



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOCIÊNCIAS APLICADAS – GEOFÍSICA APLICADA

**Caracterização sísmológica da crosta sob o perfil PABBRISE:
uma aproximação por função do receptor e razão espectral H/V**

Cássia Luisa Oliveira Peixoto

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO N° 090

José Eduardo P. Soares
Orientador

Brasília – DF
2015



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOCIÊNCIAS APLICADAS – GEOFÍSICA APLICADA

**Caracterização sísmológica da crosta sob o perfil PABBRISE:
uma aproximação por função do receptor e razão espectral H/V**

Cássia Luisa Oliveira Peixoto

Dissertação de Mestrado
Nº 090

Área de concentração: Geofísica Aplicada

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Pereira Soares – UnB

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Farid Chemale Júnior – UnB

Prof. Dr. Jordi Julià Casas – UFRN

Prof. Dr. José Eduardo Pereira Soares – UnB

Brasília – DF
17 de dezembro de 2015

“Ela acreditava em anjo e, porque acreditava, eles existiam”

Clarice Lispector

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Maria e Paulo e à minha irmã Fabiane por todo apoio que me prestaram nesse período.

Ao Renato pelo constante apoio e colaboração em todos os momentos.

Ao Professor Dr. José Eduardo Pereira Soares, pela oportunidade de participar do projeto, pela orientação e constante apoio durante o desenvolvimento do Trabalho.

À professora Dra. Adriana C. Carmelo, ao Darbý e à Elianara, pelo processamento e disponibilização dos perfis de métodos potenciais aqui utilizados.

Aos professores Dr. Reinhardt Adolfo Fuck e Dr. Marcus Vinícius A. G. de Lima. Aos colegas do LabLitos, da graduação e pós-graduação pela colaboração no desenvolvimento desse trabalho e por todo apoio oferecido. Ao Irfan Ullah pelo suporte. A todos os participantes do trabalho de campo para a realização do perfil sísmico.

À Petrobras pelo financiamento do projeto de pesquisa intitulado "Estudo da Transição da Crosta Continental-Crosta Oceânica na Região Sudeste do Brasil: Experimentos de Refração Sísmica Profunda e Magnetotelúrico e Estudos Geológicos na Faixa Ribeira e Bacia do Paraná - Transecta Refração (PETROBRAS/UnB - 2012/05132)".

Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO 1	9
Introdução.....	9
1.1. Contextualização	9
1.2. Origem dos Dados	10
1.3. Objetivos	11
1.4. A Descontinuidade de Mohorovičić	11
1.5. Ondas elásticas, Razão Vp/Vs e Coeficiente de Poisson	12
CAPÍTULO 2	15
Contexto Geotectônico	15
2.1. Faixa Brasília meridional: <i>Nappe</i> Socorro-Guaxupé.....	16
2.2. Faixa Ribeira	17
2.3. Bacia do Paraná.....	18
2.4. Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil	21
2.4.1. Origem e evolução tectônica	21
2.4.2. Graben de Taubaté.....	23
2.4.3. Ilha de São Sebastião.....	24
CAPÍTULO 3	26
Função do Receptor	26
3.1 Teoria.....	26
3.2 Efeitos da distância entre a Fonte e o Receptor	30
3.3 Função do receptor em Estações de Período Curto.....	32
3.4 Hk-Stacking.....	33
3.5 Dados e Resultados	34
CAPÍTULO 4	41
Razão Espectral H/V	41
4.1. Teoria.....	42
4.3. Dados e Processamento	44
4.3.1. Parâmetros	45
4.4. Critérios de qualidade dos dados.....	47
4.5. RESULTADOS	49
CAPÍTULO 5	54

Discussões	54
5.1. A estruturação da Moho ao longo do perfil.....	57
5.1.1. Porção do perfil entre o km 0 e o km 305.....	57
5.1.2. Porção do perfil entre o km 305 e o km 525.....	57
5.1.3. Porção do perfil entre o km 525 e o km 700.....	58
5.1.4. Ilha de São Sebastião.....	59
5.2. Razão espectral H/V na área de estudo	60
5.3. Demais Considerações	61
CAPÍTULO 6	63
Conclusões	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXO	i

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA TOPOGRÁFICO (ELEVAÇÃO EM METROS) DA REGIÃO EM ESTUDO COM A LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS TRIAXIAIS (TRIÂNGULOS BRANCOS) UTILIZADAS NESSE ESTUDO. NA PORÇÃO INFERIOR ESQUERDA ESTÁ A LOCALIZAÇÃO DA LINHA NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....	10
FIGURA 2. ESTAÇÃO DE TRÊS COMPONENTES INSTALADA DURANTE ESTE TRABALHO (PBS010). ACIMA O REGISTRADOR REFTEK DAS 130/3. NO CANTO INFERIOR DIREITO O SENSOR SERCEL L4A-3C.....	11
FIGURA 3. MAPA TECTÔNICO SIMPLIFICADO DA REGIÃO EM ESTUDO RETIRADO DE BERNARDES (2015), (MODIFICADO DE PERROTA, ET AL., 2005; PETERNEL, ET AL., 2005; TROUW, ET AL., 2013; HEILBRON, ET AL., 2004). NA LEGENDA: 1 – BACIAS CENOZOICAS DO TIPO RIFTE; 2 – PLÚTONS ALCALINOS DO CRETÁCEO SUPERIOR/CENOZOICO; BACIA DO PARANÁ; 3 – GRUPO BAURU (CRETÁCEO SUPERIOR); 4 – FORMAÇÃO SERRA GERAL (CRETÁCEO INFERIOR); 5 – ROCHAS PRÉ-VULCÂNICAS (MESOZOICO/PALEOZOICO); 6 – TERRENO ORIENTAL (ARCO RIO NEGRO); 7 – TERRENO APIÁI-SÃO ROQUE; 8 – TERRENO EMBU-PARAÍBA DO SUL; 9 – NAPPE SOCORRO-GUAXUPÉ; 10 – SISTEMA DE NAPPES ANDRELÂNDIA, NAPPE PASSOS E KLIPPE CARRANCAS; CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SEU ANTEPAÍIS: 11 – COBERTURA (GRUPO BAMBUÍ); 12 – CRÁTON DO SÃO FRANCISCO. LTC – LIMITE TECTÔNICO CENTRAL (SUTURA). A LINHA TRACEJADA EM BRANCO REPRESENTA A INFLUÊNCIA DA FRENTE DE DEFORMAÇÃO DA FAIXA RIBEIRA (SEGUNDO TROUW ET AL., 2013). TRIÂNGULOS AMARELOS REPRESENTAM AS ESTAÇÕES TRIAXIAIS PBS(NÚMERO DA ESTAÇÃO) NA TRANSECTA PABBRISE E TRIÂNGULOS VERDES SÃO AS ESTAÇÕES PESM, FSMAR, IBEL1, IBEL2, IBEL3 E IBEL4. CÍRCULOS BRANCOS DESTACAM A LOCALIZAÇÃO DE ALGUMAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO.	15
FIGURA 4. BLOCO PARANAPANEMA PROPOSTO POR QUINTAS (1995) E MANTOVANI ET AL., (2005). RETIRADA DE MANTOVANI & BRITO NEVES (2009).	20
FIGURA 5. ARCABOUÇOU DO EMBASAMENTO DA BACIA DO PARANÁ PROPOSTO POR MILANI (1997). RETIRADA DE MANTOVANI & BRITO NEVES (2009).	21
FIGURA 6. SISTEMA DE RIFTES CENOZOICOS DO SUDESTE DO BRASIL (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005).	22
FIGURA 7. MAPA COM LOCALIZAÇÃO DAS QUATRO ESTAÇÕES SISMOGRÁFICAS EM ÍLHABELA- SP E AS DUAS ESTAÇÕES PRÓXIMAS À COSTA (PESM E FSMAR).....	24
FIGURA 8. ILUSTRAÇÃO DO CAMINHO PERCORRIDO PELA ONDA P DIRETA E SUAS CONVERSÕES E REFLEXÕES MÚLTIPLAS. A FASE PS REPRESENTA A ONDA P CONVERTIDA EM S NA DESCONTINUIDADE DE MOHO, AS REFLEXÕES MÚLTIPLAS SÃO FASES S MÚLTIPLAS (PpPms e PpSms + PpSms e PpSms), ONDE A LETRA M REPRESENTA A DESCONTINUIDADE DE MOHO. AO LADO O TRAÇO DE FUNÇÃO DE RECEPTOR CORRESPONDENTE À ILUSTRAÇÃO.	27
FIGURA 9. EXEMPLO DE ESPECTRO COM O USO DO PARÂMETRO DE NÍVEL DE ÁGUA. A FIGURA A ESQUERDA REPRESENTA UM ESPECTRO COM O NÍVEL DE ÁGUA DESTACADO E A DIREITA O ESPECTRO APÓS A SOMA DO NÍVEL DE ÁGUA (AMMON, 1997)..	29
FIGURA 10. EXEMPLIFICAÇÃO DO EFEITO DA TRIPLICAÇÃO DAS ONDAS SÍSMICAS. EM A) OBSERVA-SE UM SISMOGRAMA SINTÉTICO GERADO A PARTIR DO MODELO DA FIGURA B). EM B) SISMOGRAMA PLOTADO A FIM DE ESTUDAR A ESTRUTURA DO MANTO SUPERIOR (STEIN & WYSESSION, 2003).....	31
FIGURA 11. PERCURSO DO RAIOS PARA ONDA P, A QUAL PERCORRE O MANTO E NÚCLEO EXTERNO E DA ONDA S AO PERCORRER O MANTO.(HTTP://PRINCIPLES.OU.EDU/EQ_SEISMO/SHADOW_ZONE.GIF).....	32
FIGURA 12. PERFIL DE TRAÇOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR (RADIAL) EMPILHADOS. ALINHAMENTO EM 0 SEGUNDOS CORRESPONDE A FASE P. TRACEJADO LARANJA REPRESENTA FASE DA BACIA DO PARANÁ, TRACEJADO AZUL MARINHO É O ALINHAMENTO DE FASES MÚLTIPLAS DA BACIA. CÍRCULOS VERMELHOS CORRESPONDEM A FASE Ps (MOHO). CÍRCULOS VERDES CORRESPONDEM A ALINHAMENTO DE FASES BEM DEFINIDAS ABAIXO DA MOHO E, TRACEJADOS EM ROXO CORRESPONDEM A ALINHAMENTOS DE POSSÍVEIS DESCONTINUIDADES EXISTENTES NA CROSTA E MANTO. TRACEJADO AZUL CLARO CORRESPONDE A UNDERPLATING TAMBÉM DETECTADO POR BERNARDES (2015).	38
FIGURA 13. MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA REGIÃO COSTEIRA DE CARAGUATATUBA – SP E DA ILHA DE SÃO SEBASTIÃO -SP. EM AZUL ESTÁ REPRESENTADA A ESPESSURA CRUSTAL E EM VERMELHO OS VALORES DE Vp/Vs SOB CADA ESTAÇÃO.	39
FIGURA 14. RESULTADOS DE RAZÃO ESPECTRAL H/V (F0) DA TRANSECTA PABBRISE (DIAGRAMA INFERIOR) ACOMPANHADO DE TOPOGRAFIA (ETOPO1 – AMANTE & EAKINS, 2009) (DIAGRAMA INTERMEDIÁRIO), E ANOMALIA BOUGUER (WGM2012 – BONVALOT ET AL., 2012) E CAMPO MAGNÉTICO ANÔMALO - CMA (EMAG2 – MAUS, 2009) (DIAGRAMA SUPERIOR) OBTIDOS A PARTIR DE SENSORES ORBITAIS. OS LIMITES	

GEOTECTÔNICOS EM SUPERFÍCIE ESTÃO INDICADOS JUNTO À TOPOGRAFIA. AS BARRAS ESTÃO PLOTADAS DE ACORDO COM A DISTÂNCIA NO PERFIL VERSUS A FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL OBTIDA (EM HZ).	52
FIGURA 15. MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA REGIÃO COSTEIRA DE CARAGUATATUBA – SP E DA ILHA DE SÃO SEBASTIÃO -SP. OS NÚMEROS EM VERDE SÃO OS VALORES DE FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL SOB CADA ESTAÇÃO.	53
FIGURA 16. MODELO DE ESPESURAS E Vp/Vs OBTIDAS POR FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A TRANSECTA PABBRISE (DIAGRAMA INFERIOR) ACOMPANHADO DE TOPOGRAFIA (ETOPO1 – AMANTE & EAKINS, 2009) (DIAGRAMA INTERMEDIÁRIO), E ANOMALIA BOUGUER (WGM2012 – BONVALOT ET AL., 2012) E CAMPO MAGNÉTICO ANÔMALO - CMA (EMAG2 – MAUS, 2009) (DIAGRAMA INTERMEDIÁRIO) OBTIDOS A PARTIR DE SENSORES ORBITAIS. VALORES DE FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL OBTIDAS POR RAZÃO H/V PLOTADOS EM GRÁFICO DE BARRAS (DIAGRAMA SUPERIOR) OS VALORES DE Vp/Vs ESTÃO CLASSIFICADOS POR CORES: NA COR VINHO ESTÃO AS PORÇÕES DA CROSTA COM VALORES DE Vp/Vs DE 1,71 A 1,73; EM BRANCO, VALORES DE 1,74 A 1,76; EM AZUL CLARO, VALORES DE 1,77 A 1,79 E; EM AZUL ESCURO, OS VALORES DE 1,80 A 1,83.	55
FIGURA 17. GRÁFICO COM OS VALORES DA PROFUNDIDADE DA MOHO (DESCONTADA A TOPOGRAFIA) OBTIDAS POR FUNÇÃO DO RECEPTOR (EM VERMELHO) E, PROFUNDIDADES OBTIDAS POR REFRAÇÃO SÍSMICA PROFUNDA (BERNARDES, 2015). ABAIXO ESTÁ A DIFERENÇA ENTRE OS VALORES DE FUNÇÃO DO RECEPTOR E OS DE REFRAÇÃO SÍSMICA COM DESVIO PADRÃO DE 1,33.	56
FIGURA 18. MODELO SÍSMICO APRESENTADO EM LINHAS DE ISOVELOCIDADE (BERNARDES, 2015). OS NÚMEROS INSERIDOS NOS RETÂNGULOS BRANCOS INDICAM A Vp (EM KM/S) OBTIDAS POR REFRAÇÃO SÍSMICA. AS LINHAS DE ISOVELOCIDADE SÃO ESPAÇADAS DE 0,10 KM/S. OS TRIÂNGULOS PRETOS DEMONSTRAM AS POSIÇÕES DOS PONTOS DE TIRO (PT-01–11, 13 E 15). A PORÇÃO DO MODELO SEM TRANSPARÊNCIA INDICA ONDE HÁ COBERTURA DE RAIOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DO MODELO. EXAGERO VERTICAL (E.V.) DE ~2,5:1 A LINHA PONTILHADA BRANCA ILUSTRA A MOHO OBTIDA POR FUNÇÃO DO RECEPTOR NESTE TRABALHO SOB O FUNDO DO MODELO GERADO POR BERNARDES (2015).	56
FIGURA 19. MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA REGIÃO COSTEIRA DE CARAGUATATUBA – SP E DA ILHA DE SÃO SEBASTIÃO -SP. OS NÚMEROS EM VERDE SÃO OS VALORES DE FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL, EM AZUL A ESPESURA CRUSTAL E EM VERMELHO OS VALORES DE Vp/Vs SOB CADA ESTAÇÃO.	59
FIGURA 20. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS000. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XII
FIGURA 21. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS010. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XIII
FIGURA 22. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS020. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XIV
FIGURA 23. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS030. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XV
FIGURA 24. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS050. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XVI
FIGURA 25. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS060. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XVII
FIGURA 26. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS070. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XVIII
FIGURA 27. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS080. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XIX
FIGURA 28. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS090. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XX

FIGURA 29. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS100. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXI
FIGURA 30. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS110. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXII
FIGURA 31. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS120. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXIII
FIGURA 32. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS130. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXIV
FIGURA 33. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS150. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXV
FIGURA 34. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS160. A) VALOR DE H (KM) CALCULADO PARA Vp/Vs DE 1,76 (ESTAÇÃO ANTERIOR PBS150) E Vp 6.2 KM/S OBTIDO PELA REFRAÇÃO. B) TRAÇO RADIAL COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXVI
FIGURA 35. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS180. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXVII
FIGURA 36. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS190. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXVIII
FIGURA 37. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS200. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXIX
FIGURA 38. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS210. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXX
FIGURA 39. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS220. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXI
FIGURA 40. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS230. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXII
FIGURA 41. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS240. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXIII
FIGURA 42. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS250. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXIV
FIGURA 43. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS260. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXV
FIGURA 44. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS270. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXVI
FIGURA 45. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS290. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXVII
FIGURA 46. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS300. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXVIII

FIGURA 47. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS310. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XXXIX
FIGURA 48. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS320. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XL
FIGURA 49. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS330. A) VALOR DE H (KM) CALCULADO PARA Vp/Vs DE 1,76 (ESTAÇÃO ANTERIOR PBS150) E Vp 6.2 KM/S OBTIDO PELA REFRAÇÃO. B) TRAÇO RADIAL COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLI
FIGURA 50. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PBS340. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLII
FIGURA 51. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO FSMAR. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLIII
FIGURA 52. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO PESM. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLIV
FIGURA 53. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO IBEL1. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLV
FIGURA 54. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO IBEL2. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLVI
FIGURA 55. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO IBEL3. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLVII
FIGURA 56. RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR PARA A ESTAÇÃO IBEL4. A) HK-SATAcking PARA A ESTAÇÃO COM VALORES DE H (KM) E RAZÃO Vp/Vs. B) TRAÇO RADIAL EMPILHADO COM A FASE Ps EM EVIDÊNCIA (EM VERMELHO).	XLVIII
FIGURA 57. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS000. REGISTRO DO DIA 300 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	XLIX
FIGURA 58. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS010. REGISTRO DO DIA 237 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	L
FIGURA 59. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS050. REGISTRO DO DIA 241 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	L
FIGURA 60. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS060. REGISTRO DO DIA 328 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LI
FIGURA 61. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS070. REGISTRO DO DIA 260 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LI
FIGURA 62. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS080. REGISTRO DO DIA 315 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LII
FIGURA 63. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS090. REGISTRO DO DIA 251 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LII
FIGURA 64. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS100. REGISTRO DO DIA 274 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LIII
FIGURA 65. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS110. REGISTRO DO DIA 302 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LIII
FIGURA 66. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS120. REGISTRO DO DIA 321 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LIV
FIGURA 67. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS130. REGISTRO DO DIA 242 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LIV
FIGURA 68. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS150. REGISTRO DO DIA 274 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LV

FIGURA 69. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS160. REGISTRO DO DIA 249 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVI
FIGURA 70. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 E F1- EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS170. REGISTRO DO DIA 234 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVI
FIGURA 71. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS180. REGISTRO DO DIA 329 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVI
FIGURA 72. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS200. REGISTRO DO DIA 258 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVII
FIGURA 73. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS210. REGISTRO DO DIA 276 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVII
FIGURA 74. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS220. REGISTRO DO DIA 276 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVIII
FIGURA 75. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS230. REGISTRO DO DIA 237 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LVIII
FIGURA 76. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 E F1- EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS240. REGISTRO DO DIA 245 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LIX
FIGURA 77. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS250. REGISTRO DO DIA 301 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LIX
FIGURA 78. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS260. REGISTRO DO DIA 315 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LX
FIGURA 79. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS270. REGISTRO DO DIA 265 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LX
FIGURA 80. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS280. REGISTRO DO DIA 239 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXI
FIGURA 81. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS290. REGISTRO DO DIA 280 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXI
FIGURA 82. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 - EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS300. REGISTRO DO DIA 302 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXII
FIGURA 83. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS310. REGISTRO DO DIA 330 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXII
FIGURA 84. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS320. REGISTRO DO DIA 303 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXIII
FIGURA 85. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 –EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PBS340. REGISTRO DO DIA 270 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXIII
FIGURA 86. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO PESM. REGISTRO DO DIA 303 DE 2013 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXIV
FIGURA 87. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO IBEL1. REGISTRO DO DIA 291 DE 2014 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXIV
FIGURA 88. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO IBEL2. REGISTRO DO DIA 149 DE 2014 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXV
FIGURA 89. FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA (F0 – EM HZ) PARA A ESTAÇÃO IBEL4. REGISTRO DO DIA 139 DE 2014 ÀS 03:00:00 HORAS.....	LXV

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. RESULTADOS DE ESPESSURA (H) E RAZÃO Vp/Vs PARA AS ESTAÇÕES TRIAXIAIS COM SEUS RESPECTIVOS DESVIOS PADRÕES. N É O NÚMERO DE TRAÇOS (EVENTOS) UTILIZADOS NO PROCESSAMENTO PARA CADA ESTAÇÃO.	36
TABELA 2. TABELA COM VALORES OBTIDOS PELO MÉTODO DE RAZÃO ESPECTRAL H/V AO LONGO DA TRANSECTA PABBRISE.	50
TABELA 3. TABELA COM OS VALORES DE RAZÃO ESPECTRAL H/V PARA AS ESTAÇÕES DE ILHABELA: IBEL1, IBEL2 E IBEL4.	51
TABELA 4. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS000.	I
TABELA 5. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS010.	I
TABELA 6. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS020.	I

TABELA 7. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS030.	II
TABELA 8. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS050.	II
TABELA 9. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS060.	II
TABELA 10. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS070.	III
TABELA 11. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS080.	III
TABELA 12. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS090.	III
TABELA 13. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS100.	IV
TABELA 14. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS110.	IV
TABELA 15. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS120.	IV
TABELA 16. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS130.	IV
TABELA 17. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS150.	IV
TABELA 18. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS160.	V
TABELA 19. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS180.	V
TABELA 20. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS190.	V
TABELA 21. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS200.	V
TABELA 22. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS210.	VI
TABELA 23. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS220.	VI
TABELA 24. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS230.	VI
TABELA 25. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS240.	VII
TABELA 26. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS250.	VII
TABELA 27. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS260.	VII
TABELA 28. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS270.	VII
TABELA 29. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS280.	VIII
TABELA 30. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS290.	VIII
TABELA 31. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS300.	VIII
TABELA 32. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS310.	VIII
TABELA 33. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS320.	VIII
TABELA 34. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS330.	IX
TABELA 35. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PBS340.	IX
TABELA 36. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO FSMAR.	IX
TABELA 37. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO PESM.	IX
TABELA 38. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO IBEL1.	X
TABELA 39. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO IBEL2.	X
TABELA 40. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO IBEL3.	X
TABELA 41. LISTA DE EVENTOS ESTAÇÃO IBEL4.	X

RESUMO

Peixoto, C. L. O. **Caracterização sismológica da crosta sob o perfil PABBRISE: uma aproximação por função do receptor e razão espectral H/V**. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

Entre agosto a novembro de 2013, foi realizado o levantamento de dados sísmicos e sismológicos do perfil PABBRISE, ao longo de uma transecta de aproximadamente 700 km, que atravessa as porções norte e nordeste da Bacia do Paraná, Faixa Brasília Meridional (Nappe Socorro), Faixa Ribeira Central e, termina na Ilha de São Sebastião. Foram instaladas 37 estações triaxiais de período curto e, posteriormente, mais 4 estações do mesmo modelo na Ilha de São Sebastião.

Nesses dados foram aplicados os métodos de função do receptor e razão espectral H/V. Os resultados obtidos permitem dividir a crosta em domínios crustais baseados na profundidade da Moho: os primeiros 305 km do perfil mostram espessura crustal média de 42,1 km e V_p/V_s média de 1,76. Entre o km 305 e o km 525 a crosta tem espessura média de 39,4 km e V_p/V_s média de 1,76. Do km 525 ao final da transecta, a crosta possui espessura média de 32 km e as razões V_p/V_s obtidas nesse domínio possuem maior variabilidade (1,73–1,83) com média de 1,78. Esse resultado é interpretado como possível presença de fluidos na crosta inferior. Por último a Ilha de São Sebastião, com espessura média de 34,15 km e V_p/V_s variando de 1,73 a 1,86 (média de 1,79), possivelmente relacionado às intrusões alcalinas. De forma conjunta, considerando o comportamento da Moho, da topografia e da anomalia Bouguer, é possível constatar que a crosta da metade sudeste da transecta foi afinada e sofreu reajuste isostático. O lado noroeste apresenta comportamento distinto e sugere a presença de excesso de massa no manto litosféricos.

Por meio da razão H/V foram definidos quatro domínios sísmicos em superfície: os primeiros 130 km, com valor médio $f_0=5,73$ Hz, caracteriza os derrames da Formação Serra Geral; do km 130 ao km 525, com $f_0= 3,32$ Hz, caracteriza os sedimentos da Bacia; do km 525 ao 700, com valor médio de $f_0= 7,3$ Hz, caracteriza a Faixa Ribeira e, a Ilha de São Sebastião, com $f_0= 7,79$ Hz, caracteriza camada de solo fina e intrusões alcalina.

ABSTRACT

Peixoto, C. L. O. **Seismological characterization of the crust beneath PABBRISE profile: an approach for receptor function and spectral ratio H/V** . 73 p. Thesis (MS) - Institute of Geosciences, University of Brasília, Brasília, 2015.. 141 p.

Between August and November 2013, we performed a study of seismic and seismological data from PABBRISE profile, along a transecta of approximately 700 km, which crosses the northern portions and northeastern Paraná Basin, southern Brasília Belt (Nappe Socorro), Central Ribeira Bent, finished in São Sebastiao Island. It was installed 37 triaxial stations short period triaxials stations and then, more four stations of the same model in Sao Sebastiao Island.

In these data were applied receiver function methods and spectral ratio H/V . The results allows to split the crust into domains, based on the depth of the Moho: the first 305 km profile shows average crustal thickness of 42.1 kilometers and V_p/V_s average of 1.76. Between km 305 and km 525 the crust has an average thickness of 39.4 km and V_p/V_s average of 1.76. From km 525 until the end of the profile, the crust has an average thickness of 32 km and the ratio V_p/V_s obtained in this field have greater variability (1.73-1.83) with an average of 1.78. This result is interpreted as the possible presence of fluids in the lower crust.

Finally theSão Sebastião Island, with an average thickness of 34.15 km and V_p/V_s ranging from 1.73 to 1.86 (mean 1.79), possibly related to alkaline intrusions. Jointly considering the behavior of the Moho topography and Bouguer anomaly, it is clear that the crust of the half of southeastern transecta portion was tuned and adjusted isostatically. The north side has different behavior and suggests the presence of excess mass in the lithospheric mantle.

Through the ratio H/V it had defined four seismic areas where surface: the first 130 km, with an average value $f_0 = 5.73$ Hz characterizes the flows of the Serra Geral Formation; from km 130 to km 525, with $f_0 = 3.32$ Hz, featuring Basin sediments; of 525-700 km, with an average value of $f_0 = 7.3$ Hz, characterizes the Ribeira Belt and the São Sebastião Island of, with $f_0 = 7.79$ Hz, features thin soil layer and alkaline intrusions.

Introdução

1.1. Contextualização

A estruturação atual da margem continental brasileira e consequente evolução do Oceano Atlântico Sul tem mobilizado os geocientistas ao longo das últimas décadas. Frequentemente esses estudos são desenvolvidos “offshore” e utilizam os métodos de sísmica de reflexão profunda e de gravimetria para determinar a estrutura mais profunda da plataforma continental e a transição para o domínio da crosta oceânica. A transição crosta continental e plataforma continental é menos definida. Nos últimos anos, no Brasil, vem sendo envidado esforços no sentido de mapear a estrutura da crosta da sua porção continental até o domínio oceânico, passando pela plataforma continental onde a crosta se encontra retrabalhada e estirada. Neste contexto insere-se o projeto de pesquisa Estudo da Transição da Crosta Continental-Crosta Oceânica na Região Sudeste do Brasil: experimentos de Refração Sísmica Profunda e Magnetotelúrico e Estudos Geológicos na Faixa Ribeira e Bacia do Paraná (Petrobras/IG - 2012/05132).

Este é um projeto multidisciplinar e multi-institucional envolvendo pesquisadores focados no estudo da estrutura da litosfera da porção sudeste do Brasil. O Laboratório de Estudos da Litosfera (LabLitos) do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IG/UnB) participa do projeto com levantamentos de refração sísmica profunda e estudos sismológicos, (função do receptor e razão espectral H/V) desenvolvidos ao longo de transecta com início em Rubineia, nas barrancas do rio Paraná, e final em Caraguatatuba/Ilhabela (Figura 1). Ao longo do trajeto, o perfil cruza os domínios da Bacia do Paraná, Faixa Brasília e Faixa Ribeira, sendo denominado de perfil PABBRISE (**PA**raná **B**asin, **B**rasília and **RI**beira belts, **S**eismic **E**xperiment).

O perfil PABBRISE é continuação em terra de perfil de refração profunda realizado em mar pelo IFREMER (Instituto Francês de Estudos do Mar), com a parceria do LabLitos, no escopo do projeto de pesquisa **SanBa** (**S**antos **B**asin – Evain *et al.*, 2015).

Esse projeto de mestrado, orientado pelo professor Dr. José Eduardo Pereira Soares, é parte integrante desse projeto maior.

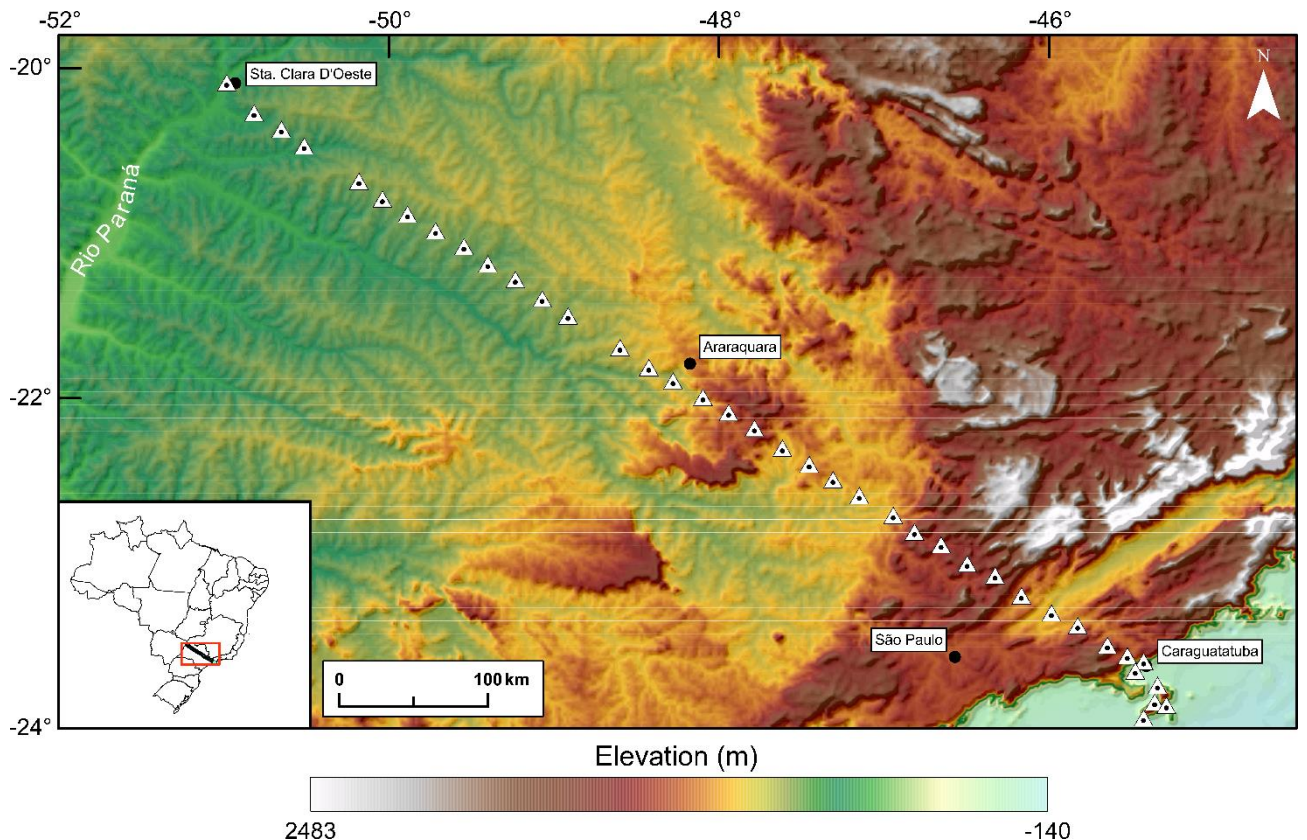


Figura 1. Mapa topográfico (elevação em metros) da região em estudo com a localização das estações sismográficas triaxiais (triângulos brancos) utilizadas nesse estudo. Na porção inferior esquerda está a localização da linha na região sudeste do Brasil.

1.2. Origem dos Dados

Os dados processados foram obtidos com 39 estações sismográficas de período curto instaladas a cada 20 km ao longo da transecta de refração profunda PABRISE. As estações funcionaram de forma contínua 4 meses e posteriormente foram instaladas 4 estações na Ilha de São Sebastião (Ilhabela -SP), as quais funcionaram por 2 meses.

As estações são constituídas por registrador Reftek DAS 130/3 e sensor Sercel modelo L4A-3D (com frequência de 2 Hz) (Figura 2), e foram emprestadas do *Pool* de Equipamentos Geofísicos do Brasil (PEG-BR), localizado no Observatório Nacional/RJ.

As estações funcionaram normalmente, com exceção das estações PBS040 e PBS140, que apresentaram problema com uma das componentes do sismógrafo e, a estação PBS190, que gravou dados por um período menor com amostragem de 40 sps, de forma que foi utilizada apenas para o método de função do receptor.



Figura 2. Estação de três componentes instalada durante este trabalho (PBS010). Acima o registrador RefTek DAS 130/3. No canto inferior direito o sensor Sercel L4A-3C.

1.3. Objetivos

O projeto de mestrado propõe caracterizar a estrutura sísmica da crosta sob o perfil PABBRISE a fim de verificar a origem da região.

Os objetivos específicos visam: *i)* aplicar a técnica função do receptor em registros de telessismos das estações 3 componentes para imagear a crosta ao longo do perfil, definindo a espessura e V_p/V_s médias; *ii)* determinar a frequência de ressonância local, sob as estações de 3 componentes, por meio do método de razão espectral H/V; *iii)* interpretar os resultados obtidos com auxílio dos resultados de refração e demais informações de superfície e de profundidade levantadas pelos demais colegas do projeto.

1.4. A Descontinuidade de Mohorovičić

A descontinuidade de Mohorovičić (denominada também Moho) foi definida inicialmente como o limite entre crosta e o manto superior pelo meteorologista e sismólogo Andrija Mohorovičić em 1909, através de análise de ondas P de telessismos (Jarchow & Thompson, 1989). Esse limite foi considerado como composicional, como um limite entre rochas de diferentes propriedades físicas, com origem relacionada a diferenciação planetária. Sua espessura varia de 30 km a 70 km nos continentes, e de 7 km a 8 km quando crosta oceânica (Stein & Wysession, 2003; Fowler, 1990).

Dados sísmicos mostram que a Moho além de uma mudança relativamente brusca na velocidade sísmica e densidade (Oliver, 1982), também representa mudanças na anisotropia sísmica (Jones, et al., 1996; Enderle, et al., 1997). Do ponto de vista petrológico, a Moho é interpretada como um limite composicional, onde ocorre a mudança entre a crosta félsica/intermediária/máfica e o manto ultra-máfico, sendo então denominada de Moho petrológica (O'Reilly & Griffin, 2006)

A Moho pode ser considerada mais rasa ou mais profunda de acordo com as reações metamórficas que pode ter sofrido. A Moho sísmica pode ser mais rasa que a Moho petrológica em casos onde material máfico a ultra-máfico da crosta fora transformado em fácies eclogito (Griffin & O'Reilly, 1987). Nesse caso, a Moho sísmica corresponderia à transição entre a crosta inferior máfica não-alterada e o material similar nas fácies eclogito (Artemieva & Meissner, 2012; Mengel & Kern, 1992; Abramovitz, et al., 1998). Caso a Moho sísmica seja mais profunda que o limite crosta-manto, pode-se inferir que o manto superior foi metamorfozido, com a presença de rochas com baixas velocidades sísmicas como serpentinitos (Coleman, 1971; O'Reilly, et al., 1996). Kamiya & Kobayashi (2000) mostram que a serpentinização tem importância primordial em zonas de subducção.

A crosta nem sempre possui uma transição para o manto bem definida. Quando há alto contraste de impedância, o limite crosta-manto pode ser uma descontinuidade de 1º ordem. Quando isso não ocorre, pode-se ter uma crosta com camadas laminares em que ocorre aumento gradual de velocidade e/ou densidade, ou alteração metamórfica/química; nesse caso podemos dizer que temos uma Moho transicional. Observa-se essa transição entre crosta-manto como se fosse uma mistura de crosta inferior com manto superior.

1.5. Ondas elásticas, Razão V_p/V_s e Coeficiente de Poisson

O estudo desse trabalho baseia-se na propagação de ondas de abalos sísmicos, que se movem com diferentes velocidades em meios distintos, contribuindo com informações das propriedades físicas e estrutura do interior da terra.

Quando um corpo elástico é submetido à uma tensão ou, retirado repentinamente desta, a deformação correspondente propaga-se como uma onda elástica. Existem dois tipos principais de ondas elásticas: ondas volumétricas e ondas superficiais. O presente trabalho está focado nas ondas volumétricas.

Um meio elástico está sujeito a dois tipos de deformação: compressão e dilatação (ondas P), onde há variação volumétrica sem rotação de partículas do meio; ou cisalhamento (ondas S), onde há rotação das partículas sem variação de volume. Nas ondas P, a energia é transmitida

de forma que ocorre deformação em direção do percurso da onda, envolvendo expansão e contração do meio. Já nas ondas S, o movimento sofrido pelas partículas é perpendicular à direção de propagação da onda.

A Lei de Hooke considera que em determinados corpos as pequenas deformações podem ser consideradas como idealmente elásticas, desaparecendo totalmente ao cessar a tensão. Através das deformações dilatacionais e rotacionais define-se as equações de movimento de propagação através de um material para as ondas P e S (Lowrie, 2011). As ondas P e S, respectivamente, estão relacionadas com os módulos de elasticidade e densidade do material através das equações (Christensen, 1996).

$$V_p = \sqrt{\frac{k + 4/3\mu}{\rho}} \sqrt{\frac{(1-\sigma)E}{(1+\sigma)(1-2\sigma)\rho}} \quad \text{Equação 1}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\sigma)}} \quad \text{Equação 2}$$

onde ρ é a densidade do material, μ é o módulo de rigidez (ou cisalhamento), E é o módulo de Young (ou de elasticidade), K é o módulo de volume (ou de incompressibilidade), σ é o coeficiente de Poisson.

Através das equações 1 e 2, é observado que para $\mu=0$ (caso de líquidos e gases), a velocidade das ondas P reduz. Assim, estas são consideravelmente mais lentas em rochas porosas e altamente fraturadas. A velocidade de onda S é definida em função do módulo de cisalhamento (μ). Dessa forma, verifica-se que $V_s=0$ quando $\mu=0$, de forma que as ondas S não podem se propagar por meios líquidos e gasosos. Considerando as constantes elásticas positivas nas equações 1 e 2, nota-se que V_p é sempre maior que V_s .

A razão V_p/V_s (razão de Poisson) pode ser obtida usando as equações (1) e (2) e pode ser escrita como (Christensen, 1996):

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{1-\sigma}{\frac{1}{2}-\sigma}} \Leftrightarrow \sigma = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{1}{\frac{V_p^2}{V_s^2} - 1} \right] \quad \text{Equação 3}$$

O coeficiente de Poisson (σ) é uma constante elástica (adimensional) definida através da relação entre a deformação transversal e longitudinal sofrida por um corpo quando submetido a tensão compressiva ou distensiva unidirecional. Pode ser obtido pela razão de velocidade da onda P e onda S (Equação 3), e seus valores variam entre 0 e 0,5. Materiais sólidos totalmente compressíveis teriam $\sigma = 0$, logo sua $V_p/V_s = \sqrt{2}$. Materiais sem rigidez (líquido) ou sólidos totalmente incompressíveis o valor de $\sigma=0,5$, o valor máximo possível,

desse modo a V_p/V_s tenderia ao infinito. O valor de σ nas rochas é relacionado a associação de minerais que as compõem e na textura ou trama. As rochas com alto teor de quartzo apresentam σ mais baixo, como o quartzito que possui $\sigma=0,077$ ($V_p/V_s=1,48$). Já as rochas máficas se mostram com σ próximo a 0,287 ($V_p/V_s=1,83$) e 0,240 ($V_p/V_s=1,80$), valores de hornblenda e forsterita, respectivamente. Quando observada a presença de calcita, o efeito esperado é o aumento de σ . Para rochas cristalinas σ é, geralmente, por volta de 0,25, o que corresponde a uma razão V_p/V_s de $\sqrt{3}$ ($V_p/V_s=1,73$). Em comparação, as rochas sedimentares apresentam um grande intervalo de variação para σ , que vai desde 0,3 (ou $V_p/V_s=1,87$) para argilito compacto e calcário a 0,45 ($V_p/V_s=2,44$) para sedimentos inconsolidados e sedimentos com água. Este intervalo de variação atribui-se ao fato dos valores de V_p e V_s serem largamente influenciados pela porosidade e natureza do fluido contido nestas rochas. Em rochas os valores podem variar de 0,05 ($V_p/V_s=1,45$) em rochas duras a 0,45 ($V_p/V_s=3,32$) em rochas moles, pouco consolidadas. A pressão de poro reduz a velocidade das ondas compressivas V_p e cisalhantes V_s , porém, afeta mais a V_s . A V_s sofre uma diminuição na sua velocidade mais acentuada que a V_p em presença de fluidos, aumentando consideravelmente a razão de Poisson (Sheriff & Geldart, 1985; Christensen, 1996).

O valor de σ (V_p/V_s) é dependente da composição química da rocha (conteúdo de sílica), da anisotropia e pressão de poro.

As velocidades sísmicas são frequentemente utilizadas para identificar materiais em subsuperfície. Dependendo do teor de sílica na composição química da rocha podemos classificá-las como félsicas ou ácidas (até 1,73), intermediárias (1,74-1,76), máficas ou básicas (1,77-1,79) e também como ultramáficas ou ultrabásicas (a partir de 1,80).

Contexto Geotectônico

A transecta em estudo, com direção NW-SE, atravessa parte das unidades geotectônicas da porção sudeste do Brasil: Bacia do Paraná, Faixa Brasília meridional (*Nappe Socorro-Guaxupé*), Faixa Ribeira (terrenos Apiaí-São Roque e Embu-Paraíba do Sul), o segmento meridional do Gráben de Taubaté e, novamente a Faixa Ribeira (terreno Oriental/Arco Magmático Rio Negro). Ela se estende à Ilha de São Sebastião (Ilhabela-SP) (Figura 3), que faz parte do magmatismo cenozoico na margem emersa.

Foi utilizada a *International Stratigraphic Chart* da *International Commission on Stratigraphy* (Cohen, et al., 2013) como escala de tempo absoluta.

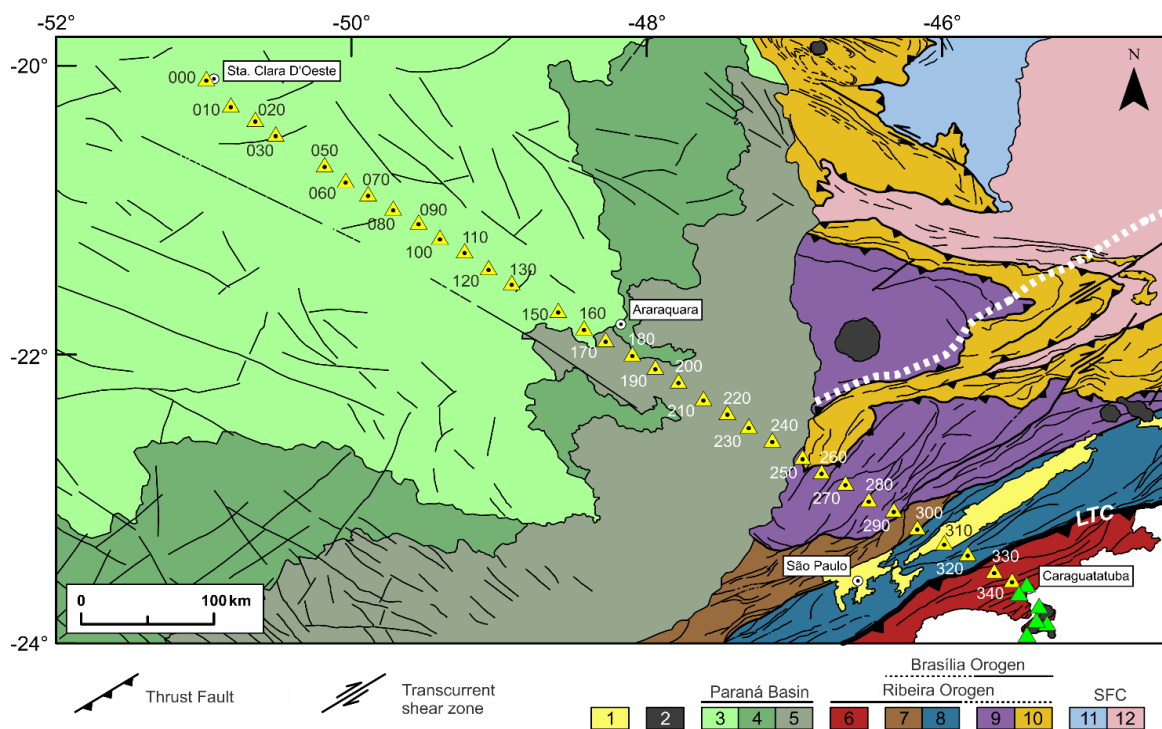


Figura 3. Mapa tectônico simplificado da região em estudo retirado de Bernardes (2015), (modificado de Perrota, et al., 2005; Peternel, et al., 2005; Trouw, et al., 2013; Heilbron, et al., 2004). Na legenda: 1 – Bacias cenozoicas do tipo rifte; 2 – Plútons alcalinos do Cretáceo Superior/Cenozoico; Bacia do Paraná: 3 – Grupo Bauru (Cretáceo Superior); 4 – Formação Serra Geral (Cretáceo Inferior); 5 – Rochas pré-vulcânicas (Mesozoico/Paleozoico); 6 – Terreno Oriental (Arco Rio Negro); 7 – Terreno Apiaí-São Roque; 8 – Terreno Embu-Paraíba do Sul; 9 – *Nappe Socorro-Guaxupé*; 10 – Sistema de nappes *Andrelândia*, *Nappe Passos* e *Klippe Carrancas*; Cráton do São Francisco e seu antepaís: 11 – Cobertura (Grupo *Bambuí*); 12 – Cráton do São Francisco. LTC – Limite Tectônico Central (sutura). A linha tracejada em branco representa a influência da frente de deformação da Faixa Ribeira (segundo Trouw et al., 2013). Triângulos amarelos representam as estações triaxiais PBS (número da estação) na transecta PABBRISE e triângulos verdes são as estações PESH, FSMAR, IBEL1, IBEL2, IBEL3 e IBEL4. Círculos brancos destacam a localização de algumas cidades do Estado de São Paulo.

2.1. Faixa Brasília meridional: *Nappe* Socorro-Guaxupé

A Faixa Brasília, juntamente com as faixas móveis Paraguai e Araguaia, compõe o conjunto de cinturões orogênicos da Província Tocantins (Almeida, et al., 1981). Esse conjunto representa um sistema orogênico neoproterozóico ramificado, o qual se desenvolveu entre os paleocontinentes Amazônico, São Francisco-Congo e os blocos litosféricos sob as bacias fanerozóicas do Paraná e do Parnaíba.

A Faixa Brasília é subdividida em dois segmentos com diferentes orientações e estilos estruturais: a Faixa Brasília Setentrional possui direção geral NE-SW, onde há exposições do embasamento paleoproterozóico e, a Faixa Brasília Meridional, que possui direção geral NW-SE, tem predominância de sistemas *nappes* e de dobras e empurrões que vão ao encontro do Cráton do São Francisco (Fuck, et al., 1994; Fuck, et al., 2005; Dardenne, 2000; Pimentel, et al., 2000; Valeriano, et al., 2008). Ambos segmentos são compartimentados em zona externa, à leste, e zona interna, à oeste. A zona externa da Faixa Brasília Meridional corresponde a domínio com imbricações de escamas de empurrão de sucessões siliciclásticas, e algumas carbonáticas, dadas pelos grupos Paranoá, Canastra, Ibiá, Vazante e a porção basal do Grupo/Megassequência Andrelândia. (Fuck, et al., 1994; Fuck, et al., 2005; Valeriano, et al., 2008).

A zona interna da Faixa Brasília meridional constitui sistemas de *nappes* carreadas sobre o conjunto de dobras e empurrões da zona externa e segmentadas por rampas laterais materializadas como zonas de falha subverticais. Estas, por sua vez, atuaram como zonas de transferência, auxiliando no transporte tectônico das *nappes* que, de maneira geral, ocorreu por mais de 200 km e de oeste para leste (Campos Neto & Caby, 2000; Valeriano, et al., 2008). Faz parte desse contexto a *Nappe* Socorro-Guaxupé no extremo sudeste da faixa móvel, cuja porção meridional é cortada pela transecta, mostrada na Figura 3. (Valeriano, et al., 2008).

A *Nappe* Socorro-Guaxupé é composta pelo lóbulo Guaxupé ao norte e, pelo lóbulo Socorro ao sul. Suas rochas constituintes possuem idade de cristalização no intervalo de 670–625 Ma (Heilbron, et al., 2004; Trouw, et al., 2013).

Campos Neto & Figueiredo (1995) interpretam a *Nappe* Socorro-Guaxupé como a raiz deformada e exumada de um arco magmático neoproterozóico, que foi formado ao longo da paleomargem continental ativa, possivelmente associada ao arcabouço crustal atualmente sob a Bacia do Paraná.

2.2. Faixa Ribeira

A Faixa Ribeira é um dos orógenos integrantes da Província Mantiqueira (Almeida, et al., 1981), um sistema orogênico neoproterozóico-eocambriano diacrônico, que se estende pela costa atlântica, do sul da Bahia ao Uruguai. Este sistema também engloba os orógenos Araçuaí, Dom Feliciano, e a zona de interferência entre as faixas Brasília meridional e Ribeira (Heilbron, et al., 2004). Sua tendência estrutural geral é NE-SW, resultado da interação e colisão oblíqua, há cerca de 580 Ma, entre o Cráton do São Francisco-Congo, outra(s) microplaca(s) e o Arco Magmático Rio Negro, situados a sudeste do Cráton.

Heilbron *et al.* (2004) subdividem a faixa neoproterozoica em cinco terrenos tectonoestratigráficos que, como no sentido definido por Howell (1989), são separados ora por falhas de empurrão, ora por zonas de cisalhamento oblíquas transpressivas. Os terrenos são denominados Ocidental, Embu, Paraíba do Sul, Oriental (Arco Magmático Rio Negro) e Cabo Frio. Entretanto, da zona de interferência para sul, até a borda norte do maciço cratônico Luís Alves, estendem-se ainda o terreno Apiaí-São Roque e parte do terreno Embu, cujas correlações geotectônicas com a Faixa Ribeira são ambíguas e que, pelo menos em parte, poderiam pertencer à Faixa Brasília meridional (Heilbron, et al., 2004; Trouw, et al., 2013).

O terreno Ocidental é composto por porções de embasamento retrabalhado derivado do Cráton do São Francisco, intercalado com rochas metassedimentares neoproterozoica do Grupo/Megassequência Andrelândia, interpretado por Paciullo *et al.* (2000) como representativo do ambiente de uma paleomargem passiva.

O terreno Embu tem sido descrito como um corpo lenticular delimitado por duas importantes zonas de cisalhamento, a Zona de Cisalhamento Caucaia-Rio Jaguarí-Buquira, a noroeste, e a Zona de Cisalhamento Cubatão, a sudeste.

O terreno Paraíba do Sul também é composto por duas unidades principais: embasamento paleoproterozóico, onde ocorrem gnaisses com enclaves de rochas máficas, ultramáficas e calcissilicáticas, e um complexo metassedimentar. A transição entre os terrenos Embu e Paraíba do Sul é tradicionalmente dada por uma zona de cisalhamento. Heilbron, *et al.* (2008); Trouw, *et al.* (2013) tratam esses terrenos como uma única entidade pela similaridade das rochas em ambos os terrenos (Eirado, et al., 2006).

O terreno Oriental é representado principalmente pelo Arco Magmático Rio Negro, de idade neoproterozoica, envolto por paragneisses do Domínio Costeiro, possivelmente também do Neoproterozóico (Trouw *et al.*, 2013).

O terreno Cabo Frio, de ocorrência restrita no sudeste do Estado do Rio de Janeiro, é formado por embasamento paleoproterozóico e rochas metassedimentares pelíticas e psamíticas do Ediacarano metamorfizadas em fácies granulito de alta pressão durante a colisão com a Faixa Ribeira, por volta de 530–510 Ma (Schmitt, et al., 2004).

A zona de interferência entre as faixas Brasília meridional e a Ribeira central é caracterizada pela superposição de estruturas e metamorfismo relacionados às colisões ocorridas em ambas as faixas, de contrastantes direções de transporte tectônico e polaridades metamórficas

2.3. Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná, comumente classificada como bacia do tipo cratônica, possui área de aproximadamente 1,5 milhão km² de sedimentação e magmatismo fanerozoicos – Mesozoico ao final do Cretáceo Superior – presentes na porção sudeste do continente sul-americano. Possui formato ovalado, com eixo maior de aproximadamente 1.750 km na direção NNE-SSW, largura média de aproximadamente 900 km, espessura total máxima da pilha sedimentar-magmática por volta de 7.000 m e seu depocentro estrutural coincide espacialmente com a região de calha do Rio Paraná (Zalán, et al., 1990; Milani, et al., 2007). A bacia é limitada por arcos e soerguimentos associados a eventos tectônicos atuantes no Continente Sul-Americano, grande parte desses durante o Meso-Cenozóico (Zalán *et al.*, 1990; Milani *et al.*, 2007).

Na borda nordeste da bacia, onde a transecta foi realizada, a sul do Arco de Goiânia/Alto Paranaíba e a norte da zona de falha Guapiara, as sequências sedimentares afinam para leste ou foram erodidas sem significativa interferência tectônica por falhamentos (Zalán *et al.*, 1990, 1991).

Há pelo menos cinco principais interpretações para a origem e evolução da Bacia do Paraná. Fúlfaro et al. (1982) defendem que diversas calhas de direção NW-SE e com características aulacogênicas teriam condicionado o início da sedimentação. Em contrapartida, Zalán *et al.* (1990) conferem ao mecanismo de contração térmica posterior ao Ciclo Brasileiro importância efetiva para a implantação da bacia. Para Soares (1991, *apud* Milani *et al.*, 2007) o mecanismo de flexura litosférica gerou o abatimento de blocos do embasamento que, por sua vez, controlou a deposição inicial. O autor ainda afirma que não há indícios de um grande rifte precursor gerado por evento de estiramento litosférico. Por outro lado, Marques *et al.* (1993, *apud* Milani, 2004), em relatório interno, atestam a existência de um rifte central alinhado ao eixo NE-SW do Rio Paraná, o que seja responsável por acomodar o pacote sedimentar da

Superssequência Rio Ivaí. Por último, Milani (1997) e Milani, *et al.*, (1998) atribuem a subsidência inicial à reativação de zonas de fraqueza NE-SW resultantes do Ciclo Brasileiro. A evolução posterior da bacia deve-se a sua subsidência tectônica relacionada à flexura litosférica regional por sobrecarga tectônica, diretamente ligado à uma série de episódios orogênicos ocorridos na borda sul-ocidental do paleocontinente Gondwana.

A natureza e papel do embasamento da Bacia do Paraná são duas das principais questões ainda em aberto e que norteiam parte dos trabalhos que atualmente são desenvolvidos na região. Parcela desse substrato está exposta, principalmente nas bordas da bacia ou em janelas do embasamento, e pode ser investigada diretamente. Entretanto, a maior parte dele só pode ser estudada por meio de métodos indiretos, principalmente geofísicos.

Cordani, *et al.* (1984); Brito Neves, *et al.* (1984) ao utilizarem, entre outros dados, testemunhos do embasamento obtidos a partir de poços profundos na bacia, refinaram a hipótese de núcleo cratônico e propuseram, pela primeira vez, esboço geotectônico para o embasamento da Bacia do Paraná.

Posteriormente, Quintas (1995) e Mantovani, *et al.* (2005), ao utilizarem dados gravimétricos da Bacia do Paraná e suas adjacências, obtiveram mapa de anomalia gravimétrica Bouguer residual (sem a influência das rochas sedimentares e vulcânicas) para o embasamento da bacia. Os resultados obtidos evidenciam anomalia gravimétrica positiva relativamente alinhada à porção central da bacia e delimitada por expressivos gradientes laterais (Figura 4). Os autores interpretam essa anomalia gravimétrica positiva como um antigo núcleo/bloco litosférico, denominando-a de Bloco Paranapanema.

Alternativamente, Milani (1997), utilizando dados de poços profundos, propôs embasamento formado por “mosaico” de blocos crustais separados lateralmente por uma faixa móvel neoproterozoica, denominada de Faixa Rio Paraná (Figura 5). Entretanto, alguns conceitos e preposições defendidos por Milani (1997) estão em desacordo com estudos geológicos e geofísicos mais recentes (Mantovani & Brito Neves, 2009), como por exemplo a existência do Maciço Guaxupé e do Bloco Triângulo Mineiro (Figura 5).

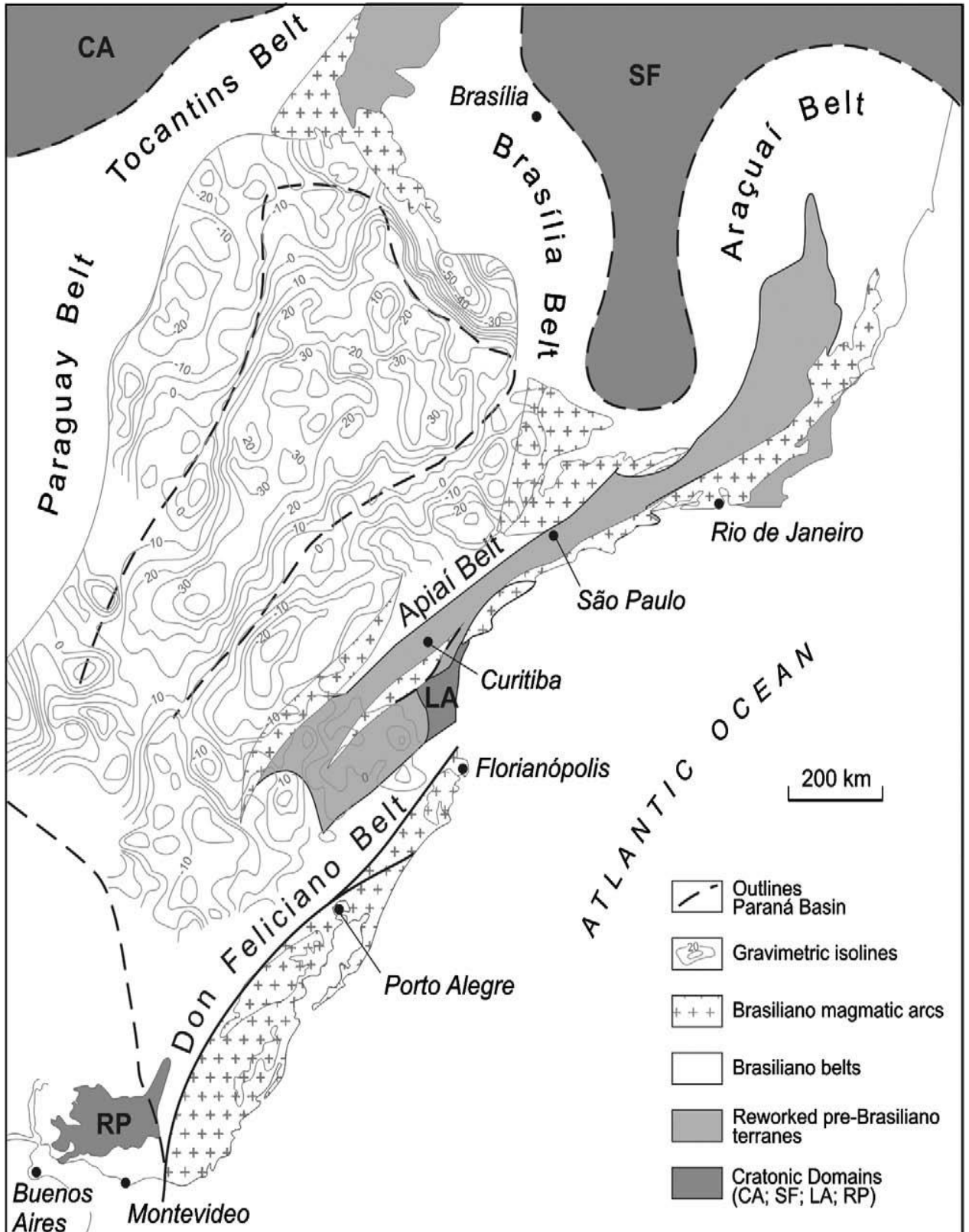


Figura 4. Bloco Parapanema proposto por Quintas (1995) e Mantovani et al., (2005). Retirada de Mantovani & Brito Neves (2009).

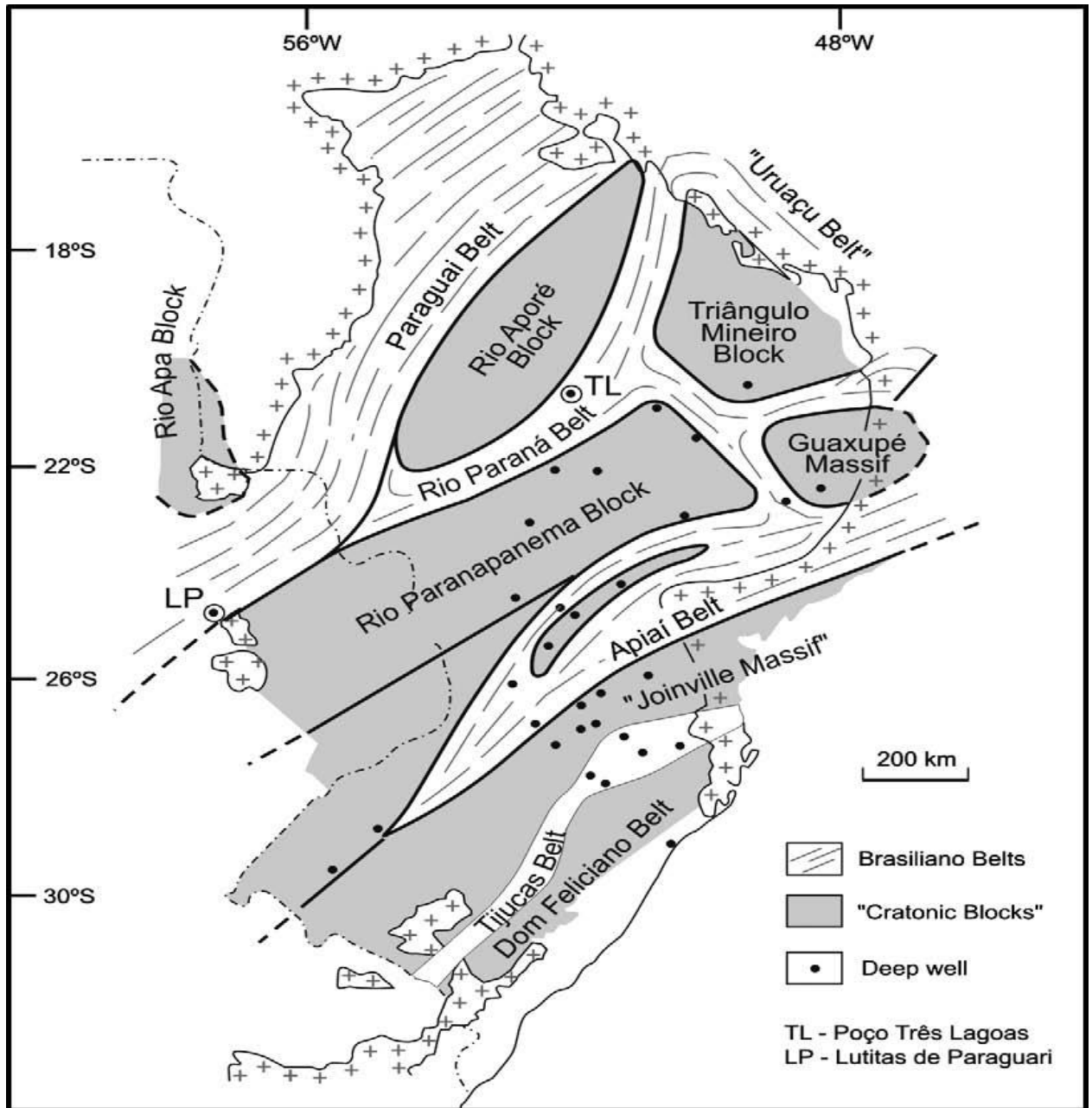


Figura 5. Arcabouço do embasamento da Bacia do Paraná proposto por Milani (1997). Retirada de Mantovani & Brito Neves (2009).

2.4. Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil

2.4.1. Origem e evolução tectônica

A mais acentuada feição topográfica da borda atlântica leste-sudeste do Continente Sul-Americano é representada pelo conjunto de planaltos, escarpas e mares de morros, de direção geral NE-SW, representado pelas serras do Mar e da Mantiqueira (Almeida & Carneiro, 1998).

A associação das serras do Mar e da Mantiqueira com os grabens intervenientes e suas extensões na plataforma continental sudeste é denominada de Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (Zalán & Oliveira, 2005)(Figura 6).

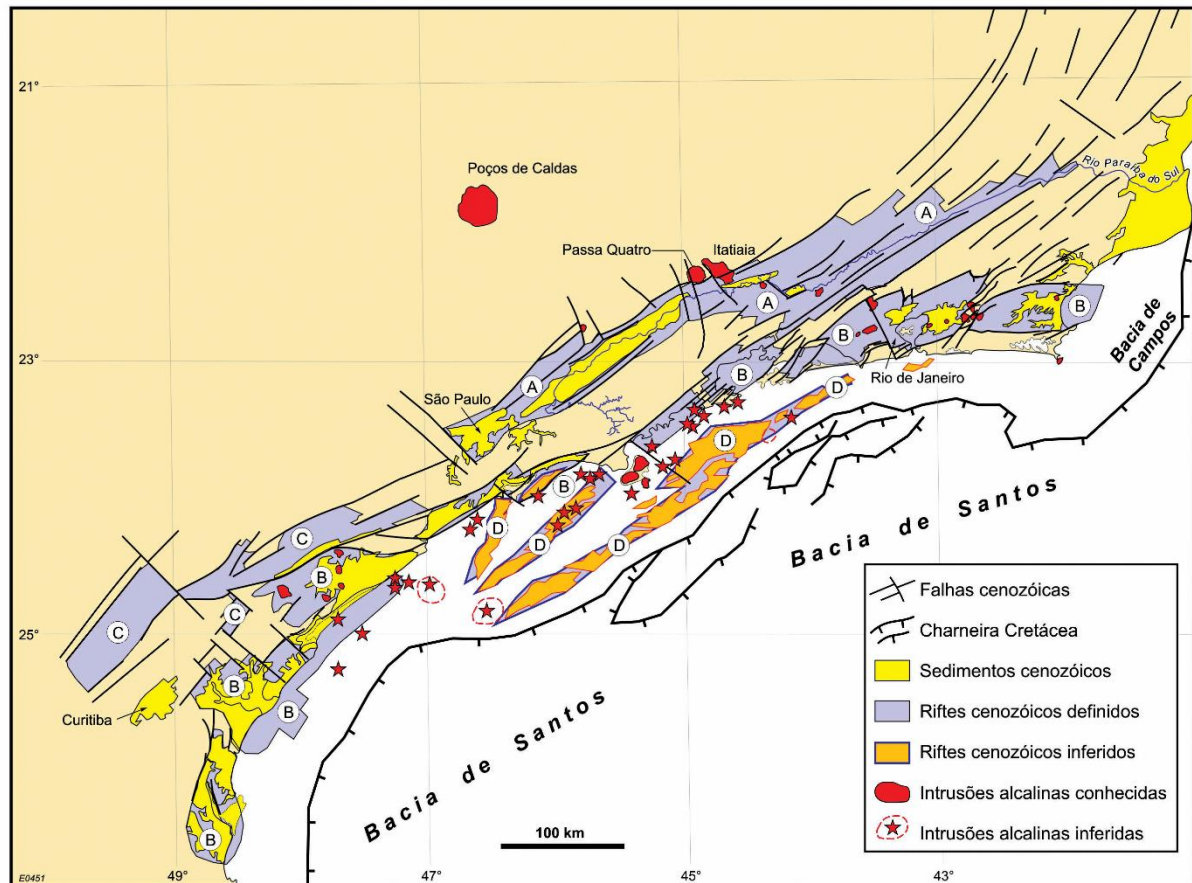


Figura 6. Sistema de Riftes Cenozoicos do Sudeste do Brasil (Zalán & Oliveira, 2005).

Por volta da transição Jurássico-Cretáceo a região em estudo esteve sujeita a fenômenos tectono-termiais que resultaram na ruptura continental do Gondwana sul-ocidental e consequente abertura do Oceano Atlântico Sul com formação de crosta oceânica pós-barremiana (Moulin et al., 2010). Essa sucessão de acontecimentos, que posteriormente culminou na progressiva consolidação da Plataforma Sul-Americana (Almeida et al., 2000) como entidade única e individualizada, também foi responsável por desencadear uma série de processos que modificaram profundamente o arcabouço geotectônico e, consequentemente, também o geomorfológico da margem continental sudeste brasileira.

Esses processos englobam reativações de estruturas do embasamento, soerguimentos e abatimentos, o desenvolvimento de superfícies erosivas regionais e diversas intrusões/diques alcalinos e basálticos. Boa parte desses persistiu, em pulsos descontínuos, desde o Cretáceo até o Neógeno. A correlação desses processos com a origem e evolução do Sistema de Riftes

Cenozoicos do Sudeste do Brasil atualmente é aceita com certo consenso entre os pesquisadores do tema (Almeida & Carneiro, 1998; Riccomini, 1989; Riccomini et al. 2004; Zalán & Oliveira, 2005; Cogné et al., 2011, 2013; Zalán, 2012), entretanto o mesmo não ocorre com relação aos mecanismos formadores e modificadores destas feições geomorfo-estruturais.

A ocorrência de grabens/bacias e corpos intrusivos alcalinos são evidências de ativação pós-rifte e, como assinalam (Cogné, et al., 2011), levantam questionamentos acerca da extensão e idade dessa atividade ao longo da margem continental e do continente adentro.

2.4.2. Graben de Taubaté

O Rifte do Paraíba do Sul (Zalán & Oliveira, 2005) está localizado no nordeste do Estado de São Paulo e no sul-sudoeste do Estado do Rio de Janeiro. É um dos riftes gerados no cenozoico e, encaixa completamente o curso do rio que leva seu nome. Nesse rifte há ocorrência, de sudoeste para nordeste, dos grabens de São Paulo, Taubaté, Queluz, Resende-Volta Redonda e do Baixo Paraíba do Sul, com suas respectivas coberturas sedimentares associadas, exceto pelo último, que não apresenta acumulações sedimentares significativas (Riccomini, 1989).

O Gráben de Taubaté, cujo extremo meridional é atravessado pela transecta (Figura 3), é assimétrico e possui estilo estrutural de tectônica tipo-dominó. (Zalán & Oliveira, 2005).

O depósito sedimentar do gráben é denominado de Bacia de Taubaté, a mais expressiva entre as que compõem os vales tectônicos cenozoicos supracitados. Seu preenchimento pode ser dividido em duas fases: a sequência sin-rifte do Grupo Taubaté, e a sequência pós-rifte da Formação Pindamonhangaba, com depósitos aluvionares/coluvionares associados (Riccomini, 1989).

O arcabouço da Bacia de Taubaté é composto por subgrabens separados por falhas de transferência ou zonas de acomodação, com depocentros invertidos, em típica geometria de bacia do tipo rifte. A sedimentação foi essencialmente continental, o que resultou em pacote sedimentar com espessura máxima de 800-850 m no depocentro, próximo à porção centro-nordeste da bacia (Riccomini, 1989; Marques, 1990; Riccomini, et al., 2004; Carvalho, et al., 2011; Cogné, et al., 2013). Em sua porção sudoeste, atravessada pelo perfil sísmico, o pacote sedimentar não ultrapassa 200 m de espessura (Carvalho, et al., 2011).

Recentemente, após análise de afloramentos e perfis sísmicos da Bacia de Taubaté, Cogné, et al. (2013) sugerem que a mesma seja do tipo afastamento, formada durante o Paleógeno sob tensões transtrativas, com o principal tensor horizontal na direção NE-SW. No

entanto, é definido como rifte clássico, em que há somente reativação de zonas de cisalhamento direcionais (verticalizados) do cinturão Ribeira.

2.4.3. Ilha de São Sebastião

A fase de magmatismo alcalino Neocretáceo-Eocênico é responsável pelas manifestações alcalinas da região sudeste do Brasil, incluindo a ilha de São Sebastião –Ilhabela (Figura 7), onde passa parte da transecta estudada (Figuras 1 e 3). A formação da Ilhabela está relacionada com a quebra continental e separação dos continentes Sul-Americano e Africano. O magmatismo alcalino nas bacias marginais e costeiras neofornadas e no embasamento insere-se neste contexto, devendo ter sido influenciado pela crosta continental adelgada e fraturada no início da ruptura e pela movimentação no sentido oeste da Placa Sul-Americana (Mizusaki & Thomas-Filho, 2004).

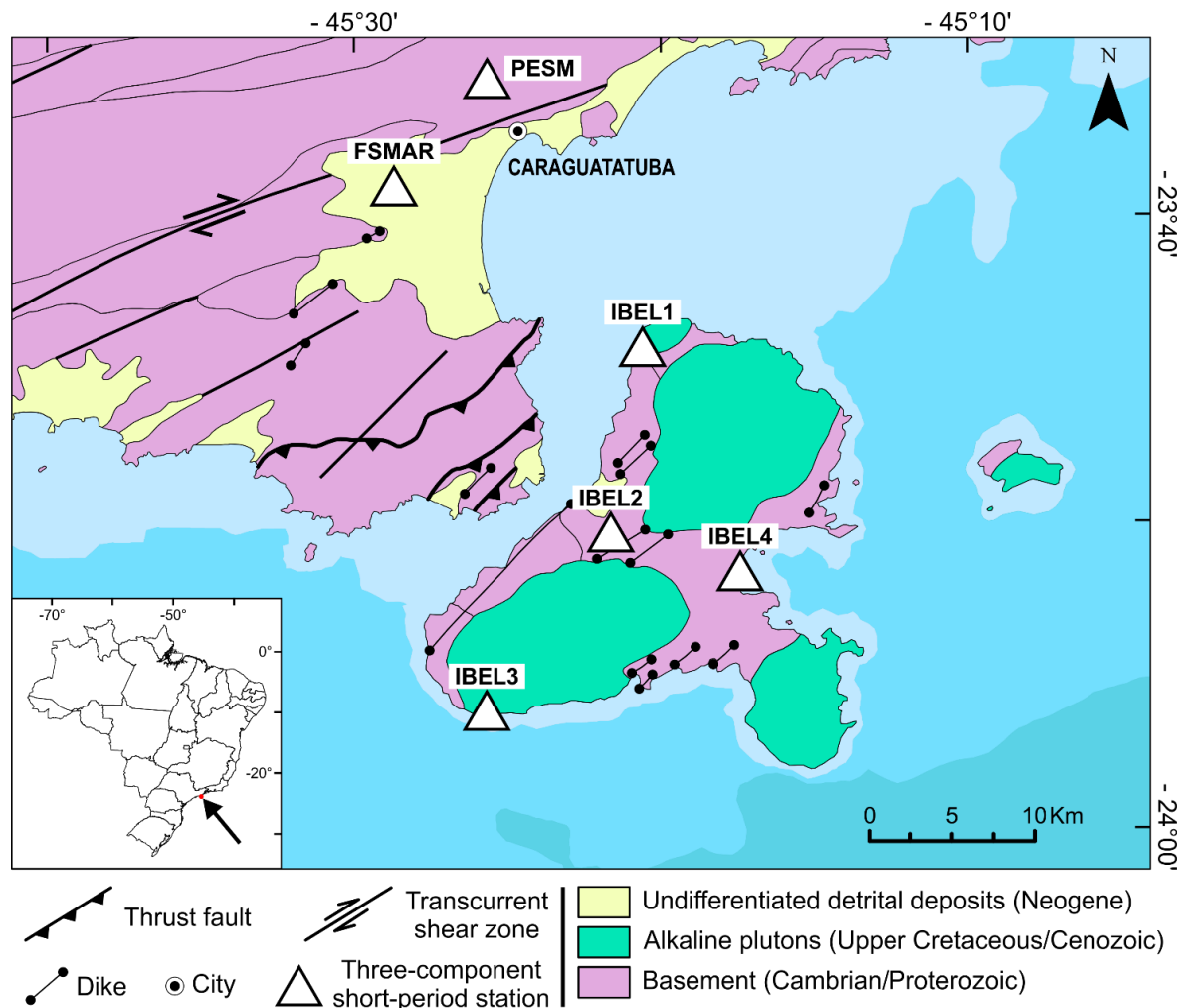


Figura 7. Mapa com localização das quatro estações sismográficas em Ilhabela- SP e as duas estações próximas à costa (PESH e FSMAR).

Almeida (1983) procurou reunir no conceito de “províncias alcalinas”, as centenas de ocorrências de rochas intrusivas e efusivas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste do Brasil e ocorrências vizinhas do Paraguai e Bolívia.

Definiu treze províncias que, dentro delas, oito situam-se ao redor da Bacia do Paraná, excluindo as da Serra do Mar e duas do Cráton Amazônico na Bolívia. Na região Sudeste do Brasil, dentre as numerosas manifestações alcalinas, ganham destaque as de Poços de Caldas, Itatiaia, Passa Quatro, Gericinó-Mendanha, Rio Bonito, Itaúna, Soarinho, Tinguá, Morro de São João e Ilhabela-São Sebastião (Ilhabela).

As rochas alcalinas abrangem grande diversidade petrográfica, mas, representam menos de 1% das rochas ígneas da crosta terrestre. As intrusões alcalinas encontradas em Ilhabela, caracterizam-se pela predominância de rochas sieníticas, em que dominam feldspatos alcalinos e feldspatoides, esses últimos cristalizados a partir do excesso de álcalis não assimilado pelos feldspatos. As rochas mais comuns consistem em vários tipos de sienitos, pulaskitos, fonolitos, tinguaítos, foiaitos, piroxenitos, essexitos, teralitos, monzonitos, uganditos, analcíticos, litchfielditos e outros (Hasui, et al., 2012).

A ilha faz parte do Domínio Costeiro (Serra do Mar) e, foi separada do continente no Cretáceo inferior, resultado da abertura do Oceano Atlântico-Sul. Possui embasamento cristalino neoproterozóico granito-gnássico e migmatítico (Lima, 2001).

Função do Receptor

A caracterização detalhada da estrutura crustal e do manto superior é objeto constante de estudos geofísicos, por exemplo, (Langston, 1979; Owens, et al., 1984; Park, et al., 1987; Randall, 1989; Ammon, 1991; Duecker & Sheehan, 1998; Zhu & J. Li, 1999; Ligorria & Ammon, 1999; Park & Levin, 2000; Niu, et al., 2005), onde o método de função do receptor é uma técnica relativamente recente, mas poderosa para obter descontinuidades na crosta e manto superior ao utilizar registros de telessismos em estações sismográficas de três componentes. No Brasil merecem destaque os trabalhos de (Assumpção *et al.*, 2002; França, 2003; França & Assumpção 2004; Soares, 2005; Soares *et al.*, 2006; Julià *et al.*, 2008, Bianchi, 2008, Trindade, 2014, Tavares, 2014).

A popularidade ao redor do método está na simplicidade da teoria, pela utilização de telessismos como fonte de energia. A interpretação acerca da conversão de onda P para S (função do receptor) permite fazer inferências a respeito da estrutura de velocidade e profundidade de interfaces abaixo do receptor. No entanto, a não unicidade da solução, devido à compensação velocidade-profundidade, requer a utilização de informações *a priori* para restringir os resultados (Ammon, 1991).

3.1 Teoria

Funções do Receptor são formas de onda, ou pode-se dizer também que são séries temporais obtidas ao se deconvolver a componente vertical da componente radial do registro sísmico, a fim de isolar as fases convertidas dentro da cauda (*coda*) de ondas P. Dessa forma, é possível mostrar a resposta relativa da estrutura da Terra sob a estação sismográfica (Zandt & Ammon, 1995; Langston, 1979). O traço de função do receptor é uma composição de ondas P e ondas P convertidas em S (Ps), quando eventos telessísmicos distantes incidem em uma descontinuidade, na crosta ou manto superior e, reverberam em subsuperfície, chegando ao registrador logo após a P direta (Figura 8). Em síntese, as ondas S possuem velocidade de percurso menor que ondas P, de forma que, uma medida direta da profundidade da descontinuidade é calculada pela diferença em tempo das chegadas da onda P e de sua fase convertida Ps, gerando um modelo das principais descontinuidades.

A fase Ps resultante da conversão tem maior amplitude na componente horizontal que na vertical. Essas fases (Ps) são identificadas no componente radial equalizado do sismograma

(eqr), denominado função do receptor. Além da fase Ps, as múltiplas resultantes das descontinuidades são também observadas nos traços de função do receptor (Figura 8).

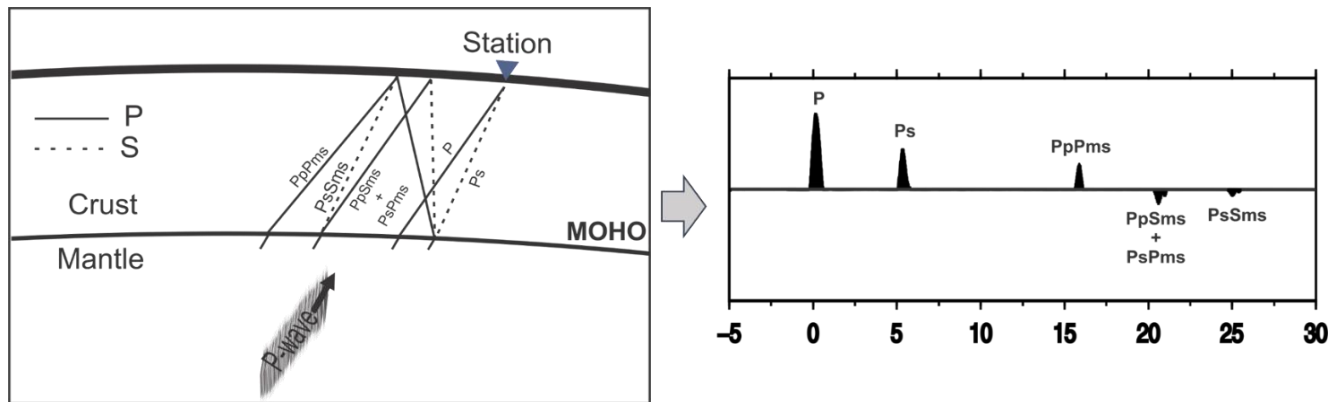


Figura 8. Ilustração do caminho percorrido pela onda P direta e suas conversões e reflexões múltiplas. A fase Ps representa a onda P convertida em S na descontinuidade de Moho, as reflexões múltiplas são fases S múltiplas (PpPms e PsPms + PpSms e PsSms), onde a letra m representa a descontinuidade de Moho. Ao lado o traço de função de receptor correspondente à ilustração.

A Figura 8 mostra o trajeto na crosta das fases múltiplas PpPms, PpSms + PsPms e PsSms e da fase Ps e, na figura ainda está representado o traço correspondente de função do receptor com as fases identificadas. É observado que a fase Ps, assim como a primeira múltipla (PpPms) possuem polaridade positiva, enquanto as outras múltiplas (PpSms + PsPms, PsSms) possuem polaridade negativa.

O método da equalização da fonte foi desenvolvido por (Langston, 1979; Owens, et al., 1984) para determinar a estrutura de velocidade da crosta e manto superior abaixo de uma estação sísmica de três componentes, partindo do pressuposto que ondas P telessísmicas contêm informações da fonte, da estrutura da Terra sob a estação sísmica e da resposta do instrumento. Uma onda P telessísmica ($D(t)$), registrada na estação triaxial pode ser teoricamente escrita (no domínio do tempo) como:

$$D_V(t) = I(t) * S(t) * E_V(t)$$

$$D_R(t) = I(t) * S(t) * E_R(t)$$

$$D_T(t) = I(t) * S(t) * E_T(t)$$

onde os subscritos V, R e T indicam as componentes vertical, radial e tangencial, respectivamente. A resposta do instrumento de registro é denominada por $I(t)$, $S(t)$ possui os efeitos da fonte sísmica e, os efeitos da crosta e manto superior são escritos como $E(t)$. O asterisco (*) é o operador de convolução.

Isolar a resposta da crosta e do manto superior foi o principal objetivo na criação do

método. A técnica assume que $E_V(t) = \delta(t)$, que significa que as múltiplas crustais e as fases convertidas na componente vertical das ondas P incidentes abruptamente são consideradas insignificantes. Desse modo, $D_V(t) = I(t) * S(t)$. Assumindo também que a resposta do instrumento é a combinação entre a fonte e o manto profundo na componente radial, esta pode ser removida ao se deconvolver a componente vertical $D_V(t)$ da componente radial $D_R(t)$.

A maneira de realizar esta deconvolução é dividir o espectro da componente vertical pela componente radial no domínio da frequência:

$$E_R(\omega) = \frac{D_R(\omega)}{D_V(\omega)} \quad \text{Equação 4}$$

A fim de reduzir os efeitos do ruído gerado pela divisão espectral, que se torna instável quando há em seu denominador números muito pequenos, adiciona-se uma constante ao denominador substituindo pequenos valores de amplitude por uma fração da máxima amplitude do denominador. Essa fração é denominada Parâmetro de Nível de Água (c) e determina a amplitude mínima do denominador ($0 < c < 1$). (Clayton & Wiggins, 1976)

$$E_R(\omega) \frac{D_R(\omega) \cdot D'_V(\omega)}{F_{ss}(\omega)} \cdot G(\omega) \quad \text{Equação 5}$$

Onde,

$$F_{ss}(\omega) = \max \{ D_V(\omega) D'_V(\omega), c \max [D_V(\omega) D'_V(\omega)] \} \quad \text{Equação 6}$$

e

$$G(\omega) = \exp\left(-\frac{\omega^2}{a^2}\right) \quad \text{Equação 7}$$

$D'_V(\omega)$ é o conjugado complexo de $D_V(\omega)$. A função $F_{ss}(\omega)$ pode ser assumida como a autocorrelação de $D_V(\omega)$ com qualquer outro valor espectral baixo preenchido até um nível tal como determinado pelo valor do nível d'água "c". A equação 6 substituta com o nível d'água introduz um mínimo permitido de nível de espectro de amplitude da componente vertical. A razão sinal-ruído e a forma da componente vertical do sismograma são os dois fatores que controlam o valor de nível de água adequado. A escolha do valor de c é realizada por tentativa e erro, utilizando sempre o menor valor possível (Figura 9). Esse trabalho utilizou valor de 0.001.

O filtro Gaussiano é utilizado para eliminar ruídos de alta frequência na função do receptor. É um filtro passa baixa, definido pela equação $G(\omega)$. O parâmetro “a” é usado para controlar o comprimento do filtro gaussiano. Valores baixos para o parâmetro gaussiano tendem a suavizar os efeitos de heterogeneidade de pequena escala na crosta (França, 2003). Neste trabalho foi usado o parâmetro gaussiano igual 4, o que corresponde a filtro passa baixa com frequência de corte igual a 2 Hz.

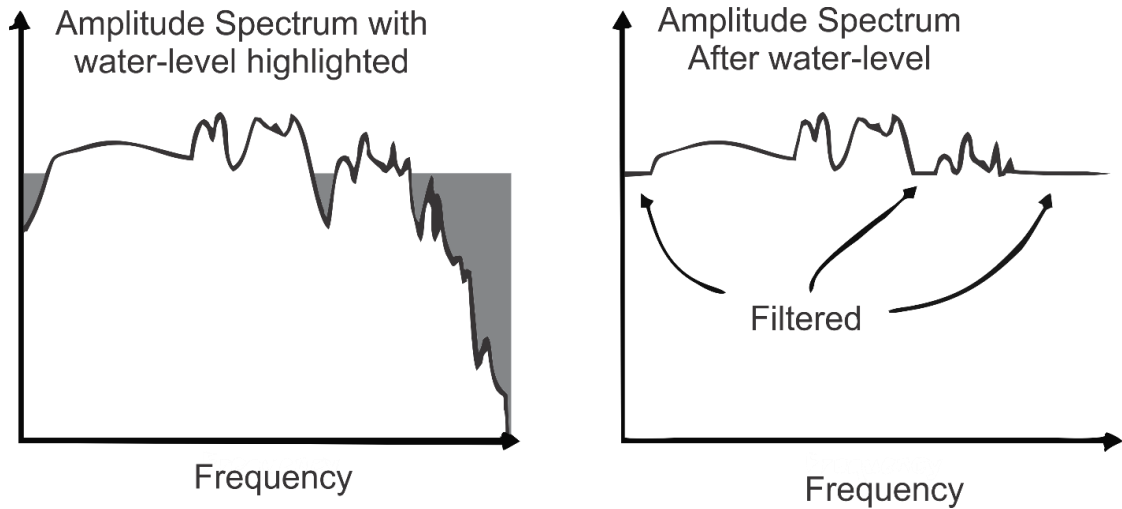


Figura 9. Exemplo de espectro com o uso do Parâmetro de Nível de Água. A Figura a esquerda representa um espectro com o Nível de Água destacado e a direita o espectro após a soma do Nível de água (Ammon, 1997).

Após a divisão espectral, o espectro resultante é transformado para o domínio do tempo novamente para se obter a função do receptor da componente radial observada $E_R(t)$, exemplificada na Figura 8 a direita.

De acordo com a Lei de Snell, a relação entre o seno do ângulo de incidência e a velocidade é descrita por:

$$\frac{\sin \theta_1}{V_1} = \frac{\sin \theta_2}{V_2} = \frac{\sin \theta_3}{V_3} = \dots \quad \text{Equação 8}$$

Quando o valor do ângulo crítico se torna 90° , o valor do seno é 1. Dessa forma, o parâmetro de raio (p) é definido como a vagarosidade da onda e representa o inverso da velocidade aparente:

$$\frac{1}{V_{ap}} = \frac{\sin \theta}{V} = p \quad \text{Equação 9}$$

Zandt, et al. (1995) determinam os dois tipos de múltipla crustais: uma múltipla com duas pernas de onda P e uma perna de onda S e, a outra múltipla tem uma perna de onda P e duas

pernas de onda S. A múltipla de duas pernas de onda P, PpPms (chamada de múltipla P), é a fase que reflete da superfície e converte-se para S na reflexão na Moho. A diferença de tempo de percurso entre a múltipla P e a Ps é simplificada pelo caminho de ida e volta do tempo de onda P pela crosta para um raio com parâmetro de raio p.

$$t_{PpPms} - t_{Ps} = 2h \left(\frac{1}{V_P^2} - p^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 10}$$

A onda múltipla de duas pernas de S (chamada de múltipla S) é composta de duas ondas cinematicamente similares, PpSms +PsPms, que possuem tempos de percurso idênticos em um meio uniforme. A diferença do tempo de percurso entre a múltipla S e a P direta é tempo de ida e volta pela crosta da onda S:

$$t_{PpSms+PsPms} - t_P = 2h \left(\frac{1}{V_s^2} - p^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 11}$$

A razão entre as equações 11 e 12 é proporcional a Vp/Vs, independente da espessura crustal (Zandt, et al., 1994), mas a múltipla S é geralmente difícil de identificar, provavelmente por ser composta de dois raios diferentes e possui grandes chances de serem afetadas por heterogeneidade laterais adicionadas à fase. Uma alternativa de aproximação é realizar a razão entre as duas equações acima e resolvê-la para Vp/Vs:

$$\frac{V_P}{V_S} = \left\{ (1 - p^2 V_P^2) \left[2 \left(\frac{t_{Ps} - t_P}{t_{PpPms} - t_{Ps}} \right) + 1 \right]^2 + p^2 V_P^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 12}$$

Dessa forma a espessura crustal é dispensável para obter a razão Vp/Vs, utilizando-se do valor de Vs, parâmetro de raio e o tempo da diferença entre a múltipla e a Ps.

A espessura pode ser obtida utilizando a diferença de tempo entre a Ps e a P direta, o valor do parâmetro de raio p e a velocidade média da crosta Vp. A equação para calculá-la é descrita pela expressão:

$$h = \frac{V_P (t_{Ps} - t_P)}{\left(\sqrt{\frac{V_P^2}{V_S^2} - p^2} V_P^2 - \sqrt{1 - p^2} V_P^2 \right)} \quad \text{Equação 13}$$

3.2 Efeitos da distância entre a Fonte e o Receptor

Através de métodos sismológicos foram identificados do interior da Terra descontinuidades globais de primeira ordem. A primeira delas, objeto de estudo desse trabalho,

a descontinuidade de Mohorovičić, que está em média a 40 km de profundidade; o limite litosfera-astenosfera, definido pela camada de baixa velocidade (*Low velocity zone – LVZ*), as descontinuidades do manto superior, uma a 410 km e a outra a 670 km, que causam triplicação do sinal sísmico entre 19° e 30° de distância epicentral, o sinal fica carregado de chegadas de reflexões e refrações adicionais por causa das diferenças de velocidade entre as ondas P e S. (Shearer, 2009) (Figura 10). Há ainda as descontinuidades manto-núcleo e núcleo externo-núcleo interno. Eventos abaixo de 30° devem ser evitados para uma melhor definição das fases no traço de função do receptor, que poderiam ser confundidas ao usar eventos nesta distância epicentral.

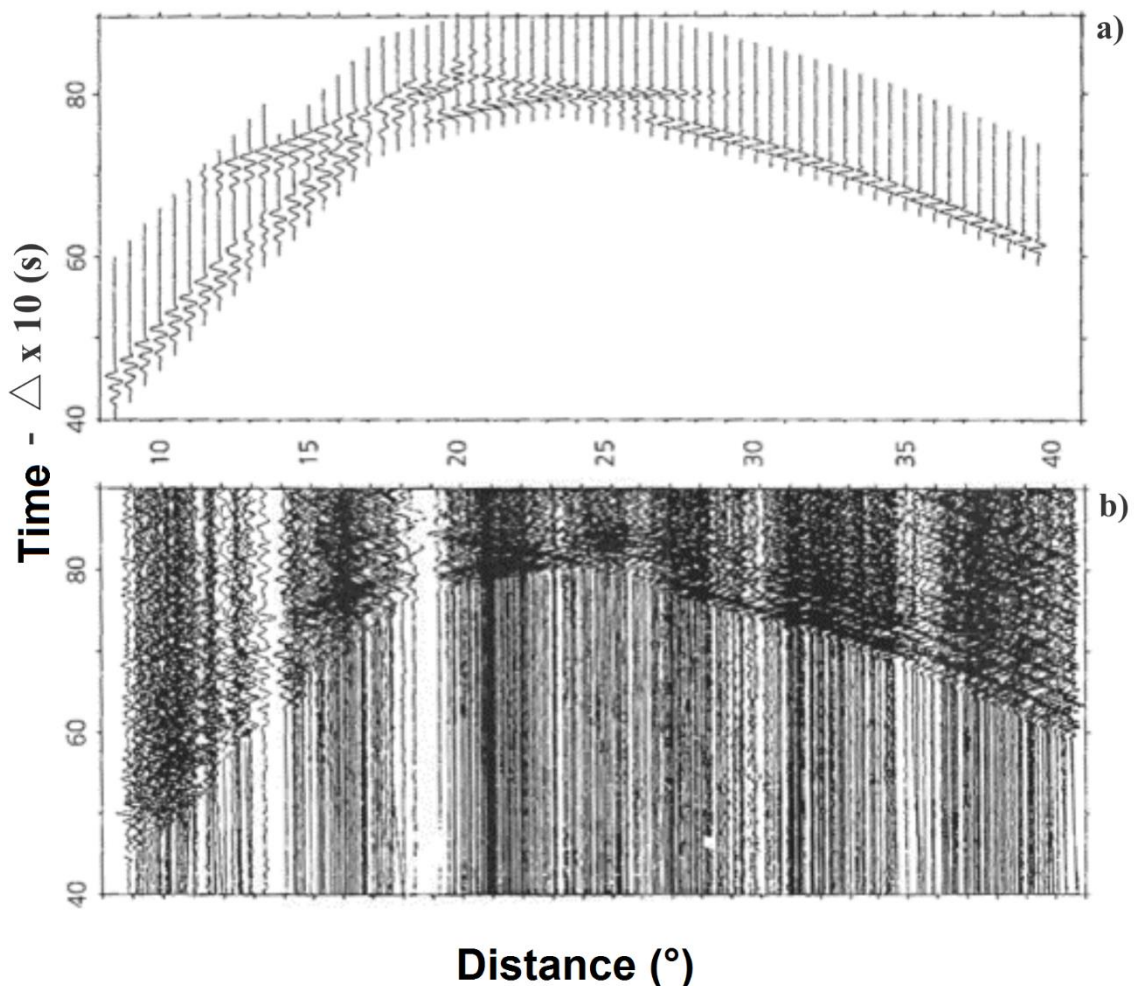


Figura 10. Exemplificação do efeito da triplicação das ondas sísmicas. Em a) observa-se um sismograma sintético gerado a partir do modelo da figura b). Em b) sismograma plotado a fim de estudar a estrutura do manto superior (Stein & Wysession, 2003).

Além do efeito de triplicação, leva-se em consideração a região de sombra da Terra. Devido às propriedades físicas do interior da Terra, a zona de sombra da onda P é a região, entre 104° e 140° aproximadamente, a qual não há registro da onda P direta e, para onda S a região de sombra se localiza de 104° até 180° (Figura 11).

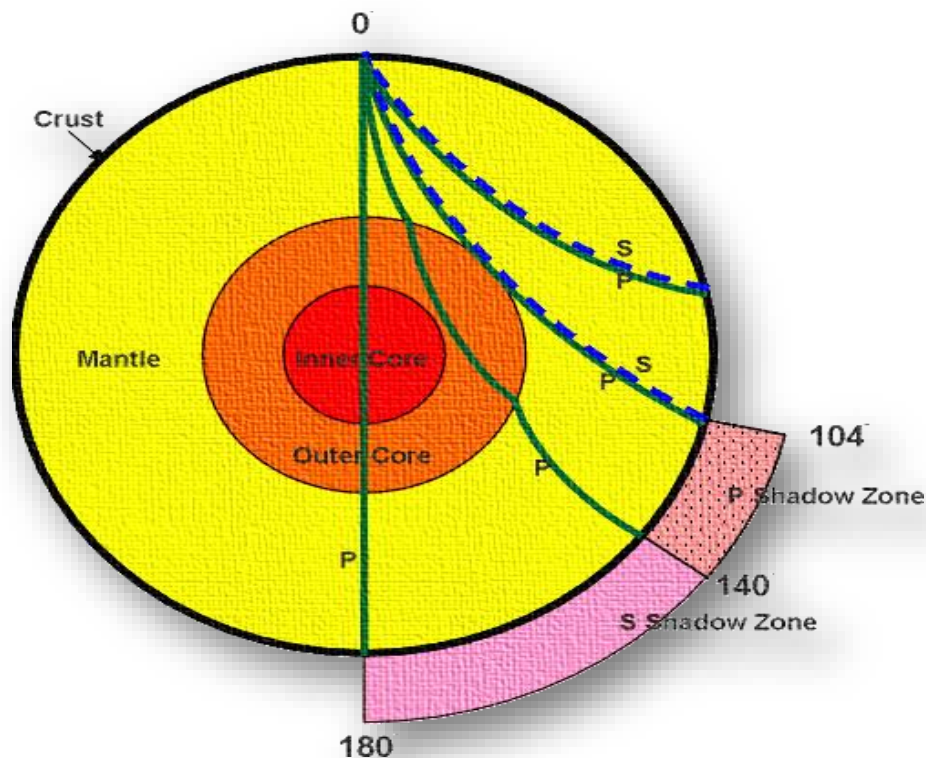


Figura 11. Percurso do raio para onda P, a qual percorre o manto e núcleo externo e da onda S ao percorrer o manto.(http://principles.ou.edu/eq_seismo/shadow_zone.gif).

Ao realizar a seleção de eventos, se utiliza eventos mais próximos que 30° desde que sejam profundos, de forma que o parâmetro de raio seja equivalente com os mais distantes e epicentros rasos. Os efeitos da distância entre a fonte e o receptor afetam diretamente as amplitudes e os tempos de chegada das ondas P convertidas em S (Ps), quanto maior a distância epicentral menor é a amplitude da Ps.

No Brasil os eventos utilizados para função do receptor vêm preferencialmente da América Central e da costa Norte Americana (falha de Santo André), da porção sul da zona de subducção do Chile e da cadeia meso-oceânica do Oceano Pacífico, da placa da Escócia na porção sul da América do Sul e da cadeia meso-oceânica do Oceano Atlântico.

3.3 Função do receptor em Estações de Período Curto

Até recentemente no Brasil, a maioria dos estudos regionais com base em funções do receptor eram de chamadas estações de banda larga (*broadband*). Estas estações são caracterizadas por registrarem frequências de muito baixas a altas, normalmente de 120s a 50Hz. Com efeito, a conversão das ondas P para S, possui um conteúdo de frequência baixo, especialmente quando a conversão se dá em interfaces mais profundas. O que faz com que a deconvolução dos dados no domínio da frequência seja de melhor qualidade.

Nos últimos 20 anos o número de sismógrafos de banda larga implantados no globo aumentou fortemente. Estas estações são normalmente instaladas por longos períodos de tempo, fornecendo conjunto de dados volumosos e de boa qualidade. O grande volume de dados propicia melhor cobertura azimutal e resultados mais representativos do ponto de vista estatístico.

No entanto, o alto custo desses instrumentos e os detalhes para a instalação dessas estações limitam a utilização das estações de banda-larga. Por outro lado, as estações de período curto em redes permitem esse tipo de estudo de forma satisfatória sem os inconvenientes do manuseio das estações de banda-larga. Nos últimos anos, toda essa tendência se inverteu ao uso de redes densas de estações de período curto visando especificamente imagear a topografia da Moho, como expemplo o trabalho de Luz & Julia (2015). O LabLitos tem investido com sucesso na utilização de rede de período curto, a fim de aprimorar o imageamento crustal obtido por refração sísmica profunda.

3.4 Hk-Stacking

O *HK-Stacking* (Zhu & Kanamori, 2000) é um software de inversão que realiza inspeção em malha no banco de dados de função do receptor, anteriormente obtidos, e fornece estimativa da espessura média da crosta em função da razão V_p/V_s .

Como parâmetros de entrada é necessário informar a velocidade média da onda P na crosta e os pesos (w_i) atribuídos às fases Ps, PpPms (1ª múltipla) e PpSms + PsPms (2ª múltipla). O somatório dos pesos deve ser igual a 1 ($\sum w_i = 1$).

É realizada leitura dos traços de função do receptor e obtido um valor para a função $s(h, V_p/V_s)$ segundo relação a seguir:

$$s\left(h, \frac{V_P}{V_S}\right) = w_1 \cdot r(t_1) + w_2 \cdot r(t_2) - w_3 \cdot r(t_3)$$

Equação 14

onde a função do receptor (componente radial) é representada por $r(t_j)$, $j= 1,2,3$ e os pesos das fases S por w_j . (Zhu & Kanamori, 2000). O maior peso é dado para a fase Ps, que normalmente é mais clara e de maior amplitude. Os valores utilizados no processamento foram Ps = 0.7, PpPms = 0.2 e PpSms + PsPms = 0.1. O valor da velocidade média da crosta (V_p) foi definido estação a estação com os resultados obtidos pelo modelo de refração sísmica profunda (Bernardes, 2015).

A estimativa das incertezas associadas a cada um dos parâmetros obtidos pelo *HK-Stacking* é feita pelo método *bootstrap* (Efron & Tibshirani, 1991). A partir do conjunto original

de funções do receptor o programa gera subconjuntos contendo traços sorteados aleatoriamente com reposição. O método *HK-Stacking* é repetido para cada subconjunto, resultando em um conjunto de parâmetros H e Vp/Vs (Bianchi, 2008). Os resultados para as estações foram obtidos considerando 500 iterações.

As principais vantagens do método são a estimativa de incertezas, a grande quantidade de formas de onda que podem ser coerentemente processadas, a desnecessária marcação de fases e o empilhamento de funções do receptor de diferentes distâncias epicentrais e azimutes (Zhu & Kanamori, 2000).

3.5 Dados e Resultados

O tratamento dos dados foi realizado por etapas. A primeira etapa foi o pré-processamento dos dados brutos e sua conversão para o formato do software SAC (*Seismic Analysis Code*), disponível para os membros do IRIS (*Incorporated Research Institutions Seismology*).

Posteriormente, foi gerada uma lista com os eventos a serem utilizados com o *software* S.O.D (*Standing Order for Data*) disponível gratuitamente em <http://www.seis.sc.edu/SOD/>. Os parâmetros de busca de eventos foram: distância epicentral entre 30° e 90°, magnitude superior ou igual a 5.0.

Com o pacote Rftn.Codes (The Receiver-Function Analysis Computer Programs), disponível em <http://eqseis.geosc.psu.edu/~cammon/HTML/RftnDocs/thecodes01.html> (Ammon, 1997), foi realizada a equalização dos dados. As funções equalizadas radiais (funções do receptor) foram analisadas primeiramente de forma visual, e selecionadas as que tinham melhor razão sinal/ruído.

Para cada estação foi realizado empilhamento dos dados com parâmetro de raio próximos, a fim de obter um traço final de melhor definição por estação. Foi realizado o *HK-staking*, utilizando valores de Vp média da crosta obtidas através do método de refração sísmica profunda (Bernardes, 2015) para cada estação. Os valores de Vp são menores do que seria esperado levando em consideração o valor definido por Christensen & Mooney (1995) para a crosta continental, que seria 6,45 km/s, porém os valores obtidos para o perfil PABBRISE está entre 6,1 e 6,3, sendo o valor mais comum 6,2 km/s ao longo da transecta.

As figuras 12 a 50 apresentam um resumo do processamento de dados de função do receptor por estação. Mostram os traços radiais e transversais para cada estação plotados em função do parâmetro de raio (s/km), o resultado do *HK-Stacking* com seus valores de espessura

e V_p/V_s , os traços radial e transversal resultados do empilhamento dos traços com parâmetro de raio próximos, e a localização dos eventos. A Tabela 1 mostra as coordenadas das estações, os seus valores de espessura, V_p/V_s , número de traços utilizados e ambiente geológico. A Figura 53 mostra perfil de traços empilhados de função do receptor plotados ao longo d transecta PABBRISE. Na Figura 51 são mostrados os valores de espessura e profundidade obtidos para as estações em Ilhabela e as da costa (PESM e FSMAR). A Figura 52 mostra modelo gerado com os valores de espessura e V_p/V_s obtidos por função do receptor.

O Anexo 1 apresenta tabelas com informações de latitude, longitude, magnitude, profundidade, data e hora (GMT) dos eventos utilizados para cada estação.

Tabela 1. Resultados de espessura (H) e razão Vp/Vs para as estações triaxiais com seus respectivos desvios padrões. N é o número de traços (eventos) utilizados no processamento para cada estação.

Estação	H (km)	Desvio Padrão	VP/VS	Desvio Padrão	Ambiente Geológico
PBS000	41,5	1,3	1,82	0,07	B. Paraná
PBS010	42,1	1,9	1,76	0,03	B. Paraná
PBS020	41,8	1,2	1,78	0,09	B. Paraná
PBS030	43,6	1,7	1,72	0,03	B. Paraná
PBS050	42,1	1,6	1,76	0,03	B. Paraná
PBS060	40,9	2,5	1,79	0,04	B. Paraná
PBS070	42,8	1,1	1,72	0,02	B. Paraná
PBS080	41,3	1,8	1,77	0,04	B. Paraná
PBS090	42,3	1,5	1,76	0,03	B. Paraná
PBS100	41,6	2	1,73	0,03	B. Paraná
PBS110	43,3	1,2	1,73	0,02	B. Paraná
PBS120	41,9	0,5	1,77	0,01	B. Paraná
PBS130	43,2	1,5	1,73	0,07	B. Paraná
PBS150	43,0	1,4	1,76	0,06	B. Paraná
PBS160*	40,56	---	1,76	---	B. Paraná
PBS180	39,4	0,9	1,73	0,02	B. Paraná
PBS190	40,3	1,3	1,75	0,02	B. Paraná
PBS200	40,2	1,4	1,74	0,03	B. Paraná
PBS210	37,6	1,9	1,75	0,03	B. Paraná
PBS220	37,6	1,3	1,78	0,05	B. Paraná
PBS230	37,9	1,8	1,76	0,04	B. Paraná
PBS240	39,2	1,6	1,76	0,03	B. Paraná
PBS250	40,4	1,4	1,79	0,03	N. Socorro
PBS260	40,7	1,7	1,78	0,04	N. Socorro
PBS270	34,5	2,2	1,73	0,05	N. Socorro
PBS280	35,2	1,3	1,69	0,09	N. Socorro
PBS290	32,4	1,8	1,78	0,05	N. Socorro
PBS300	30,6	1,5	1,83	0,10	F. Ribeira
PBS310	32,8	2	1,76	0,05	B. Taubaté
PBS320	30,6	1	1,8	0,04	F. Ribeira
PBS330*	31,95	---	1,88	---	F. Ribeira
PBS340	32,7	3,3	1,73	0,22	F. Ribeira
FSMAR	31,9	1,6	1,73	0,07	F. Ribeira
PESM	31,5	1,2	1,78	0,05	F. Ribeira
IBEL1	33,2	1,7	1,73	0,14	F. Ribeira
IBEL2	32,5	2	1,86	0,07	F. Ribeira
IBEL3	35,2	0,4	1,84	0,03	F. Ribeira
IBEL4	35,6	1,4	1,74	0,09	F. Ribeira

(*) Estação PBS330 e PBS160 possui quantidade pouco significativa de dados para realizar o HK-stacking. Assim foi calculado o valor de espessura com base na fase Ps, de modo que a Vp/Vs escolhida é a das estações circunvizinhas e a Vp foi obtida pela refração sísmica.

A Figura 12 foi gerada com traços (com parâmetros de raio próximos a 0,07 s/km) empilhados e dispostos em função da distância ao longo do perfil PABBRISE. Em 0 segundos encontra-se alinhamento da fase P dos traços. Com aproximadamente 1 segundo há um alinhamento de fases impulsivas (realçado com tracejado laranja) que corresponde a fase da Bacia, resultante do contraste de impedância sedimentos – embasamento, que de acordo com Bernardes (2015) possuem valores de onda P próximos de 3,9 km/s na bacia e 6,08 km/s no embasamento. Logo abaixo desta, há outro alinhamento de fases (tracejado azul marinho), que corresponde a fase múltipla da bacia. Observa-se que entre os km 100 a 200 esta fase é mais emergente, mostrando menor contraste de impedância que nas outras porções da bacia, sugerindo menor contraste bacia-embasamento e/ou até intrusões de basaltos na base da bacia neste porção.

A fase Ps (Moho) encontra-se a aproximadamente 5 segundos a NW e 4 ao final do perfil em SE. Está realçada por círculos vermelhos e mostra variação em tempo de 1 segundo aos 580 km do perfil, que corresponde em profundidade 6,2 km.

Os círculos verdes realçam alinhamento de fases que representa descontinuidade bem definida. Os tracejados roxos realçam alinhamentos de fases que podem corresponder a descontinuidades na crosta e no manto.

Por meio de uma análise qualitativa sobre os traços, pode-se dizer que são de boa qualidade, embora tenha em algumas regiões com maior conteúdo de alta frequência. As regiões com onde se encontra esse conteúdo de alta frequência encontra-se entre 280 e 400 km e, entre 670 e 700 km no perfil. Nas outras regiões os traços são mais limpos, principalmente entre 400 e 680 km podendo sugerir diferenças de características físicas da crosta sob a região.

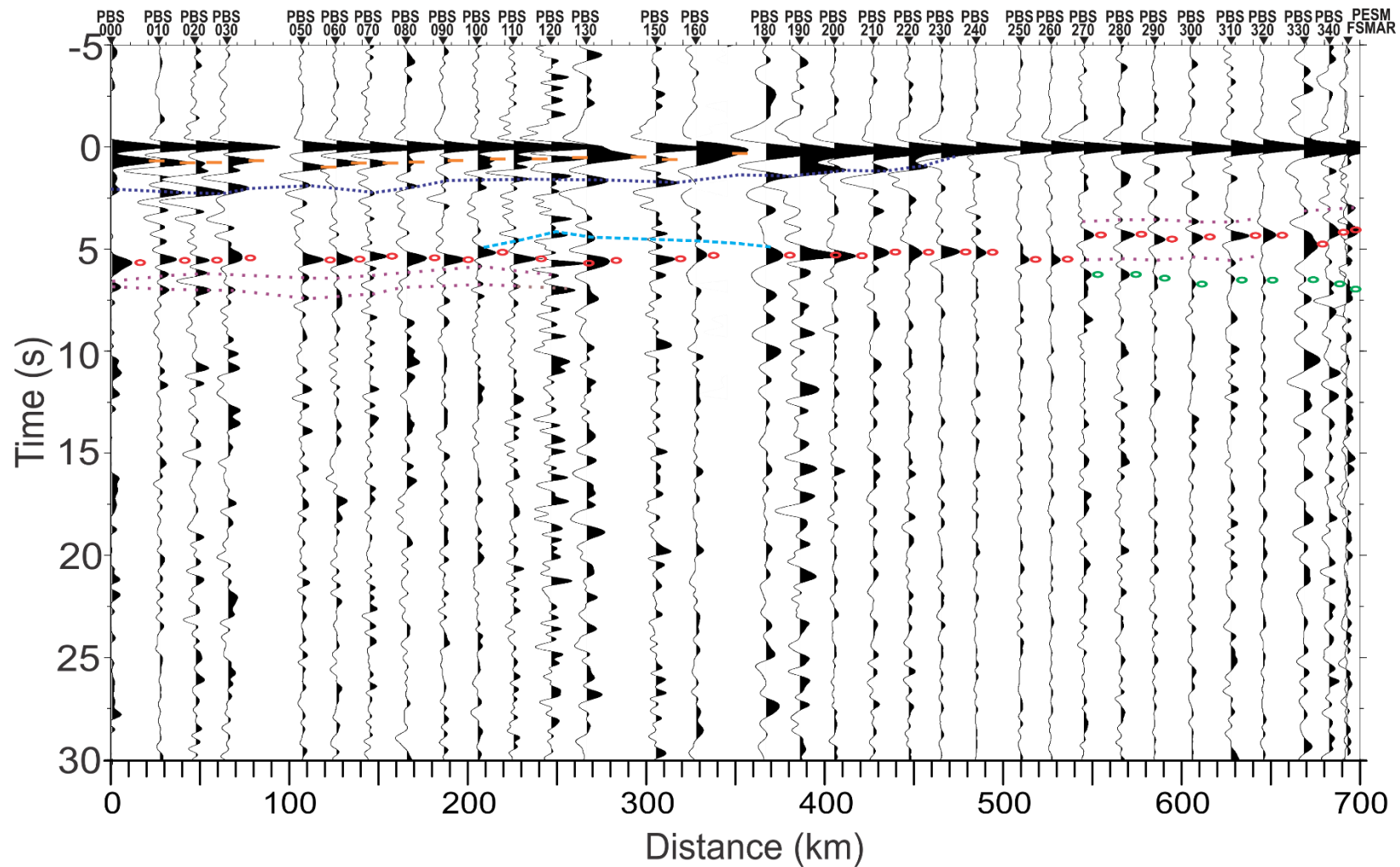


Figura 12. Perfil de traços de função do receptor (radial) empilhados. Alinhamento em 0 segundos corresponde a fase P. Tracejado laranja representa fase da Bacia do Paraná, tracejado azul marinho é o alinhamento de fases múltiplas da Bacia. Círculos vermelhos correspondem a fase Ps (Moho). Círculos verdes correspondem a alinhamento de fases bem definidas abaixo da Moho e, tracejados em roxo correspondem a alinhamentos de possíveis discontinuidades existentes na crosta e manto. Tracejado azul claro corresponde a *underplating* também detectado por Bernardes (2015).

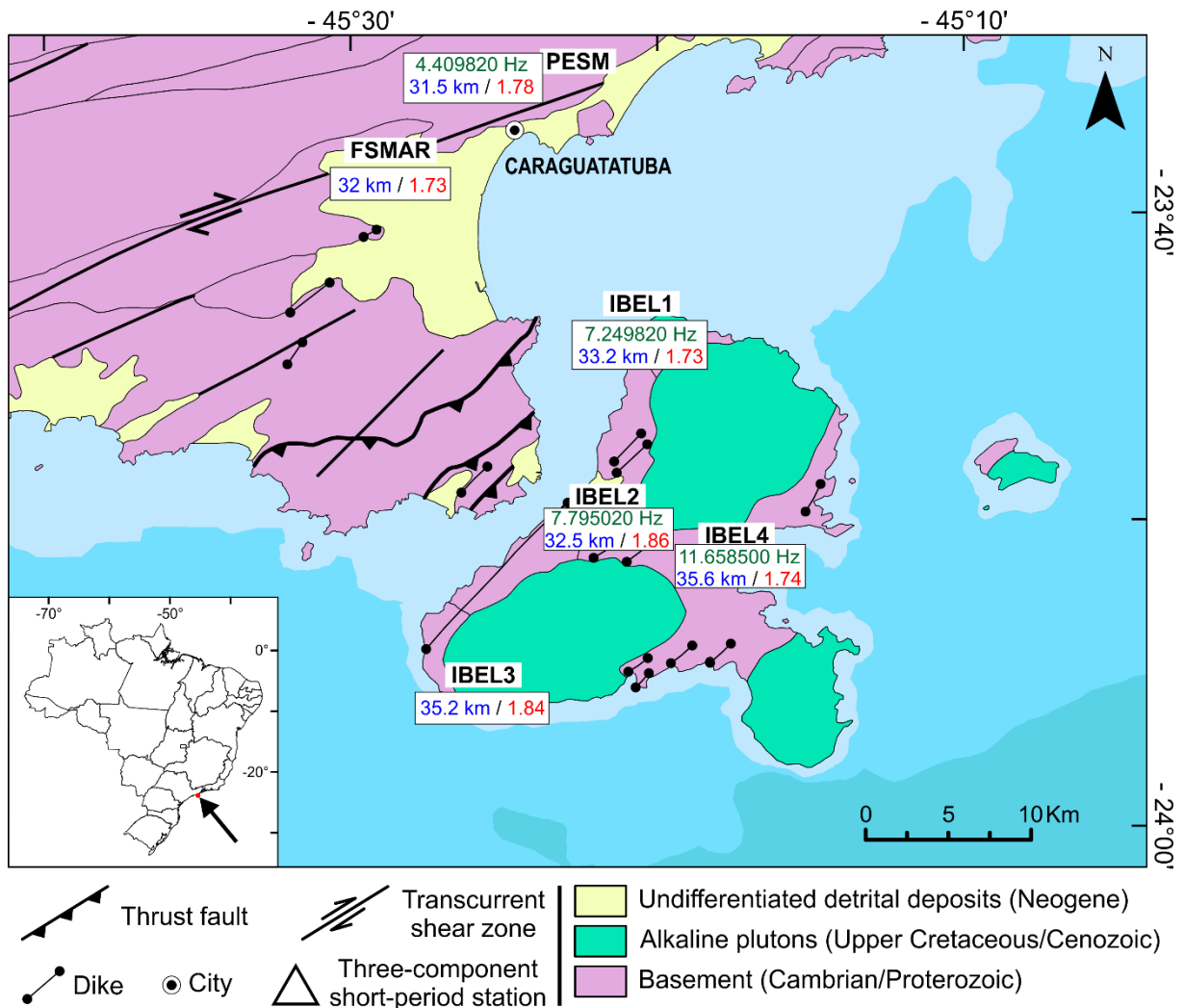


Figura 13. Mapa geológico simplificado da região costeira de Caraguatatuba – SP e da Ilha de São Sebastião -SP. Em azul está representada a espessura crustal e em vermelho os valores de Vp/Vs sob cada estação.

A localização das quatro estações na ilha de São Sebastião está mostrada na Figura 13. Para o cálculo de espessuras e Vp/Vs foi utilizada Vp média de 6,5 km/s por similaridade de contexto geológico com a Ross Island (Finotello, et al., 2011). A espessura média da crosta é 34,15 km, variando de 32,5 km na estação IBEL2 e, tendo seu maior valor em IBEL4 (35,4 km). As estações da região costeira de Caraguatatuba –SP possuem espessura de 32 km e 31,5 km, para FSMAR e PESM, respectivamente, e média de 31,75 km. Diferença de menos de 1 km de espessura para a ilha (~750 m).

A Vp/Vs das estações da ilha possui média de 1,79, porém a distribuição desses valores varia de 1,73 e 1,74 nas estações IBEL1 e IBEL4, a 1,84 e 1,86 em IBEL3 e IBEL2, respectivamente, não apresentando relação com a variação de espessura nas mesmas estações. As estações da costa apresentam valores de 1,73 e 1,78 para FSMAR e PESM, de modo que

o valor da estação PESM apresenta o mesmo valor que a média para os últimos 175 km da transecta apresenta V_p/V_s média.

Através das figuras 20 a 56 é possível observar que houve uma limitação de volume de eventos utilizados, sendo a maioria provenientes dos andes, da América Central, e das Ilhas Sandwich. Os traços de função do receptor para todas as quatro estações são ruidosos, mas possuem a fase Ps bem definida, como pode se observar no empilhamento dos traços, que foi realizado para estas quatro estações com parâmetro de raio próximos a 0,08 s/km. Em IBEL1 o Hkstacking mostra dois possíveis valores correspondentes de espessura e V_p/V_s , um com valor inferior a 32 km e V_p/V_s de 1,78 e o outro com 33,1 km e V_p/V_s de 1,73. O valor escolhido foi definido com base no cálculo realizado manualmente com o tempo da fase da Moho que dava valor próximo a 33 km. Os resultados de HK-Stacking para as outras três estações foram mais objetivos e de melhor qualidade, apesar de IBEL2 e IBEL3 terem menos eventos e, todas as estações (incluindo IBEL4) serem tão ruidosas quanto IBEL1.

Razão Espectral H/V

A terra apresenta sempre vibrações constantes com pequenas amplitudes, da ordem de 10^{-4} a 10^{-2} mm, que são chamadas de ruído sísmico, microtremores ou vibrações do ambiente.

Kanai et al. (1954), Aki (1957) e Akamatsu (1961) mostraram que o ruído sísmico possui informações importantes sobre as características do solo e suas respostas durante um terremoto.

Os estudos já realizados na área mostram que existem muitos tipos de ruídos, mas é possível classificá-los em ruídos de fontes naturais ou de fontes antrópicas. Gutenberg listou diferentes tipos de fontes de acordo com a frequência do ruído e, posteriormente outros autores como Asten (1978) e Asten & Henstridge (1984) concluíram o mesmo.

Gutenberg (1958) e Asten (1978) sugerem que as frequências abaixo de 0,5 Hz possuem fontes naturais (meteorológicas, oceano). Dessa forma, ruídos sísmicos de baixa frequência são estáveis, com alta coerência e consistem sobretudo de ondas superficiais. Entre 0,5 e 1,0 Hz de frequência, as fontes são naturais (condições meteorológicas locais), e o ruído é menos estável que o caso anterior e a quantidade de ondas superficiais é variável. Já as frequências maiores que 1 Hz possuem fontes essencialmente antrópicas de acordo com o SESAME, e, havendo uma grande quantidade de fontes antrópicas possíveis, os ruídos de alta frequência são instáveis tanto em questão de amplitude quanto em ondas de corpo e superfície.

Há uma convergência de opinião entre os autores de que o ruído sísmico com frequência inferior a 1 Hz é constituído de ondas Rayleigh, enquanto o ruído com frequência superior ainda não se tem uma definição ainda quanto a origem, mas acredita-se que possam ser constituídas de uma mistura de ondas Rayleigh e ondas P (Li et al., 1984; Horike, 1985; Yamanaka et al., 1994)

Nogoshi e Igarashi (1971) foram os primeiros a proporem a aquisição dos dados de ruído sísmico com uma única estação e, posteriormente o método ficou conhecido como “método da razão espectral horizontal versus a vertical” e difundido por Nakamura (1989), que consiste na normalização dos espectros de amplitude gravados nas componentes horizontais e na vertical. A partir da década de 80 o método foi cada vez mais utilizado e, após a primeira aplicação da técnica em uma região com sedimentos pouco consolidados sob um embasamento duro, outros autores mostraram que o método informa sobre a frequência fundamental de ressonância (fr) do local de registro.

4.1. Teoria

Nogoshi e Igarashi (1971) sugeriram uma normalização do espectro de amplitude horizontal através da vertical, com o objetivo de minimizar os eventuais efeitos em função da fonte. O método, que avalia a curva H/V, consiste primeiramente em unir as duas componentes horizontais X_c e Y_c para se obter uma única componente horizontal H_c , posteriormente a razão entre essa componente horizontal e a vertical é realizada. O módulo do espectro combinado H_c pode ser obtido tanto por média geométrica (Equação 16) quanto pela média quadrática (Equação 17).

$$H_c(f) = \sqrt{X_c(f) \cdot Y_c(f)} \quad \text{Equação 15}$$

$$H_c(f) = \frac{\sqrt{[X_c^2(f) + Y_c^2(f)]}}{2} \quad \text{Equação 16}$$

O método ficou popular apenas após Nakamura (1989) revisou e reivindicou sua interpretação teórica. Mesmo contra várias indicações existentes sobre a natureza do ruído e sob algumas suposições semi-teóricas, ele propôs que a curva de H / V é capaz de fornecer exatamente a função de transferência de ondas S do local. Sua interpretação se baseava em três fortes pressupostos que (Kudo, 1995 e Bard, 1999) não consideraram nem apropriado e nem realista. Dessa forma, sua revisão propunha uma nova explicação, em que considerava o ruído composto tanto por ondas de corpo (b) e de superfície (s). Então ele expressou as partes do espectro de ruído vertical (S^{NV}) e horizontal (S^{NH}) pelas equações 18 e 19.

$$S^{NH}(fr) = S_bH(fr) + S_sH(fr) = H_t(fr) \cdot B^H(fr) + S_s^H(fr) \quad \text{Equação 17}$$

$$S^{NV}(fr) = S_bV(fr) + S_sV(fr) = V_t(fr) \cdot B^V(fr) + S_s^V(fr) \quad \text{Equação 18}$$

Onde (H) e (V) são as componentes horizontal e vertical, respectivamente; $H_t(f)$ e $V_t(f)$ representam a transferência de função “verdadeira” (“true”) para as componentes horizontal e vertical; $B^H(f)$, $B^V(f)$, $S_s^H(f)$ e $S_s^V(f)$ são os espectros das ondas de corpo e de superfície para as componentes horizontal e vertical (Bard, 1999)

Dessa forma pode-se escrever a razão H/V como:

$$\frac{H}{V} = \frac{S^{NH}(fr)}{S^{NV}(fr)} \quad \text{Equação 19}$$

De modo que

$$A^{NHV} = [H_t \cdot A_r^{NHV} + \beta \cdot A_s] / [V_t + \beta] \quad \text{Equação 20}$$

Onde A_r^{NHV} é a razão H/V do ruído da rocha de referencia, β é a proporção relativa de ondas de

superfície no ruído – medido na componente vertical- $[S_s^V(fr) / B^V(fr)]$, e A_s representa a razão $[S_s^H(fr) / S_s^V(fr)]$ apenas para as ondas de superfície.

Seguindo essa linha de raciocínio, a frequência fundamental de ressonância (fr), $A^{NHV}(fr)$ corresponde a função de transferência do local $H_i(fr)$ apenas se: a componente vertical não está amplificada em (fr); a proporção da razão H/V na rocha é igual a 1 em (fr); em casos de alto contraste de impedância, β é muito menor do que 1 em (fr) pois nesse caso S_s^V desaparece em torno de (fr). Observa-se a ligação entre a curva H/V e a elipticidade das ondas Rayleigh através dessas condições. Finn (1991) tentou explicar essa relação entre as curvas e as ondas Rayleigh. A primeira hipótese assume que o campo de ruído é dominado por ondas Rayleigh e que há uma camada não-consolidada sob um semi-espaço e, há quatro componentes de movimento do solo envolvidos: componentes de movimento horizontal e vertical no semi-espaço, e componentes de movimento horizontal e vertical na superfície.

Partindo do princípio de que as fontes são muito locais e não vão afetar o movimento do microtremor na base da camada de solo [Lermo e Chavez-Garcia, 1994], o efeito da amplitude da fonte, E_s , pode ser estimado pela equação 22.

$$E_s = \frac{A_s^V}{A_B^V} \quad \text{Equação 21}$$

onde A_s^V é o espectro da amplitude da componente vertical do movimento na superfície e A_B^V é na semi-espaço. Além disso, assumindo que uma estimativa para o efeito local é dada pela Equação 23.

$$S_E = \frac{A_s^H}{A_B^H} \quad \text{Equação 22}$$

Onde A_s^H é o espectro de amplitude para a componente horizontal de movimento na superfície e A_B^H para o semi-espaço, então o termo E_s pode ser usado para compensar S_E por causa do efeito da fonte. E a função modificada do efeito do local, S_M é definida como:

$$S_M = \frac{S_E}{E_s} = \frac{\frac{A_s^H}{A_s^V}}{\frac{A_B^H}{A_B^V}} \quad \text{Equação 23}$$

Portanto, assumindo que a razão A_B^H / A_B^V pode ser considerada única para todas as frequências de interesse que foi experimentalmente verificado por Nakamura (1989) usando

medições de microtremores em profundidade em um poço, a função do efeito local modificado, S_M , pode ser expressa por

$$S_M \cong \frac{A_S^H}{A_S^V} \quad \text{Equação 24}$$

Considerando as premissas anteriores temos

$$S_M \cong \frac{A_S^H}{A_S^V} \cong S_E \cong \frac{A_S^H}{A_B^H} \quad \text{Equação 25}$$

Dessa forma, se $A_S^V / A_B^V = 1$, S_M pode ser considerada uma estimativa razoável da função de amplificação. Sabe-se que a frequência fundamental de pacotes de solo (fr) está relacionada com a espessura de solo, H_s , e a velocidade média da onda S dentro dos pacotes sedimentares, V_s . Pode fazer essa relação pela expressão:

$$f_0 = \frac{\bar{v}_s}{4H_s} \quad \text{Equação 26}$$

4.3. Dados e Processamento

Neste trabalho foi calculada a frequência de vibração ao longo do perfil PABBRISE com o objetivo de determinar variações regionais sob o perfil, como heterogeneidades (rasas) no interior da bacia e a passagem bacia-embasamento.

Primeiramente, os dados brutos em formato RefTek (rt) foram convertidos para mseed a fim de ser utilizado no software de processamento Geopsy. Esses dados possuem 60 segundos de gravação cada e amostragem de 100 sps (amostras por segundo).

O cálculo da razão espectral H/V foi realizado seguindo as fases descritas a seguir:

- 1) Importar o sinal de ruído sísmico dos três componentes, em formato mseed;
- 2) Selecionar o tempo considerado para a escolha de janelas estáveis. Neste trabalho foi selecionado o período das 3 horas da manhã.
- 3) Verificar se os parâmetros para as janelas temporais estão adequados.
- 4) Realizar o cálculo da curva H/V, utilizando os parâmetros previamente definidos, e guardar os resultados.

Neste trabalho, para o cálculo da razão H/V foi utilizado o programa GEOPSY, baseado no algoritmo J-SESAME produzido pelo consórcio SESAME (Bard, 2004). Esse pacote de programas permite aplicar diferentes técnicas de tratamento de sinal sísmico, entre elas a análise H/V e tem uma interface gráfica orientada para o utilizador.

4.3.1. Parâmetros

4.3.1.1. Seleção das janelas de tempo

A primeira janela de tempo a ser selecionada é a de tempo global, ou seja, a porção do sinal que será processado. Dessa forma, para todos os dados foram selecionados 60 segundos de sinal no horário das 3 horas da manhã. De maneira a minimizar os ruídos antrópicos e culturais.

Posteriormente se define a janela de tempo de acordo com a faixa de frequência natural desejada. O menor valor de frequência é definido pela razão $\frac{10}{lw}$ (lw é o tamanho de janela). Já a frequência máxima obtida é definida pela frequência de Nyquist, ou seja, será a taxa de amostragem dividido por 2, sendo que acima desse valor não há dado disponível.

Para todos os dados foram definidos 60 segundos de janela, de modo que, a frequência mínima obtida será de aproximadamente 0,17 Hz (resultado de $10/60$), e como a amostragem dos dados é de 100 amostras por segundo, a maior frequência passível de ser obtida é de 50 Hz.

4.3.1.2. Suavização (Smoothing)

Durante o cálculo da razão H/V, o espectro de Fourier pode ser suavizado (o que é altamente recomendável) para deixar mais claro o aspecto global das curvas. Para este cálculo, o espectro de Fourier das componentes horizontais (NS e EW) são primeiramente combinados e então a suavização é aplicada no espectro de Fourier da combinação das componentes horizontais e no espectro Fourier da vertical.

Há três métodos de suavização disponíveis no software GEOPSY: Konno & Omachi, Constante, Proporcional e, há a opção de não se utilizar nenhum. Foi utilizado o método de Konno & Omachi, que, utiliza uma largura de banda constante numa escala logarítmica. Essa suavização é controlada por uma constante de suavização, que pode variar entre 0 e 100. A constante em 0 produz alta suavização, enquanto em 100 gera suavização pequena. Nos dados desse trabalho foi utilizado a constante de suavização Konno & Omachi de 20.

4.3.1.3. Taper

A função *taper* é utilizada para minimizar os efeitos de borda devido a extração de uma janela a fim de melhorar as suas propriedades no domínio de frequência. O uso do *taper* é recomendável para evitar a criação de frequências espúrias. Foi definido o valor de 5% de *taper* cosseinodal (cosine taper) para todos os dados.

4.3.1.4. Filtro

O filtro é uma ferramenta básica no processamento dos sinais. Usado para remover componentes de frequência que sabe-se ser artificial ou errôneo antes de se processar os dados. Há quatro tipos de filtro: i) passa-baixa, filtram as frequências acima de um dado valor; ii) passa alta, filtram as frequências abaixo de um determinado valor; iii) passa-banda, filtram as frequências fora de intervalo de frequência; iv) rejeita-banda, filtra as frequências dentro de um intervalo de frequência. No processamento dos dados foi utilizado o filtro passa-banda de 0.08 Hz a 20 Hz, *Butterworth* de ordem 4.

4.3.1.5. Combinação das componentes horizontais

O espectro H da razão espectral H/V é obtido combinando as componentes N-S e E-W do sinal. Três diferentes tipos de combinação são possíveis: média quadrática, energia total horizontal e energia direcional.

Nesse trabalho foi utilizado o método da média quadrática. Nesse método, o espectro horizontal é computado, em cada janela, como uma combinação das componentes N-S e E-W utilizando a fórmula (equação 28 ou 17):

$$H(f) = \sqrt{\frac{N^2(f) + E^2(f)}{2}}$$

Equação 27

4.3.1.6. Amostra ruim (*Bad sample*)

Esse conceito é utilizado por dois motivos: o primeiro é eliminar as partes “grampeadas” (clipped) dos registros (o que implica numa distorção do espectro) e, introduzir alguma tolerância nos critérios de seleção de janela.

Amostra ruim então é uma amostra com amplitudes muito altas (acima de um dado limiar) ou, uma amostra que está fora do intervalo STA/LTA.

O número máximo de amostras ruins que serão toleradas dentro das janelas durante a seleção será o mínimo possível. No caso desse processamento foi utilizado 0,0 segundos. O valor de Limite de Amostra Ruim (*Bad sample Threshold*) foi de 99%, dessa forma todas as partes “grampeadas” (clipped) do registro são eliminadas.

4.3.1.7. Anti-disparo

O objetivo do anti-disparo é manter as partes do ambiente de vibrações o mais estacionário possível e evitar transientes. Há dois tipos de anti-disparo que podem ser aplicados no sinal, ambos baseados na detecção STA/LTA.

O primeiro é o anti-disparo no sinal bruto, de forma que é aplicado em amostra por amostra ao longo de todo o sinal. O segundo é o anti-disparo no sinal filtrado, de forma que o sinal é primeiramente filtrado usando os parâmetros pré-estabelecidos e, então o anti-disparo é aplicado amostra por amostra ao longo do sinal, utilizando a razão STA/LTA. No processamento foram utilizados ambos anti-disparo, desse modo, apenas as amostras que preenchem os critérios dos dois métodos são consideradas parte do sinal “quase-estacionário”.

4.3.1.8. STA/LTA

O algoritmo anti-disparo STA/LTA (*Short Time Average over Long Time Average*) tem sido destinado para rejeitar transientes de registros de vibração ambiente. Esse algoritmo é baseado na comparação da amplitude média de janela de curta duração com a média de janela de longa duração dos sinais ativos. Esse mostra os valores típicos de STA/LTA para decidir os limites apropriados do algoritmo anti-disparo.

O objetivo desse algoritmo é selecionar as partes do sinal em que a amplitude é quase estacionária, isto é, onde a razão STA/LTA fique em um intervalo limitado de valores próximos de 1. Os tamanhos das janelas de STA e LTA utilizados no processamento foram respectivamente 1 s e 3 s. A razão mínima STA/LTA foi de 0,20 s e a máxima foi 2,5 s.

4.4. Critérios de qualidade dos dados

Antes de qualquer extração de informação e interpretação, é necessário primeiramente, verificar a confiabilidade da curva H/V. Confiabilidade implica estabilidade, é uma maneira de se ter certeza que os resultados obtidos seriam os mesmos se fossem obtidos em outro momento e/ou lugar com os mesmos parâmetros e em local igual.

Após o processamento no Geopsy, foram realizados os testes de confiabilidade para os resultados de cada estação, tanto para a curva H/V quanto para o pico de frequência H/V. De acordo com SESAME (2004), para uma curva ser válida ela deve preencher os três seguintes critérios:

$$i) f_0 > 10/lw \quad e, \quad \text{Equação 28}$$

$$ii) nc(f_0) > 200 \quad e, \quad \text{Equação 29}$$

$$iii) \sigma_A(f) < 2 \text{ para } 0.5f_0 < f < 2f_0, \text{ se } f_0 > 0.5Hz \text{ ou} \quad \text{Equação 30}$$

$$\sigma_A(f) < 3 \text{ para } 0.5f_0 < f < 2f_0, \text{ se } f_0 < 0.5Hz \text{ ou} \quad \text{Equação 31}$$

Após o teste das curvas H/V foi realizado teste para os picos de frequência H/V, de modo que o pico deve preencher no mínimo 5 dos 6 critérios seguintes:

$$i) \exists f- \in [f_0/4, f_0] | A_{H/V}(f-) < A_0/2 \quad \text{Equação 32}$$

$$ii) \exists f+ \in [f_0, 4f_0] | A_{H/V}(f+) < A_0/2 \quad \text{Equação 33}$$

$$iii) A_0 > 2 \quad \text{Equação 34}$$

$$iv) f_{peak}[A_{H/V}(f)\sigma_A(f)] = f_0 \pm 0.5 \quad \text{Equação 35}$$

$$v) \sigma_f < \varepsilon(f_0) \quad \text{Equação 36}$$

$$vi) \sigma_A(f_0) < \theta(f_0) \quad \text{Equação 37}$$

Onde,

lw = comprimento da janela;

nw = número de janelas selecionadas para a curva média H/V;

f0 = pico de frequência H/V;

nc = lw . nw. f0 = número de ciclos significantes;

f = frequência atual;

fsensor = frequência de corte do sensor;

σ_f = desvio padrão do pico de frequência H/V ($f_0 \pm \sigma_f$);

$\varepsilon(f_0)$ = valor de limiar para a condição de estabilidade $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$;

A0 = pico de amplitude H/V na frequência f0;

AH/V (f) = amplitude da curva H/V na frequência f;

f- = frequência entre f0/4 e f0 para cada AH/V(f-) < A0/2;

f+ = frequência entre f0 e 4f0 para cada AH/V(f+) < A0/2;

$\sigma_A(f)$ = "desvio padrão" de AH/V (f), $\sigma_A(f)$ é o fator pelo qual a curva média AH/V(f) deve ser multiplicado ou dividido;

$\sigma_{\log H/V}(f)$ = desvio padrão da curva $\log AH/V(f)$, $\sigma_{\log H/V}(f)$ é um valor absoluto o qual deve ser adicionado ou subtraído da curva média $\log AH/V(f)$;

$\theta(f_0)$ = valor de limiar para a condição de estabilidade $\sigma A(f) < \theta(f_0)$;

$V_{s,av}$ = velocidade média das ondas S do total de depósitos;

$V_{s,surf}$ = velocidade de onda S da camada de superfície;

h = profundidade do embasamento;

h_{min} = estimativa limite inferior de h .

Os critérios de validade acima são testados/aplicados utilizando o programa *Noiseprogramme*. Os dados brutos foram transformados para ASCII multi-colunas e importados para o programa, que realiza a verificação automática das curvas e dos picos, de modo a facilitar a definição do pico que atende os critérios exigidos. (Pugli *et al.*, 2009).

4.5. RESULTADOS

Todas as curvas de razão espectral H/V foram testadas de acordo com os critérios de confiabilidade do SESAME, 2004 e em seguida os picos de frequência fundamental das curvas aprovadas foram submetidos ao mesmo teste. As curvas que não atenderam aos requisitos não estão incluídas nos resultados, do mesmo modo que as curvas que atendem aos requisitos, mas não possuem nenhum pico aprovado. Duas estações (PBS040 e PBS140) não funcionaram corretamente e, as curvas e/ou picos das estações PBS020, PBS030, PBS190, PBS330, FSMAR e IBEL3 não passaram nos testes de confiabilidade. Dessa forma foi possível obter 33 resultados de frequência fundamental ao longo da transecta PABBRISE e ilha de São Sebastião.

As curvas H/V com valores de frequência fundamental (f_0) com desvio padrão e amplitude (A_0) com envoltória mínima e máxima estão plotadas a seguir para cada uma das estações (figuras 57 a 89 em anexo). A Tabela 2 apresenta os valores de frequência fundamental para as estações da transecta PABRISE e a Tabela 3 para as estações de Ilhabela (Ilha de São Sebastião). Na figura 14 está o perfil ao longo da transecta PABRISE de frequências f_0 e na Figura 15 os valores plotados em Ilhabela e na costa.

A frequência fundamental na área de estudo está relacionada à resposta de superfície. É possível definir três domínios com médias diferentes no perfil PABBRISE (Figura 14, 15 e Tabela 1 e 2) e um em Ilhabela - SP. O primeiro domínio está entre o km 0 e o km100, com f_0 média de 5,73 Hz. Entre o km 100 e o km 500 pode-se definir outro domínio com frequência f_0 média de 3,32 Hz, tendo dois pontos, um em 265 km (PBS130) e o outro em 365km (PBS180), com valores de f_0 igual a 7,22 Hz e 12,42 Hz respectivamente. O último domínio

dentro da transecta possui valor de f_0 média de 4,3 Hz. Observa-se ainda que o *Graben* de Taubaté, representado pela estação PBS310, apresenta valor 1,4 Hz para f_0 e, de acordo com Carvalho *et al.* (2011) o pacote sedimentar não ultrapassa 200 metros de espessura em sua porção sudeste, local onde passa a transecta. Utilizando a relação $f_0 = \frac{V_s}{4H_s}$, a velocidade média de onda S para a Bacia de Taubaté nessa região (levando em conta a espessura de 200 metros) é 1,11 km/s.

Na Ilha de São Sebastião foram obtidos resultados para 3 estações (IBEL1, IBEL2 e IBEL4) como mostrado na Tabela 3 e na Figura 15. A média de f_0 para a ilha é de 7,79 Hz, variando de 7,24 Hz a 11,65 Hz.

Tabela 2. Tabela com valores obtidos pelo método de razão espectral H/V ao longo da transecta PABBRISE.

Estação	Distancia (km)	F0 (Hz)	Desvio padrão	f1 (Hz)	Desvio padrão	Elevação (m)	Domínio Geológico
PBS000	0,000	6,559370	0,329179			336	B. Paraná
PBS010	26,61800	4,900820	0,377745			401	B. Paraná
PBS050	106,612	8,021340	0,271667			498	B. Paraná
PBS060	125,608	4,674140	0,216759	11,24960	0,122670	453	B. Paraná
PBS070	144,375	1,925970	0,135841			489	B. Paraná
PBS080	165,191	3,471490	0,428612			464	B. Paraná
PBS090	185,951	3,407750	0,195910			460	B. Paraná
PBS100	204,965	4,181580	0,189204			416	B. Paraná
PBS110	225,078	2,531250	0,165192			464	B. Paraná
PBS120	246,267	2,478470	0,072198			485	B. Paraná
PBS130	266,096	7,220940	0,217421			460	B. Paraná
PBS150	305,079	2,561860	0,067039			565	B. Paraná
PBS160	327,481	4,413170	0,123594			566	B. Paraná
PBS170	345,149	1,449500	0,111697	3,587890	0,197458	536	B. Paraná
PBS180	366,629	12,42830	0,535760			536	B. Paraná
PBS200	404,964	2,453580	0,242417			780	B. Paraná
PBS210	426,961	4,004070	0,114539			661	B. Paraná
PBS220	446,909	3,249370	0,076109			669	B. Paraná
PBS230	464,934	3,524720	0,112584			610	B. Paraná
PBS240	484,519	2,679300	0,263510	9,755520	0,186731	634	B. Paraná
PBS250	509,393	5,187500	0,178548			666	N. Socorro
PBS260	526,610	5,169880	0,072050			941	N. Socorro
PBS270	545,106	3,180680	0,119846			822	N. Socorro
PBS280	565,699	4,750850	0,181334			842	N. Socorro
PBS290	584,513	2,683580	0,110796			870	N. Socorro
PBS300	605,614	3,916360	0,192929			705	F. Ribeira
BS310	627,536	1,383840	0,039228			563	B. Taubaté
PBS320	645,755	6,166060	0,200235			638	F. Ribeira
PBS340	682,602	4,185940	0,101535			748	F. Ribeira
PESM	692,974	4,409820	0,104572			60	F. Ribeira

Tabela 3. Tabela com os valores de razão espectral H/V para as estações de Ilhabela: IBEL1, IBEL2 e IBEL4.

Estação	Latitude	Longitude	Elevação (m)	f0 (Hz)	Desvio padrão
IBEL1	-23,739110°	-45,343280°	0,000000	7,249820	0,842653
IBEL2	-23,839820°	-45,360570°	229,000000	7,795020	0,251699
IBEL4	-23,860610°	-45,290130°	11,000000	11,658500	0,280742

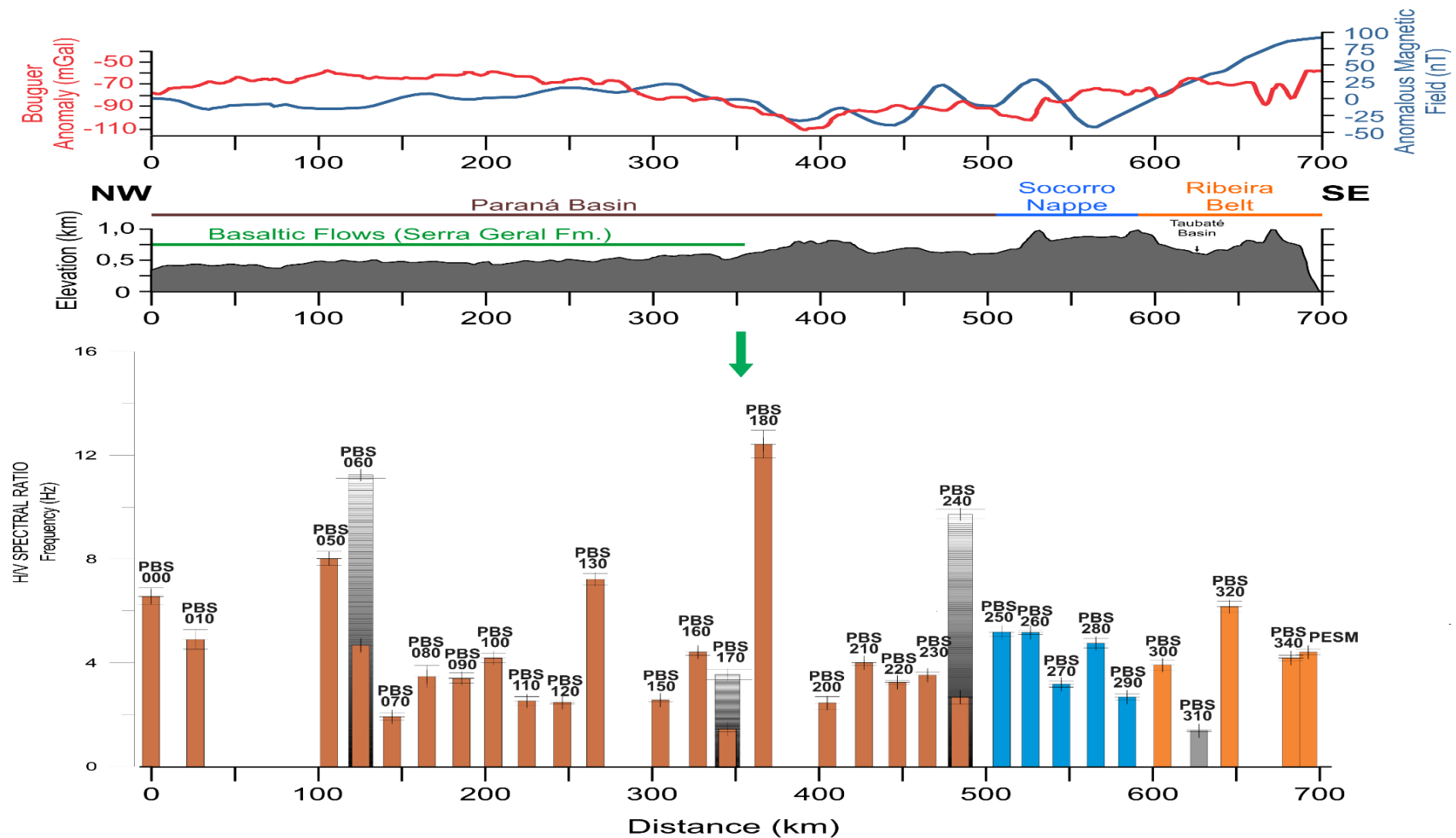


Figura 14. Resultados de razão espectral H/V (f_0) da transecta PABBRISE (diagrama inferior) acompanhado de topografia (ETOPO1 – Amante & Eakins, 2009) (diagrama intermediário), e anomalia Bouguer (WGM2012 – Bonvalot et al., 2012) e campo magnético anômalo - CMA (EMAG2 – Maus, 2009) (diagrama superior) obtidos a partir de sensores orbitais. Os limites geotectônicos em superfície estão indicados junto à topografia. As barras estão plotadas de acordo com a distância no perfil versus a frequência fundamental obtida (em Hz).

Discussões

Os resultados de função do receptor (FR) permitiram obter modelo de espessura e razão V_p/V_s médias para a crosta sob o perfil PABBRISE (Figura 16) e para a adjacente Ilha de São Sebastião. Apesar do volume limitado de dados os resultados de FR são consistentes e ganham força quando analisados de forma conjunta, na forma de perfil, como mostrado na Figura 12. Particularmente neste trabalho a análise dos dados de função do receptor foi realizada de forma integrada com os resultados de refração sísmica profunda (Bernardes, 2015). Quando invertidos, considerando as velocidades médias dos resultados de refração sísmica, as profundidades da Moho obtidas por função do receptor muito próximas às obtidas pela refração sísmica. O desvio padrão da diferença entre as espessuras da Moho obtidas por refração sísmica e função do receptor é de $\pm 1,33$ (Figuras 17). A comparação qualitativa dos resultados mostra que o método da refração (sísmica) suaviza a descontinuidade de Moho quando comparada com os resultados de função do receptor, representando (basicamente) uma média dos resultados de função do receptor (figuras 17 e 18).

Uma questão importante é que a validação da profundidade da Moho por método independente, valida também os resultados de razão V_p/V_s obtidos, uma vez que a profundidade e a razão V_p/V_s foram invertidos juntos utilizando o programa Hk-stacking (por estação sismográfica).

Sob o perfil PABBRISE, a crosta apresenta variações consideráveis na profundidade da Moho, apresentando tendência de afinamento em direção a costa com degraus bem definidos em 305 km e 525 km. Dessa forma, o modelo foi dividido em quatro domínios sísmicos distintos: (i) porção entre o km 0 e o km 305; (ii) entre o km 305 e o km 525; (iii) entre o km 525 e o km 700, e (iv) Ilha de São Sebastião.

Os resultados de razão V_p/V_s apresentam concordância relativa com esses domínios com valores de félsicos a intermediários para a primeira porção, de intermediários a máficos para o domínio central, máfico no extremo sudeste e máfico a ultramáfico na Ilha de São Sebastião (Figura 16).

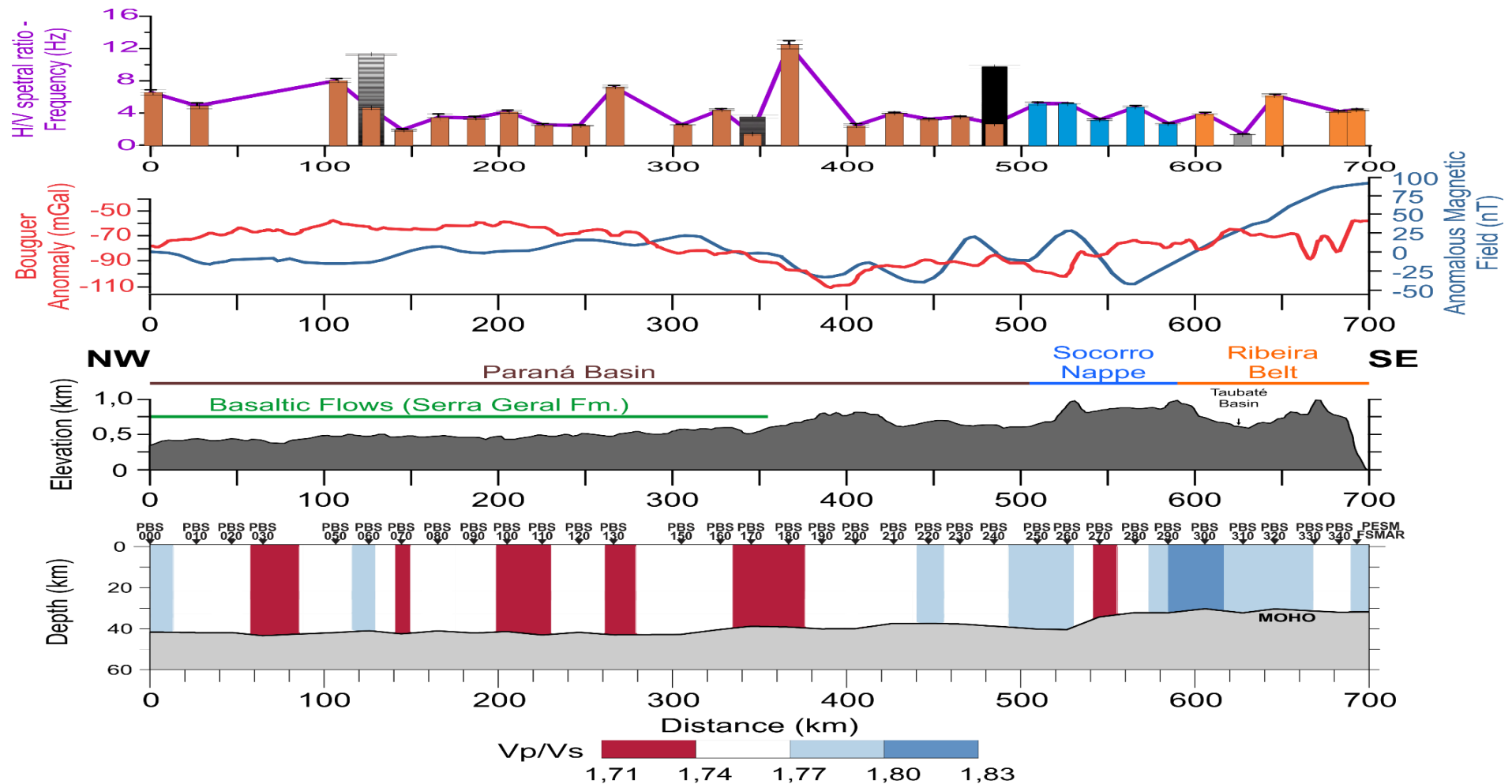


Figura 16. Modelo de espessuras e V_p/V_s obtidas por função do receptor para a transecta PABBRISE (diagrama inferior) acompanhado de topografia (ETOPO1 – Amante & Eakins, 2009) (diagrama intermediário), e anomalia Bouguer (WGM2012 – Bonvalot et al., 2012) e campo magnético anômalo - CMA (EMAG2 – Maus, 2009) (diagrama intermediário) obtidos a partir de sensores orbitais. Valores de frequência fundamental obtidas por razão H/V plotados em gráfico de barras (diagrama superior) Os valores de V_p/V_s estão classificados por cores: na cor vinho estão as porções da crosta com valores de V_p/V_s de 1,71 a 1,73; em branco, valores de 1,74 a 1,76; em azul claro, valores de 1,77 a 1,79 e; em azul escuro, os valores de 1,80 a 1,83.

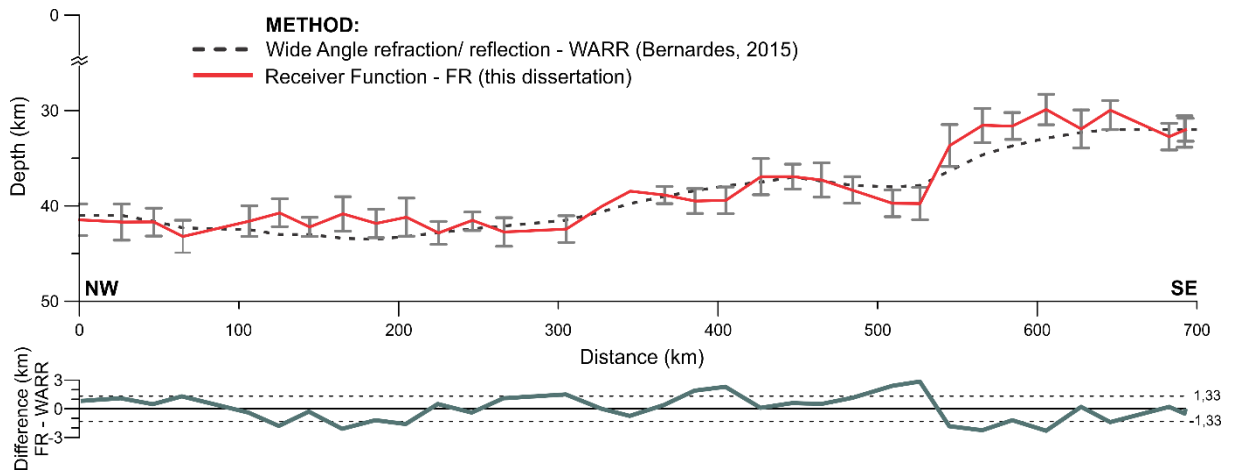


Figura 17. Gráfico com os valores da profundidade da Moho (descontada a topografia) obtidas por função do receptor (em vermelho) e, profundidades obtidas por refração sísmica profunda (Bernardes, 2015). Abaixo está a diferença entre os valores de função do receptor e os de refração sísmica com desvio padrão de 1,33.

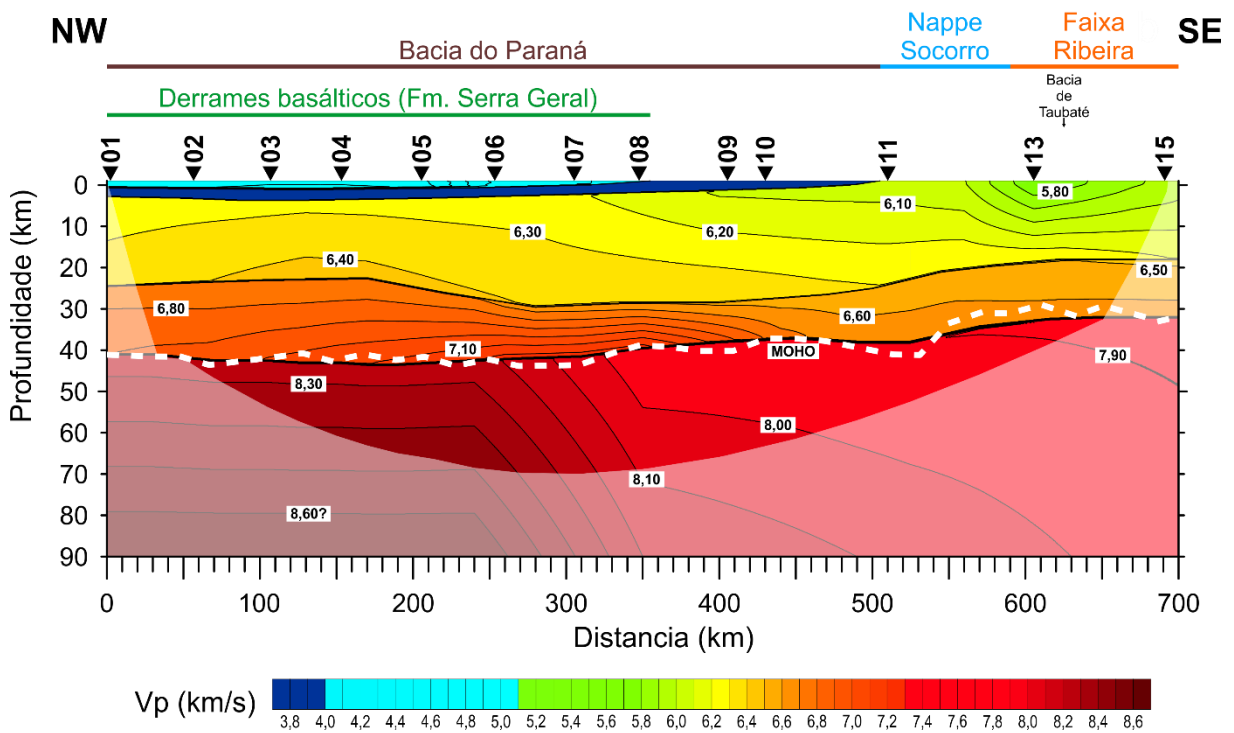


Figura 18. Modelo sísmico apresentado em linhas de isovelocidade (Bernardes, 2015). Os números inseridos nos retângulos brancos indicam a V_p (em km/s) obtidas por refração sísmica. As linhas de isovelocidade são espaçadas de 0,10 km/s. Os triângulos pretos demonstram as posições dos pontos de tiro (PT-01–11, 13 e 15). A porção do modelo sem transparência indica onde há cobertura de raios utilizados na construção do modelo. Exagero vertical (e.v.) de ~2,5:1 A linha pontilhada branca ilustra a Moho obtida por função do receptor neste trabalho sob o fundo do modelo gerado por Bernardes (2015).

5.1. A estruturação da Moho ao longo do perfil

5.1.1. Porção do perfil entre o km 0 e o km 305

Nessa porção do perfil, a Moho possui comportamento homogêneo ao longo dos 305 km, com média de profundidade de 42,1 km, variando de 41,2 km a 43,6 km, considerando o pacote sedimentar. A topografia também é suave, com leve inclinação em direção ao Rio Paraná e altitudes em torno de 400 m.

Os valores de V_p/V_s desta porção (1,71-1,77) caracterizam a crosta como de composição félsica a intermediária (Christensen & Mooney, 1995), com anomalias máficas, sob o km 0 (PBS000) e sob o km 125 (PBS060) (Figura 16 e na Tabela 1). Esses resultados, apesar de pontuais, estão situados as margens do Rio Paraná e no km 120 do perfil.

A região próxima ao 120 km é caracterizada pela maior profundidade da Bacia e onde a velocidade da onda P aumenta ligeiramente, individualizando um (sub-) domínio (Bernardes, 2015). Curiosamente o perfil de função do receptor mostra uma diminuição significativa na amplitude das reverberações internas da Bacia no trecho entre 120 e 200 km (Figura 12). Considerando que existe uma relação direta entre essas observações, essa região é interpretada como região de intrusões máficas na base da Bacia e a razão V_p/V_s como indicadora da presença de possível duto, parte de um sistema de dutos periféricos, alimentador dos derrames da Formação Serra Geral da parte norte da Bacia do Paraná.

O limite crosta-manto dessa região é perturbado por intrusões máficas que aparentemente se apresentam como *sills* descontínuos no manto superior, uma vez que geram mais de uma reflexão próxima a reflexão da Moho (PmP) nos sismogramas de refração (Bernardes, 2015). No perfil de função do receptor é identificado alinhamento de fases no manto superior (tracejados em roxo) (Figura 12), que corroboram a existência dessas intrusões tabulares que foram constatadas por refração sísmica profunda por Bernardes (2015).

5.1.2. Porção do perfil entre o km 305 e o km 525

Essa porção da crosta sofre afinamento em comparação com a porção anterior. A média de espessura é de 39,4 km considerando o pacote sedimentar e, varia de 37,6 km a 40,7 km, sendo sua estrutura menos homogênea que a anterior. O degrau na Moho é observado entre as estações PBS150 e PBS160 (no km 305), e apresenta desnível de 2,4 km (Figura 16).

A V_p/V_s na região caracteriza crosta de composição intermediária a máfica, com valores de 1,72 a 1,78, de modo que os únicos valores baixos de 1,71 e 1,73 encontram-se sob as estações PBS170 e PBS180, respectivamente (km 340 a km 380). Bernardes (2015) encontra

região de elevado gradiente vertical positivo e altas velocidades ($V_p = 7,10$ a $7,25$ km/s) na base da crosta inferior (~170 a 370 km), sugerindo *underplating* máfico localizado. Na mesma região é possível observar no perfil de função do receptor (Figura 12) a existência de alinhamentos de fases (acima da Moho) que confirmam a existência de camada na crosta inferior.

5.1.3. Porção do perfil entre o km 525 e o km 700

Nessa porção do perfil a espessura média da crosta é de 32,1 km, contrastando com os 39,4 km do domínio anterior (Figura 16). No km 525 a profundidade da Moho muda de 40,7 km sob a estação PBS260 para 34,5 km sob a estação PBS270, marcando um afinamento crustal de 6,2 km. Nesse domínio a espessura da crosta varia de 30,5 km a 34,5 km de forma que a crosta é mais heterogênea.

A V_p/V_s , com valor médio de 1,79, caracteriza crosta de composição máfica para essa porção (Figura 16). Entretanto, o modelo de refração mostra que a V_p média para a crosta deste domínio está entre 6,10 e 6,19 km/s, com V_p de 6,65 km/s na base da crosta, o que não caracteriza rochas de composição máfica para essa região.

Assumindo composição félsica para a crosta superior, a crosta inferior desse domínio deveria ser ultra-máfica para comportar os valores médios de V_p/V_s obtidos e, considerando que razões V_p/V_s não são sensíveis à pressão e temperaturas *subsolidus*, mas são influenciadas pela presença de fluido e/ou composição das rochas (Christensen, 1996), conclui-se que os valores elevados de V_p/V_s são causados pela presença de fluidos e/ou fases hidratadas na crosta inferior.

O *Graben* de Taubaté, localizado entre a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar, é representado pela estação PBS310. Os dados de FR mostram que a profundidade da Moho nesse ponto se encontra a 32,50 km e a V_p/V_s média da crosta é de 1,77.

Através da análise anterior sobre os eventos geotectônicos ocorridos na Faixa Ribeira, é possível inferir que a bacia foi gerada no soerguimento da topografia, através de deformação rúptil, uma vez que não há relação da bacia com a crosta inferior.

5.1.4. Ilha de São Sebastião

Na Ilha de São Sebastião a espessura média da crosta é 34,15 km, variando de 32,5 km a 35,6 km (Figura 19). Observa-se que a espessura crustal da ilha sob as estações IBEL1 e IBEL2, próximas ao continente, é de 33 km, valor próximo aos 32 km das estações costeiras PESM e FSMAR

Enquanto a média de espessura para essas duas estações é de 32,8 km, para IBEL3 e IBEL 4 a média é de 35,3 km. O que se observa é que a crosta mais espessa está associada as intrusões alcalinas.

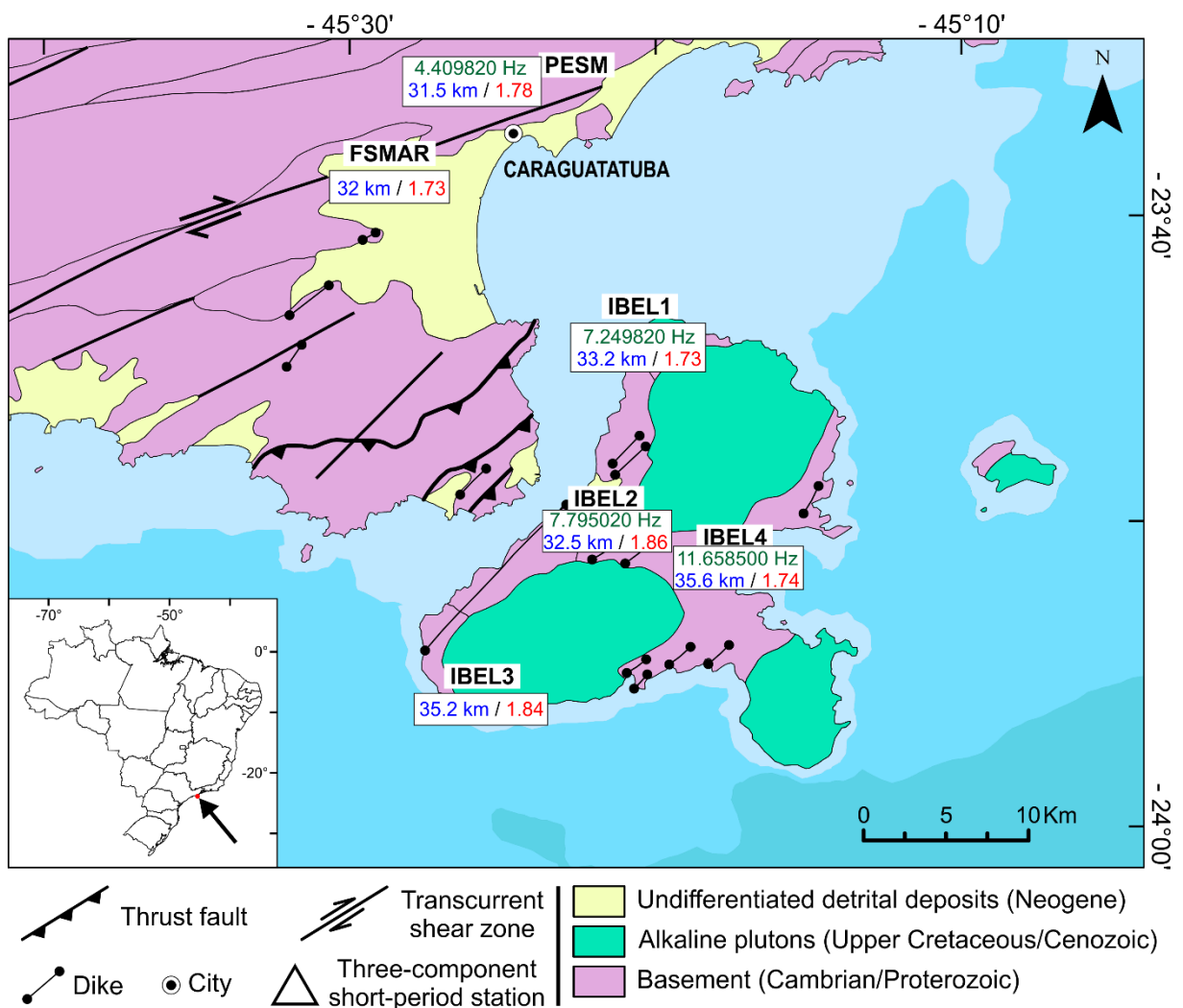


Figura 19. Mapa geológico simplificado da região costeira de Caraguatatuba – SP e da Ilha de São Sebastião –SP. Os números em verde são os valores de frequência fundamental, em azul a espessura crustal e em vermelho os valores de Vp/Vs sob cada estação.

A Vp/Vs da ilha possui valor médio de 1,79, com variação de 1,73 (félsica-intermediária) a 1,86 (ultra-máfica). As estações IBEL 1 e IBEL4 possuem Vp/Vs menor (1,73/1,74), valor próximo ao valor de Vp/Vs da FSMAR (na costa). O valor da razão Vp/Vs

nas estações IBEL2 e IBEL3, é, no entanto, alto, e acusa influência direta das intrusões alcalinas da região.

5.2. Razão espectral H/V na área de estudo

Foram obtidos resultados de razão H/V para 33 estações ao longo do perfil. Diferentemente da função do receptor, o método reflete características rasas da crosta, com resultados associados à geologia de superfície (Figura 3).

A partir dos valores de frequência natural foi possível definir quatro domínios distintos, três ao longo do perfil mais a Ilha de São Sebastião (figuras 14 e 15). O primeiro domínio, localizado entre o km 0 e o km 130, possui f_0 média de 5,73 Hz, sem considerar a camada mais rasa detectada na estação PBS060 (com $f_1=11,24$). Este domínio possui valor mais alto que os outros dois domínios do perfil PABBRISE, provavelmente por estar com basaltos aflorando na região (observados *in situ*).

O segundo domínio vai do km 130 até o fim da Bacia do Paraná no km 480. A média de f_0 é 3,3 Hz, valores característicos de bacia sedimentar. As estações PBS130 (~km 245) e PBS180 (~km 365) apresentam valores de 7,2 Hz e 12,4 Hz, respectivamente, relacionados a maior declividade topográfica local, onde o solo é muito raso.

O terceiro domínio está entre o km 480 e o km 700 (Faixa Ribeira), onde f_0 média é 4,3 Hz. Neste domínio o contorno médio dos valores de f_0 tendem a acompanhar a morfologia do relevo de superfície.

No *Graben* de Taubaté o valor obtido de f_0 foi de 1,38 Hz, caracterizando o contraste de impedância entre o embasamento e a camada sedimentar, e neste caso uma bacia rasa. O pacote sedimentar não ultrapassa 200 metros de espessura em sua porção sudeste, local da transecta (Carvalho *et al.*, 2011).

No domínio Ilha de São Sebastião, não foi possível obter resultados de razão espectral H/V para as estações IBEL3, pois a curva não atendeu aos critérios de confiabilidade dos dados.

Os valores obtidos de razão H/V na ilha possui média de 7,79 Hz, enquanto que ao longo de toda a Faixa Ribeira a média é 4,41 Hz. O resultado mostra a diferença de propriedades físicas entre o continente e a ilha, onde nesta última, encontra-se camada sedimentar muito fina e composição de rochas alcalinas.

5.3. Demais Considerações

Uma análise dos dados da Figura 16, em que estão apresentados a descontinuidade de Moho, a topografia e o perfil de anomalia Bouguer, mostra que existe uma relação direta entre a Moho e a topografia ao longo de todo o perfil. Os três patamares da Moho são acompanhados por três patamares distintos de topografia que variam de forma direta, ou seja, o afinamento da crosta (soerguimento da Moho) é acompanhado por soerguimento da topografia. Para os (dois) domínios a leste, acima de 305 km, o perfil de anomalia Bouguer também acompanha o comportamento da Moho, sugerindo que a anomalia Bouguer regional esteja sendo compensada no limite crosta-manto.

De forma geral espera-se que a crosta continental apresente equilíbrio isostático segundo modelo de Airy, ou seja, as porções de topografia mais elevada estejam relacionadas a crosta mais espessa, visando compensar o excesso de massa em superfície. Ou seja, a topografia e a Moho seriam espelho uma da outra. Quando a topografia e a Moho estão em fase, incluindo a resposta gravimétrica, é uma evidência muito forte de que a crosta passou por reajuste isostático resultado da redistribuição e/ou remoção de massa da base da crosta. Com o afinamento da crosta inferior o manto litosférico ocupa o lugar da crosta gerando anomalia Bouguer em fase com a Moho e a topografia. No nosso caso é possível afirmar que a crosta da metade sudeste do perfil foi afinada e soerguida em razão ou em processo posterior ativado pela distensão Cretácea.

Na primeira metade do perfil, no entanto, o comportamento é distinto. Baixo topográfico regional, associado em superfície à região da Bacia do Paraná, é acompanhado por anomalia Bouguer relativamente elevada e de grande comprimento de onda, apesar da crosta sob essa região ser mais espessa (39,0–43,6 km), rompendo a lógica anterior. Considerando que a crosta é relativamente homogênea sobre o perfil PABBRISE (V_p média de 6,1–6,3 km/s e composição félsica a intermediária), os resultados de função do receptor mostrarem que abaixo da descontinuidade de Moho ocorrem alinhamentos de fase (Figura 12), interpretados como intrusões máficas no manto superior. O caráter emergente da fase Ps também sugere uma Moho retrabalhada nessa região, caracterizando transição entre a base da crosta e o manto superior. O aumento da anomalia gravimétrica (apesar do espessamento da crosta e as intrusões) só pode ser explicado por aumento de densidade do manto litosférico.

O alto gravimétrico observado entre o km 0 e o km 400 não está compensado na crosta, possuindo origem bem mais profunda, de modo que não é possível ver algum indício do Bloco do Paranapanema pela função do receptor, mas é possível dizer que o manto é estruturado com

base nos alinhamentos de fases na Figura 12 além de que o alinhamento de fase Ps caracteriza crosta transicional. Minei (2015), por meio de método Magnetotelúrico de alta resolução, descreve manto litosféricos relativamente condutivo para esta região, cujo topo estaria localizado a aproximadamente 80 km de profundidade, possivelmente associada a este alto Bouguer. A anomalia gravimétrica, seria então, a resposta combinada de diversas massas anômalas (possivelmente rochas máficas em fácies eclogito) em diversos níveis da litosfera, principalmente no manto litosférico, onde teria correlação com a região relativamente condutiva (Minei, 2015). Padilha *et al.* (2015) sugerem que a litosfera esteja repleta de minerais condutivos, possivelmente relacionados ao evento tectono-magmático que deu origem à bacia ou, alternativamente, de materiais residuais de origem magmática derivados a partir do Cretáceo (Formação Serra Geral).

Conclusões

Ao realizar a análise dos resultados de função do receptor e razão espectral H/V é possível concluir que:

- A função do receptor foi eficiente em mapear a topografia da Moho e definir 4 domínios geotectônicos com base nas diferenças de espessuras e de razão V_p/V_s para cada região da área estudada, sendo eles: (i) do km 0 ao 305, (ii) do km 305 ao 525, (iii) do km 525 ao 700 e, (iv) Ilha de São Sebastião;
- Os resultados mostraram consistência com os valores obtidos por refração sísmica profunda de Bernardes (2015);
- Ao longo do perfil sísmico as espessuras crustais (considerando os sedimentos) varia de 43,6 a 30,6 km, afinando em direção a região costeira;
- Não há indícios (na espessura ou V_p/V_s) de litosférica cratônica correspondente ao Cráton do São Francisco sob a porção leste da transecta;
- O valor da V_p/V_s sob a Faixa Ribeira caracteriza ocorrência de fluidos ou fases hidratadas na crosta inferior.
- As elevações da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira não possuem raiz crustal, de modo que, foram soerguidas como consequência de delaminação de crosta inferior máfica e, com o soerguimento houve deformação dútil na crosta superior, gerando inclusive a Bacia de Taubaté.
- O manto sob a Faixa Ribeira é estruturado com base em alinhamentos de fases acima e abaixo da Ps, além de que esta é uma fase emergente.
- Não há compensação na crosta para alto de anomalia Bouguer sob a Bacia do Paraná. Indicando que é causada por fonte mais profunda.
- Há presença de intrusões máficas tabulares e dutos que alimentam a Formação Serra Geral nos primeiros 130 km do perfil.
- Há possivelmente underplating sob o primeiro domínio definido por FR observado tanto nos dados de Bernardes (2015) quanto por alinhamento de fazes acima e abaixo da descontinuidade de Moho.
- A Ilha de São Sebastião possui crosta semelhante à da região costeira em espessura, sendo as anomalias de espessura crustal e V_p/V_s relacionadas pelas intrusões alcalinas;

- Os resultados de razão H/V definem bem contrastes geológicos de superfície: onde existe sedimentos e onde há embasamento direto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovitz, T., Thybo, H. & Group, M. L. W., 1998. Seismic structure across the Caledonian Deformation Front along MONA LISA profile 1 in the southeastern North Sea. *Tectonophysics*, Volume 288, pp. 153-176.
- Akamatsu, K., 1961. A Theory of Unbalanced Growth in the World Economy. *Weltwirtschaftliches Archiv*, Volume 86, p. 196–217.
- Aki, K., 1957. Space and time spectra of stationary stochastic waves with special reference to microtremors. *Bull. Earthquake Res. Inst.*, Volume 35, pp. 415-456.
- Almeida, F. F. & Carneiro, C. D. R., 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, Junho, Volume 28, pp. 135-150.
- Almeida, F. F., Hasui, Y., de Brito Neves, B. B. & Fuck, R. A., 1981. Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth-Science Reviews*, April, Volume 17, pp. 1-29.
- Almeida, F. F. M., 1983. Relações tectônicas das Rochas Alcalinas Mesozóicas da Região Meridional da Plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências*, Volume 13, pp. 139-158.
- Amante, C. & EAKINS, B., 2009. ETOPO1 1-Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. *NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. National Geophysical Data Center, NOAA*.
- Ammon, C. J., 1991. The isolation of receiver effects from teleseismic P waveforms. *Bulletin of the Seismological Society of America*, December, Volume 81, pp. 2504-2510.
- Ammon, C. J., 1997. *An overview of Receiver-Functions Analysis*. [Online] Available at: <http://eqseis.geosc.psu.edu/~cammon/HTML/RftnDocs/rftn01.html> [Acesso em 04 11 2015].
- Artemieva, I. & Meissner, R., 2012. Crustal thickness controlled by plate tectonics: a review of crust-mantle interaction 3 processes illustrated by European examples. *Tectonophysics*.
- Assumpção, M. et al., 2004. Seismic studies of the Brasília fold belt at the western border of the São Francisco Craton, Central Brazil, using receiver function, surface-wave dispersion and teleseismic tomography. *Tectonophysics*, 13 09, Volume 388, pp. 173-185.
- Assumpção, M. et al., 2004. Seismic studies of the Brasília Fold Belt as the western border of the São Francisco Craton, Central Brazil. *Tectonophysics*, Volume 388, pp. 173-185.
- Assumpção, M., James, D. & Snoke, J. A., 2002. Crustal thicknesses in SE Brazilian Shield with receiver function: implications for isostatic compensation. *Journal of Geophysical Research*, Volume 107.
- Asten, M., 1978. Geological control on the three-component spectra of Rayleigh-wave microseisms. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Volume 68, pp. 1623-1636.
- Bard, P., 1999. *Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? The Effects of Surface Geology on Seismic Motion*. Rotterdam: Balkema.
- Bard, P. -Y., 2004. The sesame project: an overview and main results.. *13th World Conference on Earthquake Engineering*.

Barnaba, C., 2006. Site response Estimation in Alpine valleys: The Case of Tagliamento River Valley. *PhD Thesis. Università degli Studi di Trieste.*

Bernardes, R., 2015. Modelo de velocidade sísmica de ondas P da crosta e manto superior ao longo do perfil PABBRISE, Estado de São Paulo.. *Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília*, p. 92.

Bezghoud, M., Borges, J. & Caldeira, B., 2011. Ground motion simulations of the SW Iberia margin: rupture directivity and earth structure effects. *Natural Hazards*, pp. 1-17.

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.* São Paulo(SP): IAG - USP.

Bonvalot, S. et al., 2012. World Gravity Map.. *Commission for the Geological Map of the World. Eds. BGI-CGMW-CNES-IRD.*

Brito Neves, B. B., Fuck, R. A., Cordanu, U. G. & Thomaz Filho, A., 1984. Influence of basement structures on the evolution of the major sedimentary basins of Brazil. *Journal of Geodynamics*, December, Volume 1, pp. 495-510.

Campos Neto, M. C. & Figueiredo, M. C., 1995. The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, April, Volume 8, pp. 143-162.

Campos Neto, M. d. C. & Caby, R., 2000. Terrane-accretion and upward extrusion of high-pressure granulites in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil: petrological and structural constraints. *Tectonics*, August, Volume 19, pp. 669-687.

Carvalho, A. M. A. d., Vidal, A. C. & Chang, H. K., 2011. Delimitação do embasamento da bacia de Taubaté. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, Abril, Volume 11, pp. 19-32.

Christensen, N. I. & Mooney, W. D., 1995. Seismic velocity structure and composition of the continental crust: A global view. *Journal of Geophysical Research*, Volume 100(B7), pp. 9761-9788.

Christensen, N. L., 1996. Poisson's ratio and crustal seismology. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, p. 3139–3156.

Clayton, R. W. & Wiggins, R. A., 1976. Source shape estimation and deconvolution of teleseismic body waves. *J. R. Astron. Soc.*, Volume 47, pp. 151-177.

Cogné, J.-P., Besse, J., Chen, Y. & Hankard, F., 2013. A new Late Cretaceous to Present APWP for Asia and its implications for paleomagnetic shallow inclinations in Central Asia and Cenozoic Eurasian plate deformation. *Geophysical Journal International*, p. 1000 – 1024.

Cogné, N., Gallagher, K. & Cobbold, P. R., 2011. . Post-rift reactivation of the onshore margin of southeast Brazil: Evidence from apatite (U–Th)/He and fission-track data. . *Post-rift reactivation of the onshore margin of southeast Brazil: Evidence from apatite (U–Th)/He and fission-track data*, 1 September, Volume 39, pp. 118-130.

Cogné, N. et al., 2012. Post-breakup tectonics in southeast Brazil from thermochronological data and combined inverse-forward thermal history modeling. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 29 November, Volume 117, p. IssueB11.

Cohen, K. M., Finney, S. C. G. P. L. & Faz, J. -X., 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*, pp. 199-204.

- Coleman, R. G., 1971. Petrologic and geophysical nature of serpentinites. *Geological Society of America Bulletin*, Volume 82, pp. 897-918.
- Cordani, U. G. et al., 2010. Estudo Preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das Bacias Sedimentares Brasileiras (Republicação).. *Boletim de Geociências da Petrobrás (Online)*, Volume 17, pp. 137-204.
- Cordani, U. G. et al., 1984. Estudo Preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das Bacias Sedimentares Brasileiras. *Revista Ciência Técnica-Petróleo. Sessão de Exploração de Petróleo.. Sessão de Exploração de Petróleo. Petrobrás/CENPES/Sintep*, Volume 15, p. 70.
- Dardenne, M. A., 2000. The Brasilia Fold Belt. Em: *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: s.n., pp. 231-263.
- Dourado, J. C., Assumpção, M., Malagutti Filho, W. & Bianchi, M. B., 2007. Feições crustais determinadas pela análise azimutal da função do receptor, na região da estação sísmológica de Rio Claro (RCLB). *Revista Brasileira de Geofísica*, Volume 25(4), pp. 399-411.
- Dourado, J. C., Moreira, C. A., Malagutti Filho, W. & Fernandes, M. A., 2013. Sísmica de refração do Domo Estrutural de Pitanga, Rio Claro (SP). *Geociências, UNESP*, Volume 32 (4), pp. 640-649.
- Duecker, K. G. & Sheehan, A. F., 1998. Mantle discontinuity structure beneath the Colorado Rocky mountains and high plains.. *Journal of Geophysical Research*, Volume 103, pp. 7153-7169.
- Efron, B. & Tibshirani, R., 1991. Statistical data analysis in the computer age. *Science*, Volume 253, pp. 390-395.
- Eirado, L. G., Heilbron, M. & Almeida, J. C. H., 2006. Os terrenos tectônicos da Faixa Ribeira na Serra da Bocaina e na Baía da Ilha Grande, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, Volume 36, pp. 426-436.
- Enderle, U. et al., 1997. Scales of structure in the lithosphere: images of processes. *Tectonophysics*, Volume 275, pp. 165-198.
- England, R. W. et al., 1997. Closure of Tornquist sea: constrains from MONA LISA deep seismic reflection data. *Geology*, Volume 25, pp. 1071-1074.
- Finn, W. D., 1991. Geotechnical engineering aspects of microzonation. Em: *Proc. 4th International Conference on Seismic Zonation. Vol 1. Earthquake Eng. Res. Inst., Stanford, California*. s.l.:s.n., pp. 199-259.
- Finotello, M. et al., 2011. Crustal Vp-Vs ratios and thickness for Ross Island and the Transantarctic Mountain front, Antártica. *Geophysical Journal International*, Volume 185, pp. 85-92.
- Fowler, C. M. R., 1990. *The solid earth: an introduction to global geophysics*. Cambridge: University Press.
- França, G. S. L. A., 2003. *Estrutura da crosta no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, usando função do receptor*.. São Paulo(SP): IAG/USP.
- França, G. S. L. A. & Assumpção, M., 2004. Crustal structure of the Ribeira fold belt, SE Brazil, derived from receiver function. *Journal of South America Earth Sciences*, Volume 16, pp. 743-758.

- Fuck, R. A., M., P. M. & D., S. L. J. H., 1994. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins (Extended Abstract). *Anais do 38 Congresso Brasileiro de Geologia*, pp. 215-216.
- Fuck, R. A., Pimentel, M. M. & Soares, J. E. P. D. E. L., 2005. Compartimentação da Faixa Brasília. *Anais do IX Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*, pp. 26-27.
- Fúlfaro, V. J., Saad, A. R., Santos, M. V. & Vianna, R. B., 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, Volume 12, pp. 233-256.
- Fúlfaro, V. J., Saad, A. R., Santos, M. V. & Vianna, R. B., 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná.. *Revista Brasileira de Geociências*, Volume 12(4), pp. 233-256.
- Griffin, W. L. & O'Reilly, S. Y., 1987. Is the continental Moho the crust-mantle boundary. *Geology*, Volume 15, pp. 241-244.
- Gutenberg, B., 1958. Two types of microseisms. *Journal of Geophysical Research*, Volume 63, p. 595–597.
- Hansen, S. & Dueker, K., 2009. P- and S-wave receiver function images of crustal. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, Volume 99, pp. 1953-1961.
- Hasui, Y., Carneiro, C. D. R., de, A. F. F. M. & Bartorelli, A., 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca.
- Heilbron, M. et al., 2004. Província Mantiqueira. Em: *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, pp. 203-235.
- Heilbron, M. et al., 2008. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open question. Em: *West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations across the South Atlantic Region*. London: Journal Geological Society, pp. 211-232.
- Horike, M., 1985. Inversion of phase velocity of long-period microtremors to the S-wave-velocity structure down to the basement in urbanized areas. *Journal of Physics of the Earth*, Volume 33, p. 59–96.
- Howell, D. G., 1989. *Tectonic of suspect terranes: Mountain building and continental growth..* London: Chapman Hall.
- Jarchow, C. M. & Thompson, G. A., 1989. The nature of the Mohorovičić discontinuity. *Ann. Rev. Earth Planet. Sei.*, Volume 17, pp. 475-506.
- Jones, K. A. et al., 1996. Coincident normal-incidence and wide-angle reflections from the Moho: evidence for crustal seismic anisotropy. *Tectonophysics*, Volume 264, pp. 205-217.
- Jousselin, D., Morales, L., Nicolle, M. & Stephant, A., 2012. Gabbro layering induced by simple shear in the Oman ophiolite Moho transition zone. *Earth and Planetary Science Letters*, pp. 55-66.
- Julià, J., Assumpção, M. & Rocha, M. P., 2008. Deep crustal structure of Paraná Basin from receiver functions and Rayleigh-wave dispersion: Evidence for a fragmented cratonic root. *J. Geophys. Res.*, Volume 113.
- Kamiya, S. & Kobayashi, Y., 2000. Seismological evidence for existence of serpentized wedge mantle. *Geophysical Research Letters*, pp. 819-822.
- Kanai, K. & Tanaka, T., 1961. On microtremors VIII. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, Volume 39, p. 97–114.

- Kennet, B. L. N. & Engdahl, E. R., 1991. Traveltimes for global earthquake location and phase identification. *Geophysical Journal International*, Volume 105, pp. 429-465.
- Kudo, K., 1995. Practical estimates of site response. State-of-art report.. *Proceedings of the fifth International Conference on Seismic Zonation*.
- Langston, C. A., 1979. Structure under Mount Rainier, Washington, inferred from teleseismic body waves.. *Journal of Geophysical Research*, Volume 42, pp. 4749-4762.
- Lermo, J. & Chavez-Garcia, F. J., 1994. Are microtremors useful in site response evaluation?. *Bull. Seism. Soc. Am.*, Volume 84, pp. 1350-1364.
- Ligorria, J. P. & Ammon, C. J., 1999. Iterative deconvolution and receiver-function estimation. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Volume 89.
- Lima, G. A., 2001. Gabros estratiformes da região norte da ilha de São Sebastião. *Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*, p. 170.
- Li, T., Ferguson, J., Herrin, E. & Durham, H., 1984. High-frequency seismic noise at Lajitas, Texas. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Volume 74, p. 2015–2033.
- Lowrie, W., 2011. *A Student's Guide to Geophysical Equations*. Zurich: Cambridge University Press.
- Luz, R. & Julia, J. N. F. d., 2015. Bulk crustal properties of the Borborema Province, NE Brazil, from P-wave receiver functions: Implications for models of intraplate Cenozoic uplift. *Tectonophysics*, Volume 644–645, pp. 81-91.
- Mantovani, M., Quintas, M., Shukowsky, W. & Brito Neves, B., 2005. Delimitation of the Paranapanema Proterozoic Block: a geophysical contribution.. *Episodes*, Volume 28, pp. 18-22.
- Mantovani, M. S. M. & Brito Neves, B. B., 2009. The Paranapanema Litospheric block: its nature and role in the accretion of Gondwana. Em: *Neoproterozoic Cambrian Tectonics global Change and Evolution - a focus on southwestern Gondwana*. Amsterdam: Elsevier, pp. 257-272.
- Marques, A., 1990. Evolução tectono-sedimentar e perspectivas exploratórias da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, pp. 221-240.
- Maus, S., 2009. EMAG2: Earth Magnetic Anomaly Grid (2-arc-minute resolution). *National Geophysical Data Center, NOAA. Model*.
- Mengel, K. & Kern, H., 1992. Evolution of the petrological and seismic Moho implications for the continental crust-mantle boundary. *Terra Nova*, Volume 4, pp. 109-116.
- Milani, E. J., 1997. Evolução Tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Ocidental. *PhD Thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, p. 255.
- Milani, E. et al., 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 2(15), pp. 265-287.
- Milani, J., E. & Ramos, V. A., 1998. Orogenias paleozoicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e o ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, Volume 28(4), pp. 527-544.
- Minei, C., 2015. Imageamento Crustal e Litoférico no Nordeste da Bacia do Paraná por Sondagens Magnetotelúricas. *Dissertação (Mestrado em Geofísica). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo*, p. 61.

- Mizusaki, A. M. P. & Thomas-Filho, A., 2004. O magmatismo pós-paleozóico no Brasil. Em: *Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: s.n., pp. 281-292.
- Moulin, M., Aslanian, D. & Unternher, P., 2010. A new starting point for the South and Equatorial Atlantic Ocean. *Earth Sciences Rev.*, Volume 98, pp. 1-37.
- Nakamura, -Y., 2000. Clear identification of fundamental idea of nakamura's method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface and its applications. *12 th World Conference on Earthquake Engeneering*.
- Nakamura, Y., 1989. A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. *Report of RTRI*, Volume 30(1), pp. 25-33.
- Niu, F., Levander, A., Sangwon, H. & Obayashi, M., 2005. Mapping the subducting Pacific beneath southwest Japan with Hi-net receiver functions. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 239, pp. 9-17.
- Nogoshi, M. & Igarashi, T., 1971. On the Amplitude Characteristics of Microtremor - Part 2. *Journal of Seism. Soc. Japan*, Volume 24, pp. 26-40.
- Oliver, J., 1982. Changes at the crust/mantle boundary. *Nature*, Volume 299, pp. 398-399.
- O'Reilly, B. M., Hauser, F., Jacob, A. W. B. & Shannon, P. M., 1996. The lithosphere below the Rockall Trough: wide-angle seismic evidence for extensive serpetinization. *Tectonophysics*, Volume 255, pp. 1-23.
- O'Reilly, S. Y. & Griffin, W. L., 2006. Imaging chemical and thermal heterogeneity in the subcontinental lithospheric mantle with garnets and xenoliths: Geophysical implications. *Tectonophysics*, Volume 416, pp. 289-309.
- Owens, T., 1987. Crustal structure of the Adirondacks determined from broadband teleseismic waveform. *Journal of Geophysical Research*, Volume 92, pp. 6391-6402.
- Owens, T. J., Zandt, G. & Taylor, S. R., 1984. Seismic evidence for an ancient rift beneath the Cumberland Plateau, Tennessee: A detailed analysis of broadband teleseismic P waveforms. *Journal of Geophysical Research*, Volume 89, pp. 7783-7795.
- Paciullo, F. V. P., Ribeiro, A., Andreis, R. R. & Trouw, R. A. J., 2000. The Andrelândia Basin, a neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília belt, Brazil.. *Revista Brasileira de Geociências*, pp. 200-202.
- Padilha, A., Vitorello, Í., Antunes, C. & Pádua, M., 2015. Imaging three-dimensional crustal conductivity structures reflecting continental flood basalt effects hidden beneath thick intracratonic sedimentary basin. *Journal of Geophysical Research*, Volume 270 (7), pp. 4702-4719.
- Park, J. & Levin, V., 2000. Receiver functions from multiple-taper spectral correlation estimates. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Volume 90, pp. 1507-1520.
- Park, J., Lindberg, C. R. & Vernon, F. L., 1987. Multi-taper spectral analysis of High Frequency seismograms. *Journal of Geophysical Research*, Volume 92, B12, pp. 12675-12684.
- Parolai, S., 2012. Investigation of site response in urban areas by using earthquake data and seismic noise. Em: *New Manual of Seismological Observatory Practice 2 (NMSOP-2)*. Potsdam: s.n.

- Parolai, S., 2012. Investigation of site response in urban areas by using earthquake data and seismic noise. Em: *New Manuak of Seismological Observatory Practice 2 (NMSOP-2)*. Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum.
- Pavão, C. G., 2010. *Estudo de Descontinuidades Crustais na Província Borborema usando a Função do Receptor*, Brasília: Dissertação de mestrado, UnB/DF.
- Pechmann, J. C. & Richins, W. D., 1984. Evidence for a "double Moho" beneath the Wasatch front, Utah. *Eos Transactions of American Geophysical Union*, Volume 54, p. 988.
- Perrota, M. et al., 2005. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*.
- Peternel, R., Trouw, R. .. A. J. & Schmitt, R., 2005. Interferência entre duas faixas móveis neoproterozóicas: o caso das faixas Brasília e Ribeira, no sudeste do Brasil.. *Revista Brasileira de Geociências*, Issue 35, pp. 297-310.
- Pimentel, M. M. et al., 2000. The basement of the Brasília Fold Belt and Goiás Magmatic Arc. Em: *The Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: IGC, pp. 195-229.
- Ponziani, F. et al., 1995. Crustal shortening and duplication of the Moho in the Northern Apennines: a view from seismic refraction data. *Tectonophysics*, 30 December, Volume 252, pp. 391-418.
- Pugli, R., Bindi, D., Luzi, L. & Pacor, F., 2011. *Noise Programme*. s.l.:DPC-INGV S4-Project.
- Quintas, M. C. L., 1995. O embasamento da Bacia do Paraná: reconstrução geofísica de seu arcabouço. *Doctoral thesis, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas*, p. 218.
- Quintas, M. C. L., 1995. O embasamento da Bacia do Paraná: reconstrução geofísica de seu arcabouço.. *Tese de Doutorado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo*, p. 218.
- Randall, G. E., 1989. Efficient calculation of differential seismograms for lithospheric receiver functions. *Geophysics Journal International*, Volume 99, pp. 469-481.
- Riccomini, C., 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. SP: Universidade de São Paulo.
- Riccomini, C., Sant'Anna, L. G. & Ferrari, A. L., 2004. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. Em: *Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, pp. 383-405.
- Schmitt, R. S., Trouw, R. A. J., Van Schmus, W. R. & Pimentel, M. M., 2004. Late amalgamation in the central part of Western Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collision orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil).. *Precambrian Research*, Issue 133, pp. 29-61.
- Shearer, P. M., 2009. *Introduction to Seismology*. San Diego: University of California.
- Sheriff, R. E. & Geldart, L. P., 1985. *Exploration seismology: history, teory & data acquisition*.. s.l.:Cambridge University Press.
- Soares, J., Berrocal, J., Fuck, R. M. W. & Ventura, D., 2006. Seismic characteristics of central Brazil crust and upper mantle: a deep seismic refraction study. *Journal of*.
- Soares, J. E. P., 2005. Estudos de refração sísmica profunda, função do receptor e gravimetria na Província Tocantins, Brasil Central. *Tese de doutorado n° 73*.

- Stein, S. & Wysession, M., 2003. *An introduction to seismology, Earthquakes and Earth Structure*. s.l.:Blackwee Publishing.
- Tavares, E. J., 2014. Determinação da razão de Poisson da crosta e manto litosférico sob a linha de refração sísmica profunda NW-SE da Província Borborema.. *Dissertação de mestrado n° 87*.
- Trindade, C. R., 2014. Espessura crustal e Razão de Poisson do Brasil Central: uma aproximação por função do receptor. *Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas)—Universidade de Brasília*.
- Trouw, R. A. J. et al., 2013. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília Belt and the Central Ribeira Belt, SE Brazil. *Journal of South Am. Earth Sci.*, Volume 48, pp. 43-57.
- Valeriano, C. M. et al., 2008. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. Em: *West Gondwana: Pre-cenozoic Correlations across the South Atlantic Region*. s.l.:Geological Society of London, Special Publications, pp. 197-210.
- Valeriano, C. M. et al., 2011. U-Pb LA-MC-ICPMS geochronology of Cambro-Ordovician post-collisional granites of the Ribeira belt, southeast Brazil: Terminal Brasileiro magmatism in central Gondwana supercontinente. *Journal of South American Earth Sciences*, Volume 32, pp. 416-428.
- Vauchez, A. T. A. M. D., 2012. Faults (shear zones) in the Earth's mantle. *Tectonophysics*, Volume 558, pp. 1-27.
- Vlach, S. R. F., 2001. Microprobe monazite constraints for an early (ca. 790 Ma) Brasileiro orogeny: the Embú Terrane, Southeastern Brazil. *Sernageomin, III Simposio Sudamericano en Geología Isotópica, Pucón*, pp. 265-268.
- Yamanaka, H., Takemura, M., Ishida, H. & Niwa, M., 1994. Characteristics of long-period microtremors and their applicability in exploration of deep sedimentary layers. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Volume 84, p. 1831–1841.
- Yamanka, H., Takemura, M., Isida, H. & Niwa, M., 1994. Characteristics of Long-period Microtremors and their Applicability in Exploration of Deep Sedimentary Layers. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, Volume 84, pp. 1831-1841.
- Zalán, P. V., 2012. Origem e evolução das bacias cenozóicas do Sudeste. Em: *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, p. 900.
- Zalán, P. V. & Oliveira, J. A. B., 2005. Origem e evolução estrutural do sistema de rifte Cenozoicos do Sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Volume 13, pp. 269-300.
- Zalán, P. V. et al., 1990. The Paraná Basin, Brazil. Em: *Interior cratonic basins*. s.l.:American Association of Petroleum Geologists, pp. 681-708.
- Zalán, P. V. et al., 1991. Bacia do Paraná. Em: *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro: Gávea, pp. 135-164.
- Zandt, G. & Ammon, C. J., 1995. Continental crust composition constrained by measurements of crustal Poisson's ratio. *Nature*, Volume 374, pp. 152-154.
- Zandt, G., Myers, S. C. & Wallace, T. C., 1995. Crust and mantle structure across the Basin and Range - Colorado Plateau boundary at 37°N latitude and implications for Cenozoic extensional mechanism. *Journal of Geophysical Research*, June, Volume 100, pp. 10529-10548.

Zandt, G., Velasco, A. A. & Beck, S. L., 1994. Composition and thickness of the southern Altiplano, Bolivia. *Geology*, Volume 22, pp. 1003-1006.

Zhu, L. & Kanamori, H., 2000. Moho depth variation in southern California from teleseismic receiver functions. *J. Geophys Res.*, pp. 2696-2980.

Zhu, X. S. A. & J. Li, 1999. Recent advances in ulticomponent processing. *The Leading Edge*, Volume 18, pp. 1283-1288.

ANEXO

RELAÇÃO DE TELESSISMOS POR ESTAÇÃO:

Tabela 4. Lista de eventos estação PBS000.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.12070	250	570	6.4
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.31500	285	290	6.0
10/31/2013	23:03:59	-30.29210	-71.52150	304	720	6.6

Tabela 5. Lista de eventos estação PBS010.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
09/05/2013	04:01:36	15.1836	-45.2320	248	360	6.0
09/07/2013	00:13:29	14.6056	-92.1207	250	570	6.4
10/12/2013	02:10:27	10.9048	-62.3150	285	290	6.0
10/12/2013	13:11:53	35.5142	23.2523	285	350	6.6
10/24/2013	19:25:10	-58.1530	-12.7964	297	930	6.7
10/31/2013	15:39:40	-24.9719	-70.8941	304	150	5.1
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/16/2013	03:37:17	-60.2836	-46.7083	320	780	5.4
11/16/2013	04:45:33	-60.3443	-47.2097	320	20	5.2
11/16/2013	08:35:05	-60.3525	-46.3486	320	400	5.4
11/16/2013	15:00:12	-60.3474	-46.3687	320	510	5.5
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/17/2013	12:11:36	-60.5260	-44.3839	321	140	5.7
11/17/2013	12:45:24	-60.4037	-45.2308	321	850	5.2
11/17/2013	14:24:09	-60.3355	-44.9984	321	320	5.0
11/18/2013	04:28:44	-60.5191	-43.0781	322	160	5.0
11/22/2013	15:06:03	-57.6843	-25.2727	326	580	5.3
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 6. Lista de eventos estação PBS020.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
10/10/2013	03:32:22	-20.8628	-67.1623	283	170	5.0
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	07:21:18	-53.8708	-53.9107	329	420	6.0

Tabela 7. Lista de eventos estação PBS030.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/05/2013	04:01:36	15.18360	-45.2320	248	360	6.0
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

Tabela 8. Lista de eventos estação PBS050.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	19:13:31	-19.6170	-69.2990	250	0	5.0
09/11/2013	12:44:13	-4.54720	-104.5783	254	210	6.1
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
10/31/2013	15:39:40	-24.9719	-70.8941	304	150	5.1
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/07/2013	17:01:06	-37.2560	-74.3270	311	0	5.0
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/16/2013	08:35:05	-60.3525	-46.3486	320	400	5.4
11/16/2013	15:00:12	-60.3474	-46.3687	320	510	5.5
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/17/2013	11:13:01	-60.2964	-46.7021	321	730	5.2
11/17/2013	12:45:24	-60.4037	-45.2308	321	850	5.2
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	07:21:18	-53.8708	-53.9107	329	420	6.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 9. Lista de eventos estação PBS060.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 10. Lista de eventos estação PBS070.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 11. Lista de eventos estação PBS080.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
10/06/2013	21:33:19	-36.7267	-97.4761	279	800	6.2
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/18/2013	05:41:43	-60.4852	-43.4202	322	290	5.2
11/22/2013	15:06:03	-57.6843	-25.2727	326	580	5.3

Tabela 12. Lista de eventos estação PBS090.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
08/21/2013	12:38:29	16.87840	-99.4980	233	700	6.2
09/05/2013	12:29:15	10.59880	-86.0997	248	330	5.9
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
10/15/2013	20:13:20	-18.5026	-63.2712	288	590	5.0
10/29/2013	12:51:05	-15.4358	-71.7232	302	310	5.0
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
10/31/2013	15:39:40	-24.9719	-70.8941	304	150	5.1
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/18/2013	05:41:43	-60.4852	-43.4202	322	290	5.2
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0

11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5
-------------------	----------	----------	----------	-----	-----	-----

Tabela 13. Lista de eventos estação PBS100.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
10/06/2013	21:33:19	-36.7267	-97.4761	279	800	6.2
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0

Tabela 14. Lista de eventos estação PBS110.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 15. Lista de eventos estação PBS120.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 16. Lista de eventos estação PBS130.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
10/15/2013	20:13:20	-18.5026	-63.2712	288	590	5.0
10/29/2013	12:51:05	-15.4358	-71.7232	302	310	5.0
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
10/31/2013	15:39:40	-24.9719	-70.8941	304	150	5.1
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

Tabela 17. Lista de eventos estação PBS150.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/16/2013	22:17:30	-28.6650	-71.0980	228	0	5.2
09/05/2013	04:01:36	15.18360	-45.2320	248	360	6.0
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/26/2013	06:46:03	14.43610	-93.3857	269	530	5.5

09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 18. Lista de eventos estação PBS160.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
07/26/2013	21:32:59	-57.9145	-23.8410	207	13	6.2

Tabela 19. Lista de eventos estação PBS180.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
07/26/2013	21:32:59	-57.9145	-23.8410	207	13	6.2
07/30/2013	13:29:59	15.77430	-92.9177	211	118.2	5.4
08/05/2013	05:40:56	-20.1808	-70.7121	217	19.1	5.2
08/12/2013	09:49:32	-5.39620	-81.9268	224	10	6.2
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
09/05/2013	04:01:36	15.18360	-45.2320	248	360	6.0
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/10/2013	00:35:15	15.46700	-46.6630	253	910	5.2

Tabela 20. Lista de eventos estação PBS190.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/12/2013	09:49:32	-5.39620	-81.9268	224	10	6.2
08/13/2013	15:43:15	5.773200	-78.1999	225	200	6.7

Tabela 21. Lista de eventos estação PBS200.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/05/2013	05:40:56	-20.1808	-70.7121	217	19.1	5.2
08/12/2013	09:49:32	-5.39620	-81.9268	224	10	6.2
08/16/2013	22:17:30	-28.6650	-71.0980	228	0	5.2
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
08/23/2013	08:34:06	-22.2741	-68.5927	235	920	5.8
09/07/2013	19:13:31	-19.6170	-69.2990	250	0	5.0
09/11/2013	12:44:13	-4.54720	-104.5783	254	210	6.1
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

11/17/2013	09:11:01	-60.4778	-45.2114	321	550	5.8
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 22. Lista de eventos estação PBS210.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/16/2013	15:32:58	16.54980	-98.5517	228	0	5.2
08/23/2013	08:34:06	-22.2741	-68.5927	235	920	5.8
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

Tabela 23. Lista de eventos estação PBS220.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/23/2013	08:34:06	-22.2741	-68.5927	235	920	5.8
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 24. Lista de eventos estação PBS230.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/12/2013	09:49:32	-5.39620	-81.9268	224	10	6.2
08/13/2013	15:43:15	5.773200	-78.1999	225	200	6.7
08/16/2013	22:17:30	-28.6650	-71.0980	228	0	5.2
08/19/2013	19:39:45	-21.4513	-68.5181	231	770	5.4
08/23/2013	08:34:06	-22.2741	-68.5927	235	920	5.8
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/11/2013	12:44:13	-4.54720	-104.5783	254	210	6.1
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
10/31/2013	15:39:40	-24.9719	-70.8941	304	150	5.1
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/07/2013	17:01:06	-37.2560	-74.3270	311	0	5.0

11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 25. Lista de eventos estação PBS240.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

Tabela 26. Lista de eventos estação PBS250.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0
11/25/2013	20:06:55	-12.5993	-76.2025	329	620	5.5

Tabela 27. Lista de eventos estação PBS260.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/12/2013	13:11:53	35.51420	23.25230	285	350	6.6
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35.3140	-73.3950	303	0	6.2
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0

Tabela 28. Lista de eventos estação PBS270.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
10/06/2013	16:16:04	-41.3240	-85.2612	279	890	5.0
10/06/2013	21:33:19	-36.7267	-97.4761	279	800	6.2
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0

10/12/2013	13:11:53	35.51420	23.25230	285	350	6.6
-------------------	----------	----------	----------	-----	-----	-----

Tabela 29. Lista de eventos estação PBS280.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0

Tabela 30. Lista de eventos estação PBS290.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
10/30/2013	02:29:12	-35.4390	-73.1930	303	0	5.8
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0

Tabela 31. Lista de eventos estação PBS300.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
11/13/2013	23:45:47	-60.2814	-47.1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

Tabela 32. Lista de eventos estação PBS310.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7

Tabela 33. Lista de eventos estação PBS320.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/23/2013	08:34:06	-22.2741	-68.5927	235	920	5.8
09/07/2013	00:13:29	14.60560	-92.1207	250	570	6.4
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
10/31/2013	23:03:59	-30.2921	-71.5215	304	720	6.6
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/16/2013	03:37:17	-60.2836	-46.7083	320	780	5.4
11/16/2013	04:45:33	-60.3443	-47.2097	320	20	5.2
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53.9451	-55.0033	329	300	7.0

Tabela 34. Lista de eventos estação PBS330.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/23/2013	08:34:06	-22.2741	-68.5927	235	920	5.8

Tabela 35. Lista de eventos estação PBS340.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
09/25/2013	13:14:40	-22.5859	-68.0596	268	540	5.2
09/25/2013	16:42:43	-15.8385	-74.5112	268	170	7.1
09/29/2013	23:06:59	-37.4690	-73.7530	272	0	5.4
09/29/2013	23:23:16	-37.4071	-73.3938	272	300	5.4
10/12/2013	02:10:27	10.90480	-62.3150	285	290	6.0
11/16/2013	03:34:31	-60.2627	-47.0621	320	230	6.9
11/16/2013	03:37:17	-60.2836	-46.7083	320	780	5.4
11/17/2013	09:04:55	-60.2738	-46.4011	321	530	7.7
11/18/2013	04:28:44	-60.5191	-43.0781	322	160	5.0
11/22/2013	15:06:03	-57.6843	-25.2727	326	580	5.3
11/25/2013	19:43:01	-3.16940	-79.8850	329	120	5.0

Tabela 36. Lista de eventos estação FSMAR.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
10/19/2013	17:54:54	26,0913	-110,3209	292	700	6.6
10/24/2013	19:25:10	-58,1530	-12,7964	297	930	6.7
10/30/2013	02:29:12	-35,4390	-73,1930	303	0	5.8
10/30/2013	02:51:47	-35,3140	-73,3950	303	0	6.2
11/16/2013	03:34:31	-60,2627	-47,0621	320	230	6.9
11/17/2013	09:04:55	-60,2738	-46,4011	321	530	7.7

Tabela 37. Lista de eventos estação PESM.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
08/23/2013	08:34:06	-22,2741	-68,5927	235	920	5.8
09/07/2013	00:13:29	14,6056	-92,1207	250	570	6.4
09/25/2013	16:42:43	-15,8385	-74,5112	268	170	7.1
10/12/2013	13:11:53	35,5142	23,2523	285	350	6.6
10/30/2013	02:51:47	-35,3140	-73,3950	303	0	6.2
10/31/2013	23:03:59	-30,2921	-71,5215	304	720	6.6
11/13/2013	23:45:47	-60,2814	-47,1233	317	930	6.1
11/16/2013	03:34:31	-60,2627	-47,0621	320	230	6.9
11/16/2013	03:37:17	-60,2836	-46,7083	320	780	5.4
11/17/2013	09:04:55	-60,2738	-46,4011	321	530	7.7
11/25/2013	06:27:33	-53,9451	-55,0033	329	300	7.0

Tabela 38. Lista de eventos estação IBEL1.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
05/16/2014	11:01:40	17.08630	-60.3648	136	5.3	5.9
05/16/2014	17:08:32	-23.4456	-68.5388	136	105	5.5
05/21/2014	09:00:53	-30.4520	-71.3110	141	36.2	5.1
11/01/2014	10:59:55	-31.8225	-111.1796	305	10	6.0

Tabela 39. Lista de eventos estação IBEL2.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
05/17/2014	09:11:05	-19.9874	-70.8968	137	5.6	5.6
05/19/2014	22:47:12	-57.0334	-25.1486	139	10	5.7
05/21/2014	09:00:53	-30.4520	-71.3110	141	36.2	5.1
05/21/2014	10:06:15	17.12100	-95.0729	141	120.3	5.8
05/24/2014	08:24:47	16.52600	-98.1410	144	17	5.7

Tabela 40. Lista de eventos estação IBEL3.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
05/16/2014	17:08:32	-23.4456	-68.5388	136	105	5.5
05/17/2014	09:11:05	-19.9874	-70.8968	137	5.6	5.6
05/19/2014	03:56:43	-56.9868	-24.9198	139	10	5.0
05/19/2014	22:47:12	-57.0334	-25.1486	139	10	5.7
05/21/2014	10:06:15	17.12100	-95.0729	141	120.3	5.8

Tabela 41. Lista de eventos estação IBEL4.

Date	Time (GMT)	Latitude	Longitude	Julian Day	Depth	Magnitude
05/21/2014	09:00:53	-30.4520	-71.3110	141	36.2	5.1
05/30/2014	15:32:27	-21.3020	-69.9990	150	59.6	5.6
05/31/2014	11:53:46	18.78760	-107.4690	151	5	6.2
06/06/2014	04:38:56	-61.0420	-51.6697	157	10	5.0
06/13/2014	19:30:29	-46.0293	-13.8844	164	6.4	5.8
06/29/2014	07:52:55	-55.4703	-28.3669	180	8	6.9
06/29/2014	14:32:49	-55.3584	-28.1075	180	10	5.7
07/07/2014	11:23:54	14.72400	-92.4614	188	53	6.9
07/23/2014	21:39:08	-20.2267	-68.6776	204	118.7	5.6
08/23/2014	04:45:32	-20.1745	-69.0385	235	100	5.6
08/23/2014	22:32:23	-32.6953	-71.4416	235	32	6.4
08/24/2014	23:21:45	-14.5980	-73.5714	236	101	6.8
08/25/2014	14:31:37	-16.1260	-73.1133	237	62	5.5
10/07/2014	12:33:23	-20.0271	-71.0262	280	14.8	5.3
10/08/2014	02:40:53	23.84060	-108.3271	281	10	6.0
10/09/2014	20:59:59	-31.9909	-111.1953	282	10	5.7
10/14/2014	03:51:34	12.52630	-88.1231	287	40	7.3

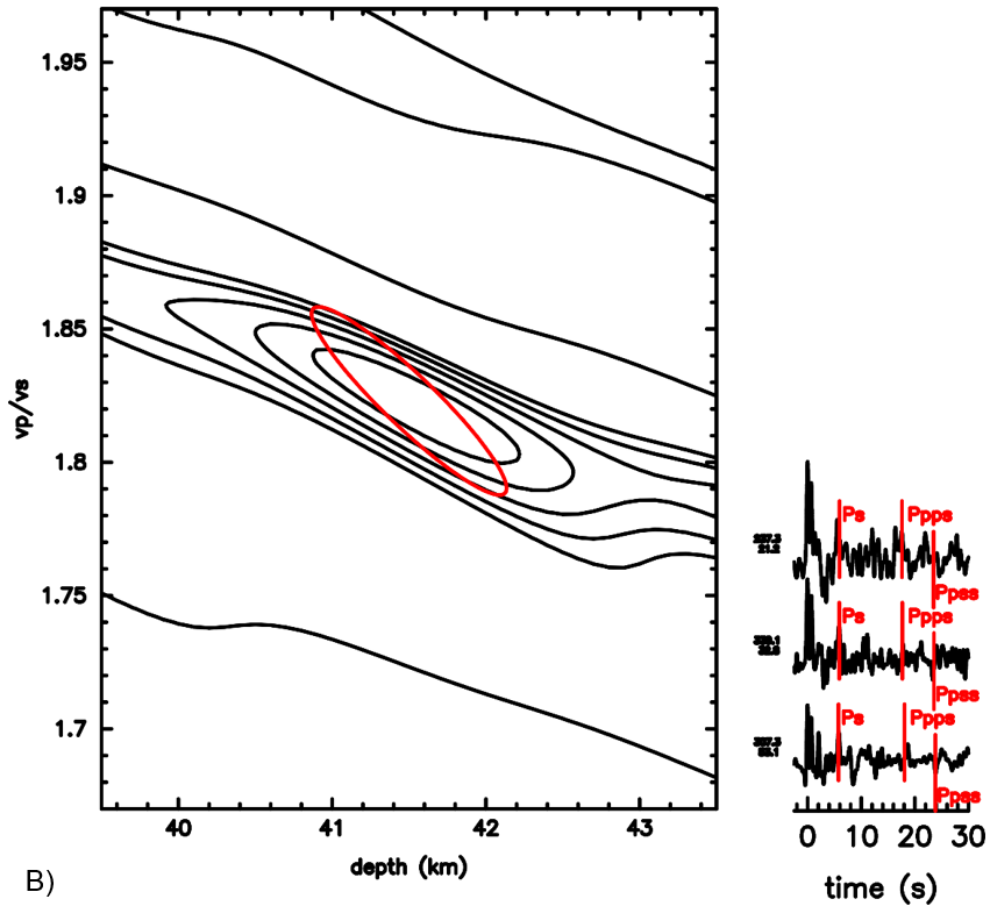
10/26/2014	10:45:32	-10.5476	-74.1482	299	123	5.6
-------------------	----------	----------	----------	-----	-----	-----

RESULTADOS DE FUNÇÃO DO RECEPTOR:

A)

PBS000

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 41.5 \pm 1.3 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.82 \pm 0.07$ $\text{corr} = -92.8\%$



B)

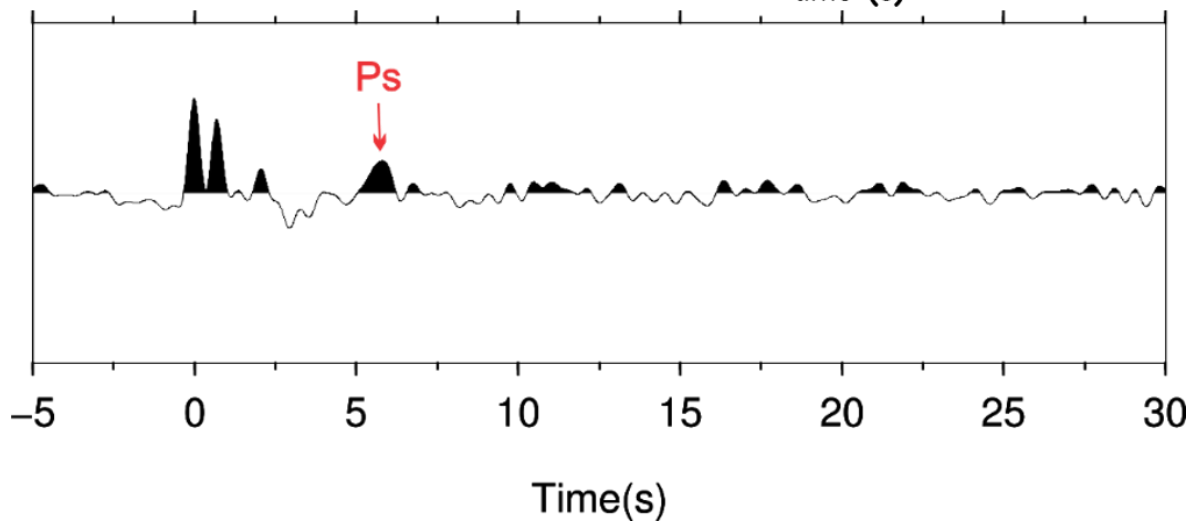


Figura 20. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS000. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

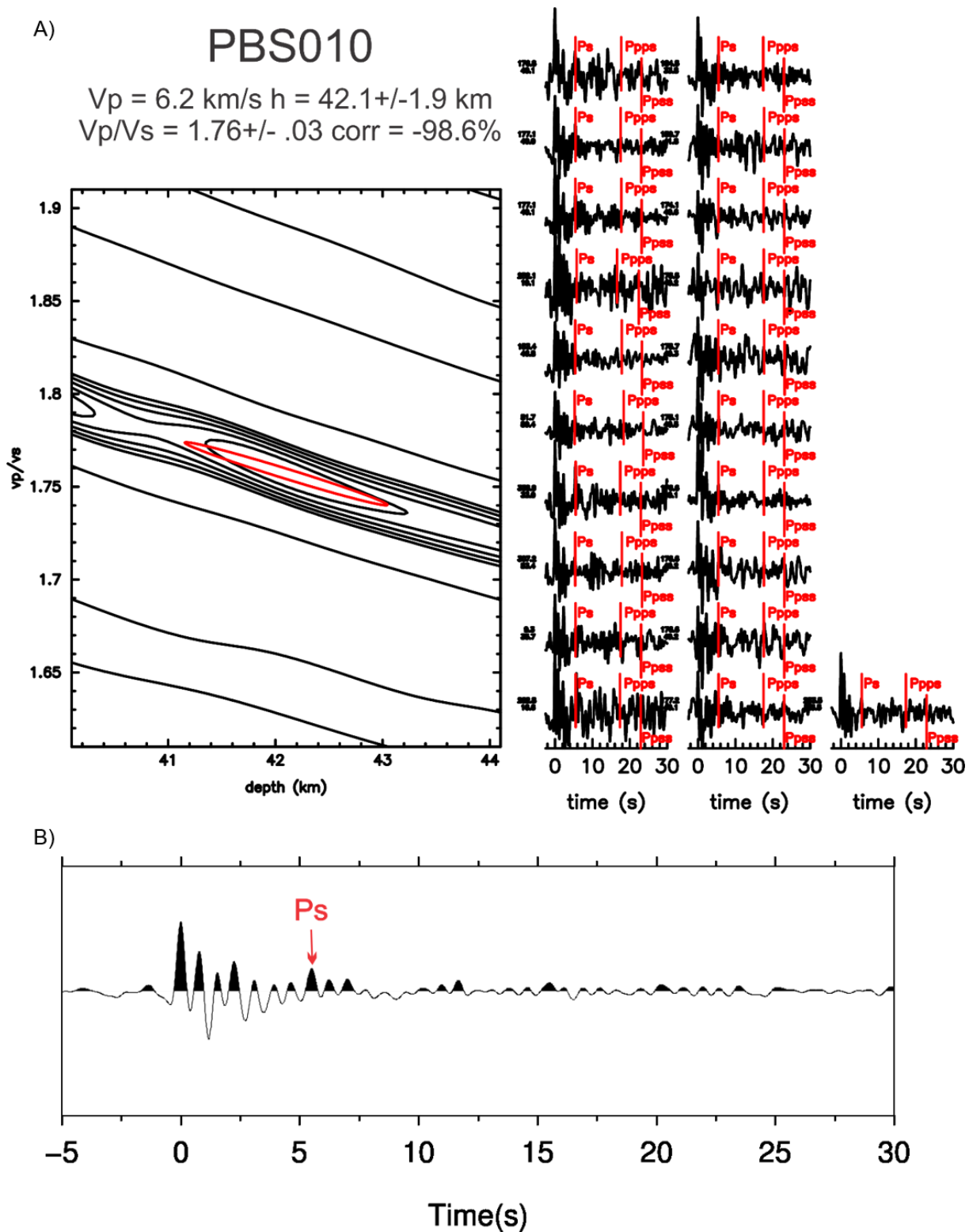
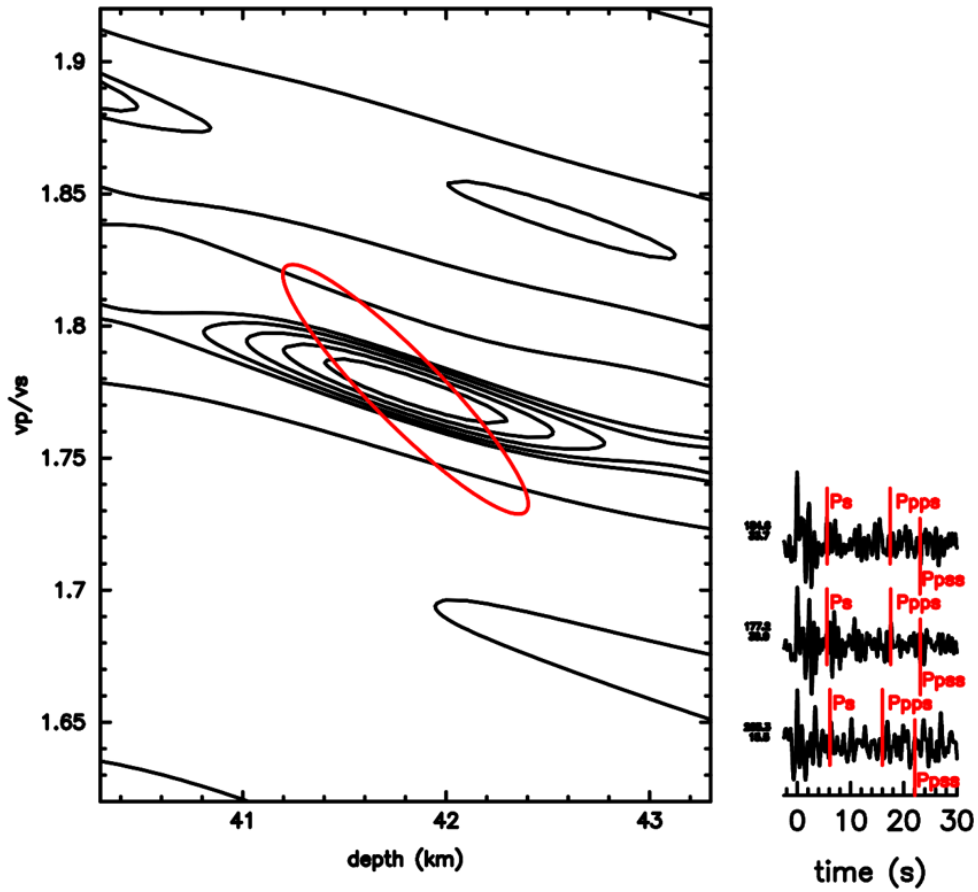


Figura 21. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS010. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS020

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 41.8 \pm 1.2 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.78 \pm .09$ $\text{corr} = -92.1\%$



B)

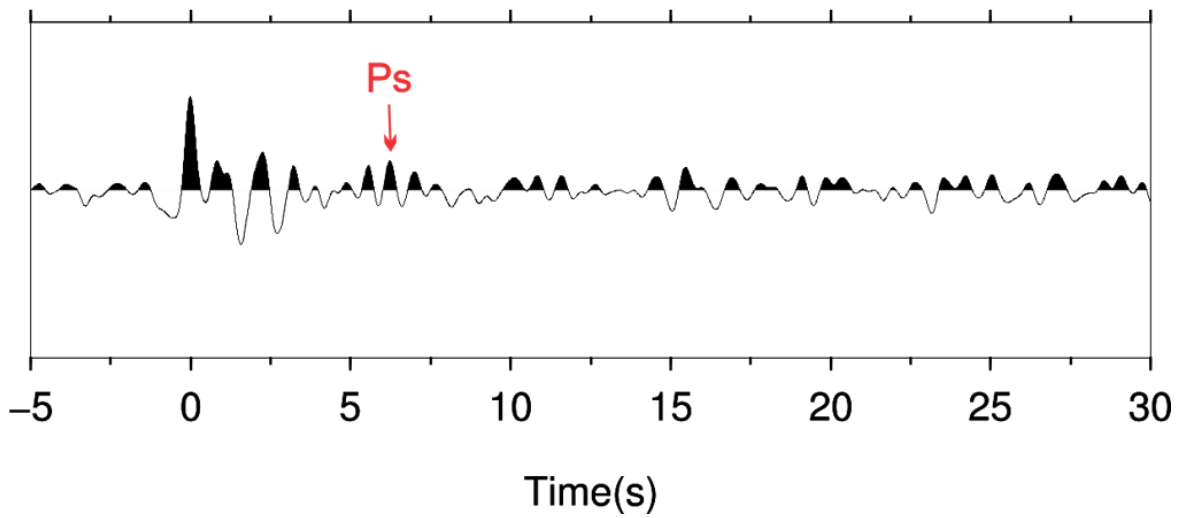
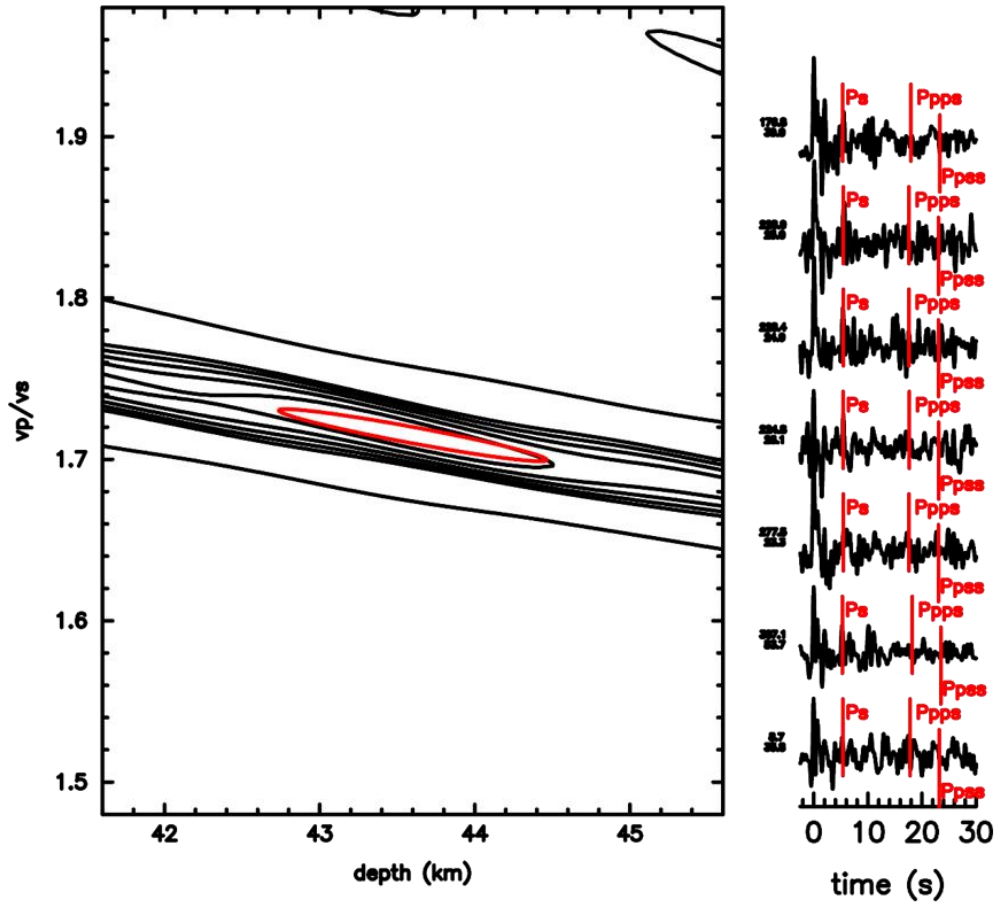


Figura 22. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS020. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS030

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 43.6 \pm 1.7 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.72 \pm .03$ $\text{corr} = -94.9\%$



B)

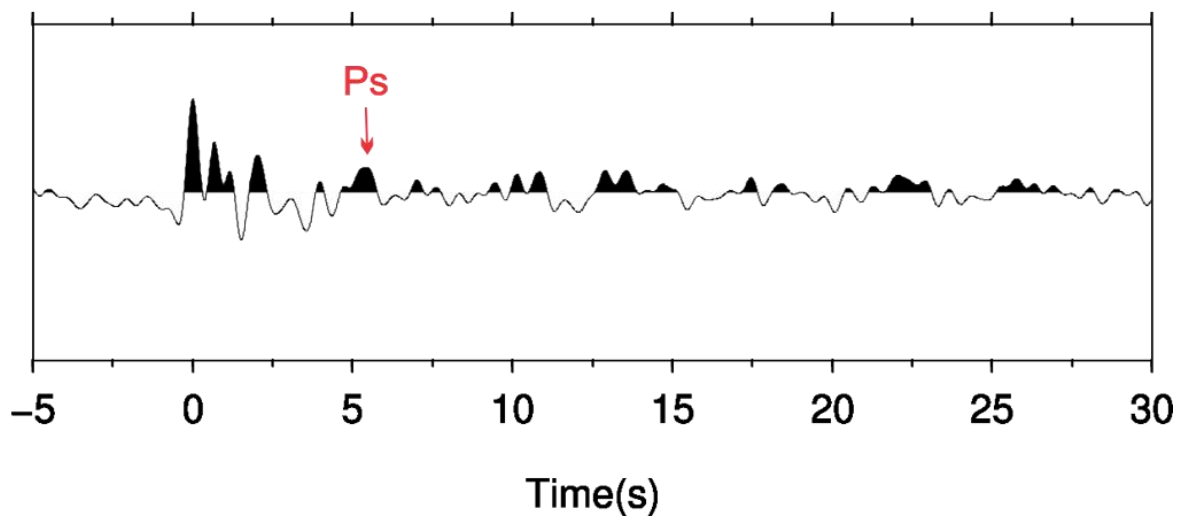
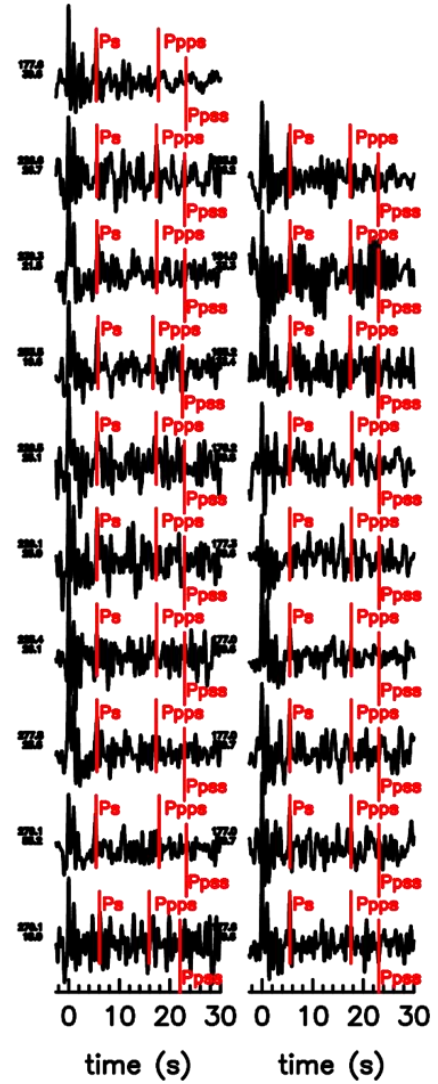
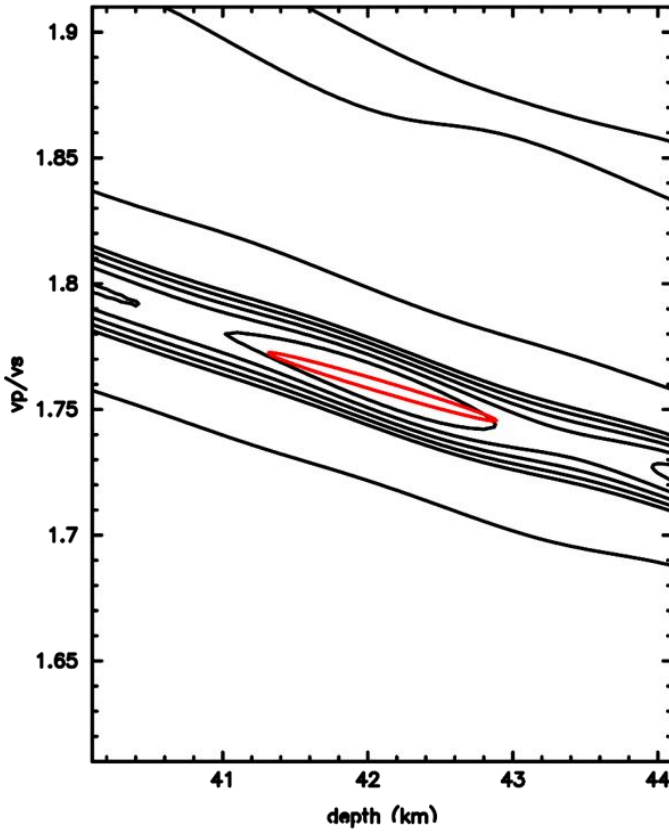


Figura 23. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS030. A) Hk-satcking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

PBS050

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 42.1 \pm 1.6 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.76 \pm .03$ $\text{corr} = -98.6\%$



B)

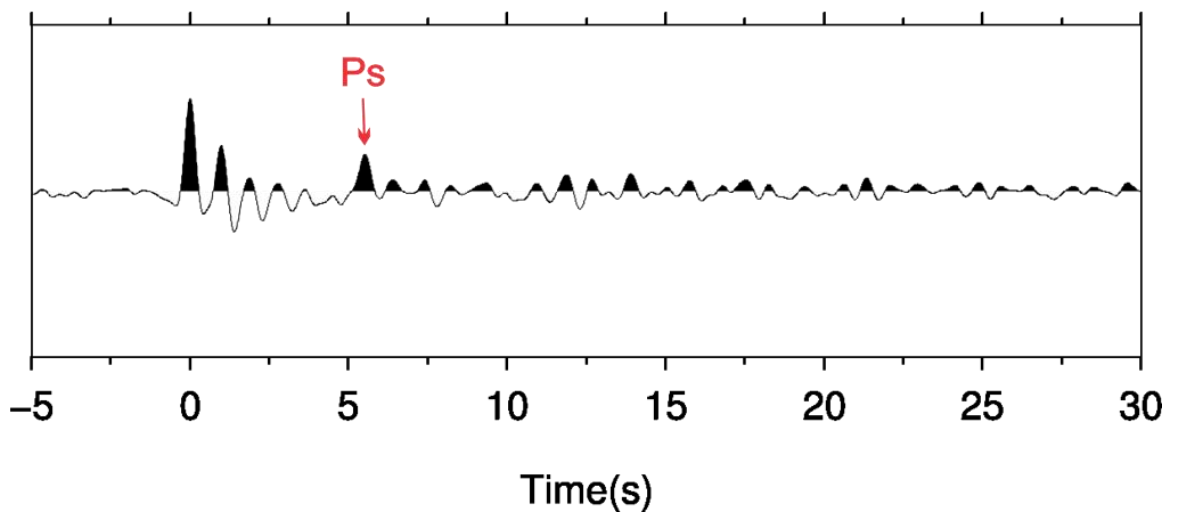
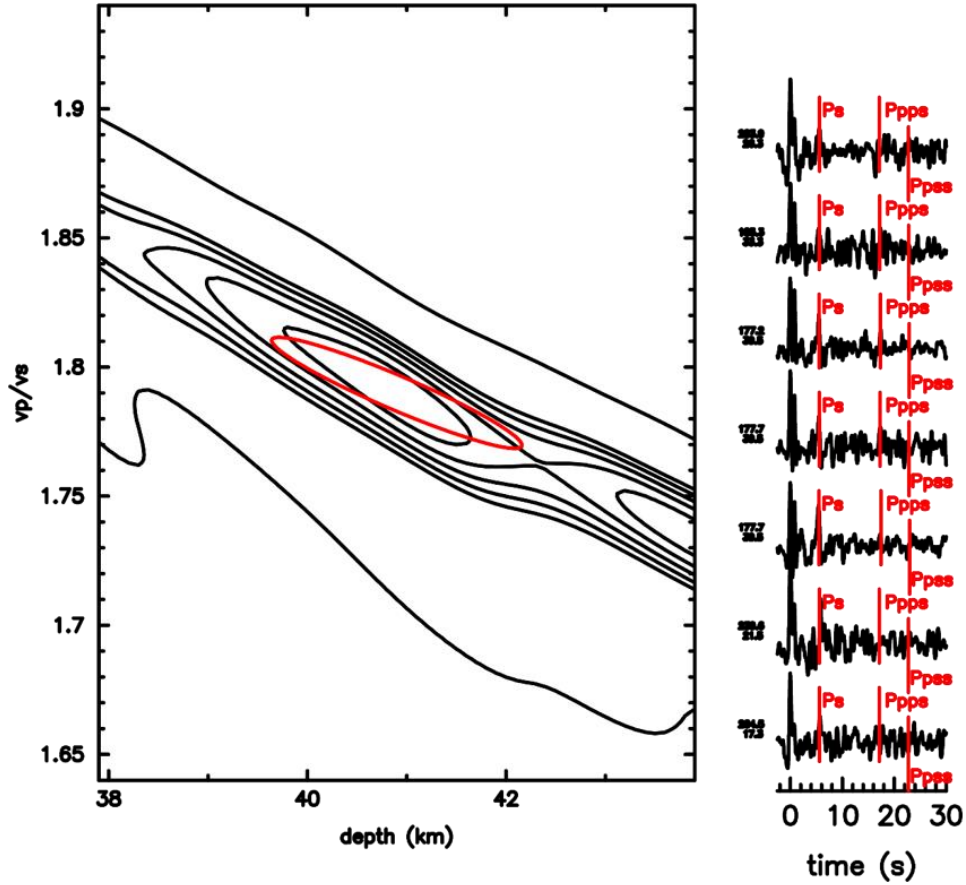


Figura 24. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS050. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

PBS060

A)

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 40.9 \pm 2.5 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.79 \pm .04$ $\text{corr} = -94.3\%$



B)

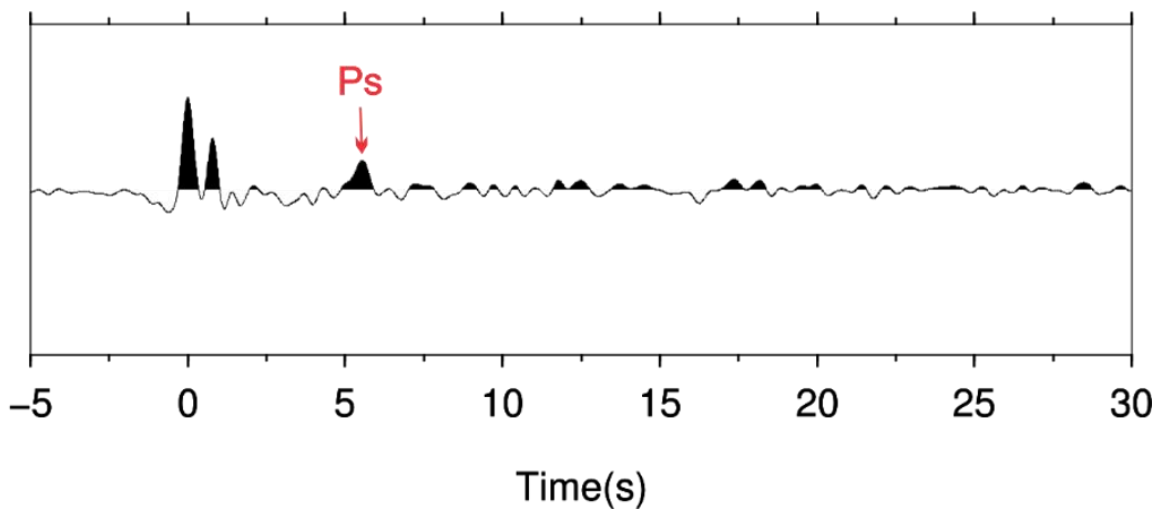


Figura 25. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS060. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A) **PBS070**
 $V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 42.8 \pm 1.1 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.72 \pm .02$ $\text{corr} = -95.58$

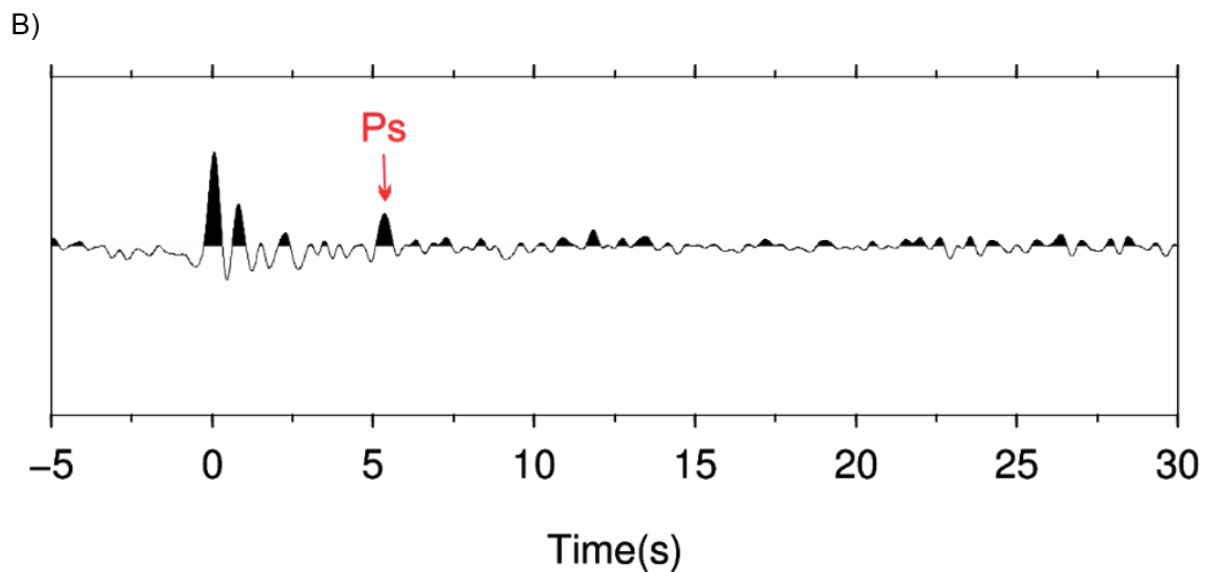
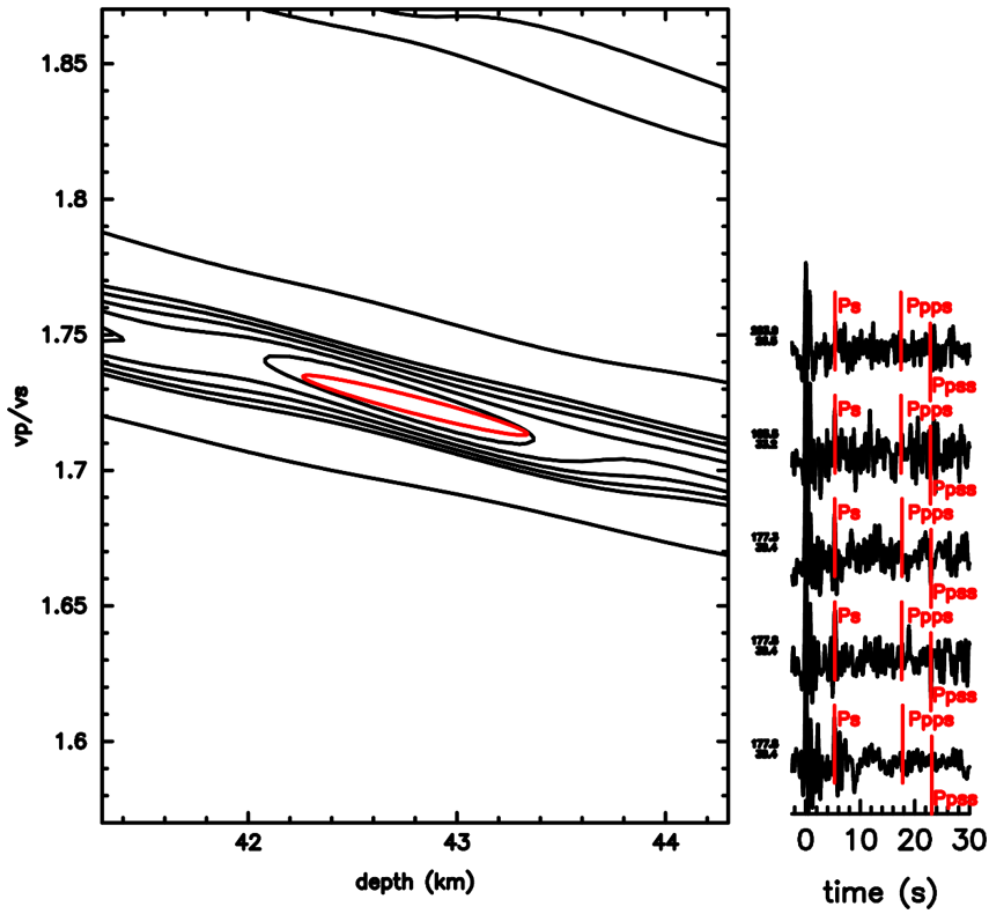


Figura 26. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS070. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

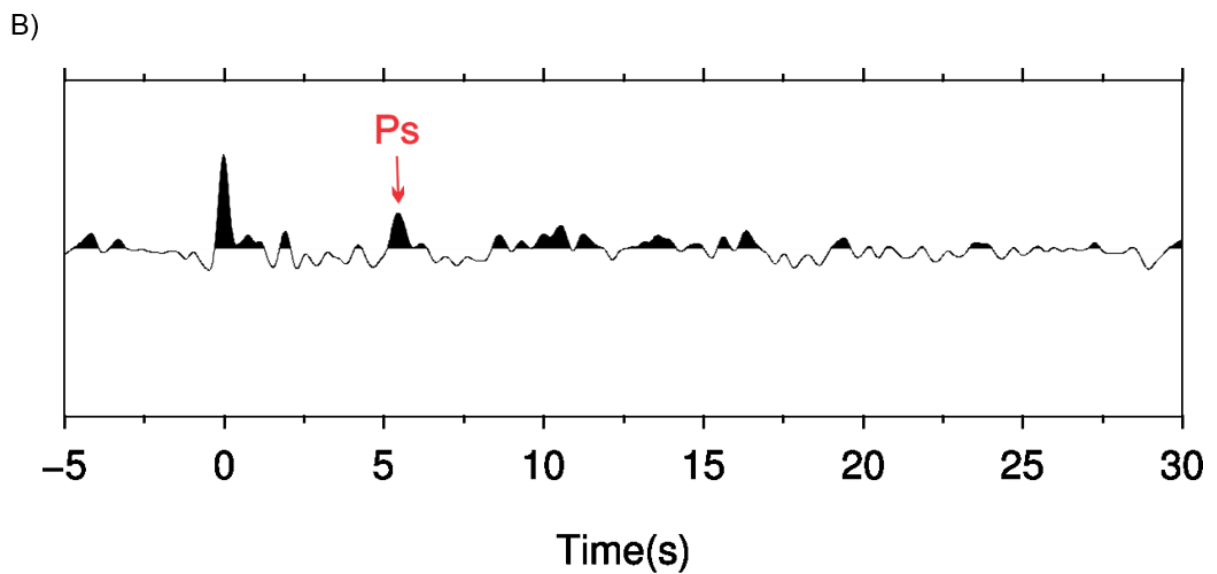
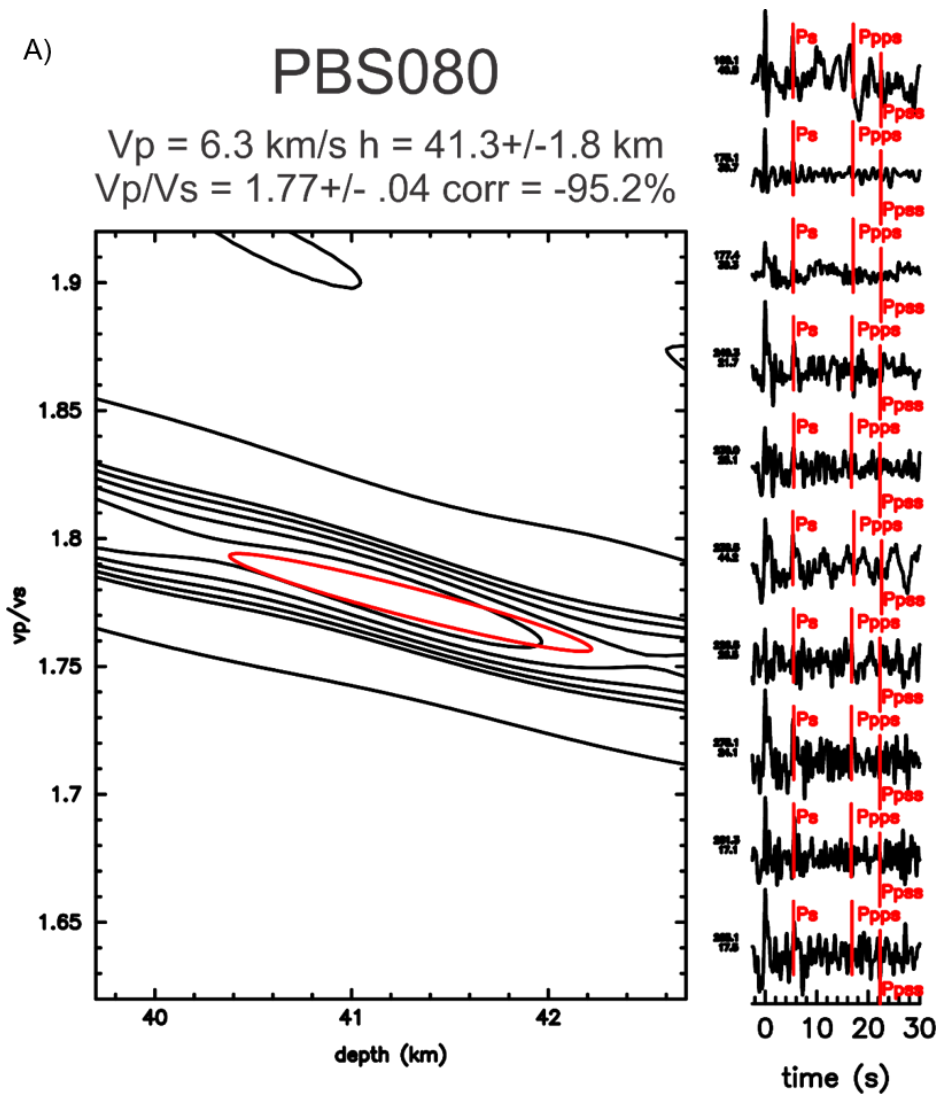


Figura 27. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS080. A) Hk-satstacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

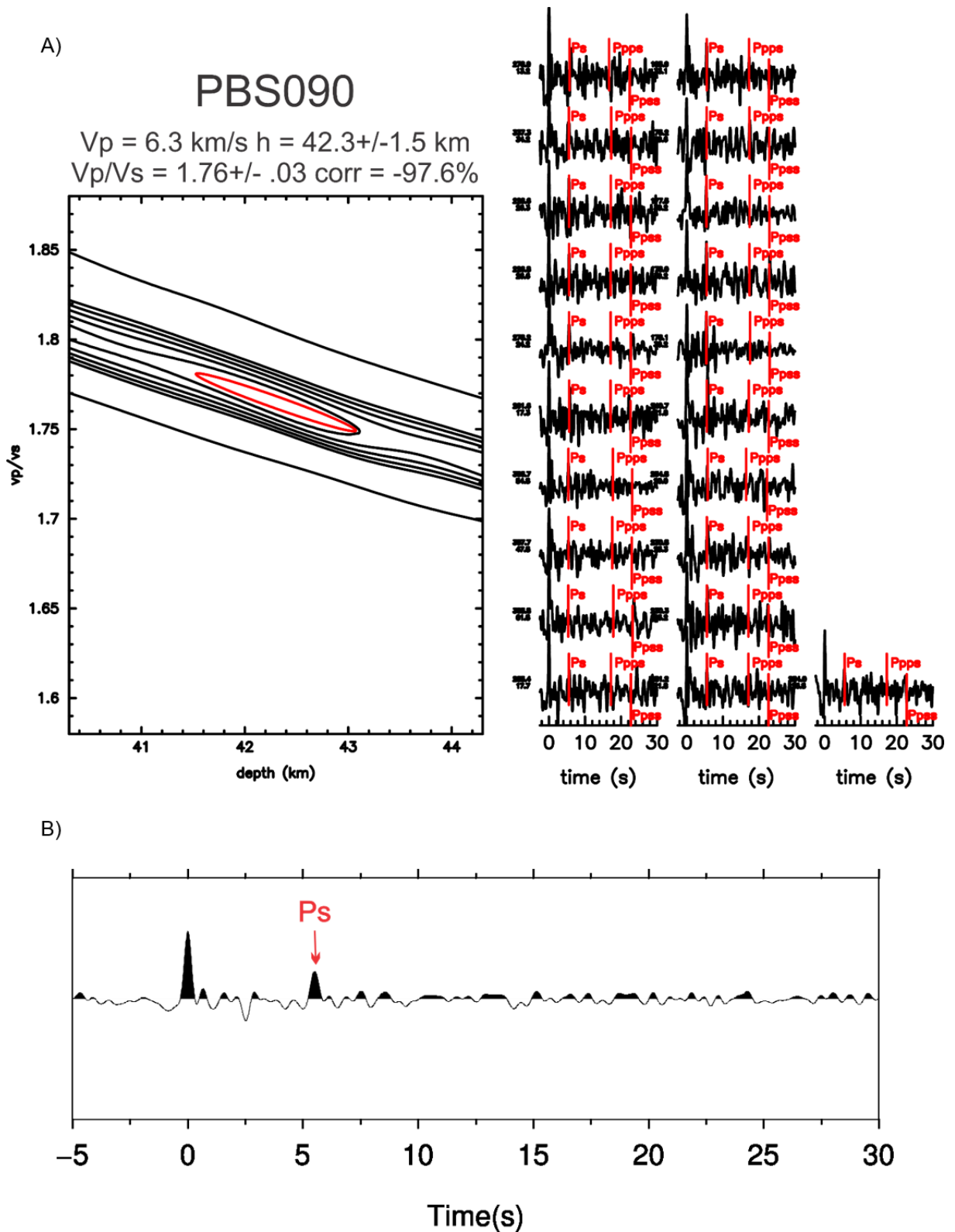
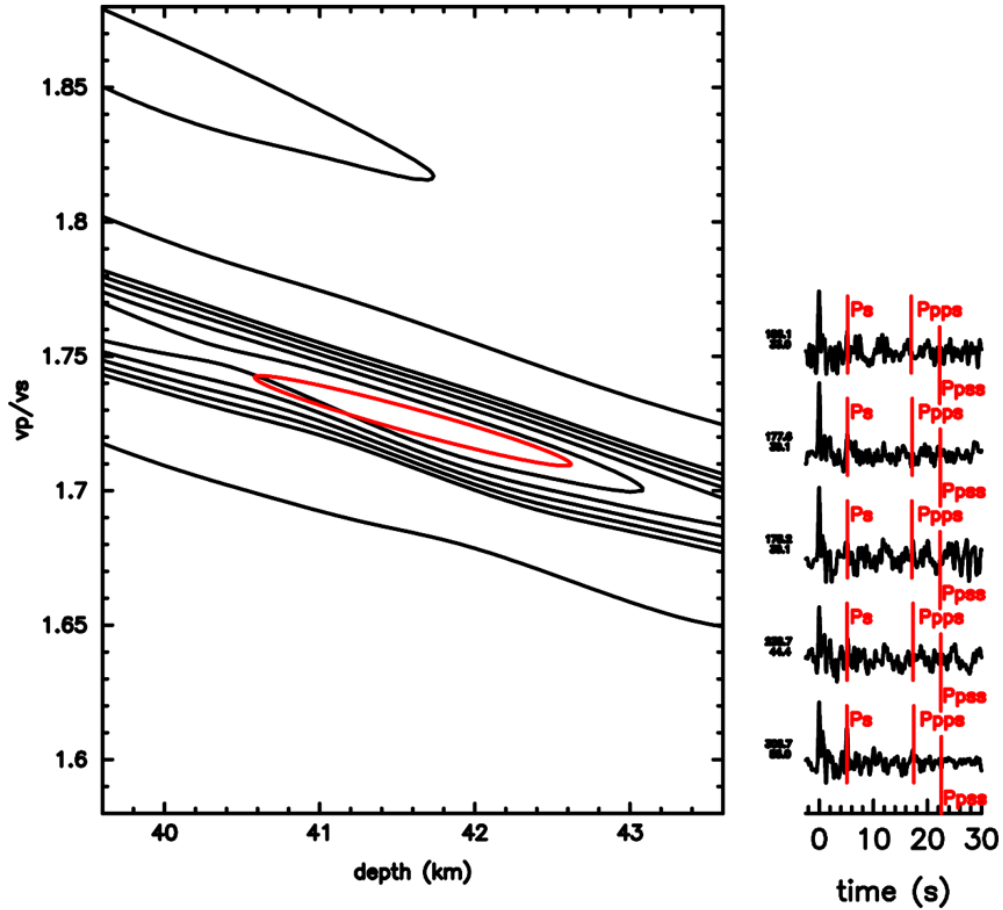


Figura 28. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS090. A) Hk-satating para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS100

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 41.6 \pm 2.0 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm .03$ corr = -96.2%



B)

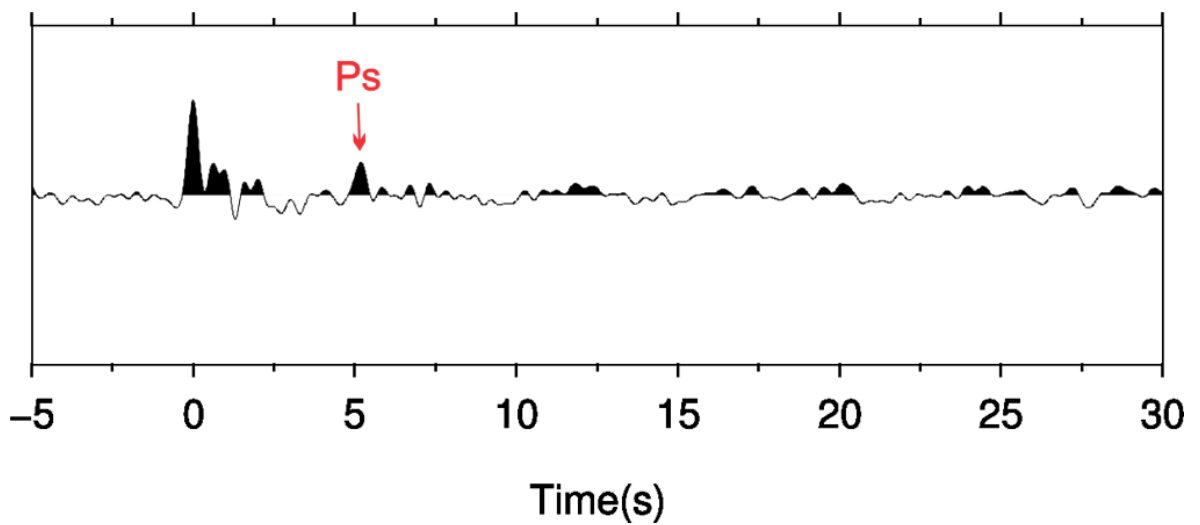


Figura 29. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS100. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

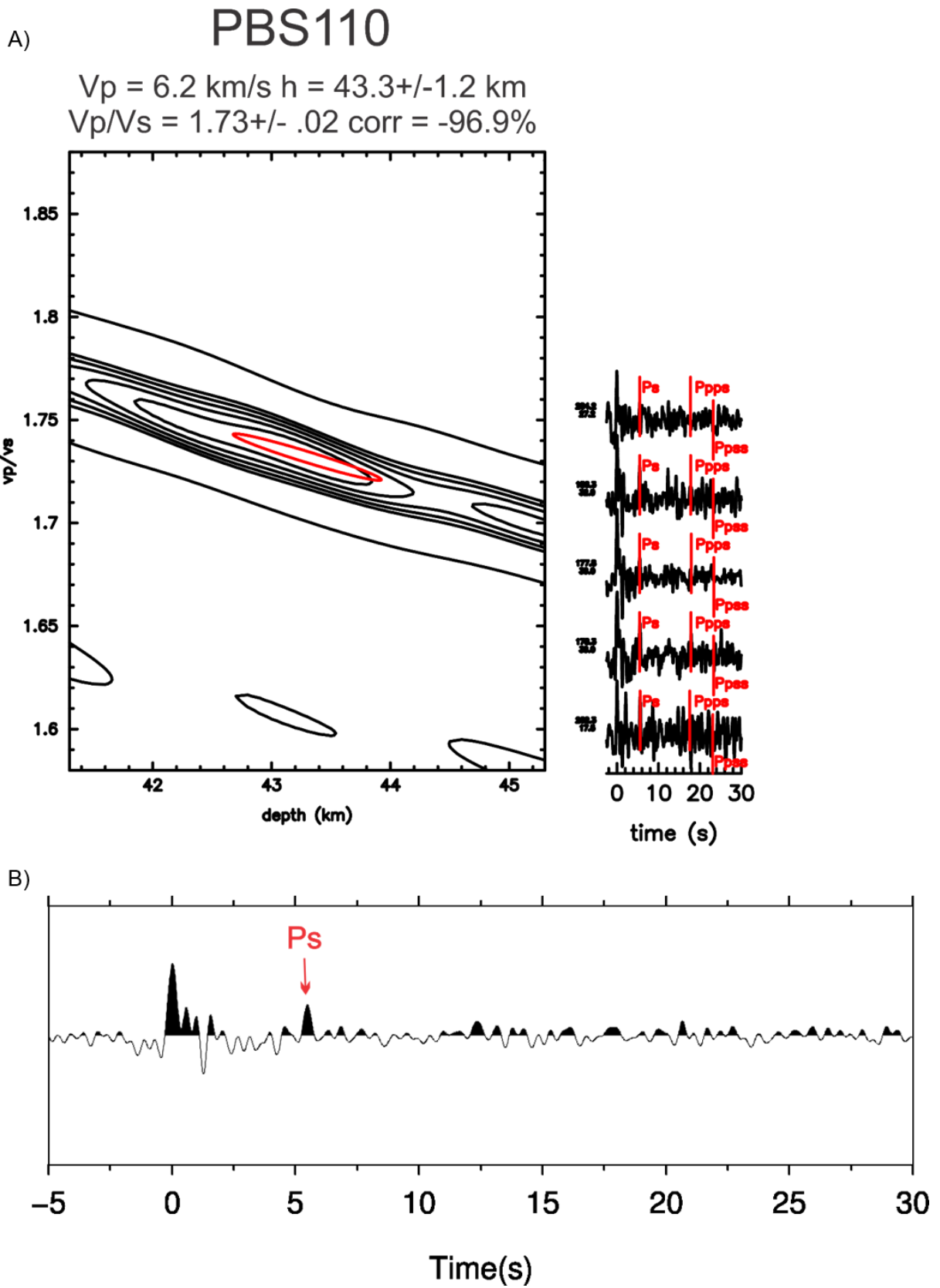
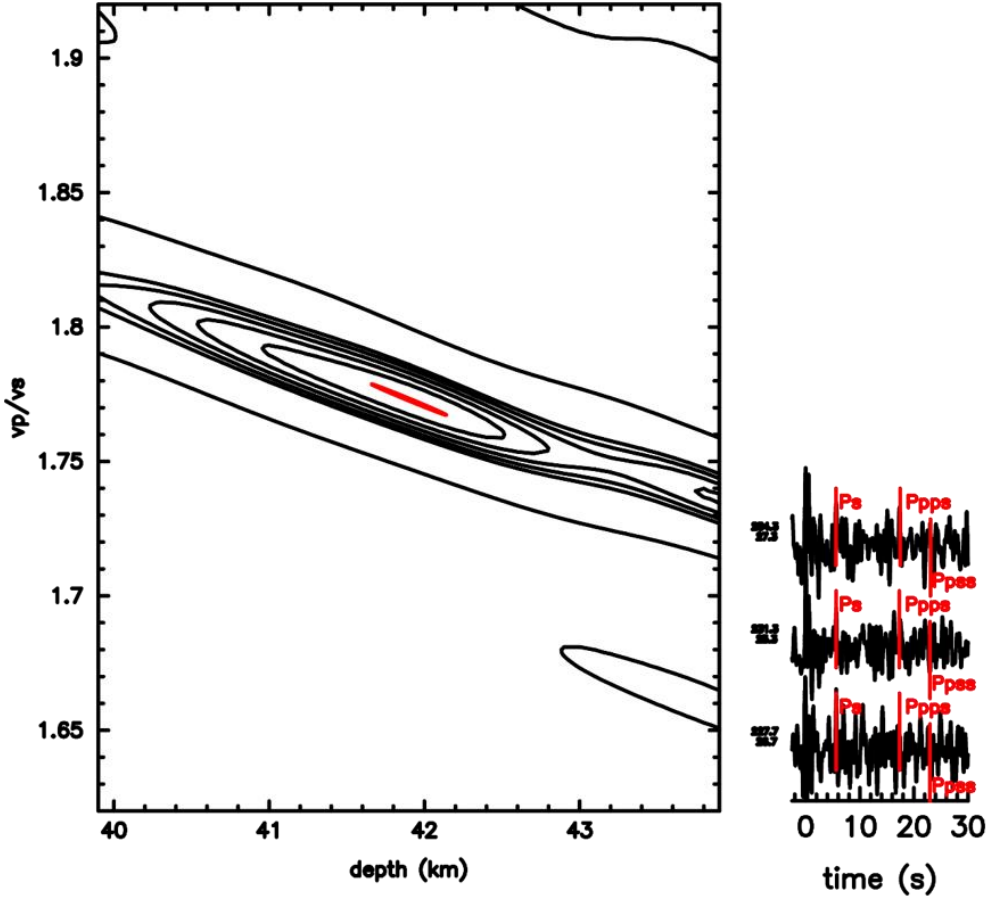


Figura 30. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS110. A) Hk-satcking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS120

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 41.9 \pm .5 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.77 \pm .01$ $\text{corr} = -99.7\%$



B)

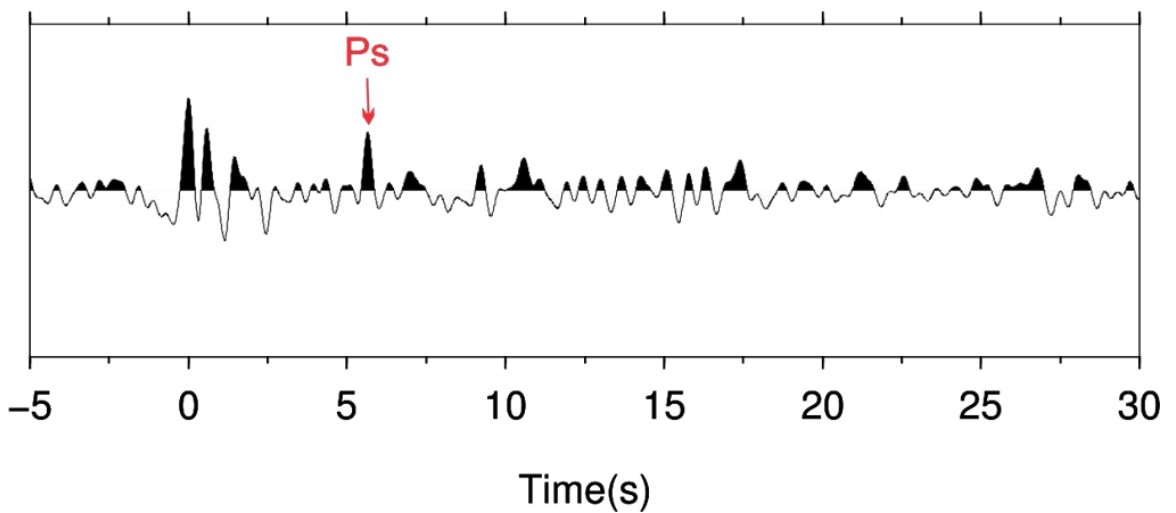
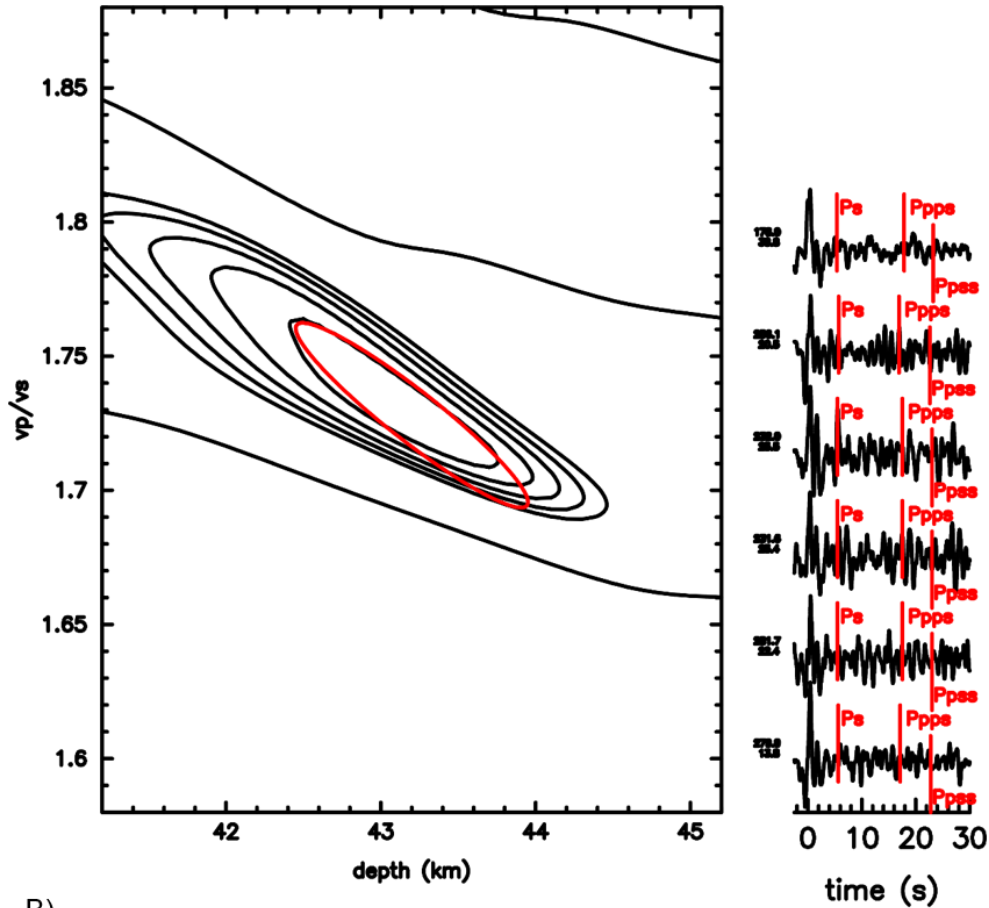


Figura 31. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS120. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS130

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 43.2 \pm 1.5 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm 0.07$ $\text{corr} = -94.0\%$



B)

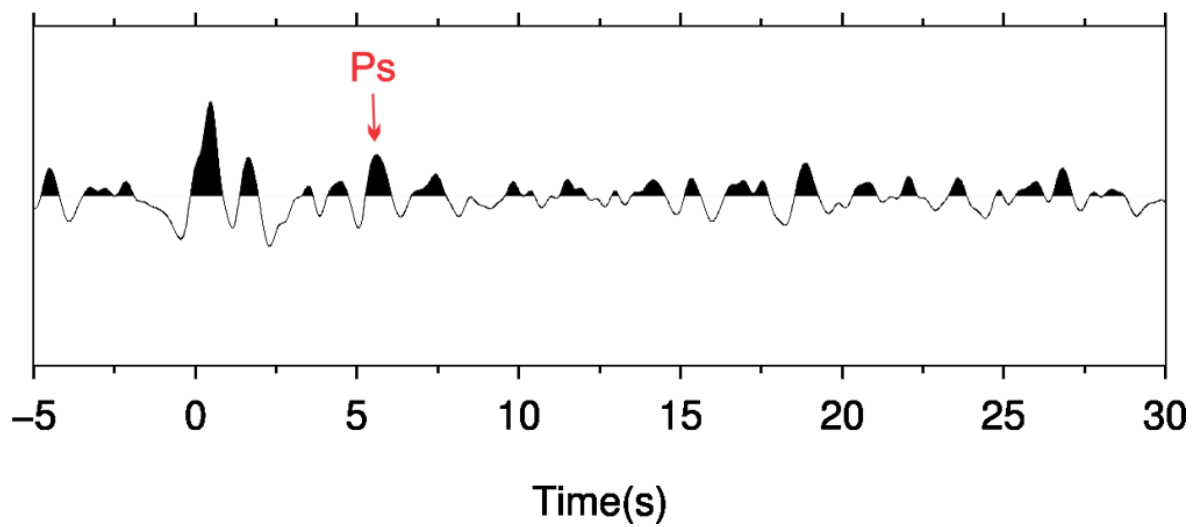


Figura 32. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS130. A) Hk-satstacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

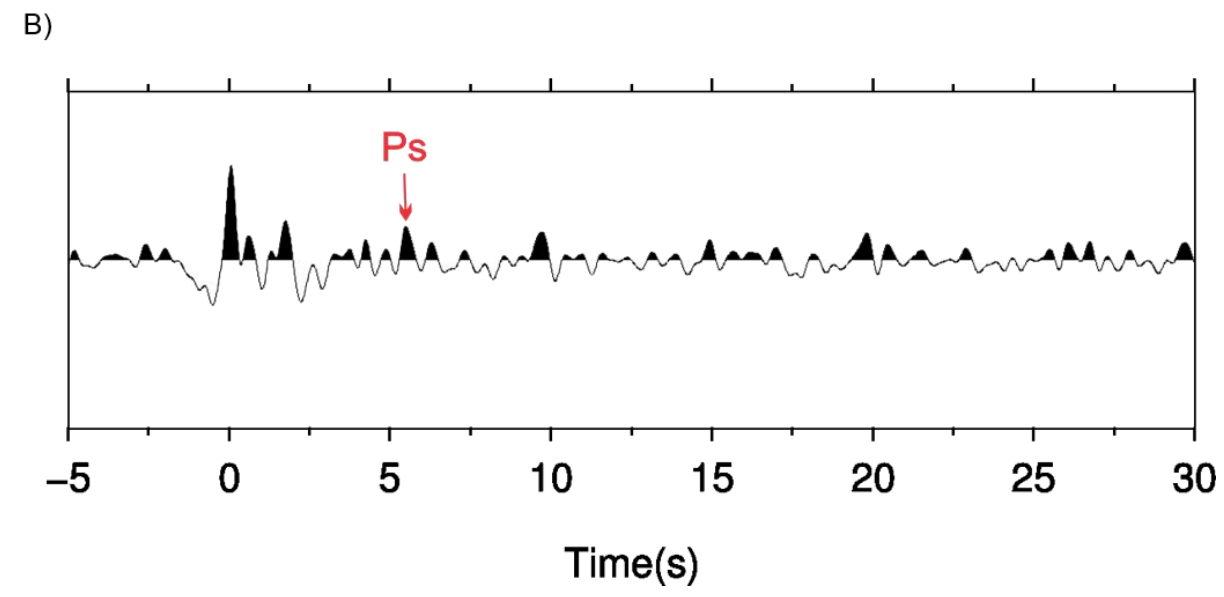
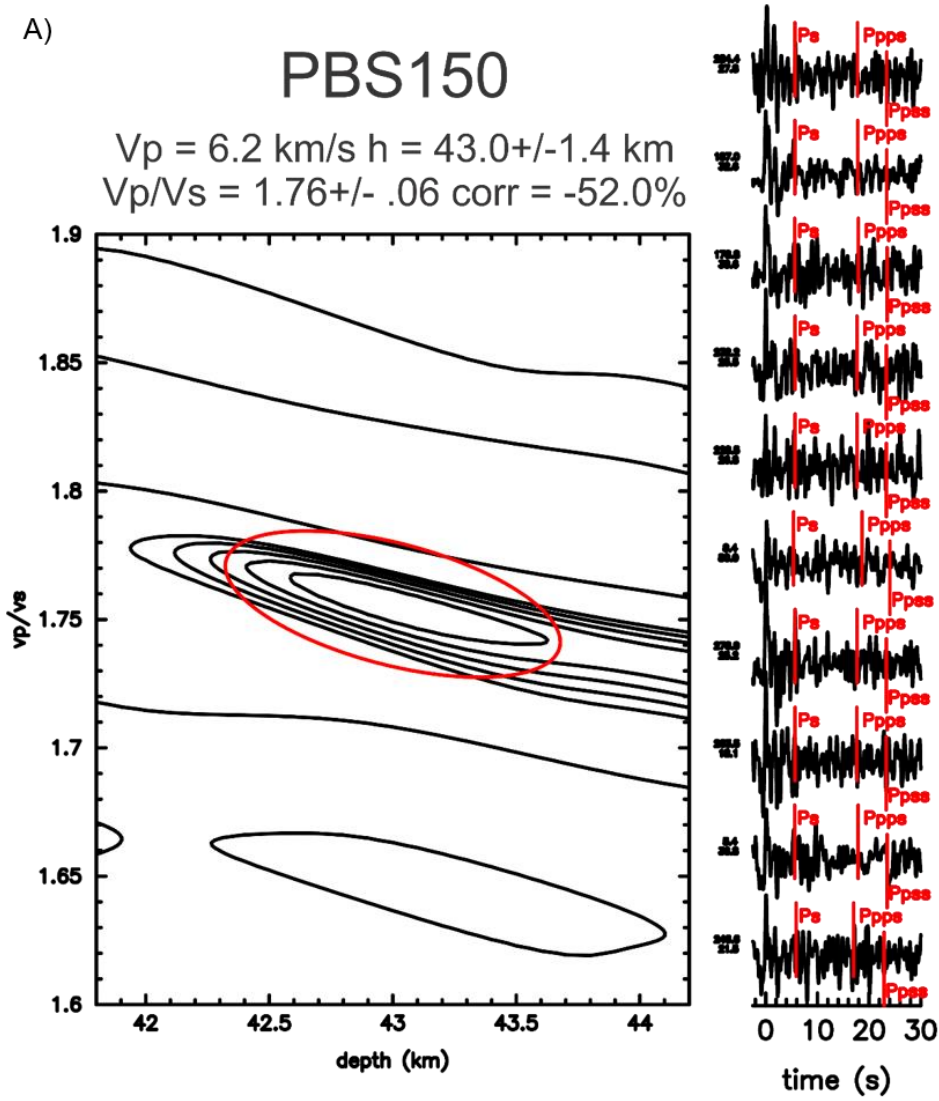


Figura 33. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS150. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

RAY PARAMETER (k/s)	TPs-TP (s)	Vp (km/s)	Vp/Vs	H (km)
7.67235	4.837508	6.2	1.76	40.56378

Station	Vp (km/s)	Vp/Vs	H (km)
PBS150	6.2	1.76	43.0

B)

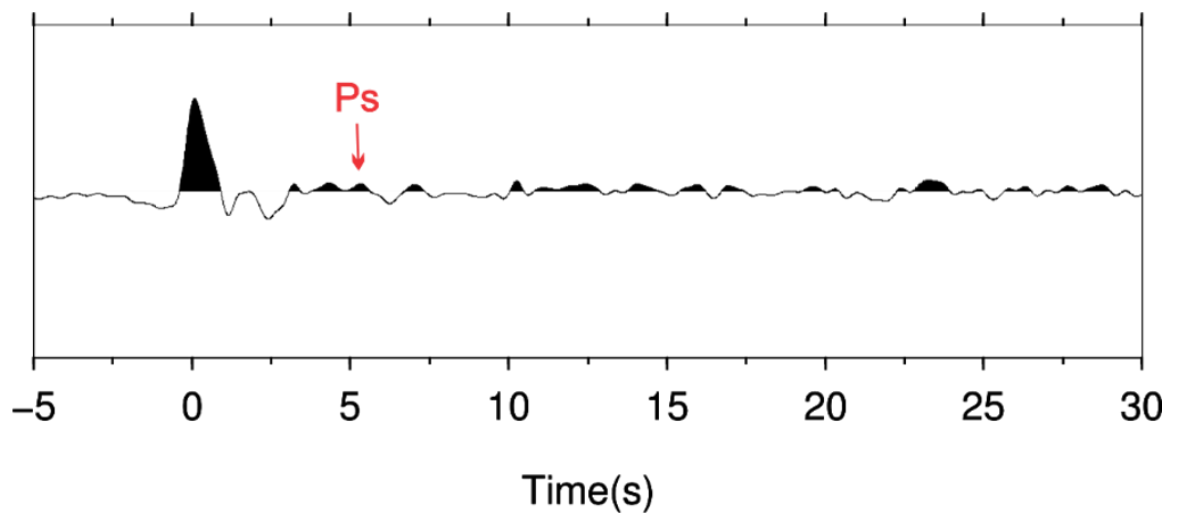
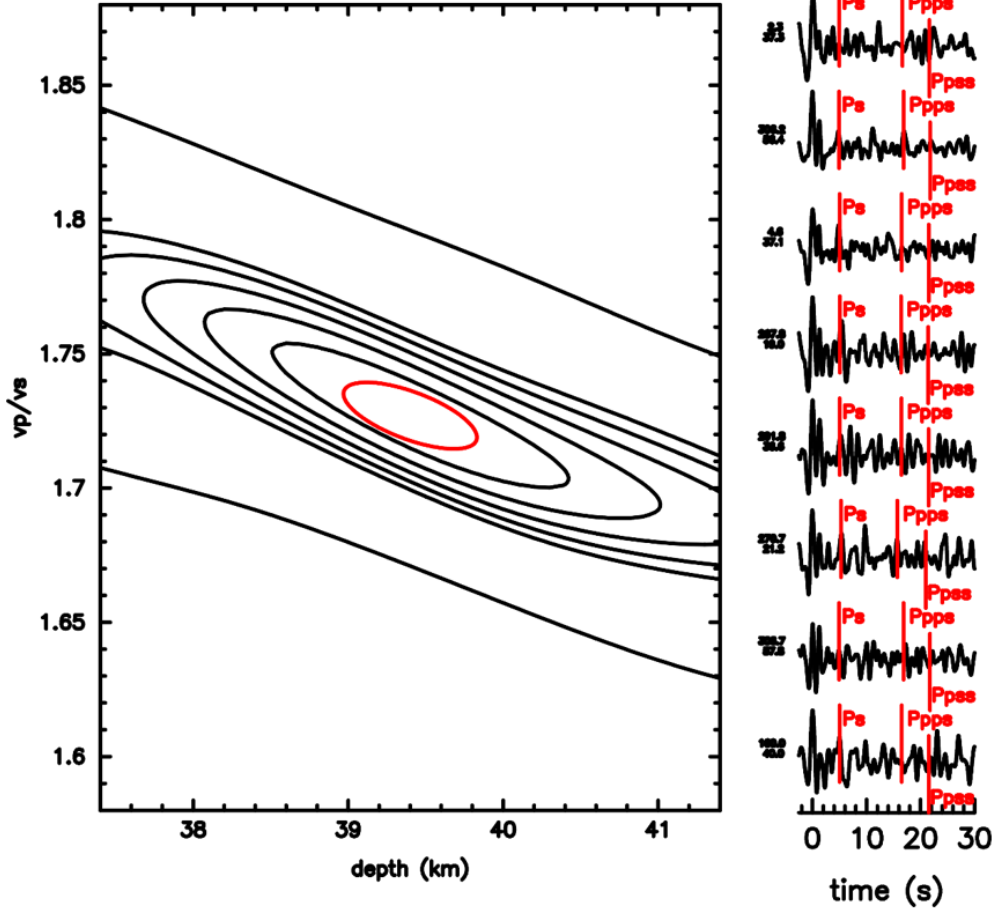


Figura 34. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS160. A) Valor de H (km) calculado para Vp/Vs de 1,76 (estação anterior PBS150) e Vp 6.2 km/s obtido pela refração. B) Traço radial com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS180

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 39.4 \pm .9 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm .02$ $\text{corr} = -65.5\%$



B)

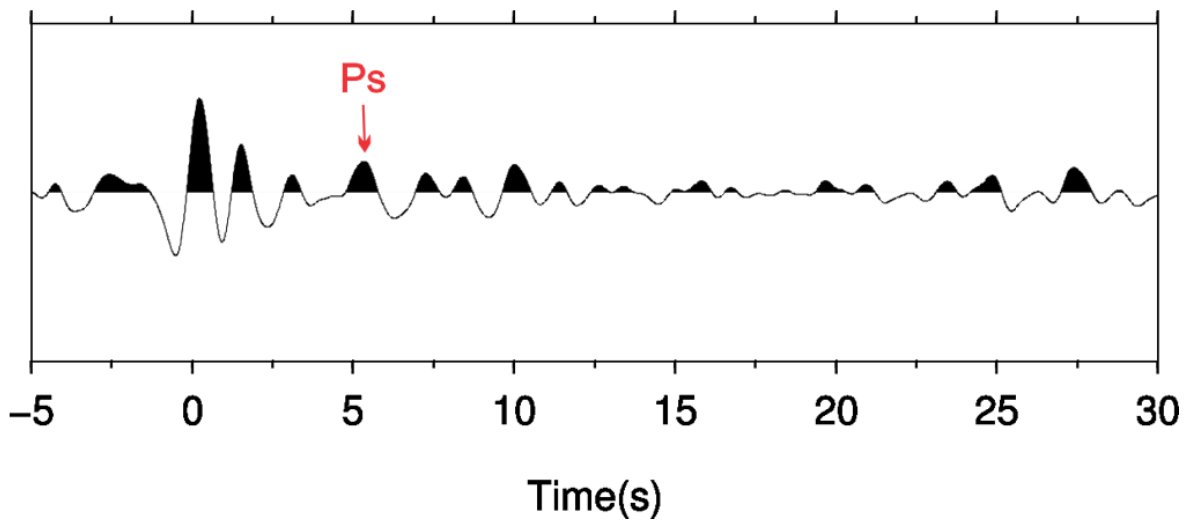
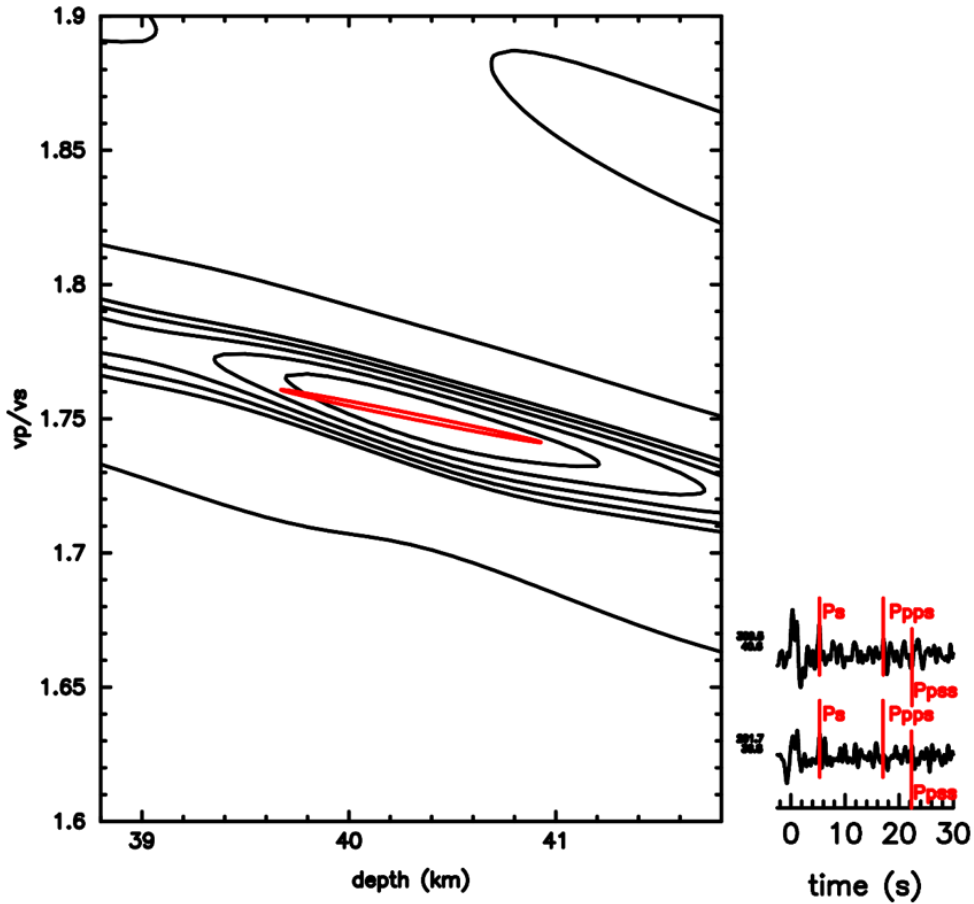


Figura 35. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS180. A) Hk-satcking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS190

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 40.3 \pm 1.3 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.75 \pm .02$ $\text{corr} = -99.5\%$



B)

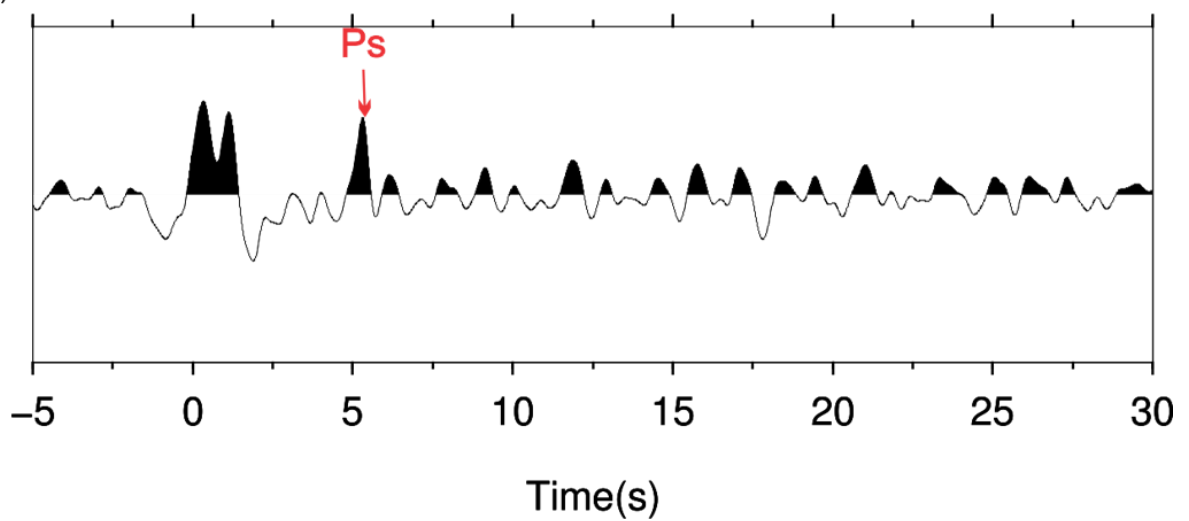
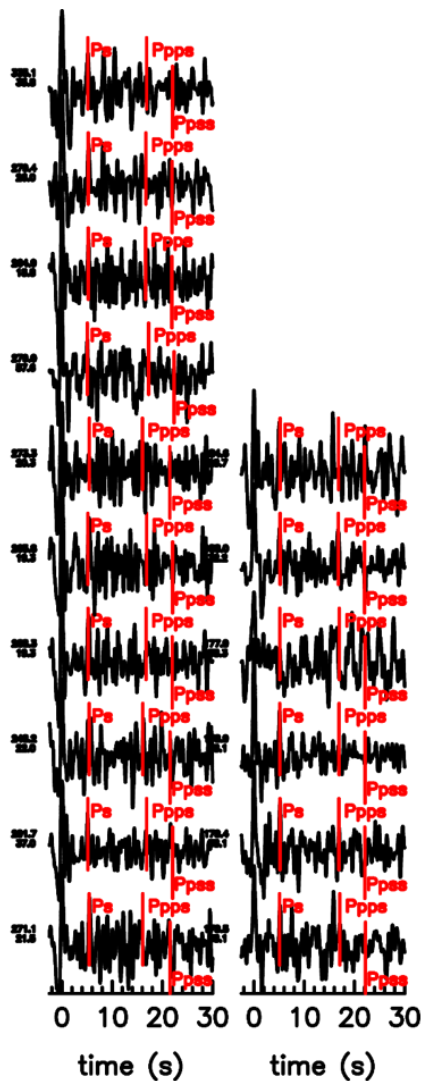
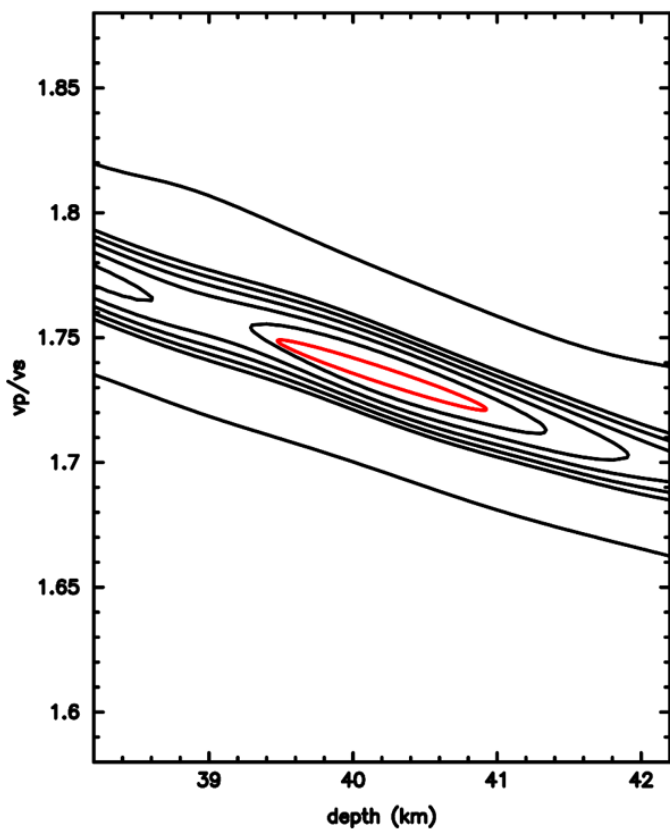


Figura 36. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS190. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

PBS200

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 40.2 \pm 1.4 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.74 \pm .03$ $\text{corr} = -97.3\%$



B)

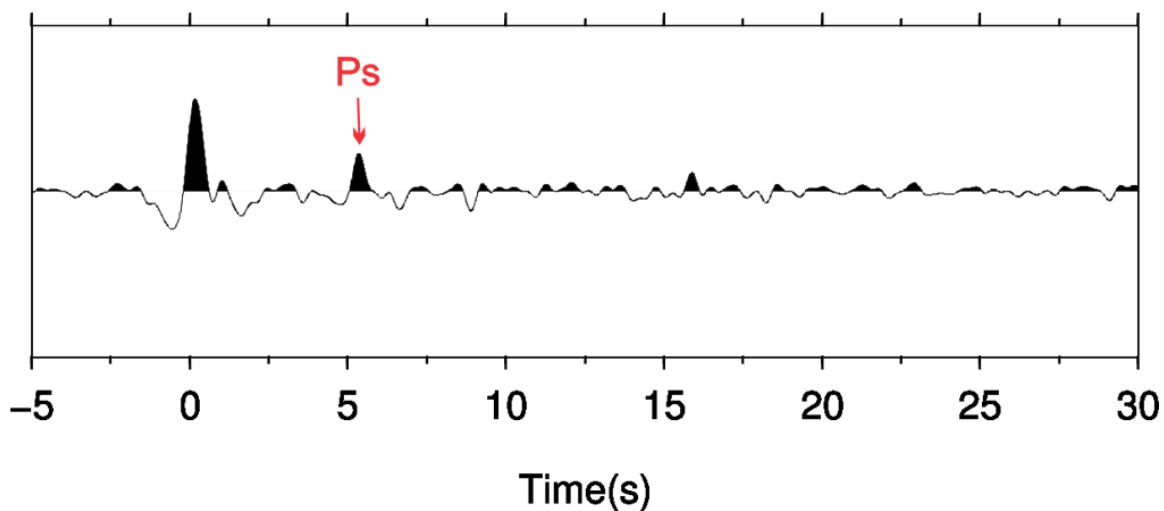


Figura 37. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS200. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

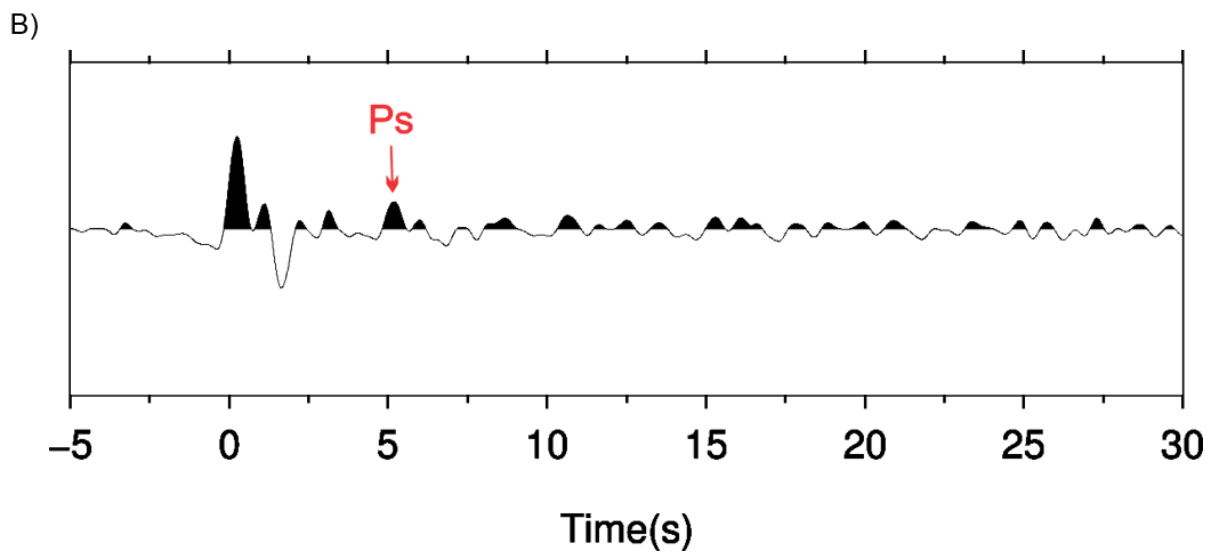
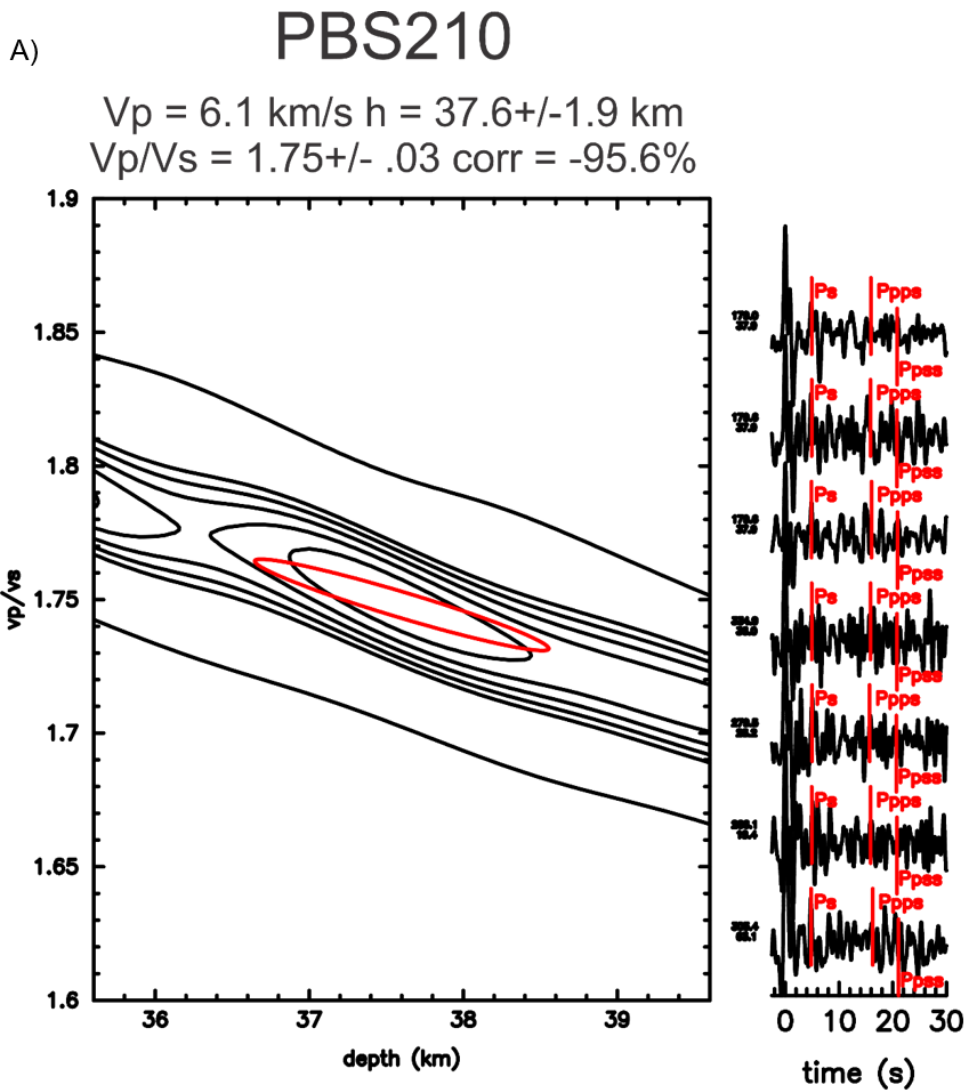
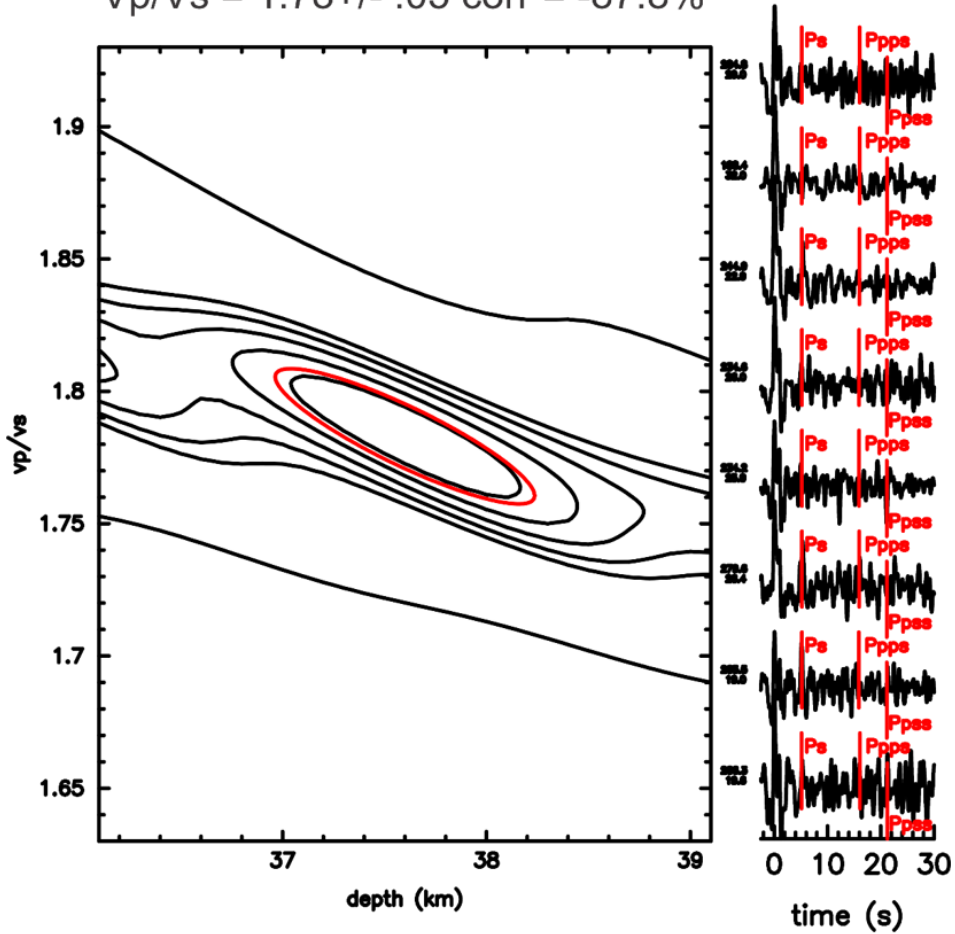


Figura 38. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS210. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

PBS220

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 37.6 \pm 1.3 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.78 \pm .05$ corr = -87.8%



B)

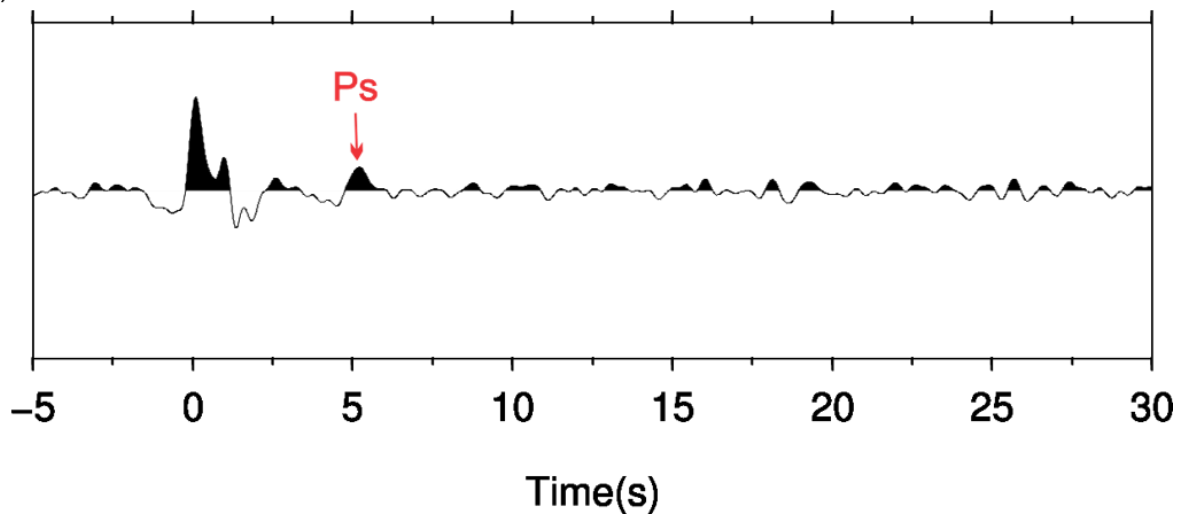


Figura 39. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS220. A) Hk-satstacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

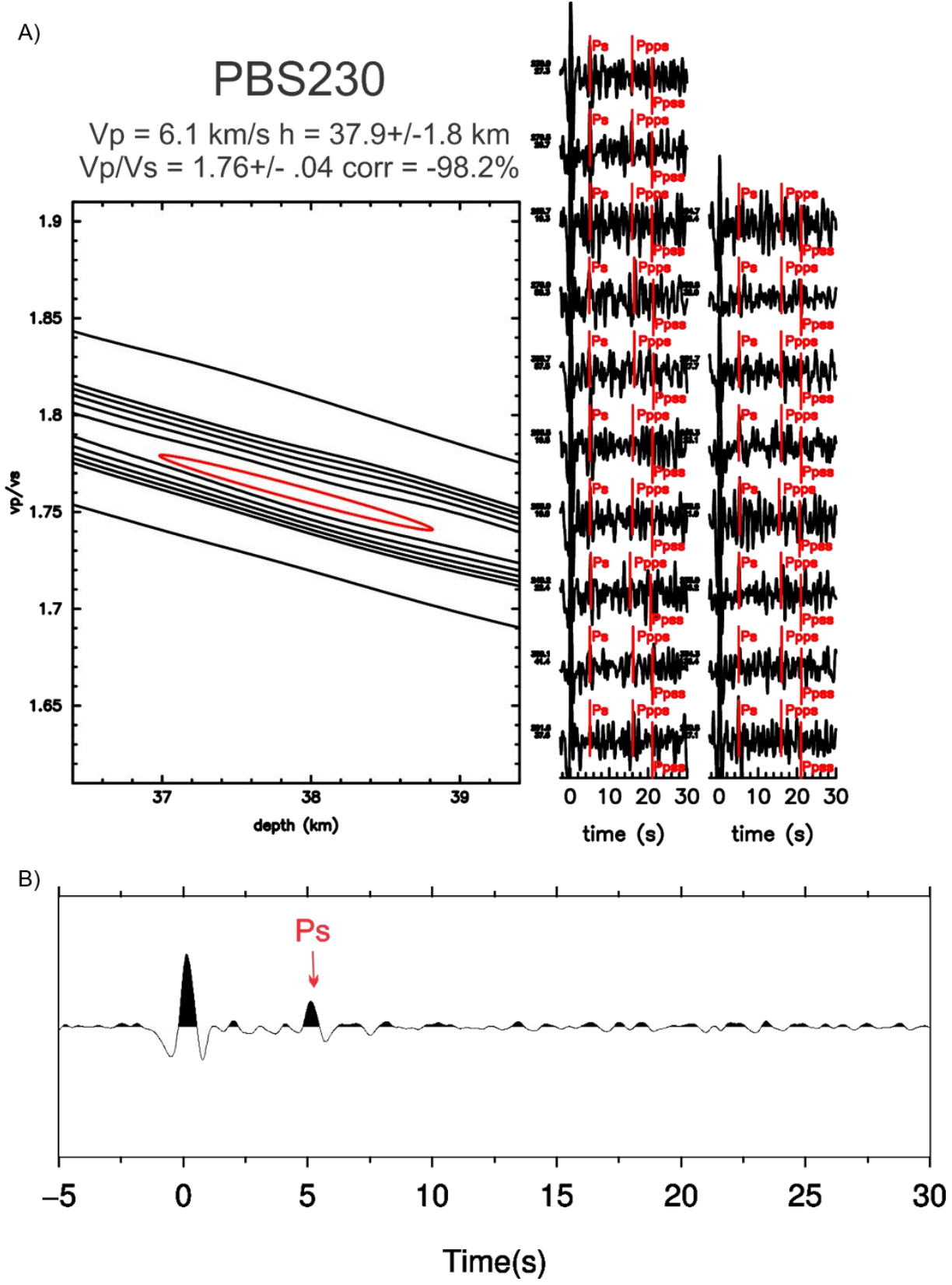
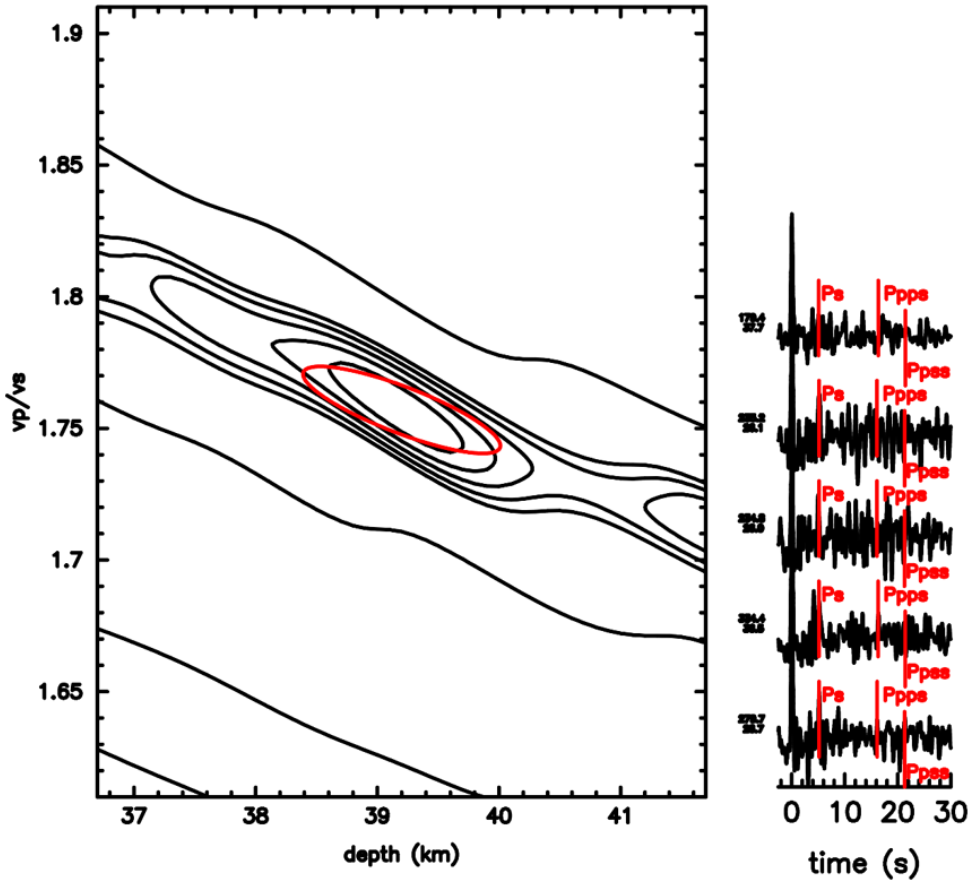


Figura 40. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS230. A) Hk-satcking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS240

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 39.2 \pm 1.6 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.76 \pm .03$ $\text{corr} = -82.3\%$



B)

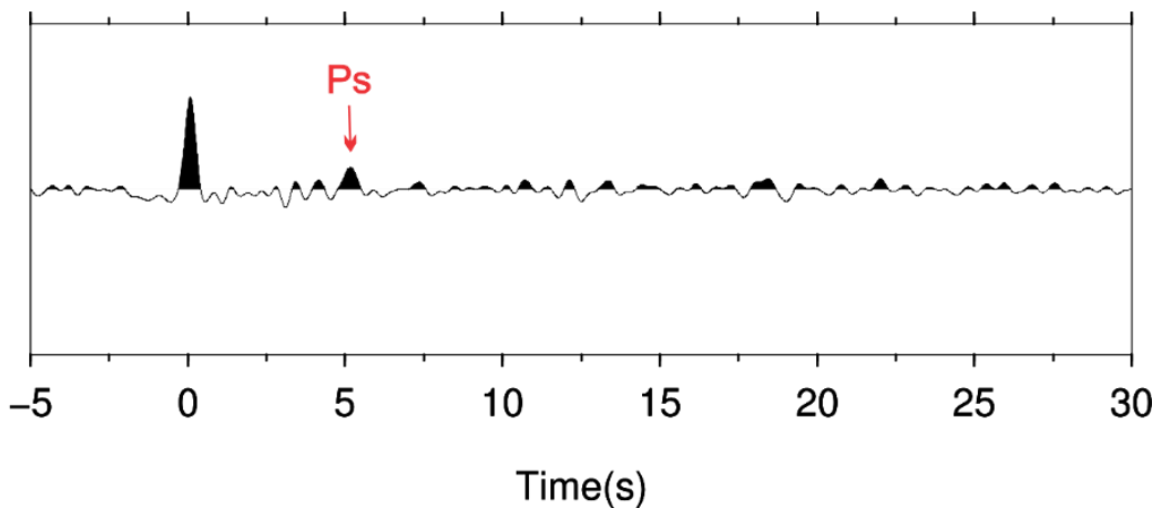
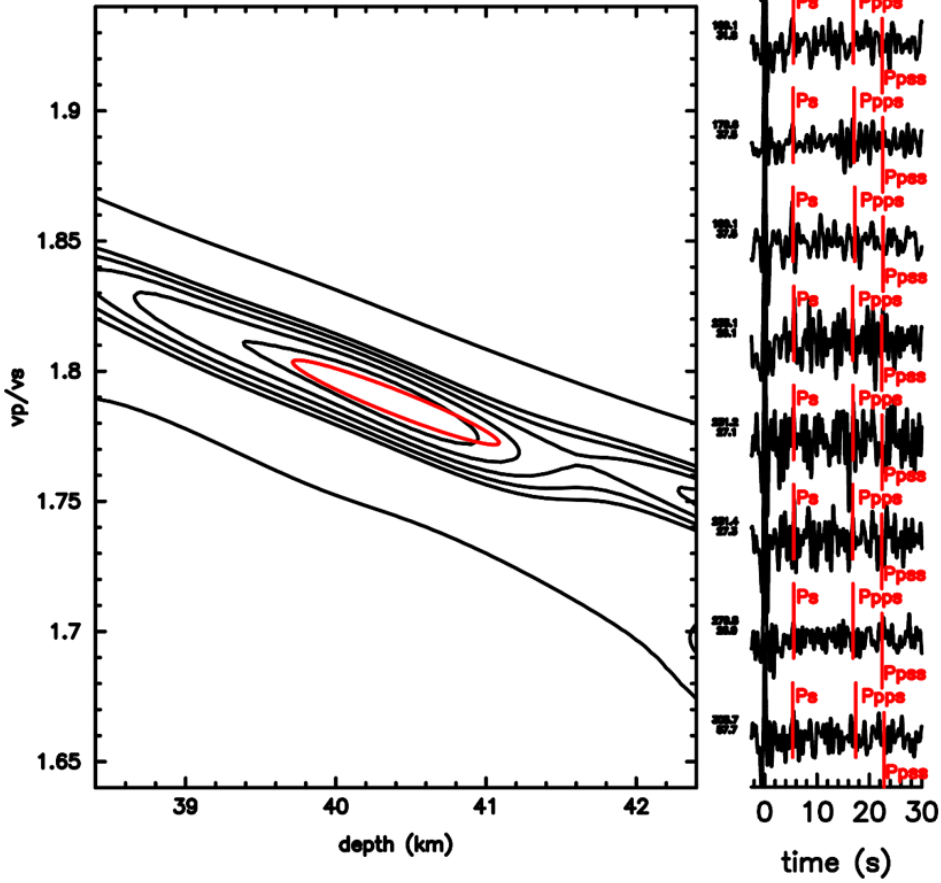


Figura 41. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS240. A) Hk-satcking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

PBS250

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 40.4 \pm 1.4 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.79 \pm .03$ $\text{corr} = -95.2\%$



B)

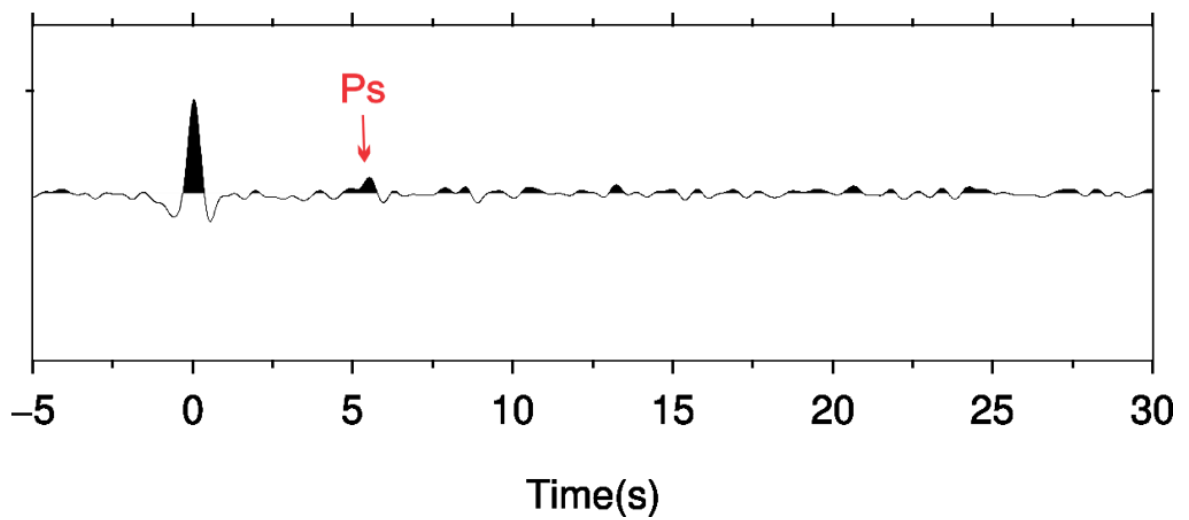


Figura 42. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS250. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

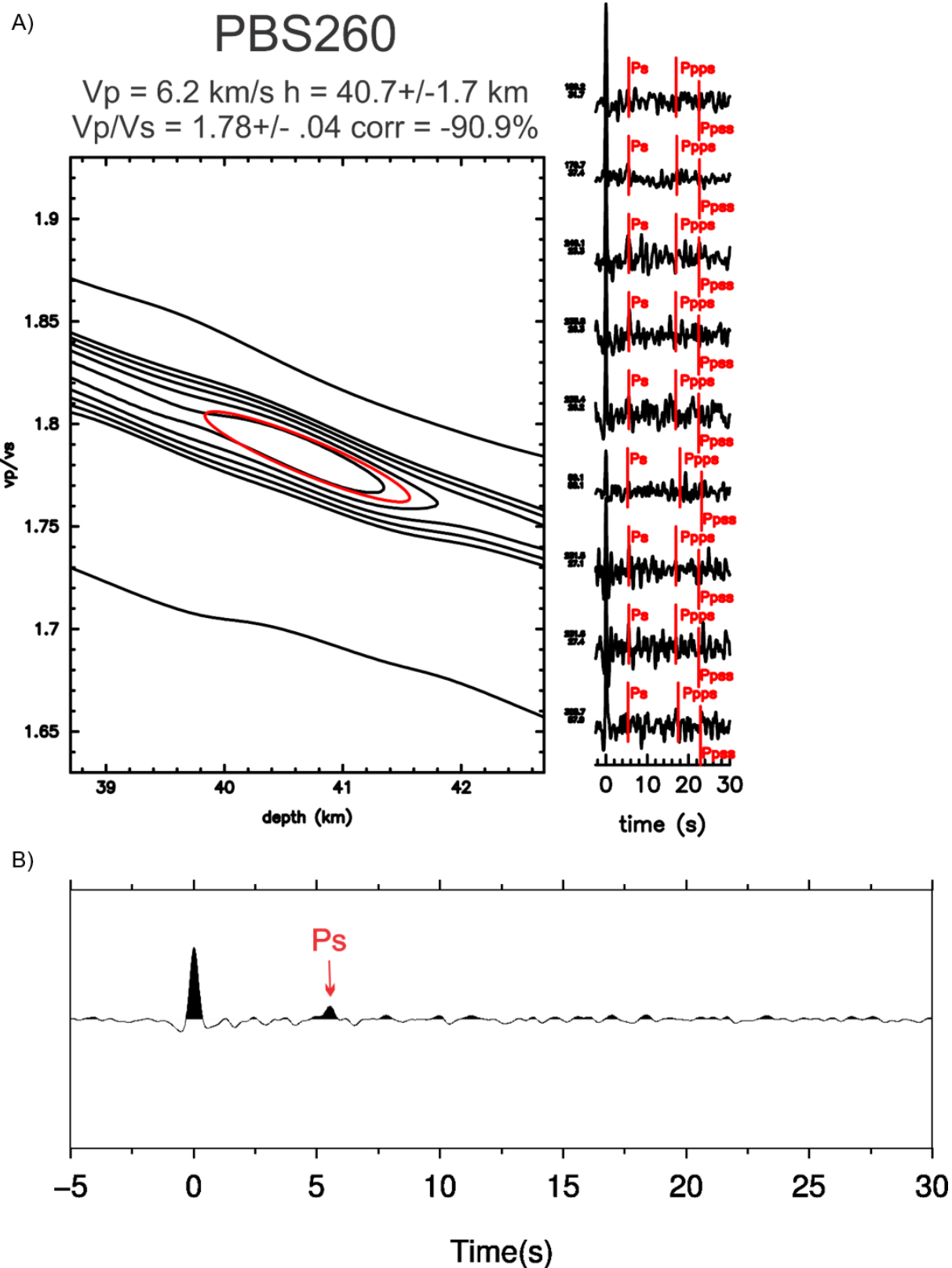
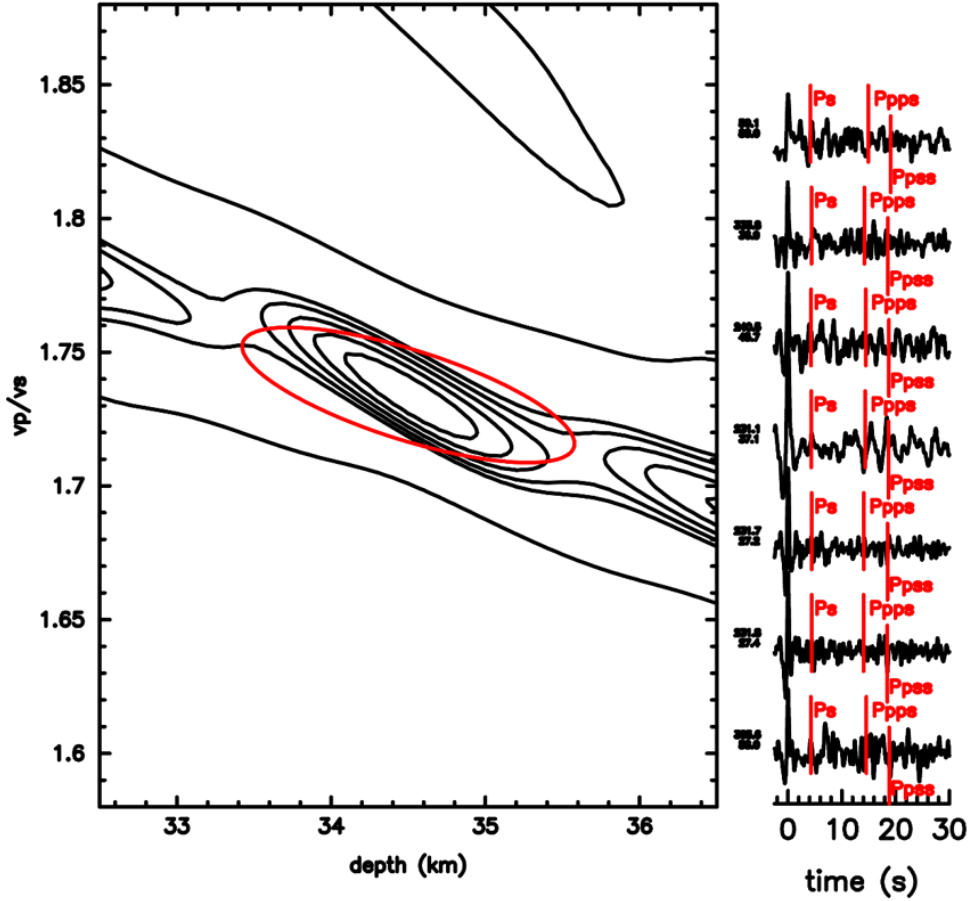


Figura 43. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS260. A) Hk-satting para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS270

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 34.5 \pm 2.2 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm .05$ $\text{corr} = -71.9\%$



B)

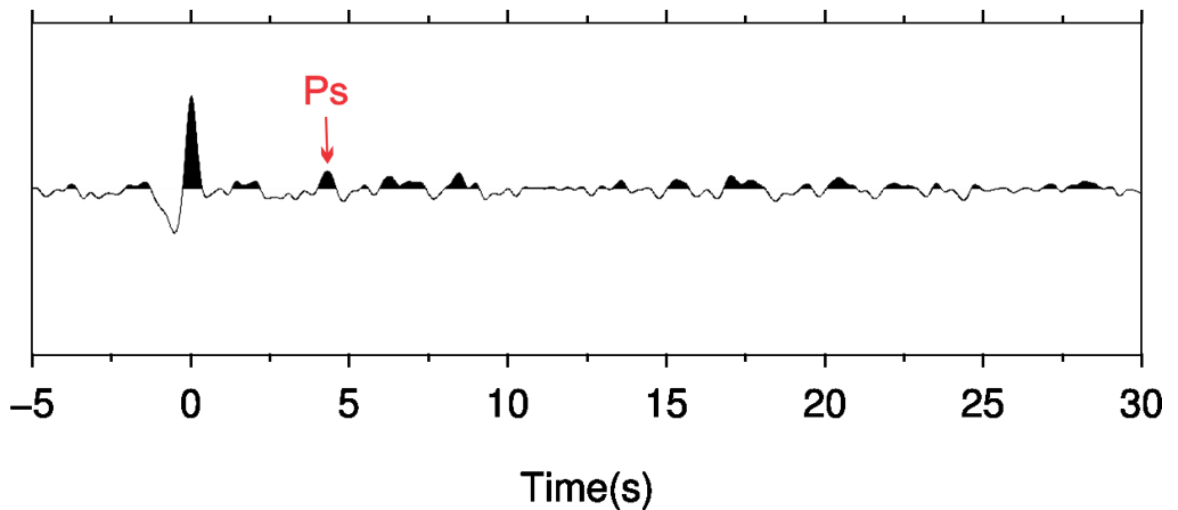
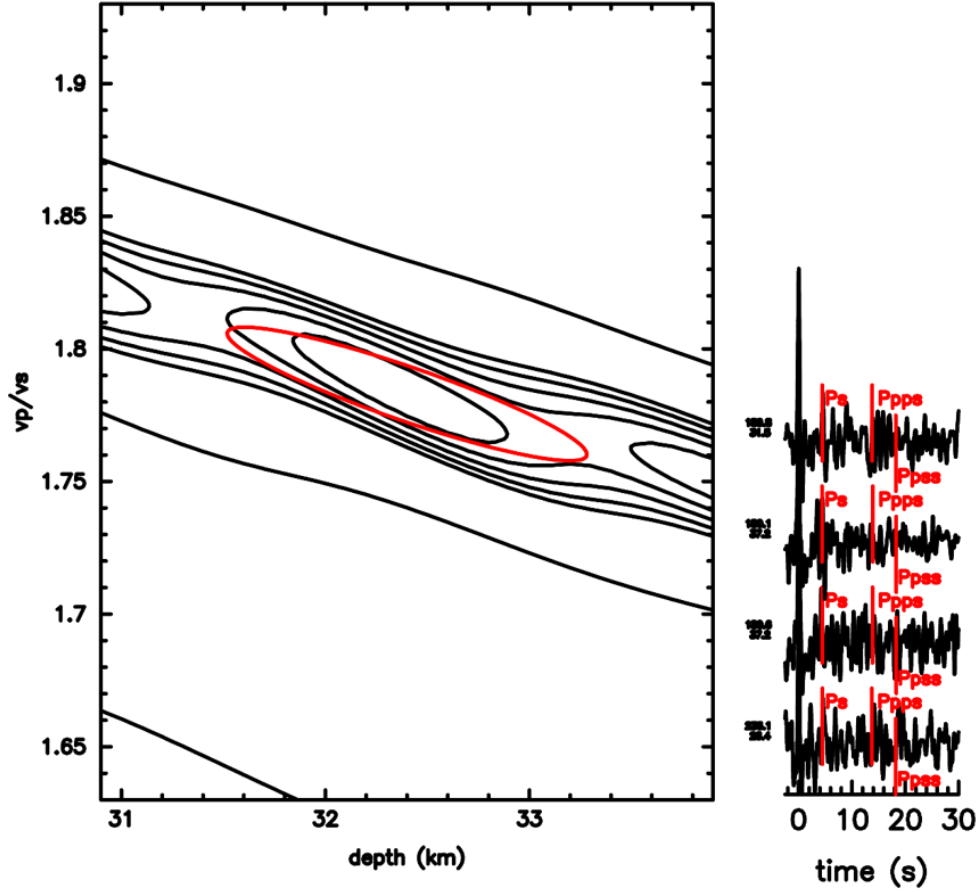


Figura 44. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS270. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

PBS290

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 32.4 \pm 1.8 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.78 \pm .05$ $\text{corr} = -90.5\%$



B)

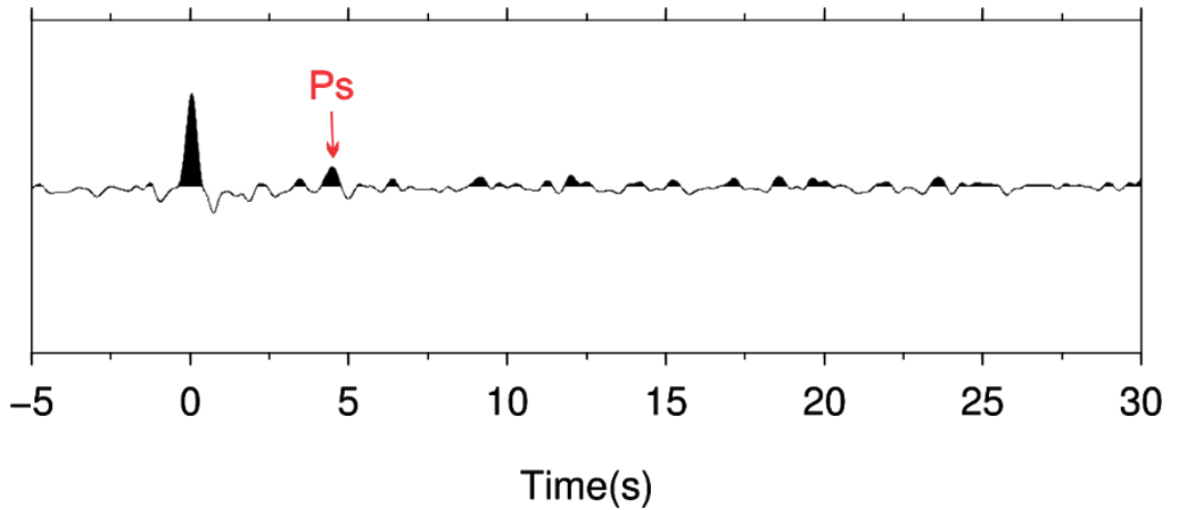
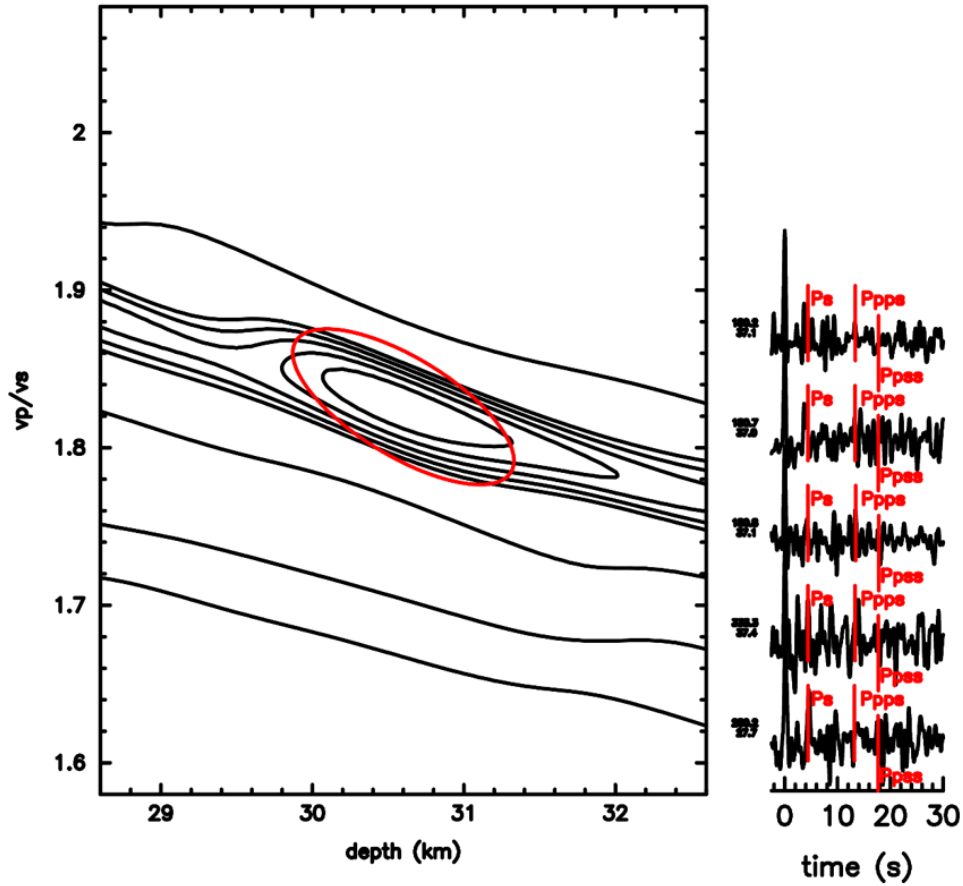


Figura 45. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS290. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

PBS300

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 30.6 \pm 1.5 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.83 \pm .10$ corr = -69.3%



B)

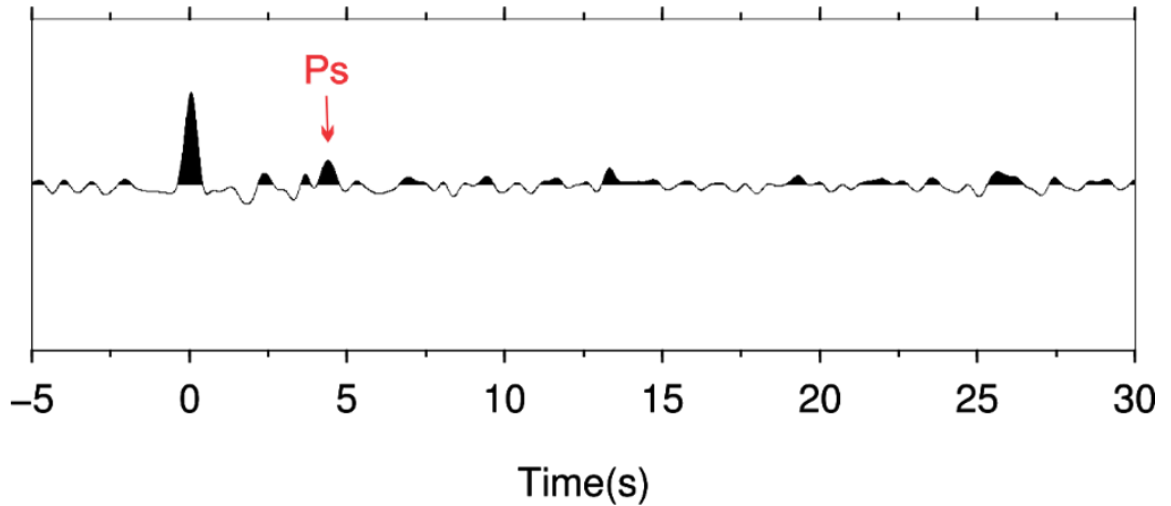


Figura 46. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS300. A) Hk-satcking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A) **PBS310**
 $V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 32.8 \pm 2.0 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.76 \pm .05$ $\text{corr} = -72.5\%$

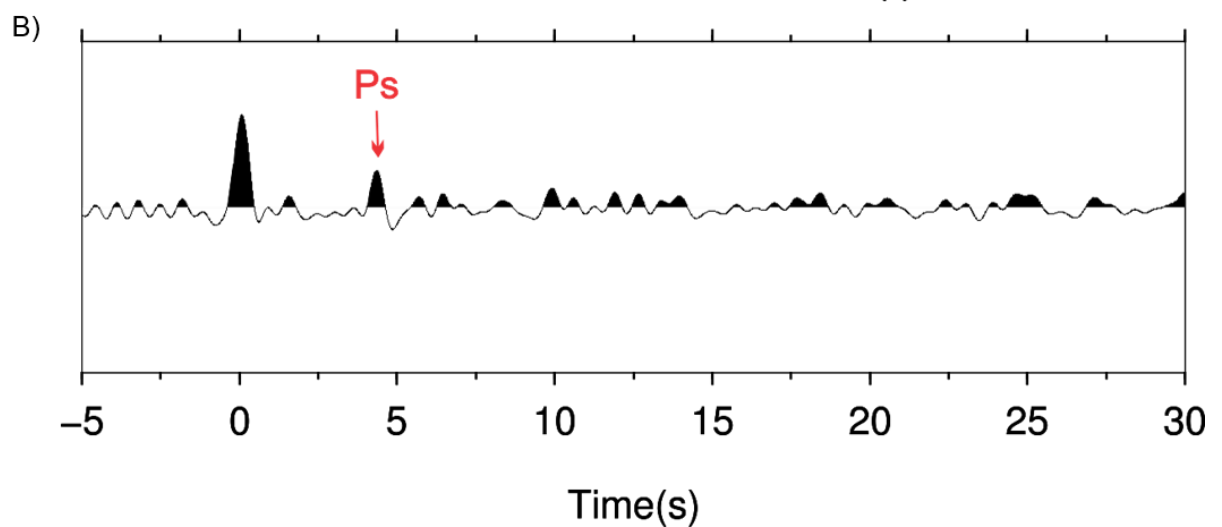
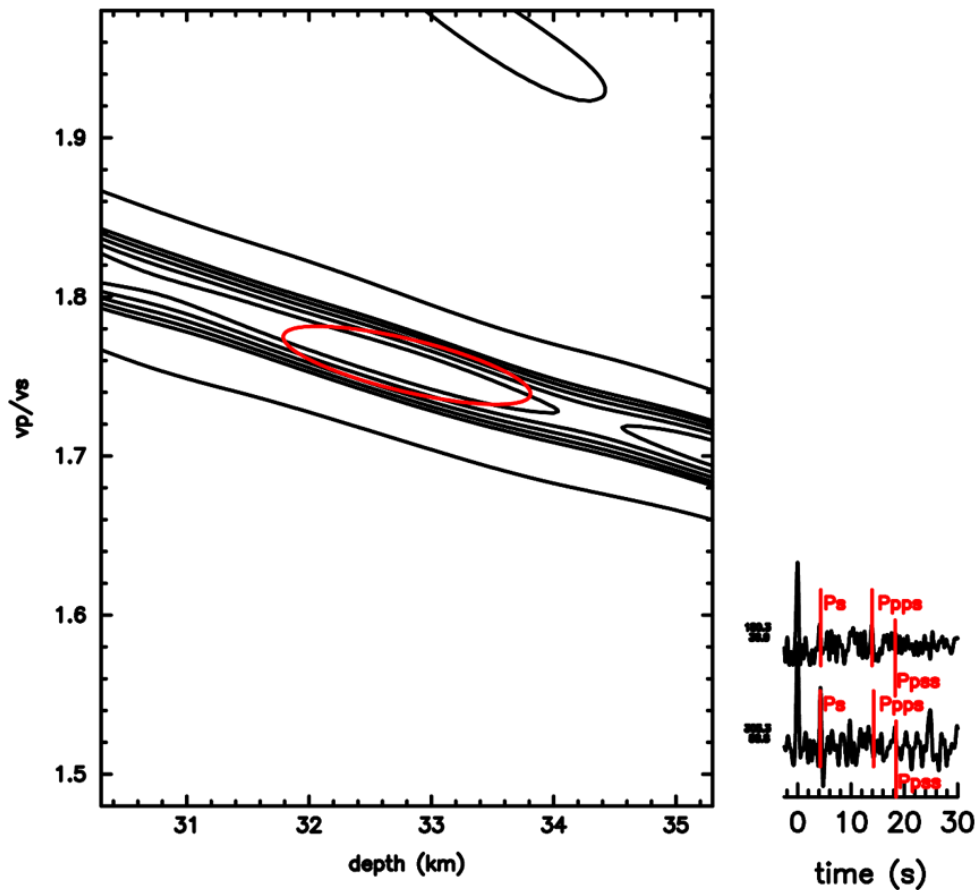
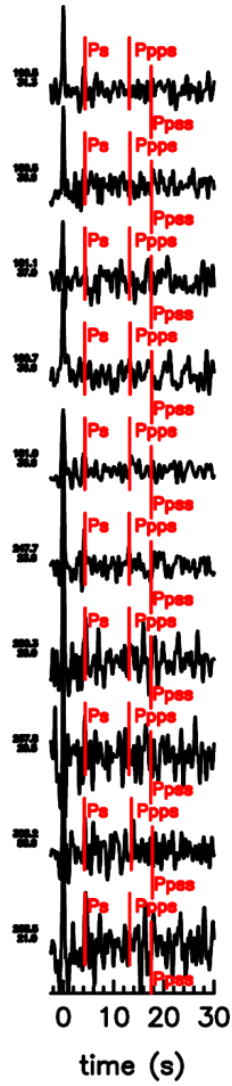
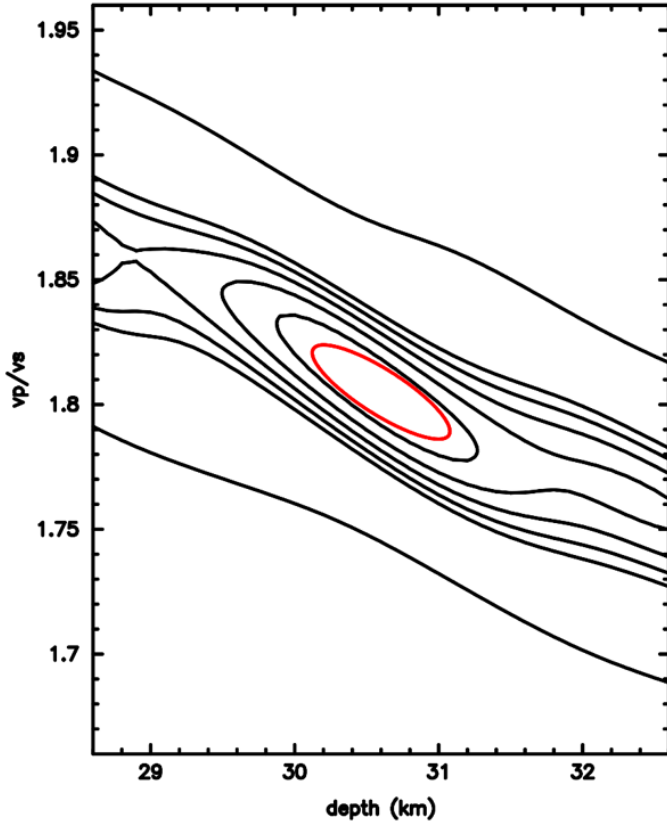


Figura 47. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS310. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS320

$V_p = 6.1 \text{ km/s}$ $h = 30.6 \pm 1.0 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.80 \pm .04$ $\text{corr} = -83.4\%$



B)

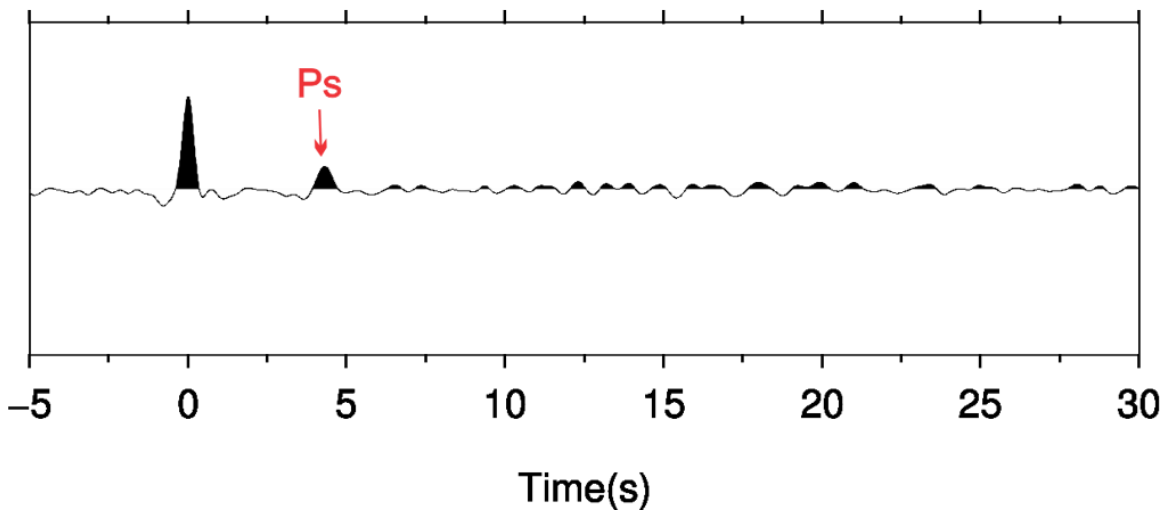


Figura 48. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS320. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

A)

RAY PARAMETER (k/s)	TPs-TP (s)	Vp (km/s)	Vp/Vs	H (km)
7.536060	4.837508	6.1	1.87	32.314
7.536060	4.837508	6.1	1.88	31.955
7.536060	4.837508	6.1	1.89	31.60467
7.536060	4.837508	6.2	1.87	32.788
7.536060	4.837508	6.2	1.88	32.424
7.536060	4.837508	6.2	1.89	32.068

Station	Vp (km/s)	Vp/Vs	H (km)
PBS320	6.1	1.80	30.6
PBS340	6.2	1.75	32.2

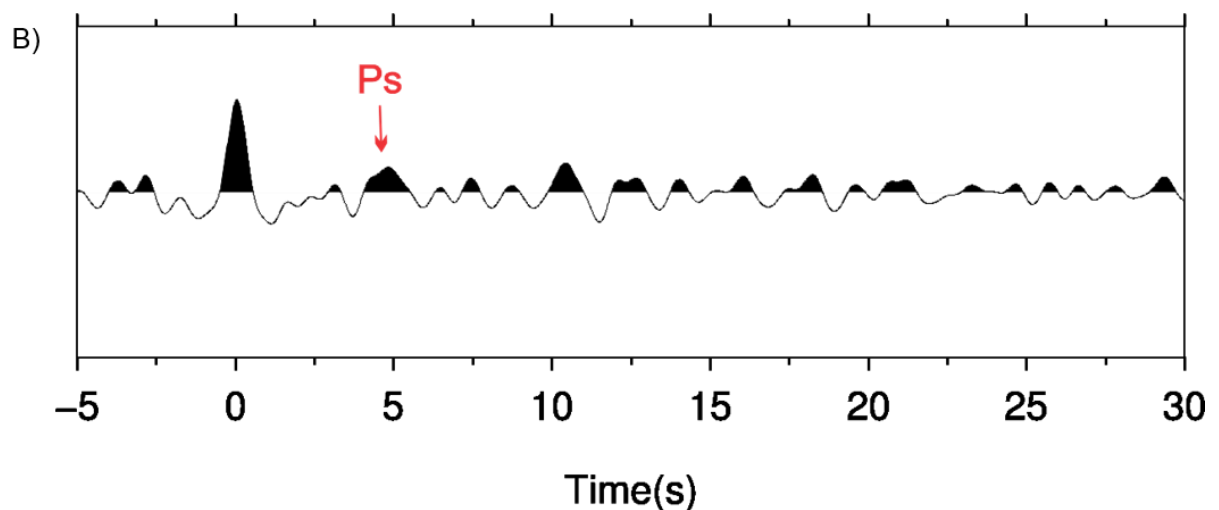
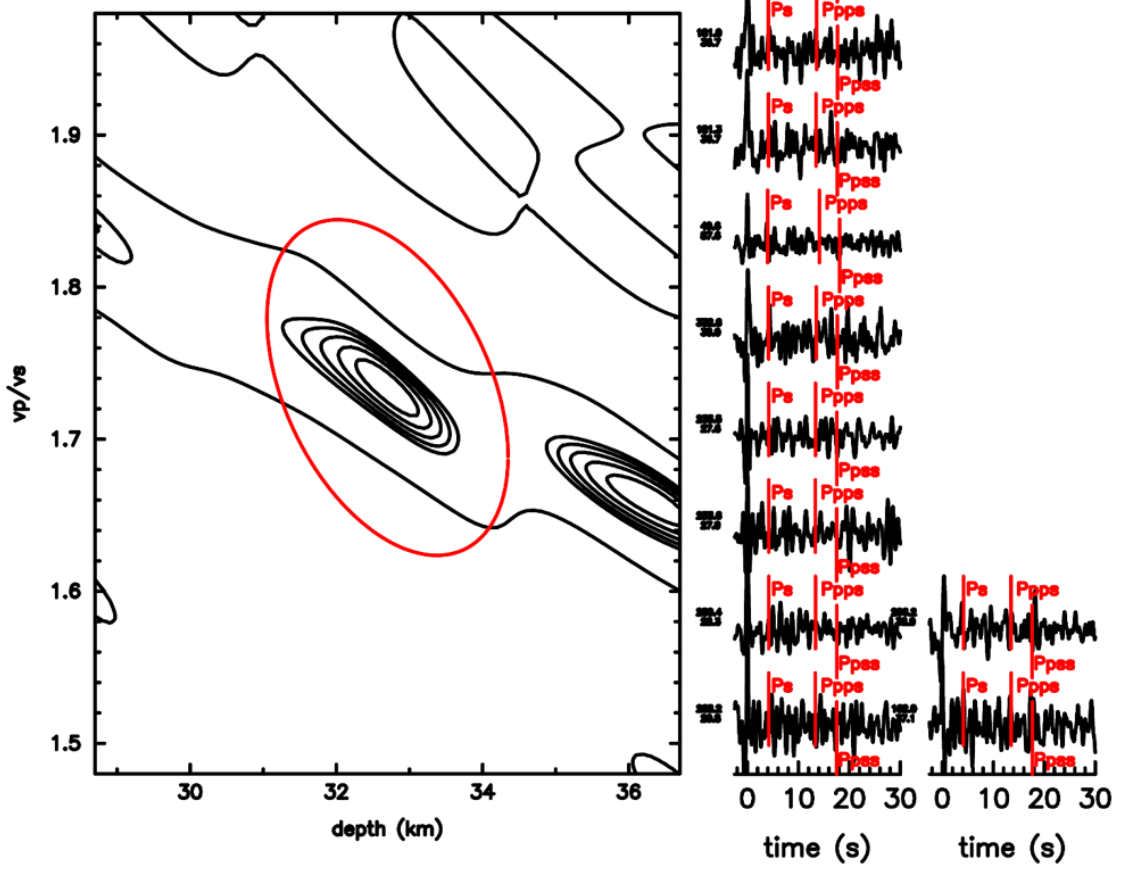


Figura 49. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS330. A) Valor de H (km) calculado para Vp/Vs de 1,76 (estação anterior PBS150) e Vp 6.2 km/s obtido pela refração. B) Traço radial com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

PBS340

$V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 32.7 \pm 3.3 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm .22$ corr = -41.1%



B)

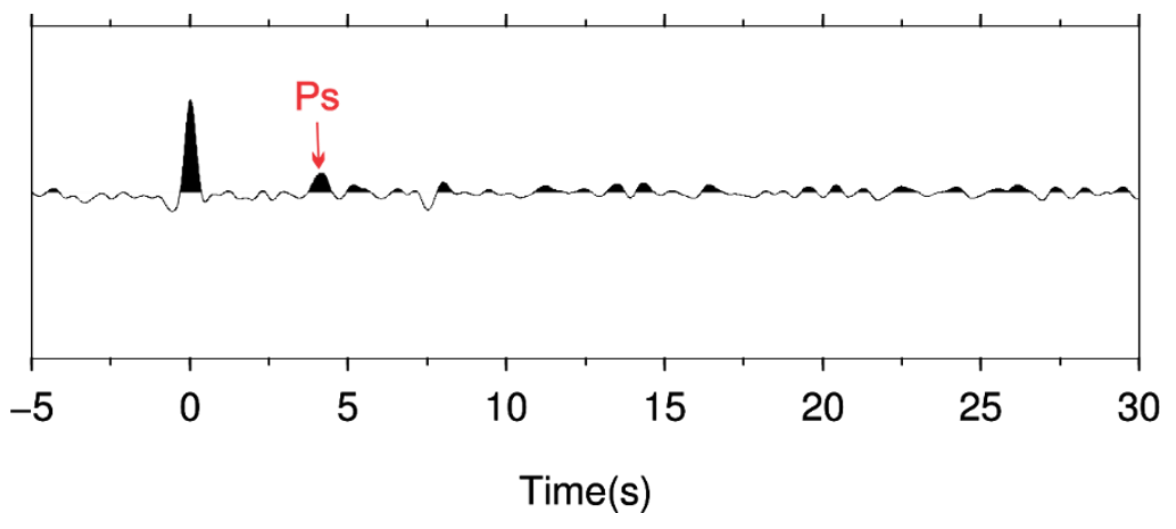


Figura 50. Resultados de Função do Receptor para a estação PBS340. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A) **FSMAR**
 $V_p = 6.2 \text{ km/s}$ $h = 32.0 \pm 1.5 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm 0.07$ $\text{corr} = -77.6\%$

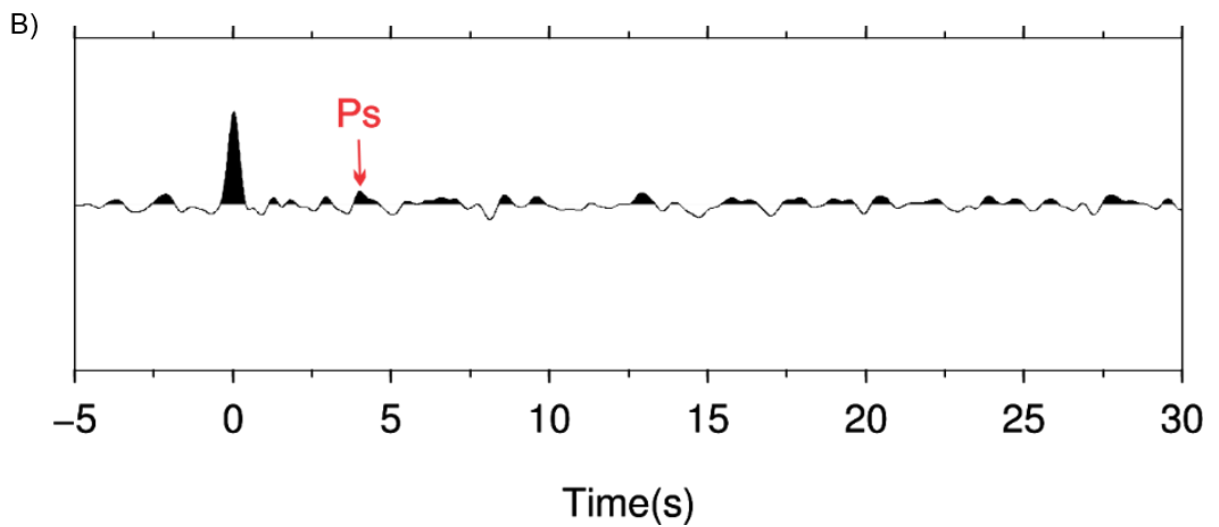
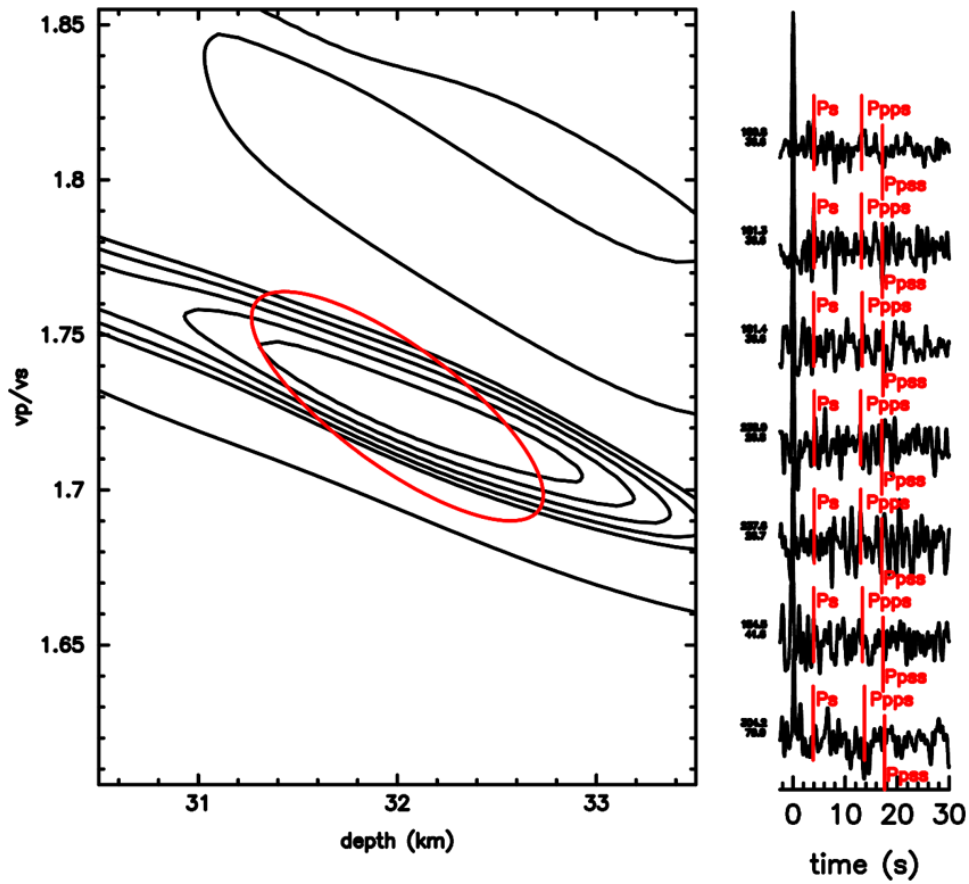
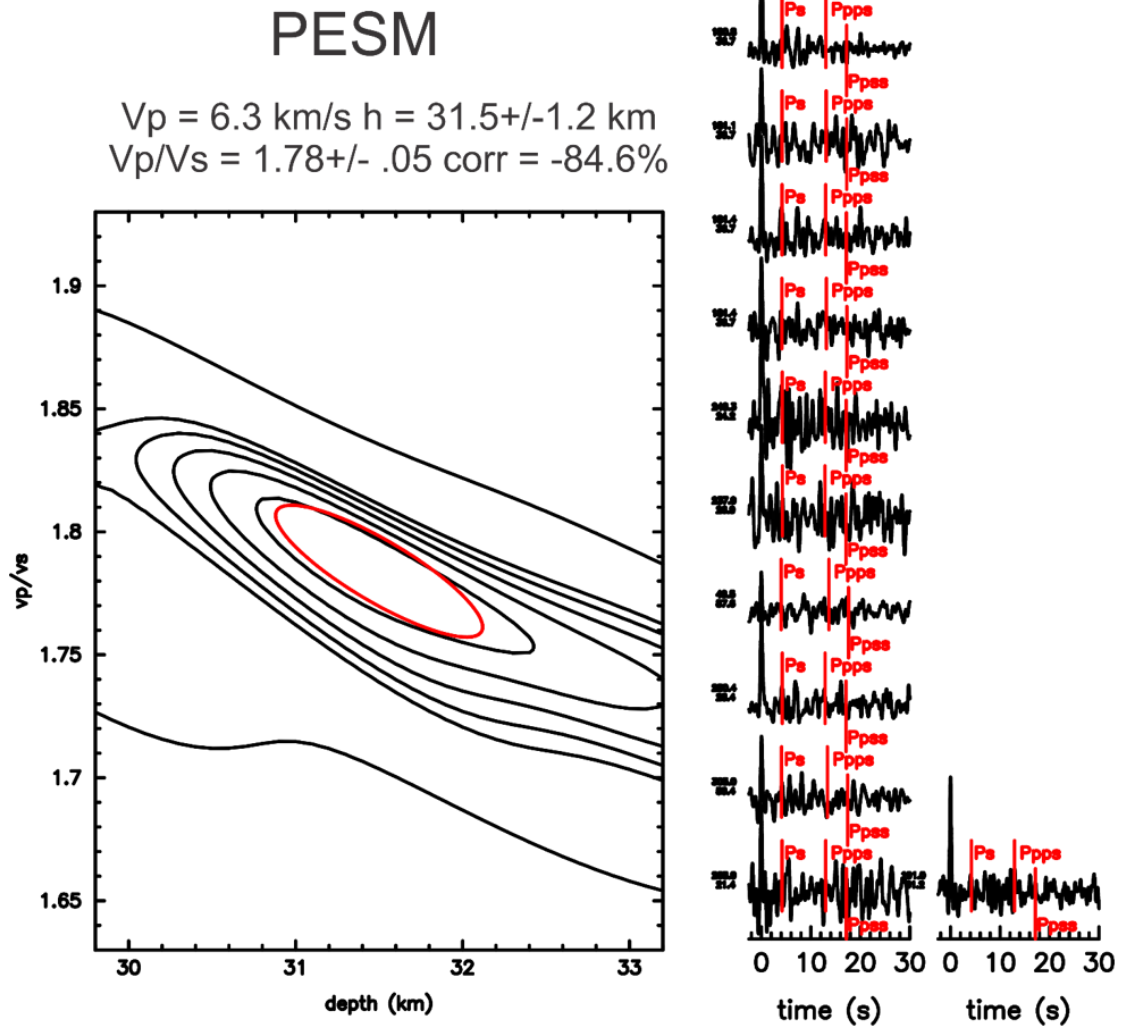


Figura 51. Resultados de Função do Receptor para a estação FSMAR. A) Hk-satstacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)



B)

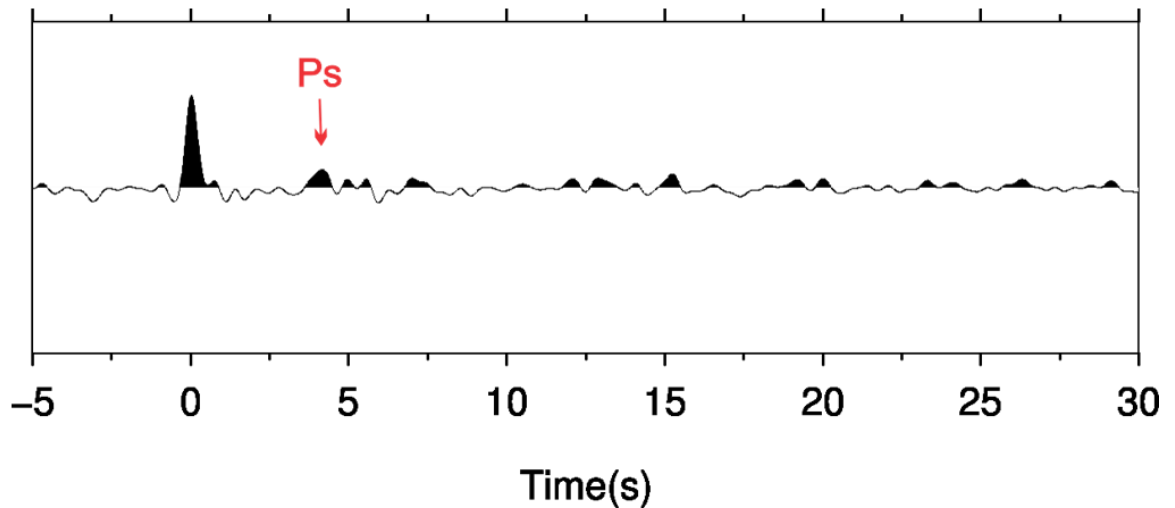
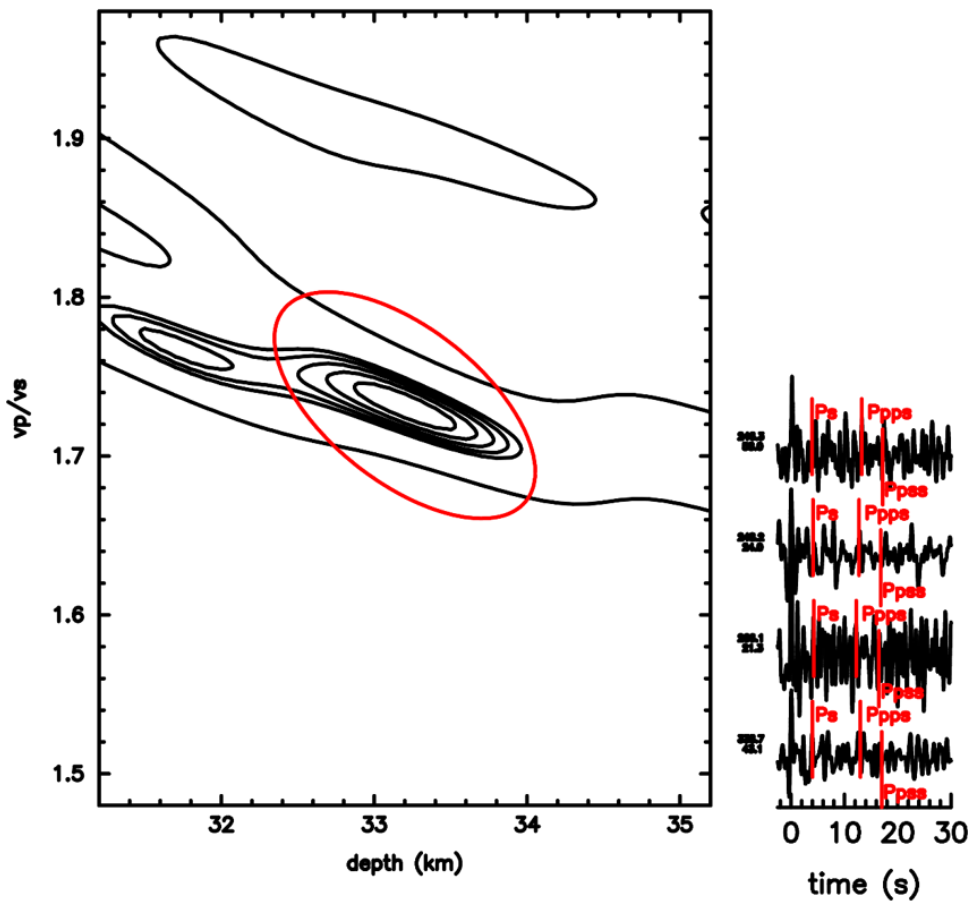


Figura 52. Resultados de Função do Receptor para a estação PESM. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

IBEL1

$V_p = 6.5 \text{ km/s}$ $h = 33.2 \pm 1.7 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.73 \pm .14$ $\text{corr} = -58.9\%$



B)

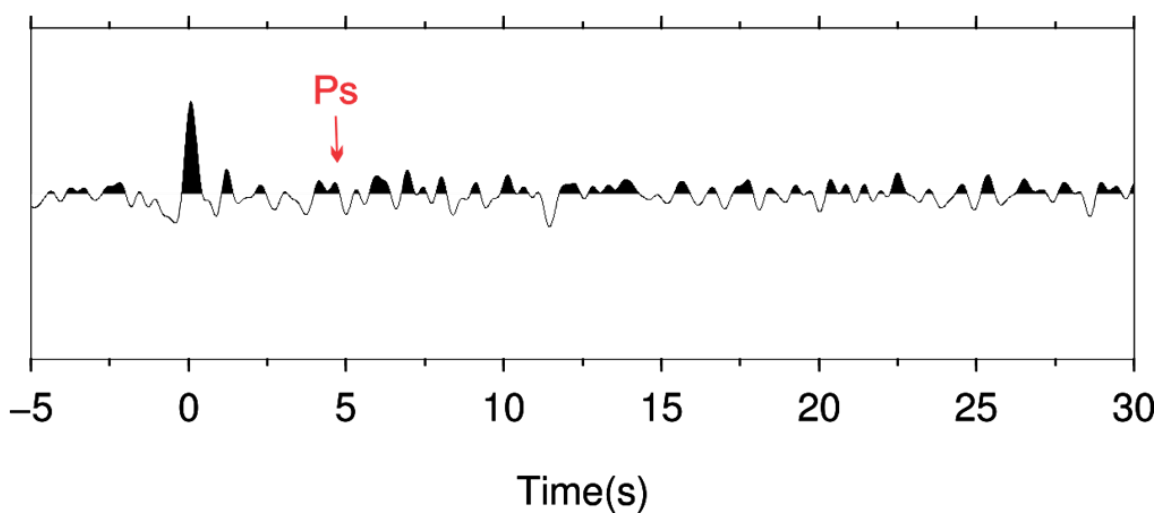
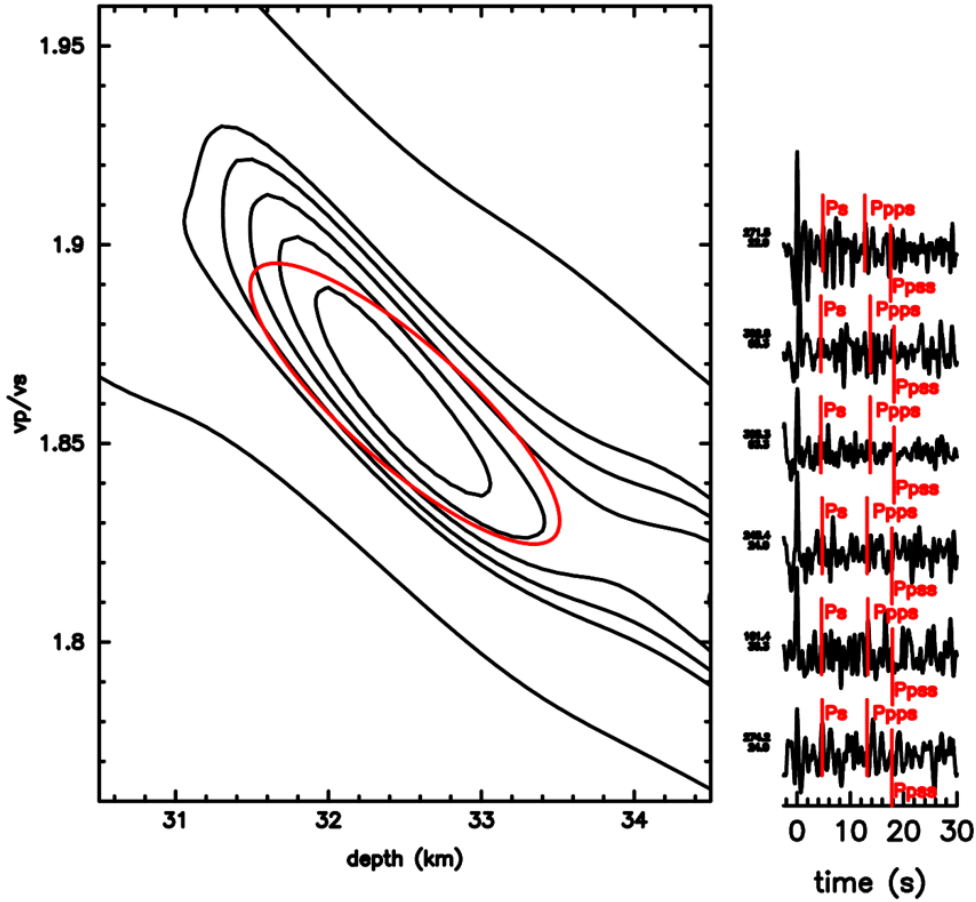


Figura 53. Resultados de Função do Receptor para a estação IBEL1. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

IBEL2

$V_p = 6.5 \text{ km/s}$ $h = 32.5 \pm 2.0 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.86 \pm .07$ $\text{corr} = -83.4\%$



B)

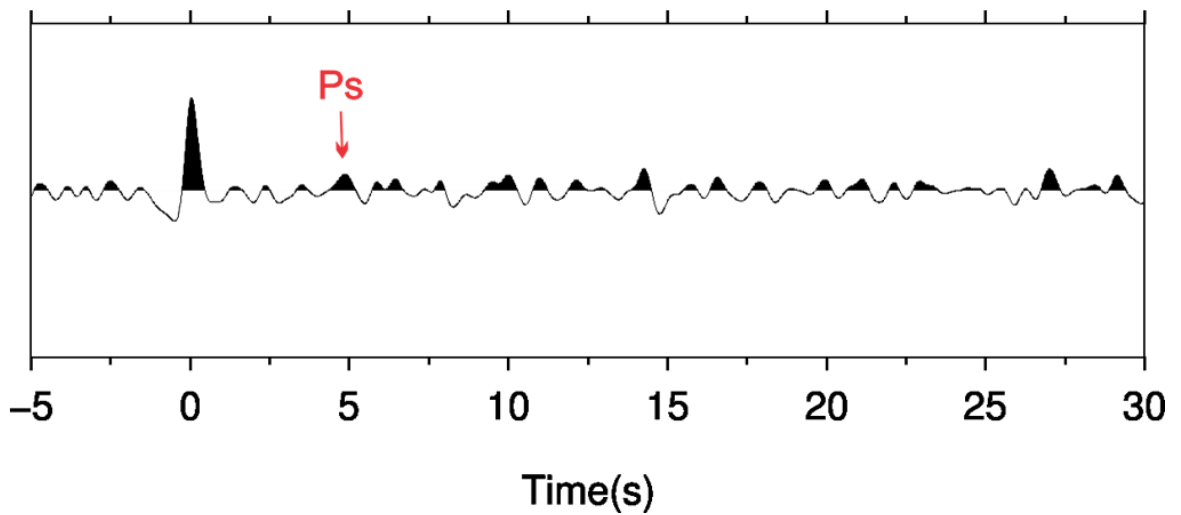
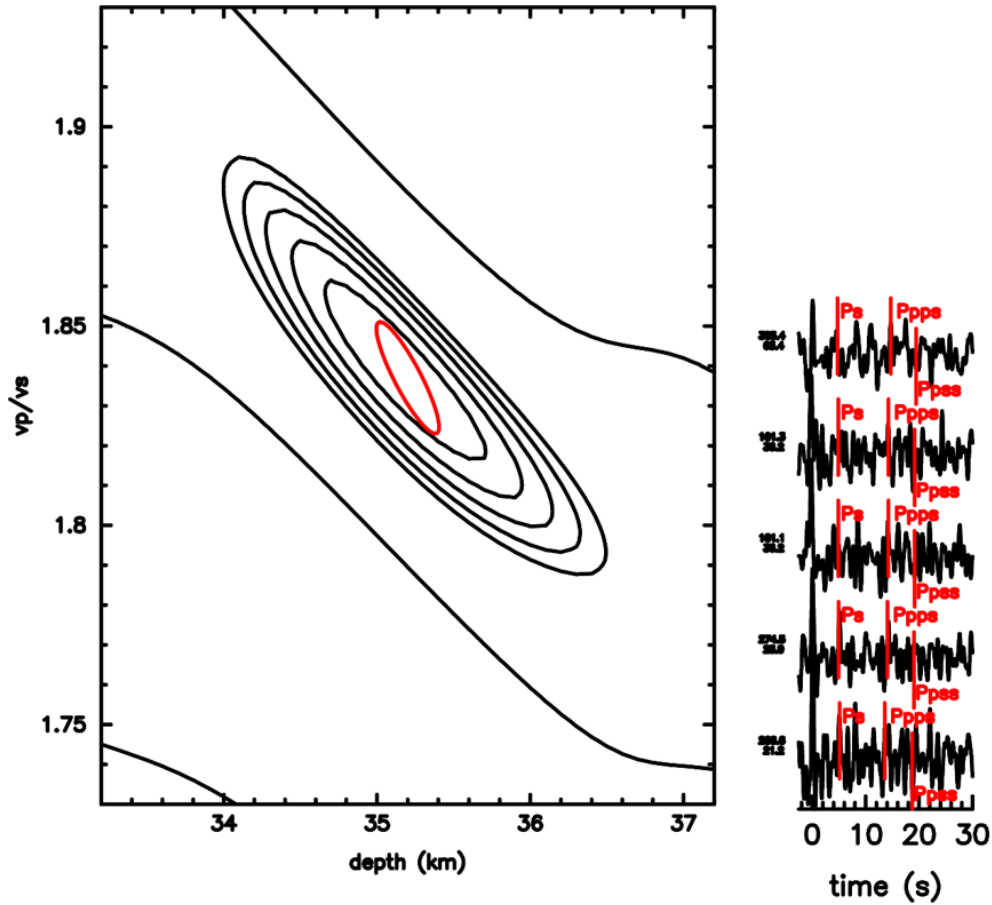


Figura 54. Resultados de Função do Receptor para a estação IBEL2. A) Hk-satstacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)

IBEL3

$V_p = 6.5 \text{ km/s}$ $h = 35.2 \pm .4 \text{ km}$
 $V_p/V_s = 1.84 \pm .03$ $\text{corr} = -88.0\%$



B)

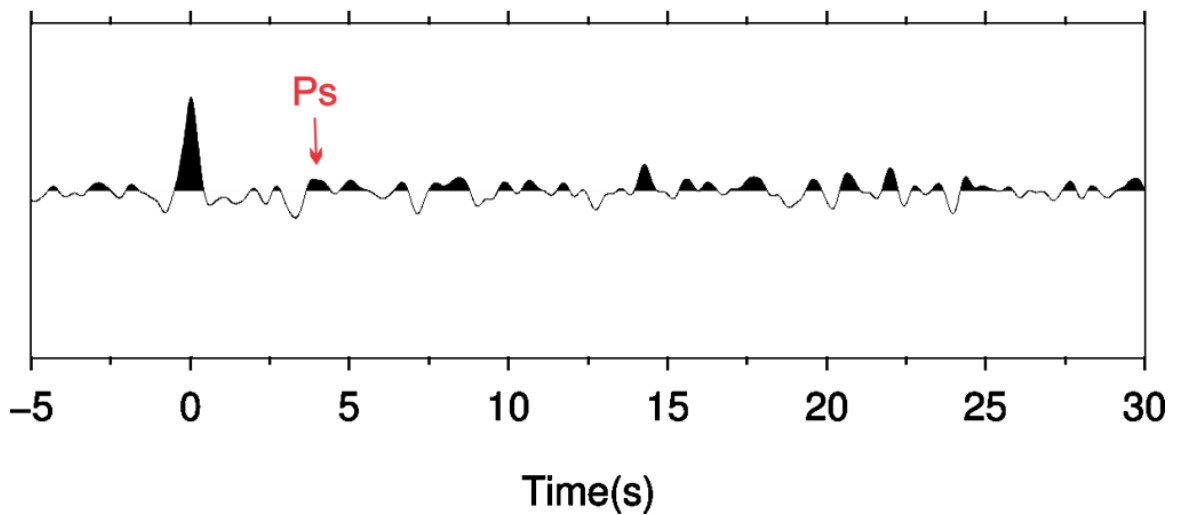
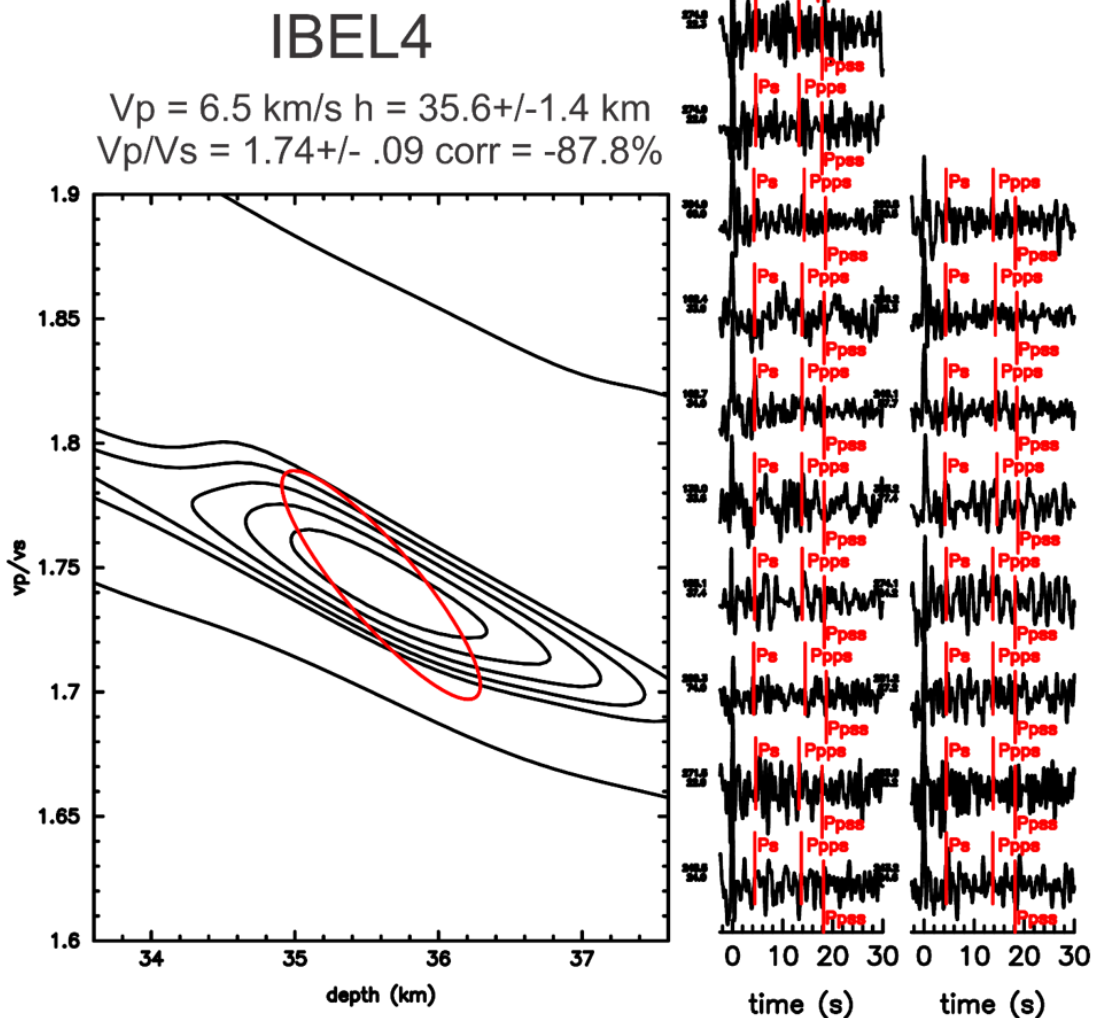


Figura 55. Resultados de Função do Receptor para a estação IBEL3. A) Hk-satacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase Ps em evidência (em vermelho).

A)



B)

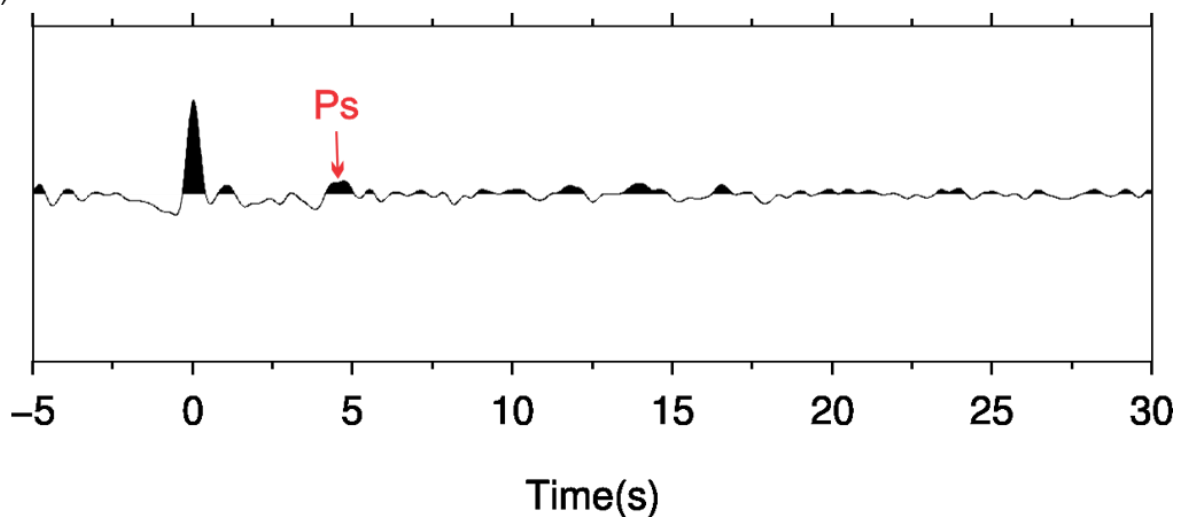


Figura 56. Resultados de Função do Receptor para a estação IBEL4. A) Hk-satstacking para a estação com valores de H (km) e razão V_p/V_s . B) Traço radial empilhado com a fase P_s em evidência (em vermelho).

RESULTADOS DE RAZÃO ESPECTRAL H/V:

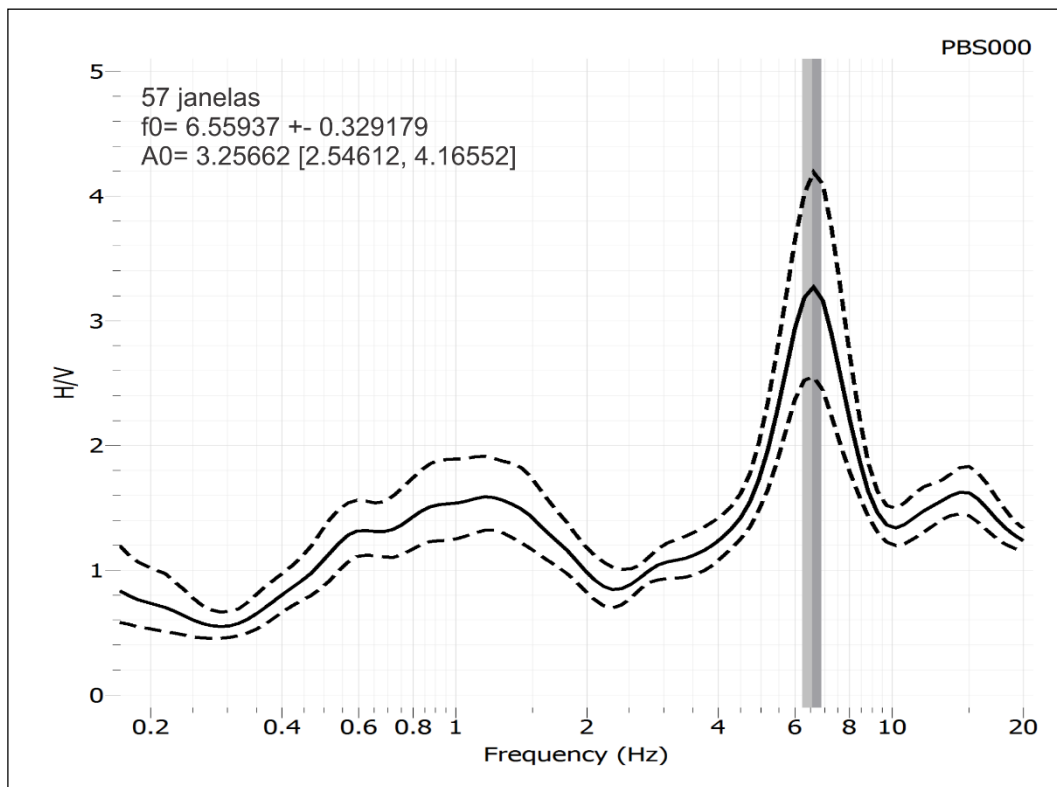


Figura 57. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação PBS000. Registro do dia 300 de 2013 às 03:00:00 horas.

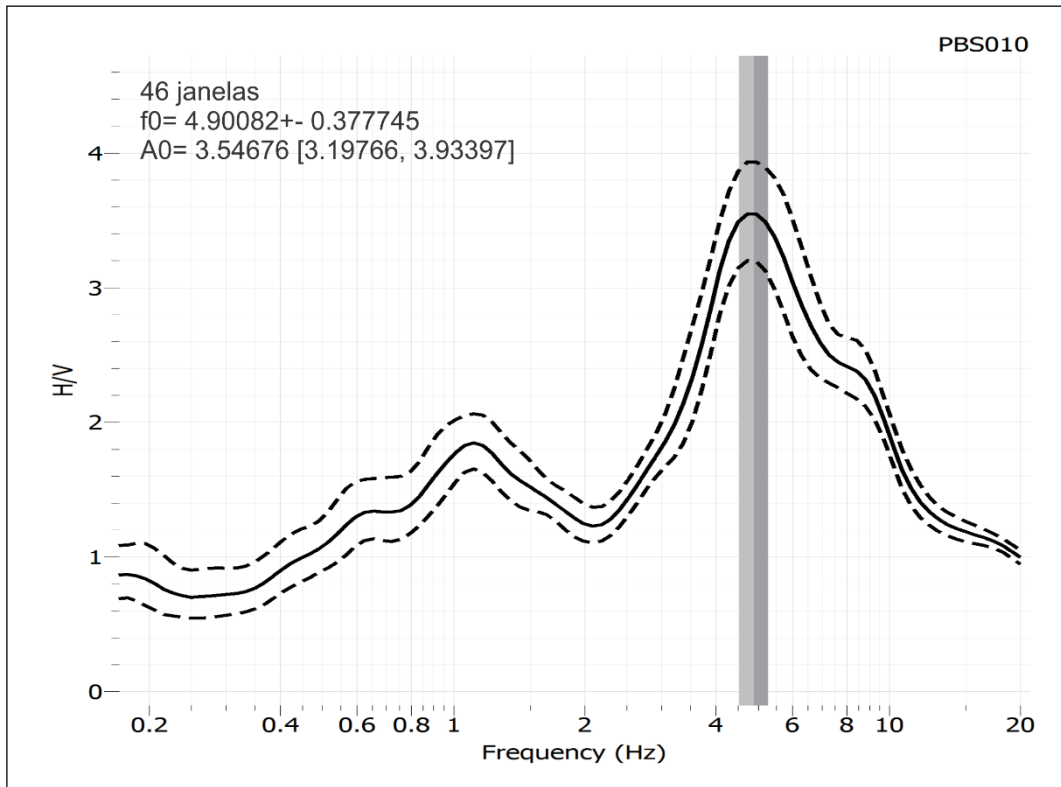


Figura 58. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS010. Registro do dia 237 de 2013 às 03:00:00 horas.

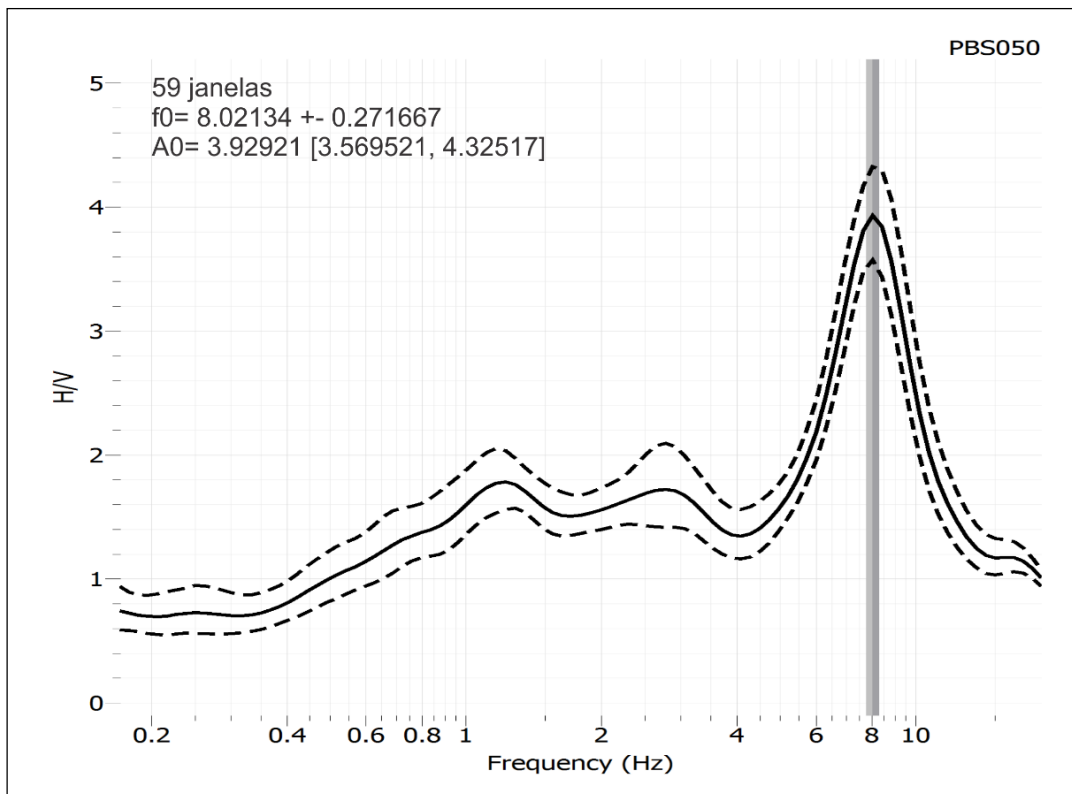


Figura 59. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS050. Registro do dia 241 de 2013 às 03:00:00 horas.

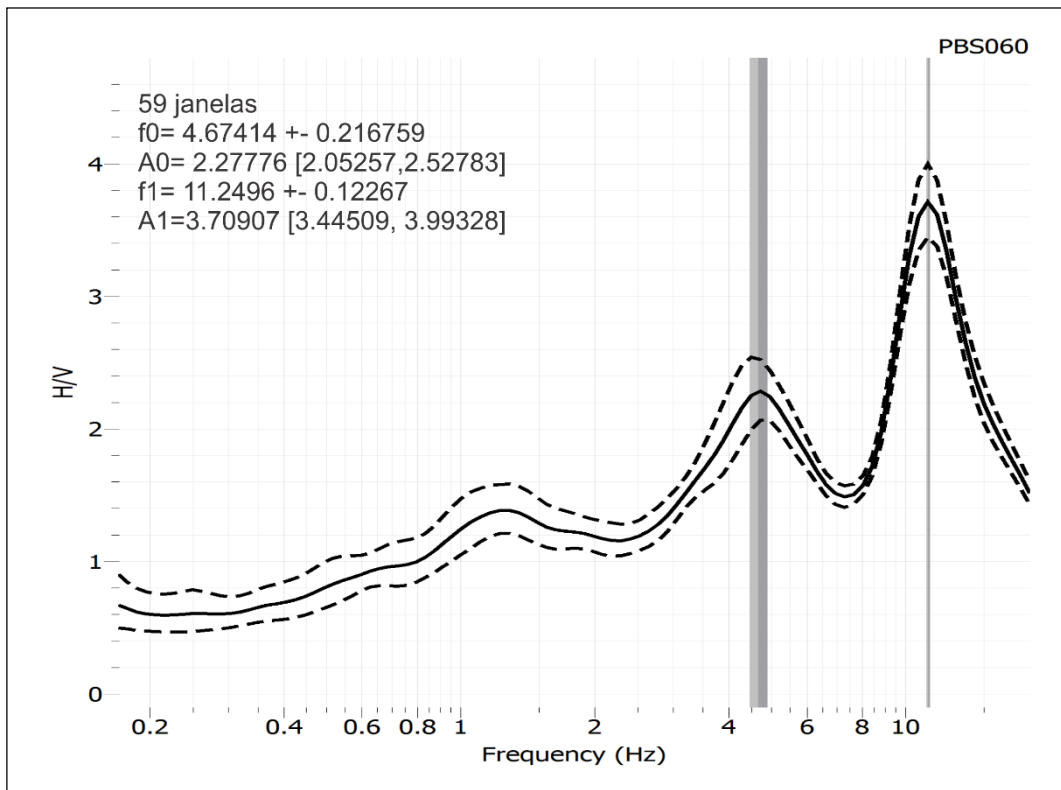


Figura 60. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS060. Registro do dia 328 de 2013 às 03:00:00 horas.

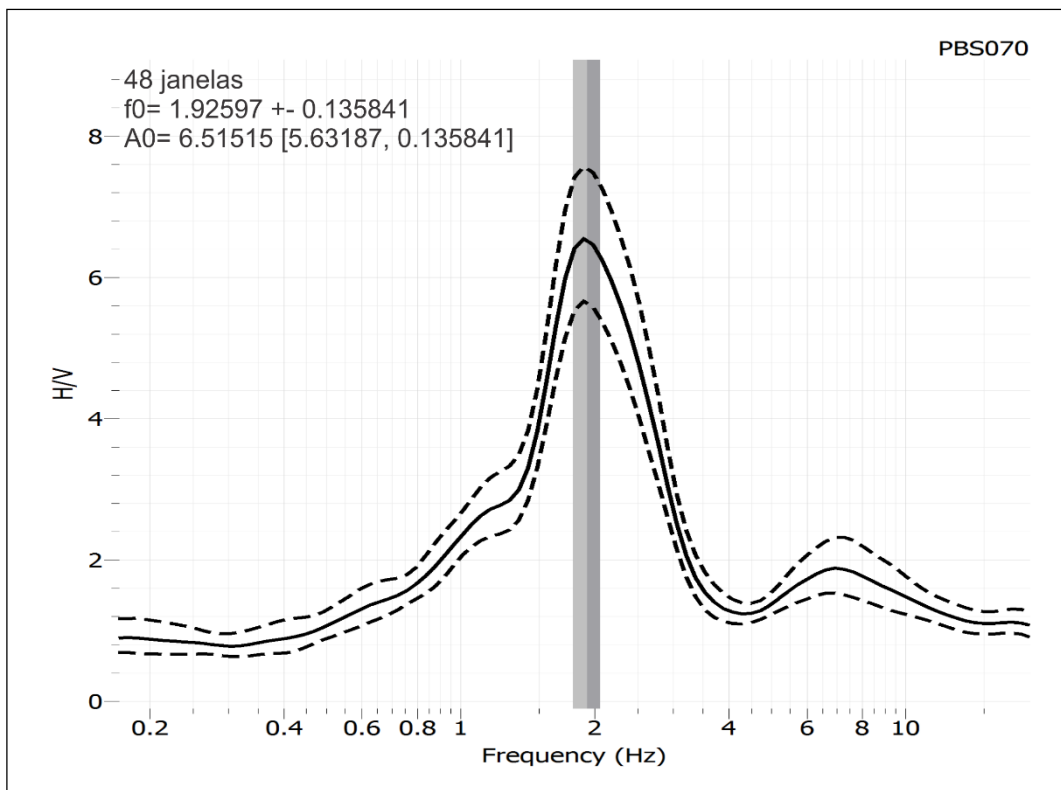


Figura 61. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS070. Registro do dia 260 de 2013 às 03:00:00 horas.

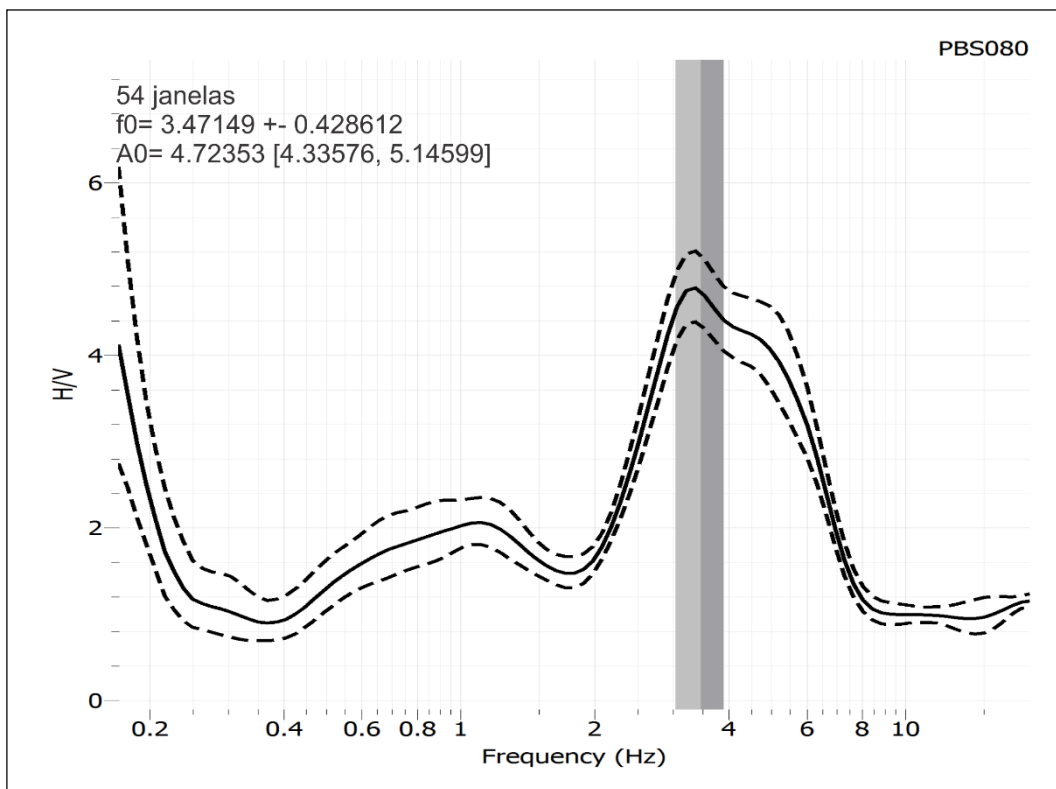


Figura 62. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS080. Registro do dia 315 de 2013 às 03:00:00 horas.

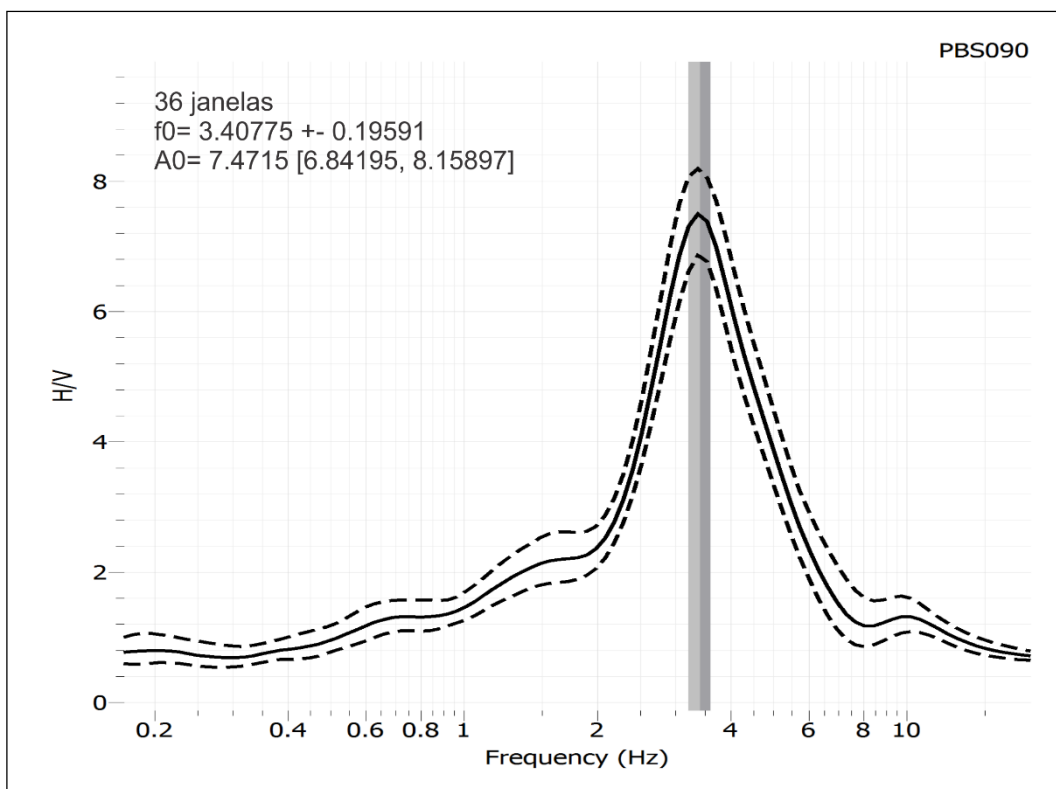


Figura 63. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS090. Registro do dia 251 de 2013 às 03:00:00 horas.

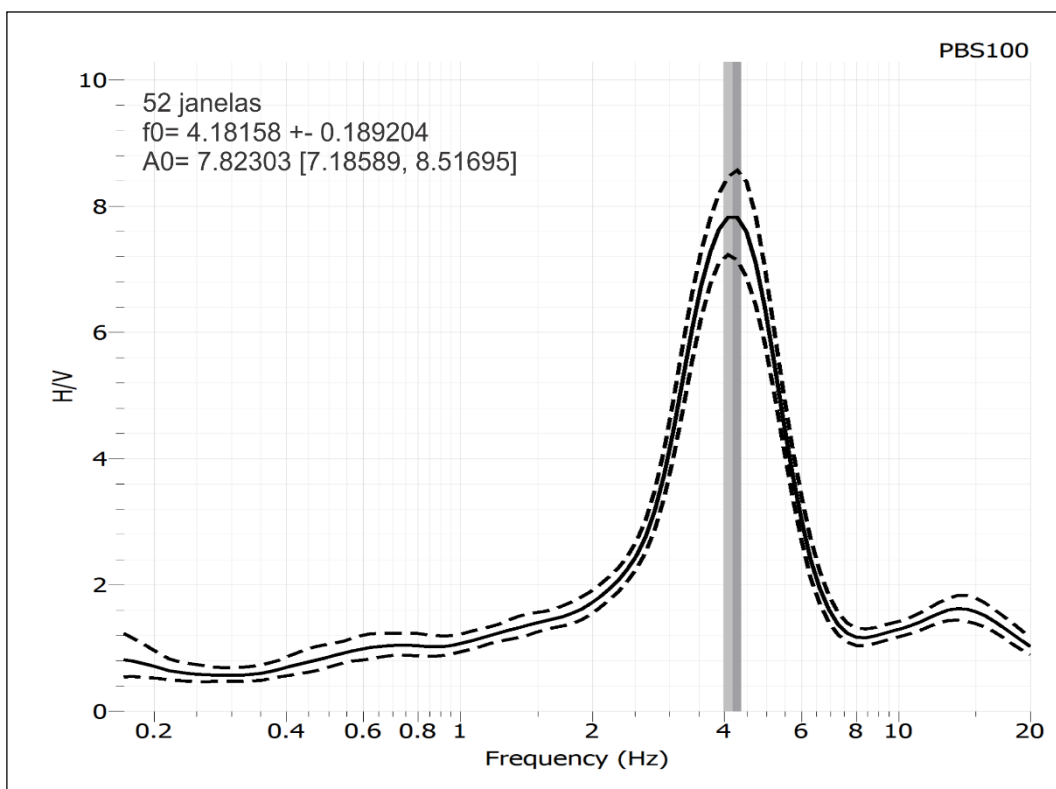


Figura 64. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS100. Registro do dia 274 de 2013 às 03:00:00 horas.

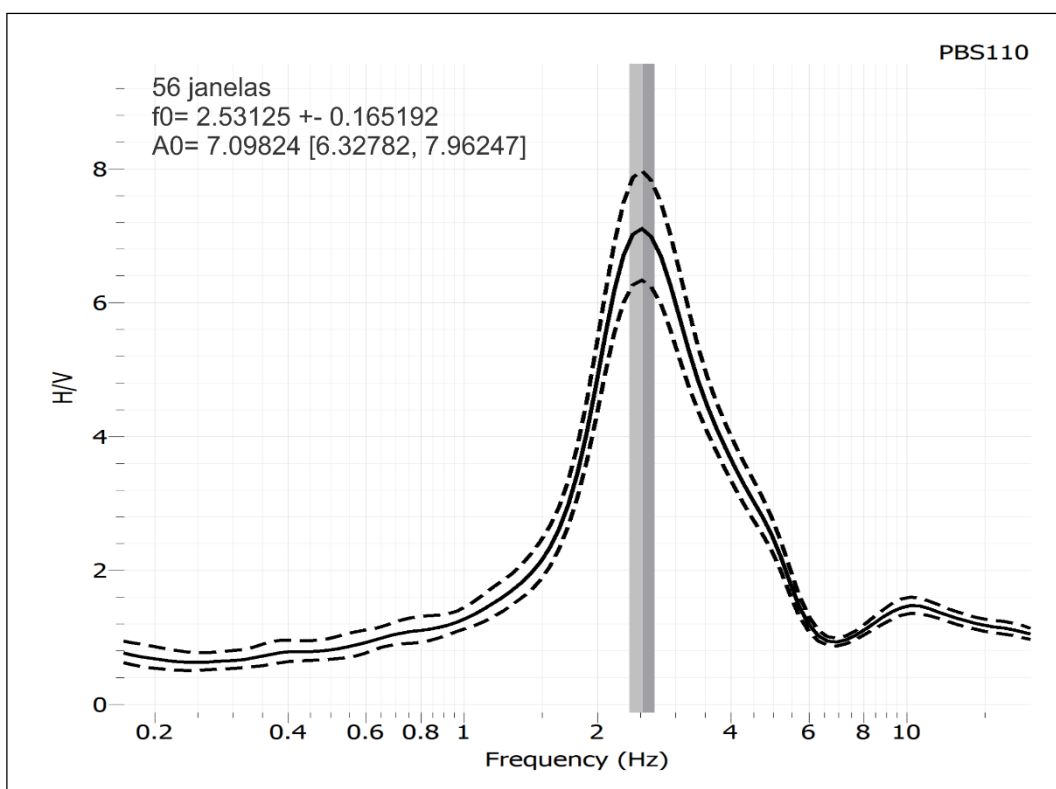


Figura 65. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS110. Registro do dia 302 de 2013 às 03:00:00 horas.

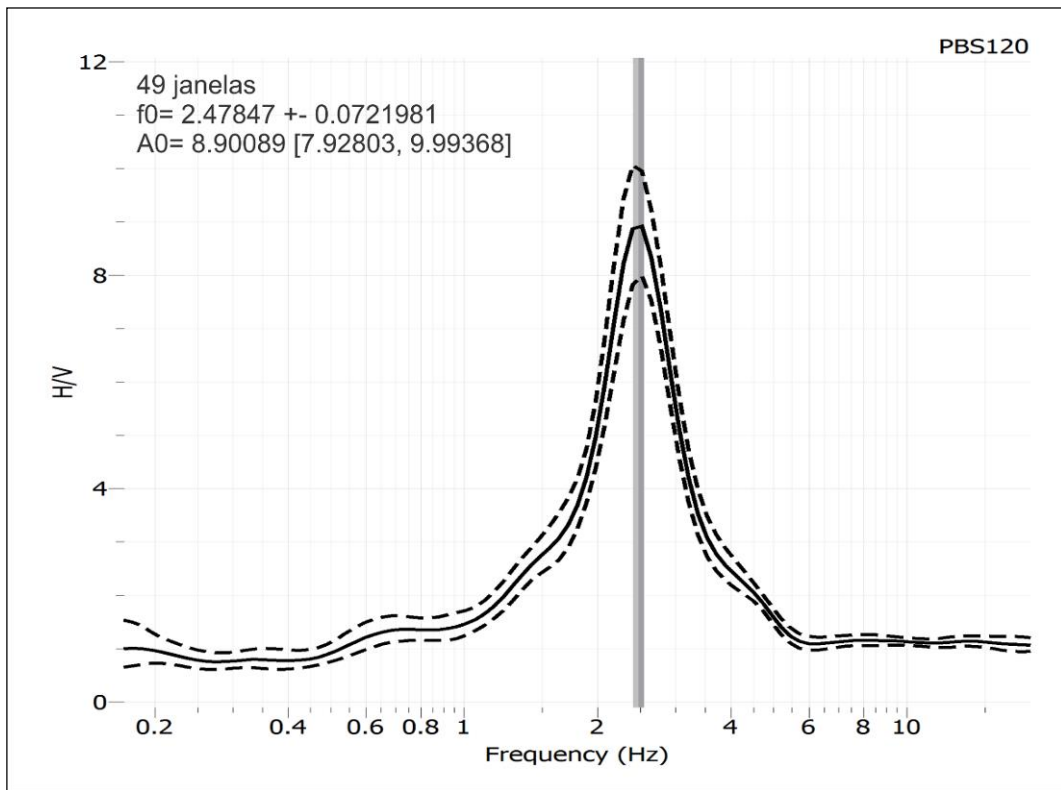


Figura 66. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS120. Registro do dia 321 de 2013 às 03:00:00 horas.

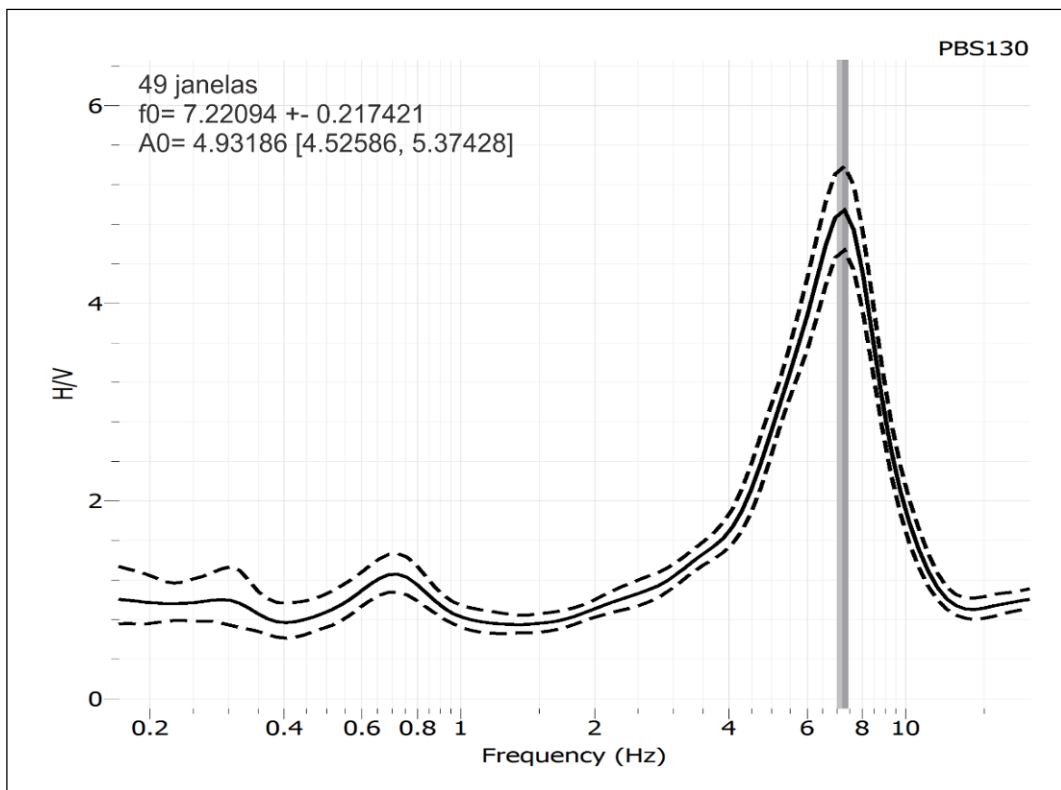


Figura 67. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS130. Registro do dia 242 de 2013 às 03:00:00 horas.

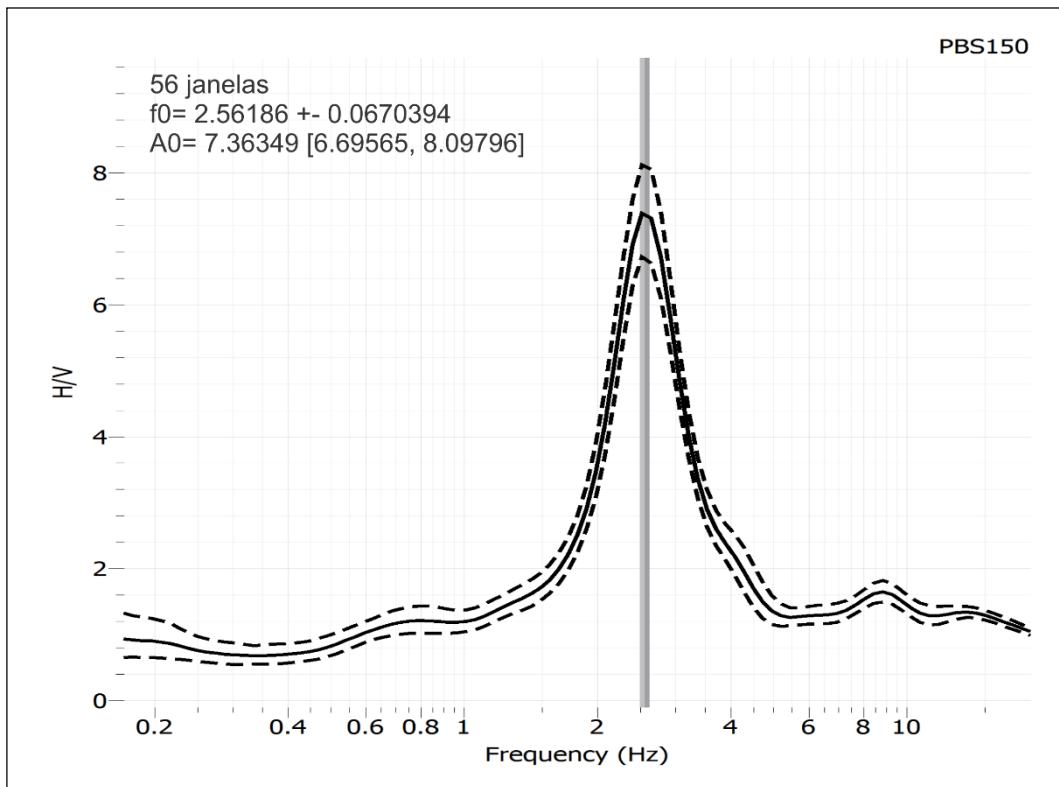


Figura 68. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS150. Registro do dia 274 de 2013 às 03:00:00 horas.

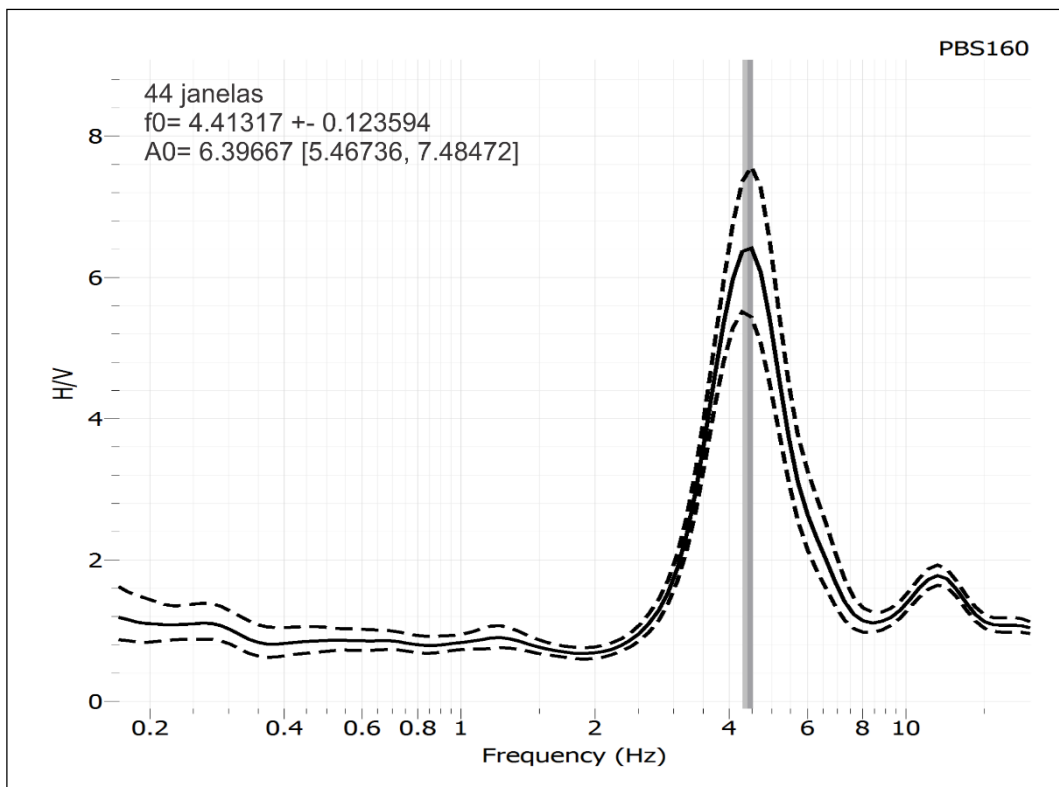


Figura 69. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS160. Registro do dia 249 de 2013 às 03:00:00 horas.

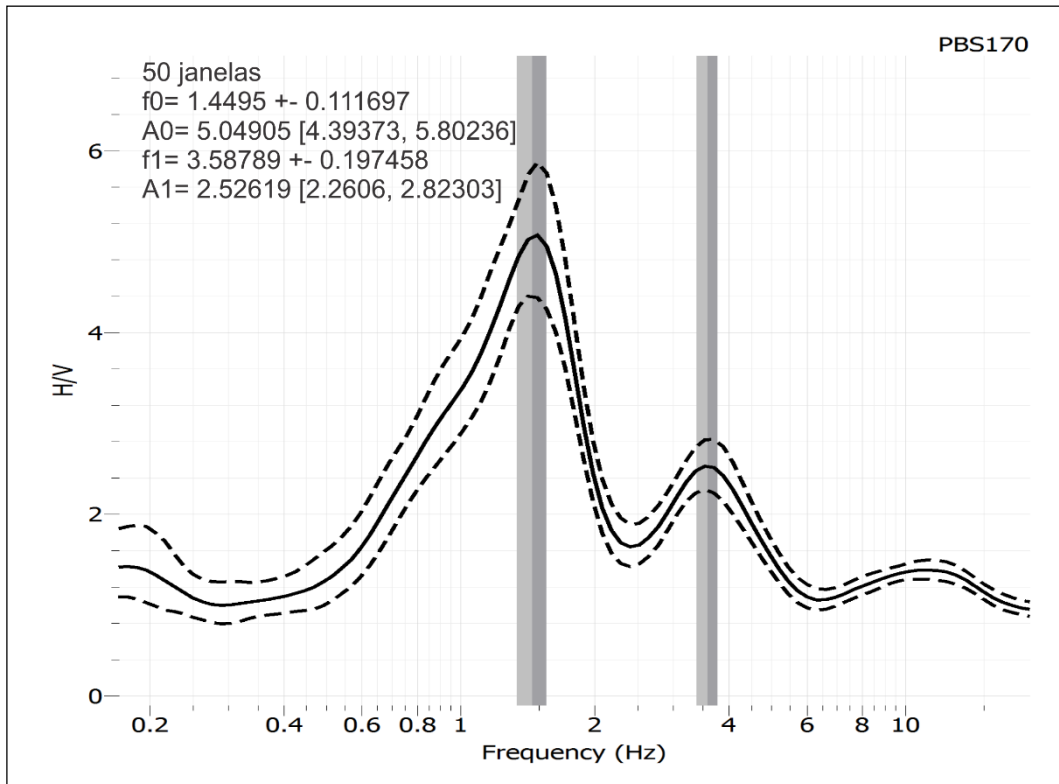


Figura 70. Frequência de ressonância (f_0 e f_1 - em Hz) para a estação PBS170. Registro do dia 234 de 2013 às 03:00:00 horas.

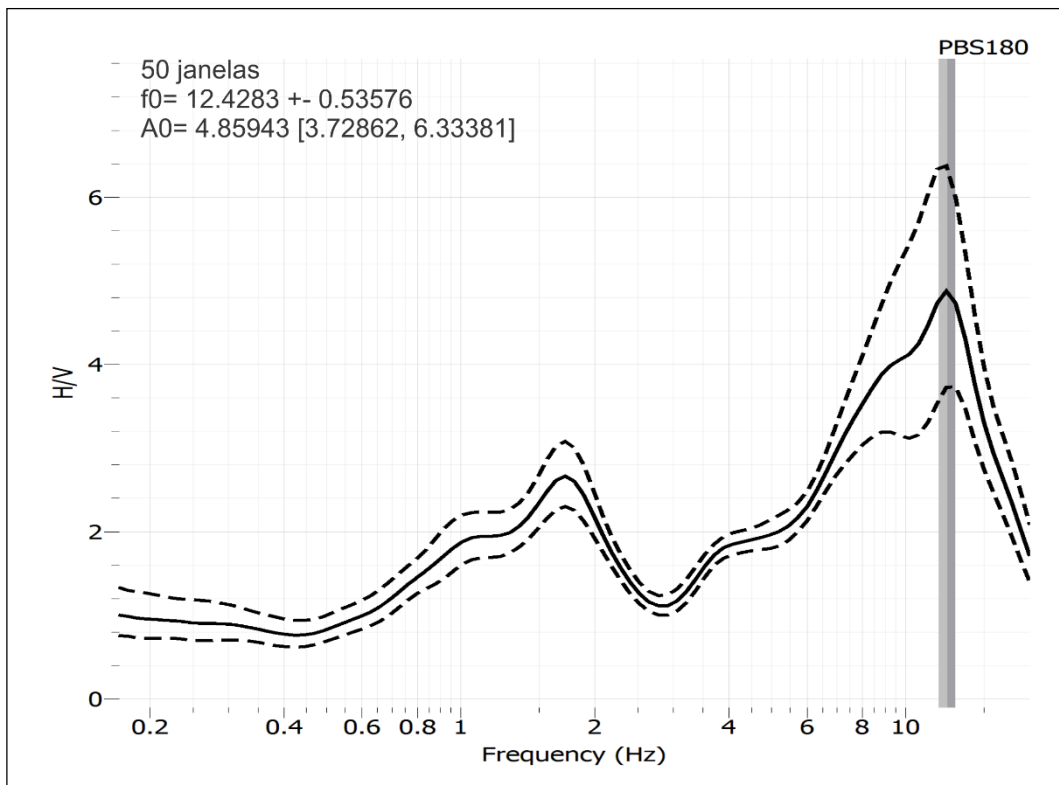


Figura 71. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS180. Registro do dia 329 de 2013 às 03:00:00 horas.

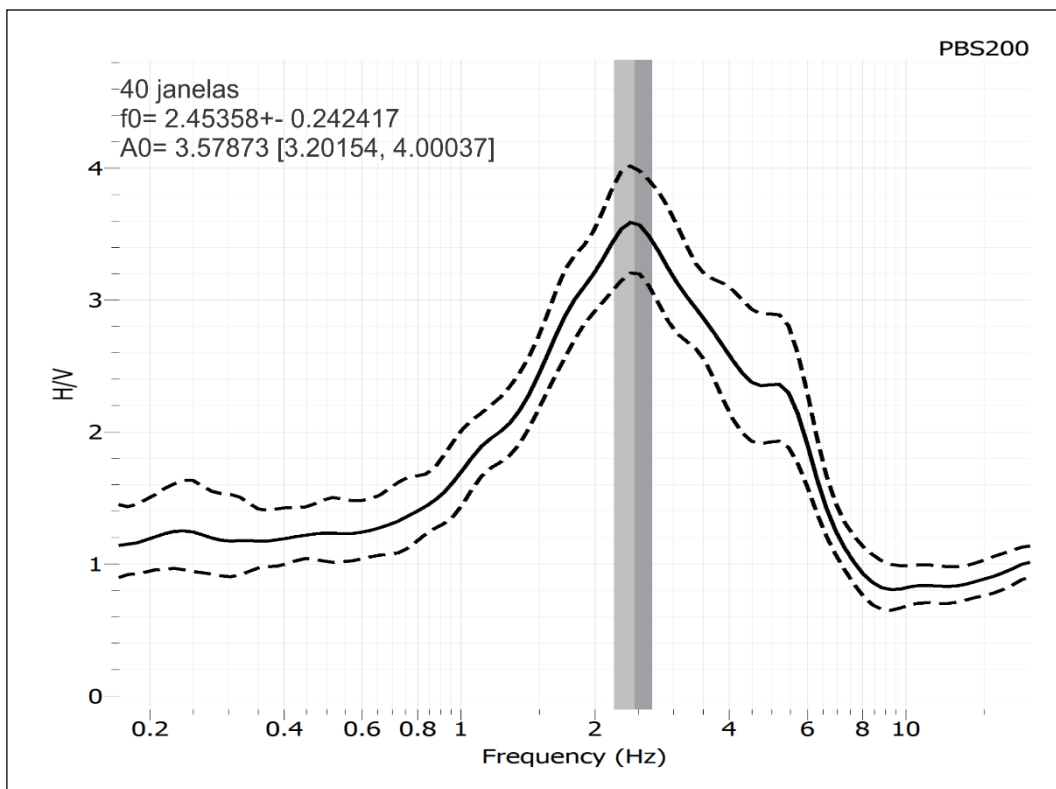


Figura 72. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS200. Registro do dia 258 de 2013 às 03:00:00 horas.

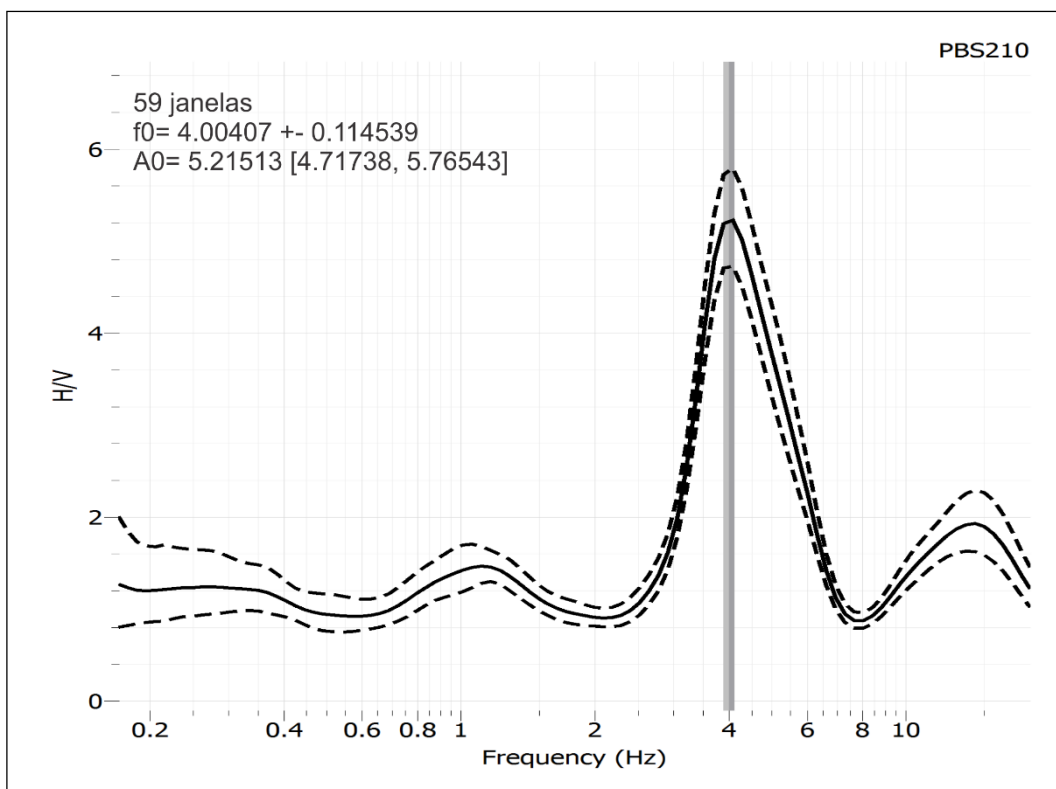


Figura 73. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS210. Registro do dia 276 de 2013 às 03:00:00 horas.

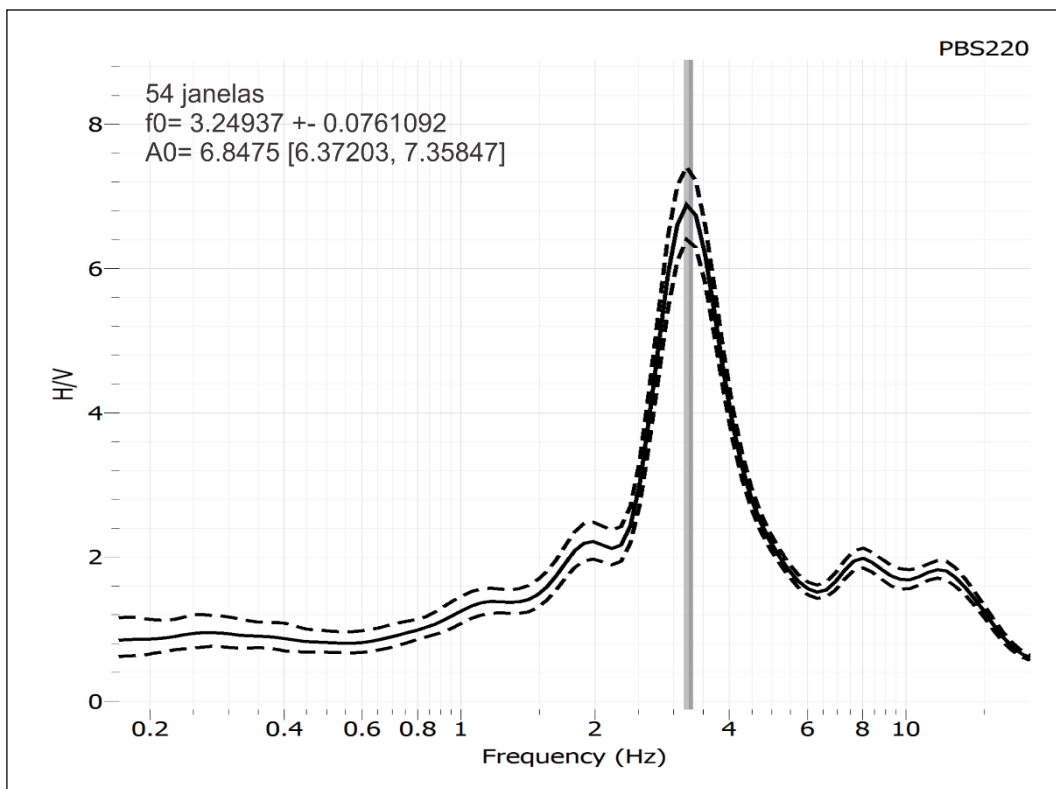


Figura 74. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS220. Registro do dia 276 de 2013 às 03:00:00 horas

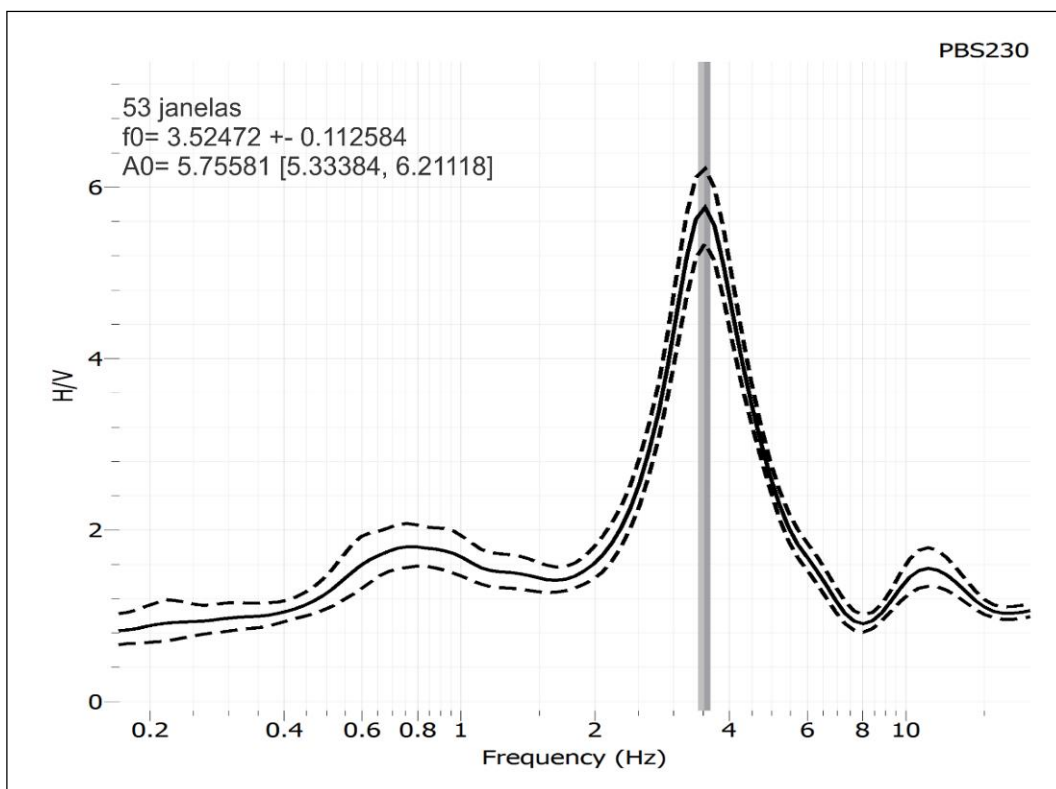


Figura 75. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS230. Registro do dia 237 de 2013 às 03:00:00 horas.

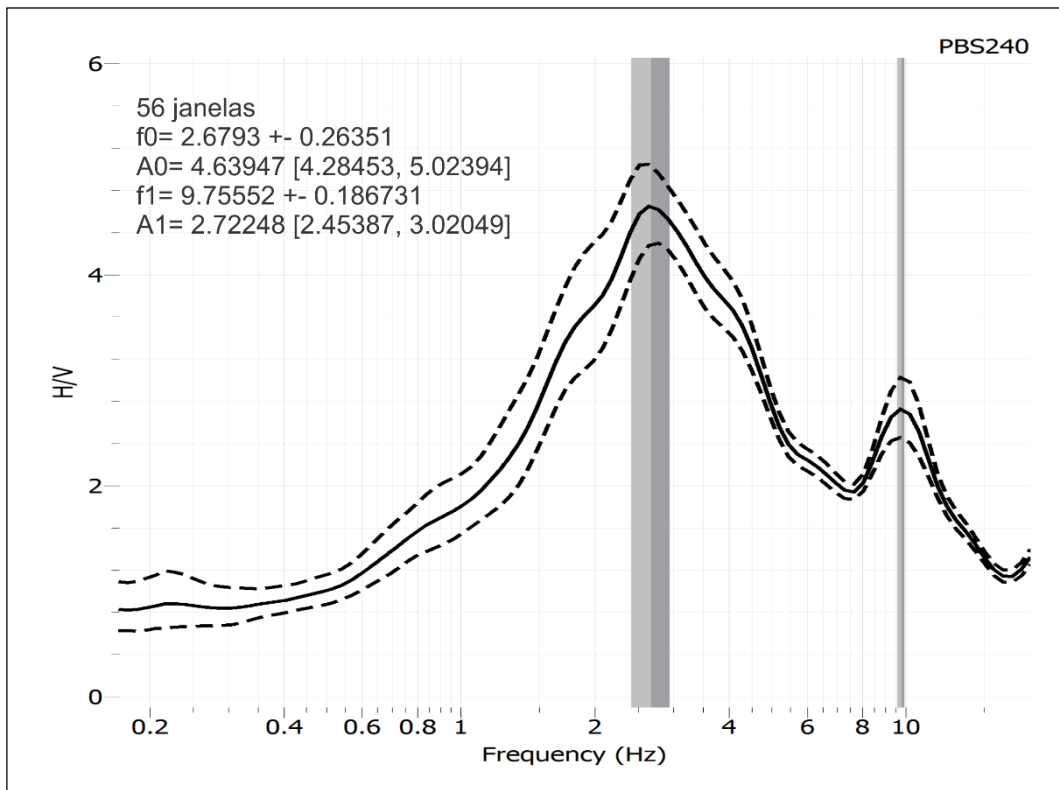


Figura 76. Frequência de ressonância (f_0 e f_1 - em Hz) para a estação PBS240. Registro do dia 245 de 2013 às 03:00:00 horas.

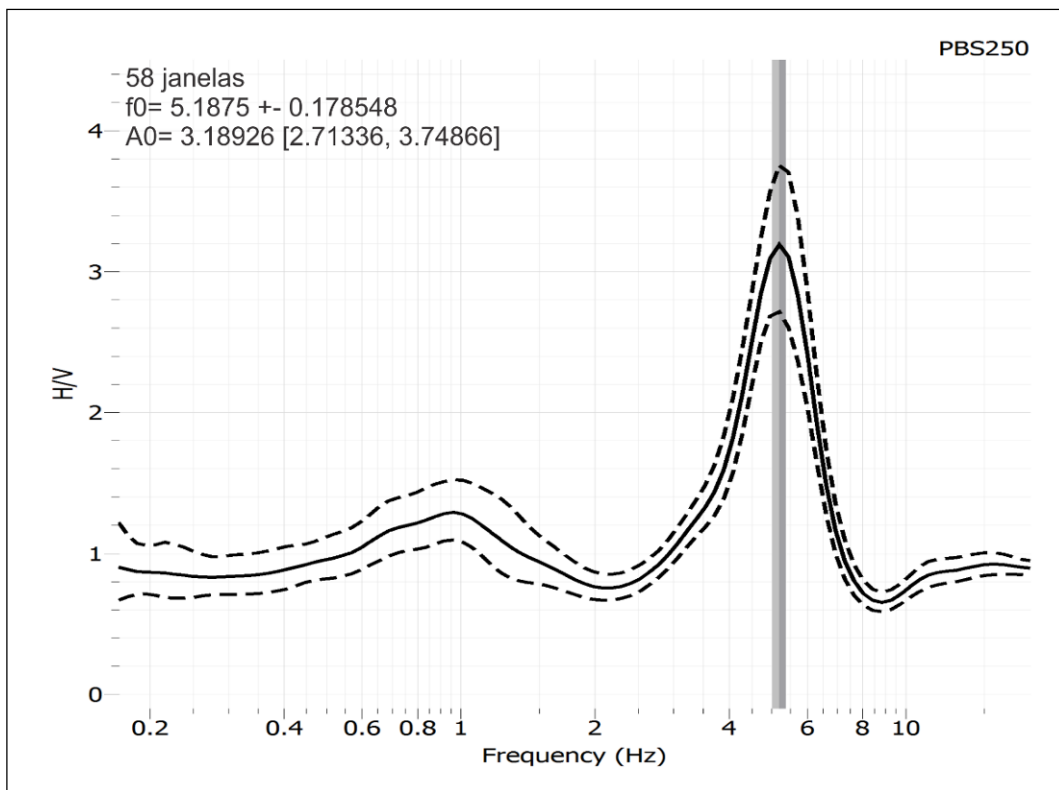


Figura 77. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS250. Registro do dia 301 de 2013 às 03:00:00 horas.

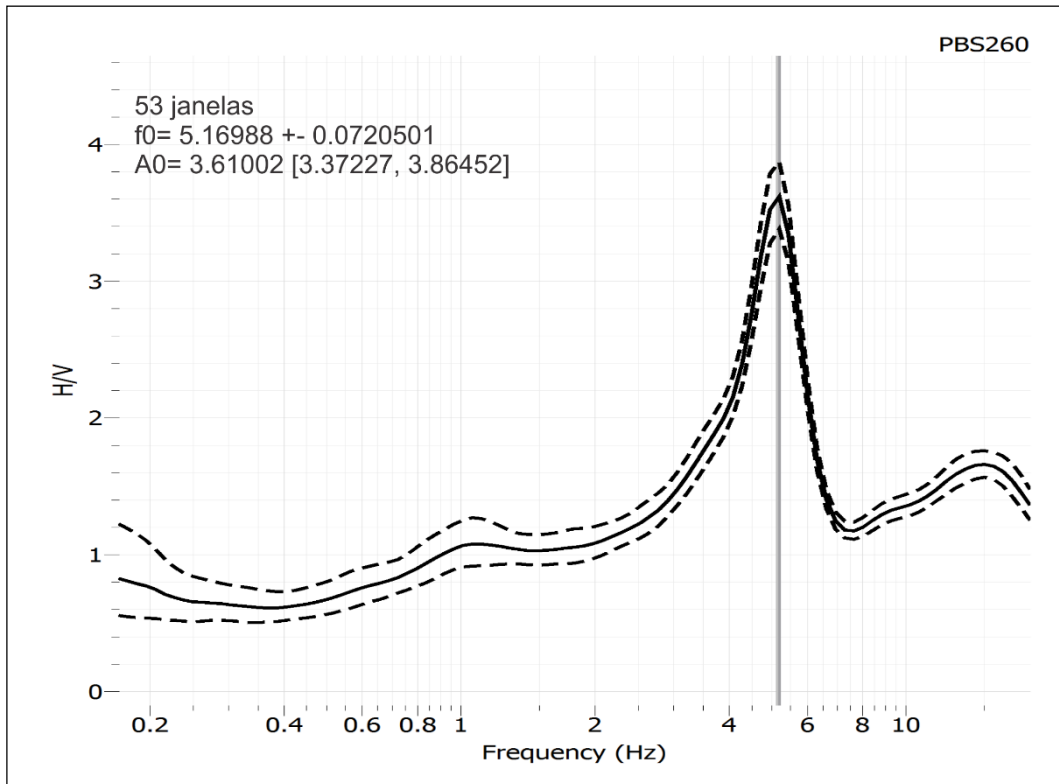


Figura 78. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS260. Registro do dia 315 de 2013 às 03:00:00 horas.

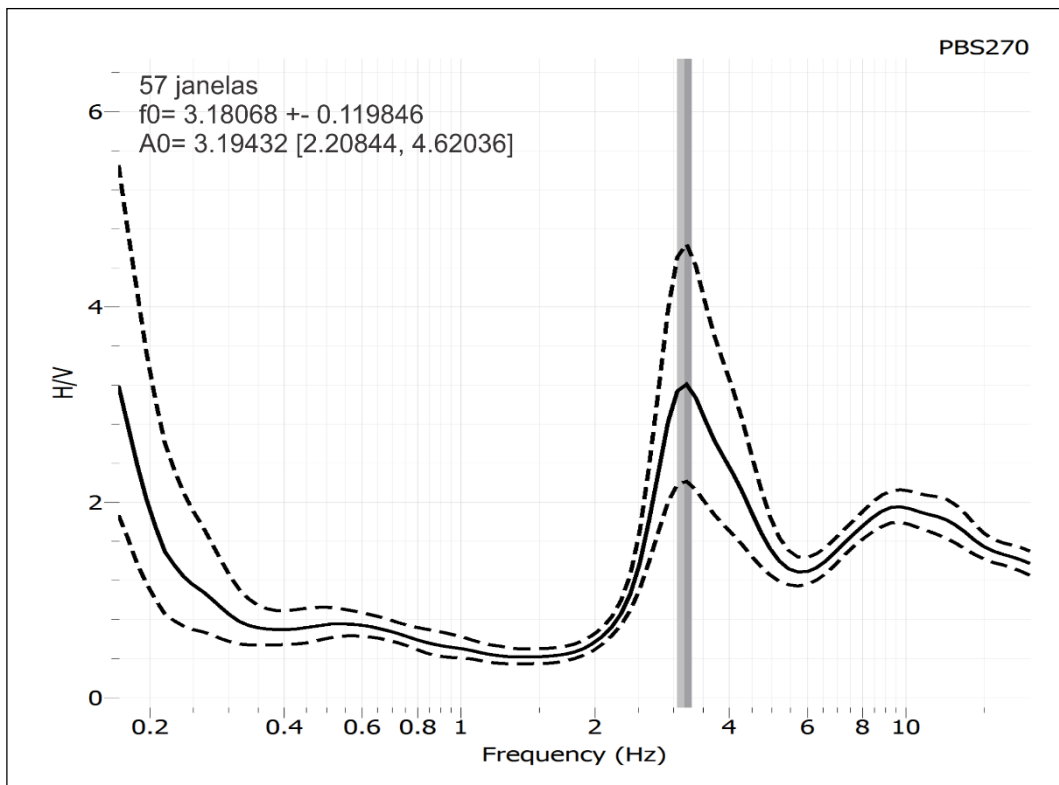


Figura 79. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS270. Registro do dia 265 de 2013 às 03:00:00 horas.

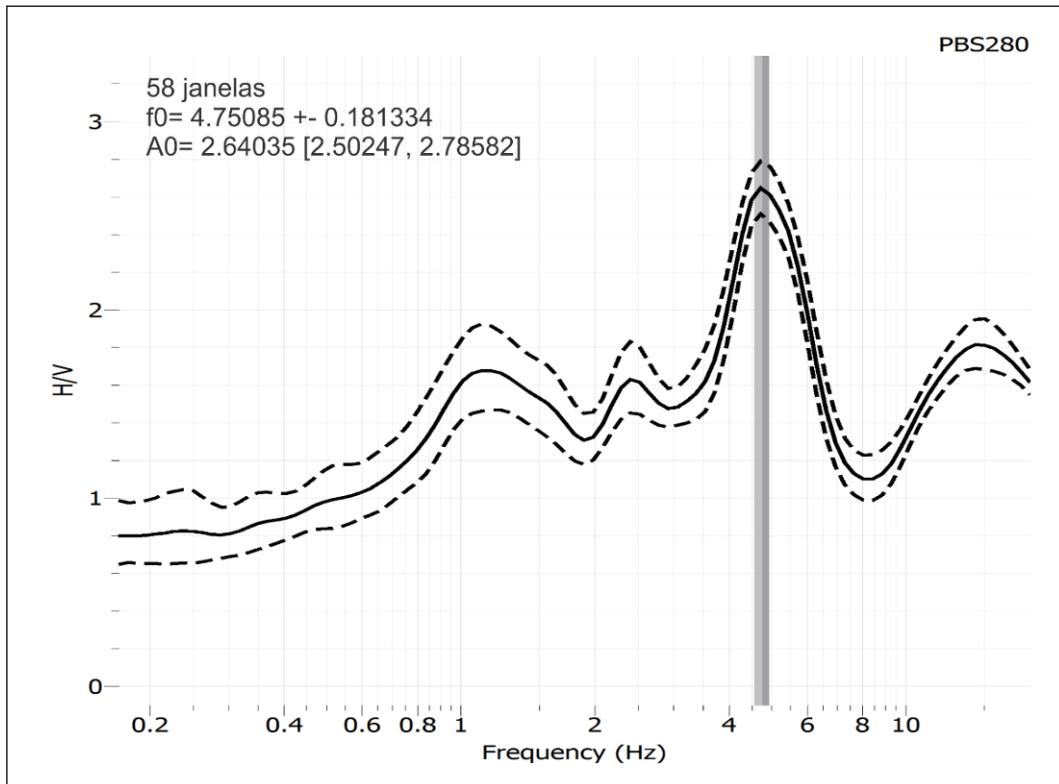


Figura 80. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação PBS280. Registro do dia 239 de 2013 às 03:00:00 horas.

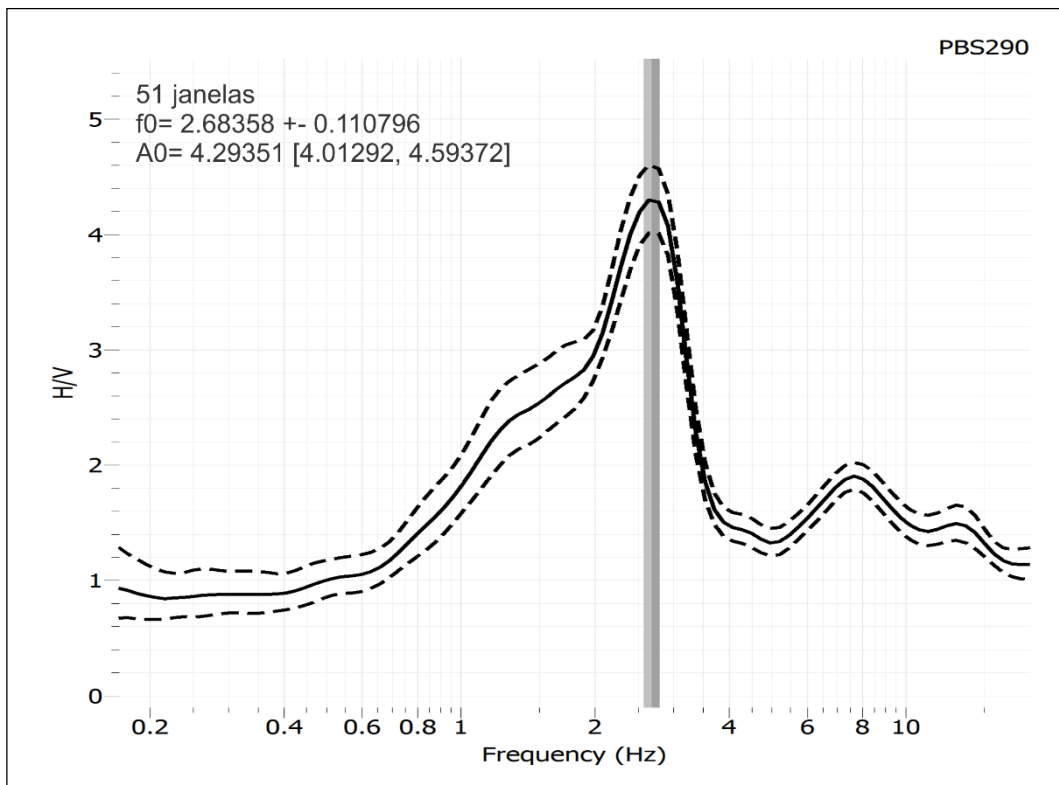


Figura 81. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS290. Registro do dia 280 de 2013 às 03:00:00 horas.

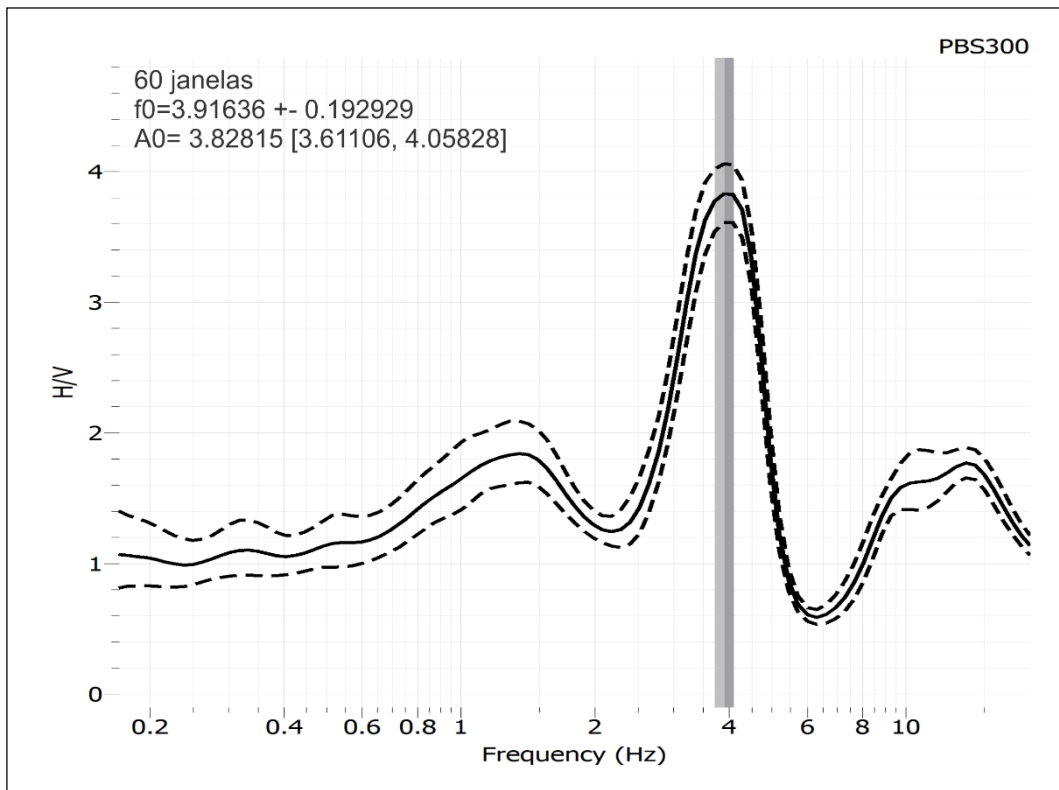


Figura 82. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS300. Registro do dia 302 de 2013 às 03:00:00 horas.

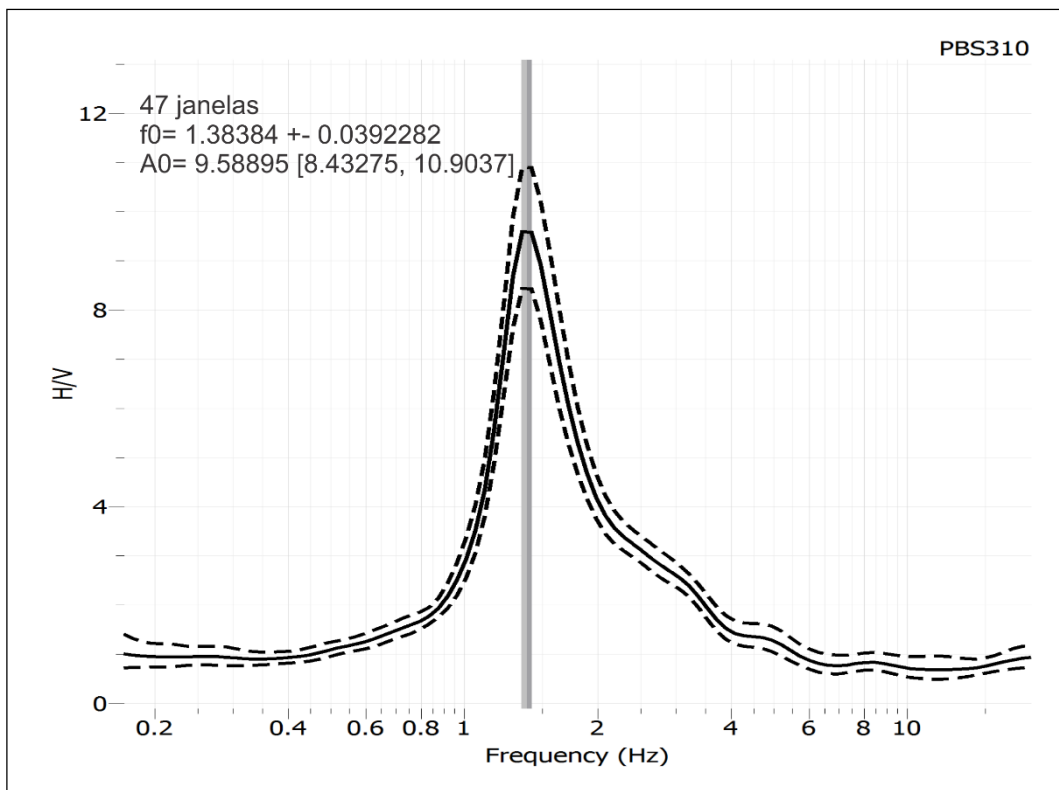


Figura 83. Frequência de ressonância (f_0 - em Hz) para a estação PBS310. Registro do dia 330 de 2013 às 03:00:00 horas.

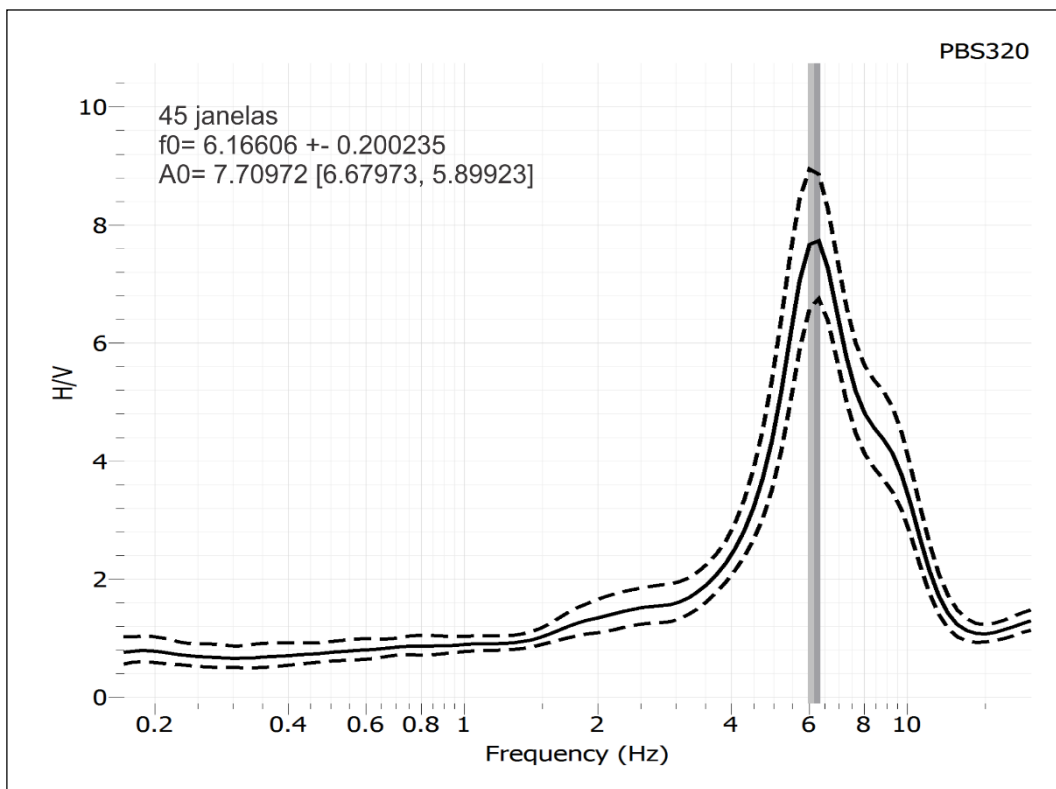


Figura 84. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação PBS320. Registro do dia 303 de 2013 às 03:00:00 horas.

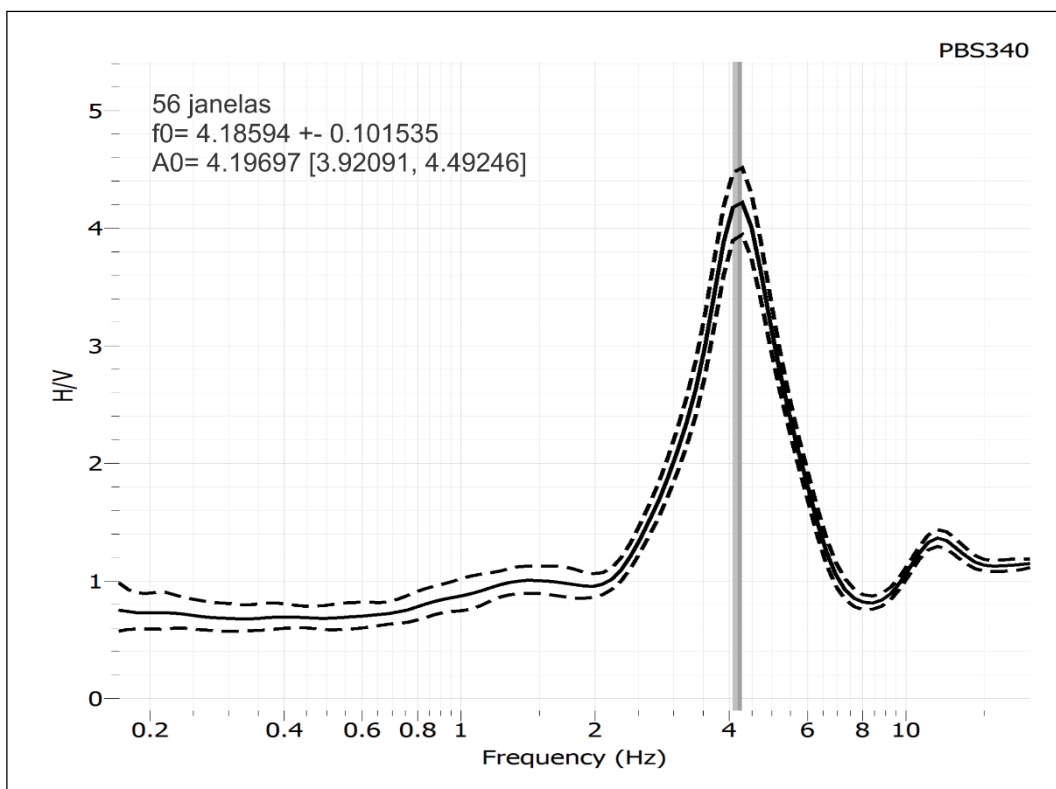


Figura 85. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação PBS340. Registro do dia 270 de 2013 às 03:00:00 horas.

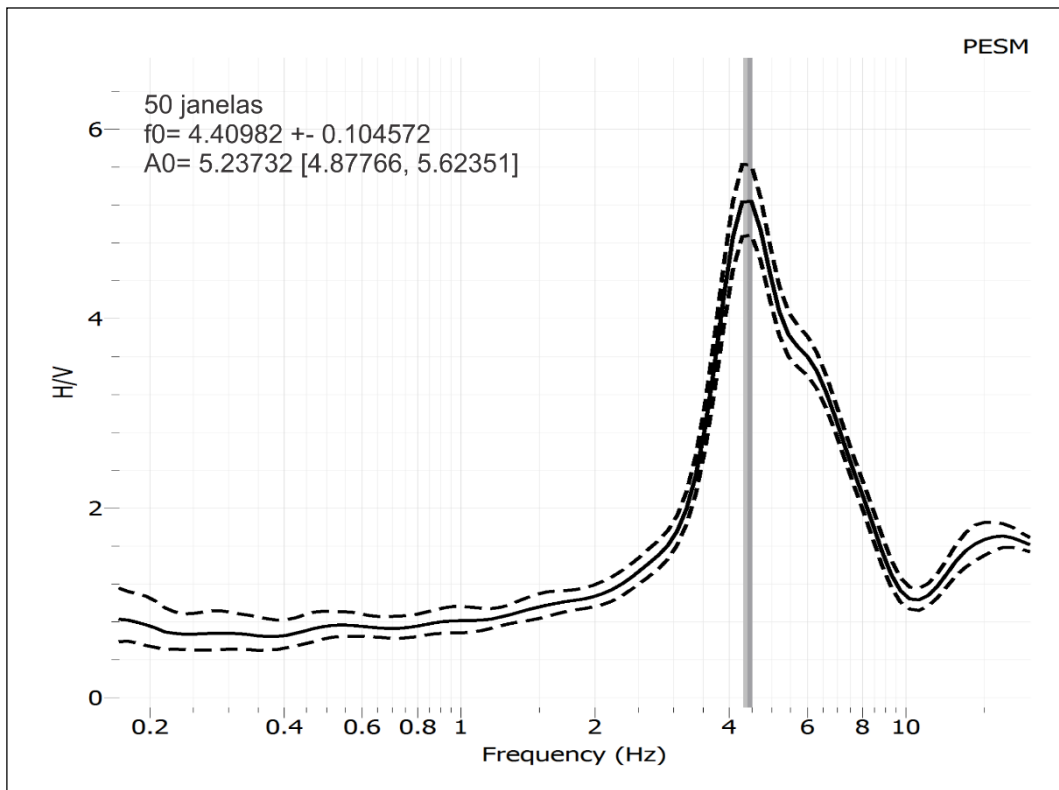


Figura 86. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação PESH. Registro do dia 303 de 2013 às 03:00:00 horas.

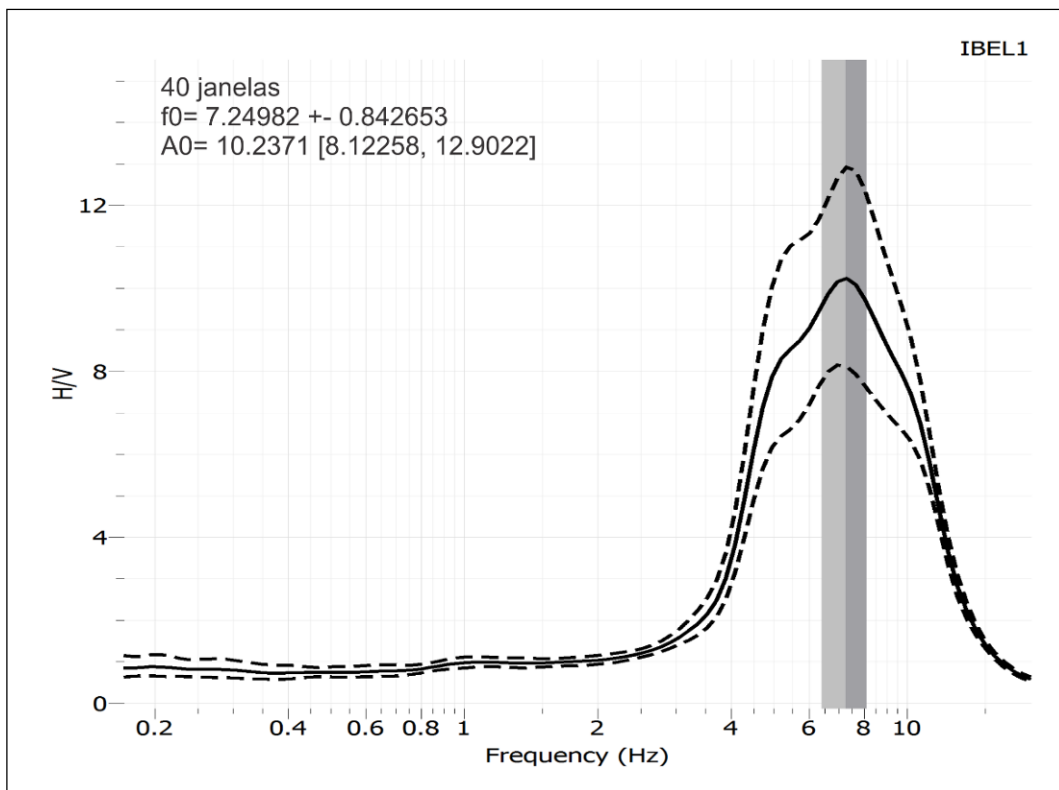


Figura 87. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação IBEL1. Registro do dia 291 de 2014 às 03:00:00 horas.

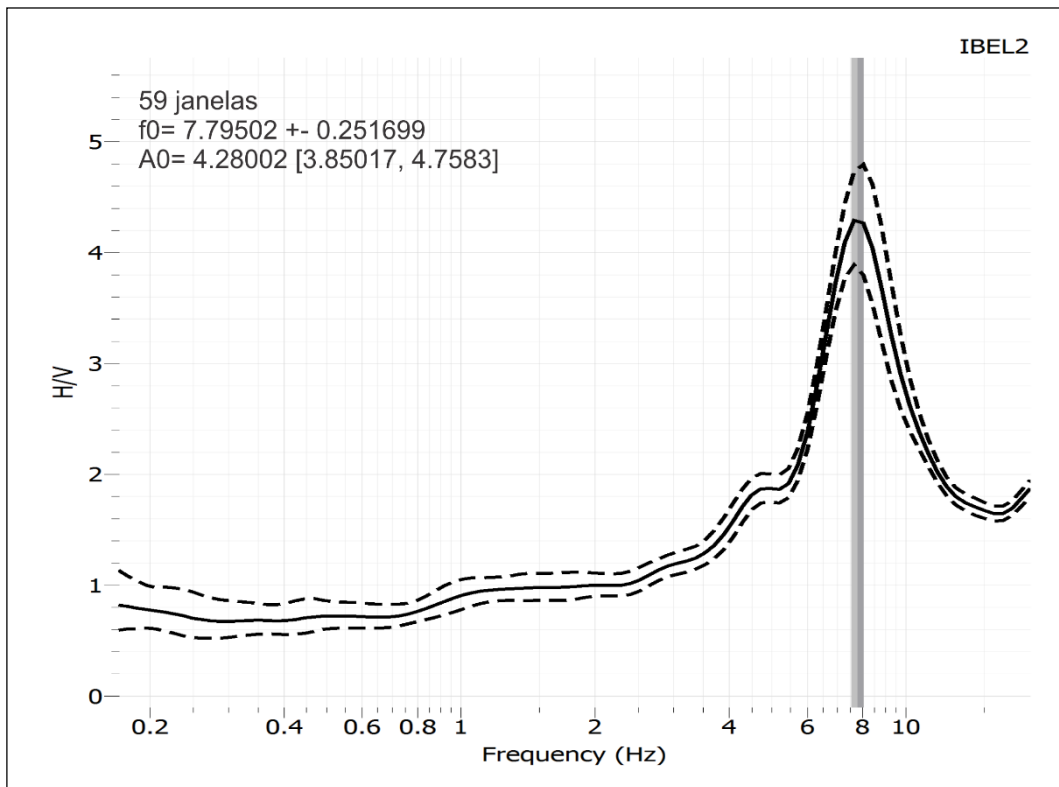


Figura 88. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação IBEL2. Registro do dia 149 de 2014 às 03:00:00 horas.

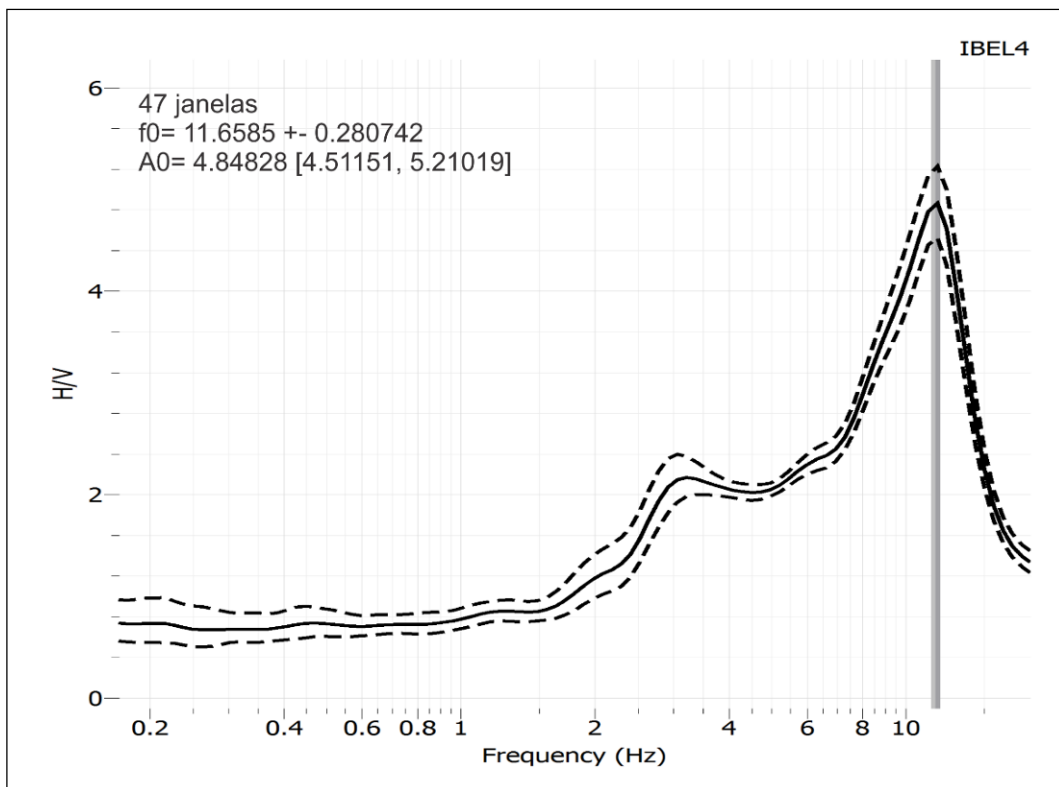


Figura 89. Frequência de ressonância (f_0 – em Hz) para a estação IBEL4. Registro do dia 139 de 2014 às 03:00:00 horas.
