores que 1 segundo e menores que 3 segundos, (para eventos próximos à ESAR), ambas as equações são mostradas na Fig.4. Esses dados permitirão a re-localização de eventos locais registrados em ESAR, com esses tempos de S-P.

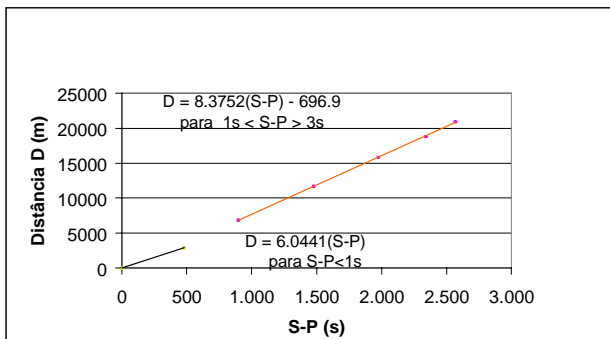


Fig. 4- Funções para cálculo de distancia com tempo S-P.

Na análise preliminar dos seis primeiros pontos de registro da linha de refração sísmica profunda, (ainda em andamento), pode ser verificada a existência de duas camadas com velocidades diferentes: uma com 5.8km/s e 4.4km de espessura e outra com 6.4km/s (Fig. 5). Esses resultados concordam com o modelo obtido nesta região por Bassini(1986). A análise destes dados realizada através de tempo reduzido permitiu uma melhor visualização das duas camadas (Fig. 6) assim como encontrar o tempo de intersecção, usado para calcular a espessura da primeira camada. Um ponto registrado em ESAR, cuja distancia é de 193km e 0.5 segundo de tempo reduzido, indica uma velocidade (para as camadas mais profundas) maior que 6.5, o que já era esperado.

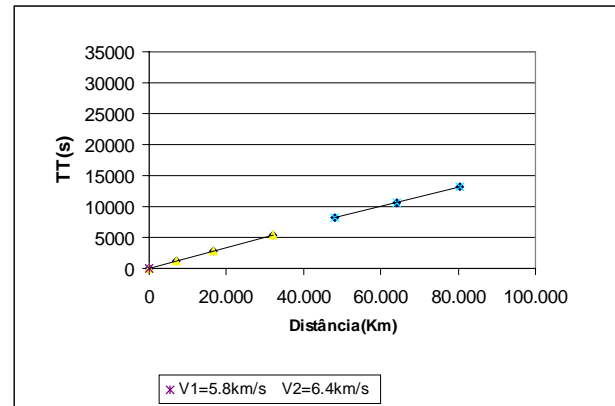


Fig. 5-Tempo de percurso para as ondas P e S para os primeiros 100km da linha de refração sísmica profunda.

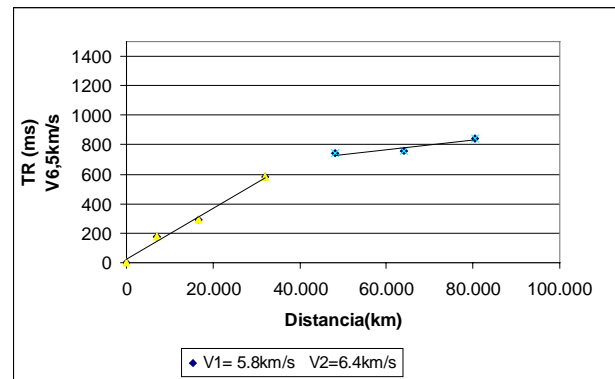


Fig. 6- Tempo reduzido com velocidade de 6.5km/s, correspondente aos primeiros 100km da linha.

Estamos iniciando a utilização do método de função do receptor para estimar a espessura da crosta terrestre sob ESAR, para poder comparar com resultados da linha mais extensa de refração sísmica. Para esta experiência preliminar foi selecionado o sismo de mb 6.4 ocorrido na região amazônica do Brasil em 20 de junho de 2003 com 556 km de profundidade e 30° de distância epicentral, com relação à ESAR. Foi utilizado o procedimento e programa *pwaveqn* que está disponível no Laboratório de Sismologia do IAG/USP, e que são explicados com detalhe no trabalho de Costa (2004, apresentado neste simpósio). Foram testadas janelas de 100 e 30 segundos com dois valores de filtro gaussiano ($g=2$ e $g=5$) para cada janela e o nível d'água foi mantido em 0,001. Os impulsos da Função do Receptor resultantes deste processamento são apresentados na Fig. 7.

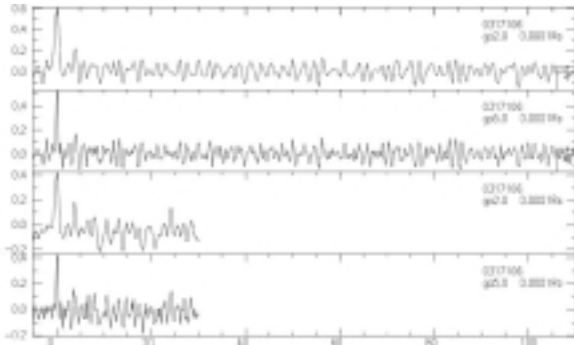


Fig. 7- Comparação dos dados de deconvolução, usando janelas diferentes (100 e 30s), sendo que para cada janela foram utilizados filtros gaussianos diferentes.

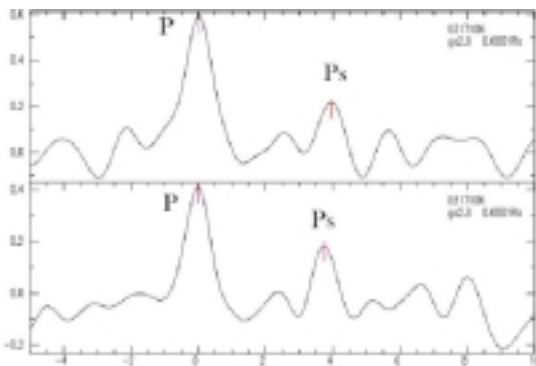


Fig. 8- Ampliação da Fig. 7, mostrando mais claramente os impulsos das ondas P e Ps. Leitura dos tempos de chegada das ondas P e Ps.

Os melhores resultados obtidos foram para as o filtro $g = 2$ que apresentam pulsos claros da fase Ps, que é mostrada na ampliação apresentada na Fig. 8, onde é possível ler a diferença de tempo entre esta fase e o impulso da onda P. Essa diferença foi utilizada para calcular a espessura crustal abaixo de ESAR. Foi utilizada velocidade média de 6.4km/s para a onda P e uma razão $V_p/V_s=1.73$. Esses parâmetros resultaram numa espessura crustal sob ESAR de aproximadamente 31 km , valor compatível com o obtido por *França & Assumpção, 2003*.

Referências:

França, G.S., Estrutura da crosta do Sudeste e Centro Oeste do Brasil usando a Função do Receptor, Tese de Doutorado, Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas/USP São Paulo, SP, Brasil 82p.

Bassini, A. M., Levantamento Sismográfico na região Sudeste do Brasil, Dissertação de Mestrado IAG/USP, 1986.

Agradecimentos: Ficamos agradecido à ELETRONUCLEAR por auspicar este projeto, assim como agradecemos à Luís Galhardo e Dennis Schramm

(pai e filho) pelo esforço na aquisição de dados. Agradecemos também aos gerentes das pedreiras Embu S.A. e Lídice.