

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Geologia
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DA FOLHA VIÇOSA*
SF.23-X-B-V

Escala 1:100.000

ESTADO DE MINAS GERAIS

***Parceria com**



Contrato Nº 010/PR/2010



BELO HORIZONTE
2014

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL – PGB
INTEGRAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E DIFUSÃO DE DADOS DA GEOLOGIA DO BRASIL

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE
AV. BRASIL, 1731 – BAIRRO FUNCIONÁRIOS
BELO HORIZONTE – MG – 30.140-002
FAX: (31) 3878-0383
TEL: (31) 3878-0307
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR
BIBLIOTECABH@CPRM.GOV.BR

Gradim, Daniel Tavares.
Geologia e recursos minerais da folha Viçosa
SF.23-X-B-V: estado de Minas Gerais / Daniel Tavares
Gradim ... [et al.] ... – Belo Horizonte : CPRM, 2014.
1 DVD

Programa Geologia do Brasil.
ISBN 978-85-7499-191-7

1.Geologia regional – Brasil – Minas Gerais. 2.Recursos
minerais – Brasil – Minas Gerais. I.Título.

CDD 558.151

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA DIDOTE/SEUS POR
TERESA CRISTINA SAMPAIO ROSENHAYME - CRB7 / 5663

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil - CPRM
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Geologia
Superintendência Regional de Belo Horizonte

Programa Geologia do Brasil

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA VIÇOSA**

ESTADO DE MINAS GERAIS

Daniel Tavares Gradim
Carlos Maurício Noce †
Tiago Amâncio Novo
Gláucia Nascimento Queiroga
Antônio Carlos Pedrosa Soares
Moisés Abraão Suleimam de Oliveira



BELO HORIZONTE
2014

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Geologia
Superintendência Belo Horizonte

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA VIÇOSA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Carlos Nogueira da Costa Junior
Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Thales de Queiroz Sampaio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena

Diretor de Administração e Finanças

Reginaldo Alves dos Santos

Chefe do Departamento de Geologia

Edilton José dos Santos

Chefe de Divisão de Geologia Básica

Patrícia Durringer Jacques

Chefe de Divisão de Geoprocessamento

Paulo Roberto Macedo Bastos

Chefe da Divisão de Cartografia

Ernesto von Sperling

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

José Márcio Henriques Soares

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

Marco Antônio Fonseca

Superintendente Regional

Márcio Antônio da Silva

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Márcio de Oliveira Cândido

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Marcelo de Araújo Vieira

Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Cléria Sebastiana Vieira

Gerente de Administração e Finanças

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Professor Jaime Arturo Ramírez

Reitor

Professora Maria Márcia Magela Machado

Faculdade de Geologia

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Geologia
Superintendência Belo Horizonte

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA VIÇOSA
ESTADO DE MINAS GERAIS

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Daniel Tavares Gradim - UFMG
Carlos Maurício Noce † - UFMG
Tiago Amâncio Novo - UFMG

Gláucia Nascimento Queiroga - UFOP
Antônio Carlos Pedrosa Soares - UFMG
Moisés Abraão Suleimam de Oliveira - UFMG

COORDENAÇÃO - UFMG

Antônio Carlos Pedrosa Soares

APOIO TÉCNICO

Departamento de Geologia
Reginaldo Alves dos Santos
Divisão de Geologia Básica
Edilton José dos Santos
Divisão de Geoprocessamento
João Henrique Gonçalves
Superintendência Regional de Belo Horizonte
Marco Antônio Fonseca
Gerência de Recursos Minerais
Márcio Antônio da Silva
Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Marcelo de Araújo Vieira

Revisão preliminar do Texto
Valter Salino Vieira
Organização e Coordenação
Luiz Carlos da Silva
Colaboração - Estagiários de Geologia
Guilherme Cotta Gonçalves
Caroline Cibele Vieira Soares
Coordenação de Revisão Bibliográfica
Roberta Pereira da Silva de Paula
Organização, Preparo e Controle da Edição Final
Alan Düssel Schiros

Editoração para publicação
UNIKA Editora

EDIÇÃO DO PRODUTO DIGITAL

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - Ernesto von Sperling
Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares
Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP/SA – Reginaldo Leão Neto – SIG/GEOBANK

APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos do país. Este programa tem por objetivo a ampliação acelerada do conhecimento geológico do território brasileiro, fornecendo subsídios para mais investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros, com a consequente geração de oportunidades de emprego e renda. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa também são aplicados em projetos de águas subterrâneas, gestão territorial e em outras atividades de interesse social. Destaca-se, entre as ações mais importantes e inovadoras desse programa, a estratégia de implementação de parcerias com grupos de pesquisa de universidades públicas brasileiras, em trabalhos de cartografia geológica básica na escala 1:100.000. Trata-se de uma experiência que, embora de rotina em outros países, foi de caráter pioneiro no Brasil, representando uma importante quebra de paradigmas para as instituições envolvidas. Essa parceria representa assim, uma nova modalidade de interação com outros setores de geração de conhecimento geológico, à medida que abre espaço para a atuação de professores, em geral líderes de grupos de pesquisa, os quais respondem diretamente pela qualidade do trabalho e possibilitam a inserção de outros membros do universo acadêmico.

Esses grupos incluem também diversos pesquisadores associados, bolsistas de doutorado e mestrado, recém-doutores, bolsistas de graduação, estudantes em programas de iniciação científica, dentre outros. A sinergia entre a interação de parcela considerável do universo acadêmico com a excelência em cartografia geológica praticada pelo Serviço Geológico do Brasil resulta em enriquecedor processo de produção de conhecimento geológico, que beneficia não apenas a academia e a CPRM, mas também a comunidade geocientífica e à indústria mineral. Os resultados obtidos mostram um importante avanço, tanto na cartografia geológica quanto no estudo da potencialidade mineral e do conhecimento territorial em amplas áreas do território. O refinamento da cartografia, na escala adotada, fornece aos potenciais usuários, uma ferramenta básica, indispensável aos futuros trabalhos de exploração mineral ou àqueles relacionados à gestão ambiental e à avaliação de potencialidades hídricas, dentre outras aplicações.

Além disso, o projeto foi totalmente desenvolvido em ambiente SIG e vinculado ao Banco de Dados Geológicos da CPRM (GEOBANK), incorporando o que existe de mais atualizado em técnicas de geoprocessamento aplicada à cartografia geológica básica. Este volume contém a Nota Explicativa da Folha Viçosa (SF.23-X-B-V), juntamente com o Mapa Geológico na escala 1:100.000 em ambiente SIG, executado pela UFMG, através do Contrato CPRM-UFMG No.010/PR/2010.

Esse conjunto também está disponível no Portal da CPRM na Internet, no endereço www.cprm.gov.br.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor - Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

O mapeamento geológico da Folha Viçosa (SF.23-X-B-V), na escala 1:100.000, integrante do Programa de Levantamento Geológico Básico (PLGB), foi executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM em convênio com a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. A área abrangida pela Folha situa-se integralmente na Província Mantiqueira, no limite entre os orógenos Araçuaí e Ribeira, do evento Brasileiro. A característica fundamental da região é a abundância de rochas metamórficas de médio a alto grau, ortoderivadas e paraderivadas, das fácies anfíbolito e granulito. O embasamento paleoproterozóico é representado por gnaisses e migmatitos charno-enderbíticos granulizados do Complexo Juiz de Fora e por gnaisses e migmatitos anfíbolíticos de composição granítica a tonalítica do Complexo Mantiqueira. O contato entre as duas unidades do embasamento é marcado pela Zona de Cisalhamento de Abre Campo, sutura paleoproterozóica reativada no Neoproterozóico como falha transpressional destrógena. Assentada sobre o embasamento na forma de klippen ocorre uma associação meta-vulcanossedimentar proterozóica (Grupo Dom Silvério) composta por xistos e raras intercalações de quartzito. A cobertura metassedimentar neoproterozóica (Grupo Andrelândia) está representada por paragnaisses migmatíticos intercalados a quartzitos. Duas unidades apresentam gênese ediacariana, os pegmatitos da Suíte Paula Cândido e os ortoanfíbolitos da Suíte Santo Antônio do Gramma. Completam o quadro estratigráfico da Folha Viçosa raros corpos de Rocha Metaultramáfica, hidrotermalitos quartzosos e ferruginosos e diques de basalto e diabásio. Cobrindo todas estas unidades ocorrem depósitos aluvionares inconsolidados a semi-consolidados. Os principais requerimentos de pesquisa na área são para minério de ferro, bauxita, minério de alumínio, minério de ouro e granito ornamental, e subordinadamente, quartzito, areia, argila, gnaiss (brita), cascalho, saibro, feldspato, caulim e água mineral.

ABSTRACT

Geologic mapping of the Viçosa Sheet (SF.23-X-B-V), on the scale of 1:100,000, belonging to the Basic Geological Survey Program (PLGB), was executed by Geological Survey of Brazil - CPRM in partnership with the Minas Gerais Federal University - UFMG. The area covered by the mapping lies entirely in the Mantiqueira Province, in the boundary of Ribeira and Araçuaí orogens, Brasiliano event. The main feature of the region is the abundance of medium to high-grade metamorphic rocks (granulite to amphibolites). The Paleoproterozoic basement is represented by granulitic charnockite to enderbite gneisses and migmatites of the Juiz de Fora Complex and amphibolitic granite to tonalite gneisses and migmatites of the Mantiqueira Complex. The contact between this two basement units is marked by the Abre Campo shear zone, a Paleoproterozoic suture reactivated during the Neoproterozoic as a transpressional fault. Settled on the basement as a klippen occurs a Proterozoic metavolcanosedimentary association (Dom Silvério Group) composed of schist and quartzite. The Neoproterozoic metasedimentary coverage (Andrelândia Group) is represented by migmatitic gneisses intercalated with quartzite. Two units have Ediacaran genesis, the pegmatites of Paula Cândido Suit and the amphibolites of Santo Antônio do Grama Suit. Supplementing the stratigraphic framework of the Viçosa Leaf there are rare bodies of metaultramafic rocks, quartz and ferruginous hydrothermalites and dikes of basalt and diabase composition. Covering all these units occur unconsolidated to semi-consolidated alluvial deposits. The main requirements for research in the area are iron ore, bauxite, aluminum ore, gold ore and decorative granite. Subordinate there are quartz, sand, clay, gneiss (gravel), clay, feldspar, kaolin and mineral water.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	17
1.1 - Localização e Acessos	17
1.2 - Dados de Produção.....	17
1.3 - Aspectos Fisiográficos	18
1.4 - Agradecimentos	18
2 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	21
2.1 - Contexto Geotectônico	21
2.1.1 - Orogenia Transamazônica - Evolução do Embasamento	21
2.1.2 - Orogenia Brasileira	23
2.2 - Estratigrafia Regional.....	24
2.2.1 - Complexo Mantiqueira.....	24
2.2.2 - Complexo Juiz de Fora	25
2.2.3 - Grupo Dom Silvério	25
2.3.4 - Grupo Andrelândia	26
2.3.5 - Anfibolito Santo Antônio do Grama	26
3 - UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	27
3.1 - Rochas de Posicionamento Indeterminado (Hidrotermalitos)	27
3.2 - Complexo Mantiqueira	27
3.2.1 - Ortognaisses (PP2ma2)	27
3.2.2 - Anfibolitos lato sensu. (PP2ma2a)	29
3.3 - Complexo Juiz de Fora (PP2jf)	32
3.4 - Grupo Dom Silvério (PRds)	34
3.5 - Grupo Andrelândia (NPa)	35
3.6 - Anfibolito Santo Antônio do Grama (NP3sag)	37
3.7 - Pegmatitos: Suíte Paula Cândido (NP3pc)	37
3.8 - Diques Máficos	38
3.9 - Cobertura Aluvionar (N4a)	40
3.10 - Metamorfismo	41
4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL	43
4.1 - Acervo Dúctil	43
4.1.1 - Deformação Pré-Brasiliana	43
4.1.2 - Deformação Brasileira.....	43
4.2 - Acervo Rúptil	45
5 - LITOGEOQUÍMICA.....	49
5.1 - Complexo Juiz de Fora e Complexo Mantiqueira	49
5.2 - Anfibolitos.....	50
5.3 - Rochas Metamáficas Afaníticas.....	53
5.4 - Basaltos e Diabásios	53
6 - RECURSOS MINERAIS.....	61

6.1 - Minério de Ferro	61
6.2 - Minério de Ouro	61
6.3 - Minério de Alumínio / Bauxita	61
6.4 - Agregados para Construção Civil.....	61
6.5 - Pegmatitos (Quartzo, Feldspato e Caulim)	63
7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA VIÇOSA

ESTADO DE MINAS GERAIS

Realização de cerca de cento e quarenta dias de trabalhos de campo, tendo sido descritos um total de 960 pontos de campo, distribuídos em aproximadamente 2392 km², para confecção do mapa geológico (Anexo). Do total de estações de campo, dezesseis são pedreiras voltadas à extração de rocha ornamental ou agregados para construção civil (seis ativas e dez inativas).

Amostragem dos litotipos para análises, realizada durante o mapeamento;

Descrição de 49 lâminas delgadas, sendo 4 de ortognaisses e 25 de anfibolitos do Complexo Mantiqueira; 3 do Complexo Juiz de Fora; 6 do Grupo Dom Silvério; 2 dos paragnaisses do Grupo Andrelândia; 1 do anfibolito Santo Antônio do Grama; 3 de diabásio e 1 de gabronorito;

Preparação de 29 amostras para análise litoquímica (elementos maiores e traços), sendo 2 de ortognaisse e 19 de rochas anfibolíticas (Complexo Mantiqueira); 1 de ortognaisse e 1 de ortogranulito ambos do Complexo Juiz de Fora; 1 de biotita-anfíbólio xisto (Grupo Dom Silvério); 1 de anfibolito (Santo Antônio do Grama); 3 de diabásio e 1 de gabronorito;

A Tabela 1.1 disposta a seguir, resume os dados físicos de produção da área da folha mapeada.

1.3 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A região pode ser dividida em dois compartimentos geomorfológicos: relevo dissecado e região serrana. Não há variações notáveis do relevo em função dos litotipos.

Na porção ocidental predomina um relevo dissecado dominado por morros em meia-laranja, com altitudes em torno de 600m (Figura 1.2A), onde, por vezes, ocorrem conjuntos de serras apresentando elevações modais de 1000m. A porção oriental é dominada por um ramo da Serra da Mantiqueira, que recebe a denominação de Serra do Brigadeiro, caracterizada por linhas de serra paralelas, bastante retilíneas e orientadas NNW, com escarpas íngremes

Tabela 1.1 - Dados físicos de produção da Folha Viçosa

Tabela 1. Dados físicos de produção da Folha Viçosa 1:00.000	
Afloramentos descritos	960
Quilometragem percorrida no mapeamento	8150
Amostras coletadas	183
Número e tipo de ocorrências minerais levantadas	16 (minas e garimpos; ativos e inativos)
Lâminas delgadas descritas	49
Análises litogeoquímicas	29
Análises geocronológicas	-

e topos aguçados, cujas cristas podem superar os 1.600 m. de altitude e atingem a altitude máxima de 1950 m (Figura 1.2B).

Toda a região era originalmente ocupada pela Mata Atlântica, quase integralmente substituída por pastagens e culturas de café e cana-de-açúcar. Um dos últimos remanescentes da floresta original encontra-se preservado no Parque Estadual Serra do Brigadeiro, criado em 27 de setembro de 1996 (Decreto Estadual n.º 38.319).

1.4 - AGRADECIMENTOS

Os autores dedicam este trabalho ao pesquisador e amigo Carlos Maurício Noce, e agradecem a:

- Direção da CPRM pela assinatura deste contrato;
- Dr. Luiz Carlos da Silva (Supervisor) e demais membros da equipe de revisores da CPRM, pelas proveitosas discussões e sugestões;
- Equipe que administrou este projeto na FUNDEP;



Figura 1.2 - Feições morfológicas da área mapeada: A: Relevo dissecado; B: Região serrana

- Equipe da Divisão de Convênio da Retoria da UFMG;
- Funcionários e professores do CPMTC e do IGC-UFMG;
- Moradores das cidades abrangidas no mapeamento, que facilitaram, de formas diversas, o trabalho da equipe;
- Em especial aos colegas: Salgado, S.S., Montandon, L., Dias, P.H.A., Pinho, R.R.,

Kuchenbecker, M., Sanglard, J.C.D., Silva, C.M.T; Romano, A.W., Costa, R.D., Reis, H.L.S., Alkmim, F.F., Costa, A.G., Jordt-Evangelista, H., Chaves, A.O., Martins, F.R., Roncato, J.G., Gradim, C.T., Neri, M.E.N.V., Caus, F.P.S., Batista, N.E.G. e Rocha, N.N., pela ajuda nos trabalhos de campo, etapas de laboratório e discussões, que muito contribuíram neste trabalho.

2 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Neste capítulo apresenta-se uma compilação de trabalhos que abordam a definição, componentes geotectônicos, compartimentação tectônica e o modelo evolutivo adotados para a região estudada.

O quadro estratigráfico da Folha Viçosa é composto por rochas do embasamento paleoproterozóico, metassedimentos de idade neoproterozóica e orotanfíbolitos. A evolução tectônica será abordada através das orogenias transamazônica (evolução do embasamento) e brasiliana (gênese das demais unidades e estruturação geral da área).

2.1 - CONTEXTO GEOTECTÔNICO

2.1.1 - OROGENIA TRANSAMAZÔNICA – EVOLUÇÃO DO EMBASAMENTO

O embasamento da Folha Viçosa (*i.e.*: Complexo Mantiqueira e Complexo Juiz de Fora) evoluiu a partir da aglutinação de blocos crustais arqueanos durante orogenia paleoproterozóica que estendeu-se aproximadamente entre 2,2 e 2,0 Ga (Noce *et al.* 2007). Neste evento ocorreu a

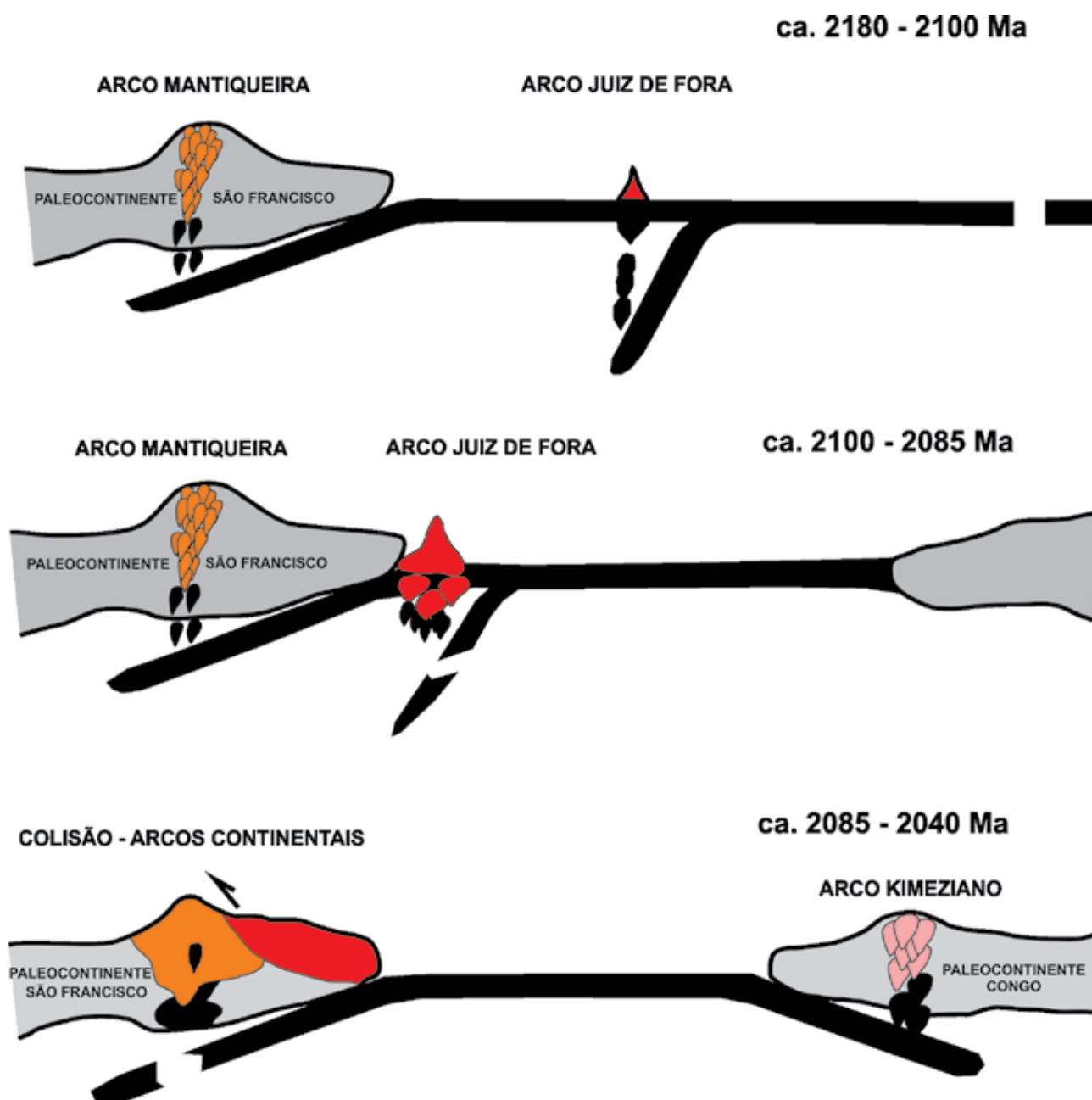


Figura 2.1 - Amalgamação paleoproterozóica dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora (Noce *et al.*, 2007)

consolidação do bloco continental São Francisco-Congo que provavelmente fazia parte de um extenso continente Paleoproterozóico (e.g. Atlântica Paleocôntine, Rogers & Santosh 2004 *in*: Noce *et al.* 2007). Os núcleos antigos arqueanos dos blocos São Francisco e Congo foram amalgamados ao longo de um cinturão orogênico denominado Itabuna-Salvador-Curaçá no Brasil (Barbosa & Sabaté 2004).

Noce *et al.* (2007) definiram o Complexo Mantiqueira como uma associação de rochas correspondentes a um arco magmático desenvolvido sobre a margem de um paleocôntine arqueano,

enquanto o Complexo Juiz de Fora representa um arco intra-oceânico. Os mesmos autores sugerem que o Complexo Juiz de Fora (terreno de caráter alóctone) encontrando-se tectonicamente justaposto ao Complexo Mantiqueira (para-autóctone) por meio de extensa zona de cisalhamento (zona de cisalhamento de Abre Campo – Figura 2.1). A orogenia brasileira no Neoproterozóico retrabalhou todas as unidades do embasamento, assim como reativou grandes estruturas antigas (e.g.: zona de cisalhamento de Abre Campo).

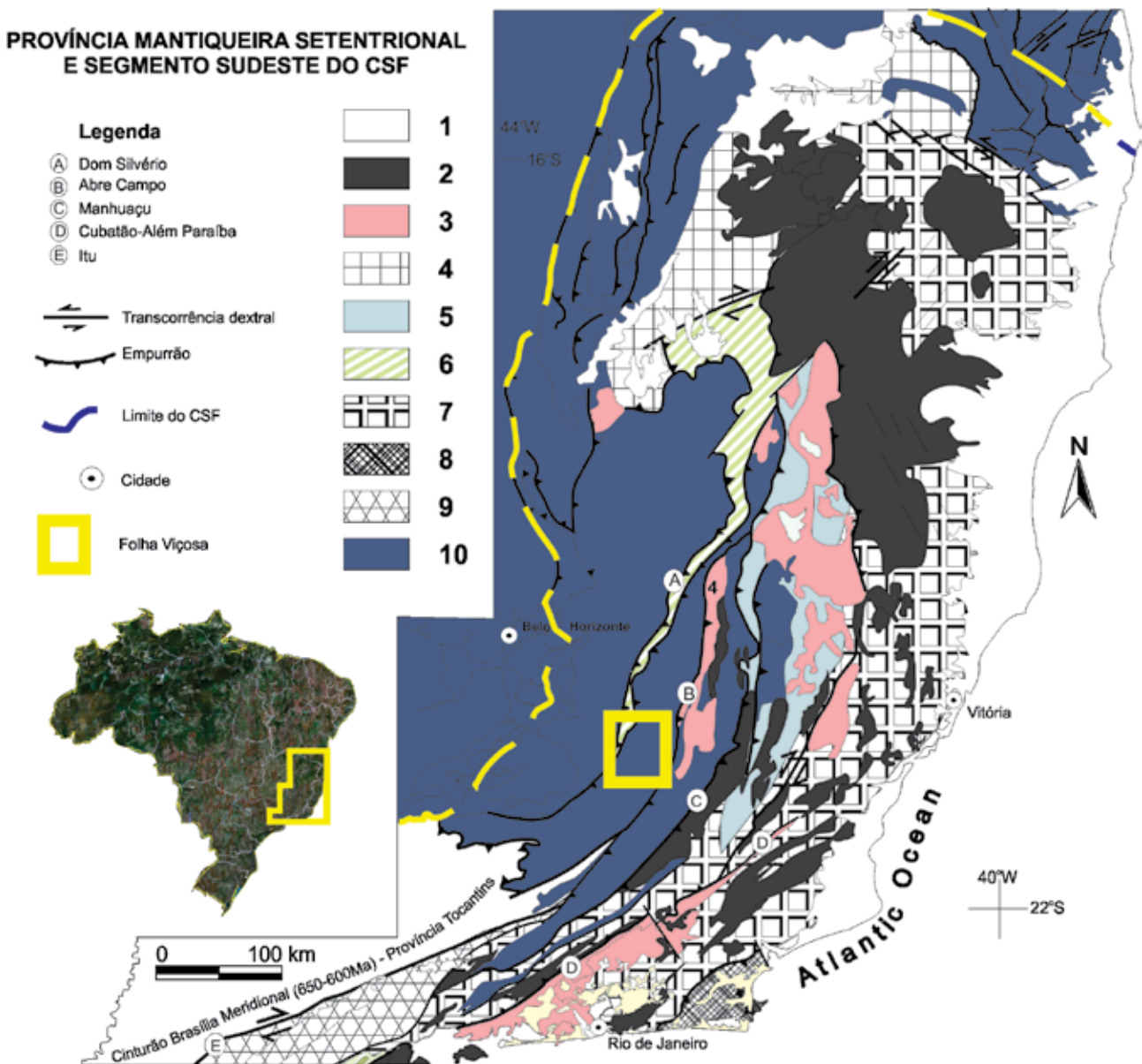


Figura 2.2 - Mapa Geológico Regional da Província Mantiqueira (Silva *et al.* 2005). Legenda: 1) Coberturas e rochas magmáticas fanerozóicas; 2) Granitóides pós (tipo I e S) a sin-colisionais (tipo S); 3) Granitóides pré-colisionais e pré-sin-colisionais; 4) Formação Salinas - Depósitos marinhos tardi-colisionais de águas profundas (fácies xisto verde); 5) Grupo Rio Doce - unidades vulcano-sedimentares pré-colisionais relacionadas ao arco (fácies anfíbolito); 6) Formação Ribeirão da Folha e Grupo Dom Silvério - depósitos vulcano-sedimentares de águas profundas, com remanescentes de assoalho oceânico (fácies anfíbolito); 7) Complexos paragnáissicos, fácies anfíbolito/granulito, parcialmente migmatizados; 8) Terreno Embu, Ortognaisses tonalíticos; granitóides e paragnaisse; embasamento do Grupo Serra de Itaberaba; Sequência metavulcano-sedimentar (bacia de retro-arco); 9) Orógeno Búzios, Sequência metavulcano-sedimentar de retro-arco; ortognaisses orosirianos de embasamento (Terreno Cabo Frio); 10) Embasamento e unidades pré Neoproterozóico

2.1.2 - OROGENIA BRASILIANA

Algumas ressalvas são cruciais para o bom entendimento do que será dito a seguir a respeito dos conceitos adotados. A folha Viçosa encontra-se numa área tectonicamente indefinida, a conexão entre os orógenos brasileiros Araçuaí e Ribeira (porção setentrional da Província Mantiqueira – Figura 2.2). Por um lado tem-se a definição de Pedrosa-Soares *et al.* (2001) que baliza o limite meridional do Orógeno Araçuaí pelo limite sul do Cráton São Francisco, através do paralelo 21°. Porém, a ausência de estruturas marcantes que limitem diferentes evoluções tectônicas e a semelhança entre as unidades litológicas deixam o limite entre as faixas Araçuaí e Ribeira sujeito a questionamentos. Com isso, o mais correto é explicitar a evolução geotectônica abordando a linha de raciocínio científico adotada para cada orógeno. Porém, as conceituações são muito distintas, ou seja, uma mesma região irá apresentar definições diferenciadas de acordo com cada linha de abordagem.

Em termos da compartimentação tectono-estratigráfica do Orógeno Ribeira, a área estudada situa-se no limite entre os Domínios Andrelândia e Juiz de Fora do Terreno Ocidental, que engloba o embasamento paleoproterozóico, a cobertura neoproterozóica e granitóides (Heilbron *et al.* 2003). Por sua vez, na compartimentação do Orógeno Araçuaí, a região encontra-se no domínio orogênico interno que representa o núcleo do orógeno, onde se situam o arco magmático pré-colisional e bacias relacionadas. O metamorfismo é de médio a alto grau e os episódios de plutonismo são variados.

EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

A evolução geotectônica da região está sumarizada a seguir com base nos trabalhos de Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos (2000), Pedrosa-Soares *et al.* (2001, 2006a, 2006b, 2007 e 2008), Alkmim *et al.* (2006 e 2007), Castañeda *et al.*, (2006), Noce *et al.*, (2004). Tal evolução é marcada pelas seguintes etapas:

Com a evolução do rifte no Paleocontinente São Francisco-Congo (Figuras 2.3A a 2.3C e 2.4A), foram depositados os sedimentos de margem continental passiva, representados pelo Grupo Macaúbas. Os processos de fraturamento crustal são evidenciados pela injeção de diques máficos datados em 1100 – 1000 Ma.

O fechamento da bacia foi induzido à distância, envolveu a península São Francisco e a placa Paraná ou Rio de La Plata, com isso iniciou-se a convergência das margens opostas da bacia Macaúbas, em um movimento que lembra o fechamento de quebra-nozes (Figura 2.4B). É a fase pré-colisional (630 – 580 Ma), onde a margem passiva da bacia evoluiu para uma margem ativa. Ocorreu a edificação do arco magmático, com a formação da Suíte G1 e o Grupo Rio Doce. O protólito das rochas do Complexo Nova Venécia teria se formado por rochas grauvaquianas na bacia de retroarco a leste do arco magmático (Figura 2.3D).

Por volta de 585 – 560 Ma têm-se o estágio sin-colisional, iniciado no norte e avançando progressivamente para o sul, a colisão das margens opostas da bacia promoveria a propagação de frentes de empurrão para as zonas cratônicas (Figura 2.4C), bem como o soerguimento da cadeia montanhosa. Nesta etapa ocorreu a granitogênese

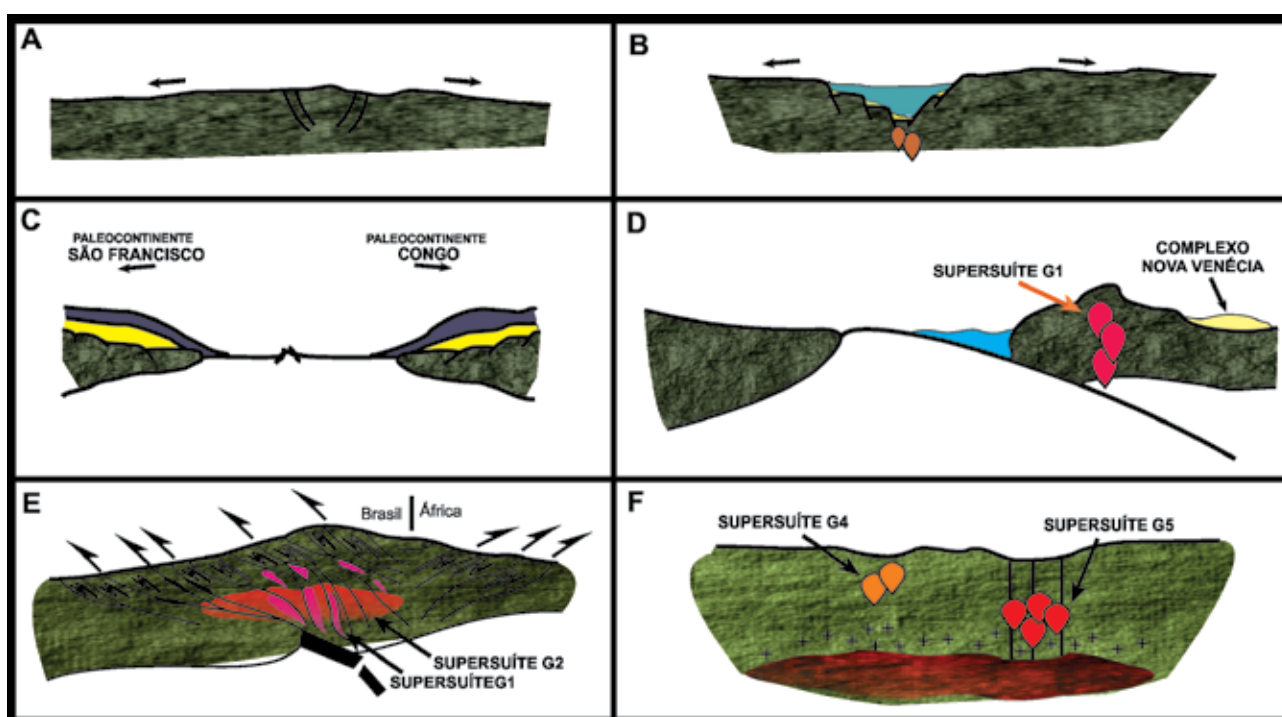


Figura 2.3 - Modelo evolutivo esquemático regional (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000)

G2, do tipo S, produto da fusão parcial de rochas sedimentares, registra a foliação regional (Figura 2.3E). A continuidade do encurtamento crustal gera e/ou reativa grandes zonas de cisalhamento (eg.: zona de cisalhamento de Abre Campo), implicando num escape de material em direção a sul (Figura 2.4D).

No estágio tardi-colisional (545 – 520 Ma) ocorreu outra granitogênese do tipo S, representada pela Suíte G3, livre de foliação regional, produto de fusão autóctone e parautóctone da granitogênese G2.

No estágio pós-colisional, a descompressão adiabática permitiu a intrusão de plútons graníticos, sem foliação regional, formando as Suítes G4 e G5 (Figura 2.3F), do tipo I e idade entre 520 – 490 Ma.

2.2 - ESTRATIGRAFIA REGIONAL

A área de estudo é composta por rochas do embasamento, coberturas proterozóicas e

cenozóicas, e diques máficos (vide Tabela 3.1 – capítulo 4). O embasamento é representado pelas unidades paleoproterozóicas, que incluem rochas dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora. As coberturas são formadas pelos xistos do Grupo Dom Silvério e paragneisses ricos em plagioclásio do Grupo Andrelândia. Ocorrem corpos de orto-anfibolito Santo Antônio do Grama, de idade neoproterozóica, que representam a associação arco-antearco-embasamento descrita por Pedrosa-Soares *et al.* (2007).

2.2.1 - COMPLEXO MANTIQUEIRA

Descrito primeiramente como Série Mantiqueira por Barbosa (1954 *in* Peres *et al.* 2004), composta por gnaisses bandados com foliação sub-horizontal. Campos Neto & Figueiredo (1995) e Fischel (1998) definem o Complexo Mantiqueira como uma faixa encurvada com a concavidade voltada para o Cráton do São Francisco, localizada a leste e sudeste do Quadrilátero Ferrífero (QF), em

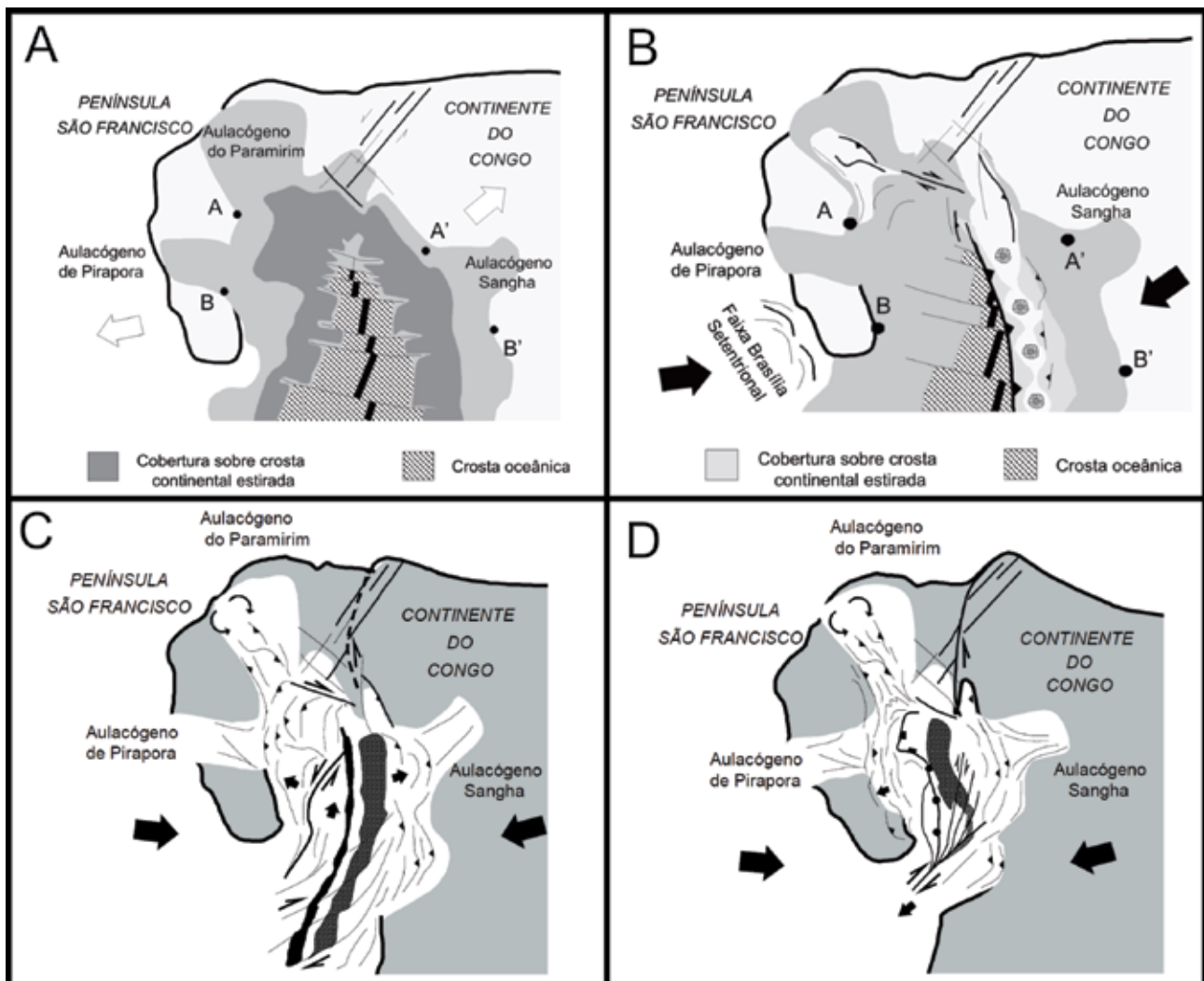


Figura 2.4 - Modelo evolutivo esquemático regional (Alkmim *et al.* 2007); a) Elementos da Bacia Macaúbas e seu cenário tectônico divergente; b) Início da operação da tectônica quebra-nozes, com consumo forçado do assoalho da porção oceânica da bacia precursora; c) Estágio colisional por volta de 560 Ma; d) Colapso gravitacional, após escape lateral na porção sul do Orógeno por 500Ma

uma zona de transição entre o limite sudeste do cráton e o “Cinturão Ribeira”.

Noce *et al.* (2007) caracterizaram como um biotita-anfibólio ortognaisse com bandas de espessuras centimétricas a decimétricas, de composição tonalítica a granítica, e lentes, *boudins* e camadas de anfibolito concordantes com a foliação, e é comum estruturas migmatíticas dos tipos estromática, dobrada e *schlieren*.

Idades U-Pb SHRIMP sugerem que a cristalização magmática se deu no intervalo entre 2180 e 2041 Ma (Silva *et al.* 2002, Noce *et al.* 2007). Dados isotópicos de Sr e Nd indicam que os protólitos são derivados de fusão crustal e o ambiente tectônico seria de arco magmático continental (Fischel 1998, Duarte *et al.* 2004, Noce *et al.* 2007).

2.2.2 - COMPLEXO JUIZ DE FORA

O termo Juiz de Fora foi aplicado inicialmente por Ebert (1955, 1957) e Rosier (1957), todos *in* Noce *et al.* (2007), à uma extensa faixa de rochas granulíticas, de direção NE-SW, que afloram entre os estados de MG e RJ. Um acervo bibliográfico completo da evolução dos conhecimentos sobre o Complexo Juiz de Fora é descrito por Heilbron *et al.* (2003).

De acordo com Noce *et al.* (2007), o litotipo característico é um gnaisse henderbítico de tonalidade esverdeada, granulação média, apresentando bandamento centimétrico e intercalações máficas. Bandas charnokíticas de cor clara e granulação grossa, e granulitos básicos na forma de bandas, *boudins* e lentes, são comuns.

Heilbron (1993, 1995) define o Complexo Juiz de Fora como um conjunto de ortognaisses e metabasitos com paragênese da fácies granulito que, localmente, apresentam a formação de hornblenda e biotita a partir de piroxênio como indicativo de metamorfismo retrógrado. Já as intercalações de rochas metassedimentares, colocadas neste complexo por outros autores, são interpretadas como escamas tectônicas da cobertura neoproterozóica.

Suítes básicas, uma toleítica e outra com tendência alcalina, e suítes cálcio-alcalinas foram identificadas no Complexo Juiz de Fora por Costa *et al.* (1995) e Duarte *et al.* (1997, 1999). Estes autores concluem que as rochas do Complexo Juiz de Fora foram primeiramente metamorfizadas em evento anterior ao responsável pela formação da foliação regional brasileira. Esse primeiro evento seria responsável pela formação da paragênese mineral diagnóstica da fácies granulito (ortopiroxênio + plagioclásio ± clinopiroxênio ± hornblenda) que se apresenta em arranjo granoblástico.

Segundo Figueiredo e Teixeira (1996), Duarte *et al.* (1997), Fischel *et al.* (1998) os ortognaisses de fácies granulito, com predominância composicional enderbítica e charnokítica do Complexo Juiz de Fora, compõem uma suíte calci-alcalina de natureza juvenil. Costa (1998) também caracteriza lentes

de granulitos básicos presentes no complexo, como rochas toleíticas com baixo teor de potássio, semelhante a rochas de arcos de ilhas e basaltos de assoalho oceânico. Em concordância aos estudos anteriores, Noce *et al.* (2007) considera que as rochas do Complexo Juiz de Fora podem ter sido um arco de ilhas formado por subducção intra-oceânica no Paleoproterozóico, antes de servir como embasamento do Orógeno Araçuaí (ver item sobre evolução geotectônica).

Datações U-Pb para enderbitos e charnockito gnaises do Complexo Juiz de Fora revelam idades de 2134 Ma (Machado *et al.*, 1996), 2127 ± 33 Ma (Heilbron *et al.*, 2001) e 2195 ± 15 Ma (Silva *et al.*, 2002). Através de dados U-Pb SHRIMP, Noce *et al.* (2007) confirmam a hipótese que o metamorfismo de alto grau foi contemporâneo à cristalização magmática paleoproterozóica.

2.2.3 - GRUPO DOM SILVÉRIO

Descrito pela primeira vez como uma unidade em campanha de campo a leste do Quadrilátero Ferrífero por Lima *et al.* (1973 *in*: Peres 2000), sendo composta por xistos quartzosos e xistos muscovíticos sobrepostos a quartzitos. Posteriormente, diversos autores fizeram interpretações agrupando estas rochas em complexos gnáissico-migmatíticos. Raposo (1991) descreve o Grupo Dom Silvério como uma seqüência de xistos e quartzitos subordinados, porém Brandalise (1991) subdividiu estas rochas baseado em observações de campo, em três unidades litológicas, da base para o topo:

Unidade 1: biotita anfibolitos, granada-mica xistos, tremolitos e rochas calcissilicáticas;

Unidade 2: mica xistos com ou sem granada, cianita, grafita e silimanita, muscovita quartzitos, muscovita-quartzo xisto, magnetita quartzitos, rochas calcissilicáticas, gonditos, mármore, biotita anfibolitos, formação ferrífera e biotita gnaises laminados;

Unidade 3: muscovita quartzitos e muscovita-quartzo xistos.

O mesmo autor, através de análise química, classificou as rochas anfibolíticas como toleíticas, cujo ambiente seria de ilha oceânica.

Dürkop *et al.* (1997) e Jordt-Evangelista (1992), todos *in*: Peres (2000), consideram estas rochas como uma seqüência metassedimentar de origem marinha associadas a meta-ígneas, distribuída em uma faixa longa e estreita, no vale do Rio Doce. A porção sul desta faixa seria composta por termos pelíticos, com raras intercalações quartzíticas e de rochas metaultramáficas (talco-clorita xistos), entretanto o domínio norte seria marcado por metassedimentos psamíticos.

Cálculos geotermobarométricos indicam que estas rochas estão na fácies anfibolito (Jordt-Evangelista e Roeser, 1988 *in*: Peres (2000)). Apesar dos dados geocronológicos serem escassos, valores

obtidos por Brueckner *et al.* (1998 e 2000) fornecem idade isocrônica Sm-Nd (granada e rocha total) de 549 Ma e idade modelo (T_{DM}) em rocha total de 2,2 Ga, indicando que a rocha fonte dos sedimentos era de idade paleoproterozóica.

2.3.4 - GRUPO ANDRELÂNDIA

Definido originalmente por Ebert (1956, 1958; *in* Noce *et al.*, 2007) como uma associação de rochas metassedimentares e metaígneas máficas que bordejam o limite sul-sudeste do Cráton do São Francisco.

Heilbron *et al.* (2004) consideram como sucessões neoproterozóicas de sedimentos de margem passiva com contribuição de arco e antearco, associadas a rochas máficas, metamorfizadas em fácies anfibolito médio a granulito. Essa caracterização foi feita nos afloramentos a sul e sudeste do Cráton do São Francisco, no Orógeno Ribeira e na porção sul do Orógeno Brasília (sudoeste do Cráton do São Francisco). Os últimos autores ainda o subdividem em duas seqüências: uma inferior, denominada Carrancas, e uma superior, chamada Serra do Turvo. A Seqüência Carrancas é composta por paragneisses bandados, intercalados com anfibolitos, paragneisses bandados, intercalados com anfibolitos e/ou quartzitos e filitos cinzas, além de intercalações de quartzitos e xistos cinzentos. A Seqüência Serra do Turvo é composta por uma sucessão de biotita xisto a gnaisses com intercalação de anfibolitos, gonditos e calcissilicáticas, todas metamorfizadas em fácies anfibolito e granulito.

Noce *et al.* (2006) mantém a subdivisão adotada por Heilbron *et al.* (2004) para o Grupo Andrelândia, ao estender o domínio de ocorrência desta unidade para o Orógeno Araçuaí, no mapeamento da Folha Manhuaçu. Pedrosa-Soares *et*

al. (2007) incluem partes do Grupo Andrelândia na associação arco-antearco-embasamento do Orógeno Araçuaí (Figura 2.3).

2.3.5 - ANFIBOLITO SANTO ANTÔNIO DO GRAMA

Este termo foi utilizado por Brandalise (1991), no mapeamento geológico da Folha Ponte Nova 1:100.000, para designar um conjunto de corpos de anfibolito, próximos à cidade homônima. Ocorrem na forma de corpos com dimensões quilométricas, que sobressaem no relevo (Fischel 1998). Esses corpos estão alinhados aproximadamente na direção NE-SW, coincidindo com o *trend* regional (Nóbrega II & Ribeiro, 2004).

De um modo geral, são caracterizados pela coloração cinza escura, granulação média a grossa, com cristais milimétricos de plagioclásio e de anfibólio, este último podendo alcançar 1 a 2cm. A foliação impressa nestes corpos de anfibolitos é paralela à foliação regional dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora, e Grupo Andrelândia, e controla o alinhamento dos corpos de anfibolito (Fischel 1998).

Idade-modelo Sm-Nd em torno de 890 Ma foi obtida por Fischel (1998) e é discrepante das idades-modelo bem mais antigas dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora. Como os afloramentos de anfibolitos observados não apresentam sinais de hidrotermalismo, fator que poderia alterar as concentrações de Sm e Nd, a autora sugere como hipótese mais provável que a idade obtida corresponda à época na qual se formou a crosta oceânica que, na Orogenia Brasileira, foi metamorfizada como lasca ofiolítica, e colocada tectonicamente junto às rochas dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora, e Grupo Andrelândia.

3 - UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

Tabela 3.1 - Esquema litoestratigráfico da região de trabalho

CENOZÓICO		COBERTURA ALUVIONAR
MESOZÓICO	CRETÁCEO	DIQUES DE DIABÁSIO E GABRONORITO
NEOPROTEROZÓICO	EDIACARIANO	SUÍTE PAULA CÂNDIDO ORTOANFIBOLITO SANTO ANTÔNIO DO GRAMA
	CRIOGENIANO	GRUPO ANDRELÂNDIA
PROTEROZÓICO INDIFERENCIADO	EDIACARANO A SIDERIANO	GRUPO DOM SILVÉRIO
PALEOPROTEROZÓICO	RIACIANO A OROSIRIANO	COMPLEXO JUIZ DE FORA
		COMPLEXO MANTIQUEIRA
ROCHAS DE POSICIONAMENTO INDETERMINADO		HIDROTHERMALITOS

Os litotipos presentes organizam-se nas unidades que compõem a coluna litoestratigráfica apresentada na Tabela 3.1. Os pegmatitos que ocorrem na área são denominadas neste trabalho como Suíte Paula Cândido.

3.1 - ROCHAS DE POSICIONAMENTO INDETERMINADO (HIDROTHERMALITOS)

Os corpos de hidrotermalitos estão intimamente ligados às zonas de cisalhamento de Ponte Nova e Abre Campo (Anexo). As ocorrências variam de pontuais a corpos alongados de dimensões kilométricas a hectométricas, com espessuras não definidas. Em alguns é possível identificar direções preferenciais de fraturamento/foliação, ortogonais à direção dos veios, indicando uma deformação progressiva. A provável origem está na dessilicificação hidrotermal de grandes volumes de rocha envolvidas no processo colisional. Essas alterações hidrotermais possuem características homogêneas e envolveriam rochas dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora, e Gr. Andrelândia. Assim, neste trabalho, essas ocorrências serão descritas de forma uniforme, por motivos óbvios.

Em análise de campo, podem-se separar os hidrotermalitos em dois tipos: quartzoso (XXX hq) e ferruginoso (XXX hf). Os veios quartzosos possuem granulação grossa, por vezes micáceos compostos essencialmente por quartzo (Figura 3.1A) e as ocorrências estão limitadas à zona de cisalhamento de Abre Campo (Figura 3.1B). Em trabalhos anteriores, os associavam à protólitos sedimentares em fácies metamórficas elevadas, entretanto em análise de campo, observa-se que os mesmos são contínuos, característica que não é observada nas demais litologias. Para os hidrotermalitos ferruginosos,

conclui-se a mesma gênese que os veios de quartzo. São corpos de pequenas dimensões, de granulação grosseira, foliados/bandados/fraturados, compostos essencialmente por quartzo e magnetita/hematita (Figura 3.1C), e limitam-se ao domínio do complexo Mantiqueira, mais especificadamente, da zona de cisalhamento de Ponte Nova (Anexo I), que será melhor detalhada no capítulo de geologia estrutural. À medida que se aproxima destes hidrotermalitos, é possível notar um enriquecimento em ferro dos ortognaisses Mantiqueira (Figura 3.1D), até que o mesmo se encontre completamente substituído, característica que corrobora uma gênese hidrotermal.

3.2 - COMPLEXO MANTIQUEIRA

Esta unidade abrange aproximadamente 60% da área mapeada e ocorre predominantemente na porção oeste do mapa (Anexo). O Complexo Mantiqueira (CM) apresenta relevo dissecado em formas arredondadas tipo "meia-laranja", com exposto manto de alteração. O CM foi subdividido em duas subunidades litológicas: ortognaisses e anfibolitos.

3.2.1 - ORTOGNAISSES (PP2MA2)

São gnaisses bandados e foliados, de composição granítica, mais raramente tonalítica (Figura 3.2), apresentando pequenas variações texturais e granulométricas. O bandamento varia de centimétrico a decimétrico e concorda com a foliação. Estruturas migmatíticas dos tipos *schlieren*, pitigmáticas, dobradas e estromáticas são comuns (Figuras 3.3A e 3.3B). Caráter proto-milonítico a milonítico, assim como dobras abertas a apertadas, são comuns aos gnaisses (Figuras 3.3C e 3.3D).



Figura 3.1 - Hidrotermalito quartzoso com granulação grossa (A) e ocorrência em afloramento (B), pontos V-61 e V-667, respectivamente; hidrotermalito ferruginoso grosseiro rico em magnetita e quartzo (C), ponto V-171; ortognaisses do Complexo Mantiqueira apresentando enriquecimento em ferro próximo ao contato com os hidrotermalitos (D), ponto V-171

Corpos de anfibolito, que serão melhor descritos adiante, ocorrem paralelos ao bandamento, por vezes apresentando-se boudinados.

Em lâminas delgadas, os leucossomas são compostos por quartzo, feldspatos potássico (microclina e raro ortoclásio), plagioclásio e com biotita e hornblenda subordinadas, de granulação média (Figuras 3.4A e 3.4B). A mineralogia dos

melanossomas é composta por hornblenda, biotita e em menores quantidades encontra-se quartzo e feldspato potássico, de granulação média a grossa (Figura 3.4A). A mineralogia acessória é parecida para ambas as bandas, sendo composta por titanita, zircão e apatita, da mesma forma, a textura varia de granonematoblástica a granolepdoblástica (Figura 3.4A), subordinadamente nematoblástica para as bandas ricas em anfibólios. Microestruturas indicam processos deformacionais de caráter dúctil, como a presença de feldspatos recristalizados e *ribbons* de quartzo, cujas orientações implicam em uma intensa deformação (Figura 3.4B).

Hidrotermalitos estão intimamente ligados às zonas de cisalhamento de Ponte Nova e Abre Campo (Anexo). As ocorrências variam de pontuais a corpos alongados de dimensões kilométricas a hectométricas, com espessuras não definidas. Em alguns é possível identificar direções preferenciais de fraturamento/foliação, ortogonais à direção dos veios, indicando uma deformação progressiva. A provável origem está na dessilicificação hidrotermal de grandes volumes de rocha envolvidas no processo colisional. Essas alterações hidrotermais possuem características homogêneas e envolveriam rochas dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora, e Gr. Andrelândia. Assim, neste trabalho, essas ocorrências serão descritas de forma uniforme, por motivos óbvios.

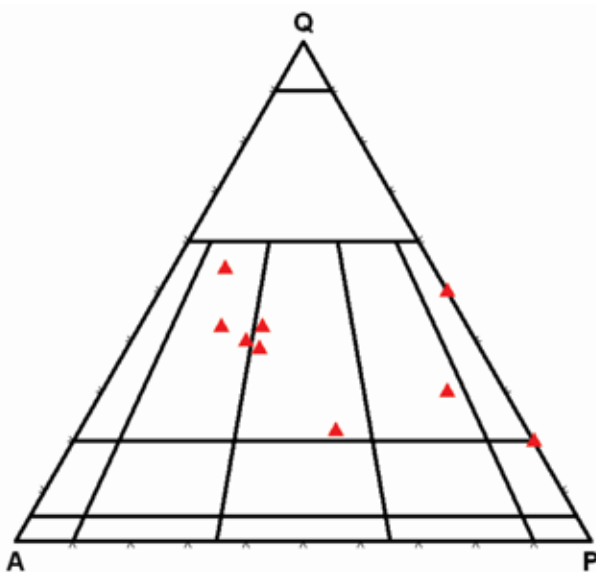


Figura 3.2 - Diagrama Streikeisen dos ortognaisses Mantiqueira



Figura 3.3 - Ortognaisse apresentando estruturas migmatíticas dos tipos dobrada (A) e estromática (B), pontos V-407 e V-94, respectivamente; C: ortognaisse com dobras tectônicas e bandas máficas, ponto V-33; D: Gnisse com textura milonítica, ponto V-177

3.2.2 - ANFIBOLITOS LATO SENSU. (PP2MA2A)

Esta subunidade do CM é representada por uma vasta gama de rochas anfibolíticas, com distintas texturas, granulações e paragêneses minerais. Este acervo ocorre na forma de bandas e/ou *boudins* em diversas escalas, inseridos nos ortognaisses Mantiqueira (Figuras 3.5A e 3.5B). Em mapeamento, não houve como definir áreas específicas de ocorrência dentro do CM, devido à heterogeneidade dimensional. Assim apenas os

corpos de maiores dimensões foram realçados no mapa geológico (Anexo). Levando em consideração a complexibilidade mineral encontrada, a princípio, a distinção entre os anfibolitos será feita apenas pela presença, ou não de granada.

Os anfibolitos granatíferos possuem uma vasta variação granulométrica (Figuras 3.5C e 3.6D). Através de análises petrográficas detectou-se a presença de hornblenda, plagioclásio, biotita, quartzo, granada e piroxênio como essenciais

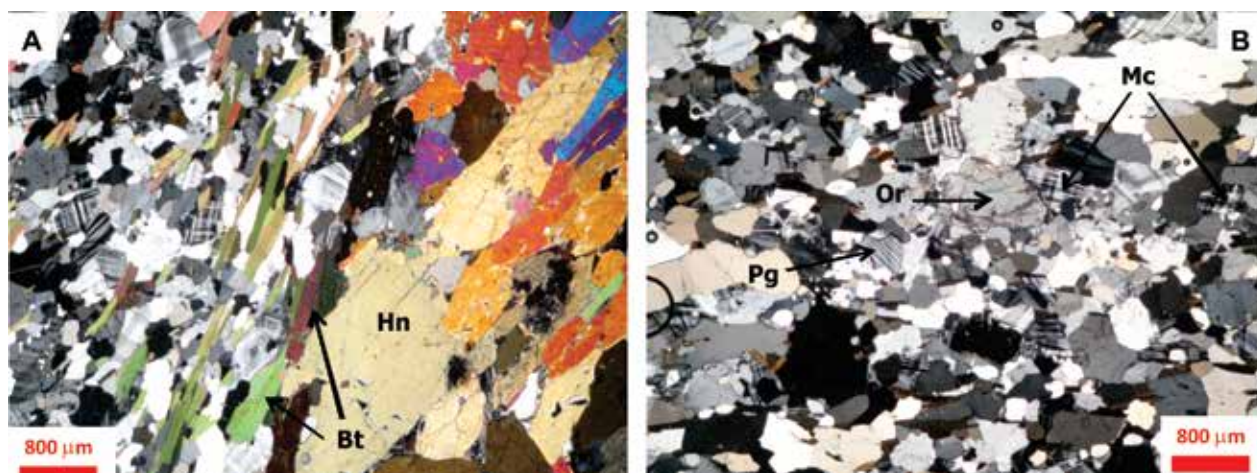


Figura 3.4 - Fotomicrografias dos ortognaisses (Complexo Mantiqueira). A: contato entre banda máfica, rica em hornblenda (Hn), e fêlsica com biotita (Bt), nicóis cruzados, ponto V-21A; B: ortognaisse apresentando microclina (Mc), plagioclásio (Pg) e ortoclásio (Or), nicóis cruzados, ponto V-2A; C: foliação de crenulação demonstrada através da inflexão das lamelas de biotita (Bt), nicóis cruzados, ponto V-33C

e mineralogia acessória composta por opacos, titanita e raro feldspato potássico. Conforme já dito, a proporção dos minerais essenciais é variável. A hornblenda ocorre em tonalidades verde-azuladas a esverdeadas. A trama varia de nematoblástica a granonematoblástica (Figura 3.6C), esta última quando o volume de plagioclásio supera o da hornblenda. Os processos de alteração mais marcantes são uralitização dos piroxênios e saussuritização dos plagioclásios (Figura 3.6B). Apresentam uma xistosidade bem desenvolvida, marcada pela orientação da hornblenda, biotita e fitas de quartzo (Figura 3.6A).

Disseminados em meio ao CM, ocorrem raros corpos de anfibolitos granatíferos com aspecto granulítico. Estes apresentam tonalidade cinza esverdeado, estrutura maciça, granulação média a grossa (Figura 3.5F). Através de um estudo petrológico mais apurado, pode-se observar algumas características peculiares como a não presença de uma foliação penetrativa, porém, microscopicamente, há evidências de deformação, como cristais de quartzo com extinção ondulante, além da marcante matriz granoblástica, rica em plagioclásios com junções triplíceis (Figura 3.6F). Piroxênios uralitizados e plagioclásios saussuritizados são comuns.



Figura 3.5 - Bandas (A) e boudins (B) de anfibolito em meio ao ortognaisse Mantiqueira, pontos V-2 e V-407, respectivamente; anfibolitos apresentando heterogeneidade quanto à granulação, fina (C), média (D) e grossa (E), pontos V-26, V-407 e V-659, respectivamente; (F) detalhe do granulito isotrópico, ponto V-616

Os anfibolitos sem granada são faneríticos, inequigranulares, melanocráticos, com uma xistosidade mal desenvolvida devido ao tamanho dos grãos (Figura 3.5E). A mineralogia essencial é dada pela hornblenda, plagioclásio, quartzo e biotita, e clorita, clinopiroxênio e opacos como acessórios. A hornblenda possui cor variando de verde a castanha, esta última sendo a mais

representativa. O arranjo é granonematoblástico, com a foliação marcada pela orientação da hornblenda. Porfiroclastos de plagioclásio são comuns, indicando caráter milonítico a estas rochas (Figura 3.6D). Os contatos variam de poligonal a serrilhado, que predomina. Uralitização e saussuritização são os principais processos de alteração.

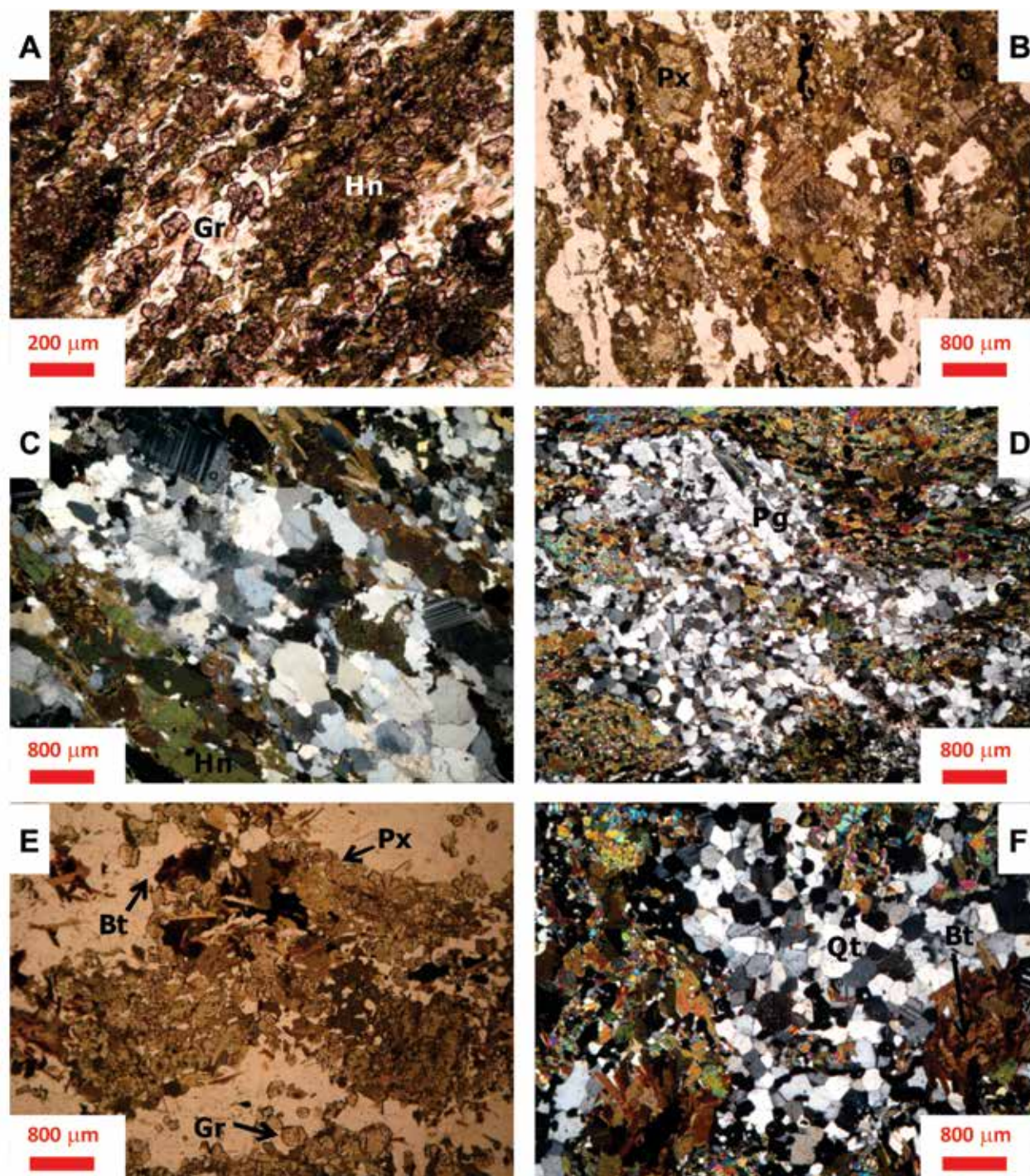


Figura 3.6 - Fotomicrografias dos anfibolitos. A: anfibolito fino granatífero (Gr) com trama nematoblástica, marcada pela hornblenda (Hn), nicóis paralelos, ponto V-24C; B: anfibolito médio com piroxênio (Px) uralitizado, nicóis paralelos, ponto V-445; C: anfibolito médio com bandado, marcado pela hornblenda (Hn), nicóis cruzados, ponto GQ-262; D: anfibolito grosseiro com porfiroclasto de plagioclásio (Pg), nicóis cruzados, ponto V-343; E e F: granulito apresentando granada (Gr), piroxênio (Px), biotita (Bt) e quartzo (Qt), em trama granoblástica, nicóis paralelos e cruzados, pontos V-603 e V-616, respectivamente

3.3 - COMPLEXO JUIZ DE FORA (PP2JF)

Representado por um gnaisse ortoderivado de composição charnockítica a enderbítica, que perfaz cerca de 20% da área mapeada. Ocorre a leste e em contato tectônico com os ortognaisses Mantiqueira, contato este, que marca a Zona de Cisalhamento de Abre Campo, a qual será melhor descrita no capítulo de geologia estrutural. Também se apresenta na forma de escamas tectônicas interdigitadas às rochas do Grupo Andrelândia (Anexo).

O Complexo Juiz de Fora (CJF) aflora em corpos alongados segundo NNE-SSW. Em afloramento, esta direção é marcada pelo bandamento e foliação do ortognaisse. Esta rocha possui coloração esverdeada a acinzentada, esta última quando intemperizados (Figura 3.7D). Apresenta granulação predominantemente fina a média e bandamento milimétrico a centimétrico (Figura 3.7A). Este bandamento é marcado pela alternância de porções félsicas, de composição quartzo-feldspática com raro ortopiroxênio, e máficas, constituídas essencialmente por ortopiroxênio, hornblenda e biotita, com clinopiroxênio e plagioclásio subordinados.

Os ortognaisses estão migmatizados em diversas intensidades. A migmatização é

representada por um leucossoma quartzo-feldspático de composição charnockítica e granulação grossa (Figura 3.8). Por vezes possuem textura milonítica, representada pelos porfiroblastos e porfiroclastos de anfibólio, piroxênio, feldspato e rara granada no leucossoma (Figuras 3.7B, 3.7C e 3.9C). O melanossoma é enderbítico (Figura 3.8) e possui granulação fina a média, onde ortopiroxênio, plagioclásio e anfibólio são minerais principais, e clinopiroxênio, feldspato potássico, quartzo e biotita ocorrem em menor quantidade. As estruturas migmatíticas predominantes são estromática (Figuras 3.7A e 3.7D), com estruturas subordinadas dos tipos ptigmática e dobrada.

Apresentam composição mineralógica essencial dada por plagioclásio, ortopiroxênio, biotita, hornblenda, quartzo, feldspato potássico e clinopiroxênio, em ordem decrescente de abundância (Figuras 3.9B e 3.9C). A foliação é materializada por piroxênio, anfibólio e biotita, entretanto a trama varia de lepdogranoblástica a nematogranoblástica, característica que depende da proporção de minerais lamelares (biotita) e prismáticos (anfibólio e piroxênio). Tanto o quartzo quanto o feldspato ocorrem estirados ao longo da foliação, mas localmente formam mosaicos granoblásticos. O plagioclásio possui baixa

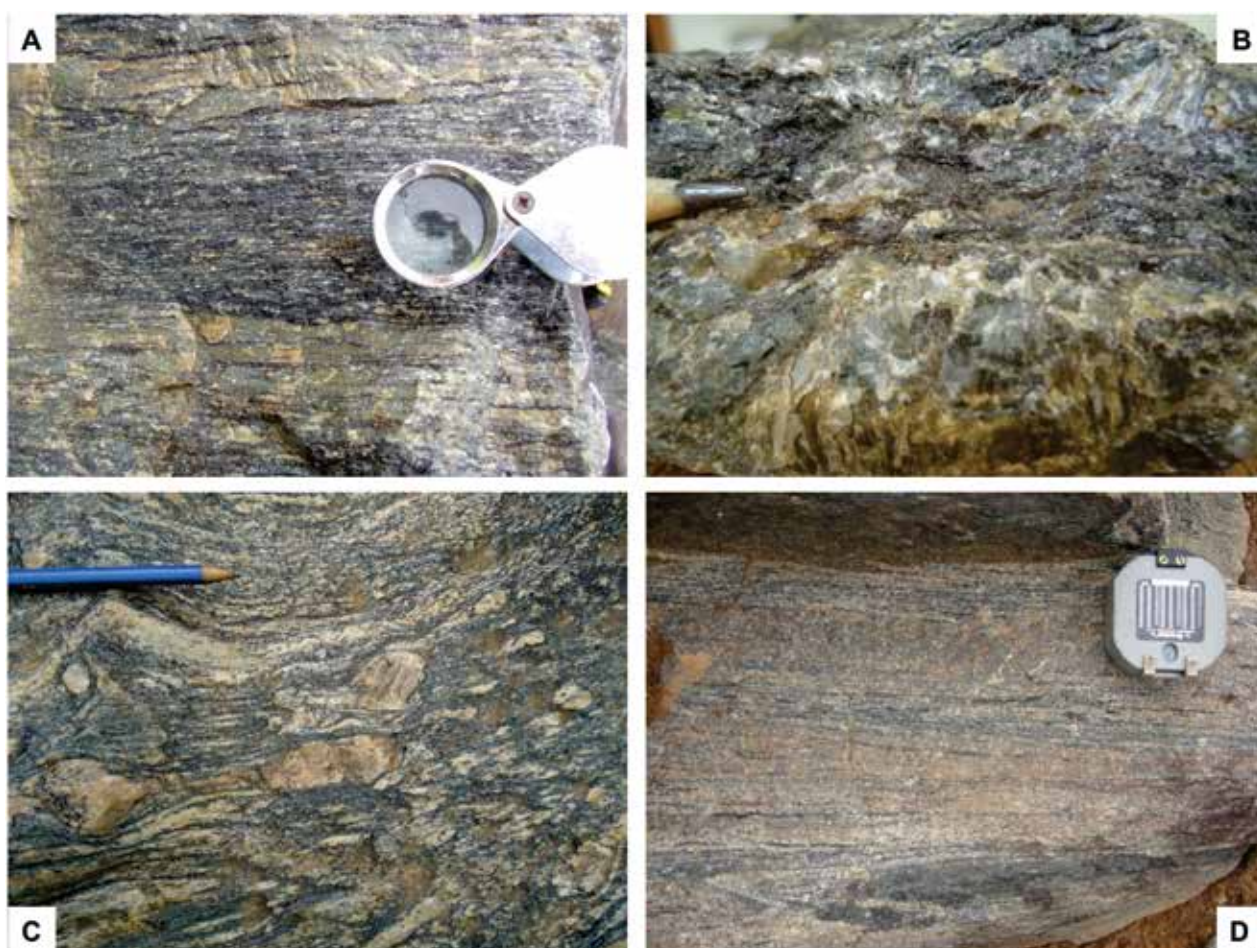


Figura 3.7 - Fotos do Complexo Juiz de Fora. A: ortognaisse com estrutura estromática, ponto V-24; B: bandas de granulação grossa com textura milonítica, ponto V-37; C: ortognaisse Juiz de Fora ultramilonítico próximo ao contato com o Complexo Mantiqueira, ponto V-591; D: ortognaisse intemperizado apresentando mudança de cor, ponto V-42

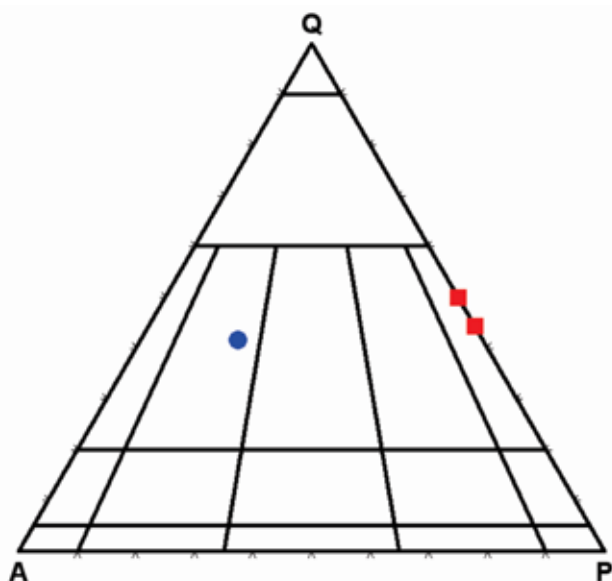


Figura 3.8 - Diagrama Streickisen para rochas charnockíticas indicando ortognaisses enderbíticos (vermelho) e porção fundida de composição charnockítica (azul)

saussuritização e raro intercrescimento antipertítico. A hornblenda apresenta coloração marrom a castanho, indicando enriquecimento em titânio

confirmado pela associação com titanita. Os cristais de piroxênio possuem baixa a moderada uralitização, gerando anfibólio (em geral, em forma de agregados fibrosos), biotita e clorita. O feldspato potássico presente nestas rochas é o ortoclásio que apresenta sericitização incipiente. O quartzo apresenta forte extinção ondulante e feições de recristalização metamórfica. Os minerais acessórios são titanita, zircão, granada, apatita e opacos.

O CJF comumente apresenta granulitos máficos. Estes ocorrem como *boudins* centimétricos a métricos, alongados na direção NNE-SSW, paralelamente à foliação regional e ao bandamento. Estas rochas têm cor cinza escuro esverdeado e estrutura maciça. Sua granulação é fina a muito fina e a textura granoblástica. A associação mineralógica dos enclaves máficos encontrados no ortognaisse do CJF é dada por plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio, caracterizando a fácies granulito (Figura 3.9A). Biotita e hornblenda ocorrem de forma subordinada, indicando paragênese retrógrada.

Corpos de hidrotermalito quartzoso, intimamente relacionados às zonas de cisalhamento, ocorrem associados às rochas do Complexo Juiz de Fora. As ocorrências variam de pontuais a

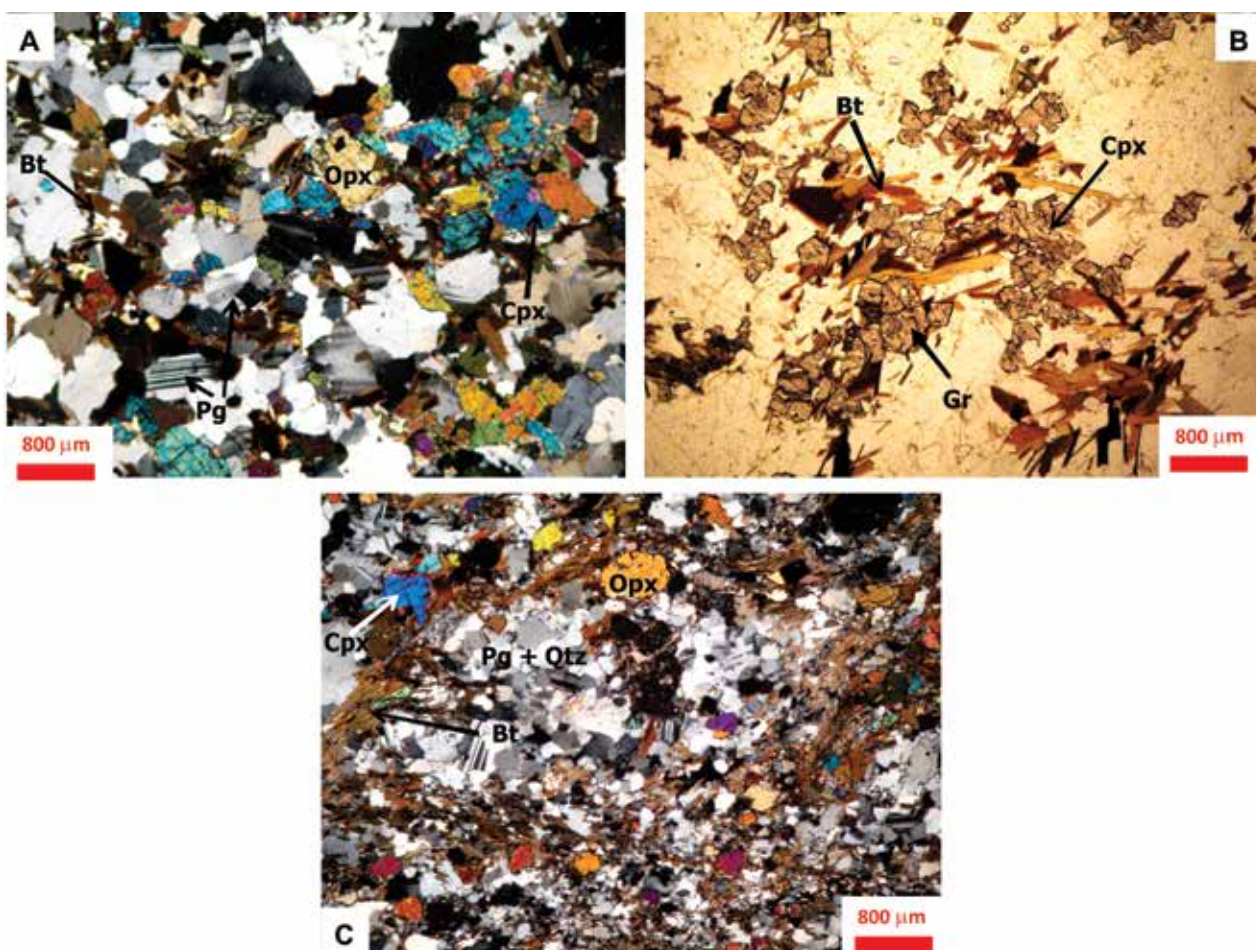


Figura 3.9 - Fotomicrografias do Complexo Juiz de Fora. A: granulito apresentando plagioclásio (Pg), clinopiroxênio (Cpx), ortopiroxênio (Opx) e biotita (Bt), em trama granoblástica, nicóis cruzados, ponto GQ-19; B: ortognaisse com clinopiroxênio (Cpx), biotita (Bt) e granada (Gr), nicóis paralelos, ponto V-461; C: ortognaisse milonítico apresentando porfiroclasto de plagioclásio (Pg), com cristais de clinopiroxênio (Cpx), biotita (Bt), quartzo (Qtz) e ortopiroxênio (Opx), nicóis cruzados, ponto V-37

corpos alongados na direção NE-SW, de dimensões decamétricas a quilométricas, com espessuras não definidas. Os contatos são bruscos e/ou tectônicos. Trata-se de um litotipo rico em quartzo (>90% do volume modal), tendo micas e/ou feldspatos como minerais acessórios, com restos de ortognaisse enderbítico. O hidrotermalito apresenta granulação predominantemente grossa, textura sacaroidal e estrutura foliada e muito fraturada, de acordo com as direções regionais da deformação brasileira.

3.4 - GRUPO DOM SILVÉRIO (PRDS)

Representado por uma associação metavulcanossedimentar composta por xistos e raras intercalações centimétricas a decimétricas de quartzito, e ocorre apenas no setor NW da área mapeada (Anexo), em contato tectônico com os ortognaisses do Complexo Mantiqueira. Devido à escala de mapeamento, não foi possível fazer um levantamento estratigráfico detalhado, com espessuras e relações estratigráficas, entretanto um trabalho de detalhe na área foi feito por Peres (2000). Através de relações de campo, constatou-se que a seqüência basal é constituída por hornblenda xistos, que representaria um protólito vulcânico máfico (Peres 2000). Em contato brusco, ocorre

uma seqüência predominantemente, em termos de protólitos, pelíticos a pelito-psamíticos (Figuras 3.10A a 3.10C) composta por biotita xistos, mica xistos, granada-biotita xistos, cianita-grafita-mica-quartzo xistos e grafita-mica xistos, intercalados em contato gradacional a mica-quartzo xistos e sericita quartzitos (Figura 3.10D). O litotipo predominante é representado por granada-biotita xistos, ora mais quartzosos, ora menos. Toda a seqüência supracitada apresenta granulação média a grossa e encontra-se intensamente foliada. Os afloramentos desta unidade comumente apresentam-se fortemente intemperizados.

Os hornblenda xistos possuem como mineralogia essencial, hornblenda, quartzo e plagioclásio, tendo carbonato, titanita, zircão e clorita como acessórios (Figura 3.11A). A hornblenda apresenta tonalidades verde-azuladas e verdes, sendo que a primeira predomina, e a orientação desta marca a foliação, compondo arranjo nematoblástico. Em cristais de quartzo predomina o contato poligonal, entretanto também apresenta contato do tipo serrilhado. Carbonato, clorita e biotita são produtos retrometamórficos do plagioclásio e hornblenda.

Os mica xistos apresentam biotita, quartzo, muscovita, granada e feldspatos como mineralogia essencial e cianita, estauroлита, zircão, clorita e

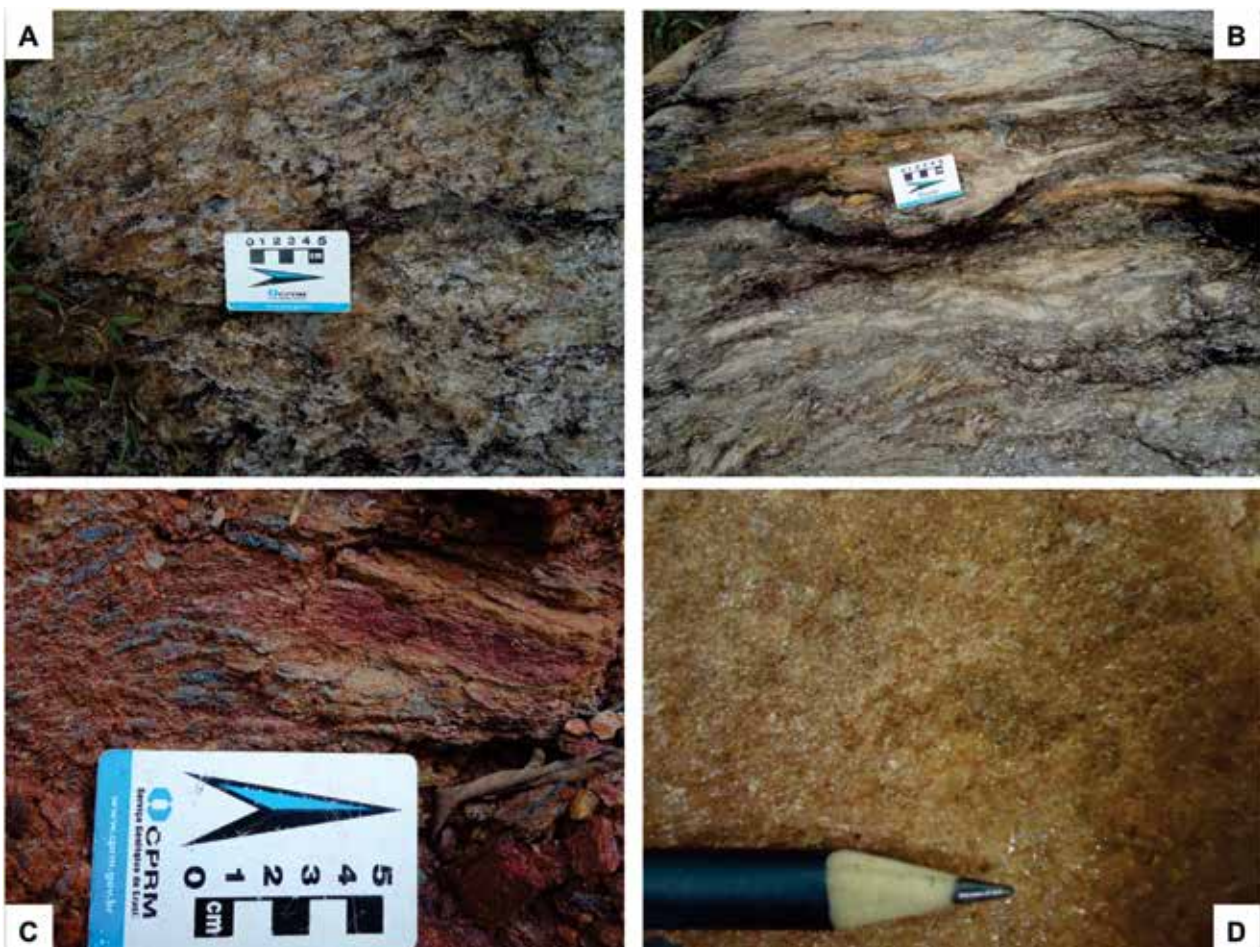


Figura 3.10 - Fotos dos principais litotipos encontrados do Grupo Dom Silvério. A: granada-mica xisto, ponto V-52; B: quartz-mica xistos com intercalações quartzíticas, ponto V-52; C: grafita-mica xisto, ponto V-204; D: sericita quartzito, ponto V-55

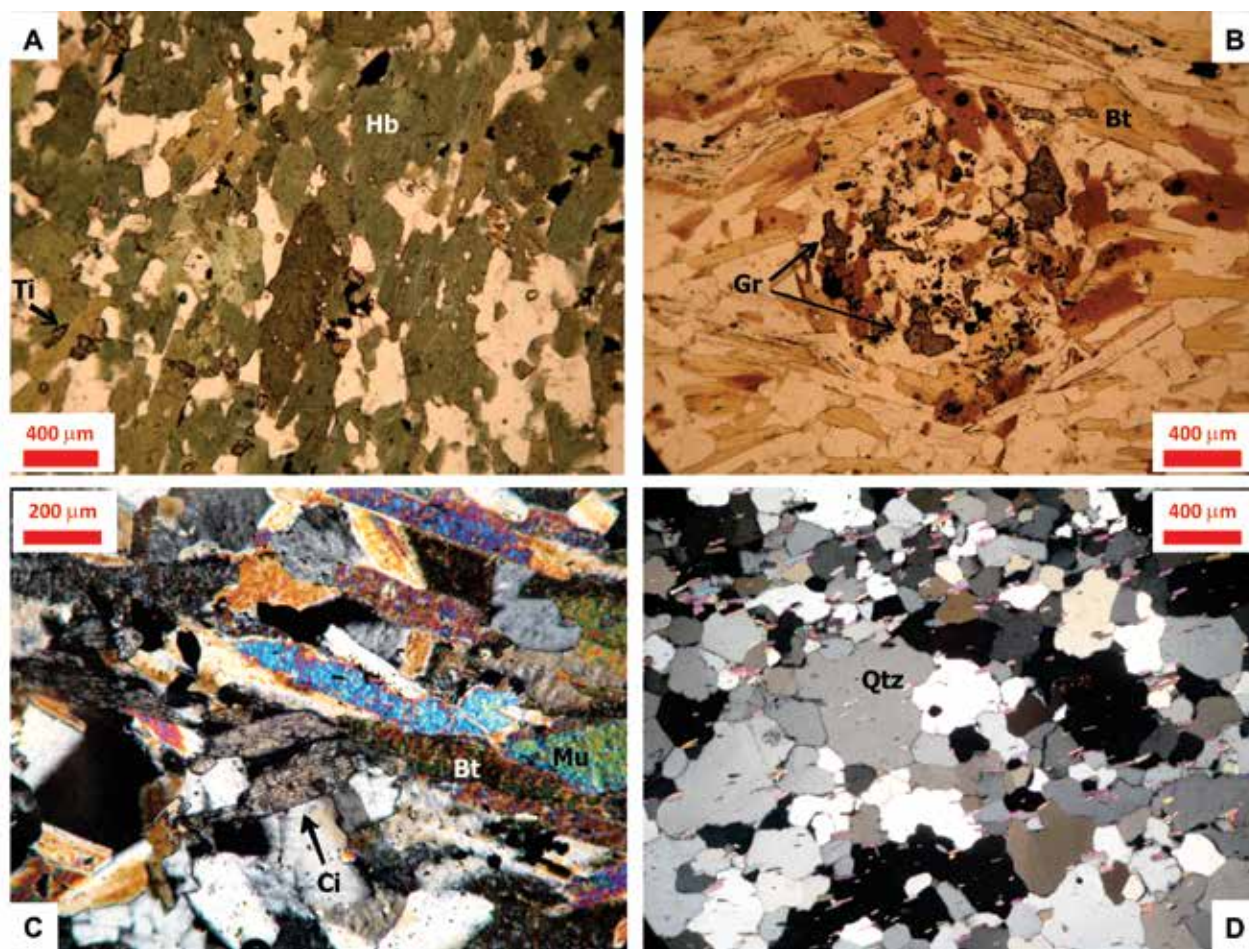


Figura 3.11 - Fotomicrografias dos litotipos analisados. A: hornblenda xisto apresentando trama nematoblástica, portando titanita (Ti), nicóis paralelos, ponto V-5B; B: granada-mica xisto com porfiroclasto de granada esqueliforme (Gr) e biotita (Bt), nicóis paralelos, ponto V-127; C: mica xisto apresentando cianita (Ci), biotita (Bt) e muscovita (Mu), nicóis cruzados, ponto V-127; D: sericita quartzito com palhetas de mica e cristais de quartzo (Qtz) em contatos poligonal, nicóis cruzados, ponto V-55

hornblenda como acessórios (Figura 3.11C). Porém amplas variações composicionais ocorrem neste pacote, como a presença de grafita e quantidade de outros minerais, características que foram observadas apenas em campo. Granadas esqueliformes são comuns, representando retrometamorfismo da granada para biotita (Figura 3.11B). Outras feições retrometamórficas observadas são a cloritização das biotitas e sericitização dos feldspatos. Os xistos apresentam-se levemente bandados e a trama dominante é do tipo lepdogranoblástica, dominado pela orientação das micas, mas ocorrem bandas grosseiras quartzo-feldspáticas com grãos equidimensionais em contato poligonal. A consequência desta variação granulométrica é a baixa qualidade da xistosidade.

Nos quartzitos (Figuras 3.10D e 3.11D), de modo geral, a sericita é um constituinte comum, enquanto que pequenos cristais de feldspatos são raros. A trama granoblástica predomina, com grandes cristais de quartzo em contato poligonal, entretanto *ribbons* de quartzo com extinção ondulante ocorrem com certa frequência. A orientação geral se dá pela sericita e agulhas de quartzo.

3.5 - GRUPO ANDRELÂNDIA (NPA)

Unidade composta essencialmente de paragnaisse granadífero intercalado à rocha calcissilicática. As rochas do Grupo Andrelândia (GA) ocorrem como escamas tectonicamente interdigitadas no CJF, na porção leste da área de estudo (Anexo).

O litotipo predominante nesta é o granada-biotita gnaisse de granulação fina a média, coloração cinza a rósea e bandamento milimétrico a centimétrico (Figuras 3.12A e 3.12B). Em escala de afloramento, é possível observar porções onde a granada é rara a inexistente (Figura 3.12A). Em menor proporção, observam-se zonas empobrecidas em biotita (Figura 3.12B). Os paragnaises apresentam textura milonítica, que é observável da escala de afloramento à escala microscópica (Figura 3.12C). As feições miloníticas presentes são porfiroblastos de granada, feldspatos e quartzo, no entorno dos quais se desenvolvem sombras de pressão compostas por quartzo e biotita (Figura 3.12C). Cristais de quartzo e plagioclásio ocorrem estirados paralelamente à foliação milonítica.

Os paragneisses do GA apresentam aspecto estromático, com alternância de bandas leucocráticas de granulação média a grossa, ricas em quartzo e feldspatos, e bandas melanocráticas ou mesocráticas de granulação fina, ricas em biotita e granada. Geralmente, esta unidade mostra-se migmatizada (Figuras 3.12A e 3.12B). Neste caso tem-se o desenvolvimento de porções leucocráticas pegmatóides de composição granada-quartzo-feldspática (Figura 3.12B). É comum a presença de restitos preservados do paleossoma bandado (Figura 3.12A). As estruturas migmatíticas predominantes são estromatíticas, dobradas e ptigmáticas.

Apresenta textura lepdogranoblástica (Figura 3.12C). Sua mineralogia essencial é dada por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, granada, biotita e sillimanita. A biotita se apresenta predominantemente em lamelas castanho-avermelhadas, refletindo um provável enriquecimento em titânio. Os cristais de granada, predominantemente incolores a róseo pálidos, apresentam-se predominantemente em porfiroclastos e porfiroblastos, parcialmente alterados para biotita. A sillimanita ocorre com *habitus* fibroso, como inclusões em cristais de granada, e prismático, em cristais de granulação fina, associada à biotita, ao quartzo e aos feldspatos. O feldspato potássico apresenta intercrescimento

perítico e sericita como principal produto de alteração. Carbonato e sericita são os principais produtos de alteração do plagioclásio. A mineralogia acessória é representada por opacos, apatita e zircão.

Corpos de hidrotermalito quartzoso, intimamente relacionados às zonas de cisalhamento, ocorrem associados às rochas do Grupo Andrelândia. As ocorrências variam de pontuais a corpos alongados na direção NE-SW, de dimensões decamétricas a quilométricas, com espessuras não definidas. O hidrotermalito quartzoso é representado por um litotipo rico em quartzo (>90% do volume modal), tendo micas e/ou granada e/ou feldspatos como minerais acessórios, com restos de paragnaisse. O hidrotermalito apresenta granulação predominantemente grossa, textura sacaroidal e estrutura foliada e muito fraturada, de acordo com as direções regionais da deformação brasileira.

Intercalados ao paragnaisse, ocorrem rochas calcissilicáticas na forma de camadas delgadas, freqüentemente boudinadas. Essas rochas, de granulação muito fina a fina, apresentam coloração cinza escura e aspecto maciço. A rocha calcissilicática apresenta textura granoblástica, sendo constituída predominantemente por granada, quartzo, clinopiroxênio e hornblenda (Figura 3.12D). Biotita, epidoto e opacos são minerais de alteração.

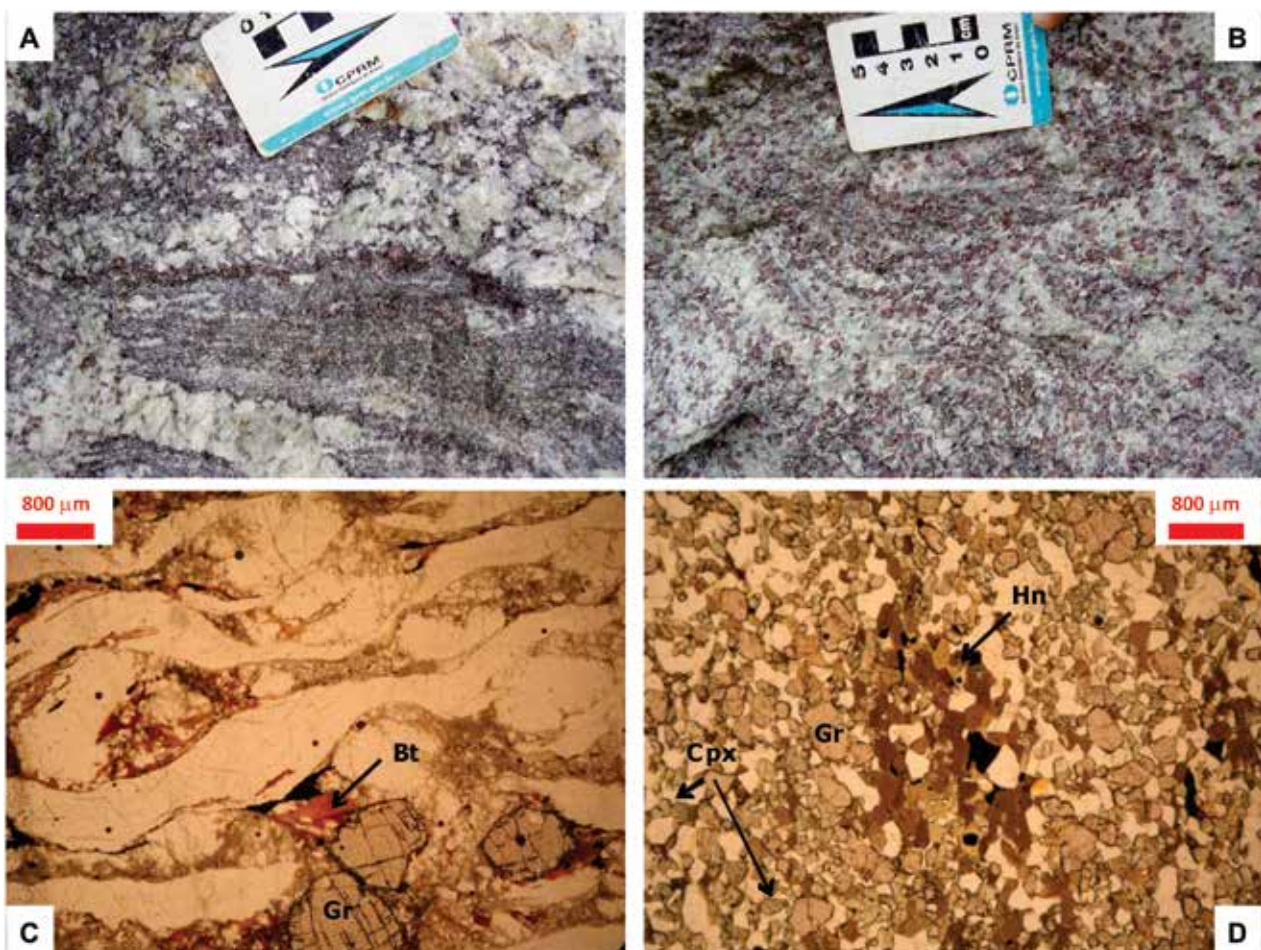


Figura 3.12 - Paragnaisse mostrando paleossoma e neossoma (A), ponto V-568; neossoma de paragnaisse granatífero (B), ponto V-568; fotomicrografia apresentando textura milonítica e estrutura do tipo SC (C), nicóis paralelos, ponto V-503; rocha calcissilicática (D) com hornblenda (Hn), clinopiroxênio (Cpx) e granada (Gr), nicóis paralelos, ponto V-472



Figura 3.13 A: corpo de anfibolito alongado destacando em meio ao terreno arrasado do ortognaisse Mantiqueira, ponto V-594; detalhe do anfibolito com bandado (B) e apenas foliado (C), pontos V-594 e V-661, respectivamente; D: fotomicrografia apresentando mineralogia típica, com hornblenda (Hn), plagioclásio (Pg), clinopiroxênio (Cpx) e titanita (Ti), ponto V-594

3.6 - ANFIBOLITO SANTO ANTÔNIO DO GRAMA (NP3SAG)

O ortoanfibolito Santo Antônio do Grama ocorre de forma restrita na porção nordeste da área (Anexo) e aflora como pães-de-açúcar alongados na direção N-S (Figura 3.13A).

Caracterizado por granulação média, localmente grossa, de cor verde escuro a preto com vênulas brancas, foliado e às vezes com bandamento centimétrico (Figuras 3.13B e 3.13C).

Esta unidade é composta essencialmente por hornblenda, plagioclásio, clinopiroxênio e quartzo, com titanita, apatita e sulfetos, como mineralogia acessória (Figura 3.13D). Apresenta trama nematoblástica, com a foliação bem marcada e definida pela orientação da hornblenda (Figura 3.13D). Venulações de plagioclásio e quartzo podem ocorrer concordantes e discordantes da foliação.

3.7 - PEGMATITOS: SUÍTE PAULA CÂNDIDO (NP3PC)

As ocorrências pegmatíticas estão limitadas à porção sudoeste da área (Anexo) e foram descritas

primeiramente por Raposo (1991), que caracteriza este litotipo como alcaligranito Divinésia, composto por microclina, quartzo, plagioclásio e biotita, de granulação grossa, por vezes apresentando-se gnaissificado. O mesmo autor interpreta estas rochas como sendo produtos anatéticos de idade arqueana/proterozóica indiferenciada. Entretanto as características observadas em campo, que serão descritas a seguir, não definem estas rochas como granitos anatéticos. Assim, neste trabalho adota-se a terminologia de suíte pegmatítica Paula Cândido.

Os pegmatitos são rochas leucocráticas e compostos por feldspato potássico, quartzo, muscovita, biotita e rara turmalina, de granulação grossa a gigante, não sendo rara textura do tipo gráfica (Figura 3.14A). Ocorrem na forma de *stocks*, diques e veios, apresentando contato escalonado com os ortognaisses do Complexo Mantiqueira (Figuras 3.14B e 3.14C), indicando característica intrusiva e não de fusão anatética. Xenólitos disformes destes gnaisses são comuns e possuem dimensões decimétricas a métricas (Figura 3.14D). Critérios deformacionais não foram observados para estas rochas, uma vez que a granulação camufla quaisquer tipos de estruturas dúcteis, porém fraturas são observadas comumente.



Figura 3.14 - Fotos apresentando características típicas da Suíte Paula Cândido. A: textura gráfica entre quartzo e feldspato, ponto V-353; contato do tipo escalonado (B) e dique de pegmatito (C) no ortogneisse do Complexo Mantiqueira, pontos V-323 e V-351, respectivamente; D: xenólito de ortogneisse Mantiqueira, ponto V-351

3.8 - DIQUES MÁFICOS

As rochas máficas que ocorrem como diques e blocos rolados (Figuras 3.15A e 3.15C). Foram mapeados quatro afloramentos que mostram diques *in situ*, sendo os melhores afloramentos observados no leito de drenagens. Estes diques são corpos tabulares, sub-verticais, orientados nas direções NE-SW e NW-SE.

Essas rochas sempre ocorrem encaixadas em estruturas rúpteis e intrudem todas as unidades anteriormente descritas. Este contato é geralmente brusco e se faz ao longo de planos de fraturas. Nas bordas de diques, é possível observar disjunções colunares centimétricas cujos planos são sempre perpendiculares à direção da intrusão. As rochas máficas estão livres de deformação e não há indícios de interferência dessas intrusões na estruturação dúctil das rochas encaixantes, isto é, a foliação das encaixantes não sofreu mudança de atitude nas proximidades do contato com os diques máficos.

Os diques máficos, quando inalterados, são pretas e esverdeadas. Apresentam textura afanítica a microfanerítica, por vezes porfirítica (Figura 3.15B). Quando alteradas, a cor do solo de intemperismo dessas rochas é ocre a avermelha.

A partir da análise petrográfica de quatro lâminas delgadas observou-se que a mineralogia das rochas máficas é distinta, com marcantes variações texturais e mineralógicas. Os minerais essenciais são plagioclásio, clinopiroxênio, ortopiroxênio e, por vezes, anfibólio. Óxidos de ferro ocorrem como minerais acessórios, sendo comuns cristais euédricos de magnetita, além de zircão, feldspato potássico e rara granada.

Os processos de alteração são representados por piroxênios uralitizados e plagioclásios caulinitizados e saussuritizados, materiais que podem preencher fraturas nos fenocristais de plagioclásio. Microfraturas na rocha podem estar preenchidas por óxidos de ferro.

Utilizando critérios de textura segundo Williams *et al.* (1982), é possível detalhar a classificação das rochas máficas em dois litotipos:

Diabásio (Figuras 3.16A, 3.16B e 3.16D): possui granulação fina a média, constituída por plagioclásio, clinopiroxênio, ortopiroxênio e agregados de anfibólio como minerais essenciais, e óxidos de ferro como acessório. Possui trama intergranular, com fenocristais de plagioclásio.



Figura 3.15 - Dique de diabásio (A), ponto V-611; detalhe do diabásio porfirítico (B), ponto V-611; dique de diabásio (Db) em contato brusco com paragneisse (Pg) do Gr. Andrelândia (C), ponto V-649; D: detalhe do piroxênio-hornblenda gabronorito, ponto V-820

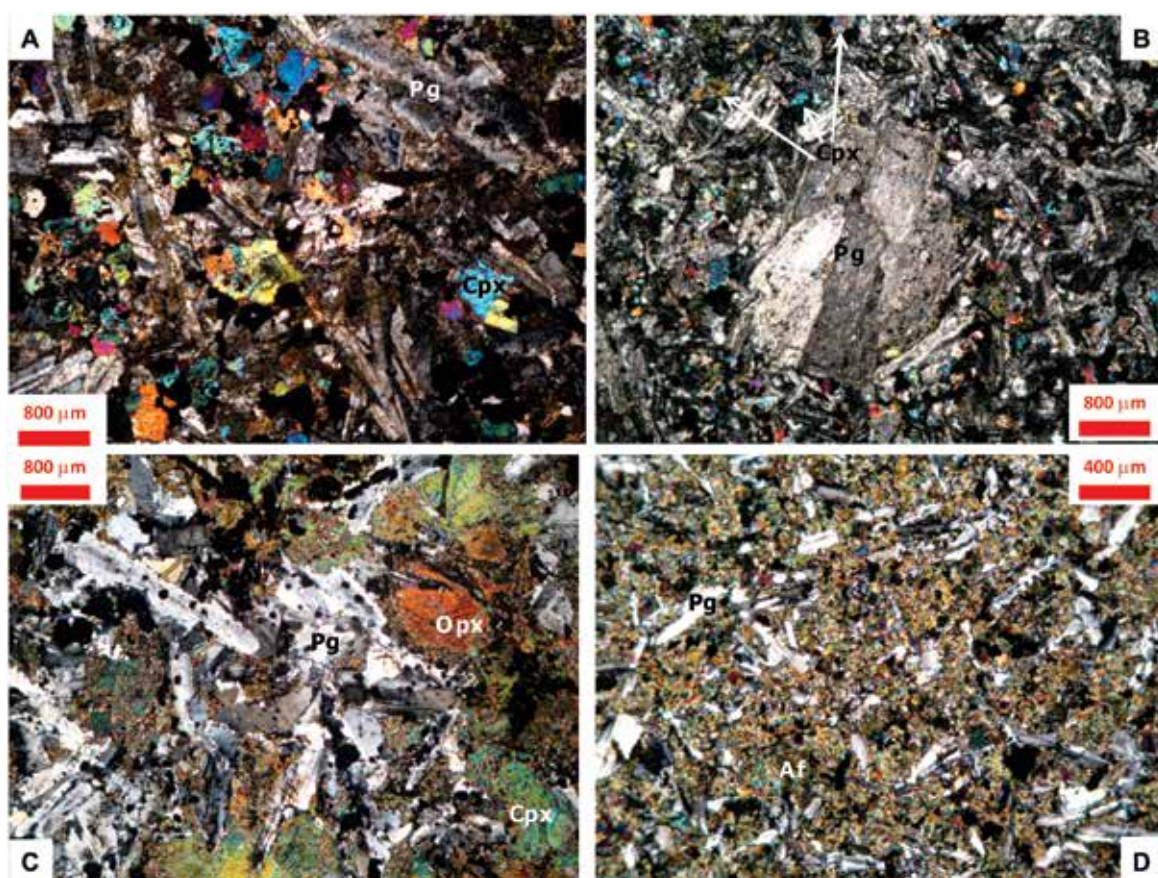


Figura 3.16 - Fotomicrografias das rochas máficas. A: diabásio apresentando trama intergranular com ripas de plagioclásio (Pg) e matriz rica em clinopiroxênio (Cpx), nicóis cruzados, ponto V-611; B: fenocristais de plagioclásio (Pg) e cristais menores de clinopiroxênio (Cpx), nicóis cruzados, ponto V-649; C: gabronorito apresentando clinopiroxênio (Cpx), ortopiroxênio (Opx) e ripas de plagioclásio (Pg), nicóis cruzados, ponto V-820; D: diabásio fino composto por ripas de plagioclásio (Pg) em meio a uma matriz de anfibólio (Af), nicóis cruzados, ponto V-821

Piroxênio-anfibólio gabronorito (Figuras 3.15D e 3.16C): constituído por plagioclásio, clinopiroxênio, ortopiroxênio e agregados de anfibólio como minerais essenciais e óxidos de ferro e granada como acessórios. Possui granulação média a grossa com arranjo subofítico.

As rochas máficas possuem composição basáltica (Figura 3.17A). O diagrama de classificação de rochas ígneas plutônicas máficas (LeMaitre, 1989, *in* Wernick, 2004) foi utilizado afim de quantificar os minerais máficos essenciais, classificando os correspondentes plutônicos como piroxênio-hornblenda gabronoritos (Figura 3.17B).

3.9 - COBERTURA ALUVIONAR (N4A)

Compostos por sedimentos de ambiente fluvial do tipo meandrante (Figura 3.18A), de granulometria muito variável, de argila a seixo, recobrem partes dos grandes vales. As porções grossas, compostas por seixos a blocos, ocorrem na forma de barras de pontal nos meandros dos rios (Figura 3.18B). Os sedimentos de granulometria areia têm importância econômica como agregados para construção civil. Os maiores depósitos se localizam, principalmente, na porção noroeste do mapa, próximos à cidade de Guaraciaba.

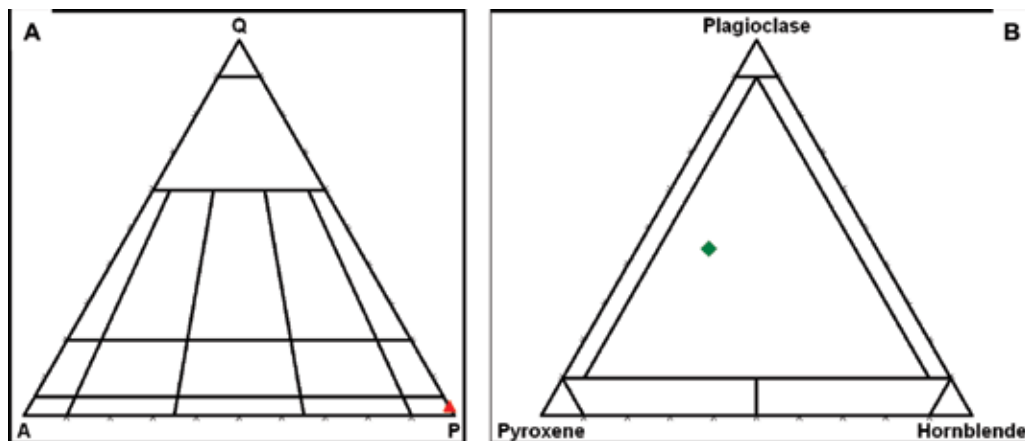


Figura 3.17 - A: diagrama Streckeisen para rochas vulcânicas indicando composição basáltica; B: diagrama para rochas gabróicas indicando campo do piroxênio-hornblenda gabronorito



Figura 3.18 - terraços aluvionares em rios meandrantes (A) com barras de pontal cascalhentas (B), pontos V-226 e V-117, respectivamente

3.10 - METAMORFISMO

A área de estudo apresenta um metamorfismo ascendente de oeste para leste (Tabela 3.2 e Anexo). Segundo Fischel (1998), a Descontinuidade de Abre Campo marca o limite metamórfico entre a fácies anfíbolito (oeste) e granulito (leste), representadas pelas rochas dos complexos Mantiqueira e Juiz de Fora, respectivamente. No entanto, através de seções delgadas, pode-se observar que alguns corpos de anfíbolito *l.s.* granatíferos apresentaram paragênese típica de fácies granulito.

A paragênese dos ortognaisses do CM (microclina + hornblenda + biotita + plagioclásio + quartzo) expressa o metamorfismo inicial em fácies anfíbolito médio, ocorrido em condições de temperaturas crescentes, confirmado pela presença de microclina, ao invés de ortoclásio (Jordt-Evangelista, 1988).

Para análise metamórfica, os anfíbolitos *l.s.* do CM foram subdivididos através da ocorrência ou não de granada. A paragênese granada + clinopiroxênio + ortopiroxênio + plagioclásio + hornblenda acastanhada é típica de fácies granulito em metamorfitos barrobianos. Nestas rochas também ocorrem plagioclásios em contatos poligonais, característica que define temperaturas em faixas granulíticas (Jordt-Evangelista, 1988). Quando não ocorre granada a associação é hornblenda + plagioclásio + biotita + clinopiroxênio, com hornblenda em tons verde acastanhados, marcando assim fácies anfíbolito alto.

Os ortognaisses charno-enderbíticos do

CJF atingiram condições de estabilidade da fácies granulito, conforme indicado pela paragênese mineral plagioclásio + quartzo + hiperstênio ± feldspato potássico ± clinopiroxênio. Hornblenda e biotita ocorrem como produtos de reações retrometamórficas a partir dos piroxênios.

O Gr. Dom Silvério possui xistos com associação determinada por estauroлита + granada almandina + cianita + micas + quartzo, indica condições do tipo Barroviano na zona da cianita (Yardley, 2004).

Os paragnaisses do Gr. Andrelândia apresentam paragênese mineral composta por quartzo + feldspato potássico + plagioclásio + granada + biotita ± silimanita. A coexistência de silimanita prismática e feldspato potássico, implica em condições de metamorfismo barroviano de fácies granulito, definido pela zona superior da silimanita (Yardley, 2004). Ocorre biotita e moscovita, originadas a partir da alteração de granada. As rochas calcissilicáticas, que ocorrem como lentes dentro do paragnaisse, apresentam a associação típica do fácies granulito: ortopiroxênio + clinopiroxênio + granada.

O ortoanfíbolito Santo Antônio do Grama, alojado entre as rochas do CM, possui paragênese hornblenda + plagioclásio + clinopiroxênio, típica de fácies anfíbolito (Yardley, 2004).

O metamorfismo de contato é pouco expressivo. Os diques tardios e as intrusões pegmatíticas produziram auréolas de metamorfismo centimétricas, quase imperceptíveis, nas quais se observa apenas redução granulométrica da rocha encaixante, sem minerais neoformados.

Tabela 3.2 - Síntese do metamorfismo. Siglas: Bt (biotita); Ci (cianita); Cpx (clinopiroxênio); Es (estauroлита); Kf (feldspato potássico); Gr (granada); Hn (hornblenda); Mi (microclina); Plg (plagioclásio); Qz (quartzo); Sp (silimanita prismática)

Unidade	Litologia	Paragênese	Fácies
C. Mantiqueira	Ortognaisses	Hn + Plg + Qz + Mi + Bt	Anfíbolito
	Anfíbolitos <i>l.s.</i> s/ granada	Hn + Plg + Cpx	Anfíbolito
	Anfíbolitos <i>l.s.</i> c/ granada	Gr + Cpx + Opx + Plg + Hn	Granulito
C. Juiz de Fora	Ortognaisses	Opx + Cpx	Granulito
	Granulitos	Opx + Cpx	Granulito
Gr. Dom Silvério	Xistos	Es + Ci	Anfíbolito
			(Zona da Cianita)
Gr. Andrelândia	Paragnaisses	Sp + Kf	Granulito
	Rochas Calcissilicáticas	Opx + Cpx + Gr	Granulito
O. Santo Antônio Grama	Ortoanfíbolitos	Hn + Plg + Cpx	Anfíbolito

4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

A análise das estruturas identificadas implica na atuação de três etapas deformacionais dúcteis (D_1 , D_2 e D_3) e uma etapa deformacional rúptil tardia.

Em escala regional, as fases deformacionais dúcteis representam a etapa de maior encurtamento crustal, responsável pela compartimentação tectônica da faixa orogênica neoproterozóica (Heilbron *et al.* 2003; Alkmim *et al.* 2006; Noce *et al.* 2007). A fase D_1 indica um transporte tectônico para norte, enquanto D_2 imprime uma tectônica dirigida para oeste. A idade destas etapas deformacionais gira em torno de 580-560 Ma (Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2007). A terceira fase deformacional (D_3) se manifesta em continuidade ao encurtamento crustal D_1 - D_2 , quando ocorre o escape lateral de massa, hoje materializado nas grandes zonas de cisalhamento regionais de direção NNE-SSW (*e.g.*, Zona de Cisalhamento de Abre Campo; Noce *et al.* 2003, 2007; Alkmim *et al.* 2007). Estas zonas de cisalhamento provavelmente foram geradas no intervalo entre 560 e 535 Ma (Costa *et al.* 1998, Peres *et al.* 2004, Alkmim *et al.* 2006).

As estruturas rúpteis distensivas (fraturas) são relacionadas essencialmente à tectônica divergente Mesozóica-Cenozóica, ligada ao reajustamento isostático da margem continental devido à abertura do Oceano Atlântico. Noce *et al.* (2003) denominaram uma feição desta tectônica distensiva na área abrangida pela Folha Viçosa, o *Horst* da Serra da Boa Vista.

A Folha Viçosa exibe três domínios estruturais: i) domínio de colinas policonvexas; ii) depressão de Ubá; iii) e o feixe de lineamentos de Abre Campo (Figura 4.1). Nos dois primeiros domínios predominam estruturas horizontalizadas ou com baixo ângulo de mergulho. Rumo a oeste entra-se no domínio da Zona de Cisalhamento de Abre Campo, uma complexa faixa de cisalhamento que ocupa grande parte da Folha Viçosa (Figura 4.1 – Anexo I), apresentando continuidade nas articulações vizinhas norte, sul e oeste. Este domínio é marcado por forte cisalhamento transpressivo e verticalização das estruturas dúcteis.

Segue abaixo a caracterização, descrição e interpretação do acervo estrutural da Folha Viçosa. Visando uma descrição mais didática e organizada da geologia estrutural as estruturas dúcteis e rúpteis serão tratadas em itens distintos.

4.1 - ACERVO DÚCTIL

As unidades geológicas envolvidas na estruturação tectônica da área pertencem a diferentes idades, do Paleoproterozóico ao

Neoproterozóico. Tais unidades exibem um acervo estrutural que reflete a última deformação, associada ao Evento Brasileiro, responsável pela obliteração total de estruturas mais antigas.

4.1.1 - DEFORMAÇÃO PRÉ-BRASILIANA

Diversos autores citam uma fase de deformação mais antiga reconhecida na região (Noce *et al.* 2007, Heilbron *et al.* 2003), afetando essencialmente as rochas do Complexo Mantiqueira. Entretanto devido à intensidade da deformação brasileira, estas estruturas foram completamente obliteradas, impedindo qualquer tipo de caracterização das mesmas na área da Folha Viçosa.

4.1.2 - DEFORMAÇÃO BRASILIANA

Este evento confeccionou uma vasta gama de estruturas, mas observações de campo refletiram sobreposição de estruturas e relações entre si. Através das análises laboratoriais de diagramas estruturais, aliadas a estudos bibliográficos, interpreta-se que houve três fases deformacionais dentro evento Brasileiro na região de estudo. A fase D_1 indica um transporte tectônico para norte. D_2 imprime uma tectônica dirigida para oeste, assim como D_3 , que representaria um aumento da intensidade da tectônica para oeste.

A seguir, tem-se uma breve descrição de cada fase deformacional do evento Brasileiro.

FASE D_1

Representada por uma foliação (S_1), uma lineação de estiramento mineral (L_1) e dobras intrafoliais. Esta fase está melhor impressa nas rochas do Complexo Mantiqueira e Grupo Dom Silvério, porção oeste da área mapeada.

A foliação S_1 possui baixo ângulo (Figura 4.2A) e é marcada pela orientação preferencial dos constituintes lepidoblásticos, nematoblásticos, assim como pelos *ribbons* de quartzo e porfiroclastos de feldspatos, imprimindo caráter milonítico bem desenvolvido nas rochas do Complexo Mantiqueira (Figura 4.4A). Nos xistos do Gr. Dom Silvério, S_1 ocorre paralela a um acamamento sedimentar reliquiar (Figura 4.4B), e nos ortognaisses, está disposta paralelamente ao bandamento gnáissico. A lineação de estiramento mineral (L_1) é marcada pelo alongamento dos grãos de quartzo, micas, feldspatos e anfibólios, e apresenta-se sub-horizontal, com máximos para norte e sul (Figura 4.2B), indicando transporte tectônico para norte. Dobras referentes a essa fase são raras e quando expostas apresentam-se muito obliteradas e muitas vezes com flancos

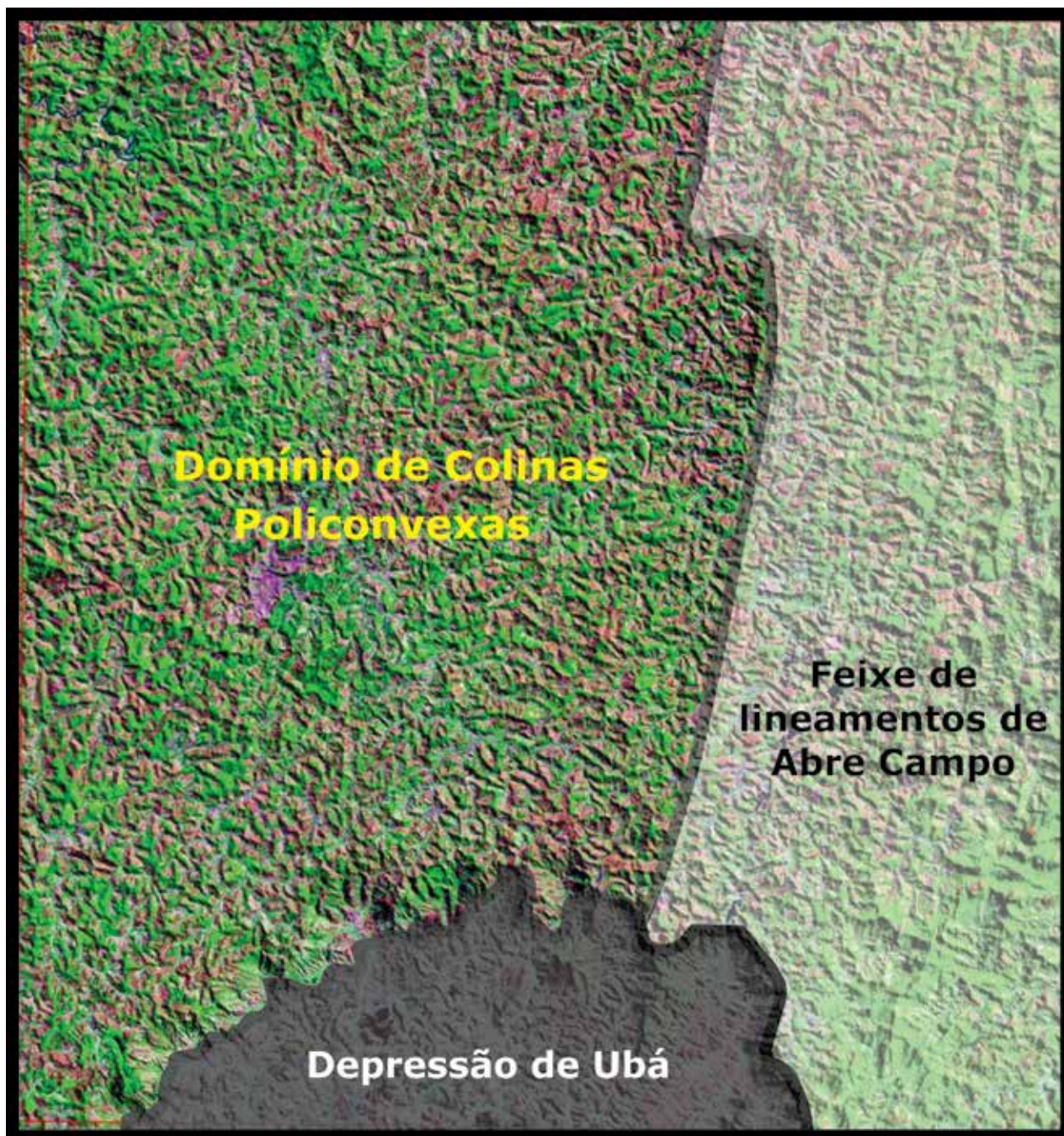


Figura 4.1 - Imagem Geocover da Folha Viçosa destacando seus três domínios estruturais

rompidos. Ocorrem em diversas escalas (Figura 4.4D), são intrafoliais (Figura 4.4B) e apresentam eixos com caimentos variados, que estão distribuídos em uma guirlanda W-E (Figura 4.2C).

FASE D₂

Restrita à porção central da área, a leste da zona de cisalhamento de Ponte Nova (Anexo I), está mais desenvolvida nas rochas do Complexo Mantiqueira e Gr. Dom Silvério.

A foliação S₂ possui médio ângulo para leste, entre 30° e 50° (Figura 4.3A) e é expressa pela orientação preferencial das micas, anfibólios e quartzos, e também apresenta caráter milonítico. A lineação de estiramento mineral (L₂) é marcada pelo alongamento dos grãos de quartzo, micas e feldspatos,

e apresenta-se *down dip*, com máximos para leste e nordeste (Figura 4.3B), indicando transporte tectônico geral para oeste. Dobras são freqüentes em diversas escalas e possuem vergência para W. Desenvolvem-se sobre a foliação S₁ ou sobre o bandamento paralelo a esta foliação (Figura 4.4C). Seus eixos têm caimento ora para NNE, ora SSW (Figura 4.3C).

FASE D₃

Esta fase é consequência da progressão deformacional da fase D₂. A foliação S₃ possui elevados ângulos (superiores à 50°) de mergulho para E (Figuras 4.5A e 4.4E) e está intimamente ligada ao domínio da Zona de Cisalhamento de Abre Campo (ZCAC). A ZCAC é uma complexa faixa de cisalhamento, de elevada espessura, que perfaz toda

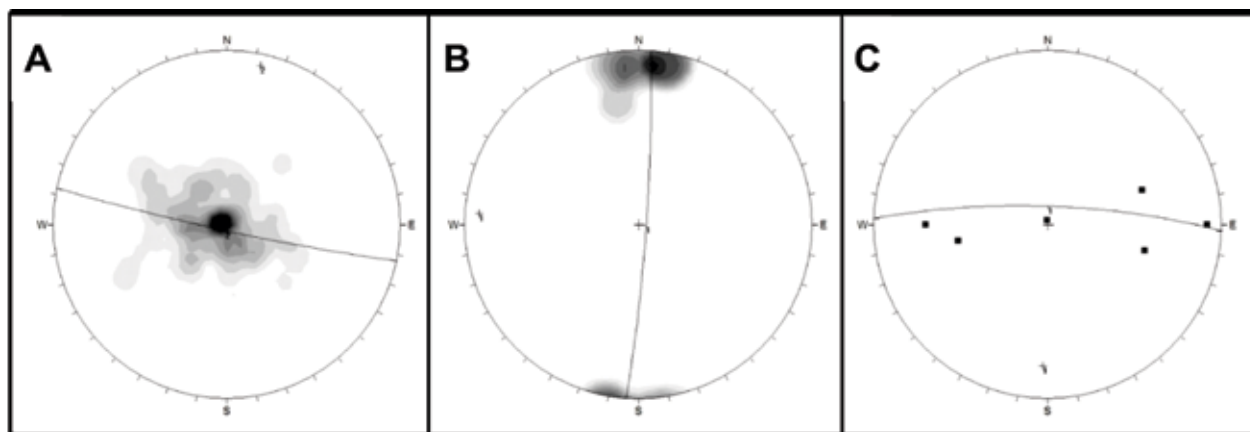


Figura 4.2 - A: diagrama de pólos de S_2 , 149 medidas, máximo 097/06; B: diagrama de L_2 , 27 medidas, máximo 003/05; C: diagrama de eixos de dobra, 6 medidas

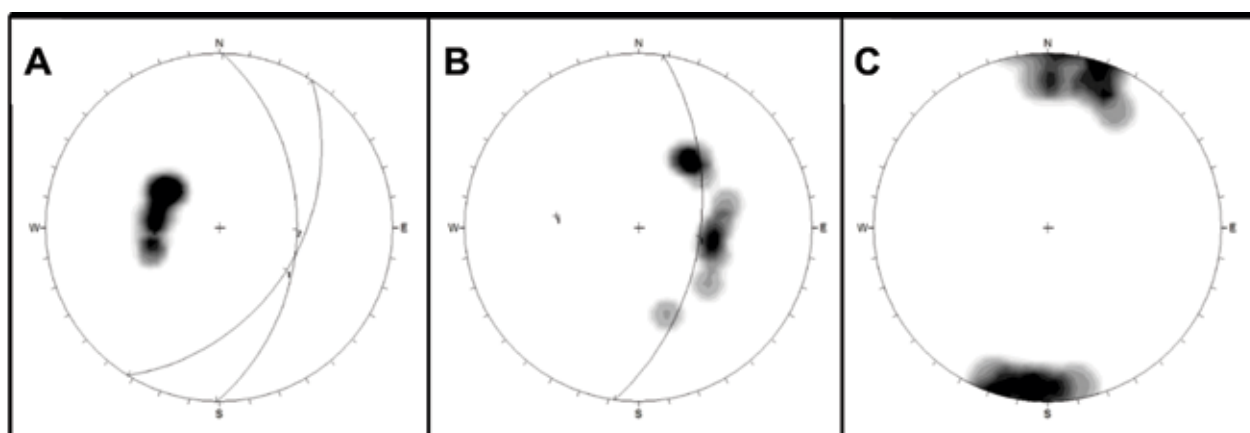


Figura 4.3 - A: diagrama de pólos de S_2 , 26 medidas, máximos 090/45 e 122/50; B: diagrama de L_2 , 11 medidas, máximos 098/45 e 040/35; C: diagrama de eixos de dobra, 15 medidas, máximos 187/06 e 018/02

a porção oeste da área mapeada e define um domínio estrutural bem marcado (Figura 4.1 – Anexo I). S_3 tem caráter milonítico, representado em todas as rochas do CM, C. Juiz de Fora e Gr. Andrelândia, por gnaisses com trama lepdogranoblástica, porfitoclastos e porfiroblastos de granada, quartzo, feldspatos e piroxênios (Figura 4.4F). Agulhas de quartzo com extinção ondulante e feldspados estirados paralelamente à foliação são comuns a todas as rochas. A lineação de estiramento mineral (L_3) é dada pelos cristais de quartzo, micas e anfibólios, e é do tipo *strike*, com caimento ora para NNE, ora para SSW (Figura 4.5B). Associando as relações de L_3 / S_3 com dados cinemáticos obtidos em campo, pode-se constatar que a ZCAC é do tipo transpressiva dextrógena, com transporte tectônico do bloco superior dirigido para SW. Eventualmente, blocos com cinemática contrária são encontrados, fato que é absolutamente normal em zonas de cisalhamento com escalas regionais. Dobras associadas a esta progressão são corriqueiras e apresentam as mesmas características das dobras referentes à fase D_2 (Figura 4.3C), sendo que a diferença básica entre às mesmas, é quanto ao valor de mergulho do plano axial, que é superior na nas dobras D_3 . Estas dobras são mais evidentes nos paragneisses, mas também ocorrem nas demais litologias, porém em menor frequência.

4.2 - ACERVO RÚPTIL

Durante o Mesozóico-Cenozóico, ocorreu uma tectônica distensiva em consequência do reajustamento isostático da margem continental. A consequência desta tectônica são lineamentos visíveis em várias partes da costa e no interior do continente, notáveis em fotos e imagens de satélites. A direção preferencial dos grandes lineamentos é NE-SW, com uma família secundária de direção NW-SE. De acordo com Noce *et al.* (2003), em toda a Folha Ubá e na porção oeste da Folha Viçosa, ocorre uma feição desta tectônica distensiva denominada de *Horst* da Serra da Boa Vista com direção NE-SW.

As fraturas possuem direções dispersas, usualmente com mergulhos altos e não raramente verticais, com penetratividades médias a elevadas e espaçamentos milimétricos a dessimétricos (Figuras 4.6A e 4.6B). A despeito desta dispersão, direções preferenciais foram identificadas segundo NE, NW e WNW (Figura 4.6C). O processo de fraturamento na região se comportou de maneira homogênea. Entretanto as fraturas são mais frequentes em porções de granulação mais fina, melanocráticas e/ou máficas. Os diques, relativamente a sua encaixante, são sempre mais fraturados.



Figura 4.4 – A: ortogneisse Mantiqueira com porfiroclasto de feldspato com topo dirigido para norte, ponto V-94; B: dobra intrafolial em mica-quarzo xisto do Gr. Dom Silvério, ponto V-65; C: dobra em ortogneisse Mantiqueira com vergência para oeste, ponto V-33; D: fotomicrografia de mica-quarzo xisto do Gr. Dom Silvério dobrado, nicóis paralelos, ponto V-126; E: ortogneisse saprolitizado do C. Juiz de Fora apresentando foliação com elevado ângulo, ponto V-521; F: paragneisse do Gr. Andrelândia com desenvolvimento de estrutura SC, nicóis paralelos, ponto V-503

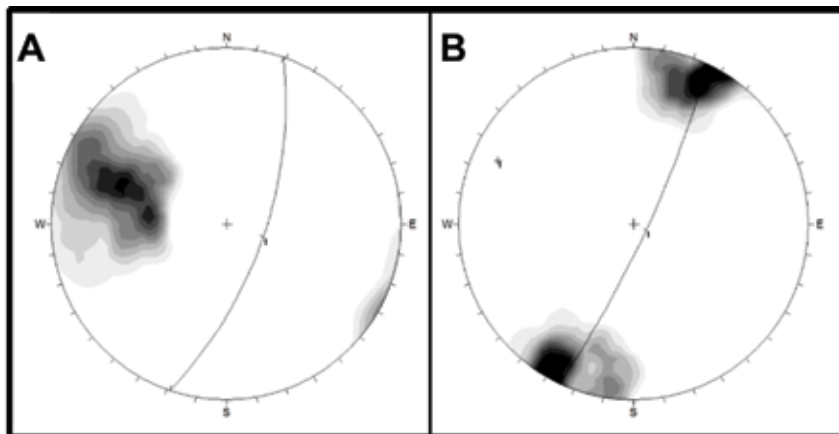


Figura 4.5 - A: diagrama de pólos de S_y , 185 medidas, máximo 118/64; B: diagrama de L_y , 38 medidas, máximos 023/07 e 204/06

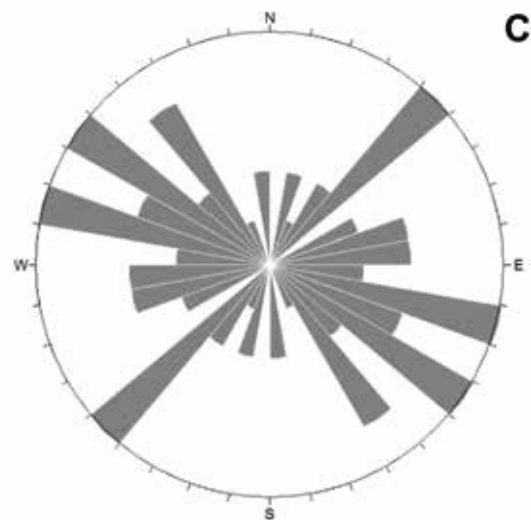


Figura 4.6 - A: falha de escala métrica, ponto V-540; B: diáclases bem desenvolvidas em anfibolito, ponto V-661; C: diagrama de roseta da direção dos planos de fratura, 44 medidas, com pétalas dominantes: N45E, N75W e N55W

5 - LITOGEOQUÍMICA

As análises químicas disponíveis para as unidades geológicas da Folha Viçosa estão apresentadas na Tabela 5.1. Foram realizadas vinte e sete análises sobre as diferentes unidades recorrentes na folha: dezenove sobre as unidades de embasamento (três do Complexo Juiz de Fora e cinco do Complexo Mantiqueira – sendo uma sobre o biotita gnaiss e quinze sobre lentes anfibolíticas que ocorrem intercaladas ao gnaiss), três sobre rochas metamáficas afaníticas, duas sobre diabásio, duas de basaltos e uma análise sobre o anfibolito da Suíte Santo Antônio do Grama. Os litotipos anfibolíticos receberam maior destaque na análise litoquímica por se tratarem de rochas pouco estudadas, carentes de um bom detalhamento geológico.

A fim de viabilizar melhor organização e entendimento os dados serão tratados em blocos distintos. O primeiro bloco irá abordar as rochas do embasamento (biotita gnaiss do Complexo Mantiqueira e amostras do Complexo Juiz de Fora). No segundo bloco serão analisados os dados do anfibolito da Suíte Santo Antonio do Grama assim como os anfibolitos que se encontram intercalados aos gnaisses do Complexo Mantiqueira; num terceiro bloco serão analisados os dados obtidos para as rochas metamáficas afaníticas; e por fim um quarto e último bloco irá abordar as análises obtidas sobre os diabásios e basaltos.

5.1 - COMPLEXO JUIZ DE FORA E COMPLEXO MANTIQUEIRA

Foi analisado um litotipo do Complexo Mantiqueira (biotita gnaiss) e três litotipos do Complexo Juiz de Fora: o melanossoma do gnaiss migmatítico, um ortogranulito e um anfibólio-piroxênio gnaiss.

A única amostra analisada para o Complexo Mantiqueira apresenta composição granítica (Figura 5.1) e cai no campo cálcio-alcálico no diagrama AFM (Figura 5.2). No diagrama de elementos terras raras mostra acentuado empobrecimento em terras raras pesadas e uma proeminente anomalia negativa de Eu (Figura 5.3).

Quanto aos litotipos do Complexo Juiz de Fora tem-se que o melanossoma apresenta composição diorítica, o gnaiss monzo-diorítica e o ortogranulito gabróica (Figura 5.1). No diagrama AFM todos os litotipos caem no campo cálcio-alcálico (Figura 5.2). Todas as amostras analisadas para o Complexo Juiz de Fora descrevem curvas similares no diagrama de elementos terras raras, com um leve enriquecimento em elementos terras raras leves em relação aos pesados. O melanossoma do gnaiss migmatítico destaca-se por uma depletação mais acentuada em todos os elementos terras raras quando comparado ao gnaiss e ao ortogranulito (Figura 5.3).

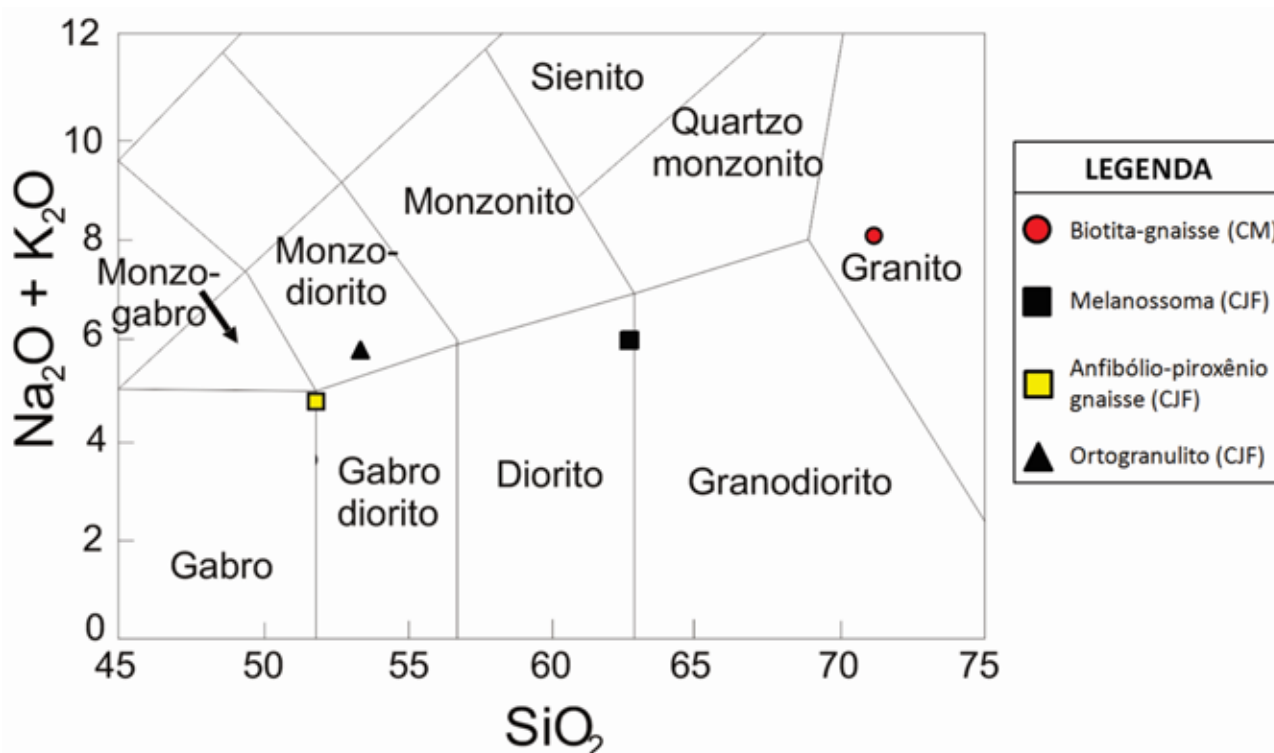


Figura 5.1 Classificação das amostras no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua et al. (2000) para os litotipos do Complexo Juiz de Fora (CJF) e do Complexo Mantiqueira (CM)

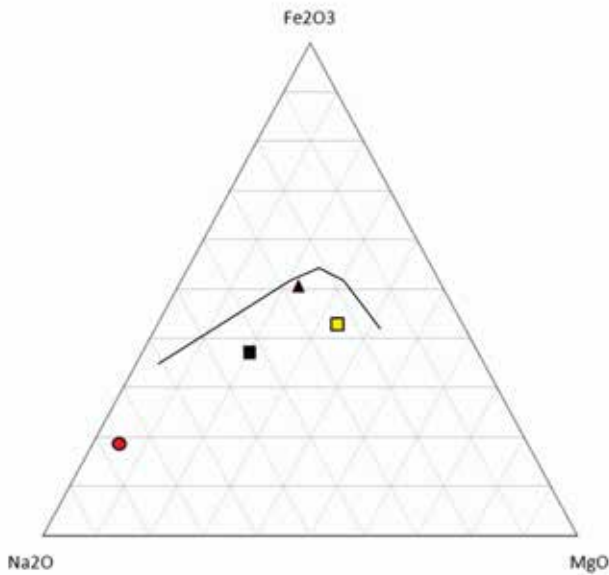


Figura 5.2 Classificação das amostras dos complexos Juiz de Fora e Mantiqueira no diagrama AFM de Jensen (1976). Símbolos iguais aos da Figura 5.1

5.2 - ANFIBOLITOS

Foram analisadas quatorze amostras de anfibolitos, onze pertencentes à Suíte Santo Antonio do Grama e três amostras de lentes de anfibolito intercaladas ao gnaiss do Complexo Mantiqueira. Os anfibolitos apresentam-se de forma heterogênea no campo, as feições texturais destas rochas estão descritas na Tabela 5.1.

Os anfibolitos apresentam composição máfica (gabróica a grabro-diorítica) toleítica (Figuras 5.4 e 5.5) e constituem uma série de médio titânio (Figura 5.6). No diagrama de elementos terras raras mostra sutil empobrecimento em terras raras pesadas e anomalia de Eu ausente a sutilmente negativa (Figura 5.7). Uma única amostra (V-544C) apresenta

Tabela 5.1 - Descrição dos anfibolitos amostrados na Folha Viçosa

Nº da Amostra	Descrição
V-25C	Lente anfibolítica de granulação média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-33B	Lente anfibolítica de granulação média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-101	Lente anfibolítica de granulação fina, granadífero, intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-177C	Lente anfibolítica de granulação média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-343	Lente anfibolítica de granulação grossa intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-426	Lente anfibolítica de granulação fina intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-445	Lente anfibolítica de granulação média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-544C	Lente anfibolítica de granulação fina a média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-594	ortoanfíbólito da Suíte Santo Antônio do Grama
V-603	Lente anfibolítica de granulação grossa intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-616	Lente anfibolítica de granulação grossa intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-645	Lente anfibolítica de granulação fina intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-661	Lente anfibolítica de granulação média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira
V-813	Lente anfibolítica de granulação fina a média intercalada no gnaiss do Complexo Mantiqueira

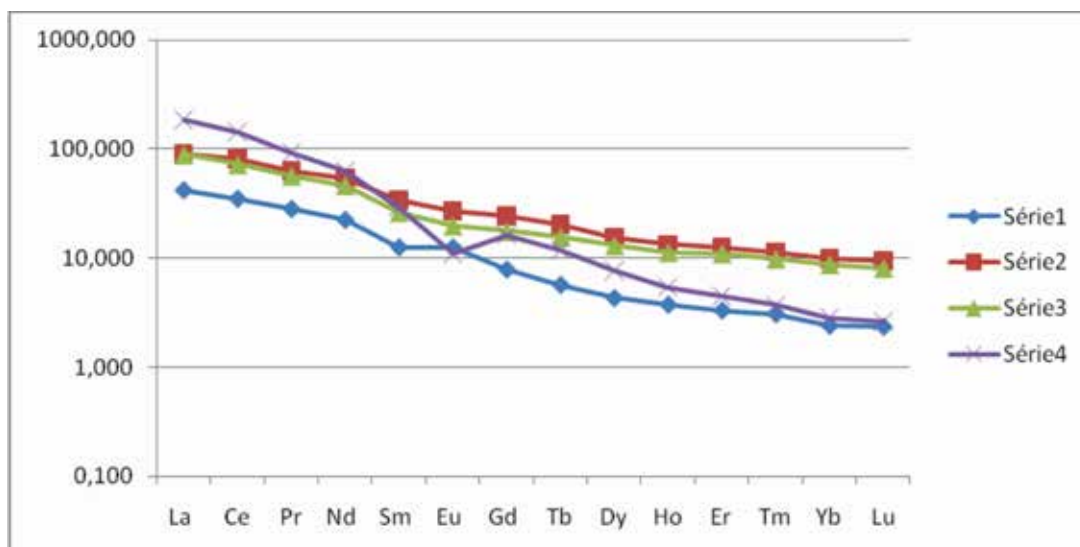


Figura 5.3 Padrões de elementos terras raras normalizados para condrito (Taylor & McLennan, 1985) para os litotipos do Complexo Juiz de Fora (série 1 - Melanossoma do gnaiss migmatítico, série 2 - ortogranulito, série 3 - gnaiss) e do Complexo Mantiqueira (série 4 - biotita gnaiss)

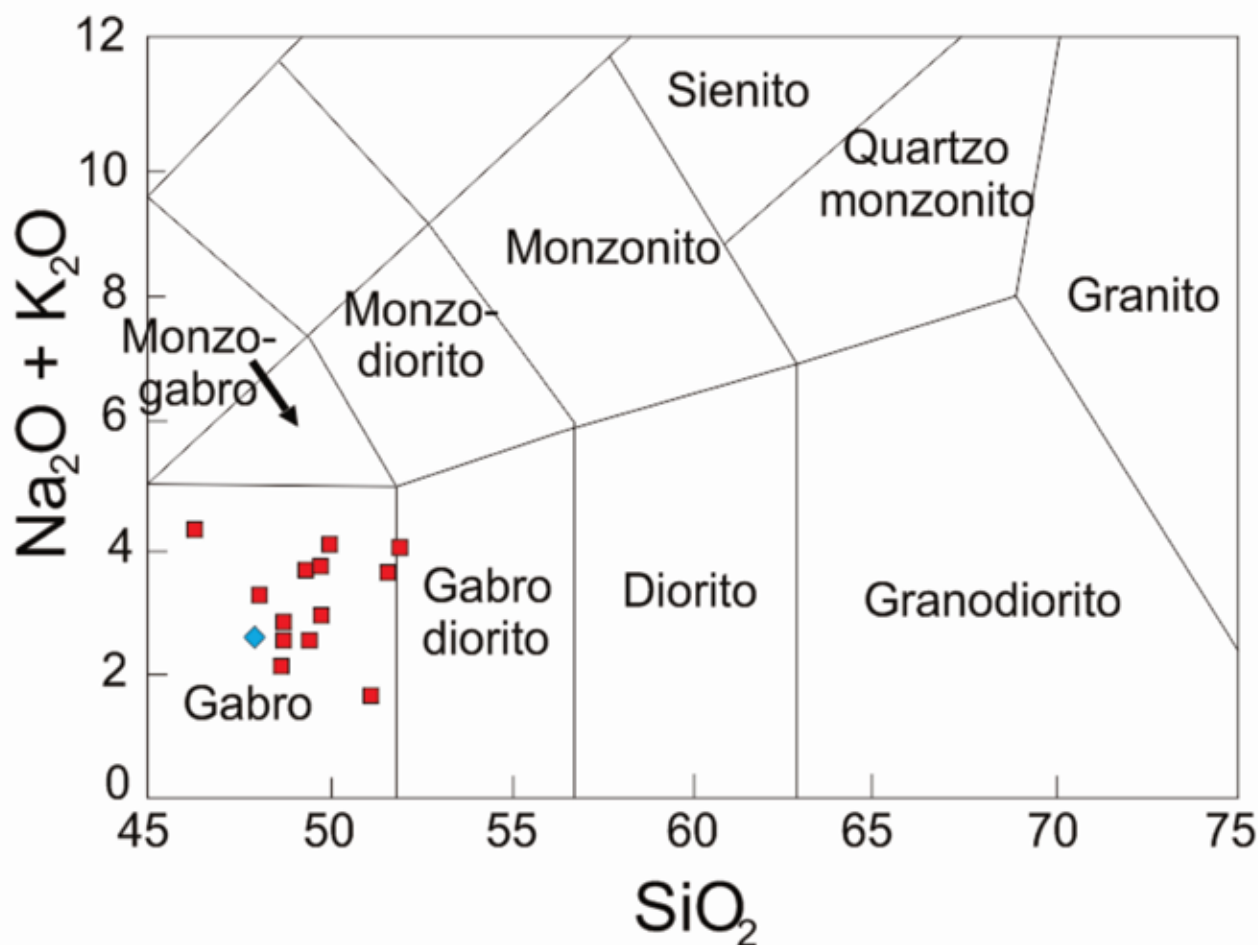


Figura 5.4 - Classificação das amostras de anfibolito no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua et al. (2000). Símbolos: quadrados vermelhos – lentes anfibolíticas intercaladas ao biotita gnaiss do Complexo Mantiqueira e losangulos azuis – anfibolitos da Suíte Santo Antonio do Grama

depletação acentuada em todos elementos quando comparada às demais. A amostra V-426 apresenta forte anomalia negativo de Ce.

Os anfibolitos apresentam grande dispersão na maioria dos diagramas discriminatórios de ambiente tectônico (Figuras 5.8A e 5.8B e principalmente Figuras 5.8C e 5.8D). Porém na Figura 5.8A as análises mostram uma tendência aos campos de basalto intra-placa e MORB, enquanto que na Figura 5.8B as análises formam um nítido agrupamento nos campos de basalto continental e de ilha oceânica.

Vale ressaltar que diagramas discriminantes muitas vezes acrescentam mais sobre os processos sofridos pela rocha do que seu ambiente petrogenético propriamente dito. Ou seja, os efeitos da cristalização fracionada, mistura de magmas e mobilidade química dos elementos podem impor ambigüidades nos resultados.

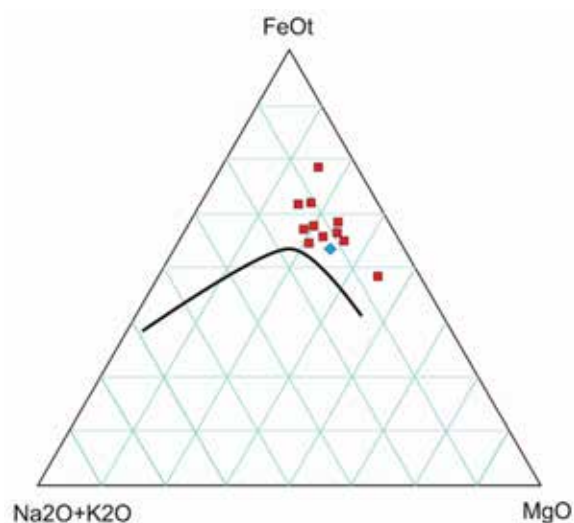


Figura 5.5 - Classificação das amostras de anfibolito no diagrama AFM de Jensen (1976). Símbolos: quadrados vermelhos – lentes anfibolíticas intercaladas ao biotita gnaiss do Complexo Mantiqueira e losangulos azuis – anfibolitos da Suíte Santo Antonio do Grama

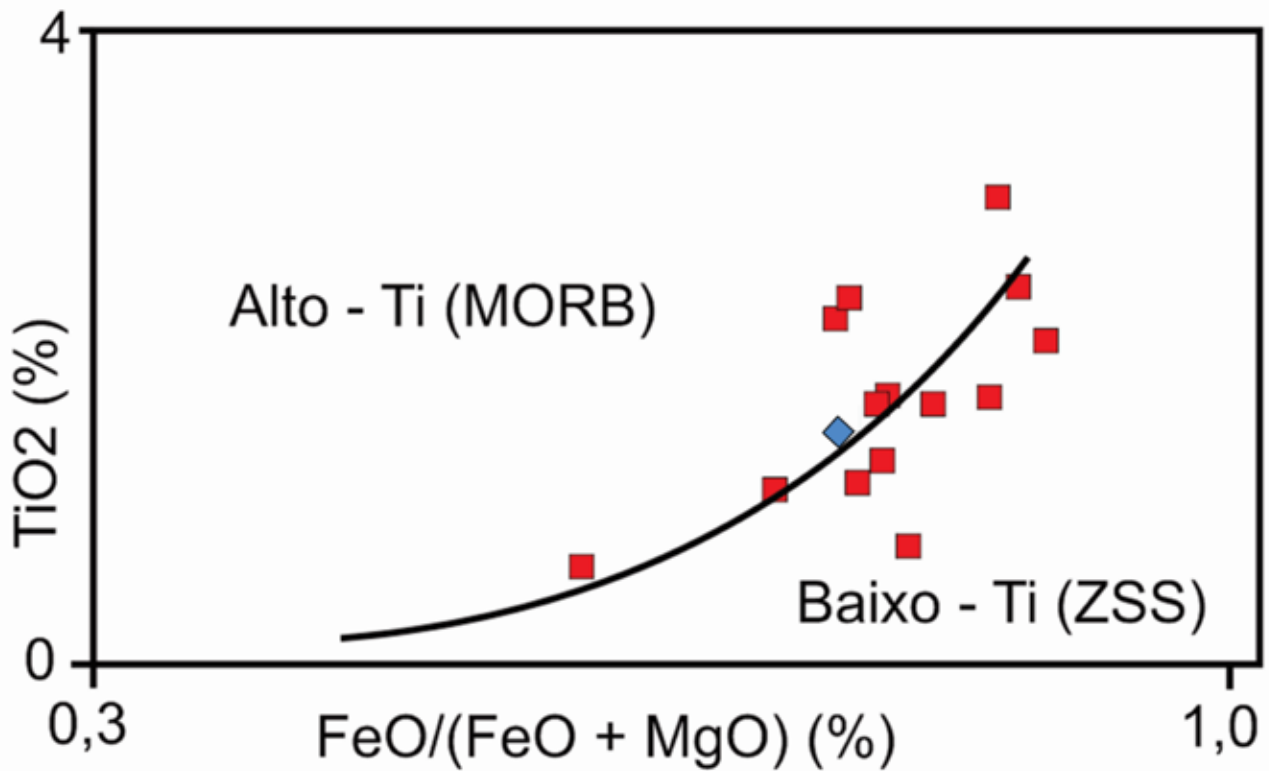


Figura 5.6 - Discriminação de série de alto e baixo titânio para as amostras de anfibólito, curva de Serri (1981). Símbolos: quadrados vermelhos – lentes anfibolíticas intercaladas ao biotita gnaiss do Complexo Mantiqueira e losangulos azuis – anfibolitos da Suíte Santo Antonio do Grama

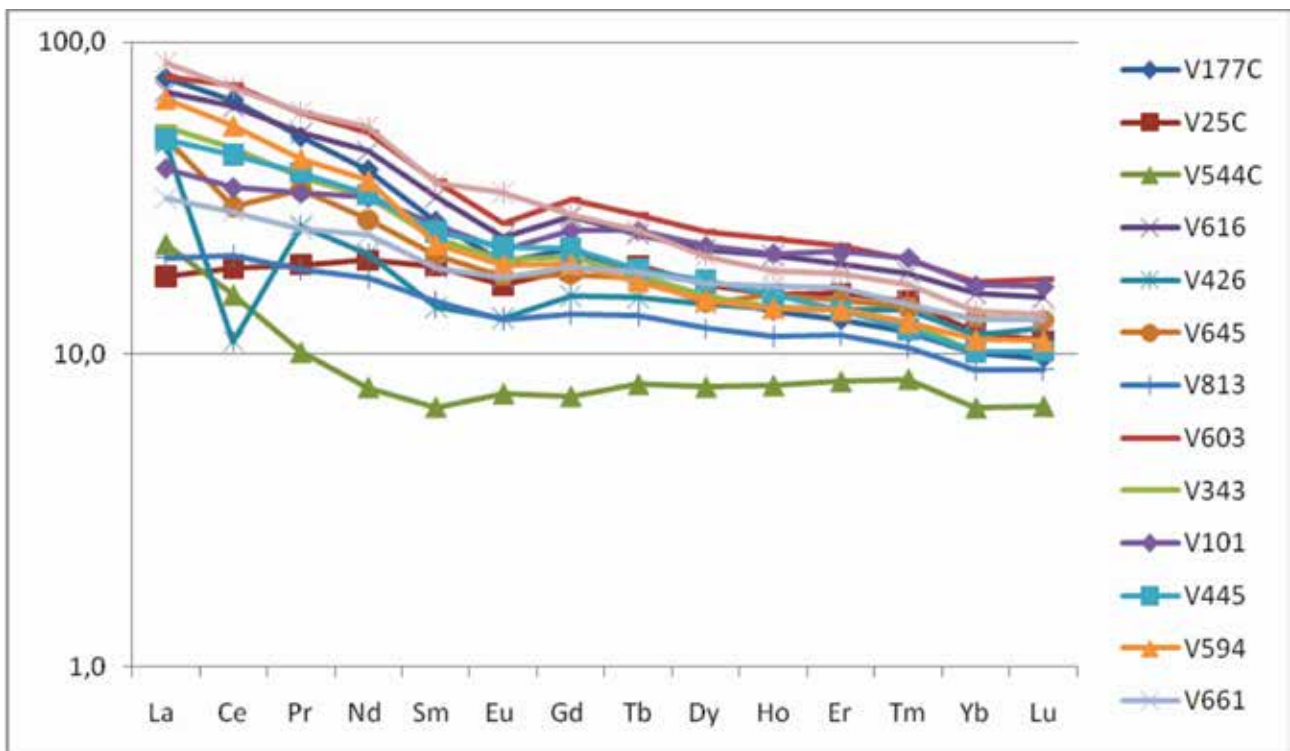


Figura 5.7 - Padrões de elementos terras raras normalizados para condrito (Taylor & McLennan, 1985) para os anfibolitos da Folha Viçosa. Descrição das amostras na Tabela 5.1

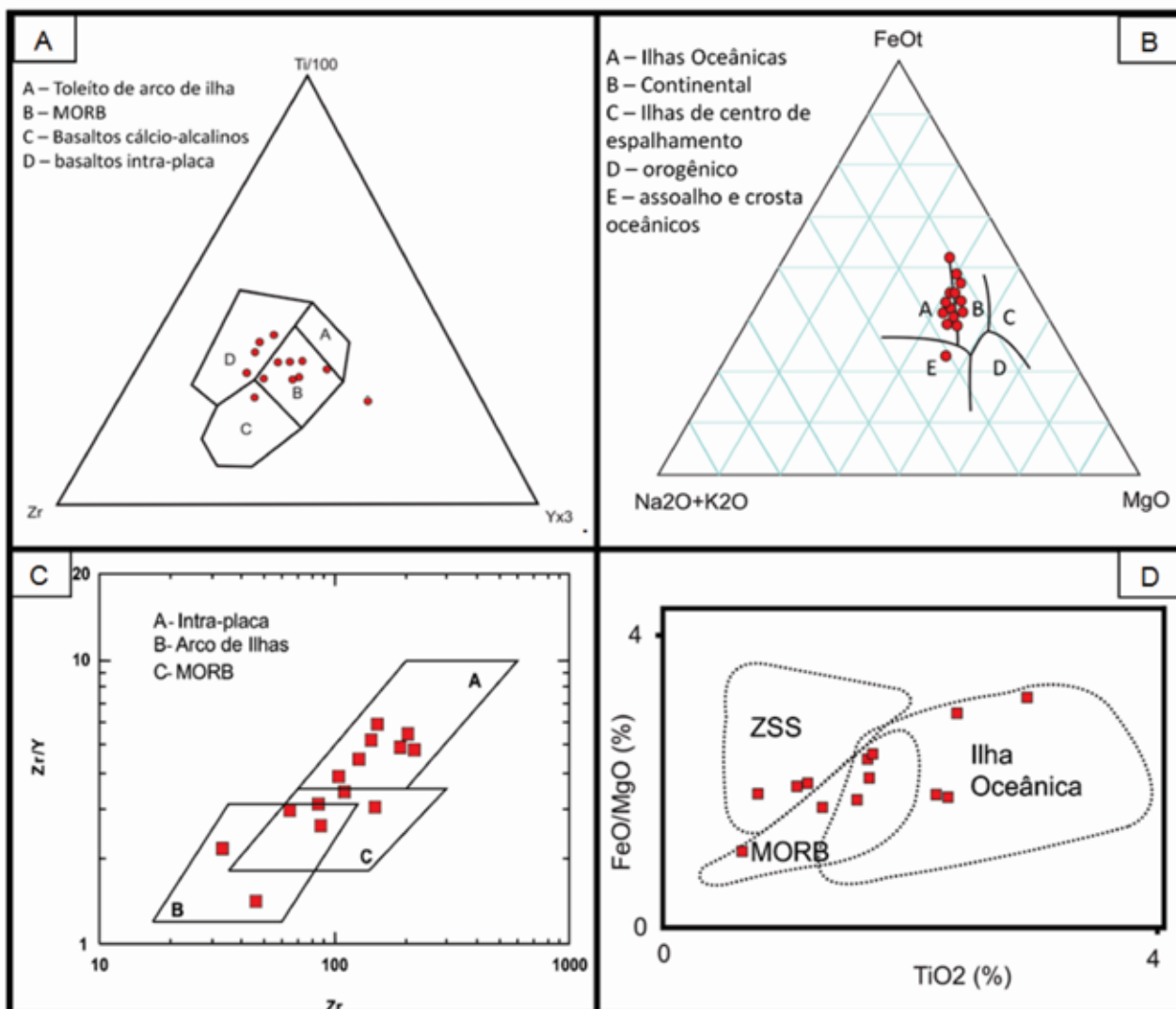


Figura 5.8 - Distribuição das amostras de anfibólito em diagramas discriminatórios de ambiente tectônico; A) Pearce e Cann (1973); B) Pearce et al. (1977); C) Pearce & Cann (1973); e D) Glassley (1974)

5.3 - ROCHAS METAMÁFICAS AFANÍTICAS

Foram analisadas quatro amostras de rochas metamáficas afaníticas (Tabela 5.2). Os valores de perda ao fogo (PF) das amostras variaram entre 0,1 e 0,8%, indicativo do baixo grau de alteração das amostras estudadas. Os valores da soma dos óxidos ficaram entre 99,62% e 99,73%. O ferro foi analisado como ferro total sob a forma de ferro férrico (Fe_2O_3^t).

As amostras apresentam composição gabróica (Figura 5.9). No diagrama TAS (curva de Irvine & Baragar, 1971) as amostras plotam no campo da série subalcaina (Figura 5.10), enquanto que no diagrama AFM todas as amostras plotam no campo da série toleítica (Figura 5.11). A classificação química e caracterização da série das rochas metamáficas afaníticas estudadas ratificam a classificação destas como gabros toleíticos. No diagrama de elementos terras raras mostra leve empobrecimento de terras raras pesados em relação aos leves (Figura 5.12).

5.4 - BASALTOS E DIABÁSIOS

Foram analisadas duas amostras de diabásio e duas de basalto (Tabela 5.2). Os valores de perda ao fogo (PF) das amostras variaram entre 1 e 2%, indicativo do baixo grau de alteração das amostras estudadas. Os valores da soma dos óxidos ficaram entre 99,53% e 99,72%. O ferro foi analisado como ferro total sob a forma de ferro férrico (Fe_2O_3^t).

As amostras apresentam composição predominantemente basáltica, com apenas uma amostra projetada no campo do traqui-andesito basáltico (Figura 5.13). No diagrama TAS (curva de Irvine & Baragar, 1971) as amostras distribuem-se pela zona limítrofe entre a série alcalina e subalcaina (Figura 5.14A), enquanto que no diagrama AFM, todas as amostras plotam no campo da série toleítica (Figura 5.14B). A classificação química e caracterização da série dos diabásios e basaltos estudados ratificam a classificação destas rochas como basaltos toleíticos.

As quatro amostras apresentam valores de TiO_2 variando entre 1,92% e 4,15% e razões Ti/Y entre 243 ppm e 296 ppm. Estes valores permitem

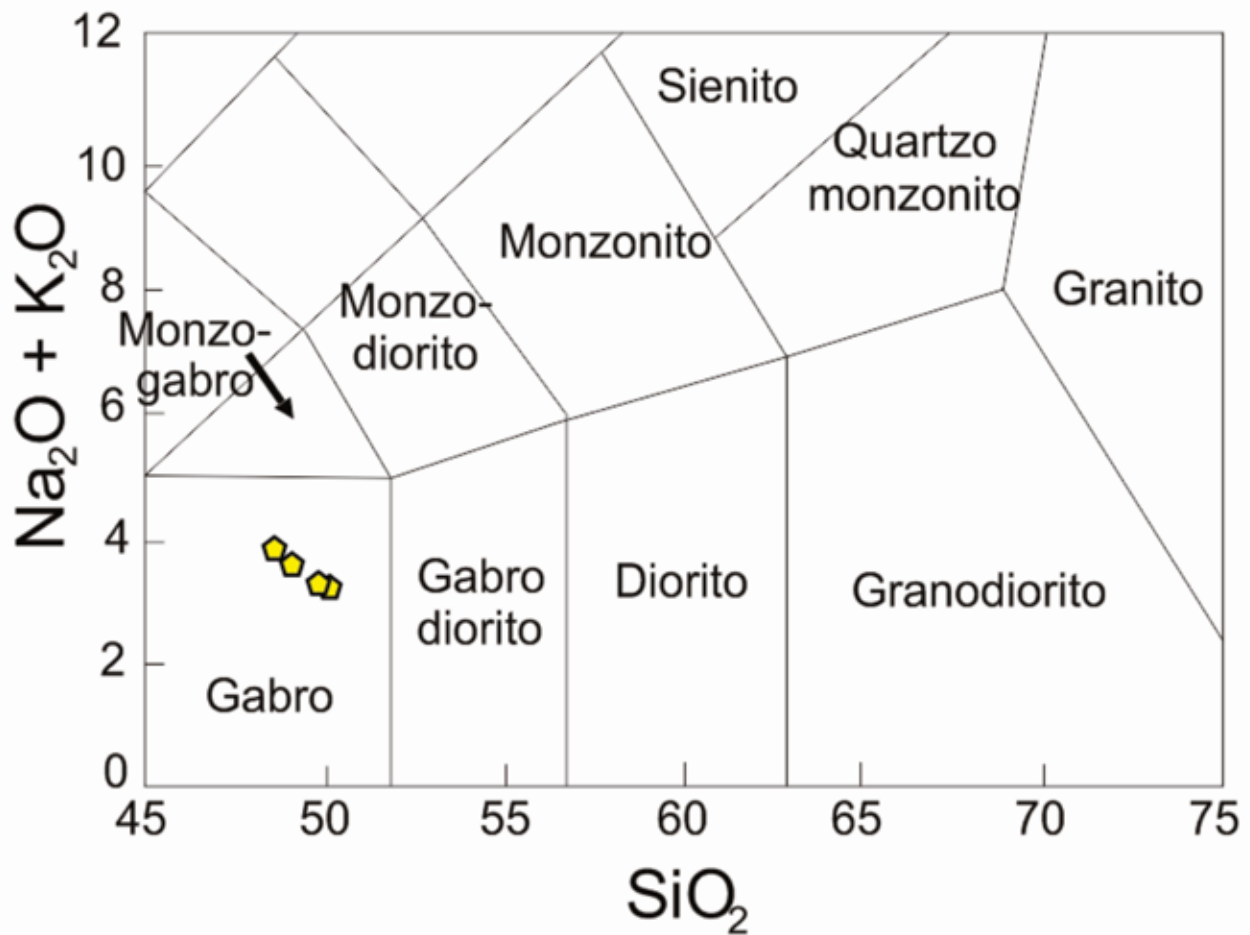


Figura 5.9 - Classificação das amostras de rocha metamáfica afanítica no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua et al. (2000)

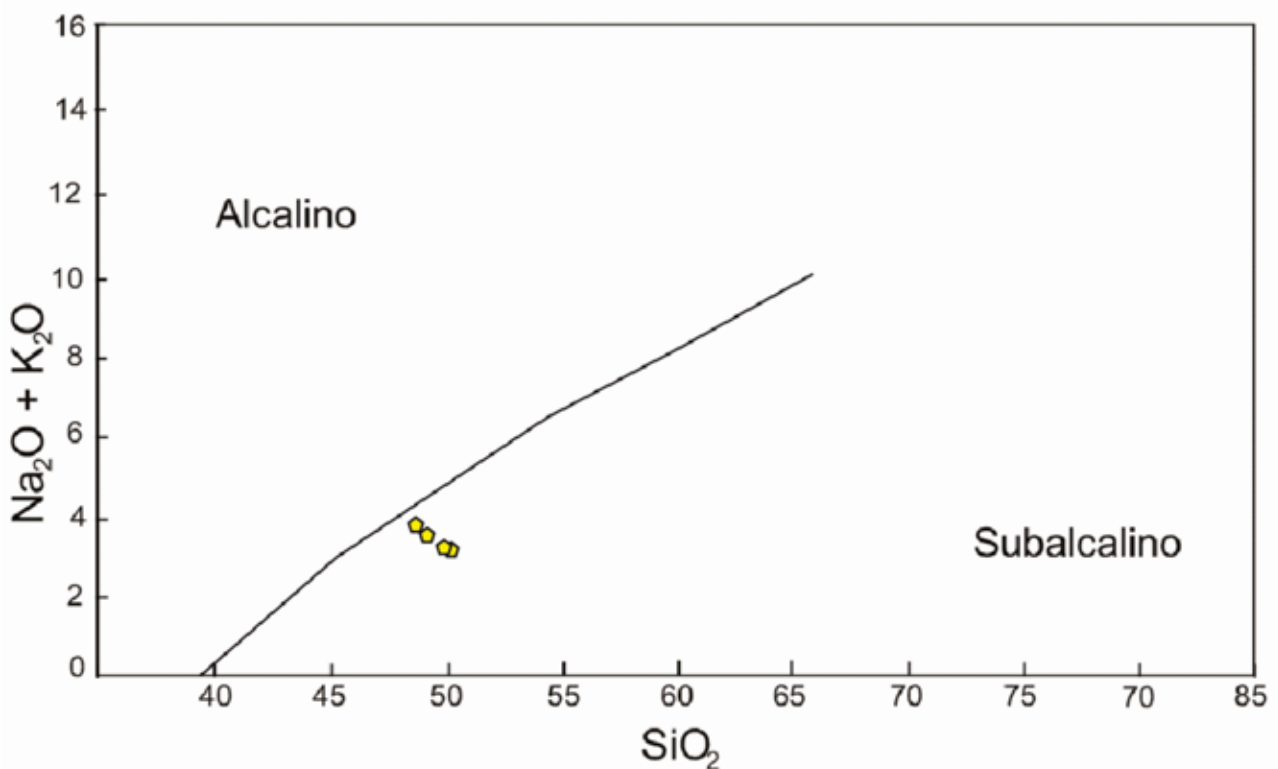


Figura 5.10 - Discriminação de série no diagrama TAS com a curva de Irvine & Baragar (1971) para as rochas metamáficas afaníticas

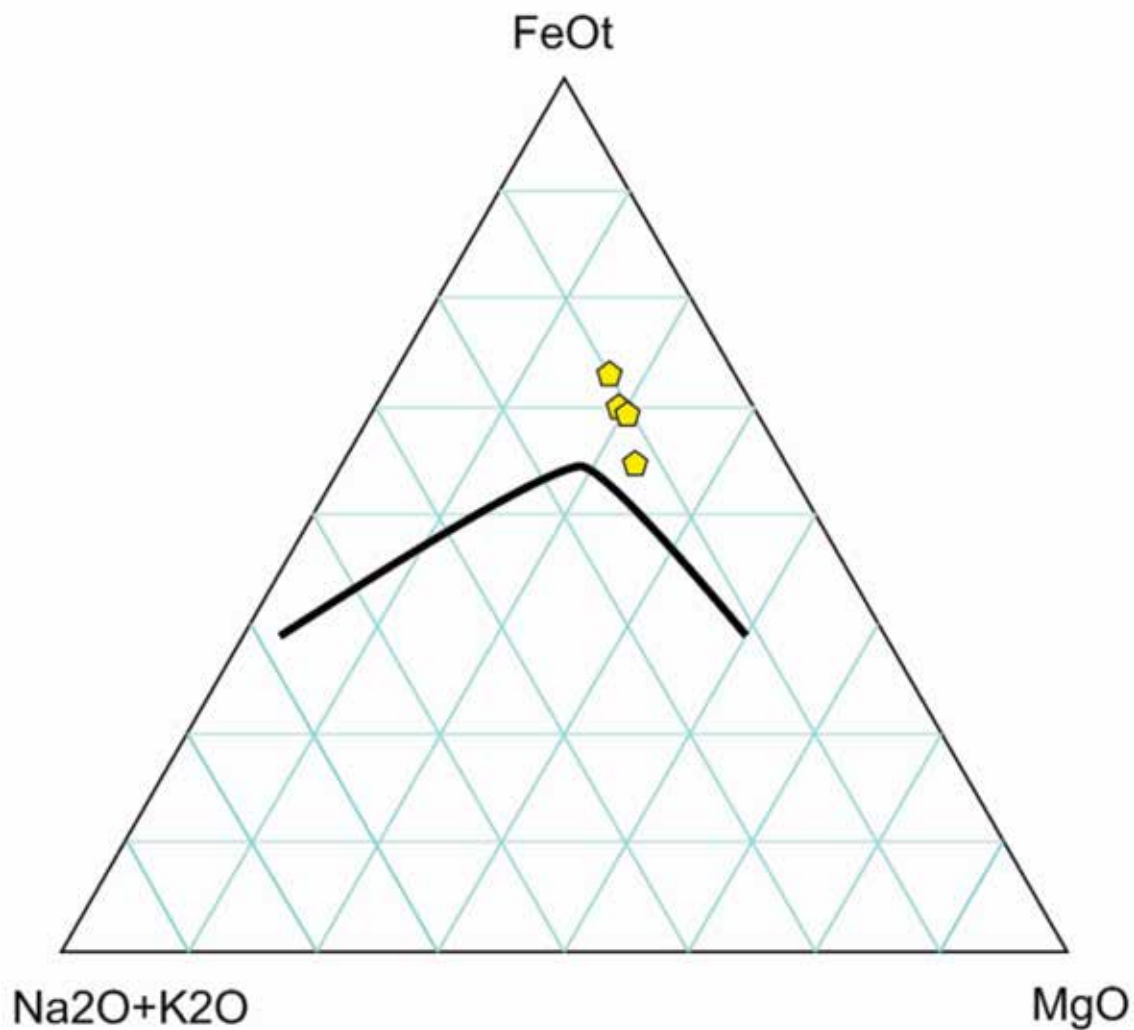


Figura 5.11 - Classificação das amostras de rocha metamáfica afanítica no diagrama AFM de Jensen (1976)

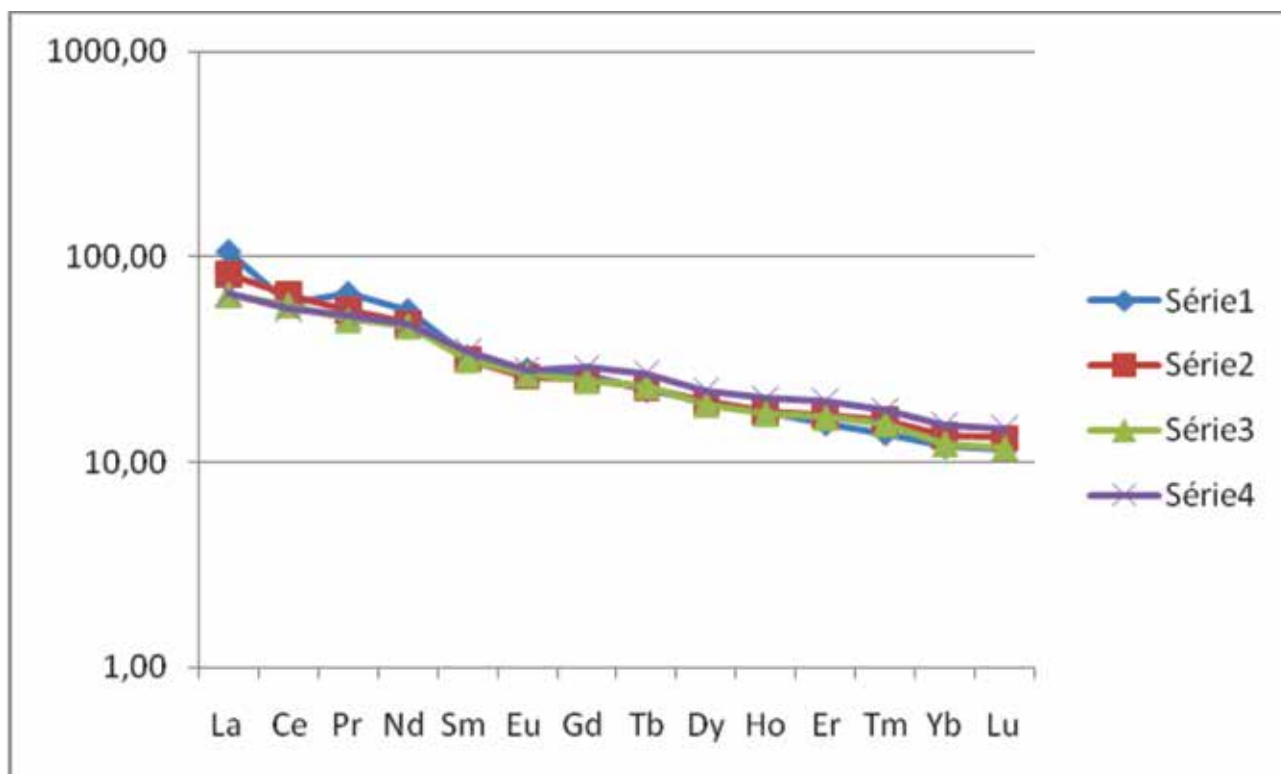


Figura 5.12 - padrões de elementos terras raras normalizados para condrito (Taylor & McLennan, 1985) para as rochas metamáficas afaníticas (série 1 – amostra V-407D, série 2 – amostra V-24C, série 3 – amostra V-26, série 4 – amostra V-111)

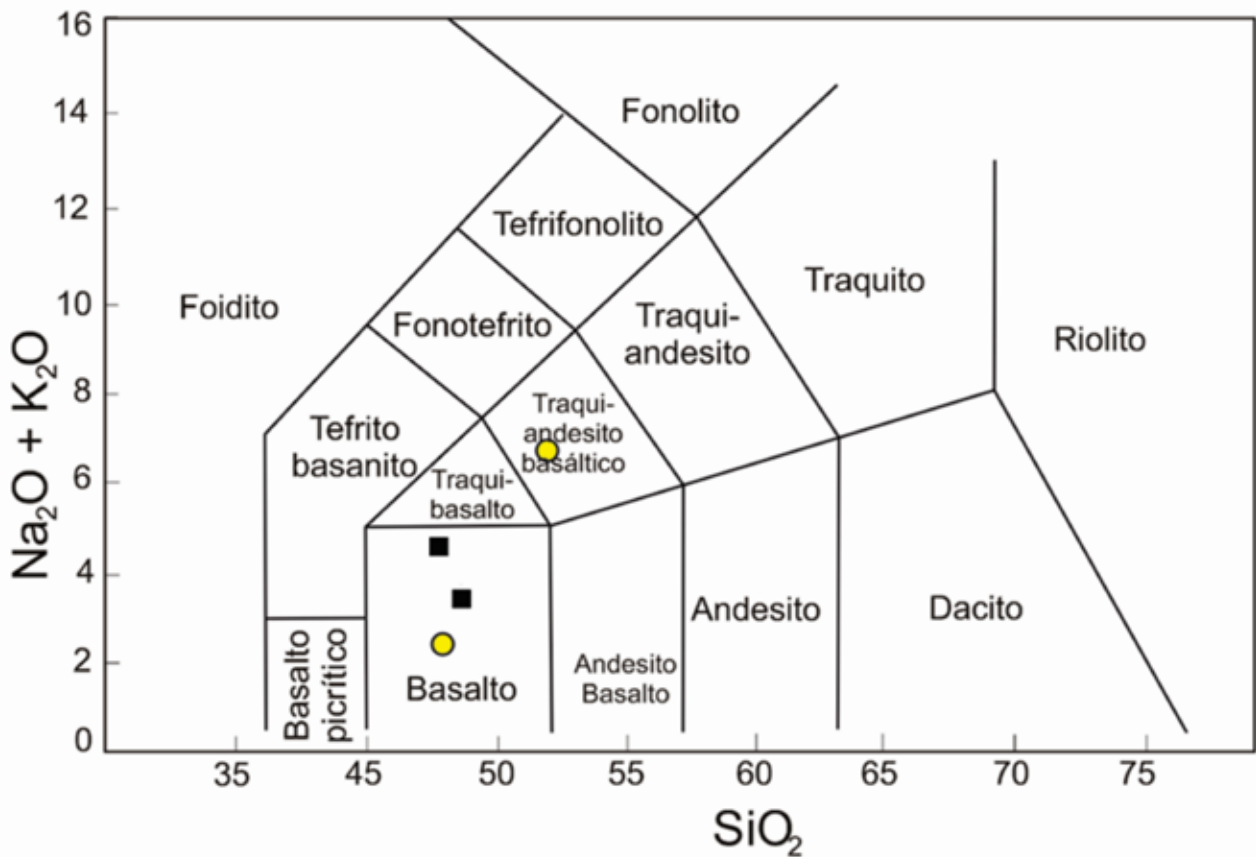


Figura 5.13 - Classificação química para os basaltos e diabásios da Folha Viçosa no diagrama TAS (Total de Álcalis versus Sílica; LeMaitre, 1989). Símbolos: basalto – círculos e diabásio – quadrados

inserir os basaltos e diabásios numa suíte de alto-TiO₂ segundo os critérios sugeridos por Peate (1987); dado confirmado pelo posicionamento das amostras no gráfico de Serri (1981) – Figura 5.15. A amostra menos evoluída tem valores de SiO₂ = 48,18%, MgO = 7,81 %, Ni = 113 ppm e Cr = 39 ppm. Estes valores

não caracterizam a amostra parental da suíte como tendo composição basáltica primária (p.ex.: Ni > 500 ppm e Cr > 1000 ppm; Wilson, 1989). A amostra mais evoluída da suíte tem valores de SiO₂ = 52,13%, MgO = 3,62%, Ni < 20 ppm e Cr < 2 ppm (Tabela 5.2).

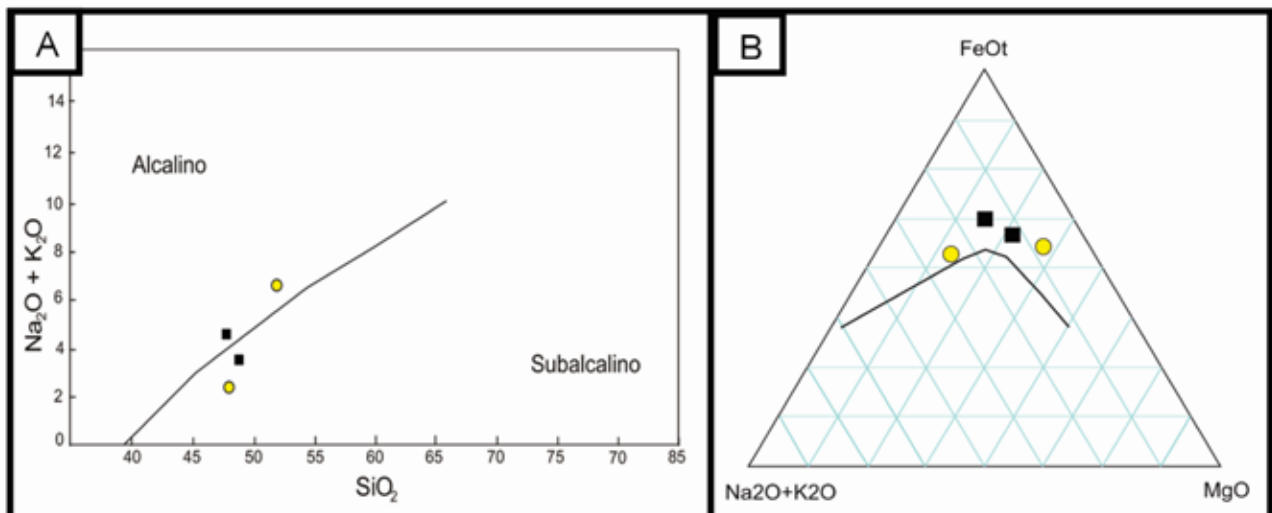


Figura 5.14 - Discriminação de série para os basaltos e diabásios da Folha Viçosa: A) no diagrama TAS com a curva de Irvine & Baragar (1971); B) no diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971). Símbolos: basalto – círculos e diabásio – quadrados

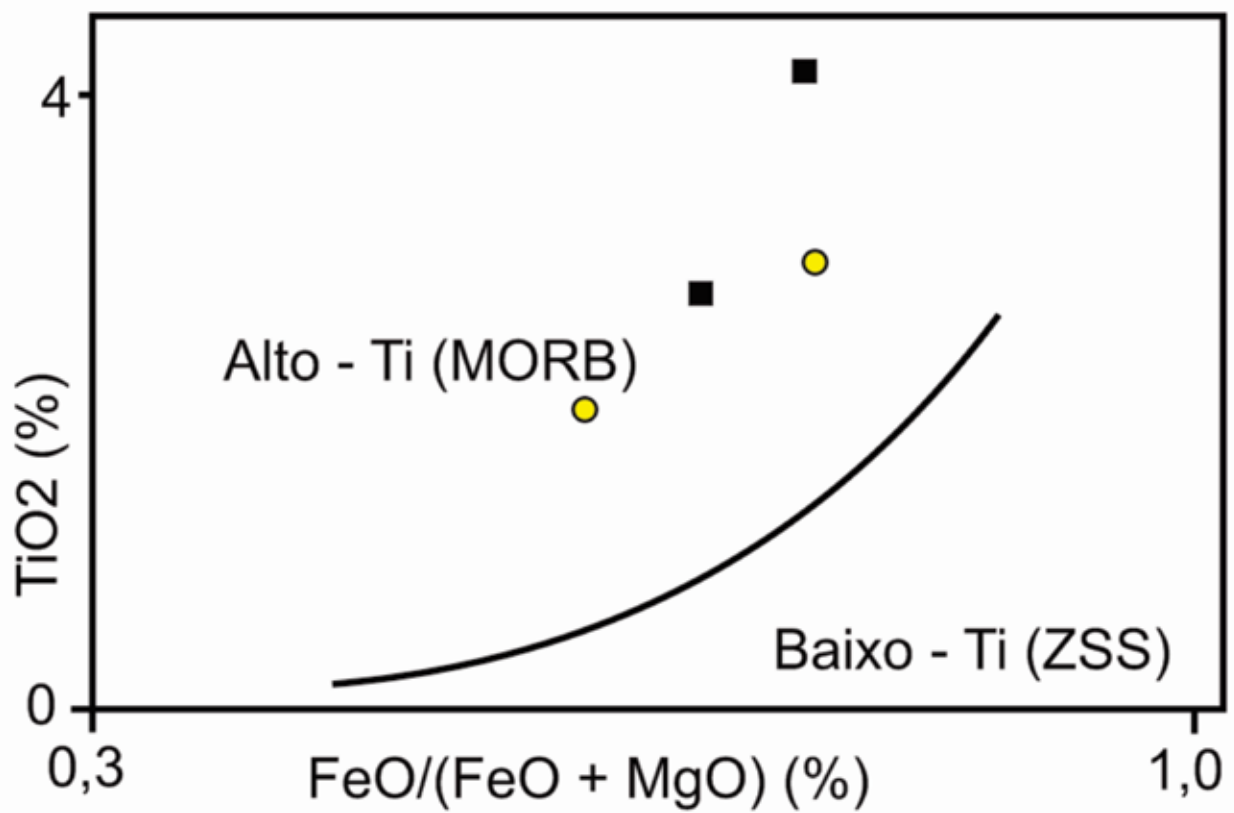


Figura 5.15 - Discriminação de série de alto e baixo titânio para os basaltos e diabásios da Folha Viçosa, curva de Serri (1981). Símbolos: basalto – círculos e diabásio – quadrados

Tabela 5.2 - Composição química dos litotipos amostrados na folha Viçosa

	Melanossoma gnaise - Complexo Juiz de Fora	Ortgranulito - Complexo Juiz de Fora	Anfólio-piroxênio gnaise - Complexo Juiz de Fora-L	Biotita gnaise - Complexo Mantiqueira	Metamáfica afanítica - L	Metamáfica afanítica	Metamáfica afanítica - Complexo Mantiqueira - L	Metamáfica afanítica - L	Diabásio	Diabásio	Basalto	Basalto	Anfibolito médio - L	Anfibolito médio - Complexo Mantiqueira - L	Anfibolito - L	Anfibolito Grosso	Anfibolito fino - Complexo Mantiqueira	Anfibolito médio - Complexo Mantiqueira - L	Anfibolito fino granadífero - L	Anfibolito grosso - L	Anfibolito fino - L	Anfibolito médio - L	Anfibolito - Santo Antônio do Grama - L	Anfibolito Grosso	Anfibolito - Santo Antônio do Grama	Anfibolito
Análise	V586	GQ19	V37	V2A	V407D	V24C	V26	V111	V611	V819	V649	V821	V177C	V25C	V544C	V616	V645	V33B	V101	V343	V426	V445	V594	V603	V661	V813
SiO2	62,77	53,36	51,82	71,39	48,66	49,09	49,86	50,06	47,97	48,84	52,13	48,18	51,92	51,66	51,11	50	49,69	46,4	48,69	48,75	49,71	48,66	48,08	49,33	47,87	49,39
Al2O3	16,51	15,38	17,34	15,15	14,11	14,33	13,13	13,21	12,73	13,65	14,12	14,62	13,67	13,13	15,15	14,35	13,54	14,35	12,8	13,38	14,43	13,72	14,6	13,03	14,34	13,08
Fe2O3	5,24	10,79	8,72	1,96	13,12	16,84	14,92	14,39	14,52	13,62	11,32	12,47	11,94	13,89	9,41	13,81	13,43	16,8	19,08	13,21	12,86	13,41	12,28	16,54	12,43	14,13
MgO	2,84	4,78	6,85	0,52	6,59	5,19	5,78	5,82	4,83	6,17	3,62	7,81	5,81	6,06	8,89	5,76	6,88	5,3	5,2	7,43	6,92	7,34	7,09	5,6	7,51	7,34
CaO	5	7,24	8,26	2,16	10,02	8,13	10,03	9,35	8,41	10,04	5,87	10,85	9,71	9,05	11,28	9,46	10,84	8,3	10,01	10,93	11,48	10,98	12,07	8,87	12,88	11,39
Na2O	4,8	4,03	3,2	3,79	3,14	2,26	2,36	2,39	2,72	2,72	3,21	2	2,53	3,12	1,18	2,96	2,88	3,04	1,79	2,11	2,54	2,38	2,87	2,46	2,41	2,17
K2O	1,23	1,68	1,6	4,27	0,49	1,18	0,72	0,71	1,71	0,69	3,2	0,31	1,48	0,5	0,43	1,09	0,76	1,26	0,33	0,46	0,38	0,43	0,36	1,21	0,16	0,33
TiO2	0,6	1,2	1,11	0,28	2,28	2,28	2,42	2,8	4,15	2,7	2,91	1,92	1,7	1,67	0,65	1,71	1,17	2,96	2,07	2,33	0,78	2,24	1,58	2,4	1,31	1,1
P2O5	0,2	0,47	0,26	0,08	0,28	0,3	0,27	0,33	0,72	0,34	0,79	0,19	0,18	0,12	0,06	0,27	0,12	0,57	0,19	0,2	0,06	0,24	0,22	0,31	0,13	0,1
MnO	0,07	0,16	0,14	0,02	0,18	0,21	0,22	0,21	0,18	0,2	0,17	0,18	0,18	0,18	0,13	0,2	0,2	0,22	0,25	0,19	0,21	0,2	0,21	0,22	0,23	0,23
Cr2O3	0,01	0,014	0,005	0,041	0,018	0,005	0,006	0,028	0,003	0,019	<0,002	0,039	0,026	0,012	0,064	0,028	0,018	0,011	0,007	0,039	0,035	0,033	0,011	0,022	0,011	0,011
Ni	30	<20	36	<20	68	80	59	75	52	82	<20	113	81	71	118	75	81	53	77	129	96	65	53	73	48	60
Sc	11	25	21	3	38	28	36	37	25	34	15	38	35	42	38	36	44	28	41	40	44	39	39	37	43	46
LOI	0,5	0,5	0,4	0,2	0,8	-0,1	0	0,3	1,6	0,7	2,2	1,1	0,6	0,4	1,4	0,1	0,2	0,5	-0,7	0,7	0,4	0,1	0,4	-0,3	0,5	0,5
Sum	99,77	99,63	99,72	99,86	99,73	99,73	99,73	99,62	99,61	99,72	99,53	99,69	99,75	99,8	99,81	99,76	99,75	99,71	99,75	99,73	99,82	99,74	99,75	99,72	99,78	99,79
Ba	657	956	507	713	209	437	180	1081	605	193	1265	613	299	70	49	273	98	598	85	132	41	139	134	315	75	46
Be	1	2	1	<1	1	1	1	1	3	2	4	1	1	<1	1	1	<1	<1	<1	1	<1	1	2	2	1	<1
Co	17,4	29,6	36,9	3,3	53,2	60	51,3	42,8	40,3	52,2	30,3	47,3	40	45,3	39,9	42,4	49,7	53,6	66	63,6	50,2	39,2	49,3	49,8	47	55,8
Cs	0,3	0,3	0,7	0,5	<0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,7	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	1	<0,1	0,3	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	<0,1	<0,1
Ga	17,8	20,4	16,9	16,4	19,4	22,5	21	20,8	25,2	21,5	23,8	18,7	20,7	19,2	12,6	20	16,3	22,2	19,8	19,5	14,4	19,2	16,2	21,5	16,2	16,6
Hf	2,4	4,3	3,8	4,5	3,9	5,2	4,7	5,8	6,9	5,4	9,2	2,5	3,9	2,8	0,6	5,3	2	5,4	3,9	3,2	1,2	3,9	3	5,8	2,3	1,9
Nb	2,5	8	14	8,2	16,2	12,9	20,5	24,1	28,8	25,7	49	10,9	11,4	9,5	5,1	10,8	7,6	13,9	8,4	13,8	1	15,9	29,6	12,3	13,5	5,7
Rb	27,5	39,7	56,4	109	10,2	31,6	18,6	21,2	35,9	17,1	87,8	6,6	15,6	3,3	2,9	41,1	9,2	25,2	1,6	11,9	10,3	8,9	4,5	47,1	1,1	1
Sn	<1	2	1	<1	1	2	2	2	3	2	2	<1	2	1	1	2	2	1	2	1	<1	1	1	2	<1	1
Sr	843,5	936,6	538,7	270	284,6	254,1	286,8	259,6	768,1	356	1141,9	268,1	199,3	245,1	84	168,6	198,6	299,3	127,7	238,5	73,4	269,7	268,9	148,1	170,7	135,5
Ta	0,1	0,4	0,7	0,4	1	0,7	1,2	1,5	1,7	1,6	2,8	0,6	0,6	0,5	0,3	0,6	0,5	0,7	0,5	0,9	0,1	0,9	1,9	0,8	0,9	0,3
Th	<0,2	3,5	6,5	30,7	2,5	5,7	3,5	3,4	4,4	3,7	10,2	1,4	8,3	<0,2	0,7	4	0,7	3,5	0,3	1,8	0,7	2	2,5	4,7	1,2	<0,2
U	0,1	0,7	0,7	1,7	0,5	1,2	0,8	0,7	0,9	0,9	1,9	0,4	1,7	0,1	0,4	0,9	0,1	0,6	0,2	0,5	0,6	0,4	0,6	1,1	0,3	<0,1
V	86	230	146	<8	353	233	389	381	446	361	242	318	326	314	238	268	326	234	433	387	283	368	324	385	299	321
W	<0,5	<0,5	<0,5	2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,4	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5
Zr	107,9	144,1	150,6	153	155,2	197,2	183,1	221,9	259	194,2	335	103,8	151,3	109,8	33,6	191,5	84,6	205	146,5	126,9	46,3	141,1	103,7	212	85,2	64,8

Continuação da Tabela 5.2 - Composição química dos litotipos amostrados na folha Viçosa

	Melanosoma gnaise - Complexo Juiz de Fora	Ortgranulito - Complexo Juiz de Fora	Anfólio-piroxênio gnaise - Complexo Juiz de Fora-L	Biotita gnaise - Complexo Mantiqueira	Metamáfica afanítica - L	Metamáfica afanítica	Metamáfica afanítica - Complexo Mantiqueira - L	Metamáfica afanítica - L	Diabásio	Diabásio	Basalto	Basalto	Anfibolito médio - L	Anfibolito médio - Complexo Mantiqueira - L	Anfibolito - L	Anfibolito Grosso	Anfibolito fino - Complexo Mantiqueira	Anfibolito médio - Complexo Mantiqueira - L	Anfibolito fino granadífero - L	Anfibolito grosso - L	Anfibolito fino - L	Anfibolito médio - L	Anfibolito - Santo Antônio do Grama - L	Anfibolito Grosso	Anfibolito - Santo Antônio do Grama	Anfibolito
Análise	V586	GQ19	V37	V2A	V407D	V24C	V26	V111	V611	V819	V649	V821	V177C	V25C	V544C	V616	V645	V33B	V101	V343	V426	V445	V594	V603	V661	V813
Y	7,5	26,1	23,4	11,4	32,6	36,3	35	42	38,5	32,2	36,2	23,5	25,7	32	15,7	39,2	27,2	37,7	48,3	28,5	33,1	27,2	27	44,2	32,5	21,8
La	12,9	27,9	27,6	57,1	33	25,4	20,4	20,7	43,6	25,7	76,2	11,3	23,7	5,5	7	21,5	15,3	26,7	12,2	16,5	14,6	15,1	20,4	24,1	9,8	6,3
Ce	27,8	64,8	58	113,7	47,8	52,7	46,9	44,9	98,9	59,1	165,4	25,2	51,8	15,1	12,4	49,7	23,8	57,1	27,4	36,8	8,8	34,7	43,1	58,1	22,9	16,6
Pr	3,43	7,68	6,94	11,26	8,11	6,68	6,04	6,32	12,44	7,38	18,45	3,37	6,04	2,36	1,24	6,23	4,11	7,31	4,01	4,49	3,15	4,66	5,16	7,26	3,07	2,28
Nd	13,4	32,3	28	37,7	32,9	28,6	27,7	28,1	52,5	31,5	69,2	14,8	23,3	12	4,7	26,8	16,2	32,2	19,1	19,2	12,6	19,5	21,6	30,9	14,5	10,5
Sm	2,45	6,65	5,15	5,75	6,34	6,17	6,19	6,77	10,72	6,69	12,11	3,72	5,18	3,74	1,32	6,24	4,06	6,91	5,06	4,57	2,76	4,82	4,38	6,95	3,69	2,87
Eu	0,92	1,97	1,46	0,81	2,07	1,92	1,98	2,08	3,31	2,21	3,32	1,33	1,45	1,23	0,55	1,74	1,31	2,42	1,58	1,48	0,96	1,62	1,42	1,93	1,29	0,95
Gd	2,04	6,35	4,58	4,22	6,84	6,54	6,52	7,5	10,6	7,35	10,17	4,36	5,64	4,82	1,9	7,13	4,67	7,25	6,44	5,3	3,98	5,64	5,04	8,14	4,92	3,47
Dy	1,39	4,99	4,23	2,46	6,42	6,33	6,2	7,21	7,69	6,22	6,64	4,26	4,93	5,39	2,53	6,99	4,72	6,63	7,15	4,97	4,67	5,55	4,8	7,94	5,41	3,89
Tb	0,27	0,96	0,74	0,56	1,07	1,09	1,12	1,29	1,44	1,1	1,3	0,73	0,84	0,91	0,38	1,15	0,83	1,18	1,18	0,85	0,72	0,89	0,81	1,33	0,87	0,63
Ho	0,27	0,96	0,81	0,39	1,26	1,27	1,24	1,47	1,44	1,17	1,23	0,85	0,99	1,12	0,57	1,49	1,11	1,33	1,51	1,02	1,01	1,11	1,01	1,68	1,19	0,82
Er	0,7	2,66	2,32	0,94	3,26	3,59	3,48	4,18	3,75	3,22	3,06	2,33	2,7	3,28	1,72	4,09	3,12	3,82	4,47	2,93	2,91	2,9	2,9	4,68	3,44	2,42
Tm	0,1	0,37	0,32	0,12	0,45	0,52	0,5	0,58	0,49	0,46	0,43	0,33	0,38	0,48	0,27	0,59	0,46	0,54	0,66	0,41	0,45	0,39	0,41	0,65	0,47	0,34
Yb	0,6	2,45	2,19	0,7	2,97	3,33	3,07	3,79	2,86	2,87	2,54	2,07	2,5	2,91	1,67	3,88	3,25	3,4	4,12	2,52	2,87	2,53	2,76	4,24	3,21	2,2
Lu	0,09	0,36	0,31	0,1	0,44	0,5	0,45	0,56	0,42	0,4	0,37	0,31	0,37	0,42	0,26	0,58	0,49	0,51	0,63	0,39	0,46	0,39	0,42	0,66	0,49	0,34
TOT/C	0,06	0,12	0,11	0,03	<0,02	0,1	0,08	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,17	0,06	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	0,12
TOT/S	0,03	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	0,11	0,02	0,18	0,14	0,1	0,11	0,06	<0,02	0,03	0,04	<0,02	0,04	0,04	0,09	<0,02	0,08	0,36	0,07	<0,02	0,07
Mo	0,5	0,6	0,8	8,7	0,3	1	1	0,7	0,9	1,3	1,6	0,6	0,8	0,4	0,3	1,4	0,3	1	1	0,5	0,4	0,8	0,5	1,3	0,7	0,3
Cu	24,3	77,8	27,2	4,5	123,2	81,1	130,6	133,3	85,8	75,3	10,7	103,4	76,3	25,8	17,9	117,1	179,4	21,5	264,9	99,7	17,2	60,4	110,1	161,3	55,3	79,6
Pb	0,3	1	1,5	7,2	0,3	1,6	0,8	0,5	2,5	0,7	5,6	0,4	2,4	4,1	2,6	0,8	0,5	1,9	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	1	0,2	0,2
Zn	32	44	24	29	18	67	38	26	102	25	113	12	26	28	12	43	24	73	21	14	17	16	31	55	24	16
Ni	23,2	16,5	32,6	4,8	23,3	60	28,4	29,4	40	54,7	7,5	45,2	31,6	25,6	32,8	40,8	19,6	32,7	27,5	60,9	19,7	15,5	31,3	46,5	10,1	23,7
As	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	<0,5	0,7	1,5	0,6	1,3	<0,5	0,6	0,5	<0,5	0,5	0,6	<0,5	1,6	<0,5	<0,5
Cd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bi	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au	0,9	1,9	0,6	<0,5	2	1,2	2	1,8	1,8	<0,5	2	<0,5	2	1	<0,5	<0,5	6,8	1	9,2	145,6	2,2	<0,5	1,1	2	1,2	9,2
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tl	0,1	0,3	0,2	0,3	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

6 - RECURSOS MINERAIS

A folha Viçosa apresenta diversos requerimentos minerários junto ao DNPM, cujos polígonos concentram-se principalmente nos quadrantes central, oeste e sudeste da área (Figura 6.1). A maior parte dos processos encontra-se em fase de autorização de pesquisa, e apenas uma pequena parcela apresenta-se efetivamente em fase de extração.

As principais substâncias requeridas ou pesquisadas são minério de ferro, bauxita, minério de alumínio, minério de ouro e granito ornamental, e subordinadamente, quartzo, areia, argila, gnaiss (brita), cascalho, saibro, feldspato, caulim e água mineral (Figura 6.1).

Apesar da matriz de requerimentos da área apresentar minério de ferro como bem mineral de maior importância, os principais recursos minerais presentes são gnaiss (brita), granito ornamental, bauxita, minério de alumínio e areia, que ocorrem largamente na folha e são explorados em alguns pontos. Adicionalmente, a área apresenta-se como possível alvo de exploração para caulim, feldspato, quartzo, minério de ouro, minério de ferro e insumos para a construção civil. Abaixo serão descritos sucintamente os recursos minerais encontrados e aqueles que apresentam potencialidade para pesquisa no município alvo. Em alguns corpos de anfíbolitos, podem ocorrer concentrações de sulfetos, que propiciam um desenvolvimento futuro de pesquisas na área. Apesar da certa proximidade com o Distrito Manganífero de Saúde, a região onde ocorre o Gr. Dom Silvério não apresentou rochas (gonditos) e/ou características que indicassem ocorrências minerais ou depósitos de manganês. Todavia, o Gr. Dom Silvério apresenta comumente camadas de grafita xisto que podem representar ocorrências locais desta mesma substância (a escassez de afloramentos impossibilita uma quantificação das espessuras destas camadas).

6.1 - MINÉRIO DE FERRO

Na região central da folha há diversos requerimentos de pesquisas para exploração de minério de ferro, cujos direitos pertencem à diversas empresas como *Vale SA* e *Ferrous SA*. Essa mesma substância é a que possui maior expressão em número de requerimentos. Apesar disso, ocorre na forma de pequenos corpos, e as associações e controles estão diretamente ligados à zona de cisalhamento de Ponte Nova. Esta estrutura profunda permitiu que os ortognaisses do complexo Mantiqueira sofressem alterações hidrotermais localizadas, e como consequência houve enriquecimentos anômalos pontuais que são representados pelos

hidrotermalitos ferruginosos. Normalmente, estas ocorrências são exploradas para fins de calçamento de vias de terra (Figura 6.2A).

6.2 - MINÉRIO DE OURO

Em toda a área da folha Viçosa ocorrem requerimentos de pesquisa para ouro, porém nenhuma atividade foi observada na região, com raras exceções de atividade garimpeira individual em aluviões. Segundo habitantes da área rural na região da Serra da Mantiqueira entre a cidade de Ervália e o distrito de Vilas Boas (onde ocorrem zonas de cisalhamento de grandes proporções e colagem dos complexos Juiz de Fora e Mantiqueira) havia uma relativa quantidade de garimpos em atividade no século passado, área que, por coincidência, possui requerimentos de pesquisa com dimensões consideráveis, para a mesma substância.

6.3 - MINÉRIO DE ALUMÍNIO / BAUXITA

Pesquisas para exploração de bauxita são realizadas em vários pontos pela *Companhia Brasileira de Alumínio*. Tais depósitos ocorrem predominantemente na porção leste da área e desenvolvem-se, principalmente, sobre rochas ortognaisses do complexo Juiz de Fora e paragnaisses do Gr. Andrelândia e estão localizados nos topos e encostas das serras da região.

Estes depósitos possivelmente são controlados pelas falhas normais, que ocorrem amplamente no setor leste da folha, mas análises mais contundentes sobre os depósitos de bauxita foram impossibilitados pela falta de dados contundentes.

6.4 - AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Foram cadastradas dez pedreiras de brita inativas na área da Folha Viçosa. A única com operação mecanizada localiza-se próxima à região central da cidade de Ervália. Cerca de 4 pequenas pedreiras para extração artesanal de paralelepípedos são também encontradas.

No ponto V-594 (UTM 747.048 / 7.723.672), cerca de 13 km a NE do município Pedra do Anta, encontra-se uma pedreira ativa de rocha ornamental, cujo nome comercial é *Granito Via Láctea* (Figura 6.2B). A rocha extraída é um ortoanfíbólito (Santo Antônio do Grama), foliado/bandado e exibindo granulação média a grossa.

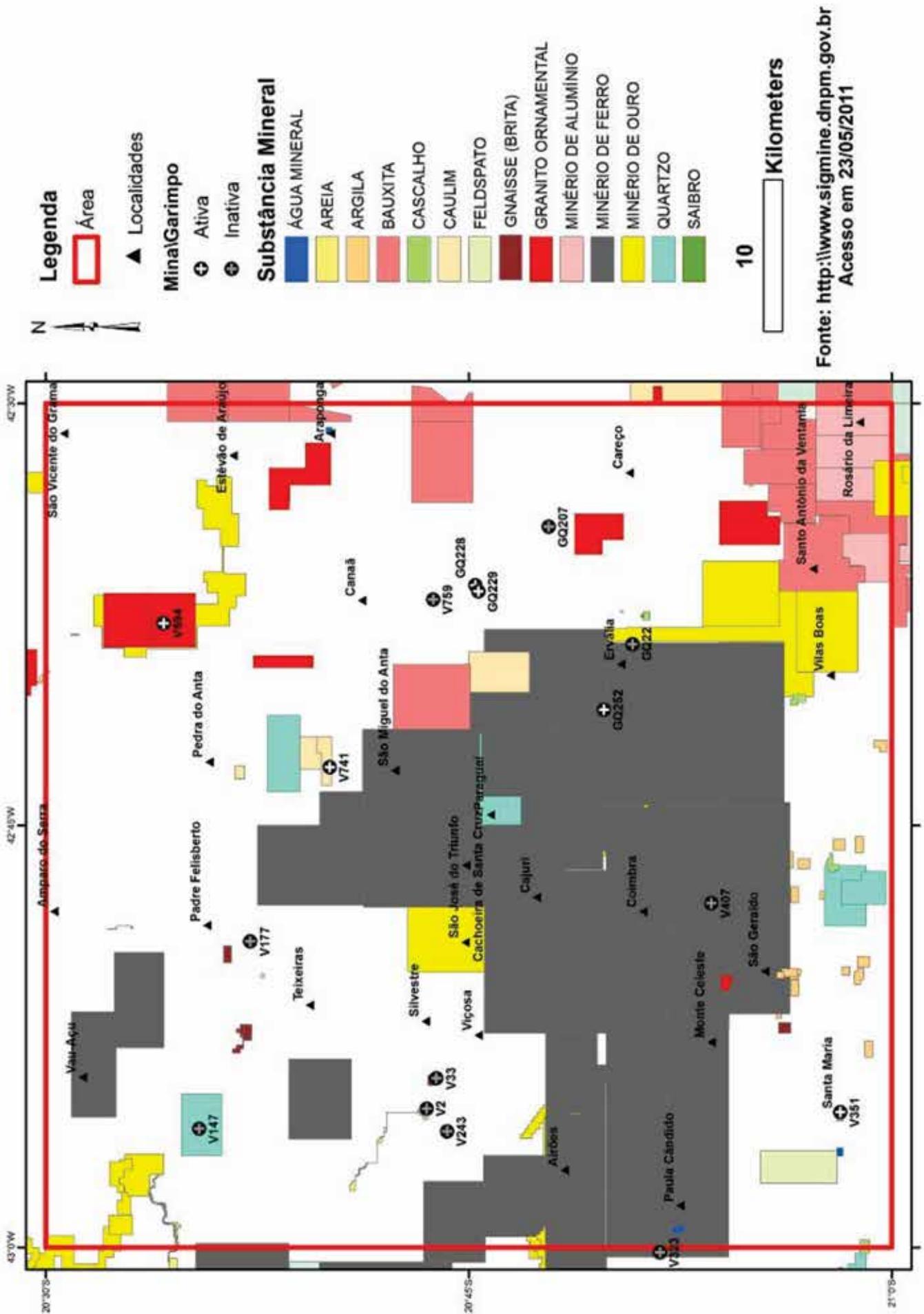


Figura 6.1 - Mapa de requerimentos minerários da Folha Viçosa

Saibro e cascalho são extraídos nas regiões onde ocorrem os hidrotermalitos quartzosos e sua principal utilização é em calçamento de estradas de terra.

Apesar de representarem, na maior parte das vezes, sedimentos bastante impuros, as planícies aluvionares presentes na área podem apresentar algum potencial enquanto depósitos de areia, argila ou cascalho.

6.5 - PEGMATITOS (QUARTZO, FELDSPATO E CAULIM)

A extração de quartzo era desenvolvida de forma rudimentar, em garimpos e lavras (Figura 6.2C).

Atualmente esta atividade encontra-se praticamente paralisada, devido a restrições ambientais que encarecem a produção, inviabilizando a produção em pequena escala, restam apenas pequenos garimpos ativos de cata manual (Fig. 6.2 C).

As ocorrências de feldspato e caulim estão associadas aos pegmatitos da Suíte Paula Cândido, próximas à cidade homônima. Esses normalmente são utilizados para fins de calçamento de vias de terra e pigmentos de habitações locais (Figura 6.2D). Entretanto estes bens devem ser vistos com atenção, pois podem apresentar boa qualidade para aplicação industrial.



Figura 6.2 - A: Vista geral de saibreira em hidrotermalitos feruginosos; B: pedreira de rocha ornamental; C: pequeno garimpo de quartzo abandonado; D: saibreira em pegmatito

7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ocorrem dois tipos de hidrotermalitos: quartzoso e ferruginoso. Os veios quartzosos possuem granulação grossa, com aspecto sacaroidal, compostos essencialmente por quartzo e as ocorrências estão limitadas à zona de cisalhamento de Abre Campo. Em trabalhos anteriores, os associavam à protólitos sedimentares em fácies metamórficas elevadas, entretanto em análise de campo, observa-se que os mesmos são contínuos, característica que não é observada nas demais litologias. Para os hidrotermalitos ferruginosos, conclui-se a mesma gênese que os veios de quartzo. São corpos de pequenas dimensões, de granulação grosseira, foliados/bandados/fraturados, compostos essencialmente por quartzo e magnetita/hematita, e limitam-se ao domínio do complexo Mantiqueira, mais especificadamente, da zona de cisalhamento de Ponte Nova. À medida que se aproxima destes hidrotermalitos, é possível notar um enriquecimento em ferro dos ortognaisses Mantiqueira, até que o mesmo se encontre completamente substituído, característica que corrobora uma gênese hidrotermal.

As rochas máficas, de provável idade mesozóica-cenozóica, ocorrem sob a forma de diques orientados na direção NW-SE e NE-SW, preferencialmente encaixados ao longo de planos de fraturas. Como não há indícios de interferência dessas intrusões na estrutura dúctil das encaixantes, sugere-se que os diques máficos intrudiram rochas situadas em profundidades relativamente rasas na crosta. O metamorfismo de contato dessas intrusões é pouco expressivo, ocorrendo apenas redução granulométrica da rocha encaixante. Após análise micropetrográfica, conclui-se que a mineralogia essencial dessas rochas é uniforme, composta por plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio e por vezes hornblenda. A partir dos aspectos texturais distintivos, como granulação e presença de fenocristais de plagioclásio, é possível subdividir em dois litotipos: diabásio e piroxênio-hornblenda gabronorito. Este último provavelmente representaria uma raiz de alguns desses diabásios. Estas rochas máficas descrevem uma série toleítica de composição gabróica subalcalina.

Os ortognaisses do CM são bandados e foliados, de composição granítica, mais raramente tonalítica. Estas rochas possuem estruturas migmatíticas e caráter proto-milonítico a milonítico. Dobras abertas a apertadas são comuns aos gnaisses. Corpos de anfíbolito ocorrem paralelos ao bandamento. A paragênese microclina + hornblenda + biotita + plagioclásio + quartzo expressa o metamorfismo inicial em fácies anfíbolito médio.

As rochas anfíbolíticas *l.s.* ocorrem na forma de bandas e/ou *boudins* em diversas escalas,

inseridas no Complexo Mantiqueira. Apresentam composição máfica (gabróica a grabro-diorítica) toleítica e constituem uma série de médio titânio. Levando em consideração a complexibilidade mineral encontrada, a princípio, a distinção entre os anfíbolitos será feita apenas pela presença, ou não de granada. Os anfíbolitos sem granada são faneríticos, inequigranulares, melanocráticos, com uma xistosidade mal desenvolvida devido ao tamanho dos grãos. A associação é hornblenda + plagioclásio + biotita + clinopiroxênio, com hornblenda em tons verde acastanhados, marcando assim fácies anfíbolito alto. Já os anfíbolitos granatíferos possuem uma vasta variação granulométrica. Através de análises petrográficas, diagnosticou-se a paragênese granada + clinopiroxênio + ortopiroxênio + plagioclásio + hornblenda acastanhada, que é típica de fácies granulito em metamorfitos barrobianos. Nestas rochas também ocorrem plagioclásios em contatos poligonais, característica que define temperaturas em faixas granulíticas (Jordt-Evangelista, 1988). A trama varia de nematoblástica a granonematoblástica. Apresentam uma xistosidade bem desenvolvida, marcada pela orientação da hornblenda, biotita e fitas de quartzo. Alguns desses anfíbolitos granatíferos possuem aspecto granulítico, representada pela estrutura maciça e granulação grosseira. As características petrográficas destas rochas implicam em um caráter dúbio quanto sua gênese, que poderiam representar ocorrências pontuais das rochas metaígneas, englobadas nos charnockitos Pedra Dourada (Jordt-Evangelista *et al.* 1994, *in*: Peres 2000) (Figura 7.1), assim como intrusões ígneas tardias. Superficialmente, criaram-se algumas hipóteses para explicar a gênese e a relação estratigráfica dos anfíbolitos do CM. A mais simples postula que alguns destes anfíbolitos seriam diques intrudidos no embasamento na fase pré-rifte e deformados posteriormente. Outra seria que os protólitos dos anfíbolitos granatíferos poderiam ser sedimentares, como margas posteriormente deformadas. A última hipótese propõe que alguns corpos de anfíbolitos seriam remanescentes oceânicos, interdigitados tectonicamente entre as rochas do embasamento. Entretanto, estas hipóteses são apenas especulativas, havendo necessidade de análises mais aprofundadas como o uso de litoquímica, microsonda eletrônica e geocronologia.

Os ortognaisses charno-enderbíticos do Complexo Juiz de Fora são representantes de uma suíte cálcio-alcalina paleoproterozóica. Estas rochas foram geradas em ambiente de margem ativa e sofreram metamorfismo na fácies granulito, marcado pela paragênese mineral plagioclásio + quartzo + hiperstênio ± feldspato potássico ± clinopiroxênio.

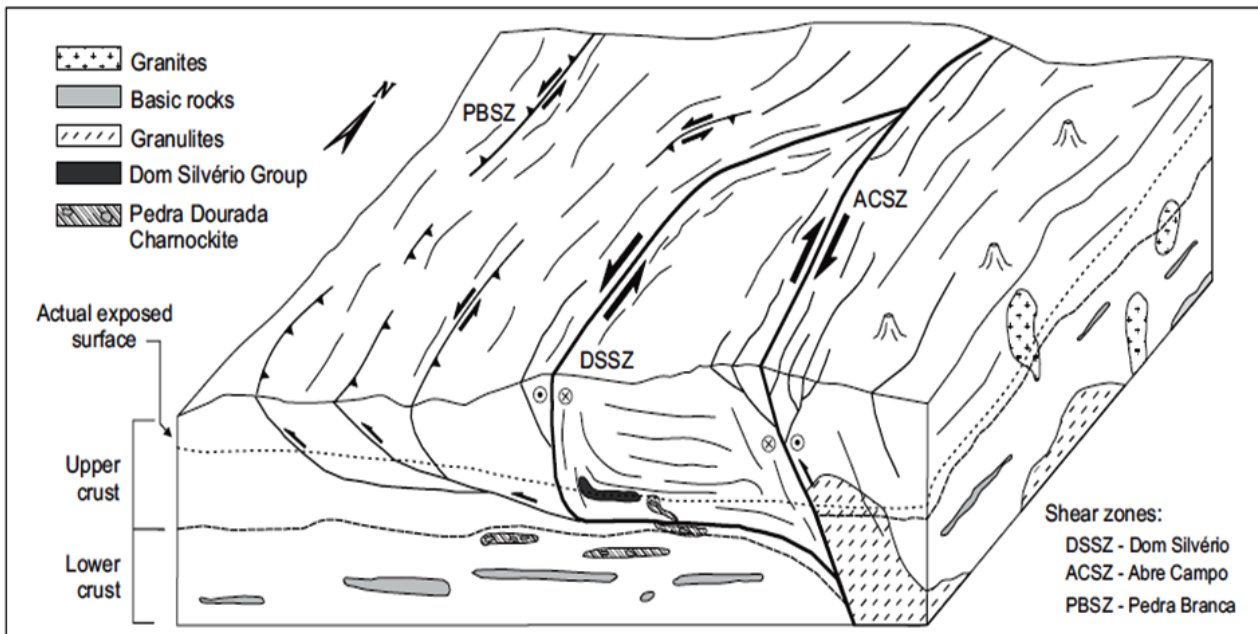


Figura 7.1 - Desenho esquemático mostrando um modelo tectônico da porção sudeste do Orógeno Araçuai durante a fase D1 (Peres et al. 2004). DSSZ – Zona de Cisalhamento de Dom Silvério; PBSZ - Zona de Cisalhamento de Pedra Branca; ACSZ - Zona de Cisalhamento de Abre Campo

Granulitos máficos ocorrem como *boudins* centimétricos a métricos, alongados na direção NNE-SSW, paralelamente à foliação regional e ao bandamento dos ortognaisses do CJF. A associação mineralógica é dada por plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio, caracterizando a fácies granulito.

O grupo Dom Silvério é representado por uma associação meta-vulcanossedimentar composta por xistos e raras intercalações centimétricas a decimétricas de quartzito, e está limitado ao setor NW da área mapeada (Anexo), ocorrendo na forma de uma calha sinformal e teriam caráter alóctone, depositado sobre os ortognaisses do Complexo Mantiqueira (Peres 2000). Através de relações de campo, constatou-se que a seqüência basal é constituída por hornblenda xistos, que representaria um protólito vulcânico máfico (Peres 2000). Em contato brusco, ocorre uma seqüência predominantemente, em termos de protólitos, pelíticos a pelito-psamíticos composta por biotita xistos, mica xistos, granada-biotita xistos, cianita-grafita-mica-quartzo xistos e grafita-mica xistos, intercalados em contato gradacional a mica-quartzo xistos e sericita quartzitos. Os xistos possuem associação determinada por estauroilita + granada almandina + cianita + micas + quartzo, indica condições do tipo Barroviano na zona da cianita (Yardley, 2004).

Os litotipos do Grupo Andrelândia são correlacionáveis à sedimentação neoproterozóica em uma bacia de margem passiva, a qual evoluiu para uma condição sinorogênica durante o Brasiliano. A coexistência de silimanita prismática e feldspato potássico, implica em condições de metamorfismo barroviano de fácies granulito, definido pela zona superior da silimanita (Yardley, 2004). As rochas

calcissilicáticas, que ocorrem como lentes dentro do paragnaisse, apresentam a associação típica do fácies granulito: ortopiroxênio + clinopiroxênio + granada. Os litotipos acima descritos foram conformados em escamas tectonicamente interdigitadas com os ortognaisses do CJF durante a orogênese Brasiliana.

Queiroga (2010) caracteriza o anfibolito de Santo Antônio do Grama como sendo um corpo máfico de origem ofiolítica. Este seria originado por um processo de rifteamento ocorrido por volta de 900Ma, que separou os blocos Mantiqueira e Juiz de Fora, unidos anteriormente no ciclo Transamazônico. A margem passiva continental formada recebeu sedimentos do arco instalado devido à inversão tectônica da bacia (Grupo Andrelândia). Os anfibolitos seriam parte de uma seqüência ofiolítica, referente à crosta oceânica e os sedimentos do Oceano Adamastor. O ortoanfibolito Santo Antônio do Grama possui paragênese hornblenda + plagioclásio + clinopiroxênio, típica de fácies anfibolito (Yardley, 2004).

Corpos pegmatíticos estão limitados à porção sudoeste da área e foram descritos primeiramente por Raposo (1991), que caracteriza este litotipo como alcaligranito Divinésia, por vezes apresentando-se gnaissificado, como sendo produtos anatéticos de idade arqueana/proterozóica indiferenciada. Entretanto as características observadas em campo, não definem estas rochas como granitos anatéticos. Assim, neste trabalho adotou-se a terminologia de suíte pegmatítica Paula Cândido. Os pegmatitos são rochas leucocráticas e compostos por feldspato potássico, quartzo, muscovita, biotita e rara turmalina, de granulação grossa a gigante, não sendo rara textura do tipo gráfica. Ocorrem na forma de *stocks*, diques e veios, apresentando contato escalonado com os ortognaisses do Complexo

Mantiqueira, indicando característica intrusiva e não de fusão anatética. Xenólitos disformes desses gnaisses são comuns e possuem dimensões dessimétricas a métricas. Critérios deformacionais não são observados para estas rochas, uma vez que a granulação camufla quaisquer tipos de estruturas dúcteis, porém fraturas são observadas comumente. O metamorfismo de contato é pouco expressivo, que é representado apenas redução granulométrica da rocha encaixante, sem minerais neoformados.

Quanto à geologia estrutural, a fase de deformação referente ao evento transamazônico ocorre raramente nos ortognaisses Mantiqueira, pois essas foram obliteradas pelo ciclo brasileiro. Este complexo evento tectônico propiciou a formação de diversas estruturas que foram interpretadas como sendo três fases deformacionais (Figura 7.2). Segundo Alkmim *et al.* (2007) e Peres (2000), a fase D_1 indica um transporte tectônico para norte devido à colisão dos crátons Rio de La Plata e São Francisco. Já D_2 imprime

uma tectônica dirigida para oeste, assim como D_3 , que representaria um aumento da intensidade da tectônica para oeste, que foi responsável para a formação da Zona de Cisalhamento de Ponte Nova. Os mesmos autores defendem que ambas as fases seriam conseqüências do caráter frontal da amalgamação do Gondwana Ocidental. Durante o Mesozóico-Cenozóico, ocorreu uma tectônica distensiva em conseqüência do reajustamento isostático da margem continental. A conseqüência desta tectônica são lineamentos visíveis em várias partes da costa e no interior do continente, que são visíveis em fotos e imagens de satélites. A direção preferencial dos grandes lineamentos é NE-SW, com uma família secundária de direção NW-SE. De acordo com Noce *et al.* (2003), em toda a Folha de Ubá e na porção oeste da área estudada, ocorre uma feição desta tectônica distensiva denominada de *Horst* da Serra da Boa Vista com direção NE-SW.

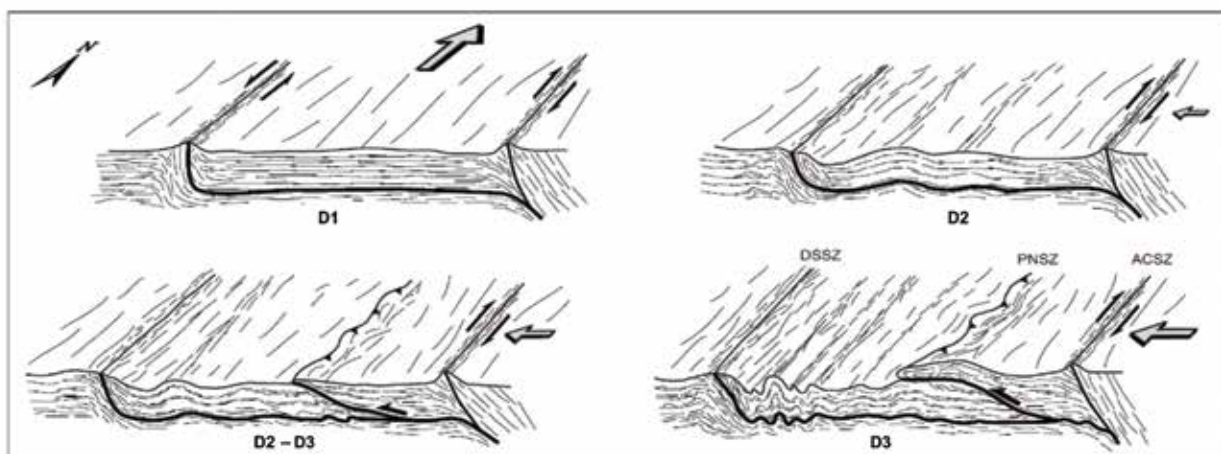


Figura 7.2 - Blocos diagramas para as fases de deformação do evento brasileiro (Peres *et al.* 2004). DSSZ – Zona de Cisalhamento de Dom Silvério; PNSZ - Zona de Cisalhamento de Ponte Nova; ACSZ - Zona de Cisalhamento de Abre Campo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmim, Fernando Flecha et al. Evolução tectônica do orógeno Araçuai-Congo ocidental. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 25-43, 2007.
- _____ et al. Kinematic evolution of the Araçuai–West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 149, p. 43-64, Sept. 2006.
- BARBOSA, Octavio. Evolution du geossinclinal Espinhaço. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 19., 1952, Argélia. **Comptes Rendus**, [S.l.: s.n.], 1954, section XIII, p. 1-37.
- BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo; SABATÉ, Pierre. Archean and paleoproterozoic crust of the São Francisco craton, Bahia, Brazil: geodynamic features. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 133, n. 1-2, p. 1-27, Aug. 2004.
- BRANDALISE, Luiz Alberto (Org.). **Ponte Nova folha SF.23-X-B-II estado de Minas Gerais**: texto explicativo. Brasília: DNPM; CPRM, 1991. 194 p. Inclui dois mapas na escala 1:100.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos.
- CAMPOS NETO, Mario da Costa; FIGUEIREDO, Mário César Heredia de. Evolução geológica dos terrenos Costeiro, Paraíba do Sul e Juiz de Fora (RJ-MG-ES). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. **Anais...** Natal: SBG, 1990, v.6, p. 2631-2648.
- CASTAÑEDA, Cristiane et al. **Folha Ecoporanga 1:100.000 SE.24-Y-A-III**: relatório final. Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2006. 1 CD-ROM. Programa de Levantamentos Básicos de Geologia do Brasil.
- COSTA, Antônio Gilberto et al. Caracterização geotectônica do setor setentrional do cinturão Ribeira: evidência de acreção neoproterozóica no leste de Minas Gerais, Brasil. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.3, n.2, p. 55-68. 1995.
- _____. The granulite-facies rocks of the northern segment of the Ribeira Belt, eastern Minas Gerais, SE Brazil. **Gondwana Research**, Amsterdam, v.1, n.3-4, p. 367-372, Oct. 1998.
- DUARTE, Beatriz Paschoal et al. Petrogenesis of the orthogneisses of the Mantiqueira complex, central Ribeira Belt, SE Brazil: an archaean to paleoproterozoic basement unit reworked during the Pan-African orogeny. **Gondwana Research**, Amsterdam, v. 7, n.2, p. 437-450, Apr. 2004.
- _____ et al. Geochemistry of the granulite facies orthogneisses of Juiz de Fora complex, central segment of Ribeira belt, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n.1, p 67-82, 1997.
- _____ et al. The garnet charnockite plutonic body of the Juiz de Fora region, central segment of the Pan-African- Brasileiro Ribeira belt, southeastern Brazil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTONICOS, 7., 12-15 maio 1999, Lençóis, Bahia. **Boletim de resumos expandidos**. Salvador: SBG Núcleo Bahia/Sergipe, 1999, v. 2, p. 56-57.
- DÜRKOP, Carsten; LINDER, Bernd; EVANGELISTA, Hanna Jordt.. Caracterização petrológica e geoquímica do grupo Dom Silvério no seu local tipo, região de Dom Silvério, MG. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 9., 5-9 nov. 1997, Ouro Preto. **Anais...** Belo Horizonte: SBG Núcleo Minas Gerais, 1997.
- EBERT, Heinz. Discordâncias pré-cambrianas em Carandaí, Minas Gerais. **Boletim DGM. DNPM**, Rio de Janeiro, v. 183, 48 p. 1958.
- _____. Pesquisas geológicas na parte sudeste do estado de Minas Gerais. **Relatório Anual do Diretor. DGM. DNPM**, Rio de Janeiro, p. 79-89, 1955.
- _____. A tectônica do sul do estado de Minas Gerais e regiões adjacentes. **Relatório Anual do Diretor. DGM. DNPM**, Rio de Janeiro, p. 97-107, 1957.
- EVANGELISTA, Hanna Jordt; ROESER, Hubert. Contribuição à petrologia do grupo Dom Silvério, sudeste de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG Núcleo Norte, 1988. v. 3, p. 1183-1192.
- _____; _____; ELEUTÉRIO, Lazaro. Charnoquitos de natureza ígnea na região de Dom Silvério, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Camboriú. **Anais...** Camboriú: SBG Núcleo Santa Catarina, 1994. v. 3, p. 30-32.
- _____. **Apostila de minerais petrográficos de rochas ígneas e metamórficas: resumo das propriedades óticas e ocorrências**. Ouro Preto: UFOP, 1988. 125 p. il.
- _____. O Grupo Dom Silverio, SE de Minas Gerais: petrografia, metamorfismo, geoquímica e geologia econômica. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 45, n. 1-2, p. 140-42, jan.-jun. 1992.
- FIGUEIREDO, Mário César Heredia de; TEIXEIRA, Wilson. The Mantiqueira metamorphic complex, eastern Minas Gerais state: preliminary geochronological and geochemical results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 2, p. 223-246, 1996.

- FISCHEL, Danielle Puizanna. **Geologia e dados isotópicos Sm-Nd do complexo Mantiqueira e do cinturão Ribeira na região de Abre Campo, Minas Gerais**. 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
- _____ et al. Geology and Sm-Nd isotopic data for the Mantiqueira and Juiz de Fora complexes (Ribeira belt) in the Abre campo Manhaçu region, Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BASEMENT TECTONICS, 14., 1998, Ouro Preto. **Abstracts**. Ouro Preto: [s.n], 1998, p. 21-23.
- HEILBRON, Mônica; MACHADO, Nuno; DUARTE, Beatriz Paschoal . Revealing the paleoproterozoic transamazonian orogen hiding in the neoproterozoic Ribeira belt, SE Brazil . In: GAC-MAC JOINT ANNUAL MEETING, 2001, St John's, Canada. **Abstracts**. St John's: Geological Association of Canada; Mineralogical Association of Canada, 2001. v. 26, p. 61.
- _____ et al. Compartimentação tectônica e evolução geológica do segmento central da faixa Ribeira, ao sul do cráton do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2., 22-31 ago. 1993, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG Núcleo Bahia/Sergipe, 1993. p. 263-265.
- _____ et al. Província Mantiqueira. In: Mantesso Neto, Virgínio et al (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano**. São Paulo: Editora Beca, 2004. p. 203-234.
- _____; MACHADO, Nuno. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil). **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 125, n. 1-2, p. 87-112, Jul. 2003.
- _____ et al. A orogênese Brasileira no segmento central da faixa Ribeira, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 249-266, dez. 1995.
- LIMA, J.O. Alves de; FERREIRA, C.M; SCHMIDT, J.C. **Relatório do mapeamento do setor G da Geotransversal E-W**. Ouro Preto: DNPM; UFOP, 1973.
- MACHADO, Nuno et al. UPb geochronology of the central Ribeira belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 79, p. 347-361, Sep. 1996.
- NÓBREGA II, Marcos; RIBEIRO, Fred Vinicius Rodrigues. **Mapeamento geológico da região de São Pedro dos Ferros e caracterização tecnológica do anfíbolito Santo Antônio do Gramma, escala 1:25.000**. 2004. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia)- Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- NOCE, Carlos Maurício et al. **Geologia da folha Manhuaçu SF-23-X-B-III**: escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2006. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil.
- _____ et al. O embasamento arqueano e paleoproterozóico do orógeno Araçuai. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 17-23, 2007.
- _____ et al. Geologia das folhas Ubá e Muriaé. In: Soares, Antonio Carlos Pedrosa (Coord.). **Projeto Sul de Minas: etapa I: geologia e recursos minerais do sudeste mineiro**. Belo Horizonte: COMIG; UFMG; UFRJ; UERJ, 2003. cap.12, p.623-659.
- _____ et al. Ages of sedimentation of the kinzigitic complex of a late orogenic thermal episode in the Araçuai orogen, northern Espírito Santo State, Brazil: zircon and monazite U-Pb SHRIMP and ID-TIMS data. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, n. 349, p. 587-592, 2004.
- PERES, Guilherme Gravina; ALKMIM, Fernando Flecha de; EVANGELISTA, Hanna Jordt. The southern Araçuai belt and the Dom Silvério group: geologic architecture and tectonic significance. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.76, n. 4, p 771-790, dez. 2004.
- _____. **O grupo Dom Silvério na região leste de Minas Gerais: arcabouço estrutural e evolução tectônica**. 2000. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2000.
- QUEIROGA, Glaucia Nascimento. **Caracterização dos restos de litosfera oceânica do orógeno Araçuai entre os paralelos 17° e 21° S**. 2010. 180 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- RAPOSO, Frederico Ozagam (Org.). **Rio Espera, folha SF.23-X-B-IV**: estado de Minas Gerais. Brasília: DNPM, 1991. 174 p. il. + 2 mapas. Escala 1:100.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.
- ROGERS, John James William; SANTOSH, Madhava Warrior. **Continents and supercontinents**. Oxford: Oxford University Press, 2004. 289 p.
- ROSIER, Georges Frédéric. A geologia da Serra do Mar, entre os picos de Maria Comprida e do Desengano. **Boletim DGM.DNPM**, Rio de Janeiro, v. 166, 58 p., 1957.
- SILVA, Luís Carlos da et al. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, parte II: orógeno Araçuai, cinturão Mineiro e cráton São Francisco Meridional. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.32, n.4, p. 513-528, dez. 2002.
- _____ et al. The neoproterozoic Mantiqueira province and its African connections. **Precambrian Research**, Amsterdam, v.136, n. 3-4, p. 203-240, Feb. 2005.

SOARES, Antonio Carlos Pedrosa; LEONARDOS, Cristina Maria Wiedemann. Evolution of the Araçuaí belt and its connection to the Ribeira belt, Eastern Brazil. In: CORDANI, Umberto Giuseppe (Ed.) et al. **Tectonic evolution of South America**. Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo 2000. p. 265-285.

_____ et al. Magmatismo e tectônica do orógeno Araçuaí no extremo leste de Minas Gerais e norte do Espírito Santo. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.14, n.2, p. 99-111, 2006.

_____ et al. **Nota explicativa da folha Mantena (SE.24-Y-A-VI)**: escala: 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM; UFMH, 2007. 1 DVD. Programa Geologia do Brasil.

_____ et al. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.15, n.1, p. 1-16. 2007.

_____ et al. Similarities and differences between the Brazilian and African counterparts of the neoproterozoic Araçuaí-West-Congo orogen. In:

PANKHURST, Robert J. et al. **West Gondwana**: pre-cenozoic correlations across the South Atlantic region. London: The Geological Society, 2008. p. 153-172. (Geological Society Special Publication, 294).

_____ et al. The Araçuaí–West Congo orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanaland assembly. **Precambrian Research**, Amsterdam,

v. 110, n. 1-4, p. 307-323, Aug. 2001.

WERNICK, Eberhard. **Rochas magmáticas**: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica. São Paulo: Ed. UNESP, 2004. p. 656.

WILLIAMS, Howel; TURNER, Francis J.; GILBERT, Charles M. **Petrography and introduction to the study of rocks in thin sections**. 2. ed. San Francisco: W. H. Freeman, 1982. 626 p.

YARDLEY, Bruce W. D. **Introdução à petrologia metamórfica**. Brasília: Ed. UnB, 2004. 434 p.