

**FÁBIO ANDRÉ PEROSI**

**ESTRUTURA CRUSTAL DO SETOR CENTRAL DA  
PROVÍNCIA TOCANTINS UTILIZANDO ONDAS P, S E  
FASES REFLETIDAS COM DADOS DE REFRAÇÃO  
SÍSMICA PROFUNDA**

**SÃO PAULO**

**2006**

**FÁBIO ANDRÉ PEROSI**

**ESTRUTURA CRUSTAL DO SETOR CENTRAL DA  
PROVÍNCIA TOCANTINS UTILIZANDO ONDAS P, S E  
FASES REFLETIDAS COM DADOS DE REFRAÇÃO  
SÍSMICA PROFUNDA**

Tese apresentada ao Instituto de Astronomia,  
Geofísica e Ciências Atmosféricas da  
Universidade de São Paulo para a obtenção  
do título de Doutor.

Área de concentração: Geofísica

Orientador: Prof. Dr. Jesus Antonio Berro-  
cal Gomez

Co-Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Liliana Alcazar  
Diogo

**SÃO PAULO**

**2006**

# Folha de Aprovação

FÁBIO ANDRÉ PEROSI

ESTRUTURA CRUSTAL DO SETOR CENTRAL DA PROVÍNCIA TOCANTINS  
UTILIZANDO ONDAS P, S E FASES REFLETIDAS COM DADOS DE REFRAÇÃO  
SÍSMICA PROFUNDA

Tese apresentada ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor.  
Área de Concentração: Geofísica

Aprovado em:

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Jesus Antônio Berrocal Gómez  
IAG-USP

---

Prof. Dr. Renato Luiz Prado  
IAG - USP

---

Prof. Dr. Reinhardt Fuck  
IG - UnB

---

Dr. Mário Araújo Neto  
CENPE - Petrobrás

---

Prof. Dr. João Carlos Dourado  
IG - UNESP Rio Claro

# Dedicatória

À  
Simone

## Agradecimentos

Quero expressar o meu sincero agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Jesus Antonio Berrocal Gomez, tanto pelo seu profissionalismo na orientação e coordenação nos trabalhos acadêmicos, quanto pelo apoio amigo passado a cada momento do desenvolvimento deste trabalho. À Profa. Dra. Liliana Alcazar Diogo, pela receptividade e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à FAPESP pelo fomento à essa pesquisa no país e ao CNPq pelo apoio dado durante o estágio em Menlo Park, CA, no U. S. Geological Survey (USGS).

Agradeço ao Dr. Walter D. Mooney, pela coordenação e orientação na pesquisa, ao Shane Detweiler, pelo apoio tanto técnico, quanto pessoal e aos demais funcionários da USGS que colaboraram comigo durante o estágio. Ao Prof. Dr. Robert Mereu, que também visitava o USGS, por seus ótimos conselhos durante a interpretação. Ao Prof. Dr. Simon Kemplerer e ao Prof. Dr. Jerry M. Harris pela receptividade no Departamento de Geociências na Stanford University.

Agradeço a todos os professores do IAG, que auxiliaram direta e indiretamente no desenvolvimento desta pesquisa. Em especial ao Prof. Dr. Marcelo Sousa de Assumpção, pelos conselhos dados nos pareceres dos relatórios e a Profa. Dra. Yára Regina Marangoni pelo auxílio com mapas e dados gravimétricos.

Aos Funcionários do IAG que por sua paciência e simpatia tornaram mais agradáveis as longas horas passadas no interior da instituição. Aos amigos do IAG que acabam sendo nossa segunda família. Ao pessoal da UnB que também esteve presente nos trabalhos de campo e nas discussões.

Agradeço aos meus familiares , à minha mãe, minha avó, minha tia e primos, meus tios que sempre fizeram o possível para me apoiar mesmo não estando aqui em São Paulo. Aos amigos gaúchos aqui em São Paulo, em especial aos padrinhos, Ismael e Adriane. Um agradecimento muito especial e cheio de saudade aos amigos brasileiros em Stanford, espero que obtenham sucesso em suas jornadas.

Finalmente, à Simone, que amo muito, que está ao meu lado nos melhores momentos e

também nos mais difíceis e suportou o meu humor nesses momentos. Ao pequeno (não tão pequeno assim) Mateus, mas de coração enorme, que é muito especial na minha vida. Aos meus enteados Gabi e Augusto, por deixarem minha vida muito longe de ser monótona. À Dona Geni, à Valéria e ao Thor pelos cafezinhos e almoços e jantares e lanches e ... À Thanya e Oswaldo pelo a apoio insistente dado nesta fase final de trabalho. Agradeço também a todos os familiares que estiveram e estão sempre prontos a ajudar. E à Vitória, ao Amigão e à Mia companheiros fiéis, sempre ao lado nas horas de trabalho em casa.

## Epígrafe

"Be careful with your wish. You may get it..."

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xix</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>xxi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xxii</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Características da Crosta Continental .....	4
1.1.1 Definições de Crosta e Manto Superior .....	4
1.1.2 Aspectos Globais da Crosta Continental .....	5
1.2 Objetivo .....	10
1.3 Conteúdo da Tese .....	10
<b>2 Geologia Regional</b> .....	<b>12</b>
2.1 Aspectos Genéricos .....	12
2.2 Faixa Araguaia .....	17
2.3 Faixa Brasília .....	17
2.3.1 Arco Magmático de Goiás.....	17
2.3.2 Maciço de Goiás .....	18
2.3.3 Faixa de Dobras e Empurrões de Antepaís .....	20
2.3.4 Síntese Tectônica .....	20
2.4 Cráton São Francisco .....	21



<b>3 Metodologia</b> .....	<b>22</b>
3.1 Procedimentos e Características Básicas do Método de Refração Sísmica Profunda .....	23
3.2 Principais Aspectos do Experimento de Refração Sísmica Profunda deste Trabalho .....	23
3.3 Razão de Poisson e $V_P/V_S$ .....	25
3.4 O Programa TTInvers.....	25
3.5 O Programa MacRay .....	26
3.6 Procedimento Empregado.....	26
<b>4 Resultados Obtidos</b> .....	<b>28</b>
4.1 Porangatu .....	31
4.1.1 Descrição .....	31
4.1.2 Modelos 1D da linha sísmica L1-Porangatu .....	31
4.1.3 Modelos 2D da linha sísmica L1-Porangatu .....	32
4.2 Cavalcante.....	35
4.2.1 Descrição .....	35
4.2.2 Modelos 1D da linha sísmica L2-Cavalcante .....	35
4.2.3 Modelos 2D da linha sísmica L2-Cavalcante .....	35
<b>5 Interpretação e Discussão</b> .....	<b>38</b>
<b>6 Conclusões</b> .....	<b>49</b>
<b>Referências</b> .....	<b>51</b>
<b>Apêndice A – Leitura dos Tempos - Linha L1-Porangatu</b> .....	<b>55</b>
<b>Apêndice B – Leitura dos Tempos - Linha L2-Cavalcante</b> .....	<b>67</b>

Apêndice C – Modelos 1D - Linha L1-Porangatu .....	74
Apêndice D – Modelos 2D - Linha L1-Porangatu .....	86
Apêndice E – Seções Sísmicas para Onda P - Linha L1-Porangatu .....	94
Apêndice F – Seções Sísmicas para Onda S - Linha L1-Porangatu.....	102
Apêndice G – Modelos 1D - Linha L2-Cavalcante.....	110
Apêndice H – Modelos 2D - Linha L2-Cavalcante.....	119
Apêndice I – Seções Sísmicas para Onda P - Linha L2-Cavalcante .....	125
Apêndice J – Seções Sísmicas para Onda S - Linha L2-Cavalcante .....	131
ERRATA .....	137

## Lista de Figuras

- Figura 1 Modelos de velocidades sísmicas considerados representativos da estrutura profunda da crosta continental brasileira obtidos com a análise da onda P. .... 3
- Figura 2 Mapa de localização dos perfis - os triângulos laranjas são as posições da base de dados continentais e os pontos azuis as posições da base de dados oceânicos (Christensen & Mooney, 1995 e USGS, 2002). .... 5
- Figura 3 Diagramas de seções crustais para diferentes ambientes tectônicos continentais. A crosta é dividida em crosta superior, média e inferior, com a espessura de cada uma das camadas variando de acordo com a ambiente tectônico (Christensen & Mooney, 1995). .... 6
- Figura 4 Velocidade média versus densidade média para uma variedade de tipos de rochas a uma pressão equivalente a 20 km de profundidade e temperatura de 309°C (Christensen & Mooney, 1995). .... 7
- Figura 5 Modelo da petrologia média da crosta continental em função da profundidade. A curva formada pelos círculos sólidos representa a velocidade média da crosta continental e as curvas formadas por símbolos vazados as rochas especificadas no lado esquerdo da própria figura. As barras horizontais são o desvio padrão. Os gráficos mostram a variação de densidade e concentração de SiO<sub>2</sub> do modelo, respectivamente (modificado de Christensen & Mooney, 1995 - é apresentada apenas uma parte da figura). .... 8

Figura 6	Comparação entre razões de Poisson e velocidades das ondas P obtidas no campo (ovais hachuradas) e em laboratório (retângulos hachurados). R = zona de rift; Pc = escudo Pré-Cambriano; Pz = Crosta Paleozóica.	9
Figura 7	Diagrama de blocos com detalhes da distribuição de velocidades e espessura das camadas da crosta para diferentes ambientes tectônicos. Os terrenos de escudo e plataforma estão individualizados, sugerindo diferenças na composição da crosta inferior (Holbrook et al., 1992).	9
Figura 8	Seção crustal hipotética mostrando de forma integrada a distribuição média de velocidades e espessura das camadas crustais para diferentes ambientes tectônicos, inferidos a partir de dados de refração sísmica profunda (Holbrook et al., 1992).	10
Figura 9	Mapa geológico da Província Tocantins com a localização dos experimentos de refração sísmica profunda e indicação da região de estudo.	13
Figura 10	Mapa de localização da região do trabalho de Ussami & Molina (1999).	14
Figura 11	Modelos crustais ao longo de dois perfis gravimétricos distintos (a) anomalia Bouguer; (b) modelos gravimétrico (números são densidades em g/cm <sup>3</sup> ); (c) seção geológica da crosta superior; (d) seção geológica interpretativa até o manto superior baseada nos resultados combinados de modelagem gravimétrica e de flexura, estimando a profundidade média do embasamento sob a Faixa Araguaia baseado em dados magnéticos e na espessura dos sedimentos Quaternários da bacia da Ilha do Bananal. AC (Cráton Amazônico), GM (Maciço de Goiás) e SFC (Cráton do São Francisco) (Ussami & Molina, 1999).	15
Figura 12	Mapa de Localização da porção setentrional da Bacia do Paraná e detalhe da anomalia Bouguer (Molina et al., 1989).	16

Figura 13	Modelo gravimétrico (isostático) e geológico da parte norte da Bacia do Paraná ao longo do perfil A-A' da Figura 12 (Molina et al., 1989). . . .	16
Figura 14	Localização dos corpos que influenciaram consideravelmente a chegada das ondas sísmicas nesta região. Na parte superior é apresentada uma foto de satélite e na parte inferior da figura é apresentado o mapa geológico dessa região. O anortosito é o corpo, na cor lilás, próximo ao tiro EX14 e o granito está representado na cor vermelha, próximo ao tiro EX15 (modificado de Soares et al., 2006a). . . . .	19
Figura 15	Secção sísmica do tiro EX11 mostrando as chegadas das ondas P e S. Filtrada de 2-10 Hz e sem aplicação de velocidade de redução. . . . .	29
Figura 16	Modelo 1D referente ao tiro EX11 - Linha L1-Porangatu. . . . .	33
Figura 17	Modelo 2D referente a onda P da Linha L1-Porangatu . . . . .	34
Figura 18	Modelo 1D referente ao tiro EX21 - Linha L2-Cavalcante. . . . .	36
Figura 19	Modelo 2D referente a onda S da Linha L2-Cavalcante . . . . .	37
Figura 20	Modelo 2D final para a linha L1-Porangatu. Os valores da velocidade da onda P estão em preto e os valores da velocidade da onda S estão em azul. . . . .	39
Figura 21	Modelo 2D final para a linha L2-Cavalcante. Os valores da velocidade da onda P estão em preto e os valores da velocidade da onda S estão em azul. . . . .	39
Figura 22	Modelo 2D final juntando as duas linhas sísmicas para a modelagem gra-	

vimétrica. Os valores preto no interior do modelo são as densidades e em vermelho as velocidades da onda P. Estão em destaque a região do Lineamento Transbrasiliano, onde foi necessário incluir mais uma coluna de densidades, e a forte descontinuidade lateral entre os tiros EX23 e EX25, onde foi necessário variar muito o valor da densidade. Nesse local seria a interface entre o Cráton São Francisco e a faixa de dobras e empurrões. 43

Figura 23 Mapa gravimétrico da região mostrando o forte gradiente gravimétrico dessa região. .... 45

Figura 24 Modelo 2D final, incluído o efeito do anortosito na modelagem gravimétrica. Os valores em rosa são as razões  $V_P/V_S$ . .... 46

Figura 25 Evolução da Província Tocantins durante o ciclo Brasileiro. a) Uma grande bacia oceânica, Oceano Goiás, começou a ser consumido com o movimento da placa São Francisco para oeste, subduzindo um abiente de arco de ilhas em WNW e o Cráton Paranapanema em SSW; b) O Cráton São Francisco colidindo contra o sistema de arco de ilha, comprimindo o Maciço de Goiás entre eles, formando o norte da Faixa Brasília; c) os crátons Paranapanema e São Francisco colidem, formando a parte sul da Faixa Brasília. O esforço continua e a subducção inverteu, consumindo a litosfera oceânica relativa à placa Amazônica, e d) colisão da litosfera do Cráton Amazônico contra a Faixa Brasília e o Cráton Paranapanema, formando o Brasil central. (Soares et al., 2006b) .... 47

Figura 26 Modelo 1D referente ao tiro EX11 - Linha L1-Porangatu - sentido EX11 → EX17 .... 75

Figura 27 Modelo 1D referente ao tiro EX12 - Linha L1-Porangatu - sentido EX12 → EX17 .... 76

Figura 28 Modelo 1D referente ao tiro EX13 - Linha L1-Porangatu - sentido EX13 → EX17 .... 77

Figura 29	Modelo 1D referente ao tiro EX13 - Linha L1-Porangatu - sentido EX13 → EX11 .....	78
Figura 30	Modelo 1D referente ao tiro EX14 - Linha L1-Porangatu - sentido EX14 → EX17 .....	79
Figura 31	Modelo 1D referente ao tiro EX14 - Linha L1-Porangatu - sentido EX14 → EX11 .....	80
Figura 32	Modelo 1D referente ao tiro EX15 - Linha L1-Porangatu - sentido EX15 → EX17 .....	81
Figura 33	Modelo 1D referente ao tiro EX15 - Linha L1-Porangatu - sentido EX15 → EX11 .....	82
Figura 34	Modelo 1D referente ao tiro EX16 - Linha L1-Porangatu - sentido EX16 → EX17 .....	83
Figura 35	Modelo 1D referente ao tiro EX16 - Linha L1-Porangatu - sentido EX16 → EX11 .....	84
Figura 36	Modelo 1D referente ao tiro EX17 - Linha L1-Porangatu - sentido EX17 → EX11 .....	85
Figura 37	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX11; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	87
Figura 38	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX12; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo	

	e traçado de raios para onda S .....	88
Figura 39	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX13; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	89
Figura 40	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX14; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	90
Figura 41	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX15; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	91
Figura 42	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX16; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	92
Figura 43	Modelo 2D referente à Linha L1-Porangatu - Tiro EX17; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	93
Figura 44	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX11 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	95
Figura 45	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX12 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	96
Figura 46	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX13 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	97
Figura 47	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX14 - Velocidade de Redução 6.00	



	km/s .....	98
Figura 48	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX15 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	99
Figura 49	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX16 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	100
Figura 50	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX17 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	101
Figura 51	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX11 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	103
Figura 52	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX12 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	104
Figura 53	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX13 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	105
Figura 54	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX14 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	106
Figura 55	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX15 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	107
Figura 56	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX16 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	108
Figura 57	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX17 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	109

Figura 58	Modelo 1D referente ao tiro EX21 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX21 → EX27 .....	111
Figura 59	Modelo 1D referente ao tiro EX23 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX23 → EX27 .....	112
Figura 60	Modelo 1D referente ao tiro EX23 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX23 → EX21 .....	113
Figura 61	Modelo 1D referente ao tiro EX25 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX25 → EX27 .....	114
Figura 62	Modelo 1D referente ao tiro EX25 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX25 → EX21 .....	115
Figura 63	Modelo 1D referente ao tiro EX26 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX26 → EX27 .....	116
Figura 64	Modelo 1D referente ao tiro EX26 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX26 → EX21 .....	117
Figura 65	Modelo 1D referente ao tiro EX27 - Linha L2-Cavalcante - sentido EX27 → EX21 .....	118
Figura 66	Modelo 2D referente à Linha L2-Cavalcante - Tiro EX21; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	120
Figura 67	Modelo 2D referente à Linha L2-Cavalcante - Tiro EX23; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo	

	e traçado de raios para onda S .....	121
Figura 68	Modelo 2D referente à Linha L2-Cavalcante - Tiro EX25; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	122
Figura 69	Modelo 2D referente à Linha L2-Cavalcante - Tiro EX26; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	123
Figura 70	Modelo 2D referente à Linha L2-Cavalcante - Tiro EX27; a) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda P; b) Curvas caminho-tempo e traçado de raios para onda S .....	124
Figura 71	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX21 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	126
Figura 72	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX23 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	127
Figura 73	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX25 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	128
Figura 74	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX26 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	129
Figura 75	Seção Sísmica para onda P - Tiro EX27 - Velocidade de Redução 6.00 km/s .....	130
Figura 76	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX21 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	132

Figura 77	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX23 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	133
Figura 78	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX25 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	134
Figura 79	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX26 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	135
Figura 80	Seção Sísmica para onda S - Tiro EX27 - Velocidade de Redução 3.46 km/s .....	136

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Listagem e características dos levantamentos sísmicos para estudo da estrutura crustal, utilizando explosões de pedreiras, algumas com tempo controlado, as três últimas com fontes próprias controladas, realizados no Brasil. RSS - Rede Sismográfica de Sobradinho	2
Tabela 2	Tabela com as médias das velocidades das ondas P e S e razão $V_P/V_S$	48
Tabela 3	Leituras dos tempos para o tiro EX11. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação.	55
Tabela 4	Leituras dos tempos para o tiro EX12. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação.	57
Tabela 5	Leituras dos tempos para o tiro EX13. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação.	59
Tabela 6	Leituras dos tempos para o tiro EX14. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação.	61
Tabela 7	Leituras dos tempos para o tiro EX15. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação.	63
Tabela 8	Leituras dos tempos para o tiro EX16. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação.	64

Tabela 9	Leituras dos tempos para o tiro EX17. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação. ....	66
Tabela 10	Leituras dos tempos para o tiro EX21. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação. ....	67
Tabela 11	Leituras dos tempos para o tiro EX23. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação. ....	69
Tabela 12	Leituras dos tempos para o tiro EX25. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação. ....	71
Tabela 13	Leituras dos tempos para o tiro EX26. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação. ....	72
Tabela 14	Leituras dos tempos para o tiro EX27. Valores 999,00 indicam que não foram feitas leituras na determinada estação. ....	73

## Resumo

PEROSI, F. A. **Estrutura crustal do setor central da Província Tocantins utilizando ondas P, S e fases refletidas com dados de refração sísmica profunda.** 2006. 160 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Esta pesquisa está baseada na execução de duas linhas de refração sísmica profunda de 300 km de extensão (L1-Porangatu e L2-Cavalcante) atravessando de oeste para leste o setor central da Província Tocantins, utilizando em cada linha 120 sismógrafos digitais e explosões com tempo controlado e cargas entre 500 e 1000 kg de explosivos a cada 50 km; foram utilizados receptores GPS para o controle da hora e das coordenadas geográficas dos pontos de registro e de explosões. Esse tipo de experimento, com essas condições é pioneiro no Brasil. Os dados deste experimento, considerados de boa qualidade, permitiram, inicialmente, a elaboração de modelos 1D, para cada tiro, utilizando o programa TTInvers. Estes modelos foram relacionados sucessivamente para representar camadas com características semelhantes em um modelo preliminar para modelagem em 2D, que foi realizada com o programa MacRay. Os modelos 2D obtidos representam o resultado final da distribuição de velocidades sísmicas da crosta sob essas linhas. Estes resultados mostram a crosta sob o setor central da Província Tocantins com espessura variando entre 36 e 43 km, cujos parâmetros estão correlacionados com as principais estruturas geológicas existentes na superfície. Os valores médios de  $V_P$  e da razão  $V_P/V_S$  na Província Tocantins variam em torno de 6,5 km/s e 1,74, respectivamente, com exceção da faixa de dobras e empurrões cujos valores são 6,3 km/s e 1,73. Sob o Cráton São Francisco esses valores são 6,8 km/s e 1,74. Existem indícios de ter ocorrido uma dupla subducção na Província Tocantins, na porção oriental, com o Cráton São Francisco subduzindo para oeste (em  $\sim 760$  Ma) e na porção ocidental, com o Cráton Amazônico subduzindo para leste (em  $\sim 620$  Ma). O modelo gravimétrico, obtido neste trabalho em função do modelo sísmico, se ajusta adequadamente com os dados gravimétricos observados, utilizando densidades teóricas ligeiramente modificadas, dentro dos limites permitidos pela função utilizada para calcular essas densidades com base nos valores de  $V_P$  deste trabalho. As densidades do manto adotadas para a modelagem levaram em conta as idades Paleoproterozóica, sob o Cráton São Francisco menos denso ( $3,31 \text{ g/cm}^3$ ) e com maior  $V_P$  (8,26 km/s), e Neoproterozóica, sob a Província Tocantins, mais densa ( $3,34 \text{ g/cm}^3$ ) e com menor  $V_P$  (8,07 km/s).

Palavras-chave: Refração Sísmica Profunda; Província Tocantins; Estrutura Crustal Sísmica; Velocidade das Ondas P e S; Modelo Gravimétrico.

## Abstract

PEROSI, F. A. **Crustal structure of central sector of Tocantins Province by using P and S waves as well as reflected phases with deep seismic refraction data.** 2006. 160 f. Thesis (Doctoral) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 2006.

This research is based on an execution of two lines of deep seismic refraction of 300 km of extension (L1-Porangatu and L2-Cavalcante), crossing over central sector of Tocantins Province from west to east by using, in each line, 120 digital seismographs and explosions with controlled time and explosive charges between 500 and 1,000 kg in each 50 km; GPS receivers were employed in order to control the time and geographical coordinates from recording and shot points. This kind of experiment under these explained conditions is pioneer in Brazil. Initially experiment data, which have been considered of good quality, allowed the elaboration of 1D models, using TTInvers program. Successive models were related to represent layers with similar characteristics in a preliminary model aiming of modelling in 2D, accomplished with MacRay program. Obtained 2D models represent the final result of seismic velocity distribution from crust beneath L1 and L2 lines. Results show crust under central section of Tocantins Province with thickness varying from 36 to 43 km, and whose parameters are correlated to main geological structures existents in surface.  $V_P$  as well as  $V_P/V_S$  ratio mean values vary about 6.5 km/s and 1.74, respectively, with the exception of fold-and-thrust belt, whose values are 6.3 km/s and 1.73. Those values reach 6.8 km/s and 1.74 beneath São Francisco craton. There are indicia of double subduction occurred in the eastern portion of Tocantins Province with São Francisco Cráton subducting to west (in  $\sim 760$  Ma), as well as in the western portion, with Amazon Cráton subducting to east (in  $\sim 620$  Ma). The gravimetric model, obtained in this work in terms of seismic model, adequately adjusts with observed gravimetric data by using theoretical densities slightly modified, within limits allowed by the function employed to calculating the densities based on  $V_P$  values achieved from this work. Adopted mantle densities to modelling took in consideration Paleoproterozoic age, beneath São Francisco Cráton, less dense ( $3.31 \text{ g/cm}^3$ ), and with higher  $V_P$  (8.26 km/s), as well as Neoproterozoic one, beneath Tocantins Province, denser ( $3.34 \text{ g/cm}^3$ ), and with lower  $V_P$  (8.07 km/s).

Key-words: Deep Seismic Refraction; Tocantins Province; Seismic Crustal Structure; P and S Waves Velocities; Gravimetric Model.