



*Ào Max, por tudo o que representa na minha vida...*

*À minha princesinha, Andriiny, por alegrar cada  
minuto desta lese...*

*À minha mãe e ao meu irmão, por existirem!*

# AGRADECIMENTOS

---

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos:

- Ao orientador Antônio Carlos Pedrosa Soares, Calota, por ter me apresentado aos complexos ofiolíticos que me fascinaram desde o primeiro momento (fascínio este que se mantém nestes dez anos de dedicação ao tema!) e, acima de tudo, pela amizade e apoio em inúmeros momentos do trabalho;
- Ao co-orientador Fernando Flecha de Alkmim pelo incentivo nas diversas etapas desta tese;
- Ao professor e amigo Carlos Maurício Noce por estar sempre disponível e disposto a ajudar;
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa concedida;
- Ao Centro de Pesquisa Manoel Teixeira da Costa (CPMTC) pela utilização de seus laboratórios;
- Aos professores Márcio Pimentel, Ivo Antônio Dussin e Farid Chemale Jr., por me abrirem inúmeras portas através da geocronologia;
- Ao professor Jean Joel Gabriel Quéméneur por ter me proporcionado grande parte dos conhecimentos geológicos de que disponho atualmente;
- Ao professor Marcos Tadeu de Freitas Suita pela disponibilidade e atenção dispensada em todos os momentos;
- Aos professores Joachim Karfunkel, Carlos Alberto Rosière, Antônio Wilson Romano, Alexandre Uhlein, Tânia Dussin e Lydia Lobato pelas discussões, sugestões e críticas no decorrer desta longa jornada;
- Ao professores e queridos amigos Luiz Guilherme Knauer, Ricardo Diniz (Bidú) e Lúcia Fantinel pela força e apoio fundamental nos momentos mais difíceis;
- À geóloga Cristiane Castañeda pela imprescindível ajuda em parte da tese;
- À geóloga e professora Danielle Piuzana, por me encorajar a trabalhar com as rochas máficas do Grama;
- Aos geólogos e amigos Diogo Brandani, Leandro Prado, Paulo Henrique Dias Amorim, Tatiana Mascarenhas, Giovanna Gardini, Bráulio Ferreira, Bruno Faria, Francisco Vilela, Thales Nicoli e Tiago Amâncio Novo pela companhia durante as diversas campanhas de campo e trabalhos de escritório;
- Aos estudantes Flávia Braga, Renatinha, Daniel Gradim e Luis Fernando Ferreira pelo apoio constante;
- Ao geólogo Maximiliano de Souza Martins pelas sugestões, correções e (inúmeras) críticas ao trabalho;
- Aos amigos e companheiros de pós-graduação;
- A todos os funcionários do IGC e CPMTC;
- Aos amigos Leila Benitez, Sérgio Mello, Yara Valle, Roberto Moreno, Rodrigo Pinho (Tabão), Marcus Fernandes, Hellen de Azevedo, Thiago Azevedo, Lucimar do Carmo, Marilda Iacomini, Marilene Nunes, Fátima Mafra, José Antônio Mafra, Soraia Neves, Lúcio Mauro (Difé) e Alcione (Filó), pela colaboração e incentivo;
- Ao Centro de Geologia Eschwege por me ensinar o prazer do ensino de geologia;
- Às famílias Queiroga e Martins pela força e amparo inesgotáveis.

## RESUMO

---

Esta tese aborda o mapeamento e a caracterização petrográfica, geoquímica e isotópica dos remanescentes oceânicos do Orógeno Araçuaí, região sudeste do Brasil. O Orógeno Araçuaí se estende desde o limite leste do Cráton do São Francisco até o litoral atlântico, aproximadamente entre os paralelos 15° e 21° S. Este orógeno mostra registros de todos os estágios evolucionários, desde a bacia precursora até o plutonismo pós-colisional, incluindo seqüências ofiolíticas tais como Ribeirão da Folha, São José da Safira e Santo Antônio do Grama. O principal registro de remanescente oceânico do Orógeno Araçuaí é o ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira, uma associação tectonicamente desmembrada, composta por rochas metamáficas e meta-ultramáficas encaixadas em pacotes de xistos pelíticos com intercalações de metachert sulfetado, diopsidito e formações ferríferas bandadas, metamorfisados em fácies anfibolito (zona da cianita e pressão intermediária; 550°C e 5,5kbar). As características petrográficas e geoquímicas das rochas metamáficas e meta-ultramáficas indicam afinidade ofiolítica e origem em ambiente de fundo oceânico. Dados isotópicos Sm-Nd de ambas as rochas indicam valores iniciais de épsilon Nd positivos (+1,8 a +6,3). Os valores das idades-modelo  $T_{DM}$  sugerem desenvolvimento de crosta oceânica durante o Neoproterozóico. Corpos leucocráticos, semelhantes a plagiogranito oceânico e encaixados por anfibolito de granulação variável entre média e grossa (metadolerito a metagabro), foram reconhecidos e ocorrem sob a forma de veios irregulares com dimensões milimétricas a centimétricas (~50 cm). Estes corpos leucocráticos consistem de plagiogranito foliado, compostos essencialmente por plagioclásio cálcico com bordas albiticas, quartzo, hornblenda e epidoto, com titanita, sulfeto, apatita e zircão como os principais minerais acessórios. A geoquímica de elementos maiores destes corpos em conjunto com os baixos conteúdos de elementos terras raras (ETR) e Rb estão consistentes com a classificação adotada. Os padrões de ETR do plagiogranito de Ribeirão da Folha, assim como das rochas metamáficas e meta-ultramáficas, sugerem que a fonte deste remanescente ofiolítico seja enriquecida em elementos terras raras leves (ETRL). Os estudos geocronológicos U-Pb de uma amostra de plagiogranito, obtidos com as técnicas Laser-Ablation e SHRIMP, foram executados no Laboratório de Geologia Isotópica – UFRGS e no Laboratório de Geocronologia da Australian National University (Canberra). Os cristais de zircão analisados são levemente alaranjados, prismáticos e muito límpidos. As análises U-Pb mostram resultados concordantes, indicando idade de cristalização magmática de  $646 \pm 3$  Ma (LA-ICP-MS) e  $637 \pm 6$  Ma (SHRIMP). O espalhamento de algumas das análises ao longo da curva concórdia sugere perda de Pb devido ao metamorfismo de fácies anfibolito em *ca.* 585 Ma. Uma nova descoberta de fragmento oceânico é o anfibolito de Santo Antônio do Grama, um grande (50 km ao longo do mergulho) corpo gabrótico composto por hornblenda, plagioclásio cálcico, titanita e piroxênios, com assinaturas química e isotópica Sm-Nd (épsilon +1,08 a +4,73) oceânicas. Zircões límpidos, uniformes e com poucos zonamentos deste metagabro indicam idade U-Pb (LA-ICP-MS) de  $595 \pm 6$  Ma para a cristalização magmática. Os plagiogranitos de Ribeirão da Folha, de *ca.* 640 Ma, precedem as idades U-Pb mais velhas (*ca.* 630 Ma) dos tonalitos do arco magmático pré-colisional do Orógeno Araçuaí, mas a geração de crosta oceânica teria tido lugar mesmo durante a evolução deste arco, como sugerido pelas idades magmáticas do metagabro de Santo Antônio do Grama.

Complementando as etapas de trabalho no Orógeno Araçuaí, foi realizada uma excursão temática ao Maciço Voykar (Montes Urais Polares, Rússia), com objetivo de reconhecer uma seqüência ofiolítica paleozóica sem deformação. O trabalho em conjunto com a comitiva russa resultou na obtenção da primeira idade de cristalização magmática de um plagiogranito oceânico (U-Pb LA-ICPMS;  $427 \pm 7$  Ma) deste complexo ofiolítico.

*Palavras-chave: ofiolito, Ribeirão da Folha, Santo Antônio do Grama, Orógeno Araçuaí, Urais Polares*

# ABSTRACT

---

The present thesis focused on the mapping and petrographic, geochemical and isotopic characterization of oceanic remnants of the Araçuaí Orogen, southeastern Brazil. The Neoproterozoic Araçuaí Orogen extends from the eastern margin of the São Francisco Craton to the Atlantic coast, between the 15° and 21° S parallels. This orogen shows lithological records of all evolutionary stages, from the precursor basin to the post-collisional plutonism, including ophiolite sequences such as the Ribeirão da Folha, São José da Safira and Santo Antônio do Grama. The main oceanic record of the Araçuaí orogen is the Ribeirão da Folha – São José da Safira ophiolite, a tectonic dismembered rock-assembly composed of slices of meta-ultramafic and metamafic rocks thrust onto packages of pelitic schists with intercalations of sulfide-bearing metachert, diopsidite and banded iron formations, metamorphosed in the kyanite zone of the intermediate pressure amphibolite facies (550°C; 5,5kbar). The petrographic and geochemical signatures of the metamafic and meta-ultramafic rocks indicate ophiolite affinity and ocean-floor origin. Sm-Nd isotopic data from both the metamafic and meta-ultramafic rocks yielded positive epsilon Nd values (+1,8 to +6,3). Their Sm-Nd  $T_{DM}$  model ages suggested development of oceanic lithosphere in Neoproterozoic times. Leucocratic bodies resembling oceanic plagiogranite, hosted by medium- to coarse-grained amphibolite (metadolerite to metagabbro), were recognized and show irregular vein-like shapes, ranging in size from millimeters to 50 cm. These leucocratic bodies consist of foliated plagiogranite composed essentially of calcic plagioclase with albitic rims, quartz, hornblende and epidote, with titanite, sulfide, apatite and zircon as the main accessory minerals. The major element compositions of these bodies combined with their very low total REE contents and Rb concentrations are consistent with them being classified as plagiogranites. The REE patterns of the Ribeirão da Folha plagiogranite, as well as of the metamafic and meta-ultramafic rocks, suggest that the source region of this ophiolitic remnant must have been LREE – enriched. The U-Pb geochronological studies from a plagiogranite sample, obtained with Laser-Ablation and SHRIMP techniques, were performed at Laboratório de Geologia Isotópica – UFRGS and Geochronology Laboratory of Australian National University (Canberra). The zircon crystals recovered are light orange, prismatic and very clean. U-Pb analyses yielded concordant results, indicating a magmatic crystallization age of  $646 \pm 3$  Ma (LA-ICP-MS) and  $637 \pm 6$  Ma (SHRIMP). The spread of some of the analyses along the concordia curve suggests Pb loss due to the amphibolite facies metamorphism at ca. 585 Ma. A new discovery of an ophiolitic sliver is the Santo Antonio do Grama amphibolite, a huge (50km along strike) gabbroic body composed of hornblende, calcic plagioclase, titanite and pyroxenes, with oceanic chemical and Sm-Nd isotopic (epsilon +1,08 to +4,73) signatures. Clean, uniform and poorly zoned zircon crystals from this metagabbro yielded U-Pb (LA-ICP-MS) age of for magmatic crystallization. The ca. 640 Ma Ribeirão da Folha plagiogranite predates the oldest U-Pb ages (ca. 630 Ma) of tonalites of the pre-collisional magmatic arc of the Araçuaí Orogen, but the generation of oceanic crust would have took place even during the evolution of this arc, as suggested by the zircon magmatic ages of the Santo Antonio do Grama metagabbro.

Complementing the research stages in the Araçuaí Orogen, a thematic field trip was accomplished at Voykar Massif (Polar Urals, Russia), in order to recognize a paleozoic ophiolitic sequence with no deformation. The result was the acquisition of the first magmatic age in oceanic plagiogranite samples (U-Pb LA-ICPMS;  $427 \pm 7$  Ma) of this ophiolitic complex.

*Keywords: ophiolite, Ribeirão da Folha, Santo Antônio do Grama, Araçuaí Orogen, Polar Urals*

# SUMÁRIO

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>AGRADECIMENTOS</b>   | <b>ii</b>  |
| <b>RESUMO</b>   | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>SUMÁRIO</b>  | <b>v</b>   |
| <br>  |            |
| <b>Capítulo 1- INTRODUÇÃO</b>   | <b>01</b>  |
| <hr/>   |            |
| 1.1- Considerações Iniciais   | 01         |
| 1.2- Localização e acesso das áreas estudadas   | 02         |
| 1.3- Remanescentes ofiolíticos no Orógeno Araçuaí: estado da arte e implicações para o desenvolvimento de um projeto de Doutorado | 06         |
| 1.4- Objetivos  | 08         |
| 1.5- Metodologia  | 08         |
| 1.5.1- Trabalhos de Campo   | 09         |
| 1.5.1.1- Mapeamento e perfis geológicos   | 10         |
| 1.5.1.2- Coleta de amostras   | 11         |
| 1.5.2- Trabalhos de Laboratório   | 11         |
| 1.5.2.1- Petrografia microscópica   | 11         |
| 1.5.2.2- Química mineral  | 12         |
| 1.5.2.3- Litoquímica  | 13         |
| 1.5.2.4- Análises isotópicas  | 13         |
| 1.5.2.4.1- Método U-Pb LA-ICP-MS  | 13         |
| 1.5.2.4.2- Método U-Pb SHRIMP   | 15         |
| 1.5.2.4.3- Método Sm-Nd   | 15         |
| 1.5.3- Estruturação da tese   | 16         |
| <br>  |            |
| <b>Capítulo 2- CONTEXTO GEOTECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL</b>  | <b>18</b>  |
| <hr/>   |            |
| 2.1- Arcabouço Geotectônico   | 18         |

|  |    |
|--|----|
| <b>2.2- Modelo Evolutivo</b>   | 20 |
| <b>2.3- Síntese da Estratigrafia Regional</b>  | 23 |
| <b>2.3.1- Embasamento</b>  | 25 |
| <i>2.3.1.1- Complexo Mantiqueira</i>   | 26 |
| <i>2.3.1.2- Complexo Juiz de Fora</i>  | 27 |
| <b>2.3.2- Grupo Andrelândia</b>  | 29 |
| <b>2.3.3- Anfibolito Santo Antônio do Grama</b>  | 30 |
| <b>2.3.4- The Neoproterozoic Macaúbas Group (Araçuaí orogen, SE Brazil) with emphasis on the diamictite formations</b> | 31 |
| Introduction   | 31 |
| Structural Framework   | 35 |
| Stratigraphy   | 37 |
| Glacigenic deposits and associated strata  | 41 |
| Boundary relations with overlaying and underlaying non-glacial units   | 44 |
| Chemostratigraphy  | 45 |
| Other characteristics  | 46 |
| Palaeolatitude and Palaeogeography   | 46 |
| Geochronological constraints   | 46 |
| Discussion   | 48 |

---

**Capítulo 3- SÍNTESE SOBRE COMPLEXOS OFIOLÍTICOS: CONCEITOS E EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO GEOLÓGICO** **51**

---

|   |    |
|---|----|
| <b>3.1- Definição e sumário da evolução dos conceitos</b>   | 51 |
| <b>3.2- Pseudo-estratigrafia de complexos ofiolíticos</b>   | 54 |
| <b>3.3- Ambientes de geração de ofiolitos: Cadeia meso-oceânica <i>versus</i> Zona de supra-subducção</b> | 57 |
| <b>3.4- Classificação de complexos ofiolíticos</b>  | 59 |
| <b>3.5- Depósitos minerais em ofiolitos</b>   | 63 |
| <b>3.6- Distribuição dos cinturões ofiolíticos no tempo e no espaço</b>                                   | 65 |
| <b>3.7- Ofiolitos no Brasil</b>   | 67 |

**3.8- Maciço de Voykar (Montes Urais Polares, Rússia): um exemplo de ofiolito Paleozóico** 69

**Apêndice 3.1- Trabalho completo publicado no VII South American Symposium on Isotope Geology (Julho de 2010)** 75

“First U-Pb age of a plagiogranite from Voykar massif, Polar Urals, Russia”

|                     |    |
|---------------------|----|
| Introduction        | 75 |
| Geological Setting  | 75 |
| Methods and results | 77 |
| Conclusions         | 78 |

**Capítulo 4- OS REMANESCENTES OCEÂNICOS DO SETOR CENTRAL DO ORÓGENO ARAÇUAÍ** 79

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>4.1- Introdução</b>   | 79  |
| <b>4.2- Estudos prévios sobre a Formação Ribeirão da Folha</b>   | 79  |
| <b>4.3- O ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira</b> | 81  |
| <b>4.3.1- Rochas meta-ultramáficas</b>                           | 85  |
| <i>4.3.1.1- Petrografia e mineralogia</i>                        | 85  |
| <i>4.3.1.2- Litoquímica</i>                                      | 88  |
| <i>4.3.1.3- Dados isotópicos Sm-Nd</i>                           | 93  |
| <b>4.3.2- Rochas metamáficas</b>                                 | 94  |
| <i>4.3.2.1- Petrografia e mineralogia</i>                        | 94  |
| <i>4.3.2.2- Litoquímica</i>                                      | 95  |
| <i>4.3.2.3- Dados isotópicos Sm-Nd</i>                           | 97  |
| <b>4.3.3- Meta-plagiogranito</b>                                 | 99  |
| <i>4.3.3.1- O que é um plagiogranito e por que estudá-lo?</i>    | 99  |
| <i>4.3.3.2- O plagiogranito da região de Ribeirão da Folha</i>   | 100 |
| <i>4.3.3.2.1- Petrografia e mineralogia</i>                      | 100 |
| <i>4.3.3.2.2- Litoquímica</i>                                    | 102 |
| <i>4.3.3.2.3- Geocronologia U-Pb LA-ICP-MS</i>                   | 104 |
| <i>4.3.3.2.4- Geocronologia U-Pb SHRIMP</i>                      | 106 |
| <b>4.3.4- Rochas metassedimentares</b>                           | 107 |

|  |            |
|--|------------|
| 4.3.4.1- <i>Petrografia e mineralogia</i>  | 107        |
| 4.3.4.2- <i>Calcografia e química mineral das rochas metassedimentares sulfetadas</i>                          | 112        |
| 4.3.4.3- <i>Litoquímica</i>  | 113        |
| 4.3.4.4- <i>Dados isotópicos Sm-Nd</i>   | 118        |
| <b>Apêndice 4.1- Artigo publicado no periódico Geonomos (volume 15, número 1)</b>                              | <b>119</b> |
| “Age of the Ribeirão da Folha ophiolite, Araçuaí Orogen: the U-Pb zircon (LA-ICPMS) dating of a plagiogranite” |            |
| Introduction   | 120        |
| Geological Setting   | 120        |
| The Ribeirão da Folha ophiolite  | 121        |
| The plagiogranite and U-Pb age   | 122        |
| <b>Apêndice 4.2- Resultados completos de análise química mineral em amostra de plagiogranito</b>               | <b>124</b> |
| <br>   |            |
| <b>Capítulo 5- REMANESCENTE OCEÂNICO E ZONA DE SUTURA NO SETOR MERIDIONAL DO ORÓGENO ARAÇUAÍ</b>               | <b>133</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>5.1- Introdução</b>   | 133        |
| <b>5.2- Geologia da região de São Pedro dos Ferros – Santo Antônio do Grama</b>                                | 133        |
| <b>5.3- O Anfibolito Santo Antônio do Grama e a rocha meta-ultramáfica do Córrego do Pimenta</b>               | 140        |
| 5.3.1- <i>Petrografia e mineralogia</i>  | 141        |
| 5.3.2- <i>Litoquímica</i>  | 143        |
| 5.3.3- <i>Dados isotópicos Sm-Nd</i>   | 149        |
| 5.3.4- <i>Geocronologia U-Pb LA-ICP-MS</i>   | 150        |
| 5.3.4.1- <i>Zircão</i>   | 151        |
| 5.3.4.2- <i>Titanita</i>   | 153        |
| 5.3.5- <i>Discussão dos dados obtidos para o Corpo Máfico-Ultramáfico de Santo Antônio do Grama</i>            | 155        |
| <br>   |            |
| <b>Capítulo 6- CONCLUSÕES</b>  | <b>160</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>Capítulo 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>  | <b>165</b> |
| <hr/>  |            |

## ANEXOS (EM CD-ROM)

Anexo I- Mapa Geológico da região de Ribeirão da Folha-Baixa Quente em escala 1:100.000

Anexo II- Mapa Geológico da região de São José da Safira em escala 1:25.000

Anexo III- Mapa Geológico da região de Santo Antônio do Grama em escala 1:50.000

Anexo IV- Mapa de Pontos da região de Santo Antônio do Grama em escala 1:50.000

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>Figura 1.1</b> | Localização e acesso dos setores estudados.   | <b>3</b>  |
| <b>Figura 1.2</b> | Mapa de situação e articulação das folhas 1:100.000 no âmbito dos projetos Espinhaço e Leste, destacando-se, em vermelho, o setor 1 em estudo. Modificado de Silva (2001).  | <b>4</b>  |
| <b>Figura 1.3</b> | Mapa de situação e articulação das folhas 1:100.000 no âmbito do projeto Barbacena, destacando-se, em azul, o setor 2 estudado. Modificado de Brandalise (1991a).   | <b>5</b>  |
| <b>Figura 2.1</b> | Compartimentos tectônicos do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental (Alkmim <i>et al.</i> 2007). SE- Cinturão de Cavalgamentos da Serra do Espinhaço Meridional, CA- Zona de Cisalhamento da Chapada Acauã, S- Zona de Dobramentos de Salinas, MN- Corredor Transpressivo de Minas Novas, RP- Saliência do Rio Pardo e zona de interação com o Aulacógeno do Paramirim, BG- Bloco de Guanhães, DS- Zona de Cisalhamento de Dom Silvério, I- Zona de Cisalhamento de Itapebi, NC- Núcleo Cristalino, OC- Faixa Oeste-Congoleza. A zona de cisalhamento de Abre-Campo, importante para o setor meridional (ou setor 2) estudado, está destacada em vermelho (AC).  | <b>19</b> |
| <b>Figura 2.2</b> | Modelo evolutivo para o Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental (Alkmim <i>et al.</i> 2006, 2007). A) Características da bacia precursora por volta de 700 Ma; B) Ilustração da fase de convergência inicial por volta de 600 Ma; C) Ilustração da fase colisional por volta de 560 Ma e; D) Colapso gravitacional ( <i>ca.</i> 500 Ma) após escape lateral da porção sul do orógeno. PBG = Ponte Bahia-Gabão.  | <b>22</b> |
| <b>Figura 2.3</b> | Mapa geológico do Orógeno Araçuaí, com destaque para as unidades do embasamento (Noce <i>et al.</i> 2007).  | <b>25</b> |
| <b>Figure 2.4</b> | (a) Location of the Araçuaí orogen in relation to the São Francisco craton, showing the occurrence regions of the Macaúbas Group and Neoproterozoic cratonic covers. (b) The Araçuaí-West Congo orogenic system in relation to the São Francisco-Congo craton.  | <b>33</b> |
| <b>Figure 2.5</b> | Simplified geological map of the Araçuaí orogen (modified from Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 2007, 2008). Section A-B shows structural and metamorphic features of the Macaúbas Group.   | <b>34</b> |
| <b>Figure 2.6</b> | Sketched map showing exposition areas of the formations of the Macaúbas Group in the external (western) tectonic domain of the Araçuaí orogen, and the regional stratigraphic scheme (modified from Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 2007).   | <b>37</b> |
| <b>Figure 2.7</b> | General stratigraphic scheme for the central sector (17°20'S-18°S) of the Macaúbas Group (not to scale; estimated thicknesses are referred to in the text and Figure 2.8; modified from Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 2008).   | <b>40</b> |
| <b>Figure 2.8</b> | Sketched regional stratigraphic columns for the Serra do Catuni, Nova Aurora and Lower Chapada Acauã formations (Macaúbas Group). The Serra do Catuni column is based on sections described by Martins (2006) along the Macaúbas River valley (Figure 2.5). The Nova Aurora column synthesizes field and drill holes data from the region limited by a white rectangle in Figure 2.6. The column of the Lower Chapada Acauã Formation is based on field data from the eastern escarpments of the Acauã Plateau (Figure 2.6) and medium valley of the Araçuaí River (Figure 2.5), as well as on data from the Macaúbas River valley.   | <b>41</b> |
| <b>Figura 3.1</b> | Seções esquemáticas representando a crosta oceânica e os tipos ofiolíticos correspondentes, segundo Moores (2002). (A) Seqüência ofiolítica completa de acordo com a definição da Conferência Penrose (Anônimos 1972), típica de centros de espalhamento rápido. (B) Seqüência falhada, incompleta, característica de centros de espalhamento lento. Este tipo, também denominado “tipo-Hess”, associa a crosta oceânica a um peridotito serpentinizado. (C) Seção composta por seqüências de arco-de-ilha oceânico desenvolvido em crosta oceânica. Este tipo também é designado como “tipo-Smartville” devido ao complexo homônimo presente na Sierra Nevada (Califórnia, Estados Unidos). (D) Possível seção <i>hotspot</i> (platô oceânico) da crosta oceânica. | <b>55</b> |

|                    |  |           |
|--------------------|--|-----------|
| <b>Figura 3.2</b>  | Sumário das principais características e ambientes tectônicos associados à ofiolitos do tipo MORB e ZSS (modificado de Pearce 2003).   | <b>58</b> |
| <b>Figura 3.3</b>  | Coluna esquemática de uma seção ofiolítica evidenciando a distribuição dos principais depósitos minerais (Castroviejo 2004, Espí 2004, Prichard 2004, Suita <i>et al.</i> 2004).   | <b>64</b> |
| <b>Figura 3.4</b>  | Histograma mostrando a relação entre grandes complexos ofiolíticos e os respectivos períodos de geração. Abreviações utilizadas para os eventos orogênicos, do mais novo para o mais velho: Ar-Eu: colisão Arábia-Eurásia; In-Eu: colisão Índia-Eurásia; Al-Ur: orogenia Altaidiana-Uraliana na Ásia Central; AP-Hy: orogenia Apalacheana-Herciniana; Cld: orogenia Caledoniana; Fmt: orogenia Famatiniana; P-Af-Br: orogenia Pan-Africana-Brasileira; Grn: orogenias Greenviliana e associadas (Dilek 2003b). | <b>66</b> |
| <b>Figura 3.5</b>  | Distribuição global de cinturões ofiolíticos do Proterozóico e Fanerozóico. Visão do mapa a partir do Pólo Norte (Dilek 2003b).  | <b>67</b> |
| <b>Figura 3.6</b>  | Localização das associações ofiolíticas nas faixas móveis brasileiras (Suita <i>et al.</i> 2004).  | <b>68</b> |
| <b>Figura 3.7</b>  | Localização do ofiolito Voykar – Montes Urais Polares, Rússia (ofiolito em destaque na figura; modificado de Pertsev <i>et al.</i> 2003).  | <b>70</b> |
| <b>Figura 3.8</b>  | Reconstruções paleotectônicas para o Neoproterozóico e Paleozóico na região dos Urais (Kuznetsov & Udoratina 2009).  | <b>71</b> |
| <b>Figura 3.9</b>  | Mapa geológico do ofiolito Voykar – Urais Polares, Rússia – na área-tipo ao longo do Rio Lagortaju.  | <b>72</b> |
| <b>Figura 3.10</b> | Perfil geológico ao longo do Rio Lagortaju, na seção-tipo do ofiolito Voykar. A) Dunito serpentizado. B) Piroxenito. C) Gabro. D) Dolerito/diabásio com fenocristais de plagioclásio orientados por fluxo magmático. E) Plagiogranito.   | <b>73</b> |
| <b>Figura 3.11</b> | Diagrama concórdia das amostras de plagiogranito (P-42).   | <b>74</b> |
| <b>Figure 3.12</b> | Geological map of Polar Urals showing the distribution of the Voykar massif.   | <b>76</b> |
| <b>Figure 3.13</b> | Geological sketch map showing the sampled plagiogranite associated to dolerites.   | <b>77</b> |
| <b>Figure 3.14</b> | Concordia diagram for the plagiogranite samples.   | <b>78</b> |
| <b>Figura 4.1</b>  | Coluna estratigráfica esquemática da faixa ofiolítica de Ribeirão da Folha – São José da Safira (Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 2004, Suita <i>et al.</i> 2004, Queiroga <i>et al.</i> 2006). Representam-se, com setas curvas, algumas falhas internas (sem escala).  | <b>81</b> |
| <b>Figura 4.2</b>  | Perfil geológico ao longo da calha do Ribeirão da Folha, dos arredores da vila homônima para montante (modificado de Pedrosa-Soares 1995; localização do perfil na figura 4.3).  | <b>82</b> |
| <b>Figura 4.3</b>  | Mapa geológico da região de Ribeirão da Folha (escala modificada; original no anexo I em <i>CD-Rom</i> ).  | <b>83</b> |
| <b>Figura 4.4</b>  | Mapa geológico da região de São José da Safira (escala modificada; original no anexo II em <i>CD-Rom</i> ).  | <b>84</b> |
| <b>Figura 4.5</b>  | A) Metaperidotito com <i>pods</i> de cromita da região de São José da Safira; B) Fragmentos estradados de rocha meta-ultramáfica (verde escuro) imersos em uma matriz de tremolita xisto (verde claro), indicadores da seção ultramáfica superior, cujo protólito é interpretado como piroxenito, em afloramento na calha do Córrego do Rubinho; C) Brecha ultramáfica com clastos de tremolítico, em afloramento no Córrego do Rubinho.   | <b>87</b> |
| <b>Figura 4.6</b>  | Diagrama ternário MgO – CaO – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> para as rochas meta-ultramáficas da faixa ofiolítica de Ribeirão da Folha – São José da Safira (segundo Coleman 1977).  | <b>91</b> |
| <b>Figura 4.7</b>  | Distribuição dos elementos terras raras das amostras de metaperidotito (em vermelho) e de xisto ultramáfico (em azul) do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira. Valores de normalização com base nos condritos ricos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen <i>et al.</i> 1978).  | <b>92</b> |
| <b>Figura 4.8</b>  | Valores iniciais de $\epsilon Nd$ versus $^{147}Sm/^{144}Nd$ para as rochas meta-ultramáficas do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira. MD = manto depletado, CHUR = manto primordial. Baseado nos princípios de Kuzmichev <i>et al.</i> (2005).  | <b>94</b> |
| <b>Figura 4.9</b>  | A) Orto-anfibolito de granulação fina, maciço, representante da seção vulcânica; B) Orto-anfibolito bandado, com porções internas de granulação média a grossa e bordas de granulação fina (provável dique em lençol); C) Orto-anfibolito de granulação grossa, foliado, representante da seção plutônica.   | <b>95</b> |
| <b>Figura 4.10</b> | Diagramas de distribuição de elementos maiores (%) e traços (ppm) das amostras de orto-anfibolitos da região de Ribeirão da Folha ( <i>in</i> Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 1998). Índice alcalino = $(Na_2O + K_2O)/[(SiO_2 - 43) \times 0,17]$ .  | <b>97</b> |
| <b>Figura 4.11</b> | Diagramas das amostras de orto-anfibolito da região de Ribeirão da Folha. A) Distribuição de elementos terras raras normalizados em relação ao condrito; B) Curvas principais para as rochas máficas dos tipos MORB enriquecido (E) (107W, 107K, 119, 114A, 114C), transicional (T) (113,  | <b>97</b> |

|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
|                    | 118, 123) e normal (N) (120, 121A); C) Diagrama de multi-elementos normalizados em relação ao MORB. Todos os dados e referências encontram-se em Pedrosa-Soares <i>et al.</i> (1998).  |            |
| <b>Figura 4.12</b> | Valores iniciais de $\epsilon\text{Nd}$ versus $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ para os orto-anfibolitos do ofiolito de Ribeirão da Folha. MD = manto depletado, CHUR = manto primordial. Baseado nos princípios de Kuzmichev <i>et al.</i> (2005).   | <b>98</b>  |
| <b>Figura 4.13</b> | A) Veio de plagiogranito (~50 cm de diâmetro) encaixado em orto-anfibolito maciço na calha do Ribeirão da Folha; B) Detalhe de amostra de mão; C) Fotomicrografia da amostra estudada, nicóis cruzados, aumento de 10 vezes (Plg = plagioclásio; Am = anfibólio; Chl = clorita).   | <b>100</b> |
| <b>Figura 4.14</b> | Variações nos elementos Si, Al, Ca, Na, Mg e Fe em mapas de distribuição qualitativa de raios-x obtidos em cristais de anfibólio zonado, plagioclásio e epidoto da amostra de plagiogranito. A) Fotomicrografia da seção analisada, nicóis cruzados, aumento de 10 vezes (Plg = plagioclásio; Am = anfibólio; Ep = epidoto); B) Imagem de elétrons retroespalhados (detalhe em vermelho do núcleo tremolítico); C a H) Mapas químicos.   | <b>101</b> |
| <b>Figura 4.15</b> | Distribuição dos elementos terras raras da amostra de plagiogranito do ofiolito de Ribeirão da Folha (marcada em vermelho na figura) em comparação com amostras dos ofiolitos de Semail, Troodos e Apeninos Setentrional (a amostra RG-1, dos Apeninos Setentrional, encontra-se destacada em azul). Os dados encontram-se em Aldiss (1981), Borsi <i>et al.</i> (1996) e Samson <i>et al.</i> (2004). Valores de normalização com base nos condritos ricos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen <i>et al.</i> 1978).                            | <b>103</b> |
| <b>Figura 4.16</b> | Diagramas concórdia da amostra de plagiogranito de Ribeirão da Folha. A) Gráfico contendo todas as análises, incluindo aquelas que estão associadas à perda de Pb devido ao metamorfismo; B) Detalhe dos zircões mais velhos e concordantes.   | <b>104</b> |
| <b>Figura 4.17</b> | Imagens MEV (A, C) e de microscópio óptico (B, D) com <i>spot</i> de 40 $\mu\text{m}$ (microsonda a laser) de alguns zircões datados. A) e B) Cristal Q-05B-08; C) e D) Grão B-II-11.  | <b>105</b> |
| <b>Figura 4.18</b> | Diagrama concórdia da amostra de plagiogranito.  | <b>106</b> |
| <b>Figura 4.19</b> | Diagrama da média das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ para todos os <i>spots</i> da amostra.  | <b>106</b> |
| <b>Figura 4.20</b> | Fotos ilustrando as diversas litologias metassedimentares da faixa ofiolítica de Ribeirão da Folha – São José da Safira. A) Xisto peraluminoso rico em granada; B) Xisto peraluminoso com grande cristais de estaurolita; C) Metachert cinza-claro, micáceo (Tipo 2); D) Metachert cinza-claro, impuro (Tipo 3); E) Metachert cinza-escuro, impuro, sulfetado (Tipo 4); F) Formação ferrífera tipo silicato; G) Formação ferrífera tipo óxido; H) Diopsidito sulfetado do médio Ribeirão da Folha.   | <b>111</b> |
| <b>Figura 4.21</b> | Distribuição de amostras de rochas da Formação Ribeirão da Folha e outras rochas associadas em diagramas discriminadores de contribuições pelítica ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), da água do mar ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) e das rochas máficas e ultramáficas ( $\text{CaO} + \text{MgO}$ e $\text{MgO} + \text{FeO}$ ). A seta aponta para o aumento da contribuição pelítica. Como as amostras plotadas contêm pouco ou nenhum carbonato e os diagramas C e D mostram ótima correlação entre si, considera-se que o Ca, Mg e Fe sejam indicadores de contribuição ígnea. | <b>113</b> |
| <b>Figura 4.22</b> | Diagrama ternário Sr versus Cr + Ni + V versus La + Rb ilustrando a similaridade composicional de amostras de diopsidito com os orto-anfibolitos e rochas meta-ultramáficas, e das variedades de metachert sulfetado tipo 2 e tipo 4 com os xistos pelíticos. A seta indica aumento da contribuição argilosa.  | <b>116</b> |
| <b>Figura 4.23</b> | Diagrama $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MnO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ilustrando a similaridade composicional entre sedimentos metalíferos ( <i>umber</i> ) do ofiolito de Troodos, partículas da pluma hidrotermal e sedimentos metalíferos do Pacífico Leste. As amostras de metachert (tipos 2 a 4) do ofiolito de Ribeirão da Folha apresentam altos teores de $\text{Al}_2\text{O}_3$ e se assemelham às argilas pelágicas metalíferas do Pacífico Leste. A seta indica aumento da fração argila.   | <b>117</b> |
| <b>Figure 4.24</b> | Sketch geological map of the Ribeirão da Folha area (modified from Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 1992 and Queiroga <i>et al.</i> 2006).   | <b>121</b> |
| <b>Figure 4.25</b> | One of the biggest meta-plagiogranite veins (~ 50 cm long) found in the Ribeirão da Folha area is shown in photo A. The regional foliation is marked by oriented amphibole crystals and light minerals in the meta-plagiogranite vein (photo B). Photomicrographies C and D show mineralogical assemblages (plagioclase, amphibole, quartz, epidote, titanite) and textures of the meta-plagiogranites.  | <b>123</b> |
| <b>Figure 4.26</b> | Concordia diagram for the U-Pb (LA-ICPMS) data from zircons of the Ribeirão da Folha plagiogranite. Analysis performed by Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília.  | <b>123</b> |
| <b>Figura 4.27</b> | Imagens de elétrons retroespalhados com a localização de alguns perfis de análise em microsonda eletrônica. A) Pontos analisados em cristal de plagioclásio (grão 3), B) Perfil de análise em anfibólio zonado (grão 2), C) Pontos analisados em epidoto (grão 3) e D) Perfil de análise em clorita (grão 2) ( <b>Metodologia de análise química mineral no item 1.5.2.2</b> ).  | <b>124</b> |
| <b>Figura 5.1</b>  | Mapa geológico simplificado, sobreposto à imagem de satélite, da região de São Pedro dos Ferros  | <b>135</b> |

|                    |   |            |
|--------------------|---|------------|
|                    | – Santo Antônio do Grama.   |            |
| <b>Figura 5.2</b>  | Detalhes do gnaiss Mantiqueira. A) e B) Ortognaisse bandado, dobrado e com porções migmatíticas; C) Corpo de anfibolito boudinado em meio ao ortognaisse; D) Hornblenda-biotita gnaiss, sob nicóis paralelos, exibindo a orientação dos minerais máficos e a substituição do anfibólio por biotita (Bt = biotita, Am = anfibólio).  | <b>136</b> |
| <b>Figura 5.3</b>  | Detalhes do gnaiss Juiz de Fora. A) Ortognaisse bandado, com sigmóide de minerais máficos rotacionado; B) Gnaiss enderbítico, sob nicóis paralelos, evidenciando a foliação regional $S_n$ e o processo de uralitização do ortopiroxênio (Bt = biotita, Am = anfibólio, Opx = ortopiroxênio).   | <b>137</b> |
| <b>Figura 5.4</b>  | Detalhes dos litotipos do Grupo Andrelândia. A) Cristais de granada em banda félsica do paragnaisse; B) Paragnaisse, sob nicóis paralelos, evidenciando o porfiroblasto rotacionado de granada (Bt = biotita, Grt = granada); C) Quartzito de granulação grossa; D) Rocha calcissilicática, sob nicóis cruzados, mostrando a associação mineralógica clinopiroxênio + biotita + granada típica de fácies granulito (Grt = granada, Bt = biotita, Cpx = clinopiroxênio); E) Granada-biotita granito foliado, de coloração rosada, com porfiroclastos de feldspato. | <b>138</b> |
| <b>Figura 5.5</b>  | Diagrama de pólos e de contorno para a foliação principal (n=220).  | <b>139</b> |
| <b>Figura 5.6</b>  | Diagrama de pólos e de contorno para a lineação de estiramento mineral (n=26).  | <b>140</b> |
| <b>Figura 5.7</b>  | Ilustração esquemática da estruturação em flor positiva do lineamento de Abre Campo.  | <b>140</b> |
| <b>Figura 5.8</b>  | A) Paredão de anfibolito; B) Vênulas félsicas concordantes com a foliação; C) Anfibolito de granulação grossa; D) Aspecto microscópico da amostra de anfibolito evidenciando a paragênese anfibólio (Am) + clinopiroxênio (Cpx) + titanita (Ttn); E) Afloramento saprolitizado de antofilita-talco xisto; F) Detalhe da amostra de mão; G) Antofilita (Ath) acicular; H) Massa rica em talco (Tlc), com raros cristais de antofilita.   | <b>142</b> |
| <b>Figura 5.9</b>  | Diagrama ternário MgO – CaO – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> para as amostras de antofilita-talco xisto e de anfibolito da região de Santo Antônio do Grama (segundo Coleman 1977). MP = Peridotito metamórfico.  | <b>144</b> |
| <b>Figura 5.10</b> | Distribuição dos elementos terras raras das amostras de antofilita-talco xisto de Santo Antônio do Grama (em azul) e de tremolita xisto de Ribeirão da Folha (em vermelho). Valores de normalização com base nos condritos ricos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen <i>et al.</i> 1978).  | <b>145</b> |
| <b>Figura 5.11</b> | Classificação das amostras no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua <i>et al.</i> (2000).   | <b>145</b> |
| <b>Figura 5.12</b> | Diagramas de classificação para as amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama. (a) Irvine & Baragar (1971); (b) Pearce & Cann (1973); (c) Pearce <i>et al.</i> (1977); (d) Pearce (1972); (e) Serri (1981); (f) Glassley (1974) e (g) Pearce & Cann (1973). OBS: ZZS = Zona de supra-subducção. * Refere-se aos gráficos idealizados para rochas plutônicas.   | <b>146</b> |
| <b>Figura 5.13</b> | Distribuição dos elementos terras raras das amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama. A) Valores de normalização com base nos condritos ricos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen <i>et al.</i> 1978); B) Valores de normalização com base no MORB-E de Sun & McDonough (1989).   | <b>147</b> |
| <b>Figura 5.14</b> | Diagramas de variação multi-elementar das amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama. A) Valores de normalização com base no MORB de Pearce (1983); B) Valores de normalização com base no condrito de Thompson (1982).  | <b>148</b> |
| <b>Figura 5.15</b> | Valores iniciais de $\epsilon Nd$ versus $^{147}Sm/^{144}Nd$ para os anfibolitos de Santo Antônio do Grama. MD = manto depletado, CHUR = manto primordial. Baseado nos princípios de Kuzmichev <i>et al.</i> (2005).  | <b>150</b> |
| <b>Figura 5.16</b> | Diagrama concórdia para as amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama.   | <b>151</b> |
| <b>Figura 5.17</b> | Imagens MEV e de microscópio óptico com <i>spot</i> de 40 $\mu m$ (microsonda a laser) de alguns zircões datados. A) Grão A-I-04; B) Cristal A-I-08 e C) Grão A-I-20.   | <b>152</b> |
| <b>Figura 5.18</b> | Imagens MEV e de microscópio óptico com <i>spot</i> de 55 $\mu m$ (microsonda a laser) de algumas titanitas datadas. A) Grão C-III-01 (amostra GQ-09); B) C-III-02 (amostra GQ-09); C) Grão B-II-02 (amostra GQ-03) e D) Grão B-II-17 (amostra GQ-03).  | <b>153</b> |
| <b>Figura 5.19</b> | Classificação das amostras no diagrama TAS de Wilson (1989).  | <b>156</b> |
| <b>Figura 5.20</b> | Diagrama AFM (Irvine & Baragar 1971) comparativo entre amostras ofiolíticas e de arco magmático continental.  | <b>156</b> |
| <b>Figura 5.21</b> | Distribuição dos elementos terras raras das amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama (em azul) e dos granitóides charno-enderbíticos da Suíte Divino (em vermelho). Valores de normalização com base nos condritos ricos em carbono, livres de voláteis, do tipo I (1,5 vezes os dados originais de Evensen <i>et al.</i> 1978).   | <b>157</b> |
| <b>Figura 5.22</b> | Diagrama de variação multi-elementar das amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama (em azul) e dos granitóides charno-enderbíticos da Suíte Divino (em vermelho). Valores de normalização com base no condrito de Thompson (1982).  | <b>158</b> |

|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
| <b>Figura 5.23</b> | Diagrama de variação multi-elementar, normalizado para o manto primitivo, das amostras de gabro do ofiolito Fawakhir - Egito. Todos os dados e referências encontram-se em El-Rahman <i>et al.</i> (2009).   | <b>158</b> |
| <b>Figura 6.1</b>  | Síntese comparativa das principais características dos ofiolitos de Ribeirão da Folha-São José da Safira e de Santo Antônio do Grama (com base nos princípios de Pearce <i>et al.</i> 2003).   | <b>161</b> |
| <b>Figura 6.2</b>  | Mapa geológico do Orógeno Araçuá evidenciando os complexos ofiolíticos abordados, dispostos em verde (modificado de Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 2001, 2007). Notar a presença do arco magmático pré-colisional, marcado em vermelho, a leste dos ofiolitos estudados. | <b>163</b> |
| <b>Figura 6.3</b>  | Modelo evolutivo esquemático proposto para a área desta tese de Doutorado (modificado de Cunningham <i>et al.</i> 1998, Alkmim <i>et al.</i> 2007 e Pedrosa-Soares <i>et al.</i> 2008).  | <b>164</b> |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
| <b>Tabela 1.1</b>  | Síntese das amostras coletadas e das análises realizadas.  | <b>11</b>  |
| <b>Tabela 1.2</b>  | Resumo das condições de análise por LA-ICP-MS  | <b>14</b>  |
| <b>Tabela 2.1</b>  | Principais unidades estratigráficas abordadas nesta tese.  | <b>24</b>  |
| <b>Tabela 2.2</b>  | Contribuições ao estudo do Anfibolito Santo Antônio do Grama.  | <b>30</b>  |
| <b>Tabela 3.1</b>  | Sumário histórico da evolução dos conceitos acerca do tema ofiolito à luz da revolução da teoria da Tectônica de Placas. Cronologia engloba o século XX (modificado de Moores 2003).   | <b>53</b>  |
| <b>Tabela 3.2</b>  | Caracterização da litosfera oceânica com base nos dados de Nicolas & Boudier (2003).   | <b>56</b>  |
| <b>Tabela 4.1</b>  | Contribuições ao estudo da Formação Ribeirão da Folha (* trabalho co-orientado pela autora desta tese).  | <b>79</b>  |
| <b>Tabela 4.2</b>  | Teores de elementos maiores (%), traços e terras raras (ppm) para as rochas meta-ultramáficas do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira.   | <b>89</b>  |
| <b>Tabela 4.3</b>  | Dados Sm-Nd para amostras de rochas meta-ultramáficas do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira.   | <b>93</b>  |
| <b>Tabela 4.4</b>  | Teores de elementos maiores (%), traços e terras raras (ppm) para os orto-anfibolitos do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira.   | <b>96</b>  |
| <b>Tabela 4.5</b>  | Dados Sm-Nd para amostras de orto-anfibolitos do ofiolito de Ribeirão da Folha.  | <b>98</b>  |
| <b>Tabela 4.6</b>  | Elementos traços: média para plagiogranitos ofiolíticos (Aldiss 1981) e teores para amostra desta tese.  | <b>99</b>  |
| <b>Tabela 4.7</b>  | Composição química simplificada dos minerais da amostra de plagiogranito estudada.   | <b>101</b> |
| <b>Tabela 4.8</b>  | Teores de elementos maiores (%), traços (ppm) e terras raras (ppm) para a amostra de plagiogranito analisada.  | <b>102</b> |
| <b>Tabela 4.9</b>  | Sumário dos dados geocronológicos U-Pb LA-ICP-MS em zircão para a amostra Q-05B.   | <b>105</b> |
| <b>Tabela 4.10</b> | Principais sulfetos presentes nas amostras de metachert e diopsidito (+ indica o mineral principal, x indica subordinados). pr, pirrotita; py, pirita; pb, pirita botrioidal; cp, calcopirita; es, esfalerita; cv, covelita; mc, marcassita; ar, arsenopirita. | <b>112</b> |
| <b>Tabela 4.11</b> | Teores de elementos maiores (%), traços e terras raras (ppm) para as rochas metassedimentares do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira.   | <b>114</b> |
| <b>Tabela 4.12</b> | Dados Sm-Nd para amostras de rochas metassedimentares do ofiolito de Ribeirão da Folha – São José da Safira.   | <b>118</b> |
| <b>Tabela 4.13</b> | Resultados de análise química mineral em plagioclásios de uma amostra de plagiogranito do ofiolito de Ribeirão da Folha.   | <b>125</b> |
| <b>Tabela 4.14</b> | Resultados de análise química mineral em anfibólios de uma amostra de plagiogranito do ofiolito de Ribeirão da Folha (núcleo tremolítico destacado em vermelho).   | <b>128</b> |
| <b>Tabela 4.15</b> | Resultados de análise química mineral em grãos de epidoto de uma amostra de plagiogranito do ofiolito de Ribeirão da Folha.  | <b>130</b> |
| <b>Tabela 4.16</b> | Resultados de análise química mineral em cloritas de uma amostra de plagiogranito do ofiolito de Ribeirão da Folha.  | <b>132</b> |
| <b>Tabela 5.1</b>  | Quadro estratigráfico das unidades delimitadas no mapa geológico da região estudada.   | <b>134</b> |
| <b>Tabela 5.2</b>  | Teores de elementos maiores (%), traços e terras raras (ppm) de nove amostras de anfibolito e uma de rocha meta-ultramáfica (MU) da região de Santo Antônio do Grama.  | <b>143</b> |
| <b>Tabela 5.3</b>  | Dados isotópicos Sm-Nd para amostras de anfibolito Santo Antônio do Grama (amostra DP-22 de Fischel 1998).   | <b>149</b> |
| <b>Tabela 5.4</b>  | Sumário dos dados geocronológicos U-Pb LA-ICP-MS em zircão para as amostras GQ-03 e GQ-09.   | <b>152</b> |
| <b>Tabela 5.5</b>  | Sumário dos dados geocronológicos U-Pb LA-ICP-MS em titanita para as amostras GQ-03 e GQ-09.   | <b>154</b> |

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| <b>Tabela 5.6</b> | Dados comparativos entre as rochas máficas ( $\pm$ ultramáficas) de Santo Antônio do Grama e da Suíte Divino – representante do arco magmático pré-colisional do Orógeno Araçuaí. * Rocha ultramáfica. | <b>159</b> |
|-------------------|--|------------|