

## Resultados preliminares da Estrutura da Crosta sob as estações PCTB e CRRB.

Isabella Lorrainy Altoé<sup>1</sup>, George Sand Franca<sup>1</sup>, Diogo Farrapo Albuquerque<sup>1</sup>, Cesar Garcia Pavao<sup>1</sup>, Marcelo Peres Rocha<sup>1</sup>, Carlos da Silva Vilar<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Observatorio Sismológico, Universidade de Brasília

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> 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 13<sup>th</sup> 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

**In order to collaborate with the study of tectonic evolution in northeastern Brazil, the crustal thickness and the Vp/Vs ratio were estimated for broadband seismographic station CRRB located in the Borborema Province. We used the Receiver Function calculated by frequency domain deconvolutions and the program HK-Stacking to calculate the Vp/Vs and crustal thickness. The values obtained were a Vp/Vs ratio of 1.84 and a crustal thickness of 34.9 Km and the results are consistent with other estimate near the area.**

### Introdução

O estudo da crosta usando Função do Receptor (FR) vem sendo bastante utilizado para o entendimento estrutural em varias parte do Brasil (França, 2003; França & Assumpção, 2004; Bianchi, 2008; Pavão et al., 2012; Assumpção et al., 2013). Como colaborador para o aumento das informações crustais, esse trabalho utilizou os dados de duas estações sismográficas de banda larga, PCTB e CRRB, instaladas em Pacatuba-SE e em Carira-SE, respectivamente. Essas estações fazem parte da Rede Sismográfica temporária do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Estudos Tectônicos (INCTET). A FR aplicada será no domínio da frequência (Ammon, 1997), utilizando a velocidade média da crosta obtida por Pavão et AL., 2013. A razão Vp/Vs e a profundidade da crosta foram preliminarmente obtidas pelo o método de varredura de traços, usando o algoritmo de Zhu & Kanamori (2000).

Os resultados serão correlacionados com os obtidos próximos a cada estação e reforçará os estudos de aspectos da evolução tectônica para região. Esses resultados devem contribuir para discussões e definições para cada região e também contribuir de forma significativa, com especificidade para cada região adensando as informações da espessura da crosta brasileira (Lloyd et al, 2010, Pavão et al., 2012, Assumpção et al.,2013).

### Função do Receptor (FR)

As informações de uma onda sísmica detectada por um sismômetro são afetadas pelas características do caminho pelo qual a onda percorreu desde a sua origem até sua chegada à estação sismológica. Dessa forma temos que as ondas P telessísmicas apresentam dados acerca da fonte, da estrutura sob a estação sísmica e da resposta do instrumento (Burdick & Langston 1977).

O objetivo da FR é isolar as informações da crosta e do manto superior sob a estação através da deconvolução da componente horizontal pela componente vertical do sinal da onda P (Langston 1977, 1979). A Figura 2.1 mostra o registro da FR radial para o caso de apenas uma descontinuidade da velocidade.

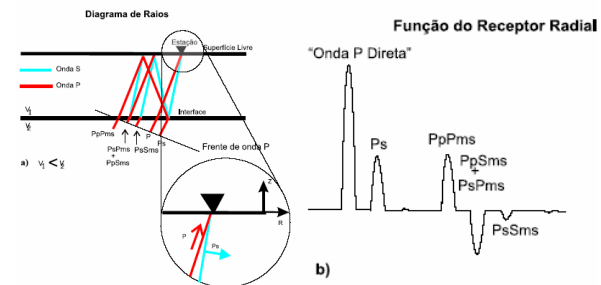


Figura 1: Diagrama de raio da Função do Receptor (FR). a) Diagrama de raio simplificado mostrando as principais conversões da onda P em onda S que compreende a FR radial para um semi espaço. b) Registro da FR radial correspondente nas reflexões do diagrama em (a). Com exceção da primeira chegada, as letras maiúsculas denotam o percurso para baixo, as letras minúsculas denotam o percurso para cima, *m* denota a interface de reflexão, por exemplo, a Moho.

Determinado as diferenças temporais entre as chegadas das fases Ps e P e PpPms e Ps, é possível estimar a espessura crustal (H) e a razão das velocidades (Vp/Vs) por meio das equações 1 e 2 (Zandt et al., 1995).

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\left(1 - p^2 V_p^2 \left[ 2 \left( \frac{\Delta P_s}{\Delta P_{pPms}} \right) + 1 \right]^2 + p^2 V_p^2 \right)} \quad (1)$$

$$H = \frac{\Delta p_s}{\sqrt{V_s^2 - p^2} - \sqrt{V_p^2 - p^2}} \quad (2)$$

Em que temos ΔPs como a diferença temporal entre as chegadas Ps e P direta e ΔPpPms como a diferença temporal entre as chegadas PpPms e Ps. Sendo Vp a velocidade da onda P, Vs a velocidade da onda S e p o parâmetro de raio.

**Análise dos Dados e Resultados**

As estações CRRB e PCTB estão localizadas sob a Província Borborema (PB). Termo inicialmente utilizado por Almeida et al. (1981) para designar a porção nordeste da Plataforma Sul-Americana limitada ao sul pelo Cráton São Francisco, ao oeste pela bacia Parnaíba e ao norte e leste pela margem continental.

Os sismogramas foram processados utilizando as rotinas do programa SAC (Seismic Analysis Code - Goldstein & Snoke, 2005). A função do receptor foi calculada com deconvolução no domínio da frequência utilizando-se rotinas de Ammon (1997).

Foram utilizados eventos dos anos de 2011 e 2012. Os telessismos foram selecionados com magnitudes maiores que 5 e distância epicentral entre 30° a 90° (Figura 2). As FRs foram calculadas com auxílio do filtro gaussiano [exp(-ω² /4α²)], com parâmetro α igual a 3,0 e o valor de nível de água mais satisfatório foi escolhido entre 0,01 e 0,001.

Para melhor razão sinal/ruído, foi feito empilhamento das funções de acordo com as distâncias epicentrais e azimutes semelhantes. A Figura 3 mostra o conjunto das FRs da estação CRRB. Para a estação PCTB não foram gerados traços o suficiente para um resultado satisfatório.

Utilizamos o procedimento HK-stacking do Zhu & Kanamori (2000), técnica que usa a correção moveout relativo das chegadas secundárias geradas em uma descontinuidade sísmica abaixo da estação para inferir a profundidade e a razão Vp/Vs acima da descontinuidade (Figura 4). Para isso usamos na equação um Vp igual a 6.4 km/s, que é próximo do valor médio para crosta de acordo com Mooney et al., (1998).

Figura 2: Mapa da localização das estações sismológicas e os epicentros dos telessismos utilizados. Os símbolos das duas estações encontram-se superpostos devido à pequena separação entre elas.

Para a análise dessa estação chegamos ao resultado de uma espessura crustal de 34,9 ± 3,2 km e uma razão Vp/Vs de 1,84 ± 0,13.

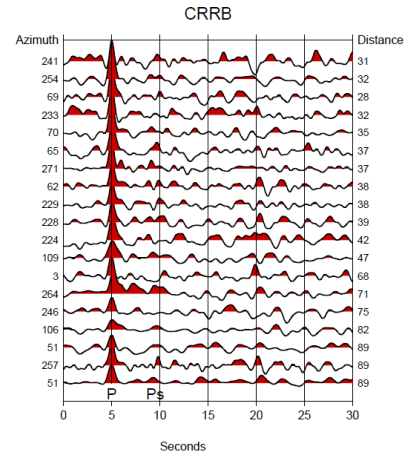


Figura 3: RF para vários azimutes e distâncias da estação CRRB. Números no lado esquerdo são os intervalos dos azimutes usados para cada empilhamento; os números a direita são os intervalos de distancia.

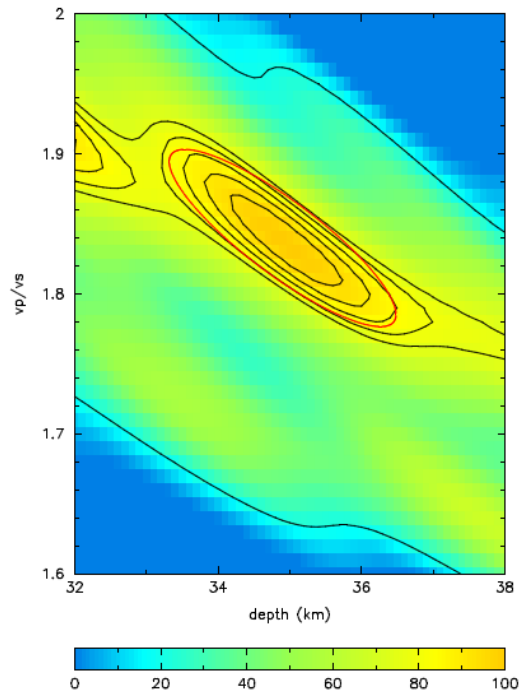
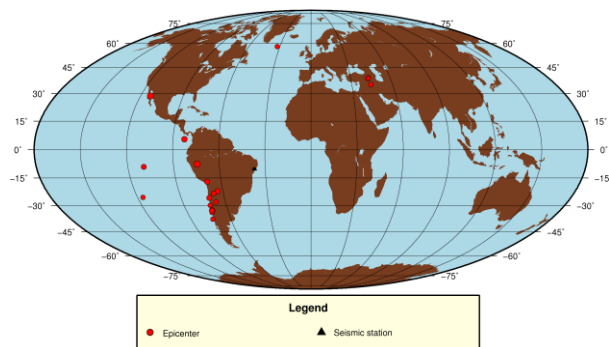


Figura 4: HK-stacking analyse para a estação CBBR, usando Vp igual a 6,4 Km/s.



**Conclusões**

O nível do razão sinal-ruído apresentado em PCTB impossibilitou o uso dos dados nesse estudo. Entretanto, o dado obtido por CRRB esta consistente com os valores próximos as estações de Agrestina e Caruaru, em Pernambuco, que foi obtido com valor de velocidade da onda P menor do que o determinado para CRRB.

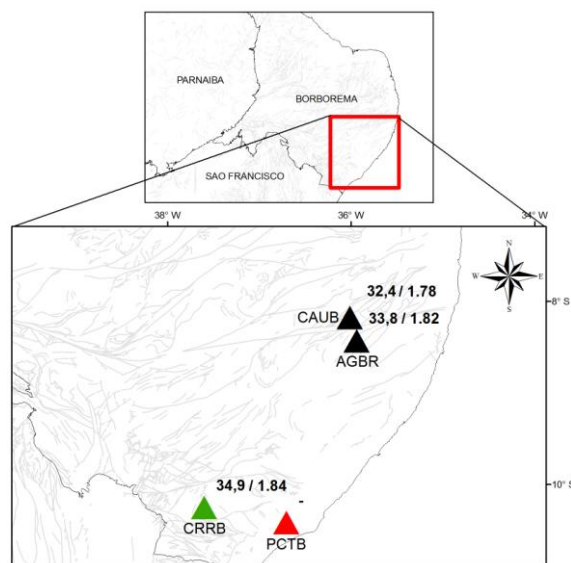


Figura 5: Mapa da província de Borborema com os valores da espessura crustal e razão  $v_p/v_s$  das estações AGBR, CAUB, PCTB e CRRB.

## Referências

ALMEIDA FFM, HASUI Y, BRITO NEVES BB & FUCK RA, 1981. Brazilian Structural Provinces: an introduction. *Earth Science Review*, 17: 1-29.

Ammon, C., 1997. An overview of receiver function analysis  
<http://www.eas.slu.edu/People/CJAmmon/HTML/RftnDocs/rftn01.html>.

Assumpção M., M. Bianchi, J. Julià, F. L. Dias<sup>1</sup>, G. S. França, C. G. Pavão, D. F. Albuquerque, A. E.V. Lopes 14, 2012, submetido *Journal of South America Earth Science*.

BIANCHI, M.B., 2008. Variações da estrutura da crosta, litosfera e manto para a plataforma Sul Americana através de funções do receptor para ondas P e S. PhD thesis, IAG, University of São Paulo, 133 pp.

Burdick L.J., Langston C.A. Modeling crustal structure with converted phases in teleseismic body-wave forms. *Bull. seism. Soc. Am.* 1977;67:677-691.

FRANÇA G S L A. 2003. Estrutura da crosta no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, usando função do receptor. Tese (Doutorado em Geofísica). Instituto de Astronomia,

Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, São Paulo. 143f.

França G. S. & M. Assumpção, 2004. Crustal Structure of the Ribeira fold Belt, SE Brazil, derived from Receiver Functions. *J. South Am. Earth Sc.*, v. 16, n. 8, p. 743-758.

Goldstein, P. & A. Snoko, 2005. "SAC Availability for the IRIS Community", Incorporated Research Institutions for Seismology Data Management System Electronic Newsletter.

LANGSTON CA. 1977. The effect of planar dipping structure on source and receiver responses for constant ray parameter. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 67: 1029–1050.

LANGSTON CA. 1979. Structure under Mount Rainier, Washington, inferred from teleseismic body waves. *J. Geophys. Res.*, 84: 4749–4762.

Lloyd, S. M. ; Van der Lee, S. ; França, G. S. ; Assumpção, M. ; Feng M.. 2007. New Moho map for South America from receiver functions and surface waves. In: 2007 Joint Assembly, Acapulco. *Eos Trans. AGU*, 88(23), *Jt. Assem. Suppl.*, Abstract S44A-04.

Mooney, WD, Laske, G. and Masters, G., 1998. CRUST 5.1: A global crustal model at 5°x 5°. *J. Geophys. Res.*, 103, 727- 747.

Pavão C.G., G. S. França. H. L. Roig, G. S. Marotta; P. H. B. J. Menezes; G. Barbosa S. Neto. 2012. Spatial Interpolation Applied a Crustal Thickness in Brazil, *aceito Journal of Geographic Information System*.

Zandt, G., S. C. Myers & T. C. Wallace, 1995. Crust and mantle structure across the Basin and Range-Colorado Plateau boundary at 37° latitude and implications for Cenozoic extensional mechanism, *J. Geophys. Res.*, 100, B6, 10529-10548.

Zhu, L., and H. Kanamori, 2000. Moho depth variation in southern California from teleseismic receiver functions, *J. Geophys. Res.*, 105 , 2969–2980.