

# Programa Geologia do Brasil

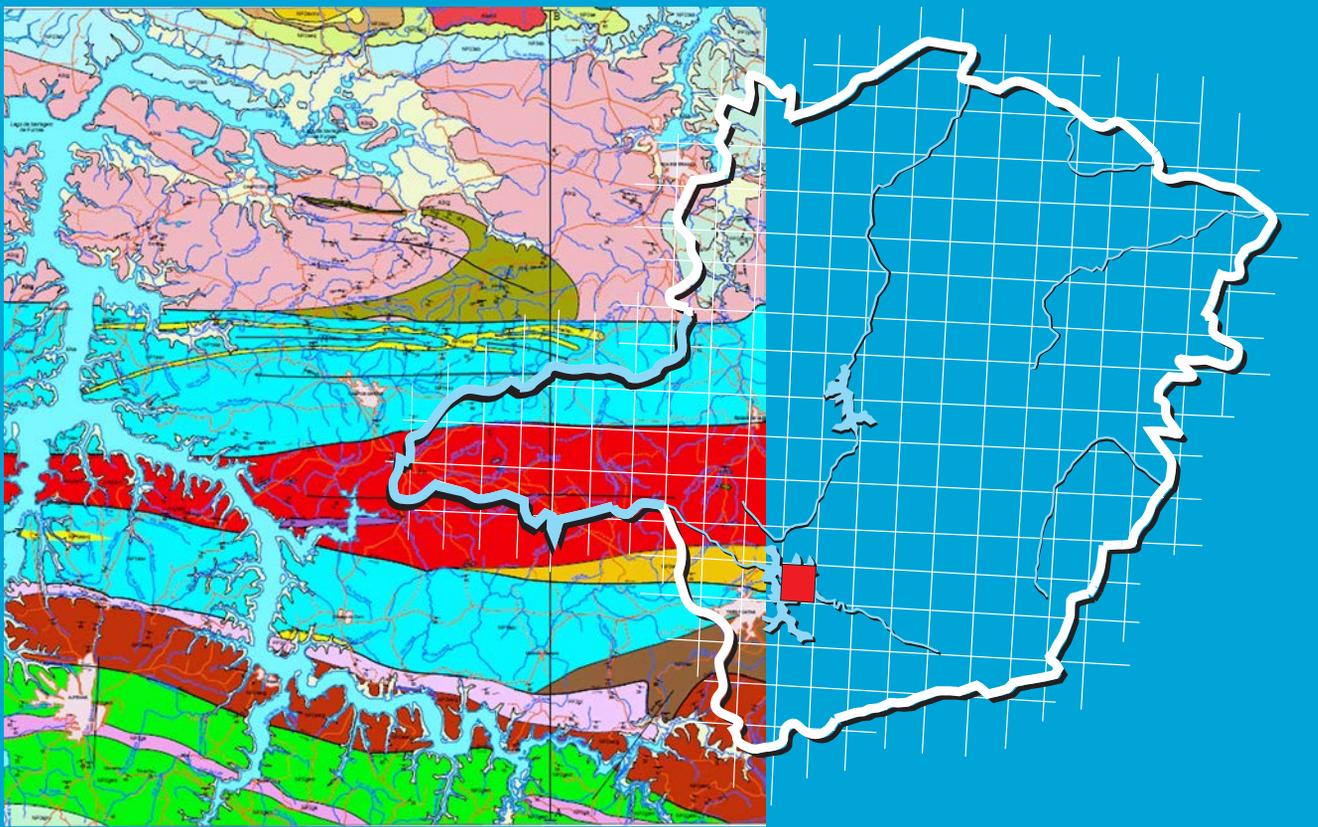
## Levantamentos Geológicos Básicos

NOTA EXPLICATIVA

# GEOLOGIA

# E RECURSOS MINERAIS

## FOLHA ALFENAS – SF.23-V-D-II



Rio de Janeiro/2020

\* Parceria com a Universidade Federal  
do Rio de Janeiro - UFRJ

 SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL - CPRM

Escala: 1:100.000

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro de Estado**

Bento Albuquerque

### **Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Alexandre Vidigal de Oliveira

## **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

### **DIRETORIA EXECUTIVA**

#### **Diretor Presidente**

Esteves Pedro Colnago

#### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Marcio José Remédio

#### **Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Antônio Carlos Bacelar Nunes

#### **Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Paulo Afonso Romano

#### **Diretor de Administração e Finanças**

Cassiano de Souza Alves

### **COORDENAÇÃO TÉCNICA**

#### **Chefe do Departamento de Geologia**

Lúcia Travassos da Rosa Costa

#### **Chefe da Divisão de Geologia Básica**

Vladimir Cruz de Medeiros

#### **Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica**

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

#### **Chefe do Departamento de Recursos Minerais**

Marcelo Esteves Almeida

#### **Chefe da Divisão de Geologia Econômica**

Felipe Matos Tavares

#### **Chefe da Divisão de Geoquímica**

Cassiano Costa e Castro

#### **Chefe do Departamento de Informações Institucionais**

Edgar Shinzato

#### **Chefe da Divisão de Geoprocessamento**

Hiran Silva Dias

#### **Chefe da Divisão de Cartografia**

Fábio Silva da Costa

#### **Chefe da Divisão de Documentação Técnica**

Roberta Pereira da Silva de Paula

#### **Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação**

Patrícia Düringer Jacques

#### **Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação**

Washington José Ferreira Santos

#### **Chefe do Departamento de Apoio Técnico**

Maria José Cabral Cezar

#### **Chefe da Divisão de Editoração Geral**

Ricardo Luiz Barreiros Motta

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

### **Reitora**

Denise Pires de Carvalho

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM  
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
| PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL |

## LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS

---

# GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA ALFENAS – SF.23-V-D-II

Escala 1:100.000  
Estado de Minas Gerais

### AUTORES

André Ribeiro  
Rudolph Allard Jonhhanes Trouw  
Fábio Vito Pentagna Paciullo  
Débora Barros Nascimento  
Maria Taryn Relvas Campos  
Vitor Caputo Neto  
Claudio de Morisson Valeriano  
Ivo Dussin

### NOTA EXPLICATIVA

Contrato nº 022/PR/09



SERVIÇO GEOLÓGICO  
DO BRASIL – CPRM

---

Rio de Janeiro  
2020

**REALIZAÇÃO**

Serviço Geológico do Brasil – CPRM  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

**RESPONSÁVEL TÉCNICO DO CONTRATO**

Rudolph Allard Johannes Trouw

**TEXTO EXPLICATIVO (UFRJ)**

André Ribeiro  
Rudolph Allard Jonnhanes Trouw  
Fábio Vito Pentagna Paciullo  
Débora Barros Nascimento  
Maria Taryn Relvas Campos  
Vitor Caputo Neto  
Claudio de Morisson Valeriano  
Ivo Dussin

**MAPA GEOLÓGICO (UFRJ)**

André Ribeiro  
Fábio Vito Pentagna Paciullo  
Marcos Vinícios Carvalho  
Débora Barros Nascimento  
Maria Taryn Relvas Campos  
Vitor Caputo Neto  
Claudio de Morisson Valeriano

**APOIO TÉCNICO****PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO****Capa (DIMARK)**

Washington José Ferreira Santos

**Miolo (DIEDIG)**

Andréia Amado Continentino  
Agmar Alves Lopes

**Diagramação (ERJ)**

Divisão de Editoração Geral - DIEDIG

**NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA**

Teresa Cristina Sampaio Rosenhayme

**REVISÃO FINAL**

Irineia Barbosa da Silva

---

**Serviço Geológico do Brasil – CPRM**

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)  
[seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

G343 Geologia e recursos minerais da folha Alfenas SF.23-V-D-I :  
escala 1:100.000, estado de Minas Gerais / André  
Ribeiro ... [et al.]. – Rio de Janeiro : CPRM : URFJ ,  
2020.  
52 p. : il. ; 30 cm

ISBN: 978-85-7499-584-7

1.Geologia – Brasil – Minas Gerais. 2.Recursos  
minerais – Brasil – Minas Gerais. I. Ribeiro, André.  
II. Título.

CDD 551.098151

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB 5663

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM  
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

# APRESENTAÇÃO

---

**O PROJETO GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA ALFENAS (SF.23-V-D-II)**, resulta da parceria entre o Serviço Geológico do Brasil-CPRM e a Universidade Federal do Rio de Janeiro, através do PRONAGEO, contrato CPRM-UFRJ Nº 022/PR/2009.

O PRONAGEO, programa implementado pela Diretoria de Geologia e Recursos Minerais, visa promover avanços na cartografia geológica básica na escala 1:100.000 em todo território nacional, através da interação entre o SGB-CPRM e universidades brasileiras, representadas por professores/pesquisadores nacionalmente reconhecidos, em geral líderes de grupos de pesquisa, os quais respondem diretamente pela qualidade do trabalho apresentado.

Os resultados obtidos através do PRONAGEO têm demonstrado um importante avanço, tanto na cartografia geológica, quanto no estudo da potencialidade mineral em amplas áreas do território nacional.

Este produto resulta de levantamentos e análises de dados geológicos de campo, laboratoriais e da literatura, e de sua integração com dados aerogeofísicos de alta resolução (magnetometria e gamaespectrometria). Acompanha um mapa geológico elaborado em escala 1:100.000, utilizando-se tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), sendo, portanto, um produto dinâmico, que permite diversas possibilidades de cruzamento de dados, novas interpretações e atualizações contínuas.

Este projeto deverá auxiliar empresas do setor mineral, pesquisas acadêmicas, e órgãos de planejamento do Governo Federal, e especialmente das esferas estadual e municipal, na medida em que serve como base para estudos geológicos mais detalhados e para o estabelecimento de políticas públicas visando o desenvolvimento regional.

O desenvolvimento destes produtos envolveu compilação e integração, em meio digital, de todas as informações geológicas disponíveis na região, complementadas com a interpretação de sensores remotos, aquisição sistemática de dados de campo e análises laboratoriais. Todos estes dados e produtos estão hospedados no banco de dados corporativo da SGB-CPRM (GeoSGB), que pode ser acessado pelo portal [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br).

**Esteves Pedro Colnago**

Diretor-Presidente

**Marcio José Remédio**

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

## RESUMO

---

As rochas pré-cambrianas da Folha Alfenas fazem parte da Faixa Brasília Meridional. Sua história é relacionada às margens dos paleocontinentes São Francisco e Paranapanema no Neoproterozoico, ca.1,0 Ga atrás; subdução em torno de 670 Ma com instalação de um arco magmático na placa superior, Paranapanema, e posterior colisão há cerca de 600 Ma. Estes eventos produziram um sistema de *nappes* inferiores com transporte tectônico de topo para leste, cavalgado pela placa superior, Paranapanema. Assim, na Folha Alfenas podem ser caracterizados cinco domínios tectônicos distintos: autóctone, Sistema de Cavalgamento Ilicínea-Piumhi, *Nappe* de Passos, Sistema de *Nappes* Andrelândia e a *Nappe* Socorro-Guaxupé representando a placa superior. As rochas que ocorrem nestes domínios podem ser reunidas em dezoito unidades de mapeamento pré-cambrianas. Ocorrem ainda duas unidades fanerozoicas - diabásio e sedimentos fluviais.

No domínio autóctone afloram ortognaisses arqueanos e/ou paleoproterozoicos do Complexo Campos Gerais e o Granito Porto dos Mendes, Paleoproterozoico. Sobre este embasamento, no sudeste da folha, ocorre biotita-xisto neoproterozoico da Megasequência Andrelândia. No norte, ocorrem metapelitos correlacionados à Formação Samburá, do Neoproterozoico. Ainda no norte, em discordância sobre o embasamento, foi definida a Unidade Amargoso, uma sucessão com metagrauvas, paragnaisses finos bandados e metapelitos filíticos, do Paleoproterozoico.

No Sistema de Cavalgamento Ilicínea-Piumhi e *Nappe* de Passos ocorrem sucessões de filitos, xistos e quartzitos neoproterozoicos da Sequência Serra da Boa Esperança e do Grupo Araxá, empurradas sobre a Formação Samburá e embasamento.

No Sistema de *Nappes* Andrelândia ocorrem filitos, xistos, quartzitos, gnaisses e metabasitos das unidades São Vicente e Arantina da Megasequência Andrelândia. Junto com fatias de embasamento, compõem as *nappes* Carmo da Cachoeira e Varginha.

No sul da folha, ocorrem ortognaisses esverdeados e rosados da *Nappe* Socorro-Guaxupé, interpretados como o registro da raiz do arco magmático cordilherano que se instalou na placa superior Paranapanema.

A estrutura regional na Folha Alfenas é parte de uma feição geotectônica maior, melhor visualizada em seção regional norte-sul que atravessa também as folhas a sul Machado, Pouso Alegre e Campos do Jordão (vide figura 48). Nesta seção observa-se que a placa superior Paranapanema, com um espesso pacote basal de ortognaisses, cavalgou para leste a placa inferior que inclui o domínio autóctone e *nappes* inferiores. Este contato é interpretado como a sutura entre as paleoplacas São Francisco, inferior e Paranapanema. As unidades litoestratigráficas definem uma megasinforma ou sinformal suave com baixo caimento do eixo para oeste e plano axial subvertical de traço ou rumo leste-oeste. Para norte e sul, os mergulhos aumentam e ocorrem dobras abertas a isoclinais com planos axiais íngremes para norte ou sul, mas os eixos continuam com baixo caimento para oeste. Estas dobras são definidas pela foliação regional que é paralela aos contatos litológicos, tanto na placa cavalgante quanto nas *nappes* inferiores. Portanto, é possível que durante a colocação das *nappes* tenha se desenvolvido a foliação regional, seguida ou contemporânea à geração das dobras laterais que deformam as falhas de empurrão. Assim, as falhas de empurrão, foliação regional e dobras podem ser interpretadas como produtos de deformação progressiva contemporânea à colocação das *nappes*.

O metamorfismo contemporâneo a foliação regional é de fácies xisto verde no Sistema de Cavalgamento Ilicínea-Piumhi e *Nappe* de Passos. No Sistema de *Nappes* Andrelândia, varia de fácies anfíbolito com muscovita-cianita xistos na *Nappe* Carmo da Cachoeira a fácies granulito com cianita-paragnaisses e plagioclásio-diposídio-granada metabasitos na *Nappe* Varginha. Na placa superior, com ortognaisses com ortopiroxênio substituído por anfibólio registram fácies granulito retrógrada a anfíbolito.

No domínio autóctone, metapelitos e metagrauvas das unidades Amargoso e Santo Antonio registram fácies xisto verde com biotita. Nos ortognaisses do embasamento, a mineralogia define fácies anfíbolito ou xisto verde alto, com granada. Porém feições migmatíticas registram fácies prétérita de mais alto grau, anfíbolito ou granulito. Ortognaisses do embasamento a oeste e leste da área contém relictos de anfibólio e piroxênio, indicando fácies anfíbolito e granulito pré-neoproterozoicas.

## ABSTRACT

---

*The Precambrian rocks of the Alfenas Sheet integrate the Southern Brasília Belt. The history of the successions is related to the ca. 1.0 Ga margin of the São Francisco and Paranapanemapaleocontinents; subduction around 670 Ma with a magmatic arc in the upper plate, Paranapanema, followed by collision at ca. 600 Ma. These events produced a nappe system with tectonic transport with top to the East. Five tectonic domains can be recognized in the Alfenas Sheet: the autochthonous domain, the Ilícinia-Piumhi Thrust System, the Passos Nappe, the Andrelândia Nappe System and the Socorro-Guaxupé Nappe (the upper plate). The rocks that occur in these domains can be grouped in eighteen Precambrian mapping units. Diabase dykes and fluvial sediments constitute Phanerozoic units.*

*Archean/Paleoproterozoic orthogneisses of the Campos Gerais Complex and the Porto dos Mendes Granite constitute the basement in the autochthonous domain. The cover of this basement is composed of the Neoproterozoic biotite schist of the AndrelândiaMegasequence in the southeast and the Samburá Formation metaconglomerates and metapelites in the northern part of the area. Also, in the northern part of the area is the ca. 1.7 Ga paragneiss and metawacke of the Amargoso Unit.*

*In the Ilícinia-Piumhi Thrust System and Passos Nappe there are phyllite, schist and quartzite successions of the Neoproterozoic Serra da Boa Esperança Sequence and Araxá Group, overthrust on the autochthonous Samburá Formation and basement units.*

*The Andrelândia Nappe System is represented by the Carmo da Cachoeira e Varginha nappes, which include basal basement slices and phyllite, schist, quartzite, paragneiss and metabasitesuccessions of the São Vicente and Arantina units of the AndrelândiaMegasequence.*

*Magmatic arc related orthogneiss exposed in the southern part of the Alfenas sheet constitutes the Guaxupé lobe of the upper plate Socorro-Guaxupé Nappe.*

*The regional structure is better visualized in a north-south section crossing also the southern Machado, Pouso Alegre e Campos do Jordão sheets: the thick upper plate orthogneiss package of the Socorro-Guaxupé Nappe overthrusts the autochthonous domain and the nappe system related to the São Francisco paleoplate. The contact between the two systems is interpreted as the suture between the São Francisco and Paranapanemapaleoplates.*

*The lithostratigraphic units define a gentle megasynform with axis plunging west and subvertical east-west trending axial plane. Towards north and south the dips increase and parasitic open to isoclinal folds are common with axes plunging shallowly to the west. These folds fold the regional foliation, which is parallel to lithologic contacts, both in the upper plate and in the underlying nappes. Hence, the probable sequence of events was as follows: during the emplacement of the nappes the regional foliation was formed and subsequently folded, together with the lateral folds and the gentle folding of the major thrust fault. In this way the thrust faults, the regional foliation and the folds can be interpreted as the result of a single progressive deformation event responsible for the emplacement of the nappes.*

*The metamorphism related to the regional foliation is of greenschist fácies in the Ilícinia-Piumhi thrust system and in the lower part of the Passos Nappe. In the Andrelândia Nappe System it varies from amphibolite fácies with muscovite kyanite schists in the Carmo da Cachoeira Nappe to granulite fácies with kyanite K-feldspar paragneisses and plagioclase diopside garnet metabasites in the Varginha Nappe. The upper plate is characterized by orthogneisses with remnants of orthopyroxene partially substituted by amphibole showing former granulite fácies, retrograded to amphibolite fácies.*

*In the autochthonous domain metapelites and metawackes of the Amargoso and Santo Antônio units register greenschist fácies with biotite. The mineralogy of the orthogneisses of the basement is consistent with lower amphibolite or upper greenschist fácies, locally with garnet. However, migmatitic features register higher metamorphic fácies of probable paleoproterozoic age. Orthogneisses of the basement, west and east of the sheet described here, contain relicts of amphibole and pyroxene indicating amphibolite and/or granulite fácies of pre-Neoproterozoic age.*

# SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
1.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA FOLHA ALFENAS .....	8
1.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	9
<b>2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL .....</b>	<b>10</b>
2.1. DOMÍNIO AUTÓCTONE .....	10
2.2. SISTEMA DE <b>NAPPES</b> INFERIORES .....	12
<b>3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....</b>	<b>14</b>
3.1. DOMÍNIO AUTÓCTONE .....	14
3.1.1. Embasamento no domínio autóctone .....	14
3.1.1.1. Ortognaisses do Complexo Campos Gerais .....	14
3.1.1.2. Granito Porto dos Mendes .....	16
3.1.2. Sucessões de Rochas Metassedimentares no Domínio Autóctone .....	16
3.1.2.1. Formação Samburá .....	17
3.1.2.2. Unidade Amargoso - Metagrauvas, Paragnaisses e Filitos .....	17
3.1.2.3. Unidade Santo Antonio - Biotita-xisto da Megassequência Andrelândia .....	18
3.2. SISTEMA DE CAVALGAMENTO ILCÍNIA-PIUMHI E <b>NAPPE</b> DE PASSOS .....	18
3.2.1. Xisto Costas .....	19
3.2.2. Ortognaisse milonítico .....	20
3.2.3. Sequência Serra da Boa Esperança .....	20
3.2.4. Grupo Araxá – <b>Nappe</b> Passos .....	20
3.3. SISTEMA DE <b>NAPPES</b> ANDRELÂNDIA .....	20
3.3.1. Embasamento no Sistema de <i>Nappes</i> - Ortognaisse Gaspar Lopes .....	20
3.3.2. Sucessões Neoproterozoicas no Sistema de <b>Nappes</b> Andrelândia .....	21
3.3.2.1. Unidade São Vicente .....	23
3.3.2.2. Unidade Arantina .....	23
3.4. UNIDADES NO LOBO GUAXUPÉ - <b>NAPPE</b> SOCORRO GUAXUPÉ .....	25
3.4.1. Ortognaisse Elói Mendes – Ortognaisses Esverdeados.....	25
3.4.2. Ortognaisse Alfenas – Metagranito Rosado .....	26
3.4.3. Relações de Campo Entre os Ortognaisses Rosado e Esverdeado.....	27
3.5. ROCHAS METAMÁFICAS E METAULTRAMÁFICAS NA FOLHA ALFENAS .....	27
3.5.1. Anfibolitos .....	27
3.5.2. Granulito Máfico .....	28
3.5.3. Rochas Metaultramáficas.....	28
3.6. DIQUES DE DIABÁSIO.....	28
3.7. DEPÓSITOS FLUVIAIS RECENTES, COLÚVIOS E DEPÓSITOS DE TALUS.....	28
<b>4. GEOLOGIA ESTRUTURAL .....</b>	<b>29</b>
4.1. ESTRUTURA REGIONAL E FOLIAÇÃO PRINCIPAL .....	29
4.1.1. Falhas de Empurrão .....	31
4.2. ESTRUTURAS QUE DEFORMAM A FOLIAÇÃO PRINCIPAL .....	31

4.2.1. Dobras e Crenulações .....	31
4.2.2. Zonas de Cisalhamento Subverticais .....	31
4.2.3. Milonitos no Ortognaisse Campos Gerais .....	32
<b>5. METAMORFISMO.....</b>	<b>33</b>
5.1. METAMORFISMO RELACIONADO À OROGÊNESE BRASILIANA .....	33
5.1.1. Fácies xisto verde - Sistema de Cavalgamento Illicínia-Piumhi e <b>Nappe</b> de Passos .....	33
5.1.2. Fácies anfibolito - <b>Nappe</b> Carmo da Cachoeira .....	34
5.1.3. Fácies granulito - <b>Nappe</b> Varginha.....	34
5.1.4. Fácies Granulito Retrógrada a Anfibolito - <b>Nappe</b> Socorro-Guaxupé .....	34
5.2. METAMORFISMO PRÉ-BRASILIANO .....	34
<b>6. GEOCRONOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
6.1. DADOS GEOCRONOLÓGICOS DE METAGRAUVACA DA UNIDADE AMARGOSO .....	35
<b>7. RECURSOS MINERAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>44</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Este relatório mostra resultados do mapeamento da Folha Alfenas 1:100.000, contrato CPRM-UFRJ, no âmbito do Programa Nacional de Geologia - PRONAGEO. Os dados e interpretações resultaram essencialmente de trabalho de campo, incluindo 771 pontos estudados e contatos litológicos definidos e cartografados. Informações bibliográficas e imagens sensoriais complementaram as interpretações.

A equipe de campo foi composta por Andre Ribeiro, Débora Barros Nascimento e Maria Taryn Relvas Campos. Os trabalhos deram continuidade ao mapeamento que estava sendo realizado por Fábio Paciullo que faleceu em 2010, em Campos Gerais. No norte da folha, áreas da Serra da Boa Esperança e adjacências, a caracterização das unidades foi baseada nos relatórios e mapas das folhas Alpinópolis e Guapé (Valeriano et al., 2007). Na Serra do Paraíso, em Campos Gerais, utilizamos a monografia de Marcos Vinicius Carvalho (cf., Carvalho, 2010), orientada por Fábio Paciullo.

O relatório foi feito por Andre Ribeiro, Maria Taryn Relvas Campos e Vitor Caputo Neto. Grãos de zircão para geocronologia foram separados no Laboratório de Amostras Geológicas do Departamento de Geologia da UFRJ. A preparação dos grãos foi feita no Laboratório de Geocronologia da UERJ e as análises geocronológicas no Laboratório de Geocronologia da USP. O trabalho de geocronologia foi realizado pelo Professor Ivo Antonio Dussin da UERJ.

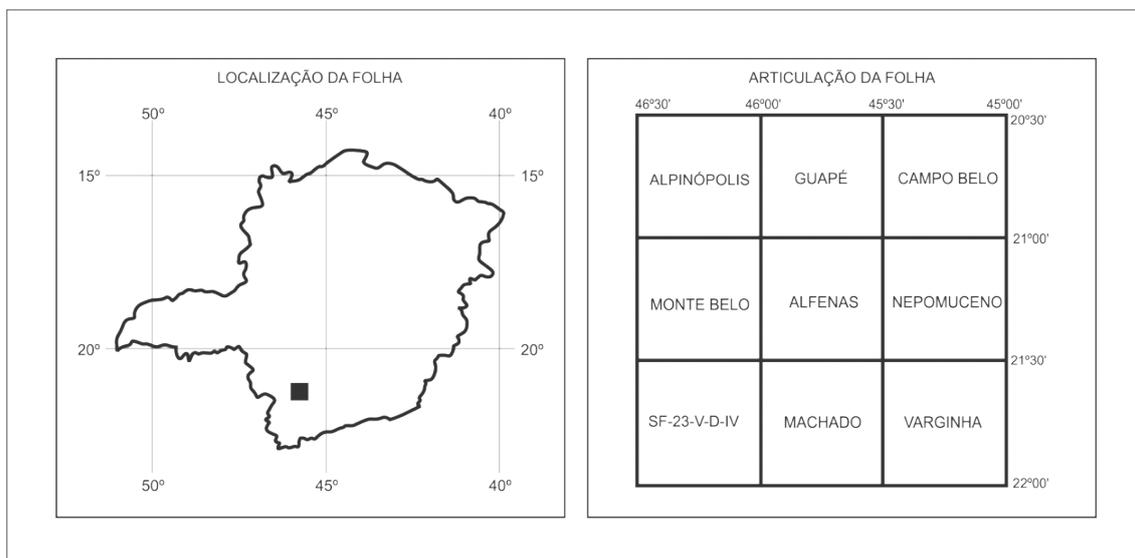
## 1.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA FOLHA ALFENAS

A Folha Alfenas 1:100.000 situa-se no sul de Minas Gerais entre coordenadas 46°00' - 45°30'W e 21°00' - 21°30'S (Figura 1.1). A área da folha é coberta pelas cartas topográficas 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, de 1970, Alfenas (SF-23-I-I-3), Três Pontas (SF-23-I-I-4), Campos Gerais (SF-23-I-I-1) e Boa Esperança (SF-23-I-I-2). Estas cartas, acessíveis na página do IBGE, foram as bases usadas nos trabalhos de campo.

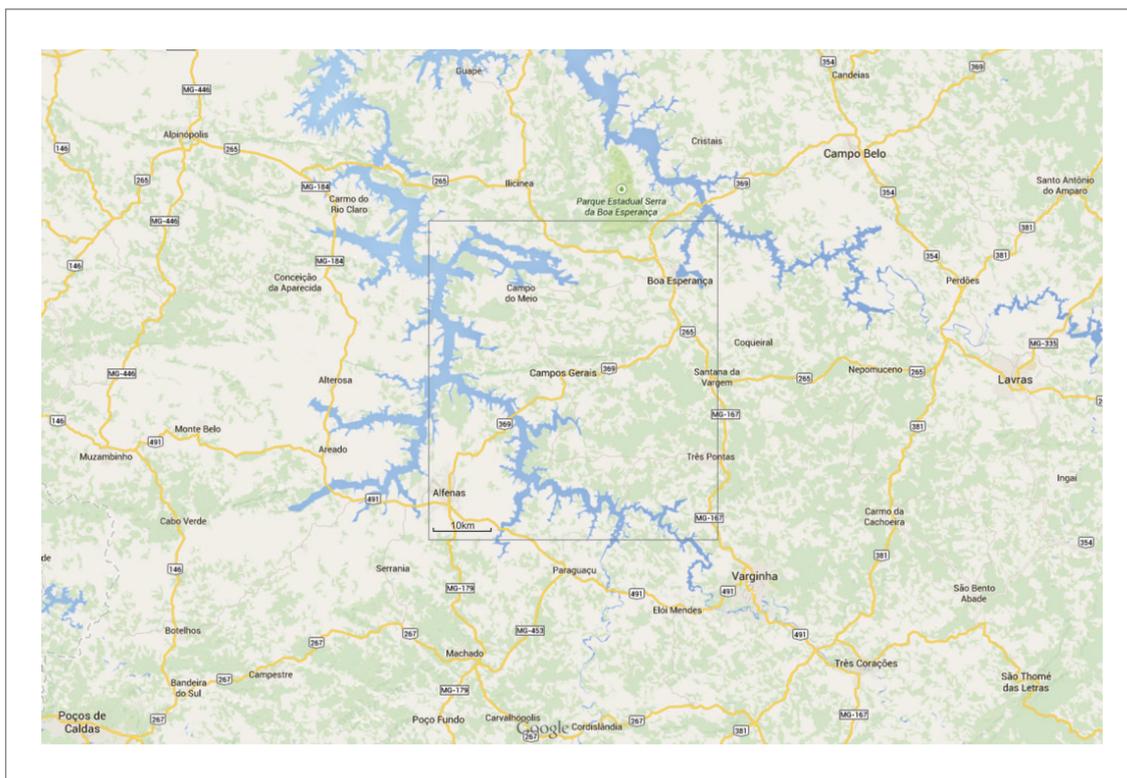
As maiores cidades da região são Alfenas, no sudoeste, e Três Pontas, no sudeste da folha. Outras cidades sedes de municípios são Boa Esperança no nordeste, Santana da Vargem no leste, Campos Gerais no centro e Campo do Meio no norte da folha.

A Rodovia Fernão Dias, BR-381, que liga Belo Horizonte a São Paulo, é a mais importante estrada da região e passa a leste da folha. A área da folha pode então ser alcançada pela BR-381 desde Belo Horizonte por Nepomuceno e, vindo do sul, de São Paulo ou Rio de Janeiro, passando por Varginha (Figura 1.2).

Além das inúmeras estradas de terra municipais e de acesso a propriedades rurais, a área da folha é atravessada pelas rodovias: federais BR-369 e BR-491 e estaduais MG-60, MG-167, MG-58 e MG-179, que são transitáveis durante todo o ano, inclusive as vicinais de terra.



**Figura 1.1** - Localização e articulação da Folha Alfenas 1: 100.000 (SF-23-V-D-II), no estado de Minas Gerais.

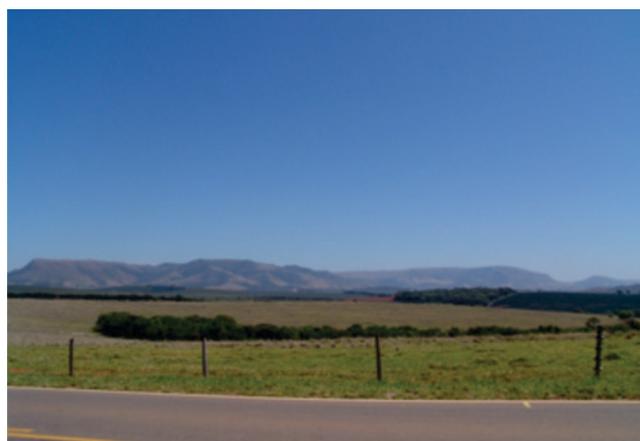


**Figura 1.2** - A Folha Alfenas 1:100.000 no Google Maps 2014 com a cidade de Alfenas no canto sudoeste. A região é banhada pelo sistema de lagos de Furnas e pode ser alcançada pela Rodovia Fernão Dias, BR-381, desde Belo Horizonte a nordeste, São Paulo a sudoeste e Rio de Janeiro a sudeste.

## 1.2. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

A área da Folha Alfenas é parte do domínio morfo-estrutural Planalto dos Campos das Vertentes. O relevo é mais ou menos condicionado pelo tipo litológico. Muitas serras são sustentadas por gnaisses, algumas por quartzitos. Orto e paragnaisses também, aparentemente, constituem o substrato de extensos colúvios e sedimentos de grandes áreas de baixadas. Na área de Alfenas e arredores, predominam colúvios amarelados, cinzentos ou avermelhados. No norte da folha, parecem predominar os colúvios vermelhos (Figura 1.3). Latossolos vermelho-amarelo álico e vermelho-escuro distrófico, Cambissolos álicos e Podzólico vermelho-amarelo álico ou distrófico foram reportados por Oliveira et al. (1983). A região é banhada por lagos do Sistema Furnas, alimentados principalmente pelos rios Sapucaí e Verde, cujas nascentes localizam-se a sul, na Serra da Mantiqueira. Assim, na Folha Alfenas existem grandes áreas sem afloramentos rochosos, inundadas ou cobertas por colúvios. Por sua granulometria dominante argilosa e morfologia de morros arredondados e suaves que produzem, os colúvios são geralmente cobertos por plantações,

especialmente de café outras vezes são cobertos por gramíneas que formam extensas pastagens. A vegetação original é restrita principalmente a matas de galeria. A economia é baseada, essencialmente, na cafeicultura (cf. Ururahy et al. 1983).



**Figura 1.3** - Pastagem sobre colúvio vermelho e a Serra da Boa Esperança sustentada por quartzitos, xistos e filitos. Paisagem no norte da Folha Alfenas vista da BR-369, entre Boa Esperança e Campos Gerais.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

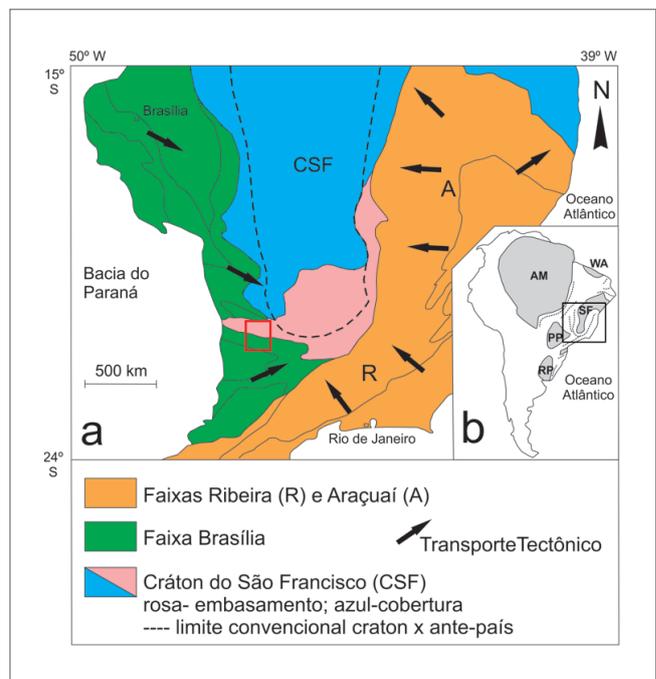
As rochas pré-cambrianas na Folha Alfenas 1:100.000 integram a Faixa Brasília Meridional, um cinturão móvel gerado na Orogênese Brasiliana. No sul de Minas Gerais, a evolução do cinturão se deu com subdução para oeste da Placa Sanfranciscana (hoje Cráton do São Francisco, Figura 2.1), seguida de colisão com a placa superior, Paranapanema. O arco esteve ativo pelo menos no intervalo entre 700 e 640Ma atrás. Seguiu-se a colisão, entre 640 e 580Ma, que produziu um sistema de *nappes* metamórficas com transporte tectônico de topo para leste. Assim, foram gerados distintos domínios tectônicos neoproterozoicos na região: autóctone e antepaís, constituídos pelo embasamento e cobertura do cráton e antepaís do São Francisco; sistema de *nappes* inferiores (SNA e P, Figura 2.2) com unidades relacionadas as margens dos paleocontinentes São Francisco e Paranapanema (Almeida, 1977, 1981; Campos Neto e Caby, 1999; 2000; Campos Neto et al., 2004; Trouw et al., 2000, 2011, 2013; Valeriano 1992; Valeriano et al., 1995, 2000, 2004a,b; 2007) e, no topo da pilha tectônica, a placa superior representada pela *Nappe* Socorro-Guaxupé. Apesar de divergências sobre proveniência de algumas unidades e *nappes*, existe entre os estudiosos da Faixa Brasília na região um consenso sobre a existência e distribuição destes domínios tectônicos, como mostram as figuras 2.2, 2.3 e 2.4. Com base nesta estruturação geotectônica foi possível reconhecer cinco domínios tectônicos na Folha Alfenas: autóctone; domínio das *nappes* inferiores com o Sistema de Cavalgamento Ilicínea-Piumhi (Valeriano; 1992), a *Nappe* de Passos (Schrank e Abreu, 1990, apud Valeriano, 1992); o Sistema de *Nappes* Andrelândia (Campos Neto et al., 2004) e o domínio da placa superior que inclui a *Nappe* Socorro-Guaxupé de Campos Neto & Caby (1999, 2000; Figura 2.3). Estes domínios tectônicos correspondem aos definidos originalmente por Valeriano (1992): autóctone inclui os domínios cratônicos, o Sistema de Cavalgamento Ilicínea- Piumhi é parte do domínio externo e as *nappes* inferiores integram o domínio interno de Valeriano e colaboradores (cf. Valeriano et al., 1995, 2000, 2004a; Figura 2.4).

### 2.1. DOMÍNIO AUTÓCTONE

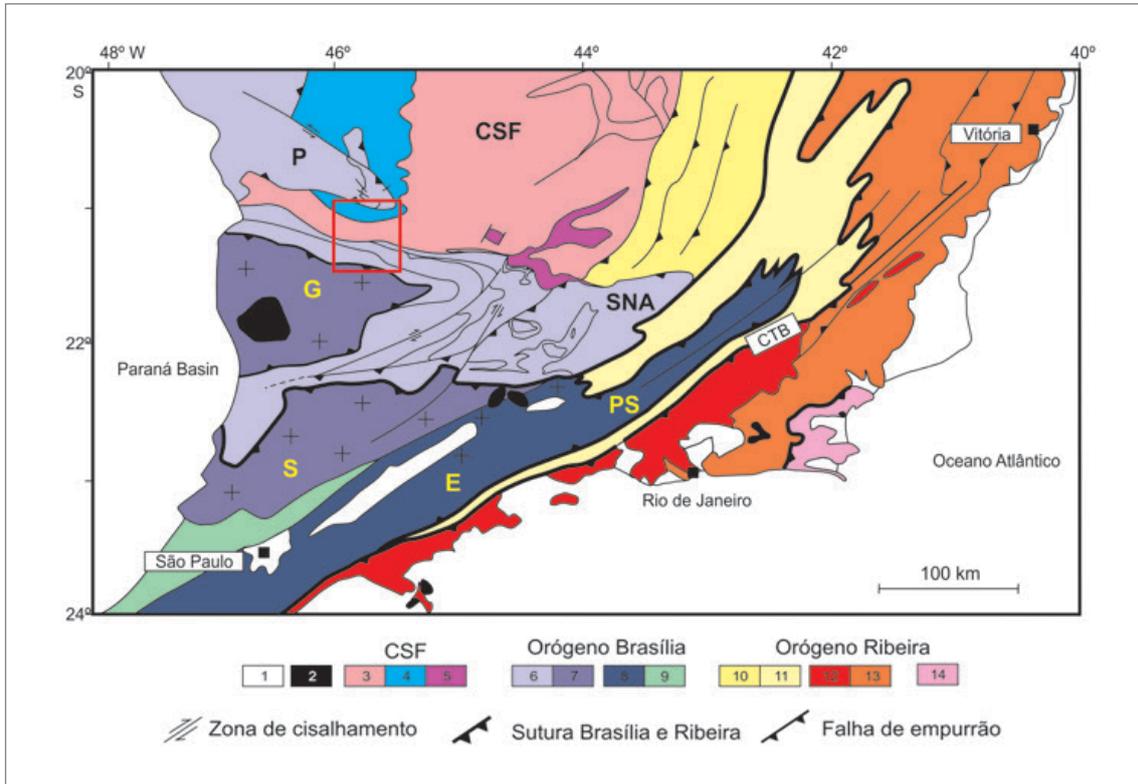
Este domínio é composto por ortognaisses do embasamento do cráton e unidades da sua cobertura deformados em baixo grau metamórfico no Neoproterozoico. Na Folha Alfenas inclui ortognaisses do Complexo Campos

Gerais (Cavalcanti et al. 1979; Turbay et al., 2008; Turbay & Valeriano, 2012; Valeriano et al., 2006a e b, 2007), o Granito Porto Mendes (Cavalcanti et al. 1979; Paciullo et al., 2008), metapelitos da Formação Samburá (Valeriano et al., 1995; 2006a, b) e biotita-xisto Santo Antonio da Megasequência Andrelândia (Paciullo et al., 2000; 2008).

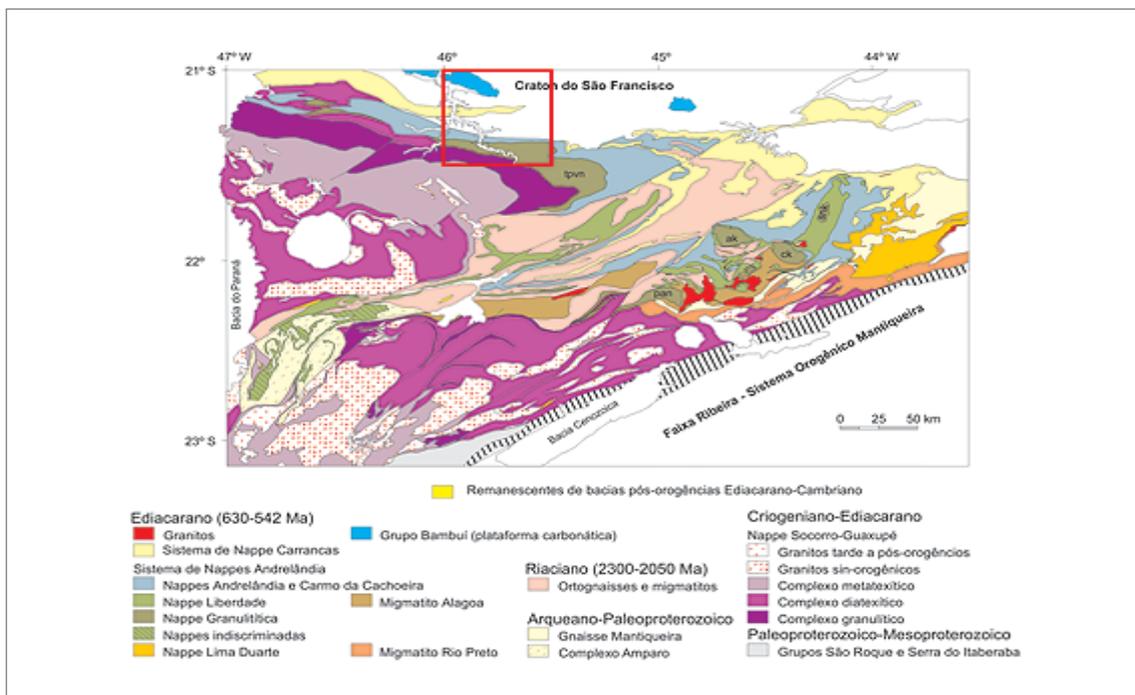
O Complexo Campos Gerais, conforme conceito de Turbay et al. (2008) e Turbay & Valeriano (2012) inclui, a oeste da Folha Alfenas, na Folha Alpinópolis (Figura 2.4), um conjunto de ortognaisses mesoarqueanos tonalíticos e migmatíticos de origem oceânica (Ortognaisse Campos Gerais) e crustal (Ortognaisse Mandembo). Estes ortognaisses encaixam metagranitoides tonalíticos e graníticos também arqueanos (Valeriano et al., 2007). Segundo Paciullo et al. (2008), a faixa de ortognaisses do Complexo Campos Gerais se estende também para nordeste e leste onde, nas folhas Campo Belo e Nepomuceno, aparentemente passam a integrar o Complexo Campo Belo de idade arqueana, (Teixeira et al., 2000; Carneiro et al., 2006). Com base nestes dados e análises Sm-Nd TDM em ortognaisses semelhantes na Folha Nepomuceno



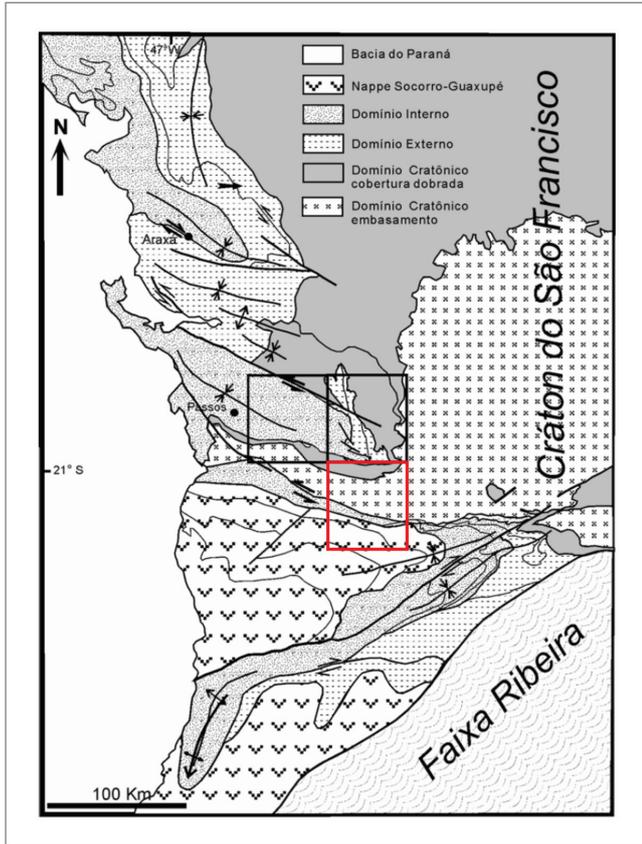
**Figura 2.1** - a) A Folha Alfenas 1:100.000 (retângulo vermelho) no contexto geotectônico do Cráton do São Francisco e faixas móveis adjacentes; b) crátões: SF-São Francisco, AM- Amazonas, WA- São Luiz/Africa Oeste, PP- Paranapanema e RP- Rio de la Plata Craton. Modificado de Trouw et al., 2013.



**Figura 2.2** - A Folha Alfenas 1:100.000 (retângulo vermelho) no mapa tectônico regional. Legenda: 1- bacias e 2- complexos alcalinos fanerozoicos. Cráton do São Francisco: 3- embasamento, 4- cobertura neoproterozóica (Grupo Bambuí). 5- Mesoproterozoico (Fms Tiradentes, Barroso) e cobertura neoproterozóica (Fm Prados, Grupo Andrelândia) em domínio de autóctone deformado. Faixa Brasília: 6- *nappes* inferiores (SNA- sistema de *nappes* Andrelândia e P- *Nappe* de Passos) e placa superior com 7- *Nappe* Socorro-Guaxupé (+; lobos S- Socorro e G-Guaxupé) e terrenos 8- Embu (E)-Paraíba do Sul (PS) e 9- Apiaí. Faixa Ribeira subdividida em a) Terreno Ocidental com os domínios 10- externo e 11- Juiz de Fora, b) Terreno Oriental com 12- Arco Rio Negro e 13- sucessões neoproterozoicas e c) Terreno Cabo Frio - 14. Modificado de Trouw et al., 2013.



**Figura 2.3** - Localização da Folha Alfenas 1:100.000 (retângulo vermelho) no mapa tectônico regional de Campos Neto et al., 2011.



**Figura 2.4** - Folha Alfenas 1:100.000 (retângulo vermelho) e vizinhas, Guapé a norte e Alpinópolis a nordeste, no mapa tectônico de Valeriano et al., 2000.

pode-se considerar que grande parte dos ortognaisses do Complexo Campos Gerais são arqueanos. Já o Granito Porto dos Mendes, intrusivo nas rochas do complexo, forneceu idade U-Pb rocha total de  $1978 \pm 25$  Ma (cf. Paciullo et al., 2008).

Ainda no domínio autóctone, a norte e nordeste da Folha Alfenas, ocorre a Formação Samburá com conglomerados, diamictitos, arenitos, grauvacas e pelitos deformados em fácies subxisto verde/xisto verde. Estas rochas seriam o registro de depósitos de antepaís da Orogênese Brasileira (Castro & Dardene, 1996, 2000; Martins-Neto et al., 1997; Martins-Neto & Alkimim, 2001; Valeriano et al., 2007; Ribeiro et al., 2008). Na Folha Alfenas somente foram encontrados metapelitos intemperizados nas margens do lago de Furnas próximo a Campo do Meio.

Outra unidade no domínio autóctone é o biotita-xisto Santo Antonio da Megassequência Andrelândia que capeia em discordância ortognaisses do embasamento no canto sudeste da folha. Idades U-Pb em zircões em torno de 640 Ma tem levado a interpretação que este biotita-xisto constitui o registro de depósitos de ante-arco e/ou de bacia de antepaís da Orogênese Brasileira (Campos Neto et al., 2004; Santos, P. S., 2011; Trouw, C.C., 2008; Trouw et al., 2013).

No norte da Folha Alfenas, também no domínio autóctone e capeando ortognaisses do Complexo Campos Gerais, foi definida no presente trabalho uma nova unidade litoestratigráfica. Trata-se da Unidade Amargoso, uma sucessão de metagrauvacas, paragnaisses finos bandados e metapelitos filíticos de provável idade Paleoproterozoica (dados preliminares U-Pb em zircões, processo LA-ICP-MS). A unidade pode ser correlata do Xisto Costas, que constitui uma lasca tectônica no Sistema de Cavalcamento Ilícinea-Piumhi. Segundo Valeriano et al. (2004a, 2007), o xisto contém somente zircões idiomórficos que forneceram idade U-Pb (TIMS) de  $1721 \pm 9$  Ma. Segundo os autores, estes dados indicam origem vulcânica e provável relação com a tafrogênese estateriana ou Espinhaço.

## 2.2. SISTEMA DE NAPPES INFERIORES

O sistema de *nappes* inferiores inclui fatias ou lascas de embasamento e sucessões neoproterozoicas de margem continental intraplaca e de bacia de ante-arco transicional a antepaís. Na Folha Alfenas, estas sucessões distribuem-se no Sistema de Cavalcamento Ilícinea-Piumhi (domínio externo, Figura 2.4) e *Nappe* de Passos (domínio interno na Figura 2.4; Valeriano, 1992; Valeriano et al., 1995, 2006a, b, 2007) e no Sistema de *Nappes* Andrelândia (SNA na figura 7; Campos Neto et al., 2004; Paciullo et al., 2000, 2008; Trouw et al., 2000, 2011, 2013).

O embasamento aparece em lascas tectônicas a norte e sul da Folha Alfenas. No norte, ocorre um metagranitoide arqueano, e o Xisto Costas, Paleoproterozoico. Estas unidades seguem para norte, na Folha Guapé, onde integram o Sistema de Cavalcamento Ilícinea-Piumhi (cf. Valeriano et al., 2006a, b). No sul da folha, o embasamento constitui uma fatia de granada ortognaisse na base da *Nappe* Varginha. Na Folha Varginha a leste, metagranitoide semelhante na base da *Nappe* Carmo da Cachoeira/Andrelândia forneceu idades U-Pb em zircões de  $2050 \pm 50$  Ma e  $2086 \pm 5$  Ma (Peternel, 2005; Trouw et al., 2008). Fetter et al. (2001) reportam idade de  $2118 \pm$  Ma em metagranitoide semelhante na área de Turvolândia a sul de Alfenas. Este metagranitoide provavelmente está na base da *Nappe* Liberdade, na Folha Machado.

A sucessões neoproterozoicas do sistema de *nappes* inferiores são em grande parte, vinculadas a margem passiva Sanfranciscana. Porém, ocorrem também sucessões provavelmente derivadas da erosão do arco cordilheirano e do sistema orogênico, neste caso em bacias de antepaís. No Sistema de Cavalcamento Ilícinea-Piumhi e *Nappe* de Passos ocorrem filitos, xistos e quartzitos neoproterozoicos da Sequência Serra da Boa Esperança e do Grupo Araxá, respectivamente. Estas rochas foram empurradas sobre a Formação Samburá e embasamento

autóctone (Valeriano et al., 2006a, b). No Sistema de *Nappes* Andrelândia filitos, xistos, quartzitos, paragnaisse e metabasitos das unidades São Vicente e Arantina da Megassequência Andrelândia. Junto com fatias de embasamento, estas rochas compõem as *nappes* Carmo da Cachoeira e Varginha.

No topo da pilha tectono-estratigráfica ocorrem ortognaisses esverdeados e rosados, graníticos a quartzodioríticos, cujos protólitos seriam intrusivas do arco cordilheirano instalado na placa superior, Paranapanema (Campos Neto et al., 2004). Sobre estes ortognaisses basais, ao sul na Folha Machado, aparece um complexo de ortognaisses e paragnaisse e uma sucessão de xistos, quartzitos neoproterozoicos (dados preliminares U-Pb em zircões, LA-ICP-MS). Parte do complexo gnássico e a sucessão metassedimentar seriam o registro do Paleocôntinente Paranapanema. O conjunto de ortognaisses e rochas metassedimentares e metamáficas é parte da *Nappe* Socorro-Guaxupé de Campos Neto & Caby (1999, 2000; Campos Neto et al., 2004). Segundo estes autores, a *nappe* é constituída por granulitos de alta pressão e alta temperatura que passam a diatexitos, migmatitos estromáticos, ortognaisses e granitoides. Essas rochas representariam a raiz do arco magmático cordilheirano e seriam a provável fonte de detritos das sucessões do sistema de *Nappes* Andrelândia. Os registros geocronológicos indicam que o arco esteve ativo no intervalo 700-640Ma e a colisão subsequente, entre os paleocôntinentes Paranapanema e São Francisco, se iniciou na região em torno de 640Ma.

O avanço das *nappes* para leste é interpretado como contemporâneo ao metamorfismo principal (Ribeiro et al., 1990, 1995; Trouw et al., 2000; Del Lama et al., 2000; Campos Neto & Caby, 1999, 2000; Campos Neto et al., 2004). O metamorfismo ocorreu entre 640 e 610Ma na *Nappe* Passos (Valeriano et al., 2000) e em torno

de 620Ma na *Nappe* Socorro-Guaxupé (Campos Neto & Caby, 1999). Segundo Campos Neto et al. (2010), a migração do metamorfismo em direção ao antepaís e *nappes* inferiores é registrada por idades U-Pb em monazita no intervalo 618- 575 Ma em rochas do topo até a base das *nappes* Andrelândia. Reno et al. (2012), interpretam idades U-Pb de  $648 \pm 12$  Ma de zircões como auge do metamorfismo em cianita K-feldspato gnaisse granulítico da Unidade Arantina exposta na área de Três Pontas.

Na Folha Alfenas o registro de metamorfismo sin-tectônico à colocação das *nappes* é de fácies xisto verde no Sistema de Cavalcamento Illicínia-Pimhui e na *Nappe* de Passos (Valeriano et al., 2007). No Sistema de *Nappes* Andrelândia o metamorfismo sin-tectônico vai de fácies anfíbolito com muscovita e cianita xistos na *Nappe* Carmo da Cachoeira a fácies granulito com cianita paragnaisse e plagioclásio diposídio granada metabasitos na *Nappe* Varginha (cf. Trouw et al., 2000; 2011; 2013). No sul da folha, ortognaisses da *Nappe* Socorro-Guaxupé, com clinopiroxênio e/ou ortopiroxênio substituídos por anfíbolio, registram fácies granulito retrógrada a anfíbolito (Alexandre et al., 2012; Barros e Moraes, 2012; Campos Neto et al., 2010; Reno et al., 2009; Del Lama et al. 2000). No embasamento ortognaisses do Complexo Campos Gerais, oeste e leste da Folha Alfenas, contêm feições migmatíticas e associações com ortopiroxênio, indicando metamorfismo granulítico considerado Arqueano. (Campos et al., 2003; Turbay et al., 2008). Associações de fácies anfíbolito e xisto verde foram sobrepostas possivelmente no Paleoproterozoico e Neoproterozoico (Carvalho et al., 1993). Metamorfismo de fácies anfíbolito e xisto verde tem sido reportado também em zonas de cisalhamento, predominantemente sinistrais, do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio (Morales e Hasui, 1993; Kussama, 2010).

### 3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Na Folha Alfenas foram identificadas dezoito unidades de mapeamento metamórficas pré-cambrianas, além de diques máficos e sedimentos fluviais. Estas vinte unidades podem ser cartografadas em escala 1:50.000, escala das bases topográficas do IBGE usadas no campo. As unidades de mapeamento foram definidas ou reconhecidas, essencialmente, por suas características de campo, litologia e estrutura. Assim, existe um contraste entre o mapa que acompanha este relatório, Folha Alfenas 1:100.000, e mapas preexistentes disponíveis que abrangem a mesma área (Janasi et al., 2009; Campos Neto et al., 2004, 2011; Trouw et al., 2013; Silva et al., 2002). Estes mapas temáticos, às vezes, reúnem diferentes categorias de unidades, por exemplo tectônicas (*nappes*), litológicas (granito), litoestratigráficas (grupos) e metamórficas (migmatito, complexo diatexítico) como mostra a Figura 2.3.

Como já mencionado, as unidades litoestratigráficas reconhecidas na Folha Alfenas estão distribuídas em cinco domínios tectônicos distintos: autóctone, Sistema de Cavalcamento Ilícínia-Piumhi e *Nappe* de Passos no extremo norte da folha; Sistema de *Nappes* Andrelândia e, no topo da pilha tectônica, unidades da placa superior ou *Nappe* Socorro-Guaxupé.

#### 3.1. DOMÍNIO AUTÓCTONE

Este domínio inclui ortognaisses arqueanos e/ou paleoproterozoicos do Complexo Campos Gerais (Turbay et al., 2008; Cavalcante et al., 1979) e o Granito Porto dos Mendes do Paleoproterozoico (Cavalcante et al., 1979; Paciullo et al., 2008). Em discordância sobre este embasamento, ocorrem no sul da folha biotita-xisto e no norte metapelitos alterados. O biotita-xisto corresponde à Unidade Santo Antônio da Megassequência Andrelândia (Paciullo et al., 2000, 2003). Os metapelitos do norte foram incluídos na Formação Samburá devido à sua continuidade para norte na Folha Guapé (cf. Valeriano et al., 1995, 2006a e b). Além destas unidades, ocorre uma sucessão de metagrauvas feldspáticas, paragnaisse fino bandado e metapelitos filíticos de provável idade paleoproterozoica, aqui definida como Unidade Amargoso. A unidade aparece no norte da área em discordância sobre ortognaisses Campos Gerais. Aflora na Serra do Amargoso em Campo do Meio e na bacia do Ribeirão do Sapé.

#### 3.1.1. Embasamento no domínio autóctone

Neste domínio o embasamento ocorre em duas faixas de rumo leste-oeste, no norte e centro da folha, ambas em continuidade física com o embasamento do Cráton do São Francisco a leste. Por tal razão foi considerado embasamento autóctone. Duas unidades o constituem, ortognaisses do Complexo Campos Gerais e o Granito Porto dos Mendes. Corpos isolados de rochas metamáficas e metaultramáficas foram encontrados na faixa central.

##### 3.1.1.1. Ortognaisses do Complexo Campos Gerais

Trata-se de ortognaisses arqueanos incluídos por Cavalcante et al. (1979) junto com faixas tipo *greenstone* e de rochas metassedimentares mais novas no Complexo Campos Gerais. O complexo foi então redefinido por Turbay et al. (2008) em área contígua a oeste da Folha Alfenas (Folha Alpinópolis, Valeriano et al., 2007), redefinição adotada também por Paciullo et al. (2008) a leste na Folha Nepomuceno. Com base nos contrastes litológicos e em idades, estes autores excluíram do complexo as faixas *greenstone* e as sucessões metassedimentares mais jovens, interpretadas por Turbay et al. (2008) como do Grupo Andrelândia e por Paciullo et al. (2008) como da Megassequência Andrelândia. Esta proposta foi adotada aqui e, assim, na Folha Alfenas o complexo foi reduzido a um conjunto de ortognaisses. Em área da Folha Alpinópolis a noroeste, Turbay et al. (2008) separam quatro unidades no complexo redefinido: Ortognaisse Campos Gerais, Ortognaisse Serra do Quilombos, metatonalitos e os leucogranitos Córrego do Sapateiro e Itapixé. O Ortognaisse Campos Gerais englobaria gnaisses migmatíticos com mesosoma tonalítico e leucossoma monzo/sienogranítico. O Ortognaisse Serra do Quilombo (Ortognaisse Mandembe em Turbay & Valeriano 2012) caracteriza-se por “bandamento possivelmente resultante da intensa deformação de um complexo de rochas melanocráticas a leucocráticas, com protólitos de composição tonalítica a monzogranítica”. Na Folha Alfenas, gnaisses com aspectos de campo semelhantes aos dos ortognaisses Campos Gerais e Serra do Quilombo foram reunidos sob a denominação geral Ortognaisses Campos Gerais. Cabe ressaltar que nas serras do Paraíso, Fortaleza e arredores na área de Campos Gerais ocorrem paragnaises, quartzitos e xistos

do Grupo Andrelândia (Ebert, 1968) ou Megassequência Andrelândia (Paciullo et al., 2000, 2003) e não ortognaisses semelhantes aos do embasamento.

Como acima mencionado, na Folha Alfenas os ortognaisses Campos Gerais formam duas faixas de rumo leste-oeste, uma no centro outra no norte da folha. Na faixa central, os afloramentos são escassos e mais ainda rochas frescas. No leste, por exemplo, entre Três Pontas e Campos Gerais passando por Córrego do Ouro predomina um espesso colúvio. Porém, é nesta faixa que foram encontrados corpos de rochas metamáficas e metaultramáficas. A faixa central vai acunhando para oeste e pode fechar em charneira de anticlinal revirado a oeste, na Folha Monte Belo. Para leste, a faixa alarga transicionando ao Ortognaisse Rio do Amparo na Folha Nepomuceno. Já a faixa do norte, segue na Folha Nepomuceno até o limite com o Complexo Campo Belo (Paciullo et al., 2008). Nesta faixa do norte, entre Campo do Meio e Boa Esperança, os ortognaisses formam paredões nas serras do Leitão, das Pedras, da Custódia e Santa Catarina (Figura 3.1), nas baixadas adjacentes ocorrem saprólitos e coberturas de colúvios.

A maioria dos ortognaisses Campos Gerais observados são rochas cinzentas de granulação média a grossa, localmente muito grossa, equigranulares ou com variável proporção de feldspatos maiores que a granulação geral. Geralmente a foliação é bem evidente (Figura 3.2). Fácies migmatíticas e fácies maciça, com foliação incipiente até miloníticas, também ocorrem. As fácies migmatíticas são definidas por delgados (1-5cm) leitos de quartzo e feldspatos irregulares às vezes bordejados por laminas de biotita, formando estrutura estromática. Localmente, foram observados também corpos pouco espessos (1-20cm) de diques graníticos e de pegmatitos, cortando ou paralelos à foliação dos ortognaisses. A mineralogia essencial dos



**Figura 3.1** - Paredão de ortognaisse Campos Gerais na Serra de Santa Catarina próximo a Campo do Meio, no norte da Folha Alfenas.



**Figura 3.2** - Ortognaisse Campos Gerais com foliação mergulhando para sul na Serra do Leitão, a sul de Boa Esperança (0440495; 7661051 UTM).

gnaisses analisados é quartzo, microclina, plagioclásio e biotita definindo composições de granito, granodiorito e tonalito. Traços de hornblenda ocorrem em algumas amostras. Os acessórios zircão, apatita, titanita e minerais opacos são comuns. Sericita, epidoto, clorita, estilpnomelano compõem associação metamórfica secundária de fácies xisto verde. Hornblenda e ortopiroxênio substituído por biotita e hornblenda foram reportados por Paciullo et al. (2008) e Turbay et al. (2008). Kussama (2010) mostrou, em ortognaisses entre Campo do Meio e Boa Esperança, associações de fácies xisto verde alto com granada, hornblenda, actinolita, clorita e epidoto e associações de fácies xisto verde baixo com estilpnomelano, epidoto e clorita. As associações com ortopiroxênio ou relictos de ortopiroxênio e as feições migmatíticas têm sido atribuídas a metamorfismo arqueano de fácies granulito e anfíbolito. As associações de fácies xisto verde alto seriam mais novas, Paleoproterozoicas (?) e as de xisto verde baixo com clorita e estilpnomelana relacionadas às fácies miloníticas que são de baixo grau e possivelmente Neoproterozoicas.

As fácies miloníticas ocorrem em zonas de cisalhamento subverticais de rumo NE-SW, com espessuras milimétricas até decimétricas e extensões métricas. Estas zonas miloníticas muitas vezes destacam-se em lajedos de ortognaisses e deram origem ao chamado Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio de Morales & Hasui (1993). Estes autores interpretam o cinturão como gerado por movimentos subverticais sinistrais. Kussama (2010) usando indicadores cinemáticos, como peixes de foliação e dobras assimétricas entre outros, também interpreta que os milonitos registram movimentos predominantemente sinistrais. Além disso, com base no conjunto de texturas, caracteriza os milonitos como de baixo grau metamórfico. Kussama (2010) descreve falhas que cortam os milonitos gerando brechas e minerais de baixo grau metamórfico (Figura 3.3).



**Figura 3.3** - Clorita em microfalhas que deslocam milonito de ortogneisse Campos Gerais. Serra de Santa Catarina, Campo do Meio, norte da Folha Alfenas (0418420; 7661950 UTM).

### 3.1.1.2. Granito Porto dos Mendes

O Granito Porto dos Mendes (Cavalcante et al. 1979; Machado Filho et al. 1983) constitui um pluton com dimensões aproximadas de 20 X 35km exposto a leste da área, na Folha Nepomuceno (Paciullo et al., 2008). Na Folha Alfenas, este granito forma corpos de dimensões menores encaixados nos ortogneisses Campo Gerais. Geralmente as ocorrências são de rochas alteradas ou matações de rocha fresca (Figura 3.4). Trata-se de granitos leucocráticos e menor proporção mesocráticos, cinzentos, a maioria de granulação média equigranulares ou com fenocristais de K-feldspato de cerca de 1cm. Localmente, observa-se foliação ígnea preservada (Figura 3.5) e xenólitos de ortogneisses (Figura 3.4). Amostras analisadas contêm k-feldspato, quartzo, plagioclásio, biotita e minerais opacos; pertita e mirmequita e traços



**Figura 3.4** - Matação de granito Porto dos Mendes com foliação de fluxo ígneo (mergulhando para esquerda na foto). Extração rudimentar de paralelepípedos e brita no nordeste da folha, área de Boa Esperança (0447126;7671864 UTM).

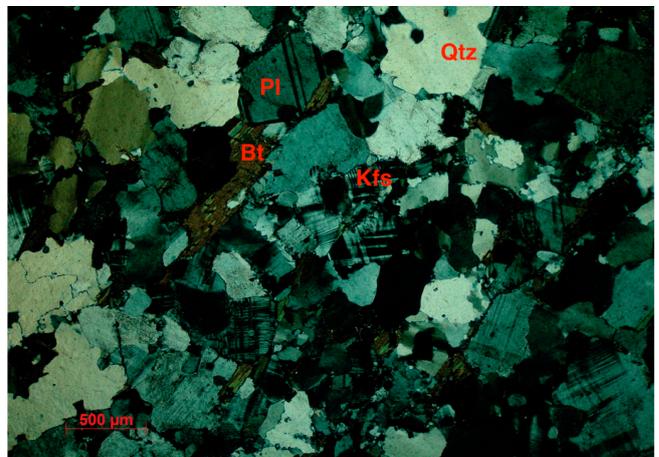
de allanita e zircão (Figura 3.6). Sericita e clorita substituem feldspato e biotita, respectivamente. Kusssama (2010) relata fácies milonítica de baixo grau na borda sul do corpo, verificada por recristalização dinâmica dos cristais, especialmente quartzo e feldspatos, porfiroclastos de feldspato fragmentados em mosaico (Figura 3.7), foliação oblíqua e outras feições típicas de milonitos.

### 3.1.2. Sucessões de Rochas Metassedimentares no Domínio Autóctone

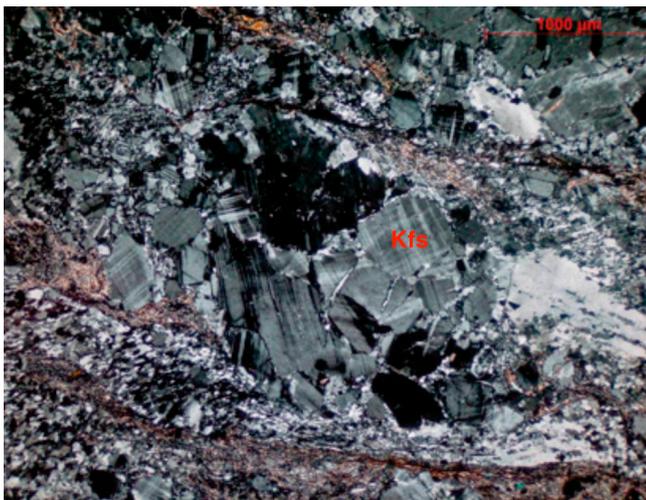
As sucessões de rochas metassedimentares da Formação Samburá, da Unidade Amargoso e da Unidade Santo Antonio (Grupo ou Megassequência Andrelândia), recobrem os ortogneisses Campos Gerais em discordância litológica e por tal razão são consideradas autóctones.



**Figura 3.5** - Xenólitos de ortogneisses (indicados por setas) no Granito Porto dos Mendes. Extração rudimentar de paralelepípedos e brita no nordeste da folha, área de Boa Esperança (0447126;7671864 UTM).



**Figura 3.6** - Textura equigranular definida por quartzo (Qtz), microclina (Kfs) e plagioclásio (Pl) no Granito Porto dos Mendes. Bt- biotita. Amostra do afloramento da foto 12, a nordeste de Boa Esperança (0447126;7671864 UTM).



**Figura 3.7** - Porfiroclastos de feldspatos (Kfs) e quartzo deformado e recristalizado sob condições de baixo grau metamórfico. Granito Porto dos Mendes milonítico ao sul de Boa Esperança (0444750; 7657600 UTM).

### 3.1.2.1. Formação Samburá

Esta unidade está representada, no norte da Folha Alfenas, por filitos e metaconglomerados polimíticos alterados, expostos nas margens do Lago de Furnas. Com o nível do lago baixo (verão 2014-2015), apareceram afloramentos a oeste de Campo do Meio como, por exemplo, na Ilha Comprida e na área onde há balsa para Itaci. Os filitos são cinza-prateados ou mostram cor de alteração amarelada; podem ser interpretados como metargilitos maciços ou laminados. O melhor afloramento de metaconglomerado estudado está em Itaci, na folha vizinha a oeste. O caráter polimítico é definido por seixos de variados tipos de quartzitos, metapelitos e vulcanitos félsicos. Ocorrem também blocos e matacões com até cerca de 2 metros de comprimento. Os fragmentos estão orientados definindo uma lineação em torno de 270/30; a matriz areno-argilosa ou vaquica define a clivagem filítica.

Além destes afloramentos encontrados nas margens da represa (com nível muito baixo de água) nesta parte norte da folha, área de colinas suaves, predominam colúvios sobre os quais existem muitas plantações, geralmente de café. Assim os limites da Formação Samburá foram inferidos com base na Folha Guapé (Valeriano et al., 2006b), e nos trabalhos de Simões e Valeriano (1990) e Valeriano (1992). A norte e noroeste nas folhas Guapé, Alpinópolis e Piumhi, a formação inclui conglomerados, diamictitos, arenitos e grauvacas líticos e metapelitos. O conjunto tem sido interpretado como depósito de leque deltáico em bacia de antepaís relacionada a Faixa Brasília (Simões e Valeriano, 1990; Valeriano, 1992; Castro e Dardane, 1996, 2000; Valeriano et al., 2007; Ribeiro et al., 2008). Uma síntese sobre o conhecimento e distribuição da unidade é apresentada no trabalho de Valeriano et al. (2007).

### 3.1.2.2. Unidade Amargoso - Metagrauvacas, Paragnaisses e Filitos

Esta unidade cobre em discordância ortognaisses do Complexo Campos Gerais. Ocupa uma área que vai da Serra do Amargoso em Campos Gerais para sudeste até a base da Serra do Paraíso a norte de Campos Gerais. Forma um sinclinal revirado na Serra do Amargoso e um anticlinal na bacia do Ribeirão do Sapê, por sua vez truncado por falha de empurrão na base Serra do Paraíso (cf. Mapa Geológico Folha Alfenas).

A unidade é uma sucessão com espessura mínima de 150 metros constituída por paragnaisses finos bandados, metagrauvacas feldspáticas maciças e metapelitos filíticos. As relações estratigráficas entre estas subunidades e sua proporção na sucessão ainda estão indefinidas; aparentemente na base predominam os paragnaisses e no topo filitos. Afloramentos frescos são raros, a maioria em córregos na bacia do Ribeirão do Sapê.

Os paragnaisses são rochas finas em camadas tabulares delgadas (1-10cm) com cores de alteração branca, avermelhadas ou amareladas, empilhadas em sucessões com vários metros de espessura gerando o aspecto geral de gnaiss bandado (Figuras. 3.8 e 3.9). Estas sucessões são interrompidas por bancos tabulares delgados a espessos (1-100cm) de gnaiss fino maciço (Figuras 3.9, 3.10), metapelitos ou metagrauvacas feldspáticas (Figura 3.11).

As metagrauvacas são rochas cinzentas ou esverdeadas (Figura 3.12) maciças ou com laminação muito fina (Figura 3.13). Estas rochas formam bancos tabulares delgados (1-10cm) a médios (10-30cm; Figura 3.14) empilhados em sucessões de espessuras mínimas métricas limitadas na base e topo por paragnaisse ou filito. Contêm grãos de tamanho de areia muito fina até granulo e seixo fino arredondados, espalhados em matriz pelítica.



**Figura 3.8** - Gnaiss fino bandado da Unidade Amargoso, em corte de estrada de terra entre Boa Esperança e Campos Gerais (0432544; 7660371 UTM).

São grãos de plagioclásio, epidoto, rochas ferruginosas finas, pouco quartzo, titanita e granada (?). Na matriz é possível identificar sericita, minerais opacos, quartzo, titanita, biotita (?) e granada. Estruturas e texturas primárias preservadas sugerem que estas metagrauvas registrem depósitos de fluxos de detritos arenosos. O arcabouço arenoso arredondado em abundante matriz pelítica indica que o arredondamento deve ser herdado. A composição rica em plagioclásio sugere plagioclásio grauvas ou grauvas vulcanoclásticas andesíticas como protólitos.

Com base nos aspectos de campo e petrográficos, é possível sugerir a correlação da Unidade Amargoso com o Xisto Costa ou com a Sequência Turbidítica, unidades paleoproterozoicas caracterizadas a norte da Folha Alfenas por Valeriano et al. (2007). Com base em idade

U-Pb (TIMS) em zircão de  $1721 \pm 9$  Ma, Valeriano et al. (2004b) sugerem que o Xisto Costa representa vulcanismo félsico de rifteamento estateriano. Dados U-PB em zircões (LA-ICP-MS) revelaram idades máximas em torno de 1.7Ga para metagrauvas da Unidade Amargoso corroborando a correlação com o Xisto Costas. Estes dados sugerem ainda atividade relacionada ao rifteamento Espinhaço na região sul de Minas Gerais.

### 3.1.2.3. Unidade Santo Antonio - Biotita-xisto da Megassequência Andrelândia

Este xisto forma uma faixa de rochas alteradas a norte de Três Pontas onde devem repousar sobre ortognaisses do embasamento. No entanto, como já mencionado no item 3.1.1.1. neste setor entre Três Pontas e Campos Gerais afloramentos são raros. Entretanto, as características típicas de xisto permitem reconhecê-lo mesmo quando muito alterado: saprolito maciço avermelhado com escamas de micas e de foliação além de lentes de quartzo centimétricas. Além disso, na continuidade para leste (Folha Nepomuceno) existem afloramentos de rochas frescas. A sul na Folha Machado também ocorre fresco. Trata-se de um biotita-xisto cujas características típicas são a homogeneidade, xistosidade anastomosada e lentes centimétricas de quartzo. A definição, posição e relações estratigráficas da unidade são comentadas no item seguinte, 3.2.

## 3.2. SISTEMA DE CAVALGAMENTO ILICÍNIA-PIUMHI E NAPPE DE PASSOS

No extremo norte da Folha Alfenas, nas serras dos Vilelas e da Boa Esperança, afloram quartzitos, filitos e xistos que continuam para norte nas folhas Guapé e Alpinópolis (cf. Valeriano et al. 2006a, b). Estas rochas constituem unidades do Grupo Araxá na *Nappe* de Passos e do Sistema de Cavalgamento Illicínia-Piumhi, mapeadas e definidas ou redefinidas por Valeriano e colaboradores (cf. Valeriano et al., 2007).

O Sistema de Cavalgamento Illicínia-Piumhi como definido por Valeriano (1992, após Simões & Valeriano, 1990) é uma unidade geotectônica da parte meridional da Faixa Brasília. Segundo Valeriano (1992) e Valeriano et al. (2000; 2007), as rochas pré-cambrianas da região ocorrem em três domínios tectônicos:

- a) interno incluindo as *nappes* de Araxá, de Passos, Guaxupé e Luminárias;
- b) externo com três segmentos: norte com o Sistema de Cavalgamento Externo, Furnas com o Sistema de Cavalgamento Illicínia-Piumhuí, e sul com a cobertura de margem passiva Andrelândia e embasamento alóctone;
- c) autóctone-parautóctone com o Grupo Bambuí, Formação Samburá e embasamento.



**Figura 3.9** - Gnaisse fino maciço da Unidade Amargoso no Ribeirão do Sapê, Fazenda Cachoeira Paraíso (0431838; 7659980 UTM).



**Figura 3.10** - Estrutura aparente maciça de gnaisse fino cinza-escuro da Unidade Amargoso. Detalhe da Figura 3.9; Fazenda Cachoeira Paraíso (0431838; 7659980 UTM).

As características dos três domínios e suas unidades, incluindo aspectos litoestratigráficos, tectônicos e geocronológicos são mostradas, entre outros trabalhos, em Valeriano (1992); Simões & Valeriano (1990) e Valeriano et al. (1995; 2000; 2004a, b; 2005). Valeriano et al. (2007) mostram uma tabela que condensa informações sobre os três domínios e suas unidades tectônicas e litoestratigráficas.

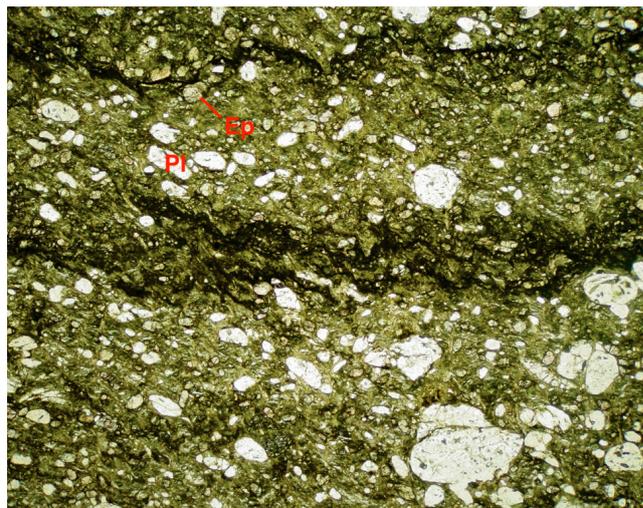
O domínio autóctone é representado na Folha Alfenas pelo embasamento e a Formação Samburá descritos no item 3.1.2. No domínio interno ocorrem quartzitos e metapelitos do Grupo Araxá na *Nappe* de Passos. No domínio externo ocorrem o Xisto Costas, Ortognaisse Milonítico e sucessões da Sequência Boa Esperança integrando o Sistema de Cavalcamento Ilícina-Piumhi.



**Figura 3.11** - Bancos delgados (1-10cm) de metagrauvaca maciça esverdeada sobre gnaisse fino bandado interpretado como paragnaisse da Unidade Amargoso. Estrada de terra Boa Esperança - Campos Gerais (0422556; 7657727 UTM).



**Figura 3.12** - Fragmentos de feldspatos e matriz pelítica cinza definindo metagrauvaca maciça da Unidade Amargoso. Estrada de terra Boa Esperança - Campos Gerais (0429860; 7657701 UTM).



**Figura 3.13** - Filmes de material escuro carbonoso crenulados definindo laminação em metagrauvaca. A fotomicrografia (luz não polarizada) mostra clastos arredondados, a maioria feldspatos (PI- plagioclásio) e epidoto (Ep) em matriz pelítica esverdeada. Amostra do mesmo ponto da Figura 3.12 (0429860; 7657701 UTM).



**Figura 3.14** - Bancos tabulares delgados de metagrauvaca maciça e alterada da Unidade Amargoso (0429841; 7657755 UTM).

### 3.2.1. Xisto Costas

Este xisto está mal exposto e alterado no norte da folha. Na Folha Guapé a norte, foi descrito por Valeriano et al. (2007) como *“muscovita xisto feldspático muito homogêneo rico em epidoto”*. Com base na composição e presença de zircões idimórficos foi inferido um protólito de origem vulcânica para o xisto. Idades U-Pb (TIMS) em torno de 1.7Ga levaram os autores a relacionar o xisto a rifteamento estateriano (cf. Valeriano et al., 2004b). Idades semelhantes em torno de 1.7Ga foram obtidas em zircões de metagrauvaca da Unidade Amargoso (vide secção anterior) reforçando a correlação entre as rochas desta unidade e o Xisto Costas.

### 3.2.2. Ortognaisse milonítico

No norte da Folha Alfenas, ocorrem metagranitoides sobre sucessões metassedimentares da Sequência Boa Esperança. São metagranitoides muito deformados, localmente miloníticos. Suas características de campo e continuidade na Folha Guapé permitiram correlacioná-los com a unidade “Granitos e ortognaisse miloníticos-A3ymil” da Folha Guapé (Valeriano et al., 2006b; 2007). Granitoides da mesma unidade nas folhas, Alpinópolis e Guapé, forneceram idades arqueanas, incluindo idade U-Pb em zircão de  $2936 \pm 13$  Ma (cf. Valeriano et al., 2004; 2007).

### 3.2.3. Sequência Serra da Boa Esperança

Quartzitos e metapelitos filíticos alterados, que ocorrem no norte da Folha Alfenas, constituem uma unidade que tem continuidade física com as sucessões quartzíticas da Sequência Serra da Boa Esperança na Folha Guapé (cf. mapa- Valeriano et al., 2006b). Por tal razão, foram incluídos nesta unidade.

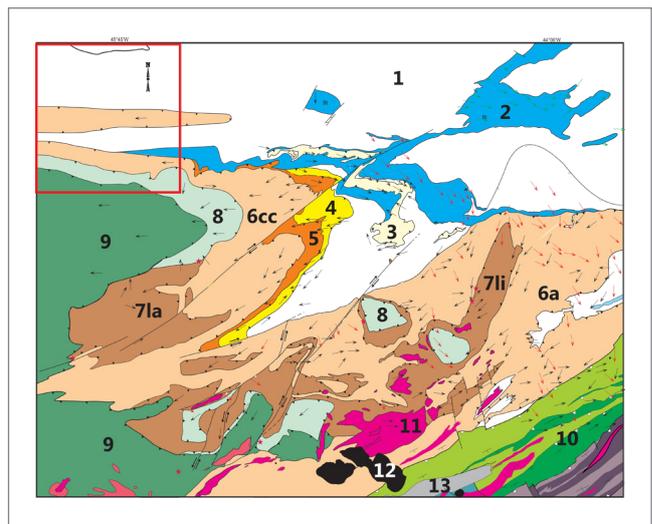
O termo Sequência Boa Esperança foi criado originalmente por Valeriano (1992) para denominar uma sucessão de quartzitos, filitos e intercalações de quartzo conglomerado que ocorrem sob a *Nappe* Passos, desde Carmo do Rio Claro até a Serra da Pimenta em Piumhi (cf. Valeriano et al., 1995; 2007). Valeriano (1992) distinguiu duas sucessões, uma com predomínio de quartzitos outra com predomínio de filitos. A primeira, quartzitos e sericita filitos aflora na parte norte da Folha Alfenas.

### 3.2.4. Grupo Araxá - *Nappe* Passos

No noroeste da Folha Alfenas existe uma sucessão de quartzitos, filitos e xistos finos pelíticos em continuidade física com as unidades do Grupo Araxá na Folha Guapé. Na base ocorrem muscovita xistos que passam quartzo xistos com bancos de quartzitos. Estes ganham espessura e passam a predominar definindo uma unidade de quartzitos tipo “quartzito Furnas” (cf. Valeriano et al., 2007). No topo, também em contato gradual, predominam muscovita xistos e quartzo xistos. Os quartzitos normalmente contêm, além de quartzo, muscovita, turmalina, ilmenita, zircão, rutilo e monazita. O quartzo pode incluir mica branca e clorita, as vezes formando peixes de mica. Grãos detríticos de zircão de um quartzito na Serra da Ventania (Folha Alpinópolis) fornecem um espectro de idades U-Pb (TIMS e LA-ICPMS; Valeriano et al., 2004b). Ocorrem idades arqueanas de 3.3 Ga e 2.4-2.5 Ga e paleoproterozoicas no intervalo 2.2-1.9 Ga. Um grão de zircão concordante forneceu idade de  $1336 \pm 6/-7$  Ma e um grão de monazita detrítica idade de ca. 2.12 Ga (cf. Valeriano et al., 2004b; 2007).

### 3.3. SISTEMA DE *NAPPES* ANDRELÂNDIA

Na Folha Alfenas o sistema de *nappes* Andrelândia é composto pelas *nappes* Carmo da Cachoeira e Varginha (Figura 3.15). A *Nappe* Carmo da Cachoeira inclui as unidades neoproterozoicas São Vicente e Arantina da Megassequência Andrelândia, descritas no item 3.3.2. A *Nappe* Varginha é composta pela Unidade Arantina em fácies ganulito e uma lasca basal de embasamento, o Ortognaisse Gaspar Lopes.



**Figura 3.15** - As *nappes* Carmo da Cachoeira (6) e Varginha (8) na Folha Alfenas 1:100.000 (retângulo vermelho).  
 Legenda: 1- embasamento e 2- sucessões metassedimentares no domínio autóctone. 3- Klippe Carrancas. *Nappes*: 4- Luminárias, 5- São Tomé das Letras, 6- Andrelândia (a) / Carmo da Cachoeira (cc), 7- Liberdade (li) / Lambari (la). 8- Varginha e Klippen correlatas. 9- Socorro-Guaxupé. 10- unidades da Faixa Ribeira. 11- granitoides neoproterozoicos. Estrela- retroeclogito. Setas- lineações relacionadas às faixas Brasília (preta) e Ribeira (vermelha). 12- Maciços Alcalinos Cretáceo/Cenozoico. 13- Bacia Cenozoicas. Modificado de Trouw et al., 2013.

#### 3.3.1. Embasamento no Sistema de *Nappes* - Ortognaisse Gaspar Lopes

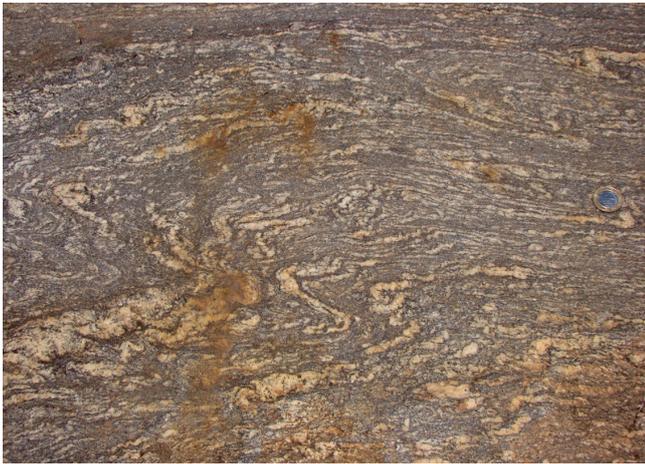
Este ortognaisse ocorre em lajedos frescos e alterados, formando uma faixa desde a localidade de Gaspar Lopes, logo a norte de Alfenas, até o sudoeste de Três Pontas. É um metagranitoide médio a grosso com megacristais de K-feldspato de até cerca de 5cm. Outra característica é a presença de granada fina disseminada na rocha (Figura 3.16). Foram observados também leitões de quartzo feldspáticos em estrutura migmatítica (Figuras 3.17 e 3.18). Localmente, ocorrem zonas miloníticas, com espessuras milimétricas a decimétricas, de dois tipos: paralelas à foliação (Figura 3.19) e cortando a foliação, estas em zonas subverticais destrais de rumo NE-SW (vide item 4).



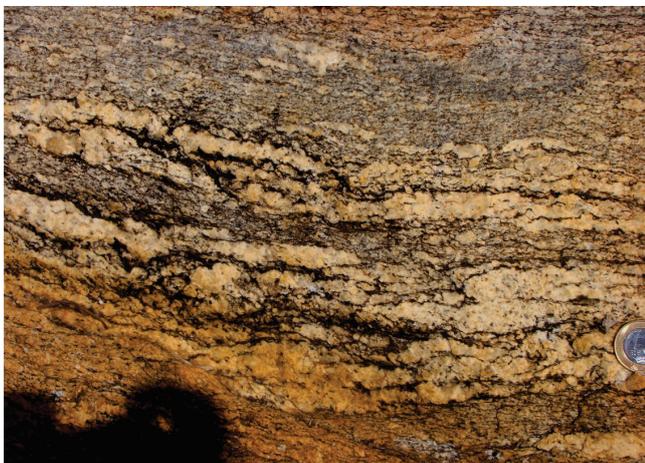
**Figura 3.16** - Megacristais de feldspato, matriz granítica com granada fina disseminada e lâminas escuras miloníticas. Ortognaisse Gaspar Lopes em Gaspar Lopes localidade logo a norte de Alfenas (0403233;7637830 UTM).



**Figura 3.19** - Banda escura milonítica e foliação protomilonítica no Ortognaisse Gaspar Lopes e sudoeste de Três Pontas (0424083; 7632229 UTM).



**Figura 3.17** - Leitos quartzo feldspáticos paralelos à foliação, ambos definindo dobras no Ortognaisse Gaspar Lopes. Lajedo cerca de 4km a sudeste de Córrego do Ouro (0424083;7632229 UTM).



**Figura 3.18** - Leitos quartzo feldspáticos bordejados por lamina de biotita em Ortognaisse Gaspar Lopes. Lajedo cerca de 4km a sudeste de Córrego do Ouro (0424083; 7632229 UTM).

A mineralogia essencial é quartzo, K-feldspato e plagioclásio, definindo composição monzogranítica a granodiorítica, e biotita. Hornblenda e muscovita ocorrem localmente. Acessórios comuns são epidoto, allanita, apatita, titanita, minerais opacos, rutilo e zircão. Em uma pequena exploração inativa (0403860; 7635836 UTM), foram observadas manchas irregulares esverdeadas tornando o aspecto de campo da rocha similar ao dos ortognaisses esverdeados da *Nappe* Guaxupé.

O ponto tríplice gerado pelo contato do ortognaisse sobre sucessões das unidades São Vicente e Arantina na *Nappe* Carmo da Cachoeira sotoposta e a forma de ocorrência em lentes na base dos cianita granulitos da *Nappe* Varginha, tanto na Folha Alfenas como a leste na Folha Varginha, levaram a interpretação que estas lentes de ortognaisse são lascas tectônicas de embasamento na base da *Nappe* Varginha.

Na Folha Varginha uma lente de ortognaisse, semelhante a da base da *Nappe* Varginha, forneceu idade U-Pb em zircão de  $2050 \pm 50$  (Trouw et al., 2008). O modo de ocorrência e as características de campo e petrográficas permitem correlacionar este ortognaisse com o Ortognaisse Gaspar Lopes e supor que ambos fazem parte do embasamento Pré-Neoproterozoico.

### 3.3.2. Sucessões Neoproterozoicas no Sistema de *Nappes* Andrelândia

Na Folha Alfenas afloram sucessões das unidades São Vicente e Arantina da Megassequência Andrelândia. Elas constituem, junto com lascas de embasamento, as *nappes* Carmo da Cachoeira e Varginha do sistema de *nappes* Andrelândia (Figura 3.19).

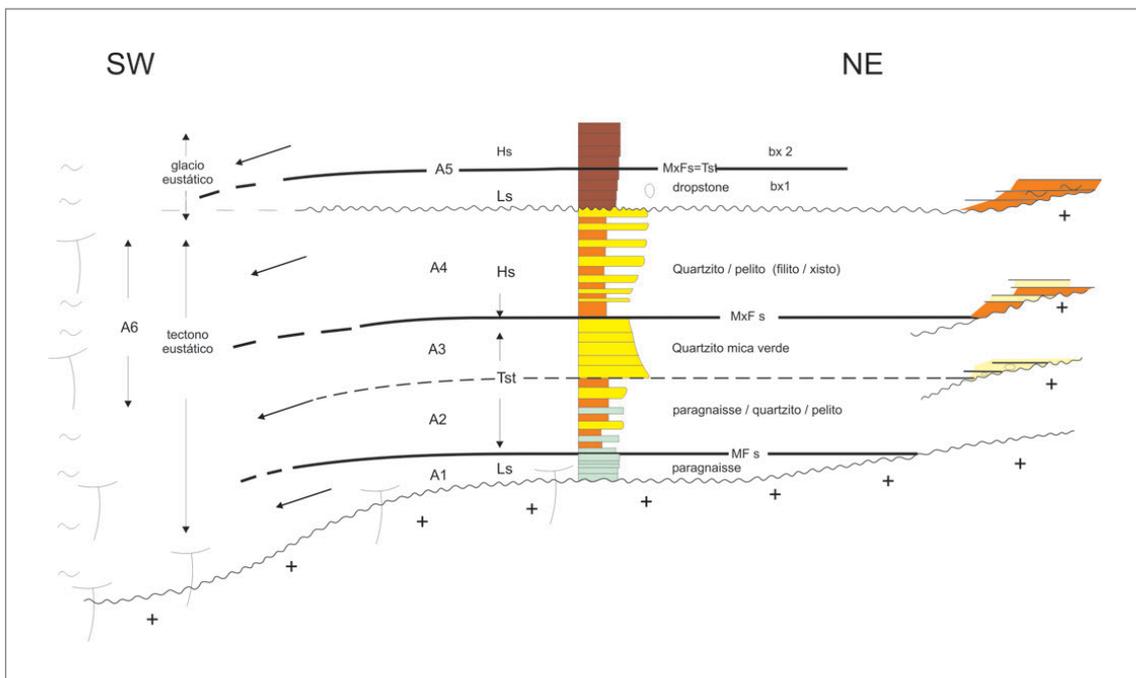
A Megassequência Andrelândia, conforme definida por Paciullo et al. (2000), inclui seis associações de litofácies, constituídas por rochas metassedimentares e metaígneas. Estas associações, A1 até A6, representariam depósitos de uma margem passiva na borda do Paleocontinente São Francisco (Figura 3.20). As associações A5 e A6 tem sido também interpretadas como depósitos de antepaís relacionados à colisão dos paleocontinentes Paranapanema e São Francisco (Campos Neto e Caby, 1999, 2000; Campos Neto et al., 2004; Belém et al., 2011; C. Trouw, 2008; Santos, 2011).

Durante o Projeto Sul de Minas, parceria UFRJ-COMIG (cf. Paciullo et al. 2003) as seis associações de litofácies, definidas por Paciullo et al. (2000), foram reunidas em cinco unidades de mapeamento, da base para o topo denominadas: São Vicente (reunindo as associações A1+A2), São Tomé das Letras (A3), Campestre (A4) e Santo Antonio (A5). A sexta, Unidade Arantina (A6), representaria a continuidade lateral das cinco primeiras em ambiente mais profundo na bacia original e (A6g), esta mesma unidade em fácies granulito.

A Unidade São Vicente reúne as associações basais A1 e A2; A1 contendo paragnaisse bandado, anfíbolito, rochas metaltramáficas e metachert e A2 com paragnaisse bandado, quartzitos, filitos e xistos pelíticos. A transição de A1 para A2 é gradual, desaparecem rochas máficas e ultramáficas com o aumento da proporção de metapelitos e quartzitos. Bancos de quartzitos bem

desenvolvidos no topo da associação A2 marcam a passagem para associação A3, a Unidade São Tomé das Letras. Esta é composta por quartzitos e quartzos xistos com mica esverdeada. A passagem para a Unidade Campestre pode ser brusca, como na área de Carrancas, ou gradual e lateral, como na área de Luminárias, a sudeste da Folha Alfenas. A Unidade Campestre inclui filito carbonoso, filitos e xistos pelíticos micáceos e quartzitos da associação A4. A Unidade Santo Antonio é composta pelos biotita-xistos da associação A5. Ao sul da linha Lavras-São João del Rei, os biotita-xistos cobrem desde o embasamento até as sucessões de topo da Unidade Campestre. Este truncamento é interpretado como uma discordância regional (cf. Paciullo et al., 2000).

As sucessões destas cinco unidades passam lateralmente para associação A6, rebatizada ou que constitui a unidade de mapeamento Arantina. Esta unidade engloba mica xistos e paragnaisse com intercalações de anfíbolitos, rochas metaltramáficas, rochas calcissilicáticas e granada quartzitos. Nos quartzitos, a granada pode ser almandina ou espessartita e as rochas então interpretadas como metachert ferruginoso ou manganífero (gondito), respectivamente. Na fácies granulito, a associação recebe a sigla g, sendo então A6g. As rochas de origem pelítica e semi-pelítica são cianita granulitos; as rochas básicas plagioclásio granada diposídio metabasitos ou granulitos máficos. A seguir são descritas as unidades São Vicente e Arantina na Folha Alfenas.

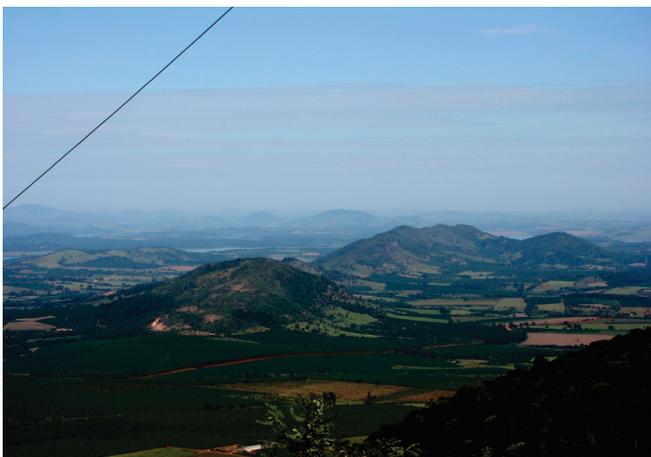


**Figura 3.20** - Distribuição das associações de litofácies da Megassequência Andrelândia em uma margem passiva na borda sul do Paleocontinente São Francisco, segundo interpretação em Trouw et al., 2011. A1 até A6 associações de litofácies; + embasamento. Tratos de sistema: Ls- mar baixo, Tst- transgressivo, Hs- mar alto. Superfícies de inundação: MFs- marinha e MxFs- máxima. Correspondência com as unidades de mapeamento definidas em Paciullo et al., 2003: São Vicente- associação A1 e A2; São Tomé das Letras- A3; Campestre- A4, Santo Antonio- A5, Arantina- A6 e Arantina em fácies granulito- A6g.

### 3.3.2.1. Unidade São Vicente

Esta unidade consiste de biotita gnaisses e intercalações de quartzitos e filitos. Aflora na *Nappe* Carmo da Cachoeira formando as serras de Mato Dentro, Paraíso, Macuco, Fortaleza e baixadas adjacentes na área de Campos Gerais (Figura 3.21). Ocorre também em uma faixa com poucos afloramentos de saprólitos, desde Três Pontas passando por Córrego do Ouro até o limite oeste da folha. As duas faixas parecem se unir a oeste da Folha Alfenas, em um antiformal fechado com embasamento no núcleo.

Os biotita gnaisses são rochas de granulação fina a média de dois tipos, homogêneos ou bandados (Figura 3.22). O bandamento é definido por camadas tabulares delgadas (1-10cm) cinzentas com maior ou menor proporção de biotita (Figura 3.23). O contato entre as



**Figura 3.21** - Biotita gnaisses mergulhando para sul na Serra da Fortaleza e baixada adjacente a norte. Vista para sudoeste desde a Serra do Paraíso, Campos Gerais.



**Figura 3.22** - Biotita gnaisses bandado (camadas tabulares delgadas cinzentas, escuras e claras) com veios quartzo feldspáticos paralelos ao bandamento e a foliação. Unidade São Vicente na área do Sítio Boqueirão, Serra do Paraíso, Campos Gerais (0426258; 7654334 UTM).



**Figura 3.23** - Camadas tabulares delgadas (1-10cm) cinzentas definindo discreto bandamento composicional e leitos de quartzo feldspáticos em biotita gnaisses da Unidade São Vicente, a leste de Campos Gerais (0402869; 7651801 UTM).

camadas ou “bandas” geralmente é nítido e brusco. Ambas fácies, maciça e bandada, podem encaixar leitos quartzo-feldspáticos delgados com contatos bruscos ou gradacionais e paralelos à foliação dos gnaisses (Figura 3.22). Localmente, estes leitos cortam as camadas e mais raramente são bordejados por finas lâminas de biotita.

Nos dois tipos de gnaisses, maciço e bandado, ocorrem essencialmente quartzo, plagioclásio, biotita e epidoto. K-feldspato, muscovita, titanita, apatita e zircão são acessórios comuns. Localmente, ocorrem estilpnomelana e hornblenda.

Os quartzitos formam camadas tabulares delgadas (1-10cm), médias (10-30cm) e espessas (30-100cm), empilhadas em sucessões de espessuras até decamétricas intercaladas nos biotita gnaisses. Filitos e xistos finos prateados ou cinzentos formam bancos delgados até espessos intercalados nos quartzitos ou, mais raro, isolados no biotita gnaisses.

### 3.3.2.2. Unidade Arantina

Na Folha Alfenas, esta unidade inclui muscovita-biotita xistos e gnaisses, quartzitos micáceos, granada quartzitos maciços (metachert ferruginoso), rochas calcissilicáticas, metamáficas e metaultramáficas. No entanto, predominam muscovita xisto e cianita granulito, conforme descrito abaixo. As rochas registram fácies anfíbolito e granulito formando, respectivamente, as associações A6 e A6g da unidade. A sucessão em fácies anfíbolito -A6 ocorre na *Nappe* Carmo da Cachoeira, a sul de Três Pontas. As rochas granulíticas, junto com o Ortognaisses Gaspar Lopes, constituem a *Nappe* Varginha. Em geral, os afloramentos são de rochas alteradas mas, nas vizinhanças de Três Pontas, na Folha Nepomuceno, uma pedreira inativa exibe rochas frescas

e bem expostas, típicas da unidade (0450744; 7632041; cf. Trouw et al., 2000, 2011).

Muscovita xisto - na fácies anfibolito predomina um cianita-granada-biotita-muscovita xisto, no qual se intercalam bancos delgados (1-10cm) até muito espessos (até cerca 5m) de quartzo xisto e quartzito micáceo e, localmente, de granada quartzito e anfibolito. Em quartzitos desenvolvidos intercalam-se camadas de xistos (Figura 3.24). Estas rochas podem, localmente, encaixar lentes quartzo-feldspáticas centimétricas. A mineralogia essencial dos xistos é muscovita, biotita, quartzo, granada e cianita. Rutilo, zircão e minerais opacos são acessórios comuns. Plagioclásio pode ocorrer em quantidades acessórias ou maiores, neste caso localmente gerando transições a muscovita gnaiss. Silimanita e estauroлита foram descritas, a sul na Folha Machado, por Oliveira (2007, 2010).

Cianita granulito – é um paragnaisse com abundante granada, cianita e K-feldspato, sem muscovita primária. Ocorrem transições a gnaisses quartzosos e cianita quartzito. O paragnaisse mesmo alterado é muito rico em granada e cianita (Figura 3.25) e forma camadas delgadas (1-10cm) até espessas (cerca 1m; Figura 3.26) empilhadas em sucessões até decamétricas. Estas sucessões são interrompidas por bancos delgados de granada quartzito (metachert ferruginoso) e rochas calcissilicáticas e corpos de espessuras até métricas de granada-plagioclásio-diopsídio metabasito.

O cianita granulito ou paragnaisse contém quartzo e K-feldspato e abundantes porfiroblastos de granada e cianita (Figura 3.27). Na matriz ocorre menor proporção de biotita, plagioclásio, rutilo, titanita, minerais opacos e traços de zircão e carbonato. Mica branca pode ocorrer substituindo minerais como cianita e feldspatos. No topo da *Nappe* Varginha pode ocorrer silimanita (Figura 3.28) como já observou Peternel (2005).



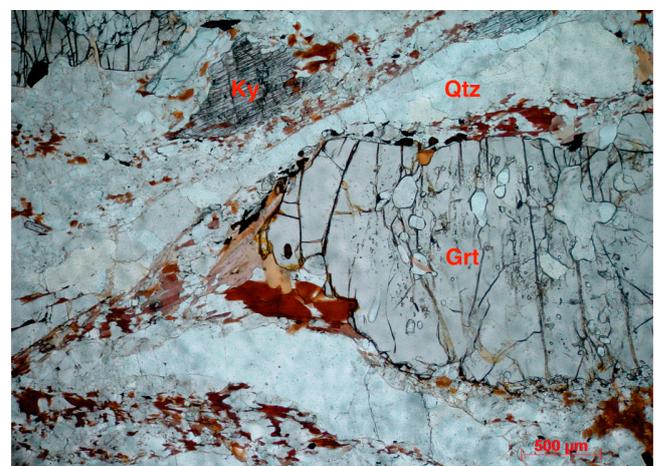
**Figura 3.24** - Intercalações de muscovita xisto (níveis escuros) em quartzito micáceo, Unidade Arantina, *Nappe* Carmo da Cachoeira. Saibreira cerca de 5km a sudoeste de Três Pontas (0440685;7631851 UTM)



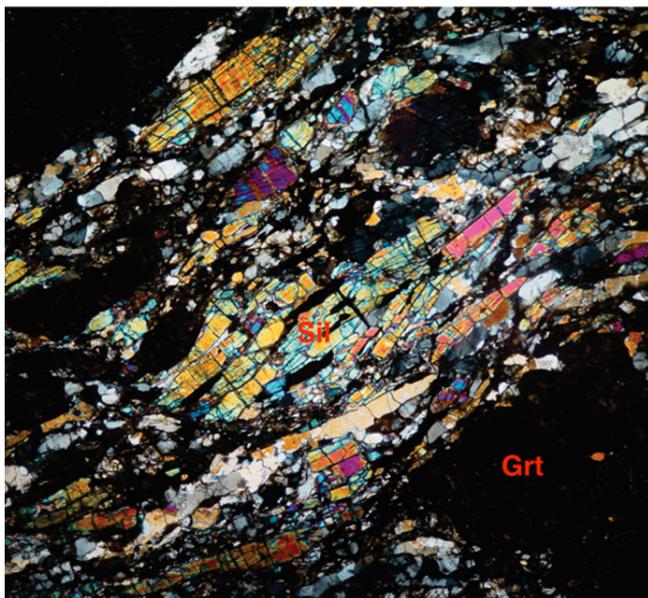
**Figura 3.25** - Abundante granada e cianita em paragnaisse granulítico da Unidade Arantina, associação A6g. Sudoeste de Três Pontas (0442283;7630134 UTM).



**Figura 3.26** - Empilhamento de bancos decimétricos de granada-cianita paragnaisse granulítico alterado da associação A6g. Unidade Arantina a norte de Alfenas (0402854; 7635593 UTM).



**Figura 3.27** - Granada (Grt), cianita (Ky) biotita vermelha e matriz de quartzo (Qz) e K-feldspato (parte clara da rocha) em paragnaisse da Unidade Arantina a norte de Alfenas (0402854; 7635593 UTM).



**Figura 3.28** - Silimanita (Sil) ao longo da foliação em paragneisse granulítico. GRT-granada. Unidade Arantina, *Nappe* Varginha, sudoeste de Três Pontas (0442283;7630134 UTM)

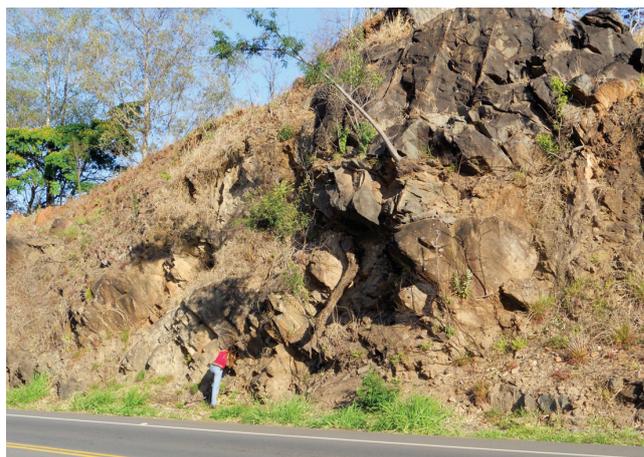
### 3.4. UNIDADES NO LOBO GUAXUPÉ - NAPPE SOCORRO GUAXUPÉ

Na parte sul da Folha Alfenas, afloram ortognaisses, a maioria esverdeados, da base da *Nappe* Socorro-Guaxupé. Por seu aspecto de campo, estes ortognaisses foram reunidos em duas unidades de mapeamento Elói Mendes- ortognaisses esverdeados a maioria graníticos e granodioríticos e Alfenas- ortognaisse rosado granítico. As duas estão expostas também a sul na Folha Machado. Dados de análises químicas de rochas destas unidades, incluindo amostras da Folha Alfenas, estão reportados no relatório da Folha Machado 1:100.000.

A área onde afloram estes dois tipos de ortognaisses, esverdeado e rosado, corresponde a dos granulitos basais da *Nappe* Socorro-Guaxupé, conforme conceito de Campos Neto & Caby (1999, 2000) e Campos Neto et al. (2004; Figura 2.3). Segundo os autores, ocorrem granada-biotita-ortopiroxênio granulitos bandados, enderbíticos a charnoenderbíticos, com intercalações locais decimétricas de gabro-norito gnaiss e, no topo da unidade, de granada-biotita-plagioclásio gnaiss peraluminoso. A assinatura calcioalcalina e composição intermediária dos granulitos enderbíticos basais indicaria protólitos ígneos de arco magmático. Nestas rochas, os autores observaram estruturas estromáticas definidas por leitos enderbíticos, charnoquíticos e de granada mangeritos. No topo da unidade granulítica basal, mencionam a passagem dos granulitos para “biotita-hornblenda gnaisses tonalíticos a granodioríticos, contendo lentes de rochas metabásicas e bandas estromáticas brancas de composição leuco-tonalítica a trondhjémítica”.

#### 3.4.1. Ortognaisse Elói Mendes - Ortognaisses Esverdeados

Trata-se de um conjunto de ortognaisses muito mal expostos na Folha Alfenas. Os melhores afloramentos são cortes na BR-491(Figura 3.29), estradas vicinais e em uma pedreira a sul de Alfenas (Pedreira Santa Terezinha; 0399002; 7627099 UTM). O nome da unidade vem da folha Elói Mendes 1:50.000 na Folha Machado 100.000, onde estes ortognaisses ocupam uma grande área e formam paredões e serras (Figura 3.30). São ortognaisses esverdeados, a maioria médios a grossos, equigranulares ou com megacristais de feldspatos e, geralmente, com granada e fitas de quartzo (Figura 3.31). Na maioria dos afloramentos, a aparência é de rocha maciça, exceto pela xistosidade; em outros os ortognaisses mostram discreto bandamento paralelo à xistosidade (Figura 3.32). As rochas alteradas assumem variadas cores, sendo comum branca, avermelhada e amarelada (Figuras. 3.31, 3.32).



**Figura 3.29** - Ortognaisse Elói Mendes mergulhando para sudoeste na BR-267 entre Elói Mendes e Paraguaçu (0404868; 7685616 UTM).



**Figura 3.30** - Paredão de Ortognaisse Elói Mendes na Serra da Concórdia ao sul de Paraguaçu (0422561; 7614254 UTM).

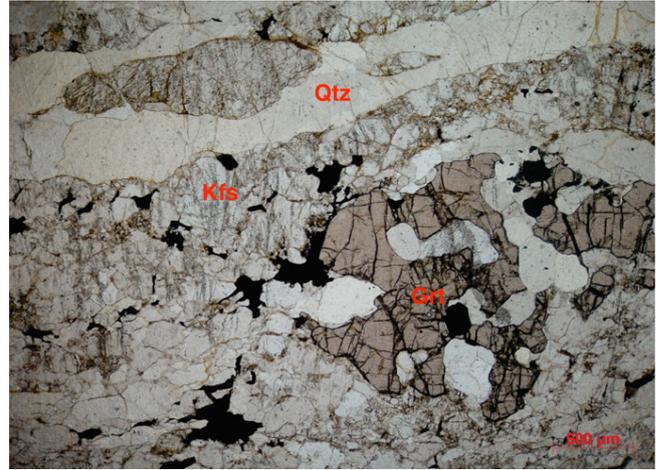


**Figura 3.31** - Quartzo ao longo da foliação (textura mortar) em gnaiss esverdeado alterado. Ortognaisse Elói Mendes próximo ao Rio Verde a nordeste de Elói Mendes, Folha Machado 1:100.000 (0445313, 7612670 UTM).



**Figura 3.32** - Ortognaisse Elói Mendes com foliação paralela a bandamento composicional mergulhando para sul nas margens do Lago de Furnas a sul de Pontalete (0431152; 7626422 UTM).

Amostras analisadas têm composição granítica a quartzo-diorítica, com quartzo, microclina, ortoclásio e plagioclásio, biotita, granada e hornblenda. Acessórios verificados são titanita, apatita e zircão. Espinélio ocorre associado a minerais opacos. O anfibólio pode formar lâminas máficas associado à granada. O quartzo geralmente aparece em textura fitada (Figuras. 3.31, 3.33). Clinopiroxênio e ortopiroxênio podem estar presentes; em muitos pontos, são relictos substituídos por anfibólio e/ou biotita. Um bom afloramento com ortopiroxênio fresco é na Pedreira Santa Terezinha, em Alfenas (0399002; 7627099 UTM). Segundo Souza et al. (2012), estes ortognaisses são granulitos que registram intenso retrometamorfismo, sendo raramente possível observar



**Figura 3.33** - Granada (Grt) e, na parte superior, fita de quartzo (Qtz) e K-feldspato (Kfs) no Ortognaisse Elói Mendes (0445313, 7612670 UTM).

litotipos sem presença de minerais hidratados, como hornblenda, biotita e intercrescimentos de vários tipos de anfibólios. Barros (2012) e Barros e Moraes (2012) descrevem granulitos máficos e félsicos. O máficos contém ortopiroxênio, diopsídio, plagioclásio, magnetita e biotita e hornblenda retrometamórficas; os félsicos têm quartzo e granada ao invés de diopsídio.

Intercalações de corpos aparentemente lenticulares de espessuras até métricas de rochas muito alteradas metamáficas e/ou metaultramáficas (?) foram encontradas em um corte da BR-439 a sudeste de Alfenas (0404708, 7625607 UTM).

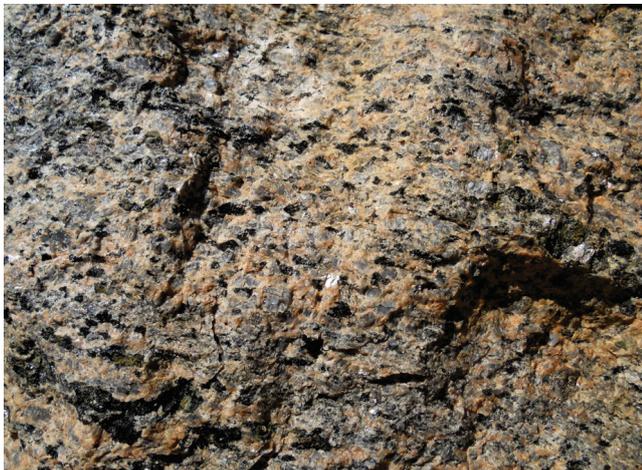
A transição do ortognaisse esverdeado para o ortognaisse rosado granítico da Unidade Alfenas pode ser brusca ou gradual, neste caso marcada pelo progressivo “esverdeamento” do ortognaisse rosado.

### 3.4.2. Ortognaisse Alfenas - Metagranito Rosado

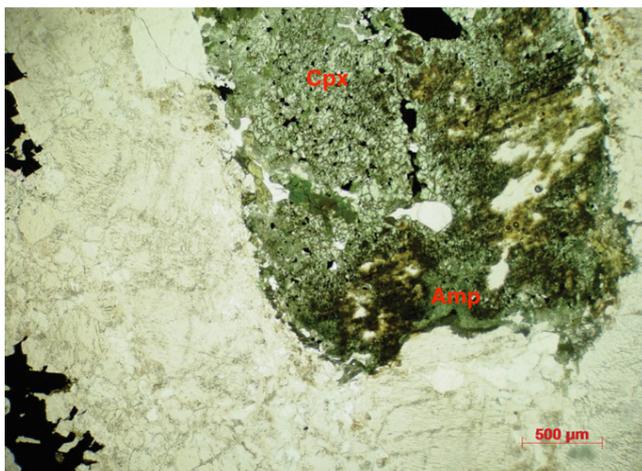
Trata-se de ortognaisse rosado granítico em dois corpos lenticulares de extensão quilométrica encaixados no ortognaisse esverdeado Elói Mendes. A rocha ocorre em lajedos frescos (Figura 3.34) e afloramentos alterados com cores brancas até avermelhadas. Se destaca por ser um metagranito rosado equigranular grosso rico em minerais máficos (Figura 3.35). É composta essencialmente por quartzo, microclina e aglomerados máficos contendo clinopiroxênio, anfibólio verde, biotita e minerais opacos isolados ou inclusos nos minerais máficos. O piroxênio é parcialmente substituído por anfibólio (Figura 3.36) e ambos por epidoto e carbonato. A biotita ocorre em cristais grossos isolados ou vermiciformes (simplectitas) finos no contato biotita-feldspato. O plagioclásio ocorre incluso na microclina ou na matriz recristalizada junto com quartzo e K-feldspato. Titanita, apatita e zircão são acessórios comuns.



**Figura 3.34** - Lajedão de Ortognaisse Alfenas na saída oeste de Alfenas para a BR-469 (0396894; 7629111 UTM).



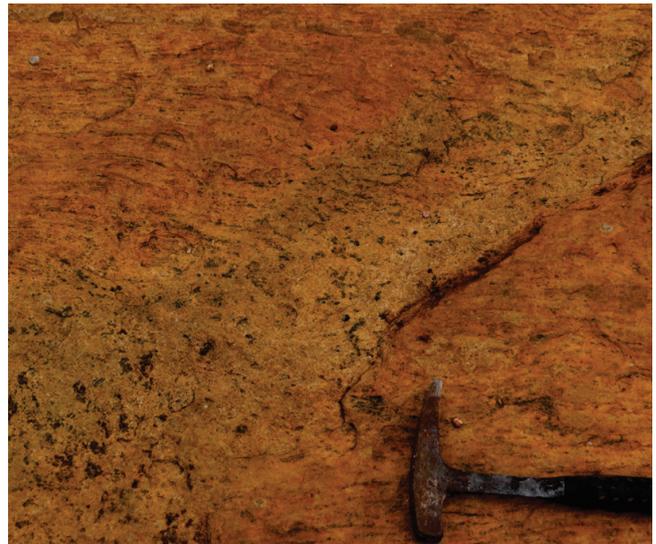
**Figura 3.35** - Xistosidade mais ou menos definida por concentrações de minerais máficos em metagranito rosado. Ortognaisse Alfenas próximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas (0396894; 7629111 UTM).



**Figura 3.36** - Piroxênio verde-claro (clinopiroxênio - Cpx) parcialmente substituído por anfibólio (Amp) no Ortognaisse Alfenas. Afloramento próximo a trevo da BR-491 a oeste de Alfenas (0396893; 7629102 UTM).

### 3.4.3. Relações de Campo Entre os Ortognaisses Rosado e Esverdeado

Em alguns pontos, como na periferia de Alfenas (Figura 3.35) o ortognaisse rosado passa a esverdeado mas mantém sua composição granítica. Em outros o limite entre as rochas esverdeada e rosada é brusco. Ocorrem também delgados veios tabulares ou diques de rocha granítica grossa rosada no ortognaisse esverdeado (Figura 3.37). Possivelmente estes veios registram fusão parcial em fácies anfibolito alto ou granulito, processo que daria origem ao ortognaisse rosado granítico. Estudos detalhados, em pedreiras e grandes afloramentos da região, sobre o metamorfismo e origem de veios graníticos e charnockíticos nestes ortognaisses vêm sendo regularmente realizados pelo Professor Renato de Moraes e equipe da USP (cf. Lima, 2011; Barros, 2012; Barros e Moraes, 2012; Alexandre, 2012; Alexandre et al., 2012; Souza et al., 2012; Silva e Moraes, 2012).



**Figura 3.37** - Contato ora difuso ora brusco de veio granítico encaixado em ortognaisse esverdeado na Serra do Alemães em Serrania, ao sul de Alfenas (0394987; 7613584 UTM).

## 3.5. ROCHAS METAMÁFICAS E METAULTRAMÁFICAS NA FOLHA ALFENAS

### 3.5.1. Anfibolitos

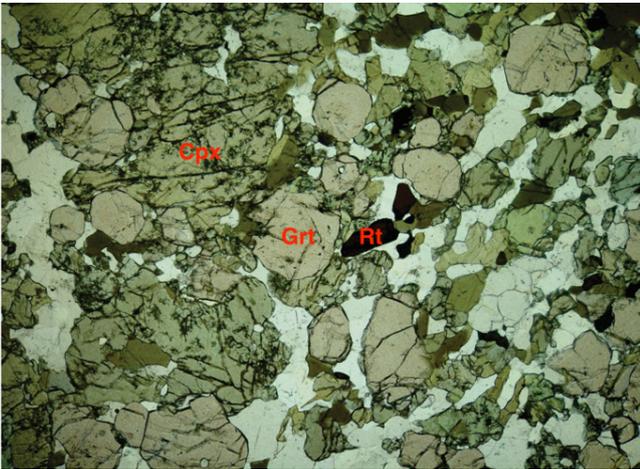
Foram encontrados encaixados no Ortognaisse Campos Gerais, nos paragnaisses da Unidade São Vicente e nos muscovita xistos da Unidade Arantina. Nos três casos formam corpos de espessuras aparentes métricas isolados nas encaixantes. As rochas encontradas estão bastante alteradas; em amostras semi-frescas foi possível reconhecer hornblenda e plagioclásio e menor proporção de quartzo e minerais opacos.

### 3.5.2. Granulito Máfico

Um metabasito granulítico, com cerca de 5 metros de espessura, mínima ocorre intercalado no cianita granulito da *Nappe Varginha* a sul de Três Pontas. A rocha contém granada, diopsídio, anfibólio, biotita, plagioclásio e quartzo, além de rutilo e minerais acessórios. Localmente, clorita substitui os minerais máficos. A associação plagioclásio-dipsídio-granada define fácies granulito em rochas máficas (Figura 3.38).

### 3.5.3. Rochas Metaultramáficas

Talco-clorita xisto, talco xisto e clorita xisto sempre muito alterados foram encontrados em corpos descontínuos de espessuras aparentes até métricas encaixados em ortognaisses do embasamento (Figura 3.39).



**Figura 3.38** - Granada (Grt), diopsídio (Cpx - verde-claro), hornblenda (verde), rutilo (Rt) plagioclásio e quartzo (incolores). Granulito máfico encaixado em cianita granulito; Unidade Arantina a sudoeste de Três Pontas (0442481; 7629622 UTM).



**Figura 3.39** - Rochas metaultramáficas com crosta ferruginosa e possíveis rochas máficas associadas, tudo muito alterado, Embasamento a norte de Três Pontas (0445745; 7642679 UTM).

Localmente ocorrem em associação com crosta ferruginosa. Ao sul de Campos Gerais formam uma faixa contínua de afloramentos rasteiros e barrancos com pelo menos 8 km de extensão (Figura 3.40).



**Figura 3.40** - Rocha metaultramáfica na Folha Alfenas - talco xisto rasteiro e alterado no embasamento ao sul de Campos Gerais (0419360; 7642768 UTM).

### 3.6. DIQUES DE DIABÁSIO

Diques de diabásio subverticais de rumo NW-SE e NE-SW foram encontrados na parte nordeste da folha, próximo à Boa Esperança. São afloramentos isolados, a maioria de rochas alteradas em área de ortognaisses Campos Gerais e do Granito Porto dos Mendes. As rochas frescas em blocos de esfoliação esferoidal têm matriz escura fina e, localmente, fenocristais de plagioclásio de até dois centímetros de comprimento. Um dique maciço fino, com rumo E-W e espessura mínima de dois metros ocorre em área do biotita gnaiss fino da Unidade São Vicente, ao norte de Alfenas.

### 3.7. DEPÓSITOS FLUVIAIS RECENTES, COLÚVIOS E DEPÓSITOS DE TALUS

Depósitos fluviais de cascalho, areia e lama dos principais rios Sapucaí, Verde e Machado, os principais da área, aparecem no mapa. Em vários destes depósitos existe exploração rudimentar de areia e argila.

Colúvios argilo-arenosos, a maioria de cor marrom ou avermelhados, cobrem vasta parte da Folha Alfenas, dificultando o mapeamento das unidades rochosas, como nas áreas a sudoeste e noroeste de Campo do Meio, a noroeste de Boa Esperança e a noroeste de Alfenas. Entre Três Pontas e Campos Gerais dominam uma faixa de cerca de 10km de largura, onde há afloramentos de rochas muito raras. Estas áreas cobertas por colúvios são geralmente utilizadas para pasto e agricultura, especialmente café. Depósitos de talus ocorrem nas encostas das principais serras da região.

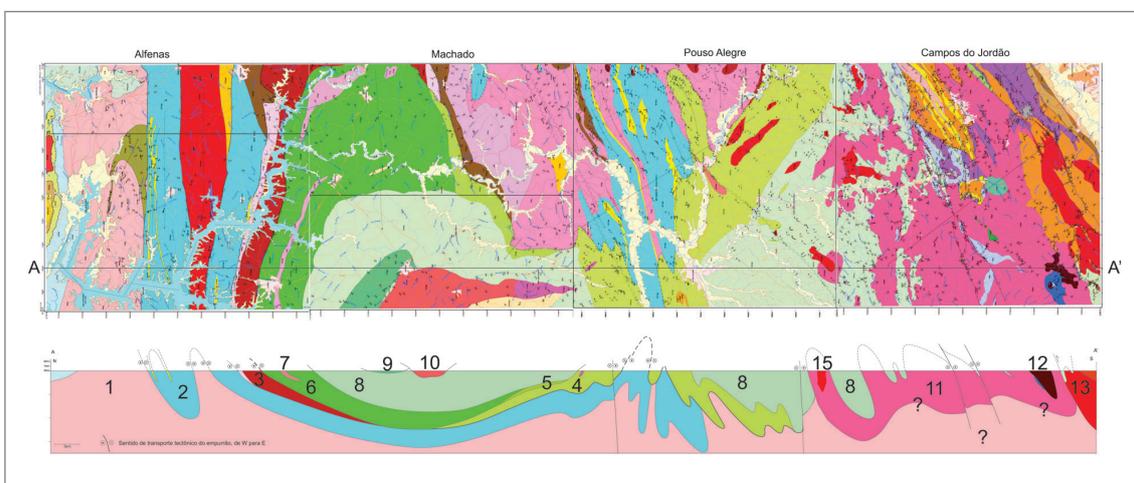
## 4. GEOLOGIA ESTRUTURAL

### 4.1. ESTRUTURA REGIONAL E FOLIAÇÃO PRINCIPAL

A estrutura regional na Folha Alfenas é parte de uma feição geotectônica maior, que resultou da colisão das placas continentais Sanfranciscana e Paranapanema durante o Neoproterozoico, em torno de 600 Ma atrás. A placa superior Paranapanema, com um espesso pacote basal de ortognaisses, cavalgou a placa inferior Sanfranciscana que inclui o embasamento autóctone, sua cobertura e as *nappes* inferiores. A estrutura regional é melhor visualizada em uma seção norte-sul, que atravessa também as folhas a sul, Machado, Pouso Alegre e Campos do Jordão (Figura 4.1). Nesta figura o mapa e a seção mostram uma megasinforma central que passa a dobras abertas até isoclinais tanto para norte como para sul. As dobras deformam, dobram, as falhas de empurrão e os contatos litológicos que por sua vez são paralelos à foliação principal (Figura 4.2). Estas dobras regionais tem planos axiais: a) íngremes para sul a norte da megasinforma central, b) subverticais na megasinforma central e c) íngremes, para norte ou sul, a sul da megasinforma central. Nos três setores, norte, centro (Folha Machado) e sul, os eixos das dobras são aproximadamente leste-oeste com caimento suave

para leste ou oeste, paralelos à lineação de estiramento (Figura 4.3). Estruturas, como peixes de mica e outros indicadores cinemáticos, permitem interpretar que o movimento tectônico principal foi de topo para leste, ou seja, a placa superior cavalgou para leste a placa inferior. Assim, é possível supor que, durante a geração da estrutura, tenham se desenvolvido a foliação regional contemporânea com a deformação que deu origem a dobras com planos axiais com mergulhos íngremes para norte ou sul nas unidades das *nappes* inferiores. A geração e desenvolvimento das falhas de empurrão, lineação de estiramento, foliação e dobras podem ser interpretados como produtos de deformação progressiva. No sul, Folha Pouso Alegre (Figura 4.1), é possível que as dobras tenham sido ainda posteriormente deformadas durante a evolução da Faixa Ribeira.

Na Folha Alfenas, a foliação principal é uma xistosidade paralela aos contatos litológicos. Porém, são frequentes afloramentos com dobras e lineação mineral (Figura 4.4) ou de estiramento (Figura 4.5), especialmente nas rochas gnáissicas. Nas rochas mais estratificadas, como os paragnaisses finos, quartzitos, filitos e xistos das unidades Amargoso (embasamento), São Vicente e Arantina (Megassequência Andrelândia), ocorrem dobras de escala microscópica

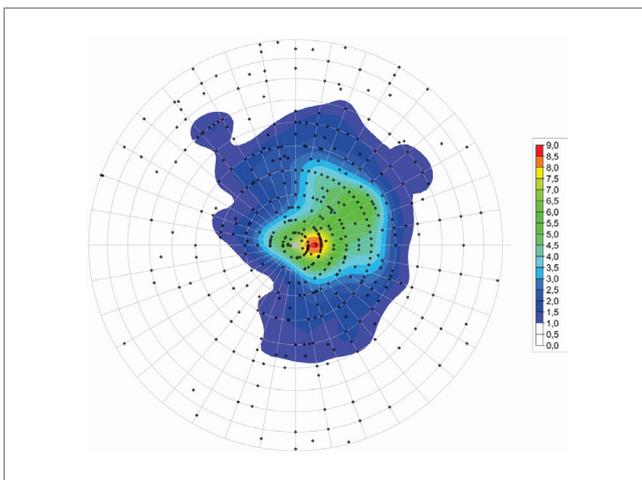


**Figura 4.1** - Seção geológica através das folhas Alfenas, Machado, Pouso Alegre e Campos do Jordão. Legenda: 1- embasamento. *Nappes* inferiores: 2- Andrelândia (paragnaisses, anfibolitos, quartzitos, metapelitos) e 3- Varginha (cianita granulitos e lasca de embasamento - lente rosa). Placa superior: 4- Complexo Gnáissico Cacheira de Minas. Ortognaisses 5- Paiolinho, 6- Elói Mendes, 7-Alfenas e 9- Machado. 8- Complexo Gnáissico São João da Mata. 10- Metagranito Poço Fundo e 11- Batólito Serra da Água Limpa. Granitos tardios 12- São Francisco Xavier, 13 e 15 - Piranguçu.

até macroscópica, que registram uma história com duas fases de deformação. A primeira fase gerou uma clivagem que foi transposta, junto com o acamamento, por dobras apertadas a isoclinais (Figura 4.6), com clivagem de crenulação plano axial bem desenvolvida em metapelitos (Figura 4.7). Esta clivagem de crenulação é paralela à xistosidade nos gnaisses e, ambas – clivagem e xistosidade, constituem a foliação principal na Folha Alfenas (Figura 4.8). Pode-se então, como acima mencionado, interpretar os empurrões, o dobramento e a geração da foliação principal como produtos de deformação contínua, progressiva, durante a colocação das *nappes*.



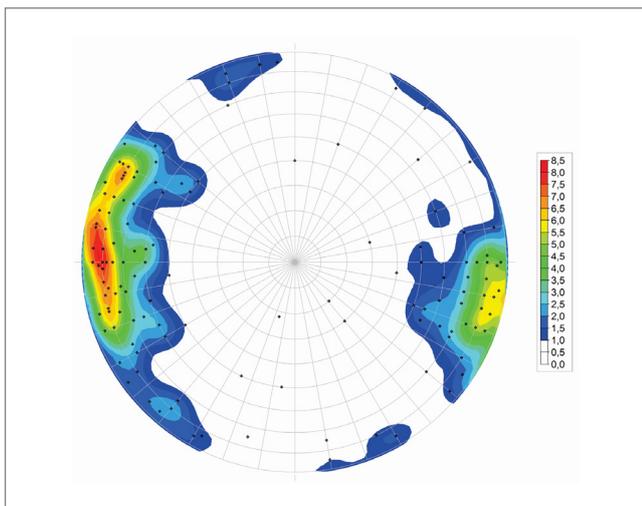
**Figura 4.4** - Lineação mineral definida por cianita, com caimento muito suave para oeste (esquerda na foto). Cianita granulito da Unidade Arantina na *Nappe* Varginha a norte de Alfenas (0402854; 7635593 UTM). Escala = 4,5cm.



**Figura 4.2** - Estereograma de igual área, com projeção polar no hemisfério inferior de polos de foliação principal (595 medidas) nos domínios autóctone, Sistema de *Nappes* Andreilândia e *Nappe* Socorro-Guaxupé nas folhas Alfenas e Machado 1:100.000.



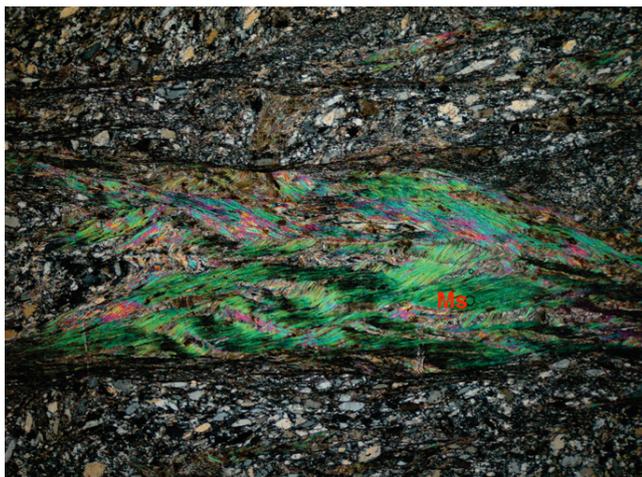
**Figura 4.5** - Lineação de estiramento com baixo caimento para oeste (270/15) em ortogneisse do embasamento na Serra do Amargoso, Campo do Meio (0417531; 7664690 UTM).



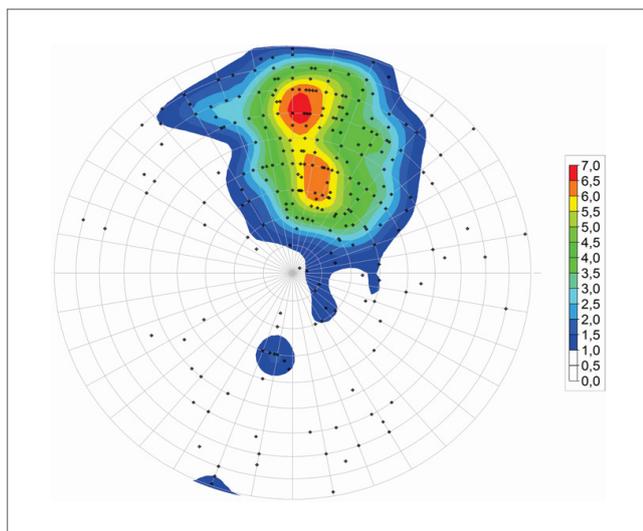
**Figura 4.3** - Estereograma de igual área com projeção no hemisfério inferior de lineação de estiramento e lineação mineral (161 medidas) nos domínios autóctone, Sistema de *Nappes* Andreilândia e *Nappe* Socorro-Guaxupé nas folhas Alfenas e Machado 1:100.000.



**Figura 4.6** - Dobras isoclinais simétricas com plano axial mergulhando para sul (180/40, esquerda na foto) e eixos para oeste (270/10) paralelo à lineação de estiramento. Quartzo da Unidade São Vicente nas margens do lago de Furnas próximo a Barranco Alto (0403298; 7655992 UTM).



**Figura 4.7** - Foliação pretérita transposta por clivagem de crenulação. Nota-se, ainda no nível micáceo (Ms- muscovita), crenulações abertas de uma terceira fase de deformação. Filito da Unidade São Vicente na Serra do Paraíso (0428760; 7655446 UTM).



**Figura 4.8** - Estereograma igual área, com projeção polar no hemisfério inferior de polos de foliação principal (399 medidas) de rochas de três domínios tectônicos da Folha Alfenas 1:100.000: autóctone, sistema de *nappes* Andrelândia e *Nappe* Socorro-Guaxupé.

#### 4.1.1. Falhas de Empurrão

As falhas, de empurrão foram caracterizadas por truncamento de contatos de unidades litoestratigráficas e “pulos” no metamorfismo. Este último caso é ilustrado a norte de Alfenas onde cianita granulitos capeam paragneisses, filitos e quartzitos em fácies xisto verde alto/anfibolito. Este é o contato entre as *nappes* Varginha, com granulitos, e Carmo da Cachoeira. Em geral, nas zonas das falhas de empurrão, as rochas mantêm sua textura; milonitos ocorrem discretamente em filmes e níveis de espessuras centimétricas, paralelos à foliação

não milonítica (cf. figuras 23 e 26, ortognaisse na base da *Nappe* Varginha). Uma exceção é um L-tectonito de paragneisse da Unidade São Vicente com pelo menos dois metros de espessura, sob o embasamento na Serra do Mato Dentro a sudoeste de Campos Gerais (Figura 4.9).



**Figura 4.9** - L-tectonito de gnaíse fino da Unidade São Vicente, no contato com embasamento a sudoeste de Campos Gerais (0413693; 7647664 UTM).

## 4.2. ESTRUTURAS QUE DEFORMAM A FOLIAÇÃO PRINCIPAL

### 4.2.1. Dobras e Crenulações

Dobras e crenulações que dobram a foliação principal e dobras associadas foram encontradas localmente. São dobras e crenulações abertas, às vezes até fechadas, com planos axiais íngremes de traço variado desde NNE-SSW até NNW-SSE e eixos com caimento suave para NNW, N, NNE ou S, SSE, SSW (Figura 4.10). Estas estruturas foram consideradas, ou interpretadas, como geradas por uma fase de deformação mais nova que a fase de deformação progressiva associada ao cavalgamento da placa superior e colocação das *nappes* inferiores. Esta fase de deformação mais nova corresponde, com base na atitude de suas dobras, provavelmente, a uma compressão aproximadamente leste-oeste. Na região sul de Minas Gerais, tem sido denominada de fase de deformação D3 (cf. Trouw et al., 2008; Paciullo et al., 2008; 2003; 2000; Ribeiro et al., 1995, 1990).

### 4.2.2. Zonas de Cisalhamento Subverticais

Zonas de cisalhamento subverticais, tanto destrais como sinistrais, de rumo nordeste-sudoeste, espessuras milimétricas a centimétricas e com milonitos de baixo grau, foram encontradas localmente. Estas zonas truncam contatos, a foliação principal e dobras associadas, e também dobras abertas mais novas que a foliação principal.



**Figura 4.10** - Dobras e crenulações abertas na estratificação primária em gnaiss fino bandado da Unidade Amargoso. Serra do Amargoso, Campo do Meio (0417741; 7664568 UTM).

### 4.2.3. Milonitos no Ortognaisse Campos Gerais

A faixa de ortognaisses do embasamento no norte da área tem sido considerada como uma zona de cisalhamento NW-SE subvertical sinistral, com largura de até dois quilômetros. Trata-se do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio definido, por Morales e Hasui (1993), como uma região com zonas de cisalhamento de caráter dúctil a dúctil-rúptil, sinuosas e anastomosadas, com variado grau de milonitização e cataclase. Kussama (2010) relata, nos mesmos ortognaisses, milonitos de baixo grau com indicadores cinemáticos registrando movimento sinistral oblíquo de topo para leste. Mostra também microfalhas cortando a foliação milonítica.

Na maioria dos afloramentos visitados, observamos ortognaisses deformados, não-miloníticos. Porém, em vários pontos ocorrem zonas de cisalhamento subverticais de rumo aproximado leste-oeste, cujo movimento não foi possível determinar. Nestas zonas existem milonitos e protomilonitos de baixo grau (cf. Kussama, 2010).

A cerca de dois quilômetros a sul de Campo do Meio, cortando o Ortognaisse Campos Gerais, ocorre uma zona rúptil-dúctil subvertical de rumo leste-oeste com cerca de 1 metro de espessura aparente. A zona é caracterizada por ortognaisse cataclástico esverdeado devido à presença de clorita e epidoto retrógrados (Figura 4.11). A falta de indicadores cinemáticos não permitiu determinar o movimento da falha.



**Figura 4.11** - Ortognaisse deformado em baixo grau com clorita e epidoto e uma faixa escura milimétrica de deformação concentrada. Ortognaisse Campos Gerais a cerca de 3 km a sul de Campo do Meio (0415732; 7661875 UTM).

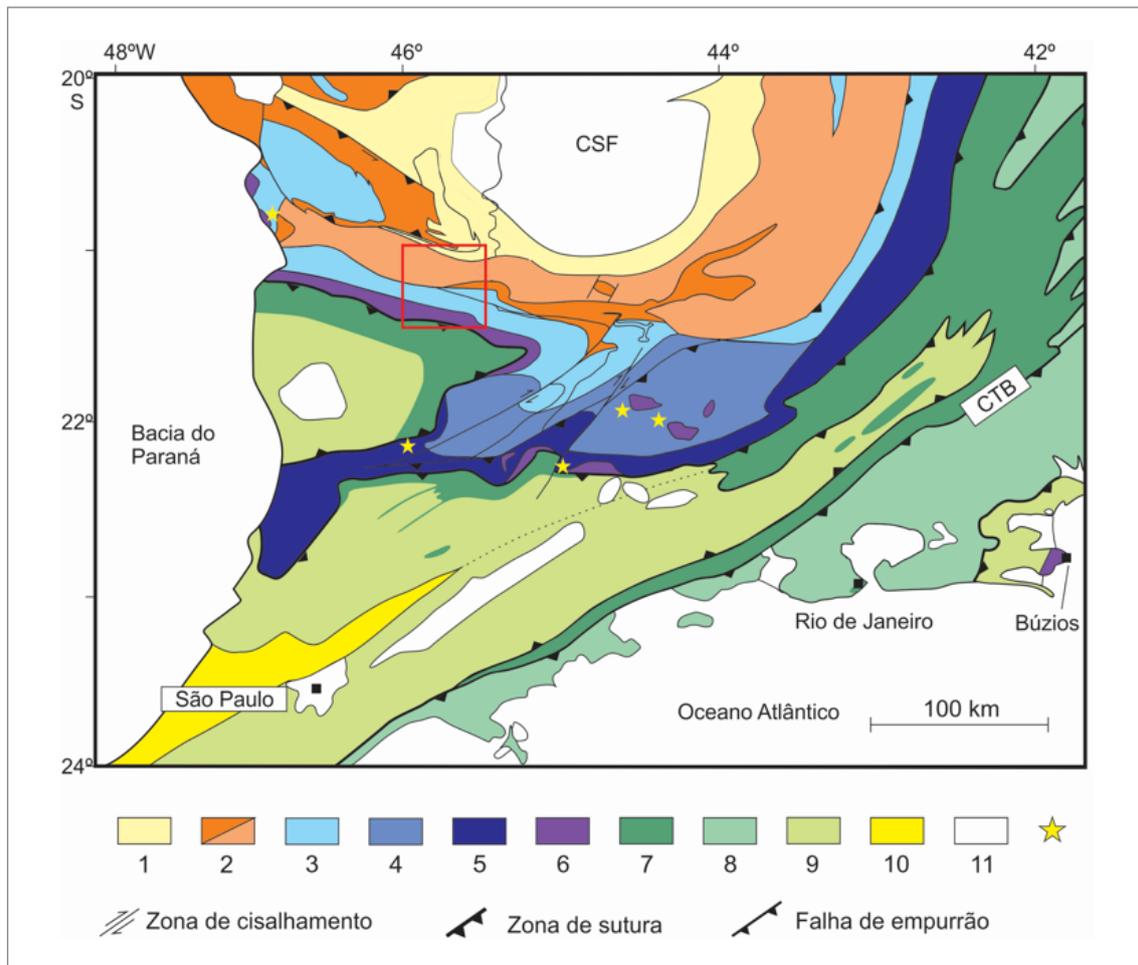
## 5. METAMORFISMO

As rochas pré-cambrianas na Folha Alfenas contêm associações de minerais que registram metamorfismo de fácies xisto verde, anfibolito e granulito. As fácies de alto grau nos ortognaisses do embasamento são atribuídas a metamorfismo anterior ao relacionado à Orogênese Brasileira. A localização da folha no mapa de zonas metamórficas regionais relacionadas a Orogênese Brasileira é mostrada na (Figura 5.1). Os limites entre as distintas zonas metamórficas na região da folha, em contraste com regiões a leste, acompanham os contatos tectônicos (Figura 5.2). Este fato sugere isógradas contemporâneas à colocação das *nappes*.

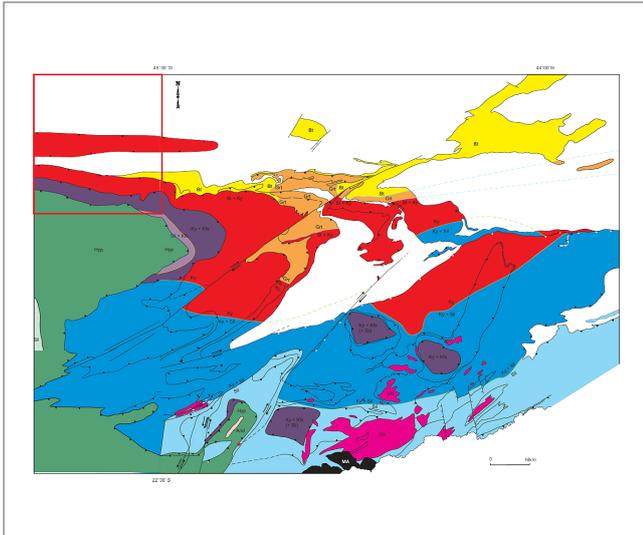
### 5.1. METAMORFISMO RELACIONADO À OROGÊNESE BRASILEIANA

#### 5.1.1. Fácies xisto verde - Sistema de Cavalgamento Ilicínia-Piumhi e *Nappe* de Passos

A associação quartzo-mica branca-clorita, contemporânea à foliação em rochas metapelíticas e quartzitos, além de biotita em alguns xistos, registram fácies xisto verde nas rochas da Sequência Boa Esperança e do Grupo Araxá, no norte da folha.



**Figura 5.1** - Mapa de zonas metamórficas regionais relacionadas à Orogênese Brasileira. A Folha Alfenas abrange áreas de fácies xisto verde, anfibolito e granulito. Legenda: Zonas metamórficas de fácies 1- xisto verde, 2- xisto verde alto com granada, 3- anfibolito com cianita, 4- anfibolito com cianita e silimanita, 5- anfibolito com silimanita, 6- granulito com cianita e K-feldspato em metapelitos, 7- granulito com ortopiroxênio em ortognaisses, 8- granulito com silimanita, K-feldspato ± cordierita, pressão média/baixa; 9- anfibolito, sem cianita, pressão média e 10- xisto verde. 11- Depósitos e bacias fanerozoicos Estrela- retroeclogitos. CSF- Cráton do São Francisco, CTB- limite tectônico central.



**Figura 5.2** - Mapa metamórfico regional com a área da Folha Alfenas (retângulo vermelho). Domínio autóctone e *nappes* inferiores: fácies xisto verde, zonas da biotita em amarelo (Bt) e da granada em laranja (Grt). Fácies anfibolito com cianita e estauroлита em vermelho (St + Ky), com cianita e silimanita em azul (Ky + Sil) e com silimanita em azul-claro (Sil). Fácies granulito de alta pressão com cianita e K-feldspato em roxo (Ky + Kfs) e com silimanita e K-feldspato (sil + Kfs) em roxo-claro. *Nappe* Socorro-Guaxupé: fácies granulito com relictos de hiperstênio retrógrada a anfibolito em verde (Hyp) e fácies anfibolito com silimanita em verde-claro (Sil). GN- granitoides neoproterozoicos. MA- Maciços Alcalinos Cretáceo/Cenozoico. Modificado de Trouw et al., 2011.

### 5.1.2. Fácies anfibolito - *Nappe Carmo da Cachoeira*

No norte e centro da folha, nas rochas da Unidade São Vicente ocorrem associações de fácies anfibolito: quartzo-muscovita-clorita em filitos e quartzitos; quartzo-muscovita-biotita-oligoclásio e veios anatéticos (Figura 3.22) em paragnaisses. Estilpnomelana e clorita registram retrometamorfismo em fácies xisto verde baixo nos paragnaisses.

No sul da folha, a fácies anfibolito está registrada em xistos da Unidade Arantina, que contêm muscovita, biotita, granada, cianita contemporâneas a foliação principal. Nestes xistos também ocorrem lentes quartzo-feldspáticas, indicando início de anatexia.

### 5.1.3. Fácies granulito - *Nappe Varginha*

Granada-cianita-K-feldspato gnaisses (cianita granulitos) e plagioclásio-diopsídio-granada metabasitos registram fácies granulito de alta pressão nas rochas da Unidade Arantina na *Nappe* Varginha. No topo da *nappe*, ocorre uma zona com silimanita (Figura 5.2). Segundo Peternel (2005), nesta zona a presença de cianita inclusa em granada indica que as rochas passaram por condições de pressão mais elevada antes do crescimento da silimanita. Esta, registraria descompressão durante a exumação da *nappe*.

### 5.1.4. Fácies Granulito Retrógrada a Anfibolito - *Nappe Socorro-Guaxupé*

A presença de ortopiroxênio caracteriza fácies granulito de pressão média nos gnaisses da placa superior. Entretanto, tanto clinopiroxênio como ortopiroxênio têm ocorrência relativamente restrita nestas rochas. Por outro lado, hornblenda é comum e em muitas amostras substitui os piroxênios. Este tipo de retrometamorfismo de fácies anfibolito sobre granulito original também pode ser interpretado como relacionado à exumação das *nappes*.

## 5.2. METAMORFISMO PRÉ-BRASILIANO

Nos ortognaisses do embasamento no domínio autóctone ocorrem leitões claros de quartzo e feldspato bordejados por filmes de biotita. Estes leitões podem ser interpretados como gerados por anatexia em fácies anfibolito. Em áreas vizinhas a oeste e leste, foram reportados fácies migmatíticas, hornblenda e relictos de ortopiroxênio. Estas mesmas rochas, localmente, contêm também estilpnomelano e clorita, substituindo biotita e tardios, em relação à foliação principal. Estes dados sugerem que os ortognaisses alcançaram fácies granulito e anfibolito alto e depois passaram por uma zona de retrometamorfismo em fácies xisto verde baixo. Conforme já mencionado (cf. itens 2 e 3.1.1.1), Turbay et al. (2008) e Pacicullo et al. (2008) consideram que os ortognaisses do embasamento registram metamorfismo de fácies granulito e anfibolito, provavelmente Arqueano. A fácies xisto verde seria tardia, relacionada aos eventos da Orogênese Brasileira.

## 6. GEOCRONOLOGIA

Foram analisados zircões de uma metagrauvaca da Unidade Amargoso exposta na baixada a norte da Serra do Paraíso, Campos Gerais (0429840; 7657750 UTM). A rocha foi escolhida por representar bem a unidade até então desconhecida na literatura. Nos mapas e trabalhos anteriores, na área onde aflora a Unidade Amargoso constam ortognaisses do Complexo Campos Gerais ou a Zona de Cisalhamento Campo do Meio.

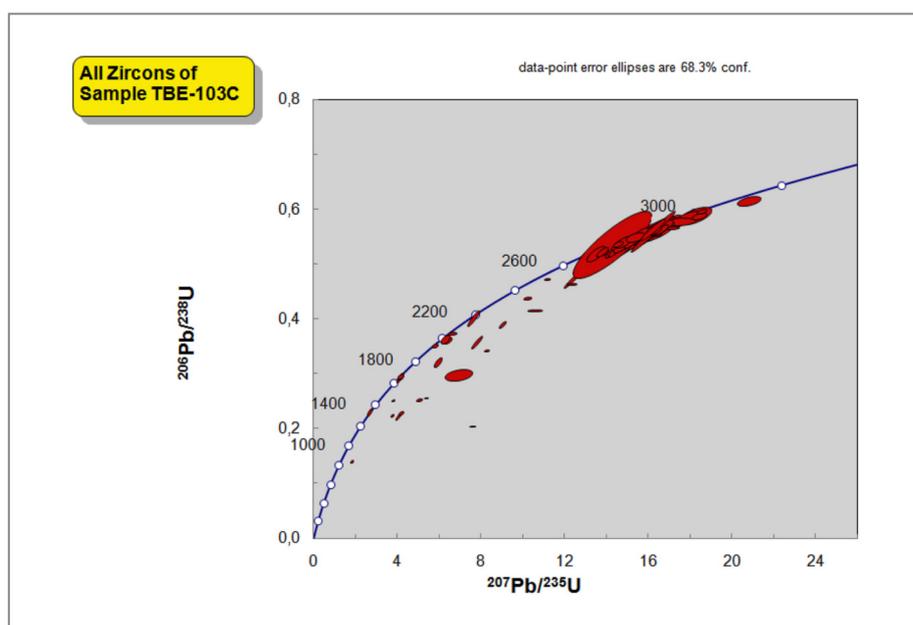
Os dados geocronológicos apresentados a seguir indicam que a idade máxima de deposição da grauvaca é  $1709 \pm 29$  Ma. Esta idade se ajusta bem a de  $1721 \pm 9$  Ma, obtida por Valeriano et al (2004b), para amostras do Xisto Costas coletadas no sul da Folha Guapé, vizinhanças com Folha Alfenas. O xisto foi interpretado pelos autores como uma rocha metavulcânica félsica relacionada a rifteamento estateriano (vide item 3.2.1).

As análises geocronológicas foram executadas no CPGeo-IG/USP (Centro de Pesquisas Geocronológicas, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo). O método foi análise pontual (ou *in situ*) em zircões com o equipamento conhecido abreviadamente como ELAM-MC-ICP-MS, que é um espectômetro de massa (MC-ICP-MS - Neptune) acoplado à Microsonda Laser

(Excimer 193 nm de Photon – Machines Inc. Modelo ATLEX SI) pulsada de ArF. Os parâmetros do laser utilizados foram: taxa de repetição de 6 Hz, energia de 5 a 7 mJ/pulso e tamanho de pontos de análises (*spot size*) de 25 ou 32mm e 60% da energia produzida. O fluxo de (Ar) do ICPMS foi de 0,85 l/min e o fluxo de transporte com (He) de 0.75 l/min. A metodologia pode ser consultada em Chemale Jr. et al. (2012).

### 6.1. DADOS GEOCRONOLÓGICOS DE METAGRAUVACA DA UNIDADE AMARGOSO

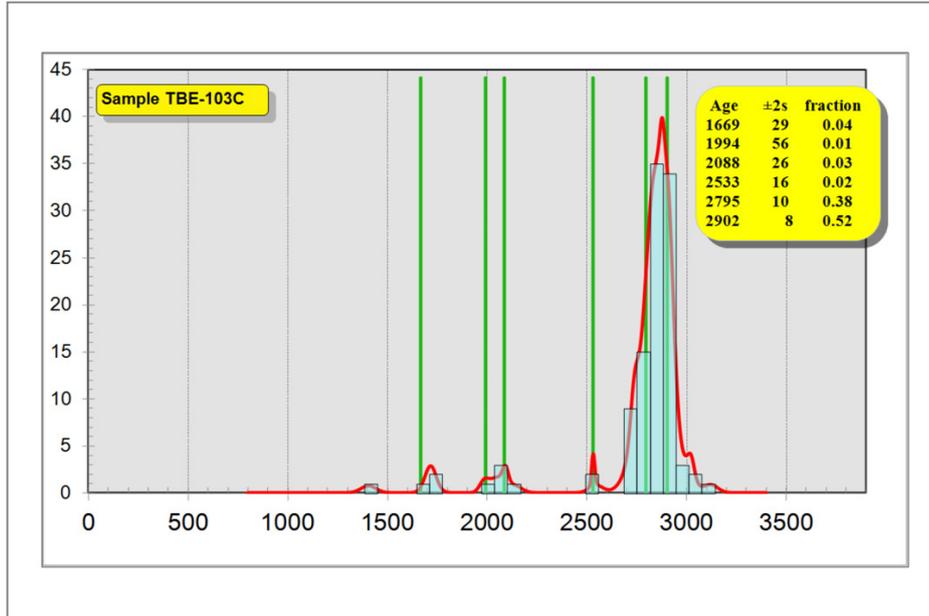
Foram produzidos 130 *spots* sendo 109 utilizados no cálculo estatístico das idades (Figura 6.1). O objetivo foi obter idade máxima de deposição e auxiliar na interpretação da proveniência dos sedimentos. As condições para redução dos grãos datados, no caso rochas metassedimentares, foram a discordância entre as razões  $(^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) / (^{207}\text{Pb}/^{208}\text{Pb})$  inferior a 10%, a porcentagem de  $^{204}\text{Pb}$  comum inferior a 0,5% e o erro individual na medida das razões inferior a 4%, além do erro no cálculo das idades concordantes com o erro 2 $\sigma$  nunca superior a 80.



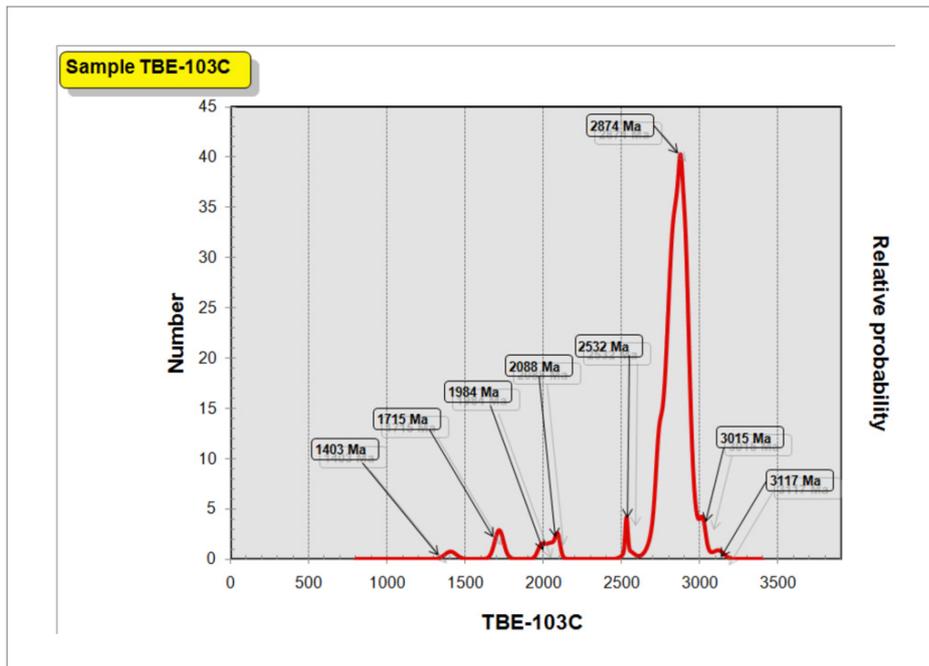
**Figura 6.1** - Diagrama com dados U/Pb de 109 spots em zircões de metagrauvaca da Unidade Amargoso utilizados para o cálculo da idade máxima de deposição dos sedimentos (Tabela 1).

As análises mostram que os grãos zircões podem ser reunidos em seis intervalos de idades, provavelmente representando distintas rochas-fonte (Figura 6.2 e Tabela 1). A média da moda das idades mais jovens é  $1669 \pm 29$  Ma, que seria a idade máxima para a deposição dos sedimentos. Considerando os cinco grãos com baixa razão

relativa de  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  (1.1., 29.1, 70.1, 79.1, 116.1), fora da estatística gaussiana, a idade máxima de deposição seria  $1709 \pm 29$  Ma (4% do total de grãos analisados; tabela 2). A (Figura 6.3) é um gráfico de probabilidade *versus* densidade com os picos das idades de rochas-fonte da metagrauvaca Amargoso.



**Figura 6.2** - Intervalos de idades obtidos para metagrauvaca da Unidade Amargoso com base em 109 spots, representados com tratamento estatístico gaussiano de Ludwig, 2003.



**Figura 6.3** - Os picos referentes às principais idades U/Pb obtidas em grãos de zircão de quartzito da Unidade Amargoso - gráfico de probabilidade x densidade de dados.

**Tabela 6.1 -** Sumário de dados U-Pb em zircão, método LAM-ICPMS-MC. Amostra TBE-103C, metagrauvaca da Unidade Amargoso a sudoeste de Boa Esperança (0429840; 7657750 UTM).

SPOT NUMBER	RATIOS										AGE (MA)					% DISC.	F 206	AGE (MA)	±	TH		U		PB		<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U
	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	±	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	±	RHO 1	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*	±	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	±	PPM						PPM		PPM				
														PPM	PPM					PPM	PPM					
1,1	4,36850	1,66	0,30110	1,23	0,74	0,10523	1,12	1697	21	1706	28	1718	19	1	0,0016	1706	28	59,9	59,4	25,3	1,02					
2,1	15,17975	1,33	0,55148	1,07	0,81	0,19963	0,79	2831	30	2827	38	2823	22	0	0,0015	2825	23	23,5	41,1	31,8	0,58					
3,1	16,54082	2,15	0,56887	1,65	0,77	0,21089	1,38	2903	48	2909	63	2912	40	0	0,0013	2910	39	20,0	28,6	22,7	0,71					
4,1	16,44674	2,10	0,56791	1,44	0,69	0,21004	1,52	2899	42	2903	61	2906	44	0	0,0013	2904	40	27,2	27,3	23,2	1,00					
5,1	16,15525	2,59	0,56308	1,64	0,63	0,20809	2,01	2879	47	2886	75	2891	58	0	0,0016	2886	50	13,5	20,7	16,0	0,66					
7,1	14,86053	1,38	0,54656	1,12	0,81	0,19720	0,80	2811	31	2806	39	2803	22	0	0,0006	2805	24	65,2	54,4	46,2	1,21					
8,1	16,26758	1,72	0,56778	1,45	0,85	0,20780	0,92	2899	42	2893	50	2888	27	0	0,0011	2890	28	6,1	31,3	21,9	0,20					
9,2	15,42013	2,10	0,55006	1,66	0,79	0,20332	1,29	2825	47	2842	60	2853	37	1	0,0009	2847	37	42,4	58,5	43,3	0,73					
11,1	15,62611	2,14	0,55869	1,13	0,53	0,20285	1,82	2861	32	2854	61	2849	52	0	0,0010	2856	39	54,8	44,8	40,0	1,23					
12,1	16,29825	1,54	0,56504	1,00	0,65	0,20920	1,18	2887	29	2894	45	2899	34	0	0,0007	2895	30	44,9	50,3	42,6	0,90					
12,2	15,37783	2,46	0,55042	1,91	0,78	0,20263	1,55	2827	54	2839	70	2847	44	1	0,0011	2842	44	7,4	26,3	18,3	0,28					
13,1	6,60954	2,07	0,37096	1,07	0,52	0,12922	1,77	2034	22	2061	43	2087	37	3	0,0042	2048	32	33,3	130,2	40,3	0,26					
14,1	18,27893	2,90	0,59298	1,81	0,62	0,22357	2,27	3001	54	3005	87	3007	68	0	0,0017	3004	56	13,8	16,9	14,9	0,82					
15,1	14,64250	1,68	0,53763	0,73	0,43	0,19753	1,51	2774	20	2792	47	2806	42	1	0,0009	2783	28	57,4	112,0	71,5	0,52					
16,1	15,99383	2,10	0,55526	1,09	0,52	0,20891	1,79	2847	31	2876	60	2897	52	2	0,0036	2868	38	14,0	52,0	36,4	0,27					
17,1	16,17746	1,48	0,57036	0,73	0,49	0,20571	1,29	2909	21	2887	43	2872	37	-1	0,0018	2895	26	61,5	37,9	37,6	1,63					
18,1	15,58501	1,46	0,55276	0,80	0,55	0,20449	1,22	2837	23	2852	42	2862	35	1	0,0003	2848	27	73,3	80,6	67,2	0,92					
19,1	15,00489	4,08	0,54822	3,72	0,91	0,19851	1,66	2818	105	2816	115	2814	47	0	0,0030	2814	52	136,6	97,7	68,7	1,41					
20,1	14,44267	3,15	0,54023	2,19	0,70	0,19389	2,26	2784	61	2779	88	2775	63	0	0,0028	2779	60	7,6	19,4	15,0	0,40					
22,1	16,28776	2,01	0,56507	1,20	0,60	0,20905	1,61	2888	35	2894	58	2898	47	0	0,0033	2893	38	38,1	37,0	33,4	1,04					
24,1	15,39313	3,55	0,55066	2,11	0,59	0,20274	2,85	2828	60	2840	101	2848	81	1	0,0037	2839	67	20,2	12,4	12,1	1,64					
25,1	13,62801	2,68	0,52674	1,83	0,68	0,18764	1,96	2728	50	2724	73	2722	53	0	0,0016	2724	51	64,6	98,4	57,2	0,66					
26,1	16,02106	1,75	0,55946	1,44	0,83	0,20769	0,99	2864	41	2878	50	2888	28	1	0,0012	2883	29	32,2	43,4	33,4	0,75					
26,2	16,07851	2,21	0,55962	1,48	0,67	0,20838	1,64	2865	42	2881	64	2893	48	1	0,0020	2882	42	7,6	21,7	16,1	0,35					
27,1	13,73743	1,04	0,51580	0,69	0,67	0,19316	0,77	2681	19	2732	28	2769	21	3	0,0021	2729	25	13,2	52,9	33,1	0,25					
28,1	16,00568	2,25	0,56314	1,33	0,59	0,20614	1,82	2880	38	2877	65	2875	52	0	0,0011	2877	43	20,6	34,7	26,4	0,60					

**Tabela 6.1** - Sumário de dados U-Pb em zircão, método LAM-ICPMS-MC. Amostra TBE-103C, metagrauvasca da Unidade Amargoso a sudoeste de Boa Esperança (0429840; 7657750 UTM) (continuação).

SPOT NUMBER	RATIOS						AGE (MA)				% DISC.	F 206	AGE (MA)	±	TH		U		PB	
	$^{206}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	±	RHO 1	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	±	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	±	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	±	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$					±	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
29,1	4,46764	2,19	0,30636	1,19	0,54	0,10576	1,84	1723	21	1725	38	1728	32	0,0011	1724	32	34,5	52,2	20,4	0,67
30,1	17,09879	2,29	0,57980	1,63	0,71	0,21389	1,61	2948	48	2940	67	2935	47	0,0016	2939	43	16,3	21,3	17,1	0,77
31,1	18,00473	2,35	0,59001	1,40	0,59	0,22132	1,89	2989	42	2990	70	2990	57	0,0004	2990	45	10,0	83,8	49,6	0,12
32,1	12,49936	2,11	0,47881	2,03	0,97	0,18933	0,55	2522	51	2643	56	2736	15	8,00041	2736	19	105,3	161,0	59,7	0,66
32,2	16,61967	3,36	0,57056	2,41	0,72	0,21126	2,34	2910	70	2913	98	2915	68	0,0033	2914	63	7,6	14,0	9,9	0,55
33,1	15,11635	1,99	0,54976	1,45	0,73	0,19942	1,37	2824	41	2823	56	2821	39	0,0011	2822	37	34,2	113,2	72,6	0,30
34,1	20,79412	1,80	0,61896	0,92	0,51	0,24366	1,54	3106	29	3129	56	3144	49	1,00009	3123	34	22,0	56,6	46,9	0,39
35,1	16,28418	2,36	0,56549	1,52	0,64	0,20885	1,81	2889	44	2894	68	2897	52	0,0012	2894	45	51,8	34,7	32,3	1,51
36,1	16,33335	1,35	0,56770	0,48	0,36	0,20867	1,26	2898	14	2897	39	2895	37	0,0004	2898	20	70,9	111,6	82,8	0,64
37,1	15,54285	1,92	0,54991	0,59	0,31	0,20499	1,83	2825	17	2849	55	2866	53	1,00003	2832	25	25,4	112,7	74,8	0,23
39,1	15,70272	2,40	0,55643	1,15	0,48	0,20467	2,10	2852	33	2859	69	2864	60	0,0008	2856	42	79,6	213,5	120,4	0,38
40,1	16,31653	1,62	0,56286	0,99	0,61	0,21024	1,28	2878	29	2896	47	2907	37	1,00006	2894	31	20,4	63,8	45,0	0,32
42,1	6,56114	2,27	0,37265	1,31	0,58	0,12770	1,86	2042	27	2054	47	2066	38	1,00005	2050	38	223,3	358,8	172,4	0,63
43,1	15,13010	2,73	0,54964	1,94	0,71	0,19965	1,92	2824	55	2823	77	2823	54	0,00009	2823	51	55,8	52,4	44,1	1,07
44,1	16,13197	1,60	0,56261	0,22	0,14	0,20796	1,58	2877	6	2885	46	2890	46	0,00009	2878	10	74,9	108,4	78,2	0,70
45,1	12,95665	1,40	0,49808	0,30	0,21	0,18866	1,37	2606	8	2677	38	2731	37	5,00026	2741	35	297,3	372,9	166,2	0,80
45,1	13,93948	2,83	0,52571	1,73	0,61	0,19231	2,24	2723	47	2746	78	2762	62	1,00035	2743	54	84,3	73,9	40,6	1,15
46,1	15,51846	1,97	0,54704	0,64	0,32	0,20574	1,87	2813	18	2848	56	2872	54	2,00004	2823	26	28,0	120,9	74,1	0,23
46,2	13,93879	1,13	0,52790	0,42	0,37	0,19150	1,05	2733	11	2746	31	2755	29	1,00007	2738	17	155,7	266,1	137,8	0,59
47,1	16,63437	1,82	0,57196	0,62	0,34	0,21093	1,72	2916	18	2914	53	2913	50	0,00004	2915	26	77,1	129,9	90,2	0,60
48,1	15,50677	1,72	0,55456	1,03	0,60	0,20280	1,38	2844	29	2847	49	2849	39	0,00003	2847	33	59,2	146,4	95,3	0,41
49,1	6,86155	1,95	0,38323	0,44	0,23	0,12986	1,90	2091	9	2094	41	2096	40	0,0018	2092	15	62,8	325,3	117,5	0,19
50,1	16,04253	1,57	0,56608	1,00	0,64	0,20554	1,21	2892	29	2879	45	2871	35	-1,00022	2880	30	70,0	101,6	54,6	0,69
53,1	15,34300	2,06	0,54921	0,99	0,48	0,20261	1,81	2822	28	2837	58	2847	51	1,00037	2831	36	32,4	67,7	43,2	0,48

**Tabela 6.1** - Sumário de dados U-Pb em zircão, método LAM-ICPMS-MC. Amostra TBE-103C, metagrauvaca da Unidade Amargoso a sudoeste de Boa Esperança (0429840; 7657750 UTM) (continuação).

SPOT NUMBER	RATIOS						AGE (MA)						% DISC.	F 206	AGE (MA)	±	TH PPM	U PPM	PB PPM	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	
	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	±	RHO 1	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*	±	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	±									
55,1	16,46068	2,21	0,57037	1,79	0,81	0,20931	1,30	2909	52	2904	64	2900	38	0	0,0003	2902	38	96,1	167,5	122,6	0,58
56,1	16,38418	1,65	0,56886	0,82	0,50	0,20889	1,43	2903	24	2899	48	2897	41	0	0,0007	2901	30	55,3	65,6	50,5	0,85
57,1	16,57432	1,71	0,57196	1,04	0,61	0,21017	1,36	2916	30	2911	50	2907	39	0	0,0006	2911	33	35,2	65,7	48,5	0,54
58,1	17,55381	2,86	0,58234	0,78	0,27	0,21862	2,76	2958	23	2966	85	2971	82	0	0,0004	2960	34	75,8	153,8	115,1	0,50
59,1	16,04911	1,53	0,55875	0,37	0,25	0,20832	1,48	2861	11	2880	44	2893	43	1	0,0002	2865	17	102,2	179,7	128,5	0,57
61,1	14,01157	1,46	0,53433	0,81	0,56	0,19018	1,21	2760	22	2750	40	2744	33	-1	0,0006	2752	27	30,9	52,6	37,3	0,59
62,1	15,41912	1,36	0,55420	0,56	0,41	0,20179	1,23	2843	16	2841	39	2841	35	0	0,0004	2842	22	49,1	140,3	92,5	0,35
63,1	14,58171	0,94	0,52514	0,46	0,49	0,20139	0,82	2721	12	2788	26	2837	23	4	0,0002	2837	27	112,5	259,7	152,4	0,44
64,1	16,62872	1,43	0,57376	0,51	0,36	0,21020	1,33	2923	15	2914	42	2907	39	-1	0,0015	2919	21	78,4	52,9	49,7	1,49
67,1	16,07266	2,63	0,56409	1,91	0,72	0,20665	1,82	2884	55	2881	76	2879	52	0	0,0018	2881	49	21,1	35,4	29,0	0,60
68,1	15,71688	2,16	0,55819	1,65	0,77	0,20421	1,39	2859	47	2860	62	2860	40	0	0,0004	2860	39	122,3	155,7	118,0	0,79
69,1	16,88964	1,59	0,57603	0,67	0,42	0,21265	1,45	2933	20	2929	47	2926	42	0	0,0003	2930	26	211,9	145,6	134,9	1,47
70,1	6,05036	1,74	0,36110	0,75	0,43	0,12152	1,57	1987	15	1983	35	1979	31	0	0,0016	1986	23	84,0	87,3	41,5	0,97
72,1	13,46839	2,98	0,52388	1,71	0,57	0,18646	2,44	2716	47	2713	81	2711	66	0	0,0010	2714	55	24,9	175,4	88,7	0,14
73,1	16,51757	0,67	0,55929	0,36	0,54	0,21420	0,57	2864	10	2907	20	2938	17	3	0,0040	2938	19	120,5	199,8	99,7	0,61
74,1	14,44655	1,71	0,53883	0,52	0,30	0,19445	1,63	2779	14	2779	47	2780	45	0	0,0018	2779	21	42,9	183,8	106,8	0,24
75,1	14,37189	1,90	0,53897	1,47	0,78	0,19340	1,20	2779	41	2775	53	2771	33	0	0,0006	2773	34	31,3	209,8	137,4	0,15
76,1	15,22543	2,11	0,54893	2,01	0,95	0,20117	0,63	2821	57	2829	60	2836	18	1	0,0016	2835	21	76,9	216,1	119,5	0,36
77,1	15,43095	2,01	0,55607	0,88	0,44	0,20126	1,81	2850	25	2842	57	2836	51	0	0,0008	2843	33	107,3	64,5	59,7	1,68
78,1	17,06782	1,77	0,57142	0,33	0,18	0,21663	1,74	2914	9	2939	52	2956	51	1	0,0036	2917	15	44,0	103,0	75,0	0,43
79,1	4,44314	1,91	0,30601	0,87	0,45	0,10531	1,70	1721	15	1720	33	1720	29	0	0,0020	1721	24	262,2	301,9	119,6	0,87
80,1	10,36628	1,09	0,44544	0,40	0,36	0,16879	1,02	2375	9	2468	27	2546	26	7	0,0017	2546	34	54,9	339,4	140,6	0,16
81,1	16,40135	2,29	0,56798	1,26	0,55	0,20943	1,91	2900	36	2900	66	2901	55	0	0,0032	2900	43	14,3	36,9	27,3	0,39
82,1	16,35776	1,83	0,56688	0,66	0,36	0,20928	1,71	2895	19	2898	53	2900	50	0	0,0005	2896	27	152,2	166,1	134,9	0,92
83,1	11,31163	0,81	0,48039	0,18	0,23	0,17078	0,79	2529	5	2549	21	2565	20	1	0,0032	2532	8	16,6	298,6	108,3	0,06
84,1	15,18688	2,03	0,54745	0,78	0,38	0,20120	1,88	2815	22	2827	57	2836	53	1	0,0008	2820	31	71,6	98,8	71,3	0,73

**Tabela 6.1** - Sumário de dados U-Pb em zircão, método LAM-ICPMS-MC. Amostra TBE-103C, metagrauvasca da Unidade Amargoso a sudoeste de Boa Esperança (0429840; 7657750 UTM) (continuação).

SPOT NUMBER	RATIOS					AGE (MA)					% DISC.	F 206	AGE (MA)	±	TH	U		PB		<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	
	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	±	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	±	RHO 1	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*	±	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U						±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	±	PPM		PPM
85,1	15,76415	2,00	0,55948	1,20	0,60	0,20435	1,60	2864	34	2863	57	2861	46	0	0,0009	2863	38	53,9	106,8	74,2	0,51
86,1	15,83216	1,41	0,56155	0,53	0,38	0,20448	1,31	2873	15	2867	40	2862	37	0	0,0007	2870	21	80,4	94,3	74,0	0,86
87,1	15,00861	1,45	0,54798	1,06	0,73	0,19864	0,99	2817	30	2816	41	2815	28	0	0,0018	2816	27	49,6	114,4	71,3	0,44
88,1	14,80645	1,55	0,54307	1,13	0,73	0,19774	1,05	2796	32	2803	43	2808	29	0	0,0014	2804	29	5,8	48,8	30,9	0,12
89,1	15,65873	1,22	0,55558	0,78	0,64	0,20441	0,94	2848	22	2856	35	2862	27	0	0,0007	2856	24	54,9	141,0	96,9	0,39
92,2	16,82311	1,64	0,57567	1,16	0,71	0,21195	1,17	2931	34	2925	48	2921	34	0	0,0009	2924	31	48,5	46,1	37,1	1,06
93,1	15,15295	1,20	0,54975	1,10	0,92	0,19991	0,48	2824	31	2825	34	2825	14	0	0,0004	2825	16	30,2	168,2	104,7	0,18
94,2	14,90793	1,71	0,54040	1,18	0,69	0,20008	1,24	2785	33	2809	48	2827	35	1	0,0020	2812	33	41,1	37,9	30,2	1,09
95,1	14,62513	2,54	0,53725	2,39	0,94	0,19743	0,86	2772	66	2791	71	2805	24	1	0,0034	2803	28	151,8	176,5	111,4	0,87
96,1	13,61777	2,18	0,52522	1,66	0,76	0,18804	1,42	2721	45	2723	59	2725	39	0	0,0035	2724	40	11,2	14,2	10,8	0,80
100,1	18,45011	1,30	0,59215	0,70	0,54	0,22598	1,10	2998	21	3014	39	3024	33	1	0,0008	3010	25	27,5	66,2	52,0	0,42
101,1	14,53595	1,62	0,53155	1,42	0,88	0,19834	0,78	2748	39	2785	45	2813	22	2	0,0010	2804	24	65,7	41,1	36,3	1,61
102,1	16,69855	1,36	0,56877	1,07	0,79	0,21293	0,83	2903	31	2918	40	2928	24	1	0,0010	2922	24	47,6	44,7	36,8	1,07
103,1	15,43111	1,94	0,55247	1,34	0,69	0,20257	1,40	2835	38	2842	55	2847	40	0	0,0033	2845	37	25,9	47,0	34,2	0,56
104,1	16,30915	1,45	0,56808	1,09	0,75	0,20822	0,96	2900	32	2895	42	2892	28	0	0,0005	2894	27	39,1	53,2	42,4	0,74
105,1	15,85071	1,05	0,56080	0,68	0,65	0,20499	0,80	2870	19	2868	30	2866	23	0	0,0003	2868	20	184,9	147,9	124,6	1,26
106,1	16,09303	1,75	0,56235	1,26	0,72	0,20755	1,21	2876	36	2882	50	2887	35	0	0,0006	2883	33	71,4	59,0	50,4	1,22
107,1	15,84069	1,77	0,55977	1,39	0,78	0,20524	1,10	2866	40	2867	51	2868	32	0	0,0013	2868	32	20,4	40,7	28,6	0,50
108,1	15,73615	1,57	0,55671	0,82	0,52	0,20501	1,34	2853	23	2861	45	2866	38	0	0,0002	2859	29	129,3	212,6	146,2	0,61
109,1	16,41371	1,12	0,56836	0,59	0,53	0,20945	0,94	2901	17	2901	32	2901	27	0	0,0015	2901	21	216,8	160,9	131,7	1,36
110,1	14,62344	1,29	0,53914	0,94	0,73	0,19672	0,88	2780	26	2791	36	2799	25	1	0,0005	2793	24	64,1	63,3	49,2	1,02
111,1	14,95239	2,30	0,54393	1,97	0,86	0,19937	1,18	2800	55	2812	65	2821	33	1	0,0010	2818	36	15,8	34,1	24,3	0,47
112,1	18,61618	0,79	0,60127	0,48	0,61	0,22455	0,63	3035	15	3022	24	3014	19	-1	0,0002	3023	16	49,7	112,8	87,1	0,44
113,1	13,97020	1,01	0,52748	0,71	0,70	0,19209	0,72	2731	19	2748	28	2760	20	1	0,0005	2750	19	28,7	81,0	53,9	0,36
114,1	13,92422	1,34	0,52865	1,07	0,80	0,19103	0,81	2736	29	2745	37	2751	22	1	0,0010	2747	24	38,6	49,7	36,4	0,78

**Tabela 6.1** - Sumário de dados U-Pb em zircão, método LAM-ICPMS-MC. Amostra TBE-103C, metagrauvaca da Unidade Amargoso a sudoeste de Boa Esperança (0429840; 7657750 UTM) (continuação).

SPOT NUMBER	RATIOS										AGE (MA)					±	TH PPM	U PPM	PB PPM	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U			
	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U		<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U		RHO 1		<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*		<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U		<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U		<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb		% DISC.						F 206	AGE (MA)	
	±		±		±		±		±		±		±		±								
115,1	15,50013	2,43	0,55450	2,15	0,88	0,20274	1,14	2844	61	2846	69	2848	32	0	0,0002	2848	35	19,8	176,4	101,8	0,11		
116,1	2,99218	2,44	0,24325	1,90	0,78	0,08921	1,53	1404	27	1406	34	1409	22	0	0,0020	1406	37	22,5	61,1	18,0	0,37		
117,1	16,31587	4,25	0,56536	4,18	0,99	0,20931	0,72	2889	121	2895	123	2900	21	0	0,0008	2900	24	121,1	209,6	83,2	0,58		
118,1	14,88110	1,82	0,54568	1,25	0,69	0,19779	1,32	2807	35	2808	51	2808	37	0	0,0008	2808	35	110,0	75,5	64,9	1,47		
119,1	16,37400	1,34	0,56735	0,97	0,73	0,20932	0,92	2897	28	2899	39	2900	27	0	0,0018	2899	25	19,3	71,8	50,3	0,27		
120,1	15,48379	1,89	0,55431	1,00	0,53	0,20259	1,60	2843	29	2845	54	2847	45	0	0,0010	2845	35	42,3	36,6	30,2	1,16		
121,1	14,67305	1,03	0,54231	0,61	0,59	0,19623	0,83	2793	17	2794	29	2795	23	0	0,0006	2794	20	35,3	72,6	51,5	0,49		
122,1	16,29424	2,33	0,56830	2,21	0,95	0,20795	0,74	2901	64	2894	67	2890	21	0	0,0004	2890	24	149,5	124,2	104,9	1,21		

Spots (109) executados na amostra TBE-103C utilizados para o cálculo da idade máxima de deposição. 1. Sample and standard are corrected after Pb and Hg blanks. 2. <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb and <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U are corrected after common Pb presence Common Pb assuming <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U. <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U concordant age. 3. <sup>235</sup>U = 1/137,88\*Utotal; 4. Standard GI-1.; 5. Th/U = 232Th/238U \*0,992743. 6. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

**Tabela 6.2** - Grãos cuja média aritmética das idades resultou em 1709 ± 29 Ma que pode ser considerada máxima para deposição da grauvaca da Unidade Amargoso.

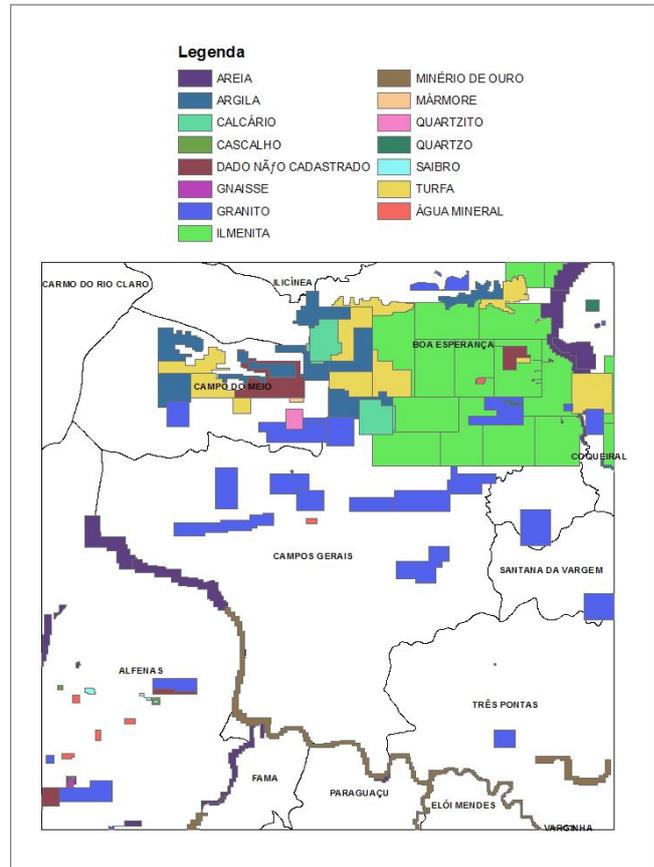
SPOT NUMBER	RATIOS										AGE (MA)					±	TH PPM	U PPM	PB PPM	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U			
	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U		<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U		RHO 1		<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*		<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U		<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U		<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb		% DISC.						F 206	AGE (MA)	
	±		±		±		±		±		±		±		±								
1,1	4,36850	1,66	0,30110	1,23	0,74	0,10523	1,12	1697	21	1706	28	1718	19	1	0,0016	1706	28	59,9	59,4	25,3	1,02		
29,1	4,46764	2,19	0,30636	1,19	0,54	0,10576	1,84	1723	21	1725	38	1728	32	0	0,0011	1724	32	34,5	52,2	20,4	0,67		
70,1	6,05036	1,74	0,36110	0,75	0,43	0,12152	1,57	1987	15	1983	35	1979	31	0	0,0016	1986	23	84,0	87,3	41,5	0,97		
79,1	4,44314	1,91	0,30601	0,87	0,45	0,10531	1,70	1721	15	1720	33	1720	29	0	0,0020	1721	24	262,2	301,9	119,6	0,87		
116,1	2,99218	2,44	0,24325	1,90	0,78	0,08921	1,53	1404	27	1406	34	1409	22	0	0,0020	1406	37	22,5	61,1	18,0	0,37		

Tabela de spots com os grãos cuja média aritmética das idades resultou em 1709 ± 29 Ma.

## 7. RECURSOS MINERAIS

Os dados sobre bens minerais na Folha Alfenas 1:100.000 foram levantados no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Foram obtidas poligonais e as principais áreas requeridas. Os processos foram separados por fase de registro e bem mineral (Figura 7.1). A maioria das áreas de interesse fica a oeste de Boa Esperança, área do ortognaisses Campos Gerais e da sucessão paleoproterozóica que constitui a Unidade Amargoso (Figura 7.2). O que chama atenção é o volume de solicitações para ilmenita na área de Boa Esperança, ouro e areia ao longo do Rio Verde, hoje afogado pela Represa de Furnas, e granito. Conforme as observações de campo, os ortognaisses (requeridos como granito) fornecem brita, mas a maioria das pedreiras funcionam esporadicamente e de modo rudimentar (Figura 7.3).

As áreas, cujos processos se encontravam em fase de Requerimento de Licenciamento, Licenciamento e Requerimento de Registro de Extração, Requerimento de Lavra ou Concessão de Lavra em outubro de 2014, aparecem na (Figura 7.4). Existem também algumas extrações rudimentares de areia ao longo da Represa de Furnas, de saibro (Figura 7.5) e colúvio (Figura 7.6) para manutenção de estradas. Argila também retirada de modo muito rudimentar (Figura 7.7) para fabricação de tijolo e outros materiais para construção civil.



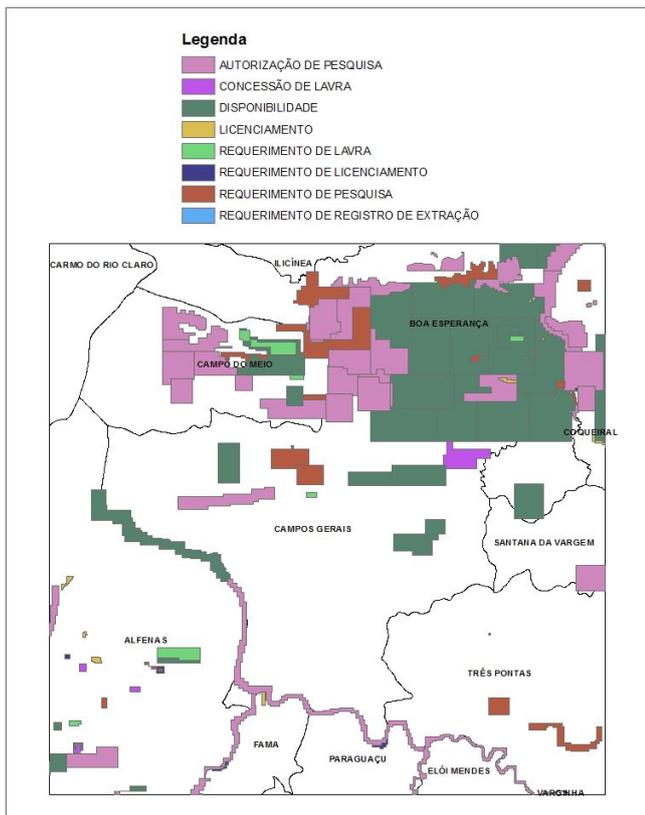
**Figura 7.2** - Distribuição dos registros de todas as fases de solicitações ao DNPM separados por bem mineral na Folha Alfenas 1:100.000. Dados de outubro de 2014.

Substâncias e bens minerais	Fases do Registro									Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	C à G	
Água Mineral	2	1	-	2	-	2	-	-	4	7
Areia	1	9	1	-	3	-	5	4	9	23
Argila	4	5	-	1	3	-	3	-	7	16
Calcário	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4
Cascalho	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
Gnaisse	-	1	-	-	-	1	-	1	1	3
Granito	5	17	-	1	-	1	-	6	2	30
Ilmenita	-	-	-	-	-	-	-	17	-	17
Mármore	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Minério de ouro	1	4	-	-	-	-	-	-	-	5
Ouro	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8
Quartzito	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Quartzo	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Saibro	1	-	-	-	-	-	1	-	1	2
Turfa	-	9	-	1	-	-	-	-	1	10
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>37</b>	<b>28</b>	

**Figura 7.1** - Tabela com compilação de recursos minerais da Folha Alfenas, discriminando por substância. A – Requerimento de Pesquisa; B – Autorização de Pesquisa; C – Requerimento de Registro de Extração; D – Requerimento de Lavra; E – Requerimento de Licenciamento; F – Concessão de Lavra; G – Licenciamento; H – Disponibilidade.  
Fonte: SIGMINE / DNPM - outubro de 2014.



**Figura 7.3** - Exploração inativa de gnaisses (Ortognaisse Gaspar Lopes) a noroeste de Alfenas (0410067; 7635976 UTM).



**Figura 7.4** - Fases de andamento dos processos registrados no DNPM em outubro de 2014 para a área da Folha Alfenas 1:100.000.



**Figura 7.6** - Extração de material para conservação de ruas e estradas, colúvio a oeste de Boa Esperança (0438979; 7664385 UTM).



**Figura 7.5** - Saibreira em cianita-gnaiss da Unidade Arantina granulítica a norte de Alfenas (0400445; 7635829 UTM).



**Figura 7.7** - Extração rudimentar de argila ao sul de Boa Esperança (0439802; 7663702 UTM).

## 8. CONCLUSÕES

Na Folha Alfenas foram reconhecidas dezoito unidades litoestratigráficas pré-cambrianas e duas fane-rozoicas (diabásio e sedimentos fluviais). As unidades pré-cambrianas integram a parte sul da Faixa Brasília, orógeno Neoproterozoico relacionado a subducção para oeste em torno de 670 Ma e posterior colisão há cerca de 600Ma entre os paleocontinentes São Francisco e Paranapanema. Resultou um conjunto de *nappes* com transporte tectônico de topo para sudeste e leste. As *nappes* inferiores são compostas por sucessões de margem continental e lascas de embasamento relacionadas ao Paleoc continente São Francisco. Estas *nappes* foram sobrepostas pela *Nappe* Socorro-Guaxupé, uma fatia da placa superior, Paranapanema, contendo ortognaisses de arco magmático Neoproterozoico e suas encaixantes. Assim, foram individualizados cinco domínios tectônicos na Folha Alfenas: autóctone, *Nappe* de Passos, Sistema de Cavalgamento Ilícinea-Piumhi e Sistema de *Nappes* Andrelândia, relacionados ao Cráton do São Francisco; e o domínio da placa superior com a *Nappe* Socorro-Guaxupé.

No domínio autóctone ocorrem o Ortognaisse Campos Gerais (Arqueano/Paleoproterozoico) e o Granito Porto dos Mendes (Paleoproterozoico), ambos do embasamento do Cráton do São Francisco. Em discordância sobre este embasamento ocorrem filitos e metaconglomerados polimíticos da Formação Samburá, considerados depósitos de antepaís da Faixa Brasília. Ocorrem também biotita-xistos neoproterozoicos da Megassequência Andrelândia interpretados como de ante-arco ou antepaís. Ainda no norte da folha, em discordância sobre o embasamento, foi identificada uma nova sucessão supracrustal. Trata-se da Unidade Amargoso, com metagrauvas, paragnaisses e metapelitos, cuja abundância em plagioclásio sugere fontes andesíticas. Idades U-Pb em zircões detríticos de metagrauvas indicam idade máxima de deposição em torno de 1.7Ga. Os dados sugerem correlação com o Xisto Costas, exposto na Folha Guapé a norte, e considerado um registro do rifteamento Espinhaço na região.

A *Nappe* de Passos e o Sistema de Cavalgamento Ilícinea-Piumhi estão representados por filitos, xistos e quartzitos neoproterozoicos da Sequência Serra da Boa Esperança e do Grupo Araxá. As unidades destas *nappes* estão empurradas sobre a Formação Samburá e o embasamento pericratônico.

No Sistema de *Nappes* Andrelândia ocorrem filitos, xistos, quartzitos, paragnaisses e metabasitos nas

unidades São Vicente e Arantina da Megassequência Andrelândia. Estas rochas e fatias de embasamento compõem as *nappes* Andrelândia e Varginha na Folha Alfenas.

A *Nappe* Socorro-Guaxupé inclui o Ortognaisse Elói Mendes, um retrogranulito esverdeado e um derivado anatético o Ortognaisse Alfenas, um metagranito rosado. Trata-se de rochas calcialcalinas de alto potássio interpretadas como de raiz do arco magmático cordilheirano que se instalou na placa superior, Paranapanema. A sul, na Folha Machado, foi possível verificar que estes ortognaisses estão encaixados em gnaisses do Complexo Gnássico São João da Mata e na Unidade Xisto Bela Vista. Idades U-Pb (LAM-ICPMS-MC) de grãos de zircões detríticos de quartzito da Unidade Xisto Bela Vista indicaram idade máxima de deposição em torno de 1.7Ga para a sucessão encaixante dos ortognaisses de arco magmático cordilheirano.

Uma seção norte-sul, transversal as estruturas regionais (ver mapa geológico), mostra um conjunto de *nappes* com transporte tectônico para leste. As *nappes* inferiores e as unidades do domínio autóctone definem dobras regionais com planos axiais de alto mergulho para sul. Em uma seção regional (cf. Fig. 48) verifica-se também dobras nas unidades das *nappes* inferiores, porém com planos axiais íngremes para norte (folhas Machado e Pouso Alegre, Fig. 48). Esta estrutura pode ser interpretada como produto de confinamento lateral das unidades durante a colocação das *nappes*, ou seja, dobras contemporâneas aos empurrões. Portanto, é possível que durante a colocação das *nappes* tenham se desenvolvido os empurrões, a foliação regional e as dobras laterais.

O metamorfismo sin-tectônico à foliação regional é de fácies xisto verde no Sistema de Cavalgamento Ilícinea-Piumhi e na *Nappe* de Passos. No Sistema de *Nappes* Andrelândia varia de fácies anfíbolito com muscovita e cianita na *Nappe* Andrelândia até fácies granulito com cianita granulitos e plagioclásio diposídio granada metabasitos na *Nappe* Varginha. Nos ortognaisses da placa superior (Elói Mendes e Alfenas) ocorrem clinopiroxênio e ortopiroxênio substituídos por anfibólios, registrando fácies granulito retrógrada a fácies anfíbolito. Veios de metagranito grosso rosado em contato difuso e transicional no Ortognaisse Elói Mendes, sugerem que o Ortognaisse Alfenas pode ter sido derivado do Ortognaisse Elói Mendes por processos de anatexia.

No domínio autóctone metapelitos e metagrauvas da Unidade Amargoso e o biotita-xisto da Megassequência

Andrelândia registram fácies xisto verde com biotita. Nos ortognaisses do embasamento a mineralogia define fácies anfibolito ou xisto verde com granada. Porém feições migmatíticas registram fácies préterita de mais alto grau, anfibolito ou granulito. Ortognaisses do embasamento a oeste e leste da área contêm relictos de hornblenda e piroxênio metamórficos indicando fácies anfibolito e granulito, de eventos anteriores ao Neoproterozoico.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre, E.L. **Caracterização dos granulitos e migmatitos da região de Alfenas, MG.** 2013. 147 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- ALEXANDRE, E. L.; MORAES, R.; SOUZA, A.M. Contrastes das condições metamórficas das diferentes rochas na região de Alfenas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46., 2012, Santos, SP. [Trabalhos Apresentados... São Paulo: SBG Núcleo São Paulo], 2012. 1CD-ROM.
- ALMEIDA, F.F.M. de. O cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1., 1979, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG Núcleo Bahia/Sergipe, 1981. p.1-10.
- ALMEIDA, F.F.M. de. O cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.7, n. 4, p. 349 –364, 1977.
- BARROS, R.F. de; MORAES, R.de. Petrografia de diatexitos da nappe Socorro-Guaxupé, região de Paraguaçu, MG. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46., 2012, Santos, SP. **Anais...**[São Paulo: SBG Núcleo São Paulo], 2012. 1 CD-ROM.
- BARROS, R. F. de. **Caracterização da unidade basal da nappe Socorro-Guaxupé na região de Paraguaçu, MG:** relações petrogenéticas entre granulitos e migmatitos. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BELÉM, J.; SOARES, A.C. Perdrosa; NOCE, C.M.; Silva, L.C. da.; ARMSTRONG, R.; FLECK, A.; GRADIM, C.; QUEIROGA, G. Bacia precursora versus bacias orogênicas: exemplos do grupo Andrelândia com base em datações U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão e análises litoquímicas. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 224-243, 2011.
- CAMPOS, J.C.S.; CARNEIRO, M.A.; Basei, M.A.S. U–Pbevidence for late neoproterozoic reworking in the Southern São Francisco craton (Minas Gerais, Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 75, n. 4, p. 497–511, 2003.
- CAMPOS NETO, M.da C.; BASEI, M.A.S.; VLACH, S.R.F.; CABY, R.; SZABÓ, G.A.J.; VASCONCELOS, P. Migração de orógenos e superposição de orogêneses: um esboço da colagem brasileira no sul do cráton do São Francisco, SE, Brasil. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v.4, n. 1, p. 13-40, 2004.
- CAMPOS NETO, M.C.; BASEI, M.A.S.; JANASI, V.A.; MORAES, R. Orogen migration and tectonic setting of the Andrelândia nappe system: an ediacaran western Gondwana collage, south of São Francisco craton. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 393-406, Dec. 2011.
- CAMPOS NETO, M.C.; CIOFFI, C.R.; MORAES, R.; MOTTA, R.G.; SIGA JUNIOR, O.; BASEI, M.A.S. Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulites: the Carvalhosklippe example, from the oriental Andrelândia nappe system, southern portion of the Brasília orogen, Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 180, n. 3-4, p. 125-142, Jul. 2010.
- CAMPOS NETO, M. da C. ; CABY, R. Tectonic constrain on neoproterozoic high-pressure metamorphism and nappe system south of São Francisco craton, southeast Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 97, n. 1-2, p. 3-26, Aug. 1999.
- CAMPOS NETO, M.C.; JANASI, V.A.; BASEI, M.A.S.; SIGA JUNIOR, O. Sistema de nappes Andrelândia, setor oriental: litoestratigrafia e posição estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 47-60, 2007. Suplemento.
- CAMPOS NETO, M. da C. ; CABY, R. Terrain accretion and upward extrusion of high-pressure granulites in the neoproterozoic nappes of southeast Brazil: petrologic and structural constraints. **Tectonics**, Washington, DC, v. 19, n. 4, p. 669-687, Aug. 2000.
- CARNEIRO, M.A. (Coord.). **Geologia das folhas Campo Belo SF-23-V-B-VI e Oliveira SF-23-X-A-IV, escala 1:100.000:** relatório final. [Brasília]: CPR, 2007. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil. Levantamentos Geológicos Básicos. Convênio CPRM/UFOP.
- CARVALHO. M.V.M. de. **Mapeamento geológico da Serra Paraíso, Campos Gerais, MG.** 2010. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- CARVALHO, S.G.; SOARES, P.C.; ANTÔNIO, M.C.; ZANARDO, A.; OLIVEIRA, M.A.F. Geologia da sequência vulcano-sedimentar de Alpinópolis, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 38-51, 1993.
- CASTRO, P.T.A.; DARDENE, M.A. O conglomerado Samburá (grupo Bambuí, neoproterozóico) e rochas sedimentares associadas no flanco leste da Serra da Pimenta, SW de Minas Gerais: um sistema de fan-delta. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 35-41, 1996.
- CASTRO, P.T.A.; DARDENE, M.A. The sedimentology, stratigraphy and tectonic context of the São Francisco supergroup at the southeast domain of the São Francisco

- craton. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 439-441, 2000.
- CAVALCANTE, J.; CUNHA, H.C.S.; CHIEREGATTI, L.A.; KAEFFER, L.Q.; ROCHA, J.M.; DAITX, E.C.; COUTINHO, M.G.N.; YAMAMOTO, K.; DRUMOND, J.; ROSA, D.B.; Ramalho, R. **Projeto Sapucaí**: relatório final de geologia. Brasília: DNPM; CPRM, 1979. 299 p., il. (Geologia, 4. Seção Geologia básica, 2).
- CHEMALE JUNIOR, F.; KAWASHITA, K.; DOSSIN, I. A.; ÁVILA, J. N.; JUSTINO, D.; BERTOTTI, A.L. U-Pbzircon in situ dating with LA-MC-ICP-MS using a mixed detector configuration. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 2, p. 275-295, Jun. 2012.
- DEL LAMA, E. A.; ZANARDO, A.; OLIVEIRA, M. A. F.; MORALES, N. Exhumation of high-pressure granulites of the Guaxupé Complex, Southeastern Brazil. **Geological Journal**, Chichester, U.K., v. 35, n. 3-4, p. 231-249, 2000.
- EBERT, H. Ocorrências das fácies granulítica no sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica; hipóteses sobre a sua origem. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 40, p. 215-219, 1968. Suplemento.
- FETTER, A.H.; HACKSPACKER, P.C.; EBERT, H.D.; DANTAS, E.L.; COSTA, A.C.D. New Sm/Nd and U/Pb geochronological constraints on the Archean to Neoproterozoic evolution of the Amparo basement complex of the central Ribeirabelt, southeastern Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 3., 2001, Pucon, Chile. **Extend Abstracts...** [S.l.: s.n.], 2001.
- HEILBRON, M. (Coord.). **Mapa geológico [da] folha Alpinópolis SF.23-V-B-IV**. [Brasília]: CPRM, 2007. 1 mapa. Escala 1:100.000. Contrato CPRM-UERJ 01/PR/2005. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/pgb/mapa\\_alpinopolis.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/pgb/mapa_alpinopolis.pdf)>. Acesso em: dez. 2017.
- HEILBRON, M. (Coord.). **Mapa geológico [da] folha Guapé SF.23-V-B-V**. [Belo Horizonte]: CPRM, 2007. 1 mapa. Escala 1:100.000. Contrato CPRM-UERJ 01/PR/2005. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/pgb/mapa\\_guape.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/pgb/mapa_guape.pdf)>. Acesso em: dez. 2017.
- HEILBRON, M. (Coord.). **Nota explicativa das folhas Alpinópolis (SF.23-V-B-V) e Guapé (SF.23-V-B-IV)**. Brasília: CPRM, 2007. 93 p. Escala 1:100.000. Contrato CPRM – UERJ57/PR/05.
- JANASI, V. A.; VLACH, S. R. F.; CAMPOS NETO, M. C.; ULBRICH, H. H. G. J. Associated A-Type subalkaline and high-K calc-alkaline granites in the Itu Granite province, Southeastern Brazil: petrological and tectonic significance. **The Canadian Mineralogist**, Ottawa, v. 47, n. 6, p. 1505-1526, Dec. 2009.
- KUSSAMA, H. H. **Mapeamento geológico da área entre Boa Esperança e Campo do Meio, Minas Gerais**. 2010. 77 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- LIMA, R.P. **Estudo da fusão em rochas máficas portadoras de hornblenda na fácies granulito, exemplo do anfíbolito Cefelândia, complexo barro Alto, GO.** 2011. 107 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- LUDWIG, K.R. **User's manual for Isoplot 3.00: a geochronological toolkit for Microsoft Excel**. [Berkeley, CA: BGC], 2003. 74 p. (Berkeley Geochronology Center Special Publication, 4).
- MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M.; GONZALES, S.R.; SCHENINI, C.A.; SANTOS NETO, A.; PALMEIRA, R.C.; PIRES, J.L.; TEIXEIRA, W.; CASTRO, H.E. F. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL, folha SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME, 1983. v. 32, 775 p. il., color., 6 mapas. (Levantamento de recursos naturais, 32).
- MARTINS NETO, M. A. ; CASTRO, P.T. A. ; HERCOS, C.M. O supergrupo São Francisco (Neoproterozóico) no cráton do São Francisco em Minas Gerais. **Boletim SBG Núcleo Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 14. p. 22-24, 1997. Trabalho apresentado no Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 9., 1997, Ouro Preto, MG.
- MARTINS NETO, M.A. ; ALKMIM, F.F. Estratigrafia e evolução tectônica das bacias neoproterozóicas do paleocontinente São Francisco e suas margens: registro de quebra de Rodínia e colagem de Gondwana. In: PINTO, Claiton Piva; MARTINS NETO, Marcelo A. Martins-Neto. (Ed.). **A bacia do São Francisco**: geologia e recursos naturais. Belo Horizonte: SBG Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 31-54.
- MORALES, N.; HASUI, Y. Evolução tectônica da porção ocidental do cinturão de cisalhamento Campo do Meio. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 7.; SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG Núcleo Minas Gerais, 1993. p. 292-296.
- NUNES, R.P.M. **A zona de superposição entre as faixas Brasília e Ribeira na região entre Caxambu e Pedralva, sul de Minas Gerais**. 2005. xxii, 257 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- OLIVEIRA, A. A. de. **Evolução geotectônica proterozóica da região de São Gonçalo do Sapucaí, sul de Minas Gerais**. 2010. xii, 62 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- OLIVEIRA, A. A. de. **Geologia da folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000, sul de Minas Gerais**. 2007. 65 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- OLIVEIRA, V.; COSTA, A.M.R.; AZEVEDO, W.P.; CAMARGO, M.N.; LARACH, J.O.I. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional da

- Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL, folha SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME, 1983. v. 32, p. 385-552.
- PACIULLO, F.V.P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R.R.; TROUW, R.A.J. The Andrelândia basin, a neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília belt, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 200-202, 2000.
- PACIULLO, F.V.P. ; RIBEIRO, A.; CHERMAM, A.; CHRISPIN, S.; MACIEL, R.R. **Geologia da folha Nepomuceno SF.23-V-D-III, escala 1:100.000.** Brasília: CPRM, 2008. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- PACIULLO, F.V.P.; TROUW, R.A.J.; RIBEIRO, A. Geologia da folha Andrelândia. In: SOARES, A.C.P.; NOCE, C.M.; TROUW, R.A.J.; HEILBRON, M. (Ed). **Geologia e recursos minerais do sudeste brasileiro.** [Belo Horizonte]: COMIG; Secretaria de Desenvolvimento Econômico do estado de Minas Gerais, 2003. V.I, cap. 4, p. 84-110.
- RENO, B.L.; BROWN, M.; KOBAYASHI, K.; NAKAMURA, E.; PICCOLI, P.M.; TROUW, R.A.J. Eclogite-high-pressure granulite metamorphism records early collision in West Gondwana: new data from the Southern Brasília belt, Brazil. **Journal of the Geological Society**, London, v. 166, p. 1013-1032, 2009.
- RENO, B.L.; PICCOLI, P.M.; BROWN, M.; TROUW, R.A.J. In situ monazite (U–Th)–Pb ages from the Southern Brasília Belt, Brazil: constraints on the high-temperature retrograde evolution of HP granulites. **Journal of Metamorphic Geology**, Oxford, v. 30, p. 81–112, 2012.
- RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; ANDREIS, R.R.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. Evolução policíclica ao sul do cráton do São Francisco: análise da região São João del Rei, Andrelândia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: SBG Núcleo Nordeste, 1990. v. 6. p. 2605-2613.
- RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; SENRA, A.S.; VALERIANO, C.M.; TROUW, R.A.J. **Geologia da folha Piumhi SF-23-V-B-II:** nota explicativa. Brasília: CPRM, 2008. 50 p., il. Escala 1:100.000. Programa geologia do Brasil.
- RIBEIRO, A.; TROUW, R. A..J.; ANDREIS, R.R.; PACIULLO, F.V.P.; VALENÇA, J. G. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 235-248, 1995.
- SANTOS, P. S. **Geocronologia, área fonte e ambiente tectônico da unidade Santo Antônio, megassequência Andrelândia.** 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- SILVA, L.C da ;LEITE, C. A.; HEINECK, C. A. ; VIEIRA, V. S.; SILVA, M.A. **Mapa geológico do estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: CPRM, 2003. 1 CD-ROM. Escala 1:1.000.000.
- SILVA, B.Y.B.; MORAES, R. Granulitos da base da Nappe Socorro-Guaxupé na região de Varginha, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46., 2012, Santos. **Anais...** São Paulo: SBG Núcleo São Paulo, 2012. 1 CD-ROM.
- SIMÕES, L.S.A.; VALERIANO, C. M. Porção meridional da faixa de dobramentos Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação tectono-estratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: SBG Núcleo Nordeste, 1990. v. 6. p. 2564-2575.
- SOUZA, A. M. ; MORAES, R.; ALEXANDRE, E. L. Caracterização das unidades granulítica e diatexítica da nappe Socorro-Guaxupé na região a sul de Alfenas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46., 2012, Santos.. **Anais...** São Paulo: SBG Núcleo São Paulo, 2012. 1 CD-ROM.
- TEIXEIRA, W.; SABATÉ, P.; BARBOSA, J.; NOCE, C.M.; Carneiro, M.A. Archean and paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco craton, Brazil. In: CORDANI, U.C.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Ed.). **Tectonic evolution of South America.** Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p101-137.
- TROUW, C.C. **Mapeamento da folha Virgínia, MG: geocronologia U-Pb (SHRIMP) em zircão e interpretação geotectônica.** 2008. xix, 126 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- TROUW, R.A.J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M.; ANDREIS, R.R. The central segment of the Ribeira belt. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Ed.) **Tectonic Evolution of South America.** Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p. 287-311.
- TROUW, R.A.J.(Coord.). Geologia da folha Varginha SF-23-V-D-VI. Brasília: CPRM, 2008. 1 CD-ROM. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil.
- TURBAY, C.V. G.; VALERIANO, C.M.; ROSSI, A.; SILVA, V.G.M. DA R. E. Geologia do complexo Campos Gerais ao sul de Alpinópolis, sudoeste de Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 79-90, 2008.
- TURBAY, C.V. G.; VALERIANO, C.M. Litogeoquímica do complexo Campos Gerais e granitoides intrusivos, Arqueano/Paleoproterozoico, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 663-689, 2012.
- TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M.; TUPINAMBÁ, M.; RIBEIRO, A. , The Ribeira and Brasília belts in the context of West Gondwana. In: GONDWANA 14: “reuniting Gondwana the East meets the West”. 2011, Búzios, Brazil. **Field trip guide.** Rio de Janeiro: UFJ, 2011.
- TROUW, R A.J.; PETERNEL, R.; RIBEIRO, A.; HEILBRON, M.; VINAGRE, R.; DUFFLES, P.; TROUW, C.C.; FONTAINHA, M.; KUSSAMA, H.H. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 48, p. 43-57, Dec. 2013.
- URURAHY, J.C.C.; COLLARES, J.E.R.; SANTOS, M.M.; BARRETO, R.A.A. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza

e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**: folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: DNPM, 1983. v. 32. P. 553-623. (Levantamento de recursos naturais, 32).

VALERIANO, C. M. **Evolução tectônica da extremidade meridional da faixa Brasília, região da represa de Furnas, sudoeste de Minas Gerais**. 1993. 192 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

VALERIANO, C.M.; DARDENE, M.A.; FONSECA, M.A.; SIMÕES, L.S.A. SEER, H.J. A evolução tectônica da faixa Brasília. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; Celso Dal Ré CARNEIRO, C.D.R.; NEVES, B.B. de B. (Org.). **Geologia do continente sul-americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 575-592.

VALERIANO, C.M.; MACHADO, N.; SIMONETTI, A.; VALLADARES, C.S.; SEER, H.J.; SIMÕES, L.S.A. U-Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and

assembly of West Gondwana. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 130, n.1-4, p. 27-55, Apr. 2004.

VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; SIMÕES, L.S.A.; DUARTE, B.P.; ROIG, H.L.; HEILBRON, M. Evolução estrutural do domínio externo da faixa Brasília no sudoeste de Minas Gerais: registros de uma tectônica pré-brasiliana. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 221-234, dez. 1995.

VALERIANO, C.M.; SIMÕES, L.S.A.; TEIXEIRA, W. ; HEILBRON, M. Southern Brasilia belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K-Ar data and evolution during the neoproterozoic Brasiliano orogeny. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n.1, p. 295-299, 2000.

VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; DUARTE, B.P.; RAGATKY, D.; PALERMO, N. O embasamento paleoproterozóico alóctone na faixa Brasília meridional: uma janela para o embasamento oculto da margem continental sanfranciscana. . In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3., 2005, Salvador. **Short papers**. Salvador: SBG Núcleo Bahia-Sergipe, 2005. v. 1. p. 259-262.

## O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de 17 *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista de 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – CPRM atua em diversas áreas intrínsecas às geociências, que podem ser agrupadas em três grandes linhas de atuação:

- Geologia e Recursos Minerais;
- Geologia Aplicada e Ordenamento Territorial;
- Hidrologia e Hidrogeologia.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

## ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

### LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



### LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



### AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



### LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



### LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



### LEVANTAMENTOS BÁSICO DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



### PREVISÃO DE ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES



### AGROGEOLOGIA



### LEVANTAMENTOS BÁSICO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



### RISCO GEOLÓGICO



### GEODIVERSIDADE



### PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



### ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



### GEOLOGIA MÉDICA



### RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



## ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

### GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



### TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



### LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



### MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



### PALEONTOLOGIA



### PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



### REDE DE BIBLIOTECAS



### REDE DE LITOTECAS



## ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

### SUSTENTABILIDADE



### PRÓ-EQUIDADE



### COMITÊ DE ÉTICA



Maiores informações: <http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM/Responsabilidade-Social/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel---ODS-319>

# Programa Geologia do Brasil

## Levantamentos Geológicos Básicos

ISBN  
978-85-7499-584-7

### GEOLOGIA

### E RECURSOS MINERAIS

### FOLHA ALFENAS – SF.23-V-D-II

O PRONAGEO, programa implementado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, vinculado ao Programa Geologia do Brasil, visa promover avanços na cartografia geológica básica na escala 1:100.000 em todo território nacional, através da interação entre o SGB-CPRM e universidades brasileiras, representadas por professores/pesquisadores nacionalmente reconhecidos, em geral líderes de grupos de pesquisa, os quais respondem diretamente pela qualidade do trabalho apresentado.

Os resultados obtidos através do PRONAGEO têm demonstrado um importante avanço, tanto na cartografia geológica, quanto no estudo da potencialidade mineral em amplas áreas do território nacional. A Folha Alfenas – SF.23-V-D-II é fruto da parceria do SGB-CPRM com a Universidade Federal do Rio de Janeiro, formalizada no contrato Nº 022/PR/2009.

Este relatório resulta de levantamentos e análises de dados geológicos de campo, laboratoriais (geocronológicos, petrográficos, químicos), e da literatura, e de sua integração com dados aerogeofísicos de alta resolução (magnetometria e gamaespectrometria). Acompanha um mapa geológico elaborado em escala 1:100.000, utilizando-se tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), sendo, portanto, um produto dinâmico, que permite diversas possibilidades de cruzamento de dados, novas interpretações e atualizações contínuas.

Estes produtos deverão auxiliar empresas do setor mineral, pesquisas acadêmicas, e órgãos de planejamento do Governo Federal, e das esferas estadual e municipal, na medida em que serve como base para estudos geológicos mais detalhados e para o estabelecimento de políticas públicas visando o desenvolvimento regional.

Todos os dados e produtos gerados na Folha Alfenas – SF.23-V-D-II estão hospedados no banco de dados corporativo do SGB-CPRM (GeoSBG), que pode ser acessado pelo portal [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br).



Contrato nº 022/PR/09

### ESTADO DE MINAS GERAIS



Escala: 1:100.000



[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

**O SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS**  
SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS  
Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897  
E-mail: [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

**OUIDORIA**  
Tel: 21 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495  
E-mail: [ouvidoria@cprm.gov.br](mailto:ouvidoria@cprm.gov.br)



SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

