

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 MANHUMIRIM*
SF.24-V-A-I

Escala 1:100.000

ESTADOS DO ESPÍRITO SANTO E MINAS GERAIS

***Parceria com**



Contrato Nº 106/PR/2006



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

Novo, Tiago Amâncio.
Geologia e recursos minerais da folha Manhumirim
SF.24-V-A-I: estados do Espírito Santo e Minas Gerais / Tiago
Amancio Novo ...[et al.] ... – Belo Horizonte : CPRM, 2014.
1 DVD

Programa Geologia do Brasil.
Parceria com UFMG.
ISBN 978-85-7499-213-6

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

CDD 558.152

CDD 558.151

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

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 MANHUMIRIM**

ESTADOS DO ESPÍRITO SANTO E MINAS GERAIS

Tiago Amâncio Novo
Carlos Maurício Noce
Gustavo Antonio Pereira Batista
Joel Jean Gabriel Quéméneur
Breno de Souza Martins
Sidney Wallace Marques dos Santos
Gabriel Augusto Carneiro
Adolf Heinrich Horn



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 MANHUMIRIM

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

Diretora do Instituto de Geociências

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 MANHUMIRIM
ESTADOS DO ESPÍRITO SANTO E MINAS GERAIS

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Tiago Amâncio Novo - UFMG	Breno de Souza Martins - UFMG
Carlos Maurício Noce - UFMG	Sidney Wallace Marques dos Santos - UFMG
Gustavo Antonio Pereira Batista - UFMG	Gabriel Augusto Carneiro - UFMG
Joel Jean Gabriel Quéméneur - UFMG	Adolf Heinrich Horn - UFMG

COORDENAÇÃO - UFMG

Antônio Carlos Pedrosa Soares

APOIO TÉCNICO

<i>Departamento de Geologia</i>	Marcelo de Araújo Vieira
Reginaldo Alves dos Santos	<i>Revisão preliminar do Texto</i>
<i>Divisão de Geologia Básica</i>	Valter Salino Vieira
Edilton José dos Santos	<i>Organização e Coordenação</i>
<i>Divisão de Geoprocessamento</i>	Luiz Carlos da Silva
João Henrique Gonçalves	<i>Colaboração - Estagiários de Geologia</i>
<i>Superintendência Regional de Belo Horizonte</i>	Guilherme Cotta Gonçalves
Marco Antônio Fonseca	Caroline Cibele Vieira Soares
<i>Gerência de Recursos Minerais</i>	<i>Coordenação de Revisão Bibliográfica</i>
Márcio Antônio da Silva	Roberta Pereira da Silva de Paula
<i>Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento</i>	<i>Organização, Preparo e Controle da Edição Final</i>
	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 FOLHA MANHUMIRIM (SF.24-V-A-I), juntamente com o Mapa Geológico na escala 1:100.000 em ambiente SIG, executado pela UFMG, através do Contrato CPRM-UFMG No.106/PR/06.

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 Manhumirim (SF.24-V-A-I), na escala 1:100.000, integrante do Programa Geologia do Brasil, 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 domínio do Orógeno Araçuaí, do evento Brasileiro. A característica fundamental da região é a abundância de rochas metamórficas de alto grau, ortoderivadas e paraderivadas, das fácies anfibolito e granulito, refletindo o profundo nível crustal ali exposto. O embasamento paleoproterozóico é representado por gnaisses e migmatitos granulíticos da Suíte Caparaó. A cobertura neoproterozóica (Grupo Andrelândia) está representada por paragnaisses migmatíticos intercalados a quartzitos. Ocorrem quatro suítes graníticas: a Suíte Galiléia de caráter geotectônico pré-colisional, relacionada à edificação do arco magmático Brasileiro do Orógeno Araçuaí; a Suíte Leopoldina composta por granitóides charnockíticos; a Suíte Intrusiva Peraluminosa formada por granitóide tipo S, pouco deformados; e a Suíte Intrusiva Aimorés, tardia, composta por biotita granitóides livres da foliação regional. Pontualmente a Suíte Intrusiva Aimorés apresenta corpos dioríticos. Completam o quadro estratigráfico da Folha Manhumirim raros corpos de Anfibolito e de Rocha Metaultramáfica. Cobrindo todas estas unidades ocorrem depósitos aluvionares inconsolidados a semi-consolidados. Apesar do bom potencial econômico, foram cadastradas poucas áreas de extração mineral. Os principais requerimentos de pesquisa na área são para granitos (tanto para brita quanto para rocha ornamental) e esteatitos. Também foram cadastradas ocorrências de exploração de bauxita, areia, ouro, quartzito em saíbreras e pegmatito para extração de berilo e turmalina.

ABSTRACT

Geologic mapping of the Manhumirim Sheet (SF.24-V-A-I), on the scale of 1:100,000, belonging to the Geology Program of Brazil, was executed by Geological Survey of Brazil - CPRM in partnership with the Minas Gerais Federal University - UFMG. The area covered by the leaf lies entirely in the Mantiqueira Province, in the field of Araçuaí Orogen, Brasiliano event. The main feature of the region is the abundance of high-grade metamorphic rocks (granulite to amphibolites) reflecting the deep crustal level exposed there. The Paleoproterozoic basement is represented by granulitic gneisses and migmatites of the Caparaó Suit. The Neoproterozoic metasedimentary coverage (Andrelândia Group) is represented by migmatitic gneisses intercalated with quartzite. Four granitic suites occur: the Galiléia Suit is related to the construction of the magmatic arc of the Neoproterozoic Brasiliano event; the Leopoldina Suit is composed of granitic charnockites; the Peraluminous Intrusive Suit is formed by S-type granites; and the Intrusive Aimorés Suit, late, encompasses of biotite granites free of the regional foliation. Occasionally the Intrusive Aimorés Suit has dioritic bodies. Supplementing the stratigraphic framework of the Manhumirim Leaf there are rare bodies of amphibolite and metaultramafic rocks. Covering all these units occur unconsolidated to semi-consolidated alluvial deposits. Despite the good economic potential, were registered few areas of mining. The main requirements for research in the area are granites (both for gravel and for ornamental stone) and steatite. Were also registered instances of exploitation of bauxite, sand, gold, quartzite and pegmatite for extraction of beryl and tourmaline.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	17
2 – ASPECTOS FISIOGRÁFICOS	19
3 – TRABALHOS ANTERIORES	21
4 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	23
4.1 - EMBASAMENTO.....	23
4.2 - COBERTURA METASSEDIMENTAR	23
4.3 - SUÍTES MAGMÁTICAS.....	25
4.4 - EVOLUÇÃO DO ORÓGENO ARAÇUAÍ	25
5 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	29
5.1 - ESTRATIGRAFIA	29
5.1.1 - Suíte Caparaó - Complexo Juiz de Fora	29
5.1.1.1 - Gnaisses (PP2γcp1)	30
5.1.1.2 - Migmatitos (PP2γcp1m)	31
5.1.2 - Grupo Andrelândia (NPagm)	31
5.1.3 - Suíte Galileia	34
5.1.3.1 - Gnaisses (NP3αγ1gn).....	34
5.1.3.2 - Migmatitos (NP3αγ1m)	36
5.1.3.3 - Granitos (NP3αγ1gr).....	36
5.1.4 - Suíte Leopoldina (NP3γ2clp).....	36
5.1.5 - Anfibolito (NP1δ1a)	42
5.1.6 - Rochas Metaultramáfica (NP3mu).....	42
5.1.7 - Suíte Intrusiva Peraluminosa (NP3γ2al).....	43
5.1.8 - Suíte Intrusiva Aimorés (εαγ5l).....	44
5.1.9 - Depósitos Aluvionares (N4a)	47
5.2 - GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	48
5.2.1 - Deformação D1	49
5.2.2 - Deformação D2	51
5.2.3 - Serra do Caparaó	53
5.3 - GEOQUÍMICA	53
5.3.1 - Suíte Galiléia.....	56
5.3.2 - Suíte Intrusiva Aimorés	60
5.4 - GEOCRONOLOGIA	62
5.4.1 - Estação LC-32 - Suíte Caparaó	67
5.5 - RECURSOS MINERAIS	67
5.5.1 - Bauxita.....	67
5.5.2 - Esteatito	67
5.5.3 - Depósitos e ocorrências minerais relacionados a pegmatitos	68
5.5.4 - Materiais de construção civil (saibro, brita, rocha ornamental).....	68
5.5.5 - Ouro	68
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
6.1 - CONCLUSÕES	71
6.2 - RECOMENDAÇÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA MANHUMIRIM

**ESTADOS DO ESPÍRITO SANTO
E MINAS GERAIS**

1 – INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A área abrangida pelo mapa geológico da Folha Manhumirim (escala 1:100.000) está delimitada pelos meridianos 42°00' – 41°30' e paralelos 20°00' – 20°30', situada na porção leste do Estado de Minas Gerais (Figura 1.1). Além da cidade de Manhumirim, a área mapeada inclui parcial ou integralmente os seguintes municípios: Manhuaçu, Íluna, Lajinha, Irupi, Santana do Manhuaçu, Simonésia, São José do Mantimento, Chalé, etc.

A Folha Manhumirim é cortada, no sentido N-S, pela rodovia BR-116 (Rio-Bahia), possibilitando fácil acesso à região a partir de Belo Horizonte, Rio de Janeiro ou Vitória.

1.2 - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

O mapeamento geológico da Folha Manhumirim foi realizado em diversas etapas de campo finalizadas em agosto de 2009, totalizando oitocentos e setenta e nove estações de campo descritas. Foram também cadastrados nove depósitos e ocorrências minerais. Um total de trinta e uma lâminas delgadas foram confeccionadas para estudos petrográficos. Neste relatório são também apresentados os resultados de dezenove análises químicas de rocha total e duas datações pelo método U-Pb.

1.3 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às bolsistas do projeto Karin Voll e Talita Nola.



Figura 1.1 - Localização da Folha Manhumirim

2 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O clima da região é classificado como tropical quente e semi-úmido (IBGE 1977), característico de grande parte da bacia do médio Rio Doce. A estação seca é bem acentuada e prolonga-se por três a cinco meses (maio a setembro). O inverno coincide com os meses mais secos, enquanto o período chuvoso relaciona-se com o final da primavera e início do verão. Os meses de dezembro e janeiro são marcados por intensa precipitação pluviométrica. A precipitação média anual varia entre 1.000 mm e 1.250 mm. As médias térmicas anuais situam-se entre os 19°C e os 22°C, podendo ultrapassar os 26°C em fevereiro, o mês mais quente. Nos cumes da região a temperatura varia entre 25°C e -10°C (temperatura registrada no Pico da Bandeira).

A vegetação original que recobria a área mapeada é classificada como floresta subcaducifolia tropical segundo o IBGE (1977). Constitui uma vegetação de transição entre florestas perenes de encosta e as formações não florestais do interior. O clima é o principal fator condicionante: semi-úmido com estação seca bem marcada que condiciona a periodicidade de sua vida vegetativa, caracterizada pela perda de folhas na estação seca. Entretanto, a floresta subcaducifolia tropical encontra-se quase totalmente devastada, cedendo lugar à pastagens e cultura de

café e eucalipto. Um dos remanescentes da floresta original encontra-se preservado no Parque Nacional do Caparaó, criado em 24 de maio de 1961 (decreto federal nº 50.646).

A área da Folha Manhumirim exhibe dois domínios fisiográficos distintos. Sua porção meridional (essencialmente sul e oeste) é dominada por uma unidade geomorfológica designada Serrasias da Zona da Mata Mineira (Gatto *et al.* 1983), caracterizada por relevos de formas alongadas, tipo cristas e linhas de cumeada. Na porção centro sul ocorre a Serra do Caparaó, um conjunto de serras grosseiramente orientadas NNE (Figura 2.1 A), com escarpas íngremes e topos aguçados, cujas cristas superaram os 2.000 m e atingem altitude máxima de 2.891 m (Pico da Bandeira).

O relevo torna-se progressivamente mais dissecado rumo às porções norte e leste da folha, onde predominam colinas alongadas segundo NNE a NE com topos convexos (Figura 2.1 B), cuja altitude média varia de 600 a 700m na região de Lajinha, decrescendo progressivamente 400-500 m em Santana do Manhuaçu. Neste relevo colinoso destacam-se pontões e linhas de cumeada mais elevados, mas quase sempre abaixo dos 1.200 m. de altitude.

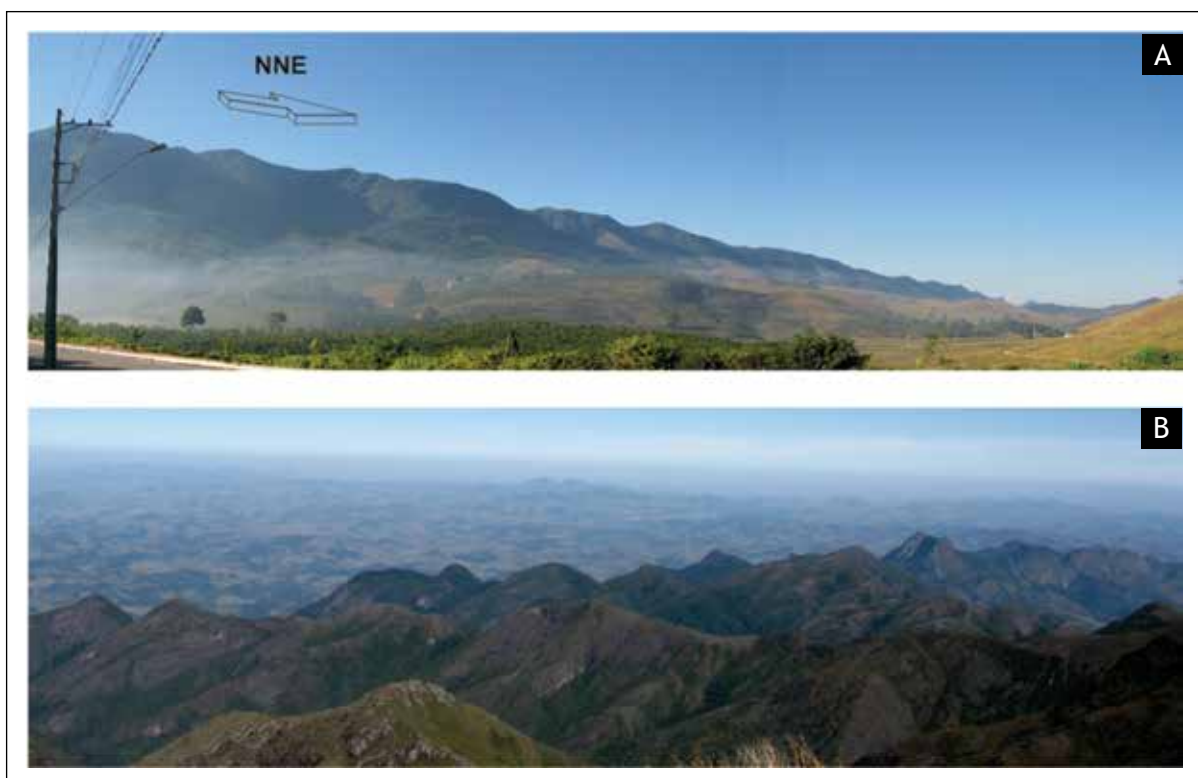


Figura 2.1 - Aspectos geomorfológicos: a) linhas de serra retilíneas da região da Serra do Caparaó, orientadas NNE, com escarpas íngremes e topos aguçados; b) cumes alinhados na região da Serra do Caparaó, ao fundo relevo de colinas alongadas com topos convexos ao fundo, que caracteriza o tipo de relevo predominante na porção norte da Folha Manhumirim

3 – TRABALHOS ANTERIORES

A área coberta pela Folha Manhumirim 1:100.000 foi incluída nos seguintes projetos de mapeamento geológico em escala regional:

- DNPM, Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folha Vitória (SF.24), 1979;
- CPRM, Folha Cachoeiro do Itapemirim, escala 1:250.000 (autoria de Valter Salino Vieira), Brasília, 1997.

Alguns artigos também foram realizados sob rochas da Folha Manhumirim:

- Horn A.H. 1998. Lajinha, uma intrusão tardi-orogênica e póscollisional no extremo oeste do Complexo Paraíba do Sul, Minas Gerais-Espírito Santo, Brasil. *Geonomos*, 6 (1): 25-37;
- Söllner F., Lammerer B., Weber-Diffenback K. 1991. *Die krustenentwicklung nordlich von Rio*

de Janeiro/Brasilien. Munchner Geologische Heft 4, München, 100 p;

- Silva L.C., Armstrong R., Noce C.M, Carneiro M.A., Pimentel M.M., Pedrosa-Soares A.C., Leite C.A., Vieira V.S., Silva M.A., Paes V.J.C., Cardoso-Filho J.M. 2002. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, parte II: Orógeno Araçuaí, Cinturão Mineiro e Cráton São Francisco Meridional. *Rev. Bras. Geociênc.*, **32**:513-528;

No ano de 2009 foi realizado um trabalho de conclusão de curso focando o mapeamento de parte da Folha Manhumirim em escala 1:50.000:

- Martins, Breno de Souza; Santos, Sidney Wallace Marques. Mapeamento Geológico na Porção Norte da Folha Manhumirim, MG. 2009. 57 f, [3 f.]2 mapas, 1 CD-ROM.

4 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

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

A folha localiza-se na porção meridional do Orógeno Araçuaí, próximo ao limite com o Orógeno Ribeira (Figura 4.1). O Orógeno Araçuaí se estende do Cráton do São Francisco ao litoral atlântico, aproximadamente entre os paralelos 15º e 21º S (Pedrosa-Soares et al. 2001). Na altura do paralelo 21º, a passagem do Orógeno Araçuaí para o Orógeno Ribeira é marcada pela deflexão da estruturação brasileira que muda da direção NNE, a norte, para NE, a sul. Não se verifica descontinuidade estratigráfica ou metamórfica na zona de fronteira entre estes orógenos.

Em termos da compartimentação tectono-estratigráfica a Folha Manhumirim encontra-se no domínio interno do Orógeno Araçuaí, onde se situam o arco magmático e bacias relacionadas. As unidades geológicas presentes neste domínio do Orógeno Araçuaí podem ser agrupadas em três grandes conjuntos: *i.* embasamento Paleoproterozóico; *ii.* unidades supracrustais (cobertura metassedimentar); *iii.* suítes magmáticas associadas aos vários estágios evolutivos do orógeno. O metamorfismo é de médio a alto grau.

4.1 - EMBASAMENTO

O embasamento do Orógeno Araçuaí evoluiu a partir da aglutinação de blocos crustais arqueanos durante um processo orogênico paleoproterozóico que estendeu-se, aproximadamente, entre 2,2 e 2,0 Ga. Neste evento ocorreu a consolidação do bloco continental São Francisco-Congo que, provavelmente, fazia parte de um extenso continente paleoproterozóico (e.g. Paleocontinente Atlântica, Rogers & Santosh 2004). 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), e Eburneano na África (Ledru et al. 1994). Esta ponte cratônica foi poupada dos eventos orogênicos neoproterozóicos e sobreviveu até o Mesozóico (Porada 1989; Ledru et al. 1994; Trompette 1994; Brito-Neves et al. 1999; Barbosa & Sabaté 2004; Alkmim et al. 2006).

No domínio do Orógeno Araçuaí, e da sua contraparte africana representada pelo Orógeno Congo Ocidental, o sistema orogênico paleoproterozóico foi profundamente retrabalhado e desmembrado, constituindo hoje as unidades do embasamento pré-brasiliano. Estas unidades encontram-se expostas

na forma de complexos gnáissico-migmatíticos, constituindo escamas de empurrão e terrenos para-aúctones. Tais complexos distribuem-se no domínio ocidental externo do Orógeno Araçuaí (Mantiqueira, Guanhões), e no domínio interno (Juiz de Fora, Po-crane). Os dados geocronológicos indicam que, com exceção do Complexo Guanhões, de idade arqueana (Silva et al. 2002), as demais unidades foram geradas no Paleoproterozóico, entre ca. 2200 e 2050 Ma (Machado et al. 1996, Silva et al. 2002, Noce et al. 2007).

A Suíte Caparaó é a unidade do embasamento exposta na Folha Manhumirim. Neste trabalho foi adotada a definição proposta por Campos Neto e Figueiredo (1990), que engloba as rochas da Suíte Caparaó no Complexo Juiz de Fora (ver discussão no item 5.1.1). Heilbron et al. (1993, 1995) definem o Complexo Juiz de Fora como ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito, que mostram efeitos de eventos retro-metamórficos, com formação de hornblenda e biotita a partir de piroxênios. Os litotipos do Complexo Juiz de Fora foram datados entre 2134 e 2080 Ma (Machado et al. 1996, Noce et al. 2007). O litotipo característico deste complexo é um gnaiss de coloração verde escura, bandamento centimétrico e intercalações máficas. Sua mineralogia essencial é plagioclásio, quartzo, ortopiroxênio e clinopiroxênio; biotita e hornblenda são produtos de reações retrometamórficas. Comumente ocorrem bandas e/ou injeções charnockíticas de cor mais clara e granulação mais grossa. Granulitos básicos ocorrem como bandas, lentes e/ou *boudins*, de tamanho centimétrico a métrico, encaixados nos gnaisses enderbíticos.

4.2 - COBERTURA METASSEDIMENTAR

Em vários estudos que definiram a compartimentação tectônica do Orógeno Ribeira, em sua porção centro-norte, a cobertura metassedimentar do Complexo Juiz de Fora foi correlacionada ao Grupo Andrelândia (Heilbron 1993, Heilbron et al. 1995), composto por uma sucessão de paragnaisses, quartzitos e xistos pelíticos, que grada rumo ao topo para uma sucessão predominantemente pelítica (micaxistos e gnaisses). Esta correlação foi mantida e expandida para os domínios do Orógeno Araçuaí na região da Folha Manhumirim.

O Grupo Andrelândia possui ampla distribuição regional, ocorre em domínios distintos do Orógeno Ribeira a sul e sudeste do Cráton do São Francisco, bem como nas nappes do extremo sul do Orógeno Brasília, a sudoeste do cráton (Heilbron et al. 2004). O Grupo Andrelândia (Ebert, 1956) foi caracterizado no chamado domínio autóctone, ou seja, na borda

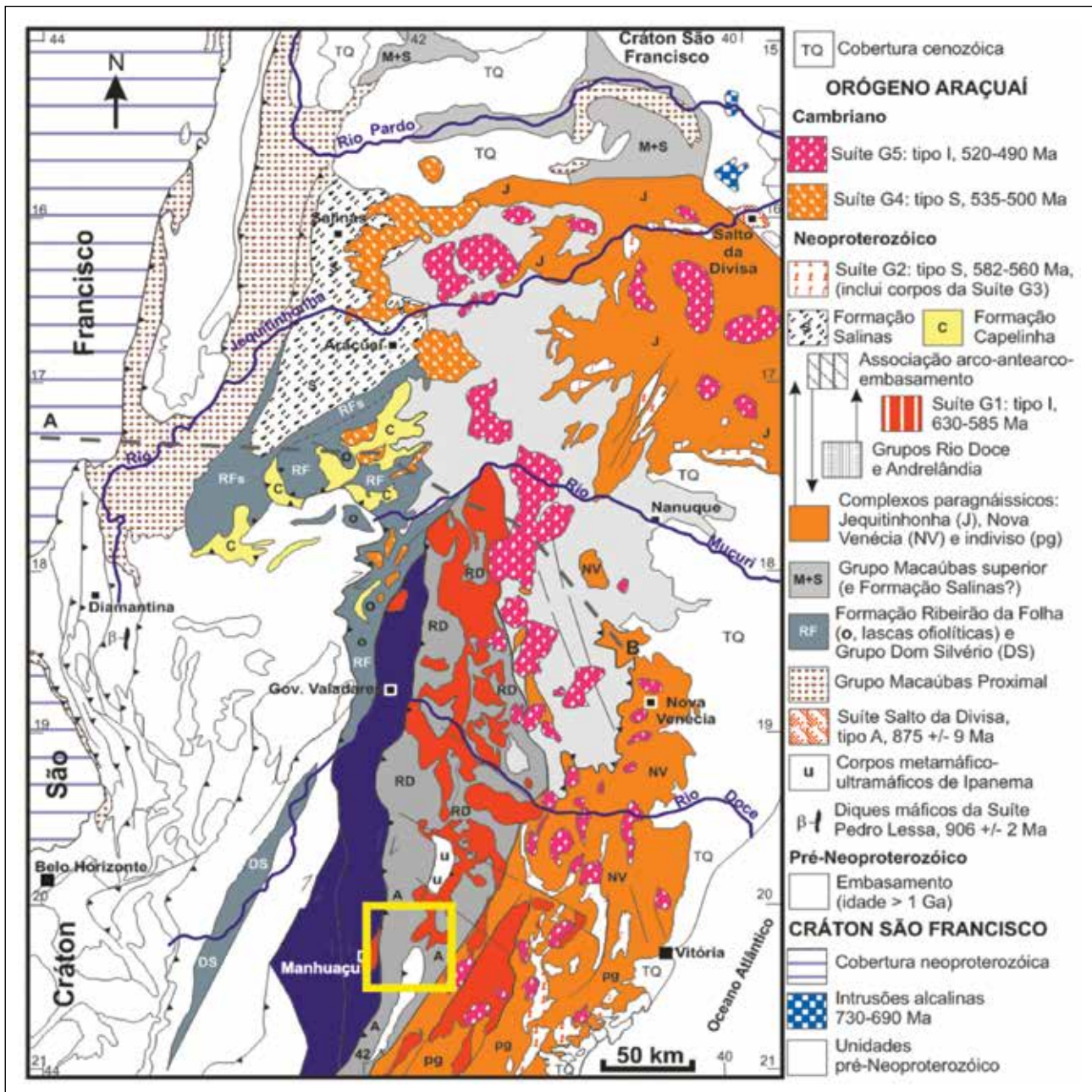


Figura 4.1 - Mapa Geológico do Orógeno Araçuaí (Pedrosa-Soares et al., 2007). Área da Folha Manhumirim corresponde ao retângulo amarelo em destaque

cratônica balizada pelas cidades de Carandaí-São João del Rei-Lavras. Neste domínio texturas e estruturas primárias estão parcialmente preservadas, facilitando o reconhecimento dos protólitos, da geometria de corpos e de discordâncias. Pacullo 2000 descreve a Megassequência Andrelândia, composta pela Sequência Carrancas, inferior, e pela Sequência Serra do Turvo, superior.

A Sequência Carrancas inclui, da base para o topo, quatro unidades: *i.* paragneisses bandados com intercalações de anfibólitos (arenitos feldspáticos continentais e turbidíticos, associados a toleítos de ambiente intraplaca continental e MORB enriquecido); *ii.* paragneisses bandados com intercalações de anfibólitos, quartzitos e filitos cinzentos (parase-

quências retrogradacionais depositadas em trato de sistema transgressivo); *iii.* quartzitos e intercalações delgadas de xistos (parasequências agradacionais platformais -*shoreface*- depositadas em trato de sistema transgressivo); *iv.* filitos e xistos cinzentos com intercalações quartzíticas (sedimentos depositados em trato de sistema de mar alto em ambiente platformal distal -*offshore*). A Sequência Serra do Turvo é representada por uma espessa sucessão de biotita xisto, cujos protólitos sedimentares seriam turbiditos pelíticos e pelitos hemipelágicos. As fácies distais dessa sequência são representadas por uma sucessão de biotita xisto a gnaiss com intercalações de anfibólito, gondito e rochas calcissilicáticas, metamorfisados em fácies anfibólito a granulito.

4.3 - SUÍTES MAGMÁTICAS

As suítes graníticas presentes na Folha Manhumirim registram os estágios orogênicos pré-colisional, sincolisional e pós-colisional do Orógeno Araçuaí (vide Pedrosa-Soares *et al.* 2001).

O estágio pré-colisional, ou acrescionário, engloba os processos relacionados à edificação do arco magmático cálcio-alcalino em margem continental ativa. Neste estágio foi gerada a suíte G1 que é constituída, predominantemente, por granitóides do tipo I, de composição tonalítica e granodiorítica, subordinadamente diorítica, freqüentemente apresentando encraves máficos. A foliação regional está impressa nas rochas desta suíte, bem como nos seus encraves que, geralmente, também estão estirados.

Durante o estágio sincolisional foram gerados os granitos do tipo S, foliados (gnaisses), englobados na suíte G2. Esta suíte inclui corpos graníticos tabulares autóctones ou parautóctones e intrusões, deformados em concordância com a foliação regional. As composições predominantes são cordierita-granada-biotita granito, granada-biotita granito e granito a duas micas. São muito freqüentes os xenólitos e restos de teto (*roof pendants*), de tamanhos os mais variados, constituídos por metassedimentos em estágios variados de assimilação.

A suíte mais recente observada na Folha Manhumirim relaciona-se ao período pós-colisional do Orógeno Araçuaí, a suíte G5. Constituída de intrusões graníticas do tipo I, livres da foliação regional, a suíte G5 possui composição predominantemente granítica ou charnockítica, com termos enderbíticos e noríticos subordinados. Geralmente exibe textura porfirítica a sub-porfirítica, podendo apresentar fluxo ígneo bem marcado. Encraves máficos e eventuais xenólitos de rocha encaixante são comuns. Apresentam diversas evidências de misturas mecânica (mingling) e química (mixing) de magmas.

4.4 - EVOLUÇÃO DO ORÓGENO ARAÇUAÍ

A evolução do Orógeno Araçuaí (Figura 4.2) encontra-se detalhada nos trabalhos de Pedrosa-Soares *et al.* (2001) e Heilbron *et al.* (2004), e em inúmeros trabalhos referenciados nestas mesmas sínteses.

No início dos anos 90 surgiram os primeiros modelos evolutivos que apresentam a Faixa Araçuaí como produto da inversão orogênica de uma bacia parcialmente oceanizada (Pedrosa-Soares *et al.* 1992). Ainda na década de 1990 a caracterização de granitóides relacionados a um arco magmático neoproterozóico (Nalini 1997; Nalini *et al.*, 2000) impulsionou a modelagem da bacia precursora do Orógeno Araçuaí, um golfo ensialico a norte e oceanizado a sul (Pedrosa-Soares *et al.*, 1998, 2001, 2008). Com sua anatomia tomando forma, uma

questão importante permanecia: como em uma bacia apenas parcialmente oceanizada, relativamente estreita e travada por uma ponte cratônica, existiria força motriz suficiente para desencadear um processo de subducção? Alkmim *et al.* (2003, 2006, 2007) propuseram uma solução para este problema com o modelo de subducção forçada, induzida por colisões à distância, em um mecanismo semelhante a um quebra-nozes (Figura 4.2). Segue nos parágrafos seguintes uma síntese que visa explicitar a evolução do Orógeno Araçuaí de acordo com os componentes e estágios geotectônicos até agora definidos (Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2007, 2008) e com o modelo de evolução tectônica chamado quebra-nozes (Alkmim *et al.* 2003, 2006, 2007).

Há *ca.* de 900 Ma tem-se início o estágio de rifte continental da bacia precursora do Orógeno Araçuaí bem registrado em seu domínio externo (proximal), pelas unidades proximais do Grupo Macaúbas, e na área de ocorrência da Suíte Salto da Divisa (Figura 4.2). O magmatismo da fase rifte é representado pelos diques máficos da Suíte Pedro Lessa (906 ± 2 Ma, U-Pb TIMS, zircão e baddeleyita; Machado *et al.* 1989), granitos anorogênicos da Suíte Salto da Divisa (875 ± 9 Ma, U-Pb SHRIMP, zircão; Silva *et al.* 2002) e pelos xistos verdes basálticos do Membro Rio Preto da Formação Chapada Acauã (Gradim *et al.* 2005, Babinski *et al.* 2005, Martins 2006). As idades das suítes Pedro Lessa e Salto da Divisa definem o início do estágio de rifte continental da bacia precursora do Orógeno Araçuaí, entre *ca.* 906 e 875 Ma. Após o rifteamento continental, seguiu-se a deposição da pilha sedimentar da margem continental passiva e formação de litosfera oceânica (Figura 4.4B), como indicam os registros litológicos da unidade sobreposta à Formação Chapada Acauã, Formação Ribeirão da Folha, e lascas tectônicas de rochas máficas e ultramáficas ofiolíticas (Pedrosa-Soares *et al.* 1998, 2001, 2008; Aracema *et al.* 2000, Suíta *et al.* 2004, Queiroga *et al.* 2006, 2007).

O início da orogenia se dá com a inversão da bacia seguindo o modelo quebra-nozes de subducção forçada. Instalada a convergência, tem início o estágio pré-colisional (acrescionário), caracterizado pela edificação do arco magmático do Orógeno Araçuaí. Além da suíte G1 (vide item 4.1.3) o arco é representado pelas rochas vulcânicas do Grupo Rio Doce (Figuras 4.3 e 4.4).

Com a continuidade da subducção tem-se o estágio sincolisional entre *ca.* 582 e 560 Ma (Figura 4.2 e 4.3). Esta fase foi responsável pela deformação e metamorfismo regionais. Neste estágio foram impressas as feições relacionadas ao dobramento e empurrões rumo a oeste, contra o Cráton do São Francisco, além do metamorfismo relacionado às paragêneses minerais que materializam a foliação regional (Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2008, Alkmim *et al.* 2006, 2007). Esta etapa está registrada no Orógeno Araçuaí pela suíte G2 (vide item 4.1.3).

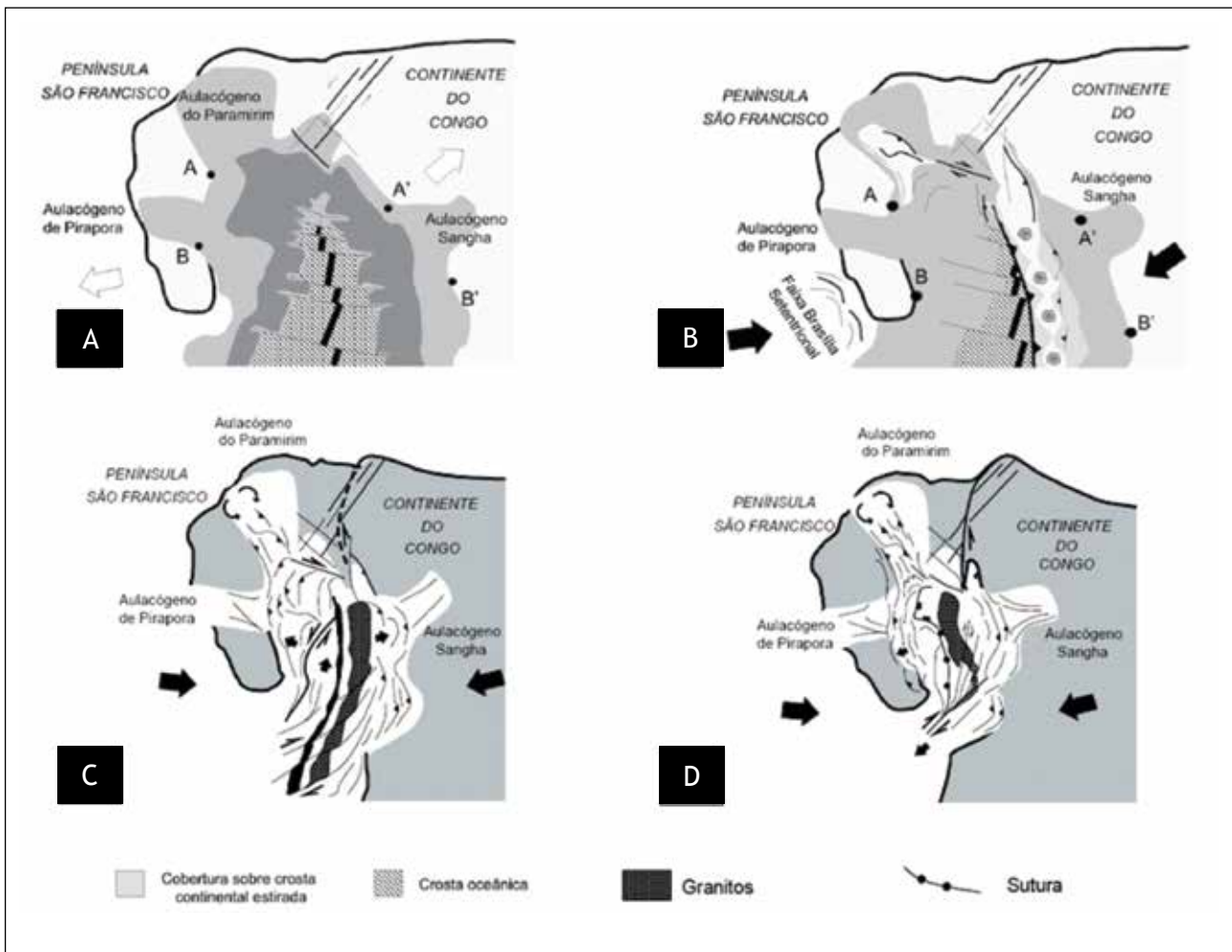


Figura 4.2 - A tectônica quebra-nozes como um modelo para o Orógeno Araçuaí (Alkmim et al. 2006, 2007)

Ao fim da etapa sincolisional, tem início o estágio tardicolisional, marcado pela granitogênese G3. As rochas típicas desta suíte são leucogranitos com granada e/ou cordierita, pobres em micas e livres da foliação regional.

O grande espessamento crustal aliado à contínua convergência implicou num escape lateral de massa no sentido sul, rumo ao Orógeno Ribeira. Este escape imprimiu o sistema de transcorrências destrais do sudeste de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Tal processo está representado na Folha Manhumirim pelo lineamento Guaçuí.

Finalmente, tem-se o estágio pós-colisional, onde vigoram processos deformacionais e plutonismo relacionados ao colapso gravitacional (extensional) do orógeno (Marshak et al. 2006, Alkmim et al. 2007). Este estágio é representado pelas suítes G4 e G5 do Orógeno Araçuaí, que são constituídas por plútons intrusivos, livres da foliação regional. A Suíte G4, do tipo S, é composta essencialmente por granitos a duas micas que, localmente, preservam cúpulas de granito pegmatóide ou raízes de biotita granito. A suíte G5 já fora previamente sumarizada no item 4.1.3.

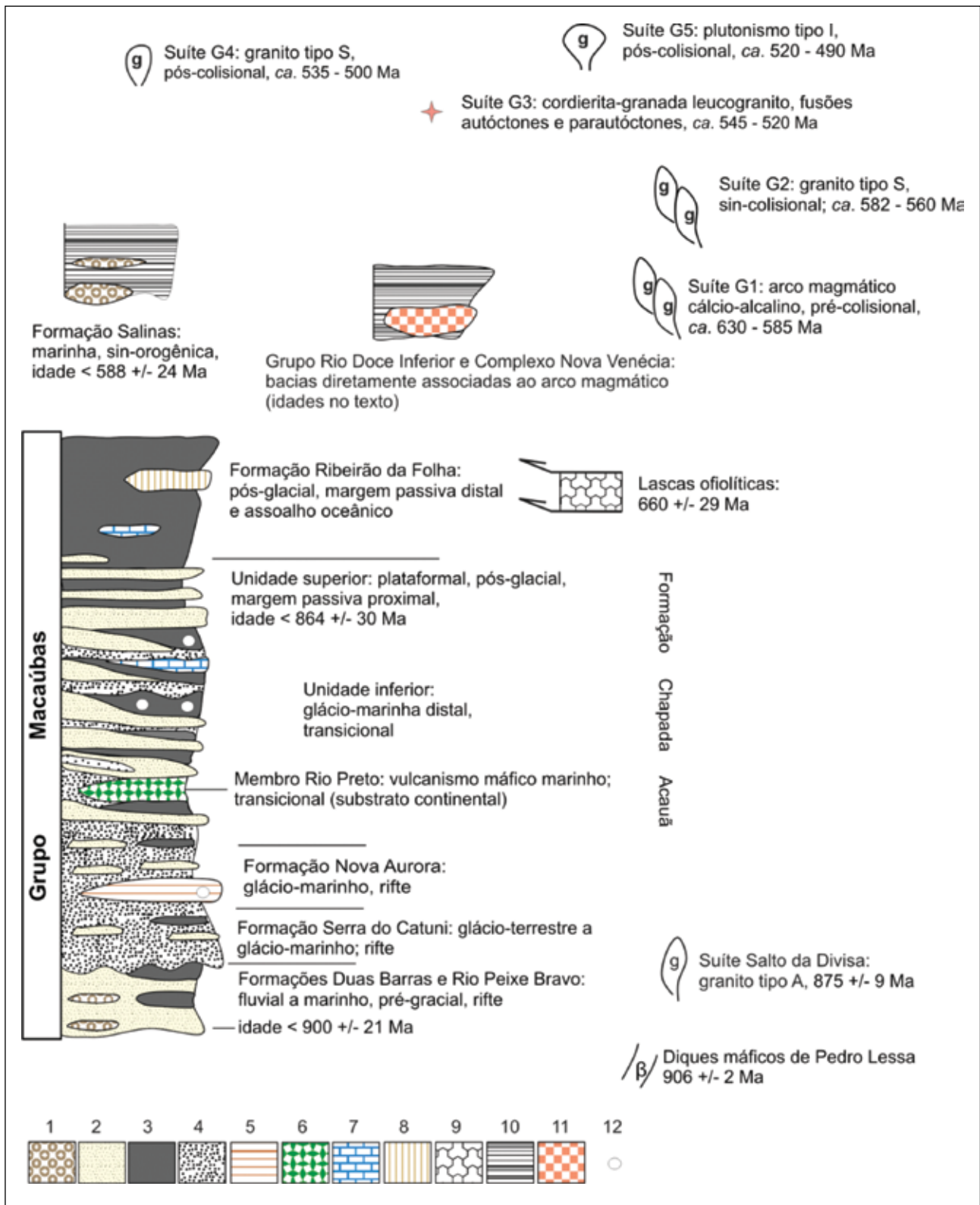


Figura 4.3 - Coluna estratigráfica esquemática do Orógeno Araçuaí. 1, conglomerados; 2, arenitos; 3, pelitos; 4, diamictitos; 5, formação ferrífera diamictítica; 6, basalto transicional; 7, calcário dolomítico; 8, sedimentos exalativos (chert sulfetado, sulfeto maciço, formações ferríferas e outros); 9, rochas máficas (com veios de plagiogranito) e ultramáficas oceânicas; 10, wackes e pelitos; 11, rochas piroclásticas e vulcanoclásticas dacíticas; 12, seixos e blocos pingados (Pedrosa-Soares et al. 2007)

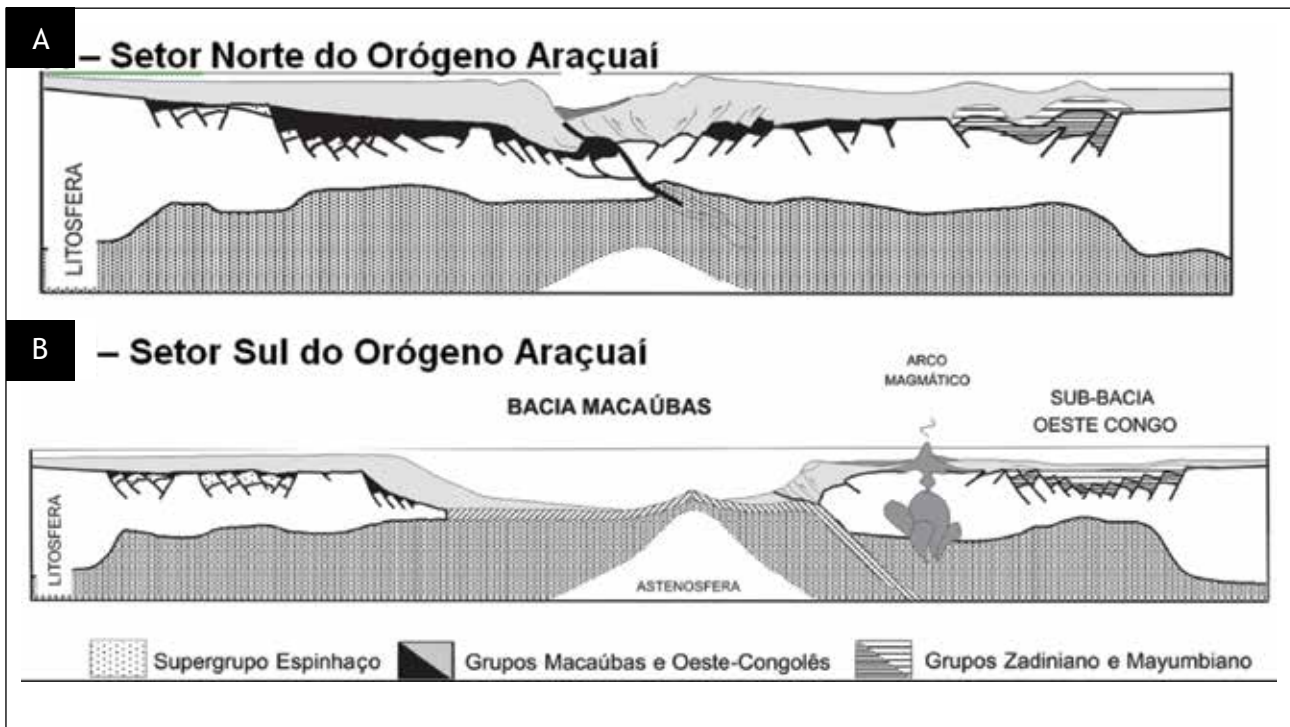


Figura 4.4 - Ilustração da fase de convergência inicial das margens da Bacia Macaúbas, por volta de 600Ma. a) Interação inicial das margens do setor ensiálico da bacia precursora, início da sedimentação sin-orogênia (flysch) da Formação Salinas e inversão tectônica da margem passiva leste. b) Subdução do assoalho do setor oceânico da bacia precursora e instalação do arco magmático na margem leste, agora convertida em placa superior (Alkmim et al. 2007)

5 – UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

Esse tópico consiste da descrição e interpretação dos dados estratigráficos, estruturais, petrográficos, litoquímicos e geocronológicos obtidos para a área da Folha Manhumirim.

5.1 - ESTRATIGRAFIA

As unidades geológicas definidas na Folha Manhumirim são apresentadas na Figura 5.1. A compartimentação litoestratigráfica baseia-se parcialmente na nomenclatura adotada por Noce *et al.* (2003, 2006), em que se individualizam três unidades maiores de relativa homogeneidade litológica: embasamento, cobertura neoproterozóica, e granitóides neoproterozóicos.

A Serra do Caparaó, na porção centro-sul da área, destaca-se como a estrutura mais proeminente da Folha Manhumirim, moldando as rochas das

demais unidades ao seu redor. No restante da área predomina uma associação de natureza tectônica. Cortando esta associação destacam-se grandes corpos graníticos intrusivos.

O embasamento é representado pelos gnaisses granulíticos da Suíte Caparaó - Complexo Juiz de Fora, que ocorre na forma de escamas tectonicamente interdigitadas com a cobertura metassedimentar neoproterozóica, representada pelas rochas do Grupo Andrelândia (posicionadas nessa unidade a partir da classificação de Costa *et al.* 1998). Esta associação de escamas tectônicas (embasamento/seqüência supracrustal) representa a continuação setentrional da mesma associação mapeada nas folhas Ubá (Noce *et al.* 2003), Muriaé (Romano & Noce 2003), Leopoldina (Heilbron *et al.* 2003), Juiz de Fora (Duarte *et al.* 2003) e Manhuaçu (Noce *et al.* 2007).

O quadro geológico da Folha Manhumirim é complementado por corpos máficos (anfíbolitos) e metaultramáficos, além de granitóides orogênicos pré, sin e pós-colisionais associados ao magmatismo brasileiro. Os granitóides orogênicos compõem plútons foliados a gnaissificados (nos casos de rochas pré a sincolisionais), englobando rochas de composição granítica a tonalítica. O último pulso magmático é representado pela Suíte Aimorés, constituída por granitos tipo I livres da deformação regional. Uma descrição mais detalhada das unidades que ocorrem na Folha Manhumirim é apresentada nos itens seguintes.

5.1.1 - Suíte Caparaó - Complexo Juiz de Fora

A correlação entre a Suíte Caparaó e o Complexo Juiz de Fora permanece uma questão em aberto. Se por um lado o Complexo Juiz de Fora apresenta uma definição consistente e embasada (Heilbron *et al.* 1993, 1995 e 2003), por outro a Suíte Caparaó ainda carece de melhor detalhamento. Söllner *et al.* (1991) definiram a Suíte Caparaó como o conjunto de rochas paraderivadas granulíticas e charnockíticas da serra homônima. CPRM (1997) englobaram as rochas da Serra do Valentim (adjacente à Serra do Caparaó, anteriormente definida como Complexo Juiz de Fora) na Suíte Caparaó. Porém, Campos Neto & Figueiredo (1990) embasados em termos petrogenéticos, incluíram a Suíte Caparaó como parte do Complexo Juiz de Fora. De acordo com estes autores a Suíte Caparaó não é de natureza sedimentar (como proposto por Söllner *et al.* 1991 e Seidensticker & Wiedemann, 1992), mas sim ígnea. Esta idéia foi reforçada pelos trabalhos de Silva *et al.*, 2002, 2004 onde foi comprovada a origem ígnea de pelo menos parte das rochas da Serra do Caparaó.



Figura 5.1 - Coluna geológica da Folha Manhumirim

Para fins descritivos os autores deste trabalho levaram em consideração a posição definida por Campos Neto & Figueiredo (1990), onde a Suíte Caparaó é englobada no Complexo Juiz de Fora.

A Suíte Caparaó apresenta vasta ocorrência na Folha Manhumirim. A maior exposição desta unidade ocorre na Serra do Caparaó (com uma extensão de aproximadamente 300 km²), marcada por uma anomalia magnetométrica negativa.

As rochas desta unidade ocorrem na forma de escamas alongadas segundo NNE-SSW tectonicamente interdigitadas às rochas do Grupo Andrelândia. Em afloramento esta direção (NNE-SSW) é comumente retratada por um bandamento gnáissico.

O litotipo predominante nessa unidade é um gnaiss ortoderivado de coloração esverdeada com grande variabilidade composicional (de granito a tonalito). A presença de porções migmatizadas desta rocha viabiliza a distinção de duas subunidades: gnaisses e migmatitos.

A paragênese mineral plagioclásio + quartzo + hiperstênio ± feldspato potássico ± clinopiroxênio é comum aos gnaisses e migmatitos da Suíte Caparaó, indicando que ambos atingiram condições de estabilidade na fácies granulito. Entretanto, a paragênese progressiva de alto grau foi parcialmente desestabilizada, devido à hidratação gerando uma paragênese regressiva marcada pela significativa presença de hornblenda e biotita como produtos da alteração dos piroxênios (Figura 5.6). Este metamorfismo regressivo ocorreu na fácies anfíbolito.

5.1.1.1 - Gnaisses (PP2ycp1)

O ortognaiss apresenta coloração esverdeada, porém ao menor grau de intemperismo perde esta tonalidade tornando-se acinzentado (Figura 5.2C). A granulação é fina a média, com bandamento milimétrico a centimétrico (Figuras 5.2A e 5.2B) comumente dobrado e cisalhado. O bandamento reflete uma alternância composicional entre porções quartzo-feldspáticas com raro ortopiroxênio, e porções máficas, constituídas essencialmente por ortopiroxênio, hornblenda e biotita, com clinopiroxênio e plagioclásio subordinado.

Os gnaisses da Suíte Caparaó apresentam composição mineralógica essencial dada por plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, ortopiroxênio, hornblenda, biotita e clinopiroxênio, em ordem decrescente de abundância. Os minerais acessórios são titanita, zircão, granada, apatita e opacos. A foliação do ortognaiss é materializada por piroxênio, anfíblio e biotita, com a orientação de quartzo e feldspato segundo a mesma direção (Figura 5.7). Localmente quartzo e feldspato formam mosaicos granoblásticos. A textura é essencialmente nematoblástica, salvo raras exceções onde a biotita predomina sobre anfíblio e piroxênio, dando à rocha uma textura lepidoblástica. Os cristais de piroxênio possuem baixa

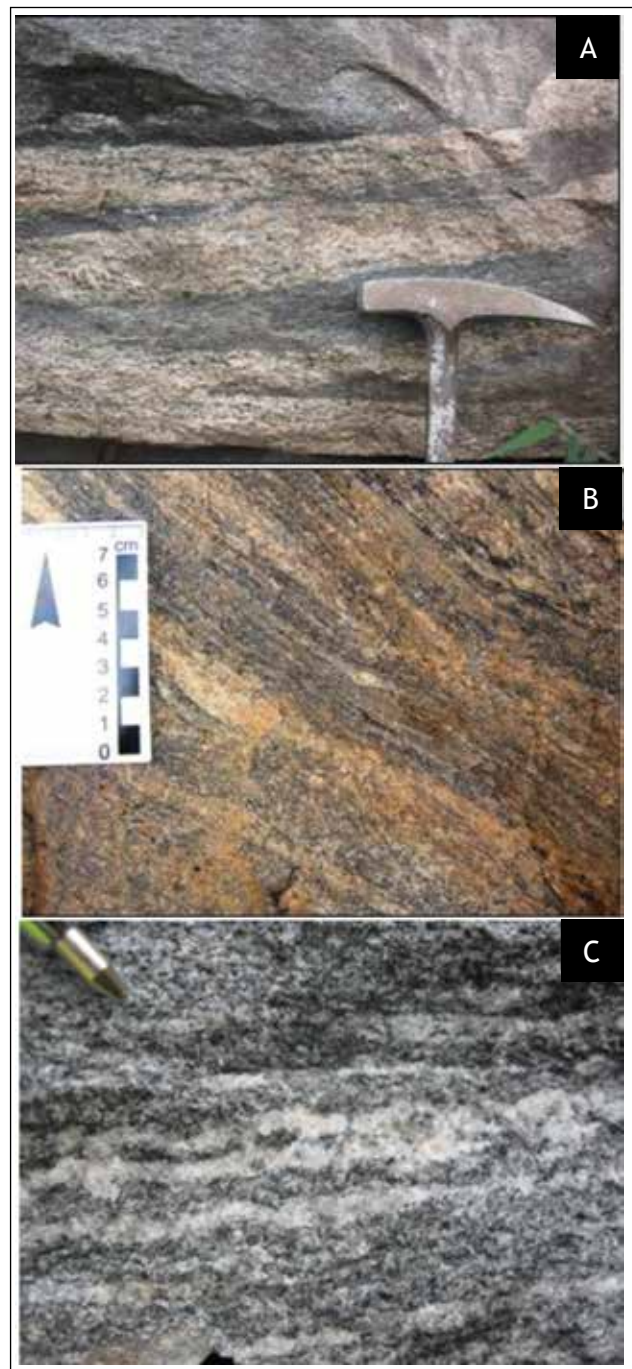


Figura 5.2 - variações no bandamento do ortognaiss da Suíte Caparaó – Complexo Juiz de Fora. A) gnaiss esverdeado com bandas centimétricas (UTM – 237560/7752868); B) gnaiss esverdeado com bandas milimétricas (UTM – 186498/7785337); C) gnaiss com bandamento milimétrico e cor esbranquiçada; a perda de sua coloração original é relacionada ao intemperismo (UTM – 237560/7752868)

a moderada uralitização, gerando agregados de anfíblio e biotita (Figura 5.6). O plagioclásio apresenta geminação polissintética segundo lei da albíta comumente interrompida ou recurvada, consequência da intensa deformação sofrida por estas rochas. O plagioclásio apresenta baixa saussuritização e intercrescimento antipertítico. A hornblenda apresenta coloração marrom a castanho, indicando enriquecimento em titânio confirmado pela associação com

titanita. O feldspato potássico presente nestas rochas é o ortoclásio que apresenta intercrescimento pertítico e sericitização incipiente. No contato entre plagioclásio e feldspato potássico ocorre intercrescimento de quartzo vermiforme (mirmequita). O quartzo apresenta forte extinção ondulante, feições de recristalização metamórfica e formação de subgrãos. Comumente os feldspatos e o quartzo apresentam fraturas preenchidas por material micáceo

O gnaise da Suíte Caparaó exhibe encraves máficos centimétricos a métricos *boudinados* na direção do bandamento (Figura 5.3). Estes encraves têm cor cinza escura esverdeada (em superfície fresca) e estrutura maciça isotrópica. Sua granulação é fina a muito fina e a textura é granoblástica. A associação mineralógica é dada por plagioclásio + ortopiroxênio + clinopiroxênio ± anfibólio, caracterizando a fácies granulito. Assim como o ortognaisse, os encraves apresentam paragênese regressiva (biotita e hornblenda oriundas da alteração dos piroxênios) da fácies anfíbolito.

No contato com outras unidades da área, o ortognaisse da Suíte Caparaó desenvolve textura milonítica caracterizada por fitas (*ribbons*) de quartzo e porfiroclastos sigmoidais (Figura 5.6).

5.1.1.2 - Migmatitos (PP2ycp1m)

As rochas desta subunidade da Suíte Caparaó se encontram migmatizadas em intensidades diversas. As principais estruturas migmatíticas são schlieren (Figura 5.4B), ptigmática (Figura 5.4C) e estromática (Figura 5.4A), com agmática, dobrada e flebítica subordinadas.

Os migmatitos da Suíte Caparaó apresentam composição mineralógica essencial dada por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, ortopiroxênio, hornblenda, biotita e clinopiroxênio, em ordem decrescente de abundância. Os minerais acessórios são apatita, titanita, zircão e opacos. A textura é predominantemente granoblástica, materializada por mosaicos compostos essencialmente por quartzo e feldspato, com ortopiroxênio, hornblenda e biotita subordinados.

O leucossoma possui composição granítica e granulação grossa. Apresenta anfibólios e piroxênios de até 3 cm de comprimento. Comumente exhibe textura porfirítica, com cristais centimétricos (até 7 cm de comprimento) de feldspato. O melanosoma possui composição tonalítica e granulação fina a média, é rico em piroxênio, hornblenda e plagioclásio, com feldspato potássico, quartzo e biotita ocorrendo em menor quantia.

Os migmatitos da Suíte Caparaó exibem encraves máficos, com formas irregulares a elipsoidais, e frequentemente dispostos de forma aleatória na rocha (Figura 5.4B). Localmente, onde a migmatização é mais intensa, são observáveis encraves bandados (restitos do ortognaisse bandado) completamente envoltos pelo neossoma.

Veios tardios de composição ora granítica, ora quartzosa cortam o complexo sem direção preferencial. Estes veios são isotrópicos (não possuem foliação ou qualquer tipo de orientação preferencial) e de granulação variada. No ponto M218 (UTM 224512/7739040) foi observado um veio intrusivo de composição charnockítica com aproximadamente 1,5m de comprimento. O veio ocorre verticalizado cortando todas as estruturas do ortognaisse do embasamento (Figura 5.5A). O charnockito apresenta textura maciça e granulação fina média (Figura 5.5B).

5.1.2 - Grupo Andrelândia (NPagm)

O Grupo Andrelândia, definido por Ebert (1956) e adequado às propostas de Heilbron (1993), Heilbron *et al.* (1995) e Paciullo (2000), representa a continuidade da cobertura metassedimentar das Folhas Ubá, Muriaé, Carangola, Manhuaçu e Espera Feliz na Folha Manhumirim. As rochas desta unidade ocorrem na forma de faixas alongadas de direção geral NNE-SSW intercaladas tectonicamente aos granulitos ortoderivados do Complexo Juiz de Fora (Suíte Caparaó). Os litotipos do Grupo Andrelândia ocupam grande parcela da Folha Manhumirim, concentrando-se essencialmente a oeste e a norte da Serra do Caparaó.

O litotipo predominante no Grupo Andrelândia é um gnaise paraderivado (oriundo de sedimentos pelito-grauvaqueanos) com intercalações de quartzito, anfíbolito e rocha calcissilicática. Em termos paleoambientais estas intercalações refletem variações na sedimentação do protólito do gnaise. O quartzito representa uma fração arenosa da bacia, relacionada a um aumento da energia na deposição sedimentar. Já a rocha calcissilicática se relaciona a uma sedimentação de baixa energia (metamargas). Enquanto o anfíbolito provavelmente se relaciona a derrames ou soleiras de rocha básica.



Figura 5.3 - encrave máfico boudinado segundo a foliação do ortognaisse da Suíte Caparaó – Complexo Juiz de Fora (UTM – 224512/7739040)

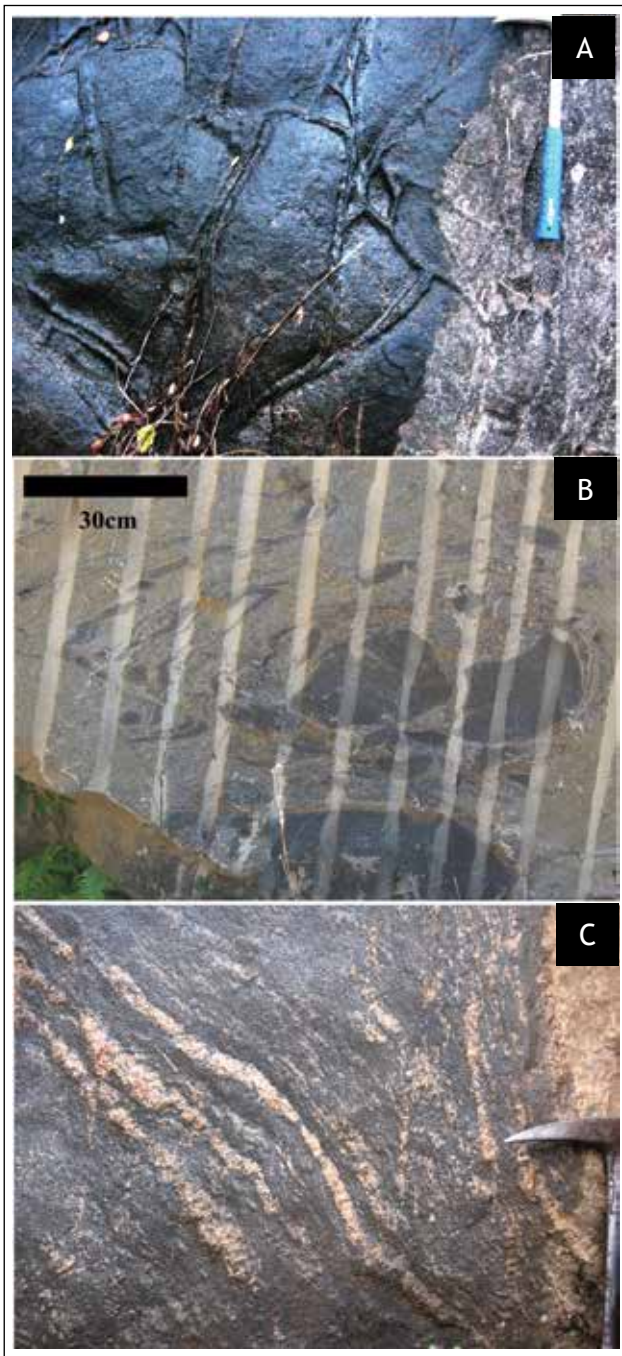


Figura 5.4 - Diferentes texturas do ortogneisse migmatítico da Suíte Caparaó – Complexo Juiz de Fora. A) agmática (UTM – 228703/7739681); B) schilieren (UTM – 234304/7742273); C) estromática (UTM – 234304/7742273)



Figura 5.5 - A) afloramento de ortogneisse da Suíte Caparaó – Complexo Juiz de Fora cortado por veio de charnockito; B) aspecto maciço isotrópico do veio charnockítico (UTM – 224512/7739040)

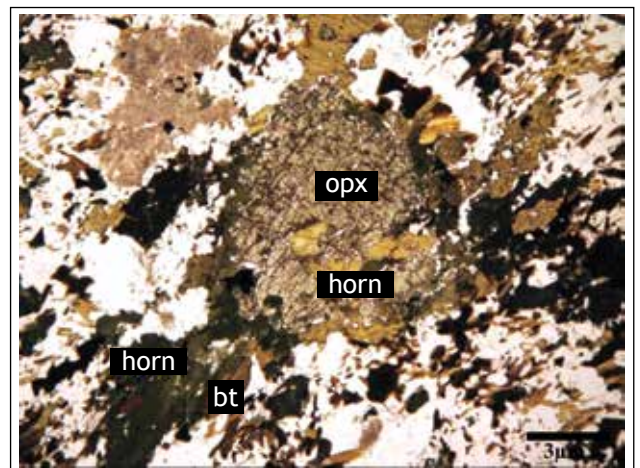


Figura 5.6 - fotomicrografia do ortogneisse da Suíte Caparaó – Complexo Juiz de Fora. Ortopiroxênio em processo de uralitização formando hornblenda e biotita (UTM – 186498/7785337). Nicóis paralelos. Siglas: opx=ortopiroxênio, horn=hornblenda, bt=biotita

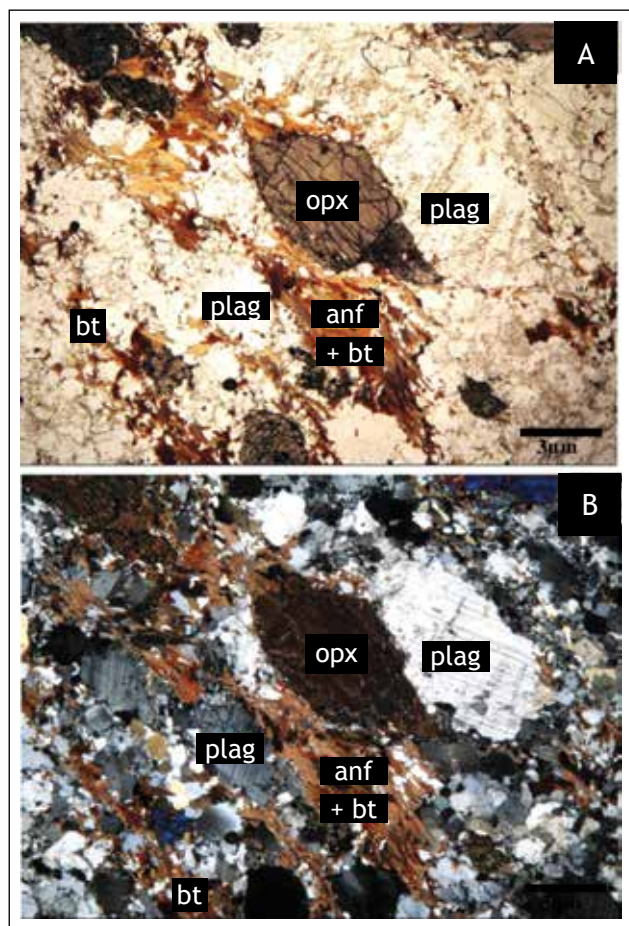


Figura 5.7 - fotomicrografias do ortogneisse da Suíte Caparaó – Complexo Juiz de Fora. Destaque para textura nematoblástica, com foliação (paralela ao bandamento) materializada por ortopiroxênio, hornblenda e biotita (UTM – 221914/7744650). A) nicóis paralelos; B) nicóis cruzados. Siglas: opx=ortopiroxênio, anf=anfíbólio, plag=plagioclásio, bt=biotita

O paragneisse do Grupo Andrelândia possui granulação fina a média e coloração cinza a rósea. Geralmente o paragneisse exibe aspecto estratificado, destacando um claro bandamento composicional. Esta alternância é marcada pela intercalação de bandas leucocráticas granadíferas (Figura 5.8B), de granulação média e composição quartzo-feldspática, com bandas melanocráticas a mesocráticas de granulação fina, ricas em biotita e granada. O bandamento é predominantemente milimétrico (laminado), mais raramente centimétrico (Figura 5.8C). Localmente torna-se difícil a distinção entre um gnaiss finamente laminado e um granitóide muito foliado.

O paragneisse nem sempre é granadífero. Em escala de afloramento, é possível observar porções onde a granada é rara a inexistente. Em menor proporção, observam-se zonas empobrecidas em biotita.

Comumente o paragneisse é migmatítico (Figura 5.8A). Neste caso o neossoma possui granulação grossa e é composto essencialmente por quartzo, feldspato e granada. As estruturas migmatíticas

predominantes são estromatíticas, dobradas e ptigmáticas; texturas *schöllen* e agmática ocorrem de forma subordinada.

Com a continuidade do processo de migmatização, o paragneisse dá origem a corpos graníticos tipo-S. Esta granitogênese está descrita no tópico 5.1.7.

O paragneisse exibe textura lepidoblástica inequigranular, comumente protomilonítica a milonítica (Figuras 5.10 e 5.10B). A mineralogia principal é dada por plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, granada, biotita, sillimanita, ortopiroxênio e hercynita (Figuras 5.11C e 5.11D). A mineralogia acessória é constituída por opacos, apatita, monazita, titanita e zircão. O plagioclásio possui composição albita-oligoclásio ($An_{7,23}$), frequentemente com intercrescimento antipertítico. Apresenta geminação polissintética segundo Lei da Albita e Periclina. Comumente possui extinção ondulante, com geminação recurvada e/ou interrompida. Apresenta moderada saussuritização, com formação de epidoto, carbonato e sericita. O feldspato potássico possui moderada saussuritização e desenvolve lamelas de quartzo vermiforme (mirmequita) no contato com o plagioclásio. O quartzo possui granulação variável (fina a grossa) e exibe evidências de deformação intracristalina, como extinção ondulante, recristalização dinâmica e processo de formação de subgrãos. Tanto o quartzo, quanto o plagioclásio e o feldspato potássico formam porfiroclastos nas rochas de textura milonítica e protomilonítica. A sillimanita ocorre tanto com *habitus* fibroso (como inclusões em cristais de granada) quanto prismático, com granulação fina, geralmente associada à biotita, quartzo e feldspatos. O ortopiroxênio é raro, apresenta alta uraltização, com formação de hornblenda e, em alguns casos, biotita. A hercynita ocorre em grãos finos, geralmente associados a granada e quartzo. A granada ocorre como cristais xenomórficos (arredondados), predominantemente vermelhos a róseo pálidos. Contém freqüentes inclusões de biotita, plagioclásio, quartzo, zircão e minerais opacos. Apresenta-se parcialmente alterada para biotita (Figuras 5.11A e 5.11B) e, em alguns cristais, há o desenvolvimento de textura tipo *snowball*. A biotita exibe paletas pleocróicas bem formadas de coloração castanho-avermelhada (indicativo de enriquecimento em titânio). Pontualmente altera-se para clorita. Muitas vezes encontra-se bordejando granada e ortopiroxênio, sendo a biotita, nestes casos, secundária. O zircão ocorre como grãos muito finos e arredondados.

À semelhança do que ocorre no embasamento, o paragneisse do Grupo Andrelândia torna-se milonítico junto ao contato com as demais unidades; feição observável tanto em escala de afloramento quanto microscópica (Figuras 5.10B e 5.10C). Neste caso a rocha exibe porfiroclastos sigmoidais de granada, feldspatos e quartzo, com sombra de pressão composta por quartzo, feldspato e biotita. Os demais cristais de quartzo e feldspato ocorrem estirados paralelamente à foliação milonítica (Figuras 5.10B e 5.10C).

A paragênese mineral definida para os gnaisses do Grupo Andrelândia é dada por plagioclásio + quartzo + granada + feldspato potássico + biotita ± sillimanita ± hercynita ± ortopiroxênio. A presença de sillimanita, hercynita e ortopiroxênio (o último raramente encontrado), indicam condições de metamorfismo de alto grau. Porém a formação da biotita a partir da alteração da granada evidencia uma paragênese retrógrada. Ou seja, as rochas do Grupo Andrelândia foram submetidas a metamorfismo de alto grau (fácies granulito), e posteriormente reequilibradas em condições de pressão e temperatura menos elevadas (fácies anfíbolito).

As camadas e *boudins* de quartzito Intercaladas ao gnaiss do Grupo Andrelândia formam corpos alongados segundo NNE-SSW. As camadas podem atingir dezenas de metros de espessura; nelas nota-se a alternância de porções delgadas de paragneisse granádifero com pacotes espessos de quartzito. Os contatos paragneisse/quartzito são variáveis, ora gradacionais, ora bruscos.

O quartzito (NPagm(q)) apresenta coloração branco-amarelada, granulação média a grossa e geralmente encontra-se profundamente saprolitizado. A composição é essencialmente quartzosa (Figura 5.9A), com contribuição insignificante de outros minerais, tais como moscovita, biotita, clorita, granada, sillimanita, plagioclásio, feldspato potássico e zircão. O quartzo encontra-se totalmente recristalizado, xenomórfico, comumente disposto em *ribbons*. A *biotita* ocorre como pequenos cristais tabulares mal formados orientados de acordo com a foliação principal. Muitas vezes a biotita altera para moscovita ou para clorita (Figura 5.10A). Pontualmente, onde há enriquecimento de minerais micáceos, a foliação torna-se mais nítida. O feldspato é muito raro, caulínizado e geralmente associado a granada.

As intercalações de anfíbolito e rocha calcissilicática ocorrem na forma de camadas delgadas freqüentemente boudinadas segundo a foliação (Figura 5.9B). Quando o gnaiss torna-se migmatítico, perdendo sua trama bandada, estas intercalações perdem sua orientação inicial, conferindo à rocha ora estrutura schollen, ora agmática. Por serem mais resistentes ao intemperismo, as intercalações destas rochas costumam destacar-se na superfície do afloramento.

O anfíbolito é composto essencialmente por anfíbólio e plagioclásio, apresenta granulação muito fina e aspecto maciço. A mineralogia essencial é dada por clinopiroxênio, hiperstênio, plagioclásio (oligoclásio-andesina), quartzo e granada. A mineralogia acessória é dada por titanita, minerais opacos e zircão. Carbonatos, biotita e hornblenda são os minerais secundários.

A rocha calcissilicática apresenta aspecto maciço (Figura 5.9C), possui textura nematoblástica e exibe diversas feições deformacionais, tais como

quartzo e plagioclásio recristalizados, quartzo com extinção ondulante e plagioclásio com lamela interrompida ou recurvada.

5.1.3 - Suíte Galiléia

A Suíte Galiléia ocorre de maneira expressiva na Folha Manhumirim, principalmente em sua porção oeste, entre as cidades de Lajinha e Iúna. Apresenta-se na forma de corpos alongados segundo NNE. Em afloramento esta direção é marcada pelo bandamento ou foliação (de acordo com a fácies aflorante).

O litotipo predominante na Suíte Galiléia é um ortogneisse a biotita e/ou a anfíbólio, migmatizado em intensidades diversas. Há afloramentos onde a rocha está simplesmente bandada sem o menor sinal de anatexia, assim como há locais onde as texturas migmatíticas são dominantes. Com a evolução da anatexia são gerados os termos graníticos desta unidade (Figura 5.13).

A Suíte Galiléia foi dividida em três subunidades: gnaisses, migmatitos e granitos. Comumente nos afloramentos da Suíte Galiléia os extremos citados (gnaiss, migmatito e granito) coexistem com termos intermediários. Neste caso, a fácies predominante foi levada em consideração para caracterização pontual.

5.1.3.1 - Gnaisses (NP3ay1gn)

O gnaiss da Suíte Galiléia, descrito como um hornblenda-biotita gnaiss, apresenta cor branca e granulação fina a média. Exibe um nítido bandamento composicional definido por bandas essencialmente félsicas (microclina, quartzo e plagioclásio) alternadas a bandas máficas compostas por biotita com hornblenda rara a inexistente. O bandamento é milimétrico a centimétrico. Subordinadamente apresenta fácies porfiríticas, com grandes cristais oclares de quartzo e feldspato e desenvolvimento de textura milonítica (Figura 5.12).

A composição destes gnaisses varia de tonalítica a granodiorítica. Esta variabilidade composicional se reflete no aspecto da rocha em afloramento, pois os termos mais tonalíticos são mais ricos em minerais máficos

Os gnaisses são constituídos por: plagioclásio (15-35%), quartzo (15-25%), microclina (10-20%), biotita (5-35%) e anfíbólio (0-5%). A mineralogia acessória é dada por zircão, apatita, titanita, granada, minerais opacos e allanita. O feldspato potássico apresenta moderada sericitização. Plagioclásio exibe moderada a alta saussuritização, com formação de carbonato, sericita, e epidoto. A hornblenda é rara, sempre muito alterada para biotita.

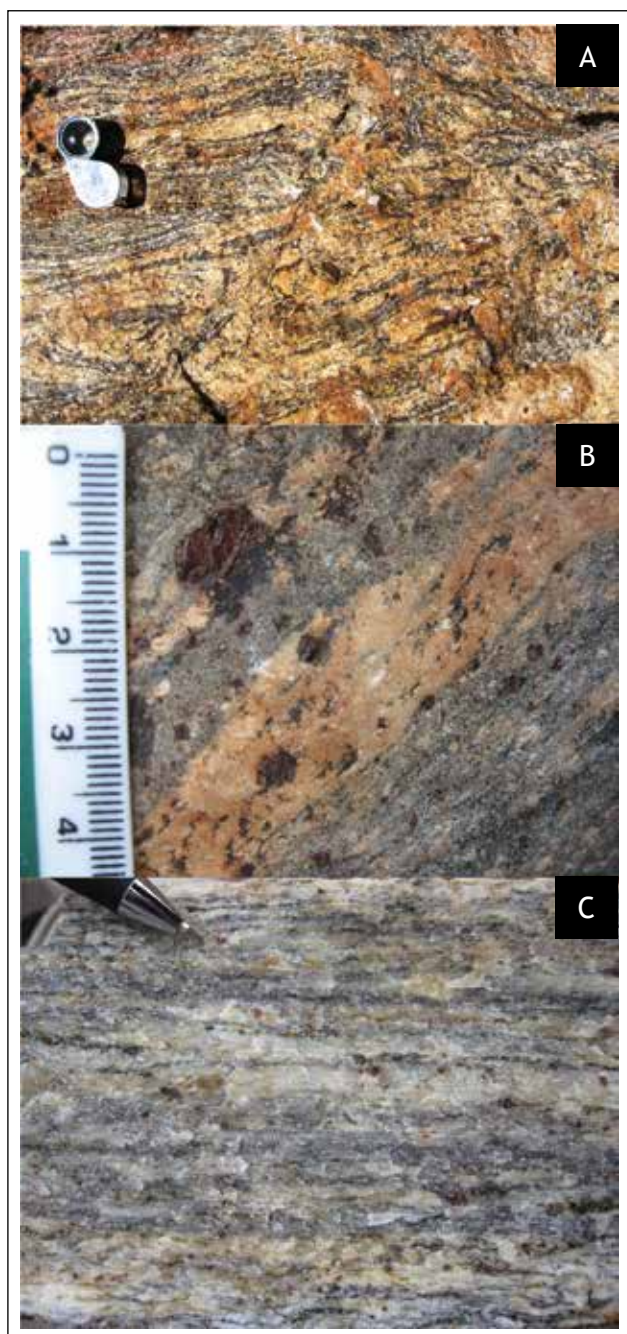


Figura 5.8 - Feições do paragnaisse do Grupo Andre-lândia. A) migmatítico com textura flebítica (UTM – 231938/7737905); B) porção granadifera do paragnaisse bandado; destaque para o cristal de granada centimétrico (UTM – 233188/7731712); C) bandamento milimétrico com predomínio das bandas leucocráticas (UTM – 215035/7749281)

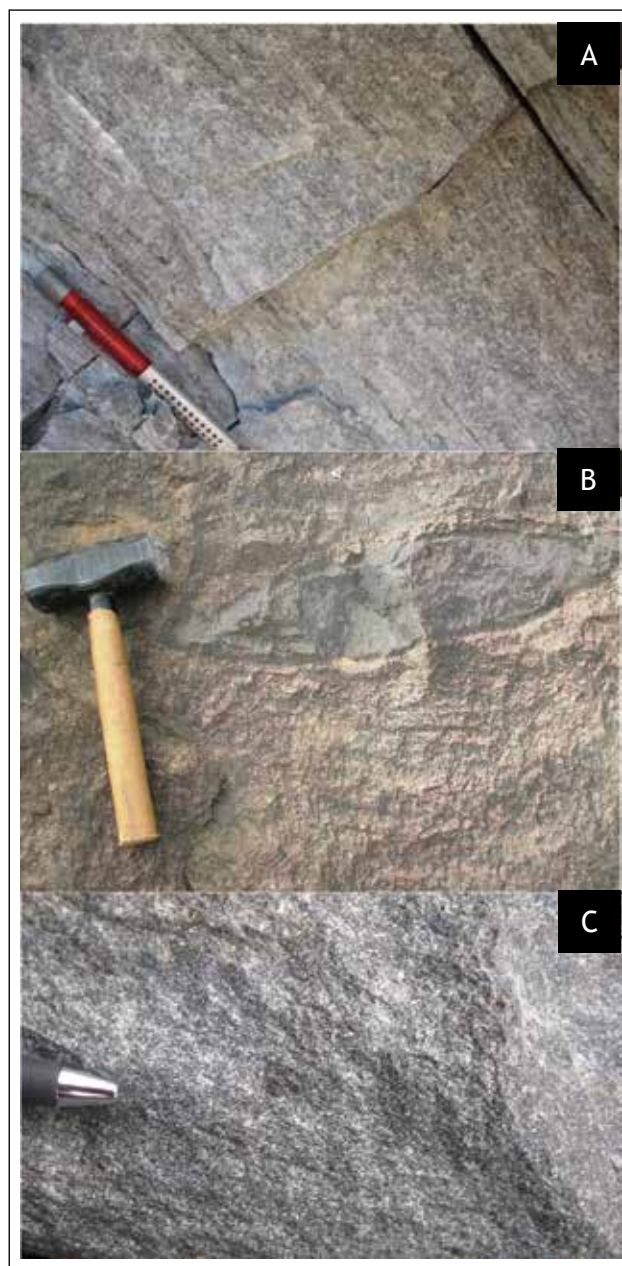


Figura 5.9 - A) quartzito puro de granulação fina a média (UTM – 213164/7769569); B) intercalação de rocha calcissilicática orientada segundo o bandamento do granada-biotita gnaiss (UTM – 217412/7744644); C) rocha calcissilicática de granulação fina e aspecto maciço (UTM – 217412/7744644)

O gnaissé comumente exibe encraves máficos de granulação fina e composição gabróica *boudinados* segundo o bandamento.

5.1.3.2 - Migmatitos (NP3ay1m)

Os migmatitos apresentam granulação fina a média; o leucossoma pode desenvolver localmente textura porfirítica com granulação grossa (Figura 5.12C). A composição modal é dada por: plagioclásio (10-30%), quartzo (20-30%), microclina (10-30%), biotita (10-25%) e anfibólio (0-5%). Como minerais acessórios ocorrem zircão, titanita, apatita e rara allanita. A mineralogia secundária é dada por minerais opacos (a partir da biotita), sericita, carbonato e epidoto.

A composição dos migmatitos é muito variável; há afloramentos onde predomina um mesossoma biotítico, outros onde um leucossoma quartzo-feldspático é mais abundante. Em termos gerais a composição varia de gabróica a granítica. Estas rochas apresentam diversas texturas migmatíticas. As mais abundantes são flebítica e ptigmática, ocorrendo agmática, *schöllen*, *schillieren* e estromática de forma subordinada. Em alguns pontos a assimilação leucossoma/mesosoma gera uma auréola de alteração muito fina composta essencialmente por biotita (Figura 5.14D).

Os migmatitos da Suíte Galiléia apresentam encraves máficos e bandados. Estes ocorrem de forma dispersa, sem estruturação ou orientação definida. Os encraves bandados representam o restito do paleossoma gnáissico. Os encraves máficos possuem granulação fina e textura maciça. São rochas mesocráticas de composição gabróica a diorítica, constituídos essencialmente por hornblenda, plagioclásio, quartzo e raro clinopiroxênio.

5.1.3.3 - Granitos (NP3ay1gr)

Os granitóides exibem duas fácies que podem ser distinguidas com base em sua granulação: *i*) uma fácies de granulação fina (Figura 5.13G); *ii*) e outra de granulação média, subordinadamente grossa (Figura 5.13H). A fácies fina ocorre sempre foliada, comumente milonítica. Localmente apresenta um percentual de matriz elevado e textura milonítica, com cristais de feldspato e quartzo estirados segundo a foliação. A fácies de grão médio a grosso é mais diversificada. Geralmente milonítica, com variações para termos proto e ultramiloníticos. Pontualmente chega a exibir estruturas ígneas preservadas (Figura 5.14A e 5.14B), como orientação por fluxo (Figura 5.13H) e cristais euédricos de feldspato potássico maclado com até cinco centímetros de comprimento. Apresenta fácies porfirítica tanto nas porções deformadas (com grandes cristais oclares de quartzo e

feldspato potássico) quanto nas não deformadas. O contato entre as fácies é difuso, sugerindo que ambas derivam de uma mesma intrusão.

Os granitóides da Suíte Galiléia apresentam textura lepidogranoblástica e composição modal dada por microclina (20-45%), quartzo (20-35%), plagioclásio (10-30%) e biotita (5-25%). A hornblenda é rara a inexistente, quando ocorre apresenta elevada alteração para biotita. Os minerais acessórios são granada, allanita, apatita, titanita, zircão e minerais opacos. A mineralogia secundária é dada por sericita, epidoto, carbonato, clorita e biotita (quando relacionada à alteração do anfibólio).

Ambas as fácies exibem encraves biotíticos. Em geral ocorrem estirados segundo a foliação (Figura 5.14C). Quando a rocha não apresenta trama orientada os encraves aparecem de forma dispersa.

5.1.4 - Suíte Leopoldina (NP3y2clp)

A denominação Suíte Leopoldina é aqui aplicada às rochas charnockíticas que formam escassos corpos lenticulares a sigmoidais, de direção preferencial NNE-SSW. Apesar de sua pequena ocorrência na Folha Manhumirim, este conjunto de rochas apresenta ampla ocorrência regional. Ainda assim não possui uma terminologia definitiva. A denominação "granada charnockito" (Duarte *et al.*, 1999) utilizada em outros trabalhos é imprópria, já que a grande maioria dos afloramentos desta unidade não apresenta tal mineral (Novo *et al.*, 2007, 2009).

Os granitóides charnockíticos possuem coloração esverdeada, granulação fina a média (Figura 5.15) e composição granítica a granodiorítica. São compostos por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, hiperstênio e clinopiroxênio. A mineralogia acessória é dada por apatita, titanita, granada, zircão e minerais opacos. A textura varia de granoblástica a, subordinadamente, nematoblástica. O hiperstênio é o piroxênio mais freqüente. Ambos os piroxênios apresentam elevada uralitização com formação de hornblenda e biotita (Figura 5.16). Tanto o feldspato potássico quanto o plagioclásio apresentam baixo teor de alteração, com a formação de carbonato, sericita e epidoto. A granada é rara, e ocorre parcialmente alterada para biotita (Figuras 5.17C e 5.17D). Localmente, observa-se a cristalização de quartzo vermiforme no contato entre os feldspatos.

O desenvolvimento da foliação é irregular; geralmente as rochas desta unidade possuem aspecto maciço à primeira vista (Figura 5.15). Mas, em observação mais detalhada, ou em afloramento intemperizado, pode-se observar a foliação regional impressa (Figura 5.18). A foliação é materializada pelo alinhamento das palhetas de biotita, com cristais de piroxênio, anfibólio, quartzo e feldspato estirados na

mesma direção. Localmente a rocha apresenta fácies porfírica, milonitizada resultando em porfiroclastos de feldspato potássico, plagioclásio, anfibólio e ortopiroxênio (os dois últimos são extremamente raros). Os megacristais ocorrem ora ocelares, ora sigmoidais, com formação de sombra de pressão (Figura 5.18) e calda de recristalização (só foi observada a formação de calda de recristalização em cristais de quartzo e feldspato). Os charnockítos da Suíte Leopoldina ainda exibem outras feições deformacionais,

tais como quartzo com extinção ondulante e em formação de subgrãos, plagioclásio com geminação recurvada e/ou interrompida.

Apesar de comumente ocorrerem deformados, estes granitóides podem apresentar características ígneas preservadas. Neste caso apresenta textura porfírica, com fenocristais de quartzo, feldspato potássico, ortopiroxênio (Figuras 5.17A e 5.17B) e plagioclásio envolvidos por uma fina matriz composta por piroxênio, quartzo, feldspato, hornblenda e biotita.

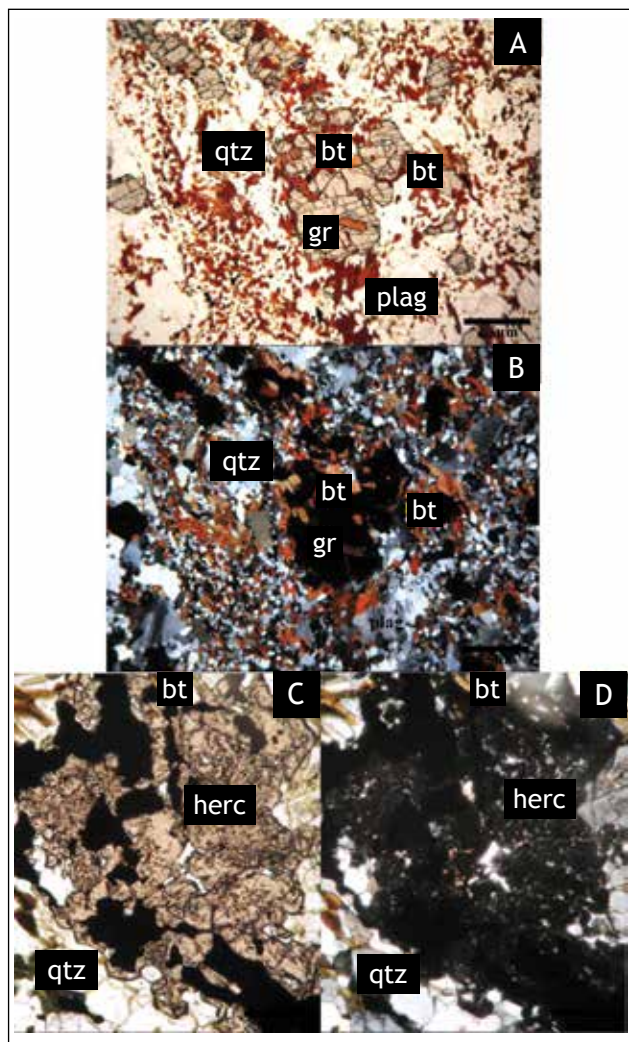


Figura 5.11 - fotomicrografias do granada-biotita gnaiss do Grupo Andrelândia. A e B) apresentando textura protomilonítica, destaque para granada em processo de alteração para biotita (em A nicóis paralelos e B nicóis cruzados – UTM 221625/ 7775769); C e D) cristais de hercynita associados ao quartzo (em C nicóis paralelos e D nicóis cruzados – UTM 221625/ 7775769). Siglas qtz=quartzo, bt=biotita, gr=granada, herc=hercynita

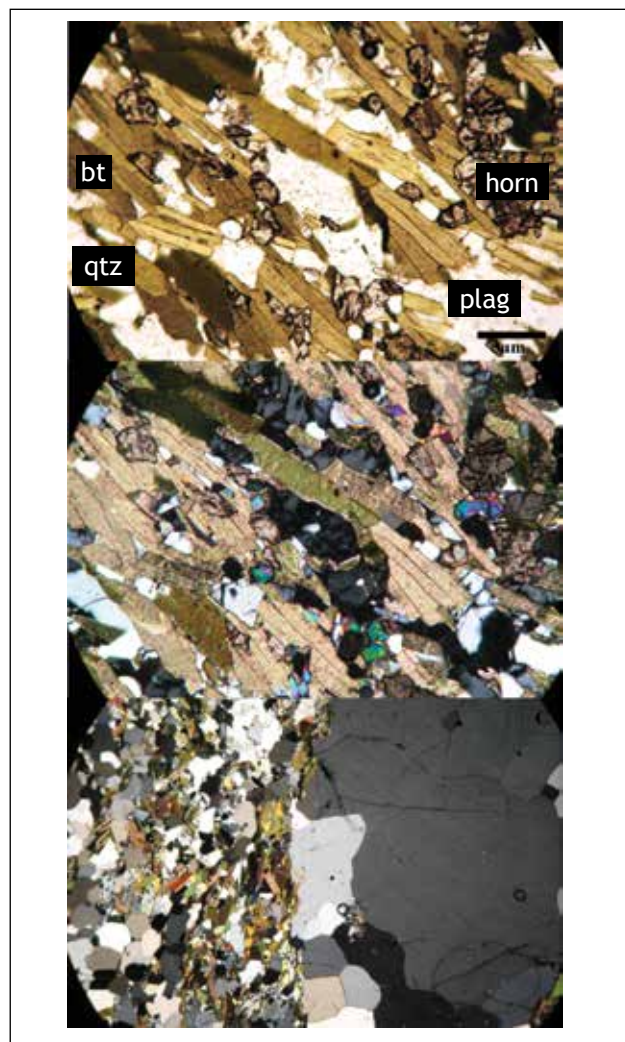


Figura 5.12 - A e B) hornblenda-biotita gnaiss da Suíte Galiléia exibindo textura lepidoblástica. (em A nicóis paralelos e B nicóis cruzados – UTM 196052/7773827); C) contato entre fácies fina e fácies porfírica do migmatito da Suíte Galiléia (UTM – 197792/7772914). Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, horn=hornblenda, plag=plagioclásio

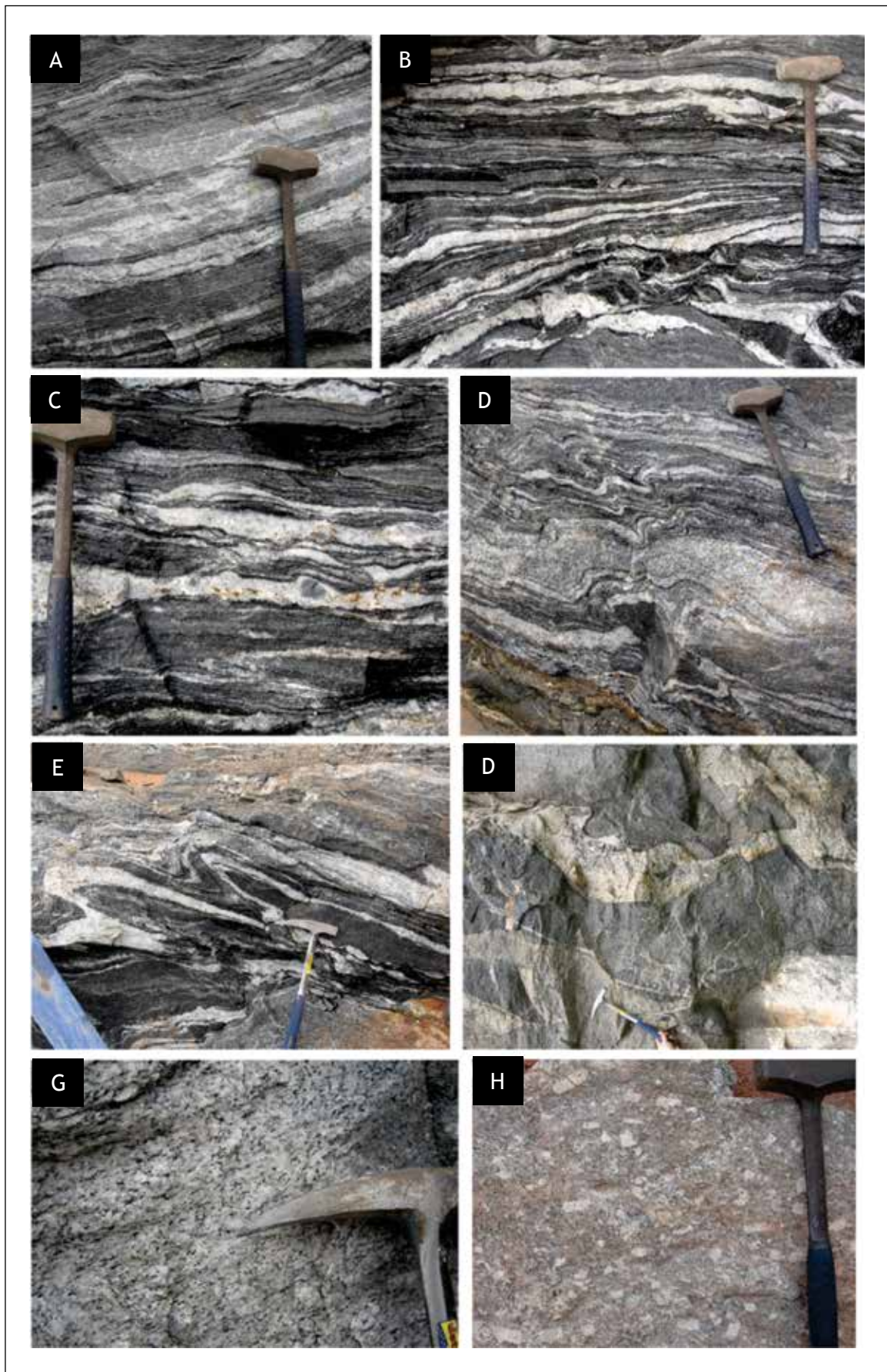


Figura 5.13 - Diversas feições da Suíte Galiléia, variando de termos estritamente gnáissicos (A) evoluindo para migmatitos (B a F), granitóide foliado (G) e finalmente granitóide com porções ígneas preservadas (H). Localização em UTM: A, B, C, E, G) 213066/7780927; D) 221577/7775702; F) 229977/775151; H) 228945/7753870

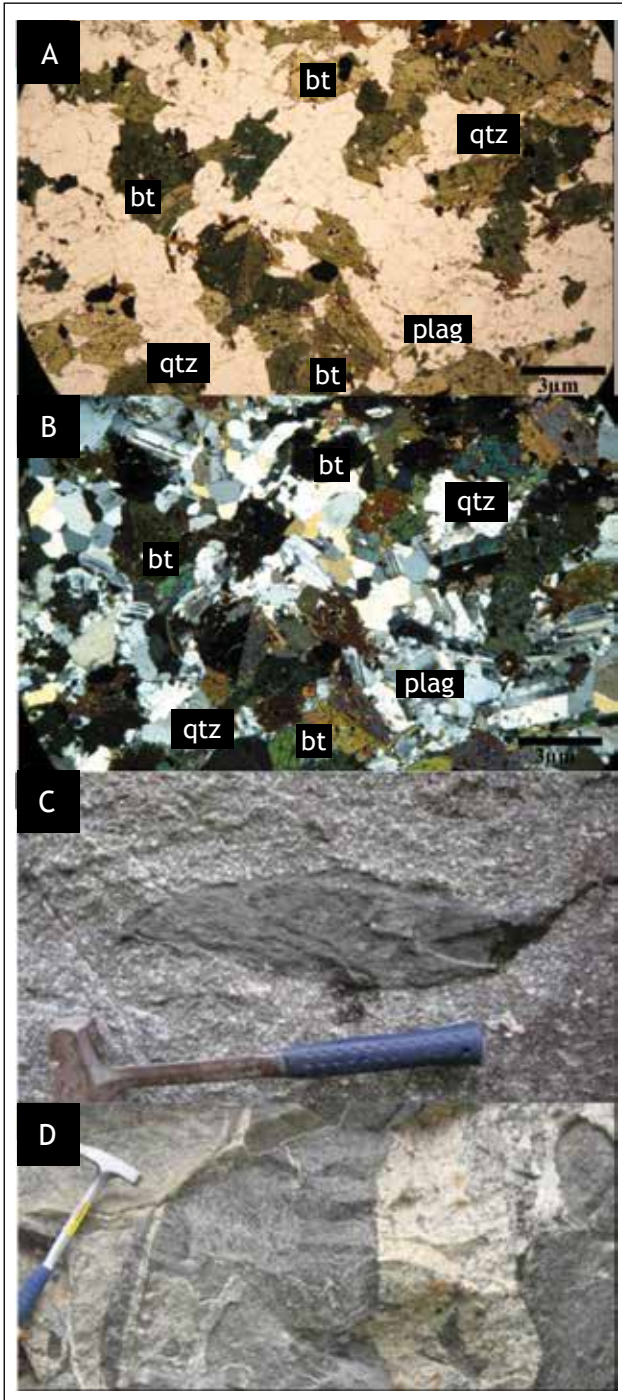


Figura 5.14 - A e B) Fotomicrografias do biotita granito da Suíte Galiléia praticamente indeformado (em A nicóis paralelos e B nicóis cruzados – UTM 224014/7771200); C) Enclave biotítico estirado segundo a foliação do granitóide da Suíte Galiléia (UTM – 230345/7747391); D) Desenvolvimento de uma delgada auréola biotítica no contato leucossoma/mesossoma (UTM – 229977/7757151). Siglas: qtz=quartzito, bt=biotita, plag=plagioclásio

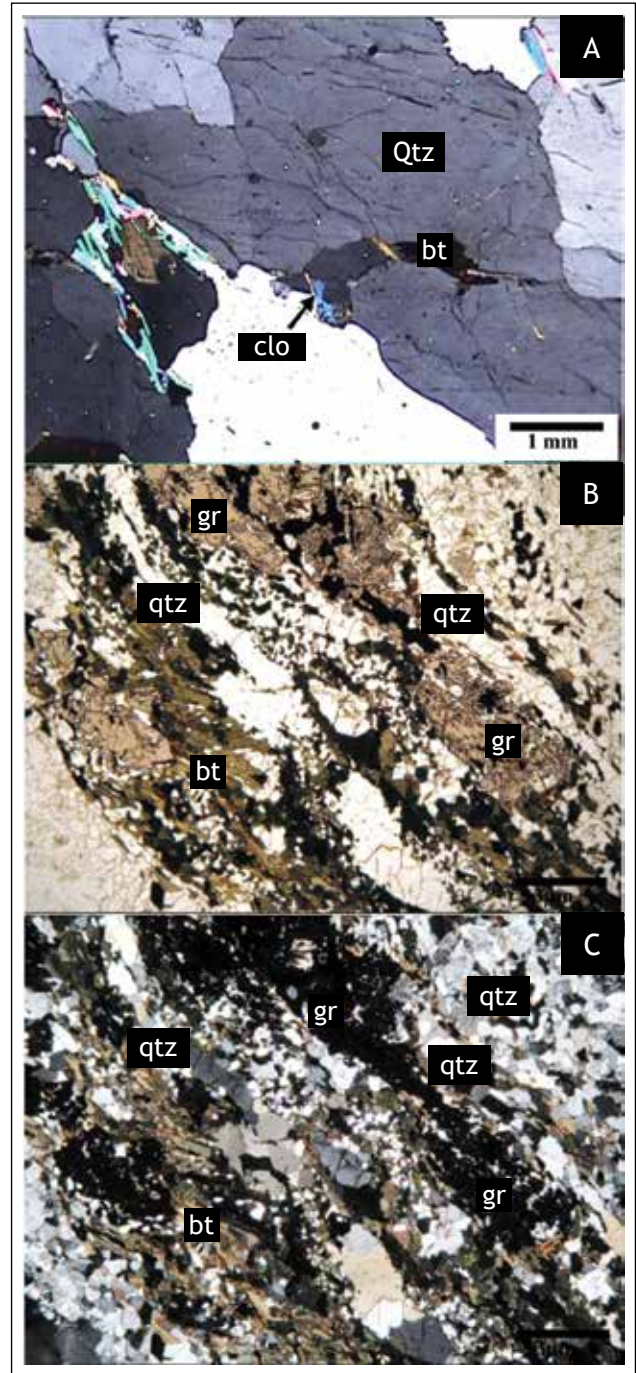


Figura 5.10 - fotomicrografias dos litotipos do Grupo Andrelândia. A) quartzito de granulação grossa com rara biotita em processo de alteração para clorita (UTM 211550/7775371); B e C) textura milonítica do granada-biotita gnaiss exibindo recristalização dinâmica, ribbons de quartzo e cristais estirados de feldspato e granada (em B nicóis paralelos e C nicóis cruzados – UTM 209377/7779223). Siglas: qtz=quartzito, bt=biotita, clo=clorita, gr=granada

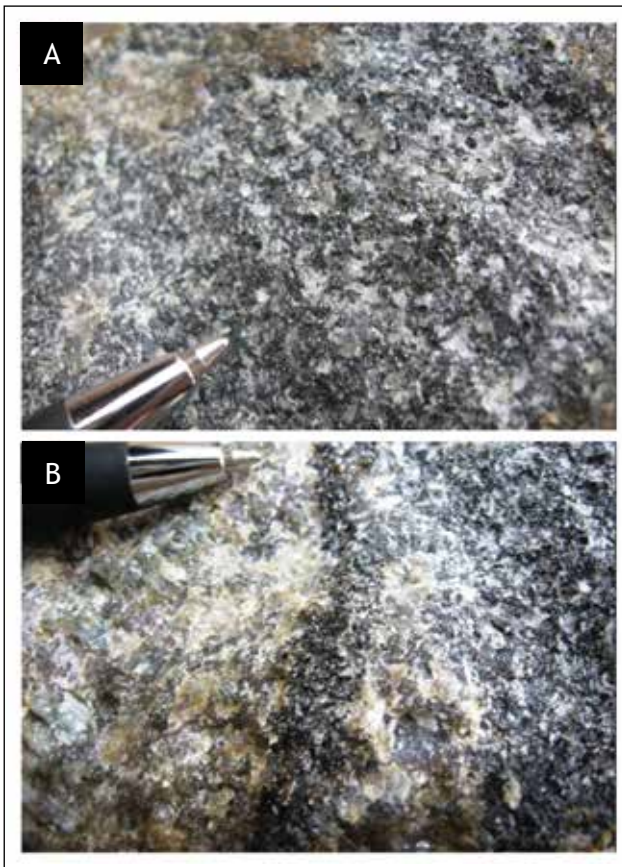


Figura 5.15 - Feições do granitóide charnockítico da Suíte Leopoldina. A) aspecto maciço, cor esverdeada e granulação fina (UTM – 231390/7739945); B) também com aspecto maciço e coloração esverdeada, porém com granulação média a grossa (UTM – 230061/7735315)

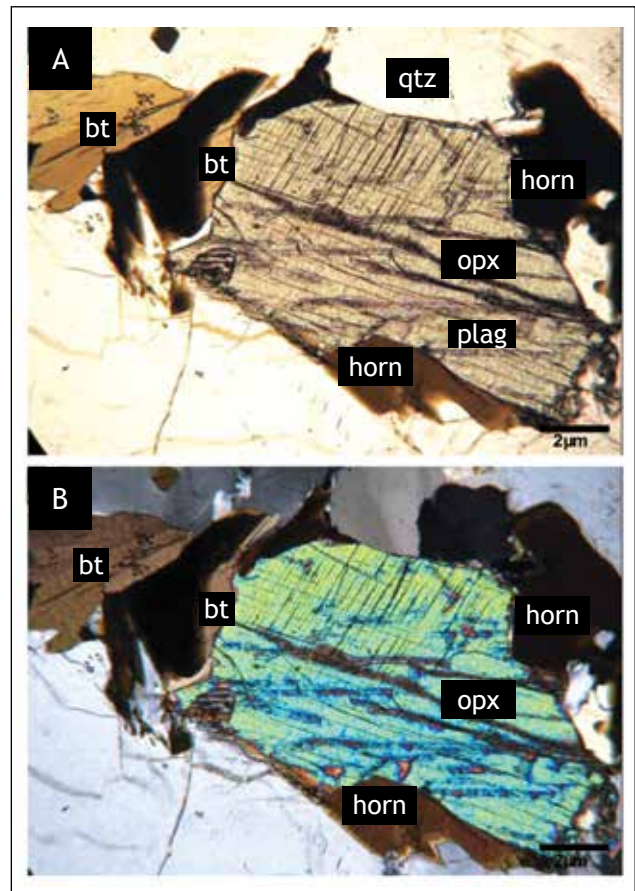


Figura 5.16 - ortopiroxênio do granitóide charnockítico da Suíte Leopoldina em processo de uralitização gerando hornblenda e biotita (UTM – 230779/7738107)

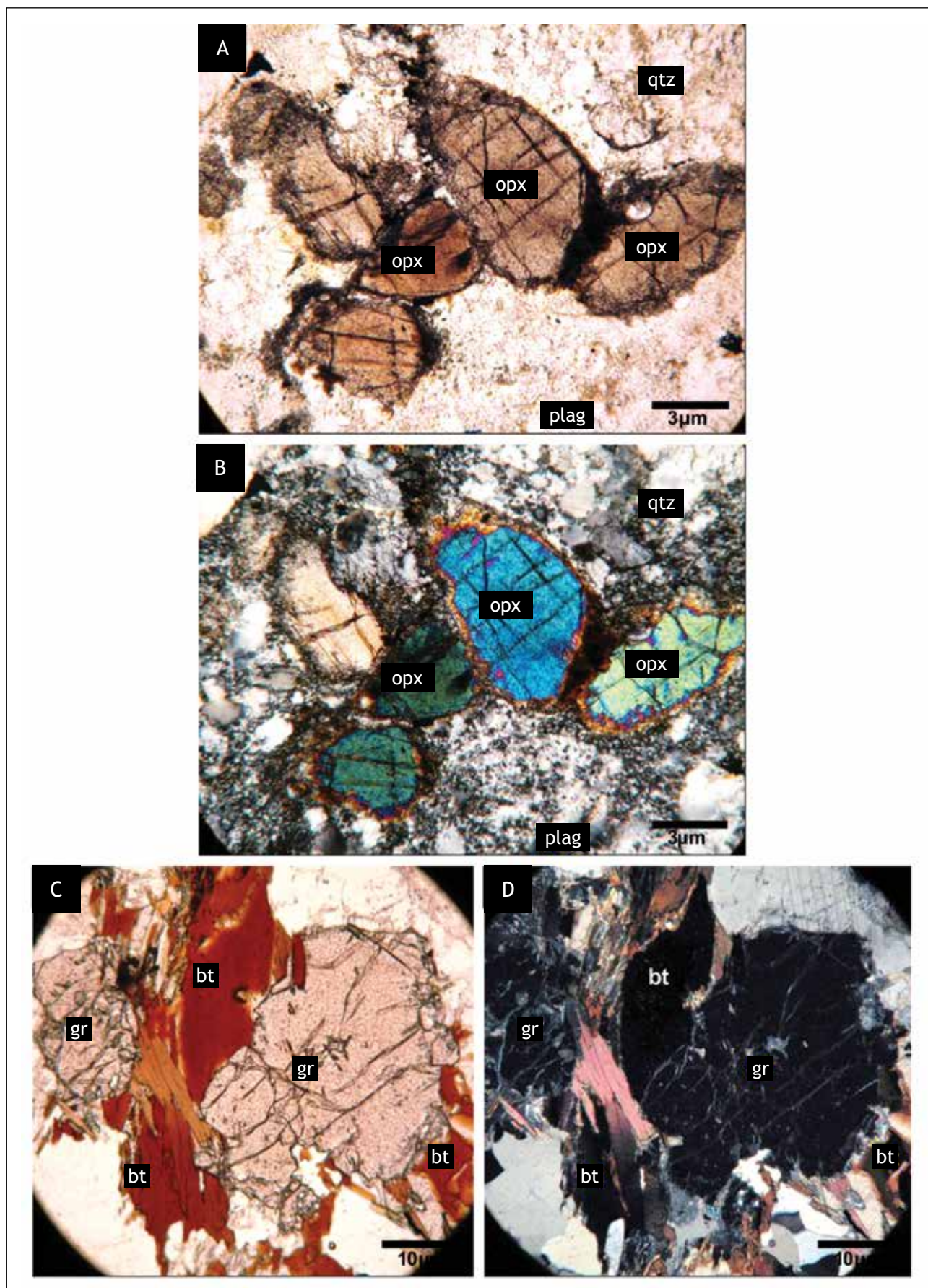


Figura 5.17 - Feições do granitóide charnockítico da Suíte Leopoldina. A e B) ortopiroxênio sem orientação proeminente, preservado da deformação (UTM – 202125/7739212); C e D) cristal de granada em processo de alteração para biotita (UTM – 231390/7739945). Em (A) e (C) nicóis paralelos e (B) e (D) nicóis cruzados. Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, plag=plagioclásio, opx=ortopiroxênio, gr=granada

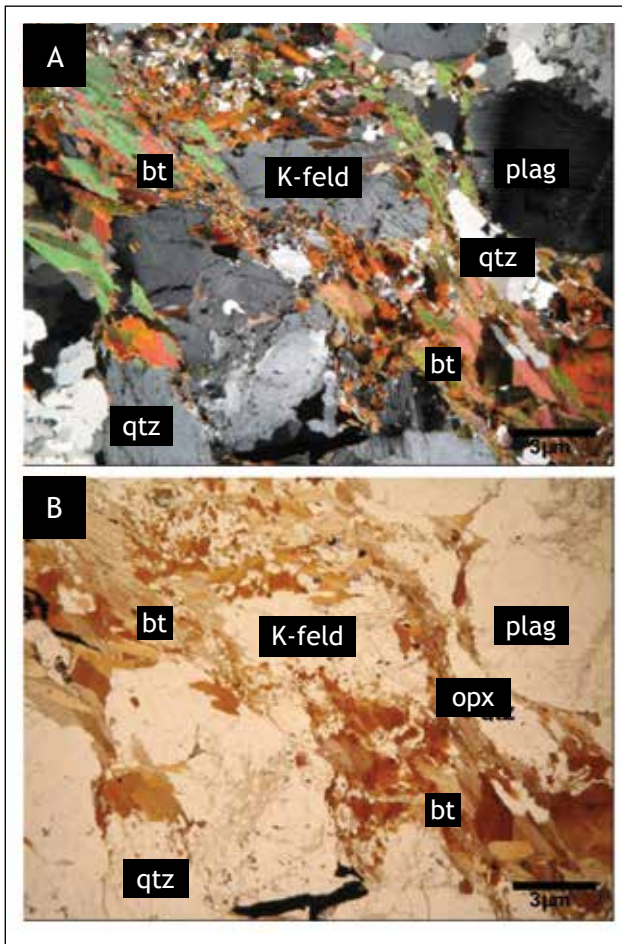


Figura 5.18 - Textura protomilonítica lepidoblástica do granitóide charnockítico da Suíte Leopoldina. Em (A) nicóis cruzados e (B) nicóis paralelos (UTM – 231390/7739945). Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, plag=plagioclásio, K-feld=feldspato potássico

Os granitóides charnockíticos da Suíte Leopoldina sofreram a deformação regional em condições de pressão e temperatura similares àquelas de sua cristalização ígnea. A associação mineralógica plagioclásio + quartzo + ortoclásio + hiperstênio + clinopiroxênio, denota condições similares e equivalentes à fácies granulito.

5.1.5 - Anfibolito (NP151a)

Os anfibolitos comumente ocorrem em corpos decamétricos lenticulares alongados segundo NNE, intercalados às demais unidades. Na porção sudeste apresenta-se de forma mais expressiva em um corpo de dimensões quilométricas, também alongado segundo NNE.

As rochas desta unidade apresentam cor escura e granulação predominantemente fina, subordinadamente média. São compostas essencialmente por hornblenda, com plagioclásio (bytonita: An_{73-87}) quartzo e feldspato potássico subordinados. Como

minerais acessórios têm-se apatita, titanita e opacos. A biotita é o principal mineral secundário, oriunda da alteração da hornblenda. Apesar da aparência maciça isotrópica macroscópica (Figura 5.18A), os anfibolitos mostram uma clara orientação em lâmina. A rocha exibe textura nematoblástica, com o desenvolvimento de uma foliação protomilonítica a milonítica materializada por hornblenda e biotita secundária (Figuras 5.18B e 5.18C). Plagioclásio e quartzo constituem cristais oclares e sigmoidais, muitas vezes com recristalização metamórfica.

Ocorre muito fraturado, com todas as fraturas preenchidas por quartzo de granulação grossa. Duas famílias de fraturas destacam-se, uma principal de direção E-W vertical, outra subordinada de direção NNE-SSW e também verticalizada.

5.1.6 - Rochas Metaultramáfica (NP3mu)

Esta unidade restringe-se a um afloramento na porção central da Folha Manhumirim, definindo um corpo de aproximadamente 300m alongado segundo NNE. A rocha apresenta coloração esverdeada e granulação média a grossa (Figura 5.20). Sua composição é dada basicamente por piroxênio (compondo aproximadamente 85% da rocha; há um predomínio

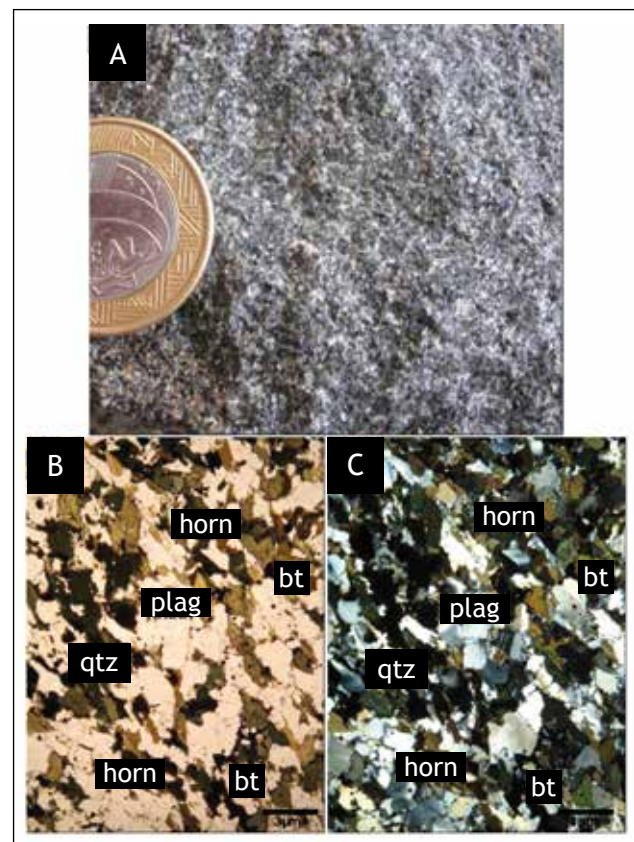


Figura 5.19 - A) aspecto maciço do anfibolito de granulação fina (UTM – 237008/ 7748720); B e C) textura protomilonítica nematoblástica do anfibolito, em (B) nicóis paralelos e (C) nicóis cruzados (UTM – 238772/7748422). Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, horn=hornblenda, plag=plagioclásio



Figura 5.20 - aparência macroscópica da rocha metaultramáfica (UTM – 205750/7765279)

de ortopiroxênios sobre clinopiroxênios), com talco e tremolita-actinolita subordinados. A mineralogia acessória é dada por minerais opacos e zircão. A unidade encontra-se claramente deformada, porém a foliação é pouco penetrativa. A aparência ora isotrópica, ora orientada dá à rocha uma textura tanto decussada (Figura 5.21A) quando nematoblástica (Figura 5.21B), sendo a segunda predominante.

5.1.7 - Suíte Intrusiva Peraluminosa (NP3γ2a)

Esta unidade representa a continuidade a nordeste e a leste dos granitóides tipo-S denominados nas folhas Muriaé (Suíte Pangarito, Noce *et al.*, 2003), Carangola (também sob a designação Suíte Intrusiva Peraluminosa, Noce *et al.*, 2010) e Manhauçu (Leucogranito granadífero da Pedra do Godinho, Noce *et al.*, 2007). A Suíte Intrusiva Peraluminosa ocorre em corpos de pequeno a médio porte encaixados nas rochas do Grupo Andrelândia e da Suíte Caparaó, orientados segundo a foliação regional. As rochas desta unidade também são encontradas na forma de bolsões e veios anatéticos em grande parte das exposições do paragneisse do Grupo Andrelândia.

Trata-se de rochas graníticas leucocráticas do tipo S e granulação fina a média. Apresenta granada e biotita onipresentes, ocorrendo em proporções variadas nos diversos afloramentos (Figuras 5.22A, 5.23A e 5.23B). Geralmente foliada (registrando a deformação regional), a Suíte Intrusiva Peraluminosa apresenta termos protomiloníticos (Figuras 5.22B, 5.23C e 5.23D) a miloníticos.

O litotipo predominante é um biotita-granada leucogranito de coloração cinza a branca. É consti-

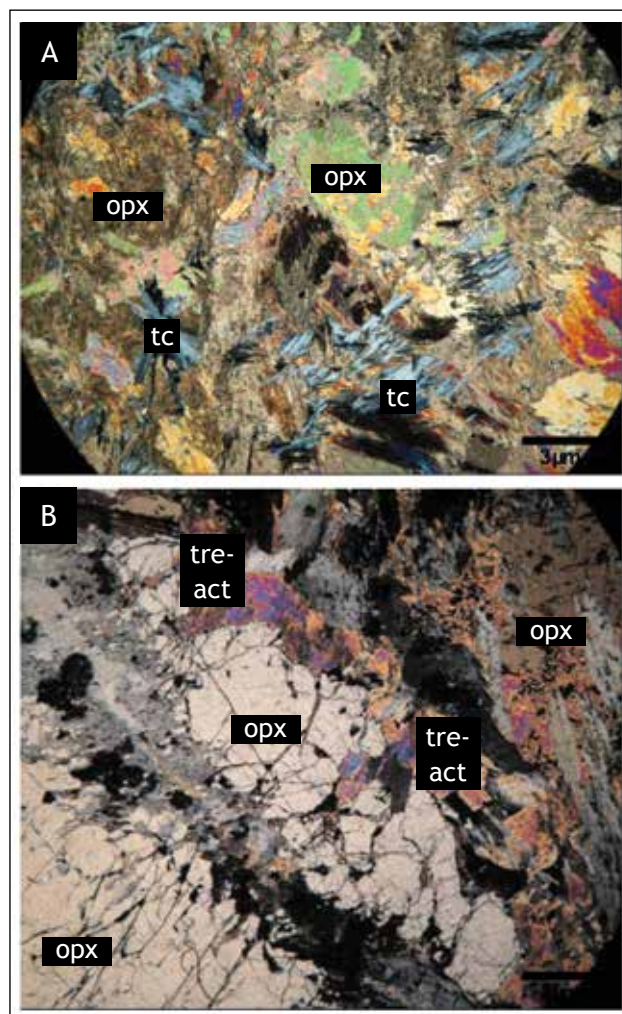


Figura 5.21 - feições microscópicas da rocha metaultramáfica. A) deformação pouco presente, destaque para textura decussada do talco (sigla "tc"); B) apresentando textura protomilonítica, destaque para o grande cristal de ortopiroxênio rodeado por tremolita-actinolita (sigla "ter-act"), em (A) nicóis paralelos e (B) nicóis cruzados (UTM – 205750/7765279). Siglas: opx=ortopiroxênio, tc=talco, ter-act=tremolita-actinolita

tuído por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, granada e biotita. Como minerais acessórios apresenta apatita, titanita, zircão, opacos e rara hornblenda. Saussuritização é o processo de alteração mais comum nessa rocha, ocorrendo também substituição da biotita por moscovita e sericitização do feldspato potássico. No contato entre os feldspatos há o desenvolvimento de mirmequita. Invariavelmente a granada ocorre alterando-se para biotita (Figuras 5.23C e 5.23D).

Nas porções indeformadas as rochas desta unidade apresentam texturas e estruturas ígneas preservadas. Neste caso o biotita-granada leucogranito exibe textura porfirítica e granulação média a grossa. A rocha é rica em fenocristais eudíricos a subédricos de feldspato potássico peritítico. Estes fenocristais ocorrem orientados por fluxo ígneo (Fi-

gura 5.22C) gerando feições de desvio de trajetória em torno de cristais maiores, assim como tramas completamente isotrópicas. A matriz do leucogrânito apresenta granulação variável, de fina a grossa, e é composta essencialmente por quartzo, feldspato potássico, biotita e plagioclásio. Os minerais acessórios são apatita, zircão, granada, moscovita e opacos.

Quando deformado, o biotita-granada leucogrânito apresenta foliação marcante dada principalmente pela orientação de biotita, quartzo e feldspatos. A milonitização das fácies com textura porfírica resulta em cristais de feldspato rotacionados com calda de recristalização e sombra de pressão. O quartzo invariavelmente possui extinção ondulante e comumente apresenta-se recristalizado.

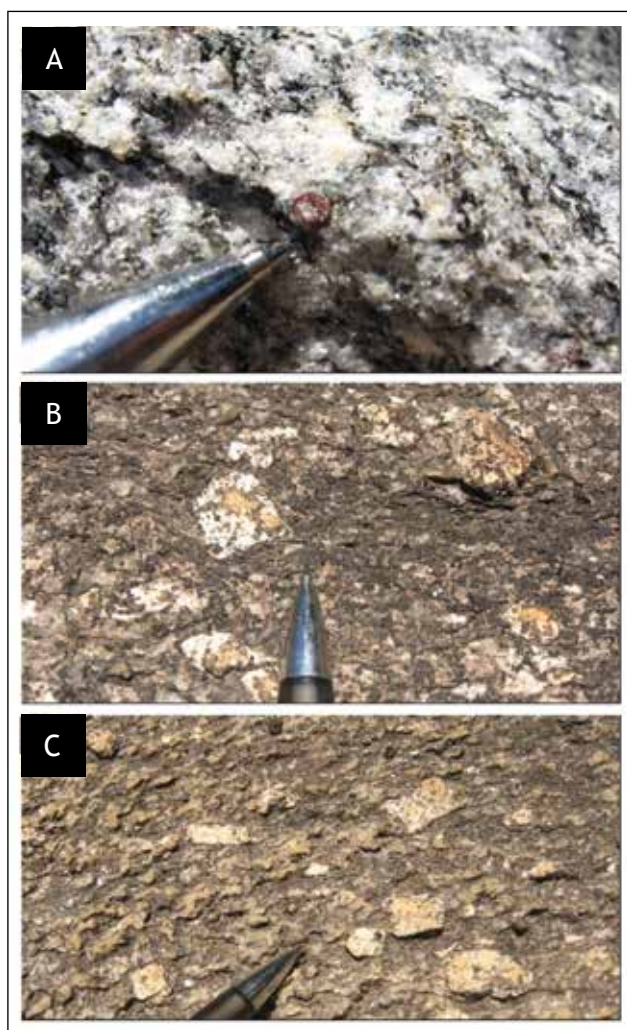


Figura 5.22 - feições da Suíte Intrusiva Peraluminosa. A) cristal de granada no granitóide foliado (UTM – 209553/7784654); B) granitóide com textura protomilonítica, destaque para o porfiroblasto ocelar de feldspato potássico (UTM – 209553/7784654); C) cristais euédricos de feldspato potássico orientados segundo fluxo magmático (UTM – 191922/7769116)

A Suíte Intrusiva Peraluminosa frequentemente apresenta encraves, xenólitos e *roof-pendants*, de granada-biotita gnaiss e de rocha calssilicática, ambas oriundas do Grupo Andrelândia.

A paragênese mineral que materializa a textura dúctil da Suíte Intrusiva Peraluminosa (dada por biotita, quartzo, feldspatos e granada) demonstra que o processo de deformação milonítica ocorreu sincinematicamente ao metamorfismo da fácies anfíbolito.

5.1.8 - Suíte Intrusiva Aimorés (εay5l)

As intrusões tardias recorrentes na Folha Manhumirim foram englobadas na Suíte Intrusiva Aimorés. Conforme denominada por Silva *et al.* (1987) esta suíte abrange intrusões do norte do Espírito Santo e leste de Minas Gerais. A Suíte Intrusiva Aimorés pertence à suíte G5. Sua gênese é relacionada ao plutonismo do colapso gravitacional (extensional) do Orógeno Araçuaí (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000, Pedrosa-Soares *et al.* 2001, Campos *et al.* 2004).

Alguns nomes adotados na Folha Espera Feliz (Horn *et al.*, 2006) foram evitados, tais como *Santa Angélica* e *Conceição do Muqui*, por se referirem a intrusões circunscritas delimitadas fora dos limites da Folha Manhumirim.

Os corpos da Suíte Intrusiva Aimorés foram referidos, conforme composição litológica predominante, como biotita granito (o termo *granito* foi extrapolado, sendo usado para se referir aos litotipos da unidade Suíte Intrusiva Aimorés que apresentam composição granítica a granodiorítica) e diorito.

A maior ocorrência desta unidade na Folha Manhumirim é a Intrusão de Lajinha, que se dá a sul da cidade homônima. Tal intrusão marca uma grande anomalia magnetométrica positiva. Trata-se de um corpo de forma amebóide grosseiramente orientado segundo um sistema de lineamentos NE, que nela está representado por um conjunto de fraturas esparsas com direção média N50E e mergulhos de alto ângulo majoritariamente para SE. A intrusão de Lajinha apresenta duas subunidades litologicamente distintas, um pequeno núcleo diorítico encaixado num volumoso corpo granítico a granodiorítico. A interação química entre os dois tipos de magma que caracterizam estas subunidades é pouco observável. Ocorre raramente em afloramentos do biotita granito como feições de mingling e mixing (Figuras 5.24B e 5.24C).

O biotita granito ocorre de duas formas macroscopicamente separáveis (Figura 5.24A). Na primeira o granitóide apresenta textura porfírica

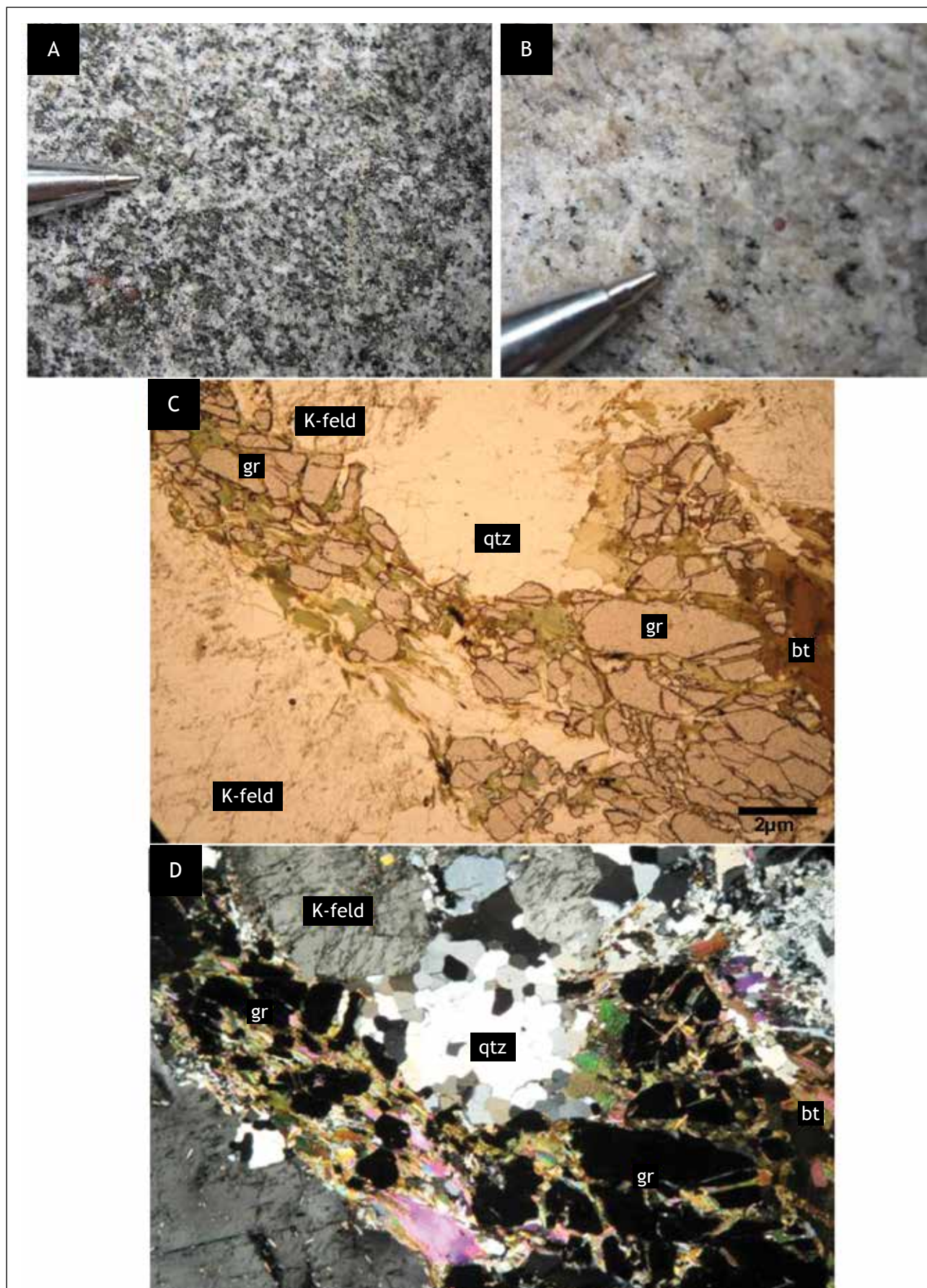


Figura 5.23 - feições da Suíte Intrusiva Peraluminosa. A) granitóide de grão fino, foliado, rico em biotita (UTM – 209553/7784654); B) granitóide leucocrático, granodífero com rara biotita (UTM – 218973/ 7770567); C e D) feição microscópica do granada-biotita granito, destaque para granada parcialmente alterada para biotita. Em (C) nicóis paralelos e (D) nicóis cruzados (UTM – 218973/ 7770567). Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, gr=granada, K-feld=feldspato potássico

ca, granulação grossa, coloração cinza a branca e, eventualmente apresenta autólitos biotíticos (Figuras 5.23B e 5.23C). Os fenocristais são de feldspato potássico perfitico e apresentam até 10 centímetros de comprimento. Os fenocristais e os autólitos biotíticos podem estar orientados segundo fluxo ígneo (gerando tanto feições de desvio de trajetória em torno de cristais maiores), assim como podem apresentar tramas isotrópicas (Figura 5.25B). Localmente esta fácies desenvolve foliação de borda (Figura 5.25A).

Na segunda forma o biotita granito ocorre com granulação fina a média (Figura 30C), podendo apresentar textura porfírica. Neste caso os fenocristais, também de feldspato potássico perfitico, não ultrapassam dois centímetros. Estas fácies não são ditinuíveis no mapeamento em escala 1:100.000.

Ambos os granitóides apresentam matriz composta por feldspato alcalino, quartzo, plagioclásio e quantidades variadas de biotita e, raramente, anfibólio (Figura 5.26). A mineralogia acessória é dada por minerais opacos, zircão, titanita, allanita, grana-da, magnetita e pirita. A composição da matriz é gra-

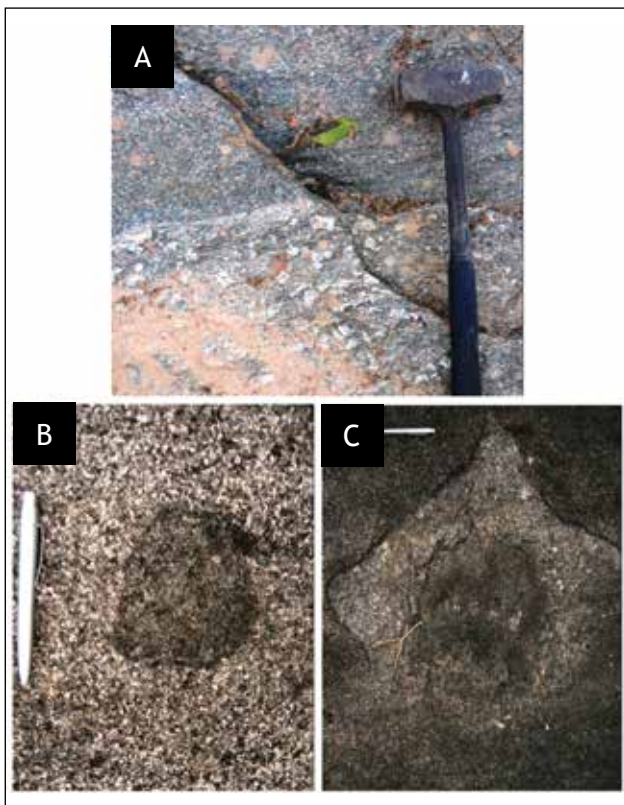


Figura 5.24 - feições do biotita granito da Suíte Intrusiva Aimorés. A) contato entre a fácies de grão grosso com a fácies de granulação fina a média (UTM – 191191/7768272); B e C) interação química entre os diferentes magmas que compõem a Intrusão de Lajinha. Em (B) migling e em (C) mixing (UTM – 228478/7763899)

nodiorítica, porém a relação matriz/fenocristais dá à rocha composição granítica a granodiorítica.

A subunidade diorítica da Suíte Intrusiva Aimorés (εay5ld) restringe-se a um único afloramento na Folha Manhumirim. A rocha encontra-se parcialmente intemperizada, apresenta granulação muito fina e coloração escura (Figura 5.27A). A textura é predominantemente maciça, mas localmente a rocha desenvolve foliação de borda (Figura 5.28A). O

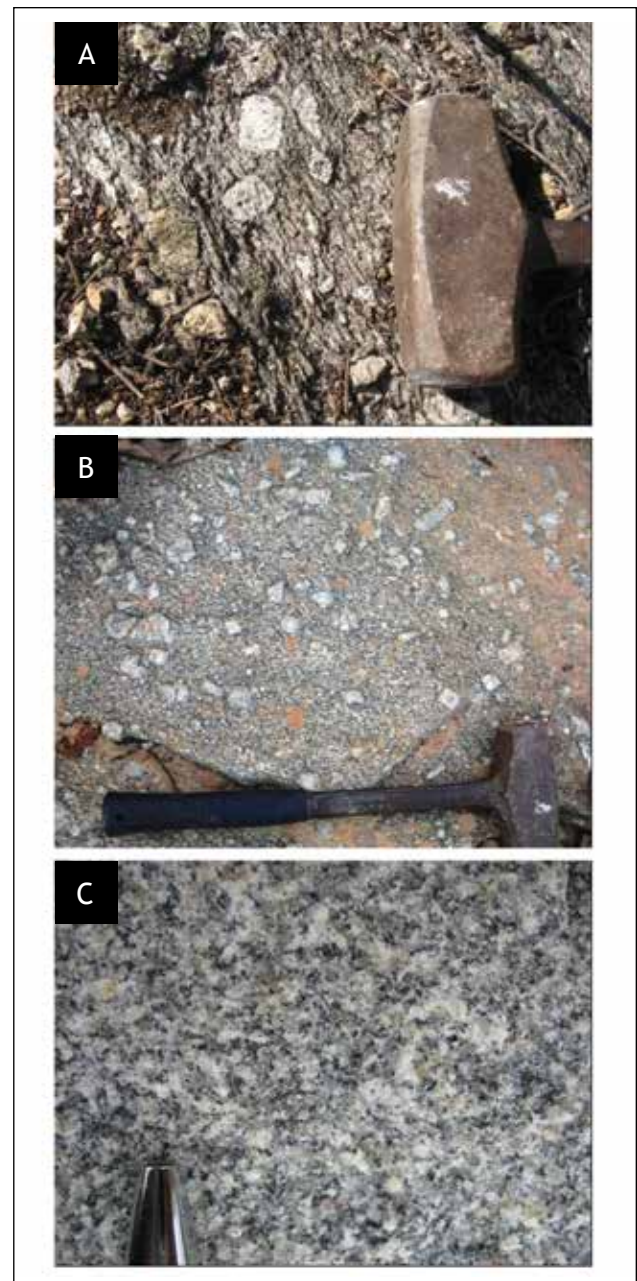


Figura 5.25 - feições do biotita granito da Suíte Intrusiva Aimorés. A) foliação de borda na fácies de grão grosso (UTM – 191373/7766763); B) trama isotrópica, sem orientação, também na fácies de grão grosso (UTM – 191191/7768272); C) aspecto isotrópico geral da fácies de granulação fina a média (UTM – 223078/7745971)

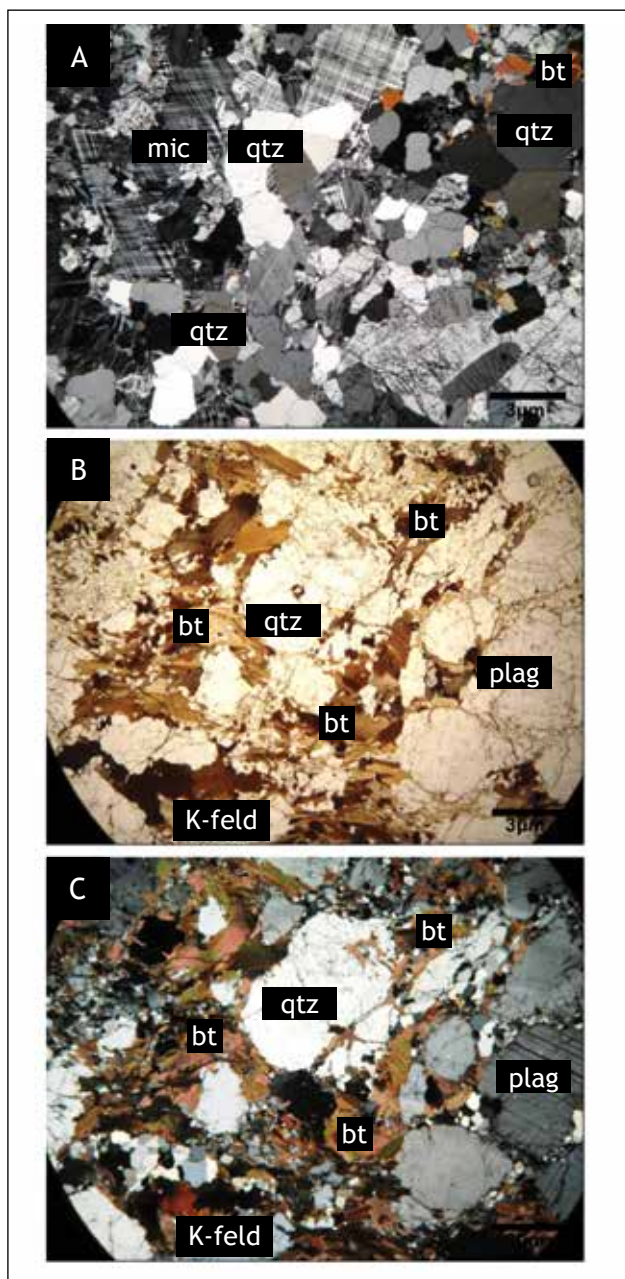


Figura 5.26 - feições microscópicas do biotita granito da suíte Intrusiva Aimorés. A) porção leucocrática, pobre em biotita (UTM – 191191/7768272); B e C) feição característica, isotrópica, sem trama orientada. Em (A) e (C) nicóis cruzados e (B) nicóis paralelos (UTM – 223078/7745971). Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, plag=plagioclásio, mic=microclina, K-feld=feldspato potássico

diorito é composto por plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, biotita e hornblenda. O mineral máfico predominante é a biotita, a ocorrência de hornblenda é pontual. O plagioclásio apresenta elevada saussuritização (com a formação de sericita, carbonato e epidoto) e comumente ocorre como fenocristais anédricos (Figura 5.28B). A mineralogia acessória é dada por apatita, minerais opacos, zircão, titanita e granada.

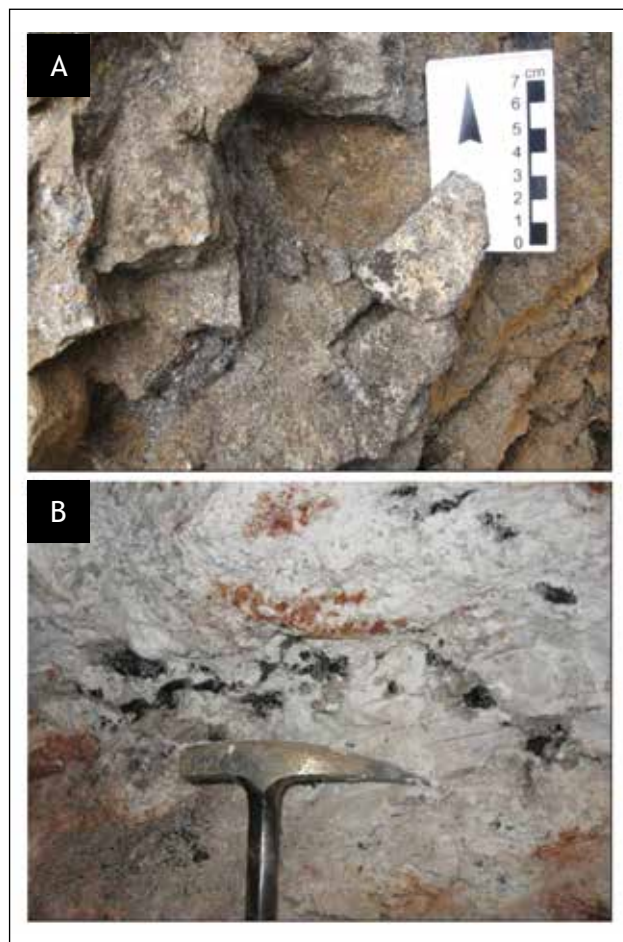


Figura 5.27 - A) subunidade diorítica da Suíte Intrusiva Aimorés, feição macroscópica maciça e isotrópica (UTM – 226267/7760812); B) pegmatito da Suíte Intrusiva Aimorés com turmalina, já em adiantado processo de intemperismo (UTM – 218547/7757388)

Foram cadastrados dois pontos de ocorrência de pegmatito no interior da Intrusão de Lajinha, ambos com dimensões pouco expressivas. A intensa alteração da rocha e o espesso manto intemperico dificultaram observações geológicas mais detalhadas. São compostos essencialmente por quartzo, feldspato (caulinítico), turmalina, berilo e biotita (Figura 5.27B).

5.1.9 - Depósitos Aluvionares (N4a)

Os depósitos aluvionares são pouco expressivos, ocorrem pontualmente às margens do Rio Manhuaçu e do Ribeirão Pouso Alegre. São compostos essencialmente por areia fina a média e argila, com seixos em menor quantidade. Outros depósitos fanerozóicos, como sedimentos elúvio-colúviais, ocorrem em meia encosta de morros e planícies.

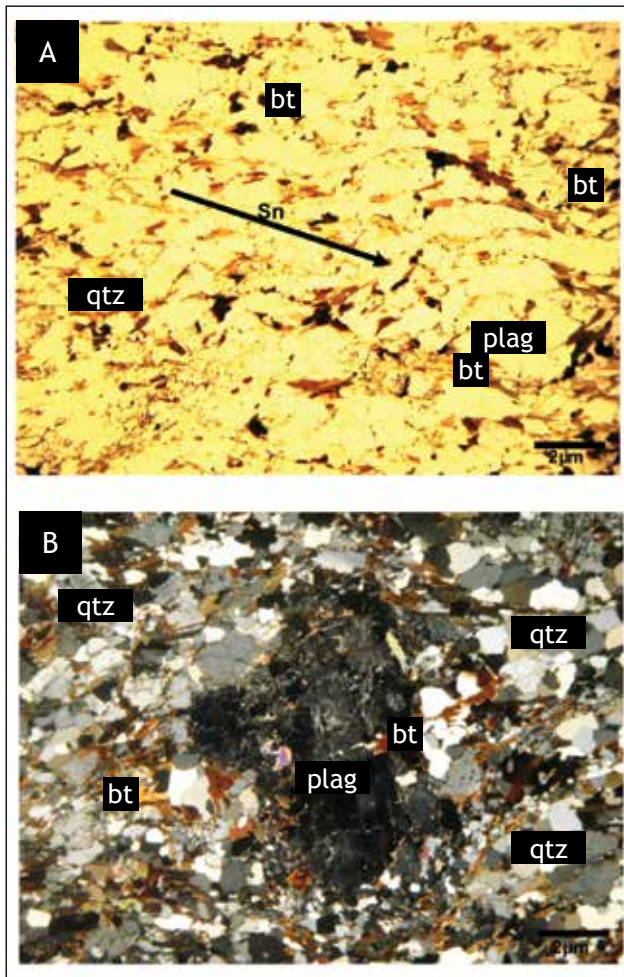


Figura 5.28 - feições microscópicas da subunidade diorítica da Suíte Intrusiva Aimorés. A) desenvolvimento de foliação de borda (Sn - nicóis paralelos); B) fenocristal de plagioclásio anédrico (nicóis cruzados; UTM – 226267/7760812). Siglas: qtz=quartzo, bt=biotita, plag=plagioclásio, Sn=foliação

Na região da Serra do Caparaó ocorrem depósitos de maior energia, formados por clastos e matações polimíticos com arredondamento e esfericidade boa a moderada envolvidos por matriz areno-siltosa mal selecionada (Figura 5.29).

5.2 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

A análise das estruturas identificadas implica na atuação de duas etapas deformacionais: a deformação D1, principal, e a deformação D2, tardia.

Em escala regional, a deformação principal (D1) representa a etapa de maior encurtamento crustal, responsável pela compartimentação tectônica da faixa orogênica (Heilbron *et al.* 2003; Alkmim *et al.* 2006; Noce *et al.* 2007). Durante D1 os litotipos do embasamento e da cobertura metassedimentar foram conformados em escamas tectonicamente interdigitadas, orientadas predominantemente na direção NNE-SSW. Esta interdigitação pode ser ve-



Figura 5.29 - depósito aluvionar próximo à Serra do Caparaó às margens do Córrego Malacacheta (UTM – 220644/7738243)

rificada tanto em afloramento como na escala de mapa. Os litotipos granitóides, anfibolito e rocha metaultramáfica mostram tendência a moldar corpos de forma amendoada, também alongados segundo NNE. A idade da deformação principal está bem balizada pelas determinações geocronológicas que posicionam o pico metamórfico-deformacional brasileiro em torno de 580-560 Ma (Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2007).

A segunda fase deformacional (D2) se manifesta em continuidade ao encurtamento crustal D1, 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 Manhauçu; 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 distensivas (fraturas) são relacionadas essencialmente à fase de colapso orogênico, datada em torno de 520-490 Ma (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000). Relacionado a esta etapa se tem a intrusão dos granitóides da Suíte Aimorés, gerados pela fusão crustal e mantélica produzida durante o colapso.

A Folha Manhumirim exhibe três domínios estruturais: *i)* a Serra do Caparaó; *ii)* a Intrusão de Lajinha; *iii)* e o restante da área (Figura 5.30).

A Intrusão de Lajinha, assim como os demais corpos da Suíte Aimorés, destacam-se no relevo por truncar a estruturação brasileira. Afloram sem orientação preferencial, livres da deformação regional. Vale ressaltar que na escala 1:100.000 a intrusão de Lajinha é o único corpo da Suíte Aimorés que realça em imagem de relevo.

Segue abaixo a caracterização, descrição e interpretação do acervo estrutural da Folha Manhumirim.

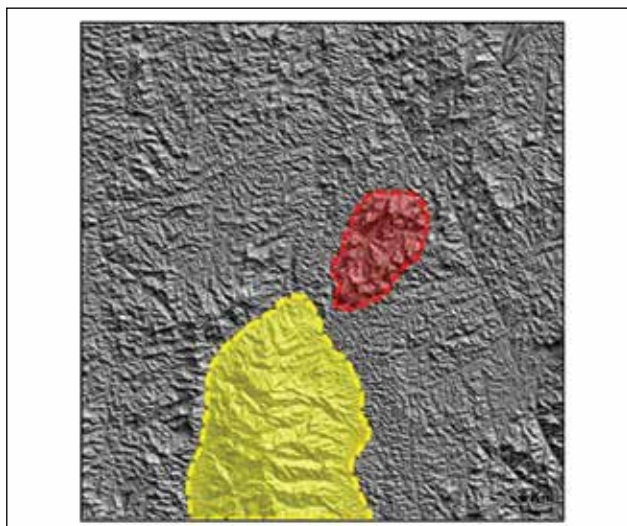


Figura 5.30 - Imagem de relevo sombreado da Folha Manhumirim, destacadas em amarelo a região da Serra do Caparaó e em vermelho a Intrusão de Lajinha

5.2.1 - Deformação D1

A fase de deformação principal (D1) foi responsável pela geração da foliação (Sn), lineação mineral e de estiramento (*downdip* a oblíqua contida em Sn), pelo dobramento e arqueamento de Sn e pela interdigitação e imbricamento tectônico das unidades geológicas. A deformação D1 evoluiu sincronicamente ao metamorfismo progressivo regional, ambos desenvolvidos durante a Orogênese Brasileira.

A deformação principal atuou de forma heterogênea na Folha Manhumirim. A estrutura impressa na rocha depende de duas variáveis: *i*) da sua competência reológica; *ii*) da intensidade deformacional sofrida pela rocha em determinado ponto (por exemplo, a Suíte Galiléia exibe tanto porções ultramiloníticas, quanto porções comple-

tamente indeformadas, com estruturas ígneas preservadas – Figura 5.13).

A foliação Sn é a principal estrutura da área, ocorre paralela ao bandamento (no caso das rochas com trama gnáissica) e contém a lineação mineral e de estiramento. Apesar de Sn estar representada de forma distinta nas diferentes unidades (Figuras 5.32 e 5.33), sua atitude apresenta grande regularidade nos diversos litotipos (direção predominante NE; mergulhos médios a altos, com valores modais entre 45° e 60°; Tabela 5.1, Figuras 5.31, 5.32 e 5.33).

As Figuras 5.32 e 5.33 apresentam estereogramas individualizando as medidas da foliação Sn para cada unidade. A Suíte Galiléia (tanto granitos foliados quanto gnaisses) e o Grupo Andrelândia apresentam extrema similaridade tanto na distribuição do diagrama de pólos (Figuras 5.32B, 5.32D e 5.33D) quanto na atitude média calculada para a foliação (Tabela 5.1). O Complexo Juiz de Fora apresenta maior variabilidade, com porções onde o mergulho é mais acentuado (Figura 5.33B), porém na média geral se assemelha às unidades acima citadas.

Nos granitóides neoproterozóicos a foliação desenvolve-se de maneira irregular. Alternam-se faixas com foliação penetrativa, e outras onde estruturas e texturas ígneas estão bem preservadas. Vale ressaltar que para essas unidades granitóides (Suíte Intrusiva Peraluminosa e Suíte Leopoldina), assim como para os anfibolitos e rocha metalultramáfica o baixo número de medidas de foliação obtido impossibilitou um tratamento estatístico satisfatório dos dados

Próximo a contatos tectônicos os litotipos comumente adquirem textura milonítica a ultramilonítica, com tendência à verticalização de suas estru-



Figura 5.31 - A) Diagrama de contorno de pólos para todas as medidas de foliação (384 medidas); B) diagrama de pólos para as medidas de lineação geradas durante a deformação D1 (32 medidas – densidade máxima 104/52)

turas. O processo de milonitização desenvolveu-se tanto durante a fase deformacional D1 quanto em D2, ou seja, relacionada tanto ao empacotamento das unidades em escamas tectônicas, quanto às zonas de cisalhamento transcorrentes tardias. As feições miloníticas desenvolvidas são porfiroclastos ocelares (a composição varia de acordo com a unidade, vide item 5.1) com sombra de pressão (em geral preenchida por quartzo, feldspato e biotita) e calda de recristalização (somente em porfiroclastos de feldspatos e quartzo). Comumente os cristais de feldspato e quartzo apresentam evidências do desenvolvimento de subgrãos, recristalização dinâmica e extinção ondulante. O quartzo ocorre ainda em fitas (ribons), estiradas segundo a foliação principal. Localmente, cristais de plagioclásio exibem geminação recurvada e/ou interrompida.

Nos litotipos do Complexo Juiz de Fora, Suíte Galiléia e Grupo Andrelândia nota-se o desenvol-

vimento de uma lineação mineral e de estiramento (cristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio estirados) associado à foliação principal. Tem-se pouca variação na obliquidade da lineação em relação à foliação (Figura 5.30). A grosso modo, há predomínio de medidas indicando lineação downdip (relacionadas à D1). Os indicadores cinemáticos observados no Complexo Juiz de Fora, Suíte Galiléia e Grupo Andrelândia foram analisados sempre quando associados à lineação mineral e de estiramento. A partir desta análise conclui-se que a movimentação relacionada à fase de deformação D1 se deu por cavalgamento de SE para NW. As dobras originadas na fase deformacional principal são observadas principalmente nos litotipos do Complexo Juiz de Fora e da Suíte Galiléia, subordinadamente no Grupo Andrelândia. São dobras métricas a decimétricas, apertadas a isoclinais. Geralmente ocorrem assimétricas, indicando movimentação sinistral (Figuras 5.34A e 5.34B). Apresentam eixo

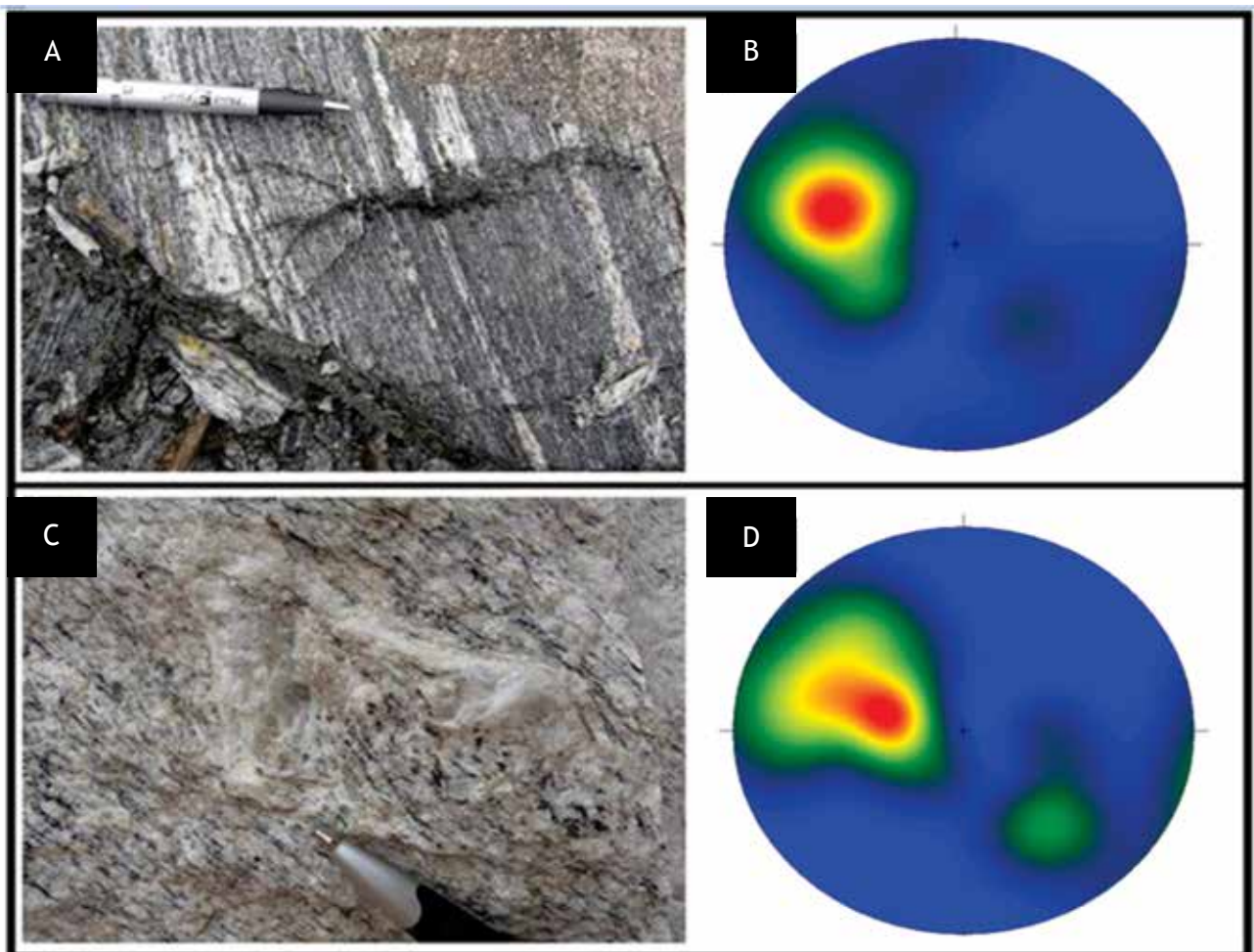


Figura 5.32 - A) aspecto da foliação no gnaiss da Suíte Galiléia (UTM – 217749/ 7747279); B) diagrama de contorno de pólos para a foliação dos gnaisses da Suíte Galiléia (67 pólos – densidade máxima 106/58); C) aspecto da foliação no granitóide da Suíte Galiléia (218908/7770385); D) diagrama de contorno de pólos para a foliação dos granitóides da Suíte Galiléia (33 pólos – densidade máxima 105/30)

com orientação N-S e mergulhos variados para um ou outro quadrante. As raras dobras que apresentam geometria simétrica são abertas e de grandes dimensões (Figura 5.34 C).

5.2.2 - Deformação D2

A deformação D2, tardia, tem pouca expressão na Folha Manhumirim. Ela se restringe a falhamentos dúcteis locais, que pontualmente chegam a transpor a foliação gerada por D1. O desenvolvimento de D2 se deu após o auge do metamorfismo progressivo regional.

As falhas geradas em D2 são de caráter transpressional, com rake foliação/lineação de alta obliquidade. Apresentam mergulho alto e direção variando de NNE a NNW (sendo a primeira dominante – Figura 5.35). Os indicadores cinemáticos (estruturas SC, cristais de quartzo, plagioclásio e feldspato potássico sigmoidais) mostram uma alternância entre movimentação destal e sinistral (Figura 5.35), sem predominância de um termo ou outro.

Em um único afloramento de granitóide da Suíte Galiléia (UTM 228945 / 7753870) foram observadas *tension gashes* indicando movimentação

Tabela 5.1 - Média das atitudes para medidas de foliação (medida Clar) para todas as unidades, e média das atitudes para medidas de foliação para cada unidade. Cálculo realizado pelo programa Stereowin.

UNIDADE	AZIMUTE	MERGULHO
GERAL	138	57
COMPLEXO JUIZ DE FORA	140	57
GRUPO ANDRELÂNDIA	139	57
SUÍTE GALILÉIA - GNAISSES	144	55
SUÍTE GALILÉIA - GRANITOS	141	52
SUÍTE LEOPOLDINA	122	53
SUÍTE INTRUSIVA PERALUMINOSA	106	55

destal (Figura 5.36). Estas são as únicas estruturas representantes do acervo dúctil-rúptil e foram relacionadas à deformação D2.

Quanto ao domínio rúptil, todas as unidades apresentam fraturas relacionadas a alívio. Ocorrem em diversas direções, comumente preenchidas por veios de composição variada (ora quartzosa, ora um biotita granitóide isotrópico de grão fino, ou ainda um granitóide leucocrático também de grão fino).

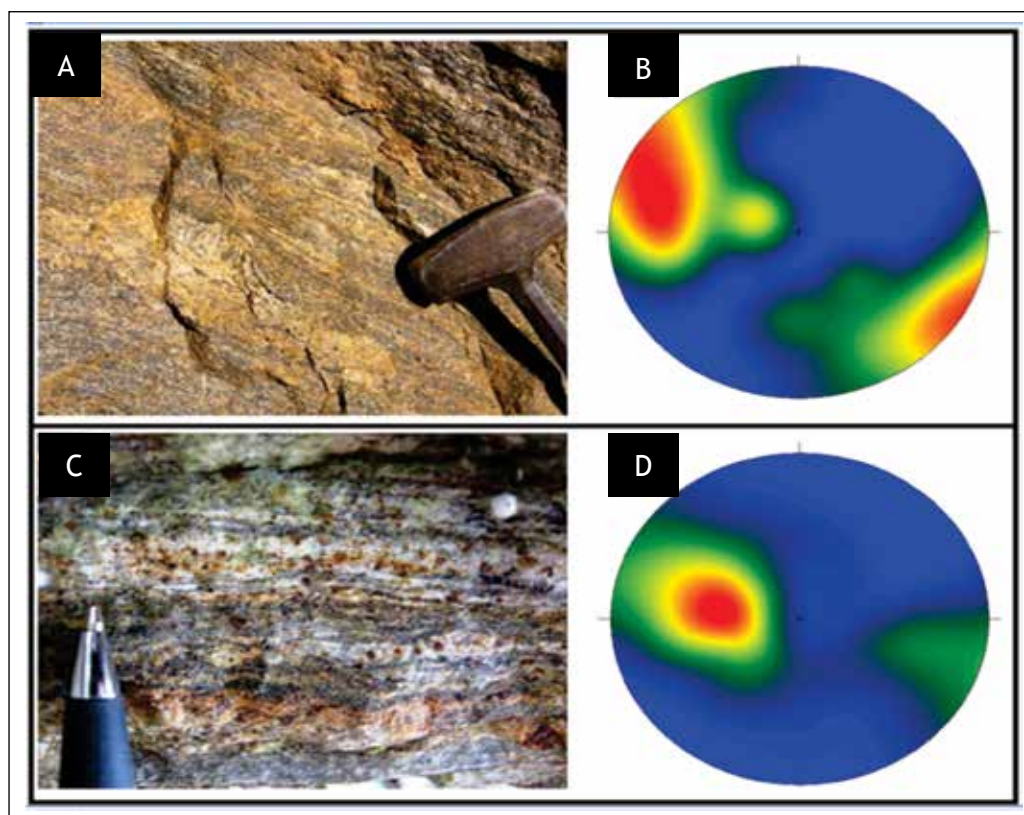


Figura 5.33 - A) aspecto da foliação no ortognaisse da Suíte Caparaó (UTM – 188157/7733561); B) diagrama contorno de pólos para a foliação dos ortognaises da Suíte Caparaó (32 medidas – densidade máxima 111/79); C) aspecto da foliação do paragnaisse do Grupo Andrelândia (UTM – 217412/ 7744644); D) diagrama contorno de pólos para a foliação dos paragnaises do Grupo Andrelândia (139 medidas – densidade máxima 93/46)

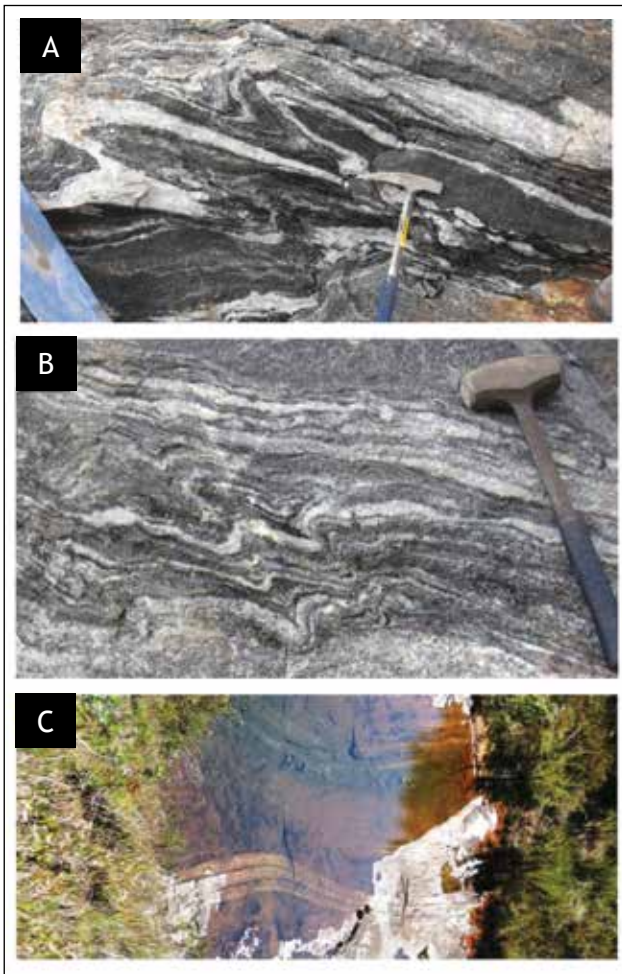


Figura 5.34 - A e B) Dobras assimétricas denotando movimentação sinistral no gnaise da Suíte Galiléia (UTM - 213066/7780927); C) dobra simétrica aberta no ortognaisse da Suíte Caparaó (UTM - 204957/7740177)

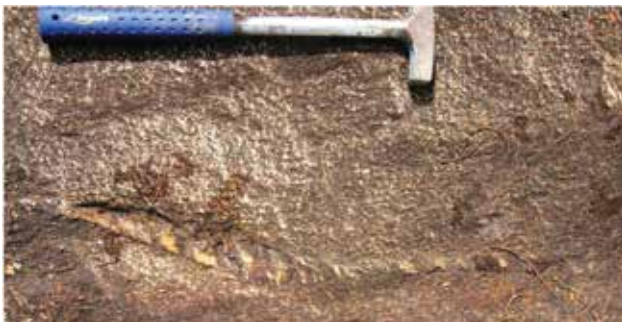


Figura 5.36 - Tension gashes indicando movimentação dextra no granitóide da Suíte Galiléia (UTM - 228945/7753870)

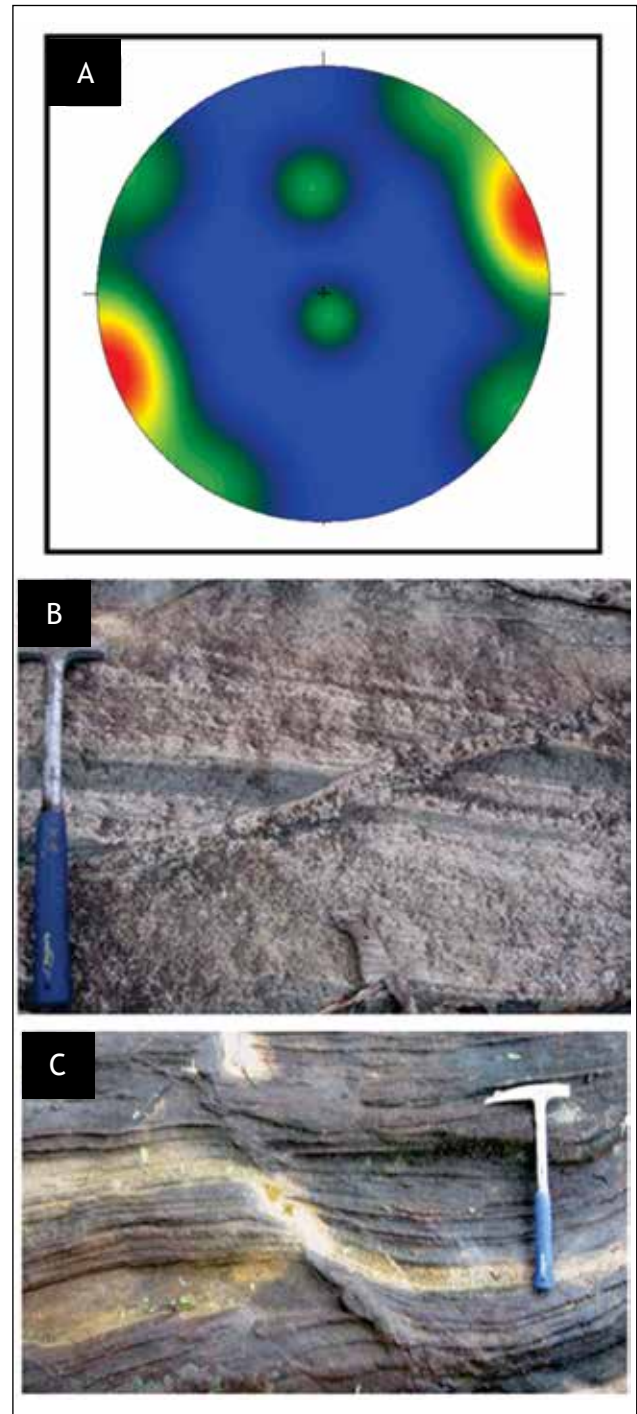


Figura 5.35 - A) Diagrama de contorno de pólos para medidas de zonas de cisalhamento; B) cisalhamento sinistral no ortognaisse da Suíte Caparaó (UTM - 213632/7748544); C) cisalhamento dextra no ortognaisse da Suíte Caparaó (UTM - 215854/7730859)

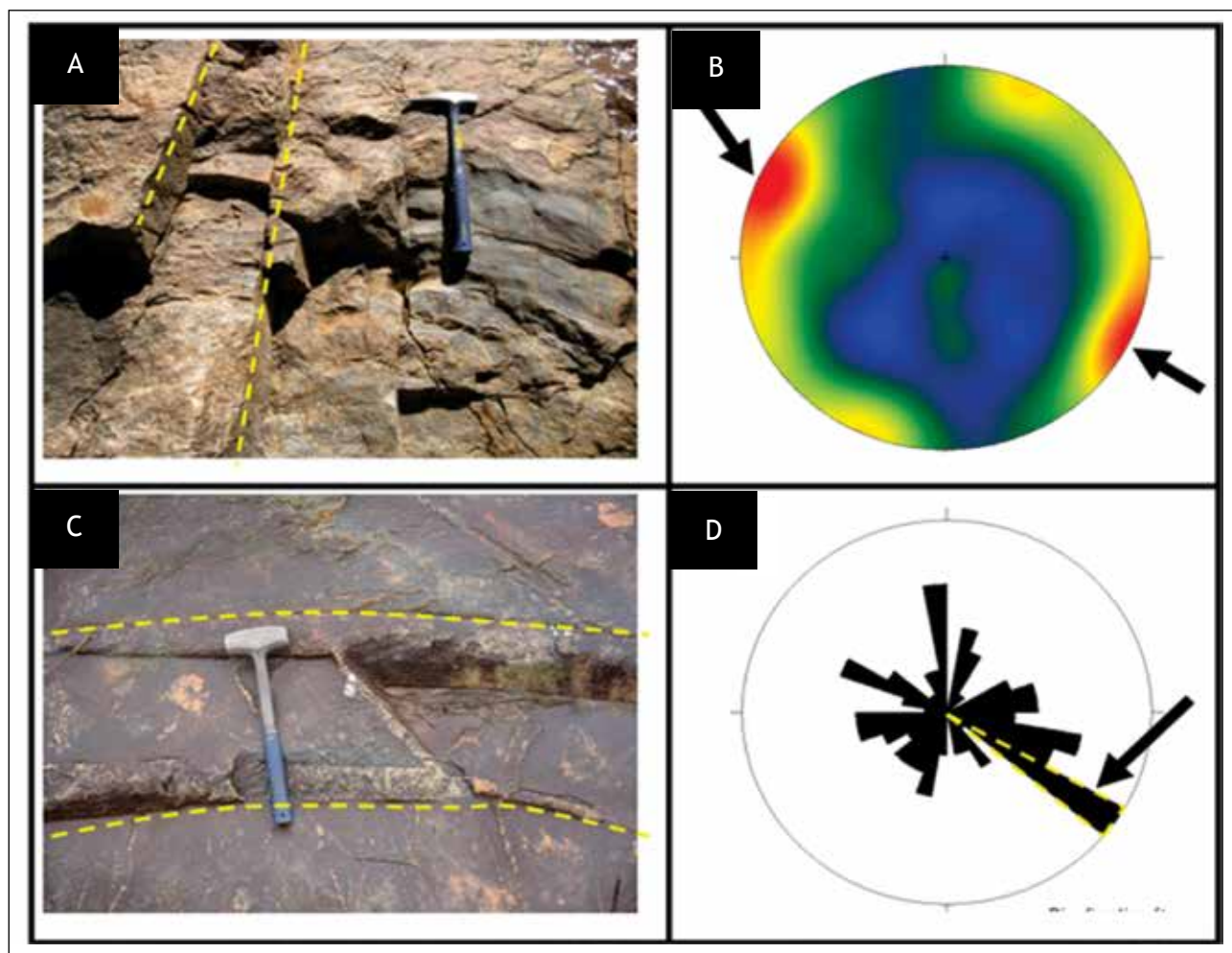


Figura 5.37 - A) Fraturas bem definidas em afloramento do biotita migmatito da Suíte Galiléia (UTM – 224583/ 7733032); B) diagrama de contorno de pólos para todas medidas de fraturas; C) fraturas bem definidas em afloramento do paragneisse do Grupo Andrelândia (UTM – 237430/ 7734097) ; D) Diagrama roseta para todas medidas de fraturas, destaque para família mais freqüente em ambos os diagramas, assim como nas figuras

Uma família de fraturas ocorre com maior frequência; sua direção varia entre NE e ENE com mergulhos elevados para SE (SSE) e NW (NNW) (Figura 5.37).

5.2.3 - Serra do Caparaó

A Serra do Caparaó merece atenção especial. Com grandes dimensões e um resistente caráter reológico (em relação aos demais litotipos da área), ela modela as estruturas ao seu redor (na porção centro-sul da folha Manhumirim).

Em termos litológicos a serra é constituída essencialmente pela Suíte Caparaó, Complexo Juiz de Fora. Em termos estruturais ela configura uma mega lasca tectônica que molda um antiformal de proporções quilométricas cuja zona de charneira é marcada por intensa migmatização.

A Serra é circundada por zonas de cisalhamento reversas de alto ângulo. A grosso modo o empurrão se dá de leste para oeste, com componente transcorrente de sul para norte. Ou seja, na

porção leste da Serra do Caparaó a falha inversa apresenta componente transcorrente dextral, enquanto que na porção oeste o componente transcorrente é sinistral (vide mapa geológico).

O bandamento do ortogneisse encontra-se predominantemente verticalizado, com deflexões pontuais de mergulho baixo a médio. Encontra-se repleto de dobras, tanto abertas quanto fechadas, decimétricas a decamétricas (Figura 5.34C). O flanco oeste esta invertido, exibindo dobras parasíticas em “Z” e zonas de cisalhamento reversas invertidas (Figura 5.38).

5.3 - GEOQUÍMICA

As análises químicas disponíveis para as unidades geológicas da Folha Manhumirim estão apresentadas na Tabela 5.2 . Foram realizadas dezenove análises, sendo doze da Suíte Galiléia (seis de granitóides, quatro de migmatitos e duas de gnaisses),

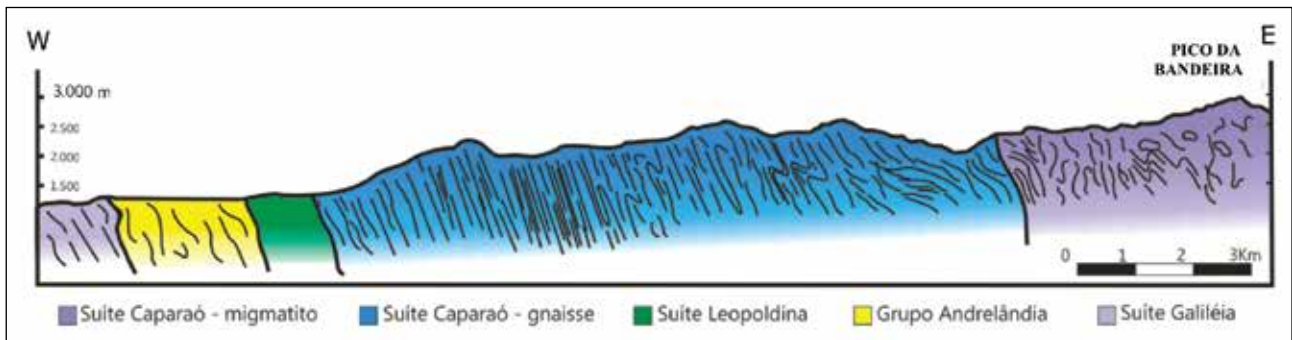


Figura 5.38 - Perfil geológico da região da Serra do Caparaó

quatro da Suíte Caparaó (duas de gnaiss e duas de migmatitos), duas de anfibolito e uma do granitóide charnockítico da Suíte Leopoldina. Neste capítulo ainda são apresentados estudos realizados a partir de dados compilados de trabalhos da região de Lajinha para a Suíte Aimorés (compilados de Horn, 1998).

A composição química dos gnaiss e migmatitos da Suíte Caparaó (Complexo Juiz de Fora) varia de monzodiorítica a gabrodiorítica (Figura 5.39). A curva descrita no diagrama de elementos terras raras por ambos os litotipos (gnaiss e migmatitos) é muito semelhante.

Mostra acentuado empobrecimento em terras raras pesadas e ausência de anomalias de Eu (Figura 5.41A). No diagrama AFM os gnaiss enderbíticos da Suíte Caparaó caem no campo toleítico. Já os migmatitos apresentam composição cálcio-alcálica (Figura 5.40).

Os anfibolitos apresentam composição máfica (gabróica a gabro-diorítica) toleítica (Figura 5.39 e 5.40). No diagrama de elementos terras raras mostra forte empobrecimento em terras raras pesadas e anomalia de Eu ausente a sutilmente negativa (Figura 5.41B).

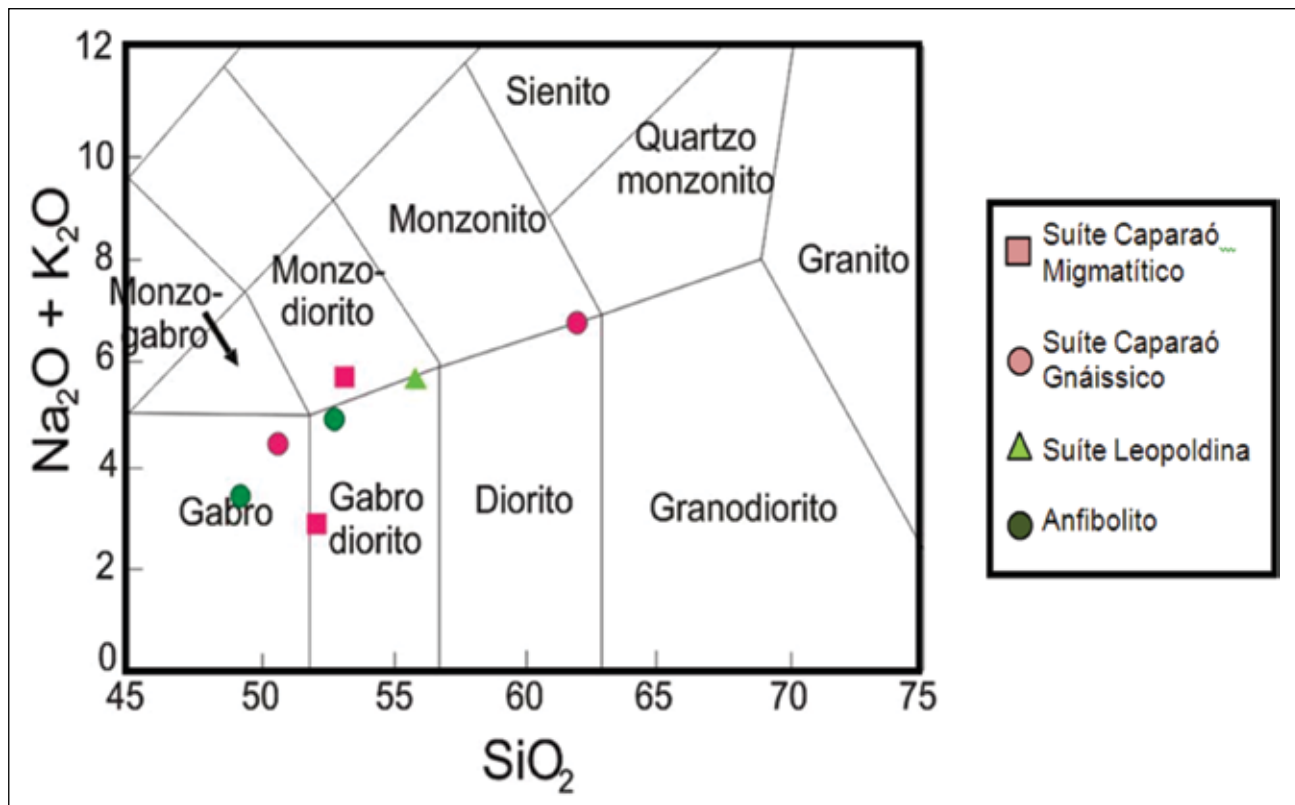


Figura 5.39 - Classificação das amostras no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua et al. (2000)

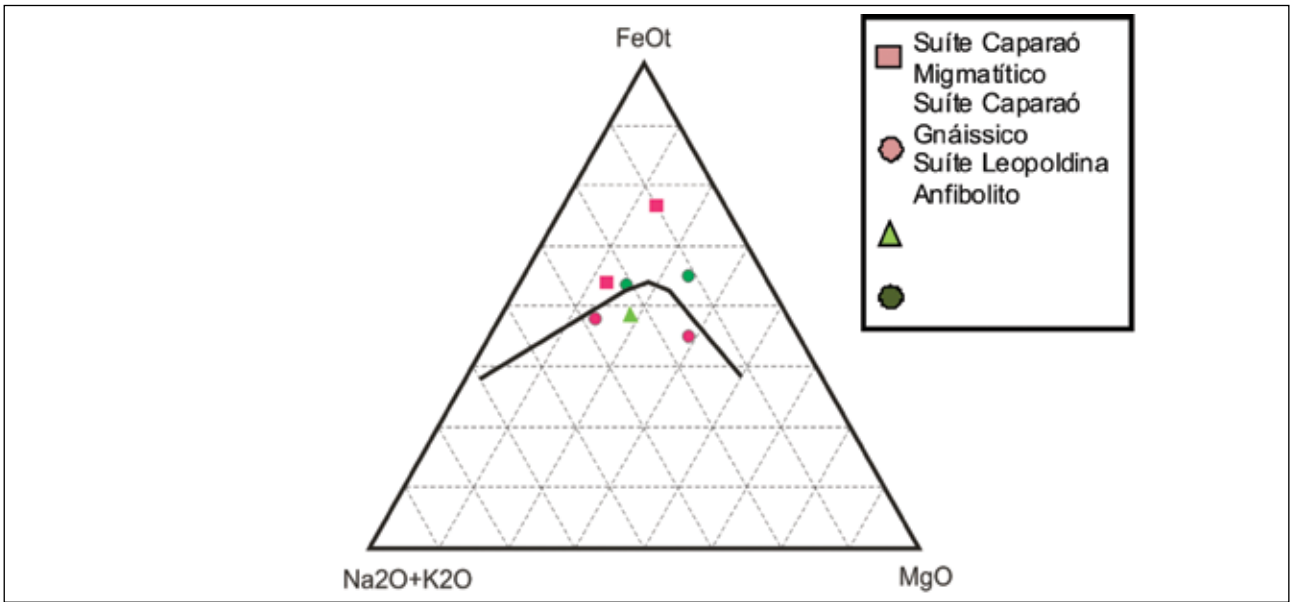


Figura 5.40 - Classificação das amostras no diagrama AFM de Jensen (1976)

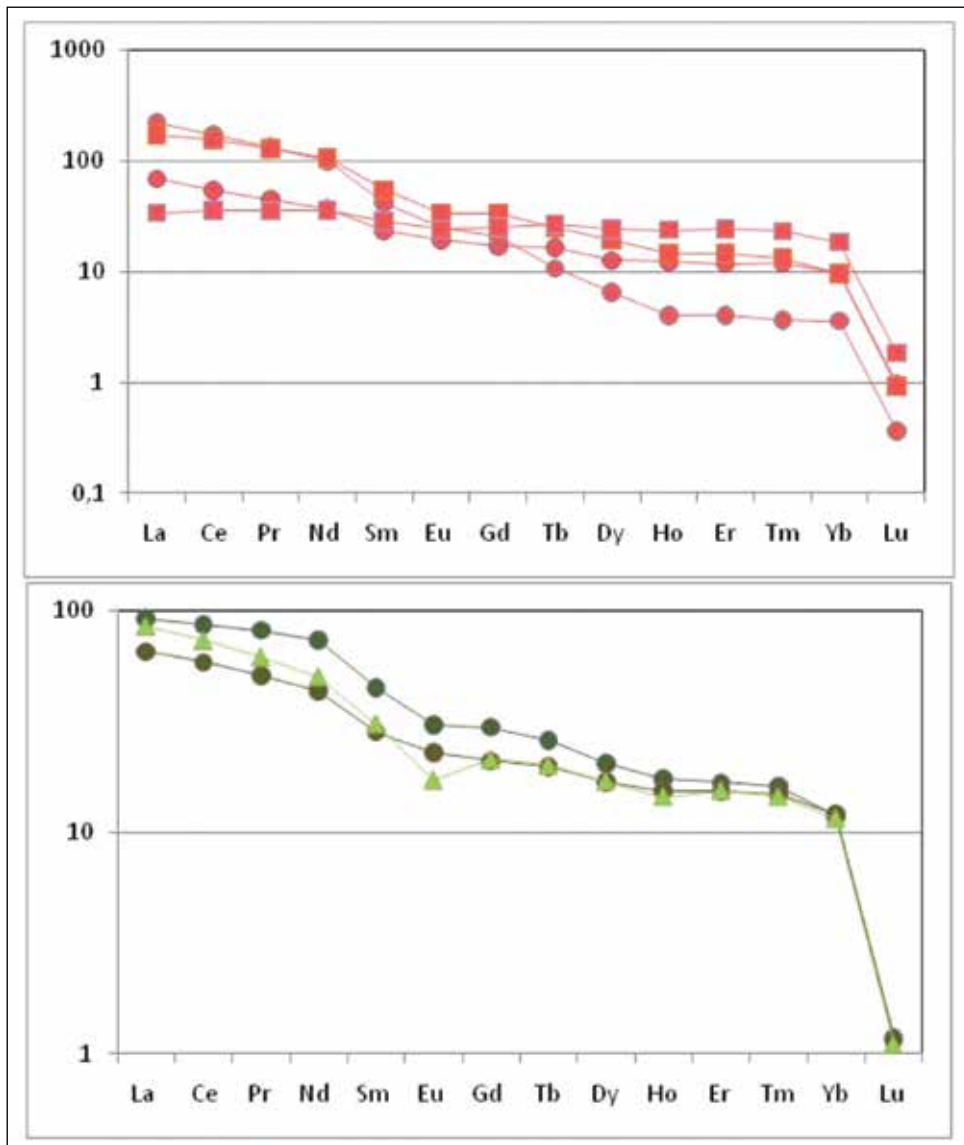


Figura 5.41 - padrões de elementos terras raras normalizados para condrito (Taylor & McLennan, 1985). A) para os litotipos do Complexo Juiz de Fora (símbolos: quadrado para migmatito e círculo para gnaises); B) para a Suíte Leopoldina (triângulo verde claro) e para os Anfibolitos (círculo verde escuro)

A única amostra analisada para os charnokitos da Suíte Leopoldina apresenta composição gabro-diorítica (Figura 44) e cai no campo cálcio-alcálico no diagrama AFM (Figura 45). No diagrama de elementos terras raras mostra acentuado empobrecimento em terras raras pesadas e uma proeminente anomalia negativa de Eu (Figura 46B).

5.3.1 - Suíte Galiléia

Os litotipos da Suíte Galiléia mostram grande variabilidade composicional no diagrama TAS. Os gnaisses tendem a apresentar composições mais básicas, gabrítica e monzodiorítica. Já os granitóides e

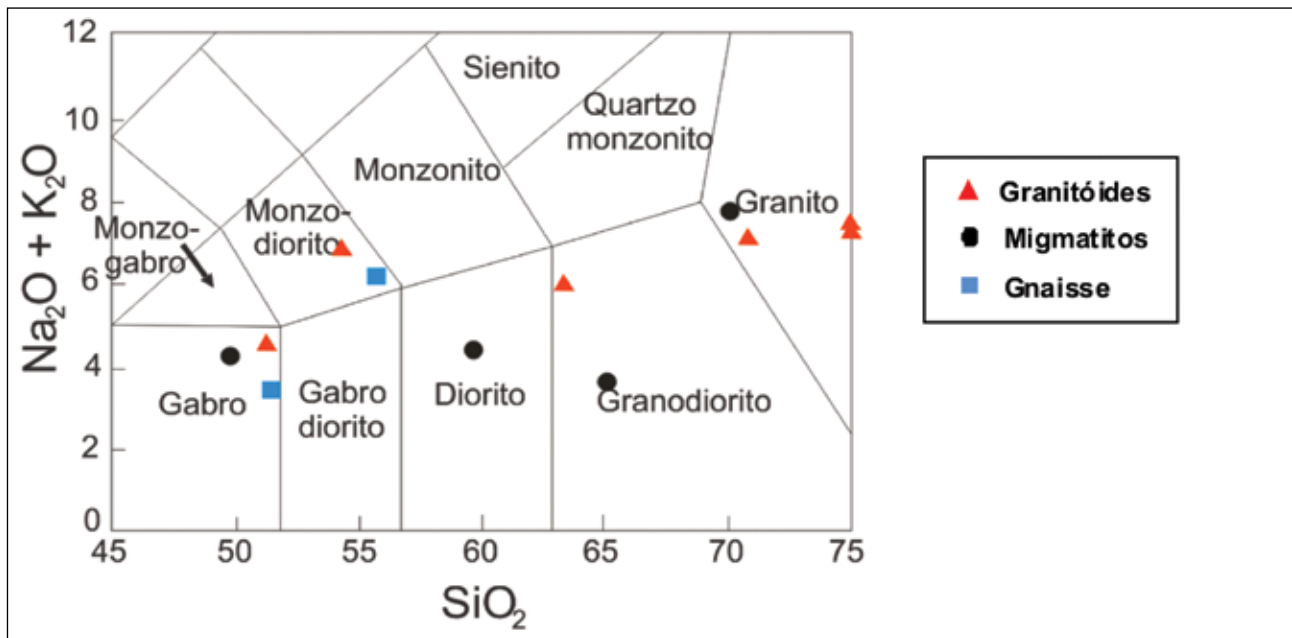


Figura 5.42 - classificação das amostras da Suíte Galiléia no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua et al. (2000)

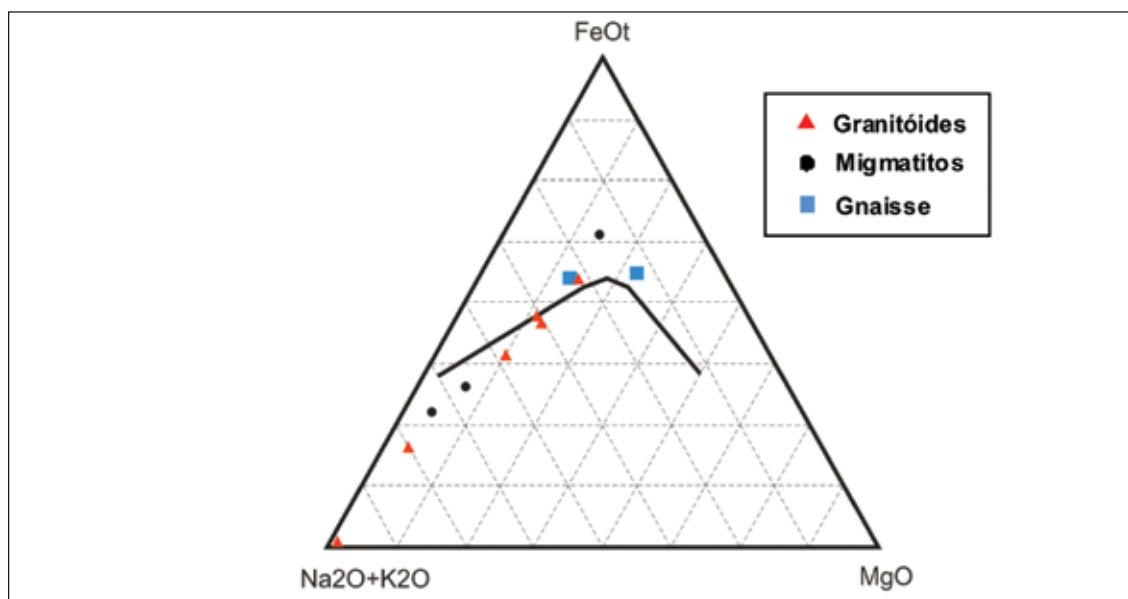


Figura 5.43 - Distribuição dos litotipos da Suíte Galiléia no diagrama AFM de Jensen (1976)

migmatitos exibem uma notável variação, estendendo-se de termos gabróicos a graníticos (Figura 5.42).

A distribuição das amostras da Suíte Galiléia no diagrama AFM mostra que enquanto os gnaisses se restringem a termos toleííticos, os granitóides e migmatitos exibem tendência geoquímica similar a uma suíte cálcio-alcálica expandida (Figura 5.43), com raros termos toleííticos (apenas uma amostra de granitóide e outra de migmatito mostram tendência toleíítica).

No diagrama das séries cálcio-alcálicas as amostras da Suíte Galiléia agrupam-se principalmente nos campos cálcio-alcálico de médio potássio e shoshonítico, à exceção de duas amostras (um granitóide e outro migmatito) que se situam na série cálcio-alcálica de alto potássio (Figura 5.44).

Quanto ao índice de aluminosidade, a maioria das amostras da Suíte Galiléia é metaluminosa, com uma concentração de amostras na zona limítrofe entre meta e peraluminoso. Somente uma amostra de granitóide apresentou composição fortemente peraluminosa (Figura 5.45).

Da avaliação conjunta dos diagramas TAS, AFM, séries cálcio-alcálicas e índice de aluminosidade (Figuras 5.42 a 5.45), à luz dos dados petrográficos e de campo, pode-se tirar as seguintes conclusões e sugestões:

- A Suíte Galiléia representa predominantemente uma série cálcio-alcálica expandida, com termos toleííticos subordinados. É metaluminosa, enriquecida em potássio, com composição gabróica a granítica.

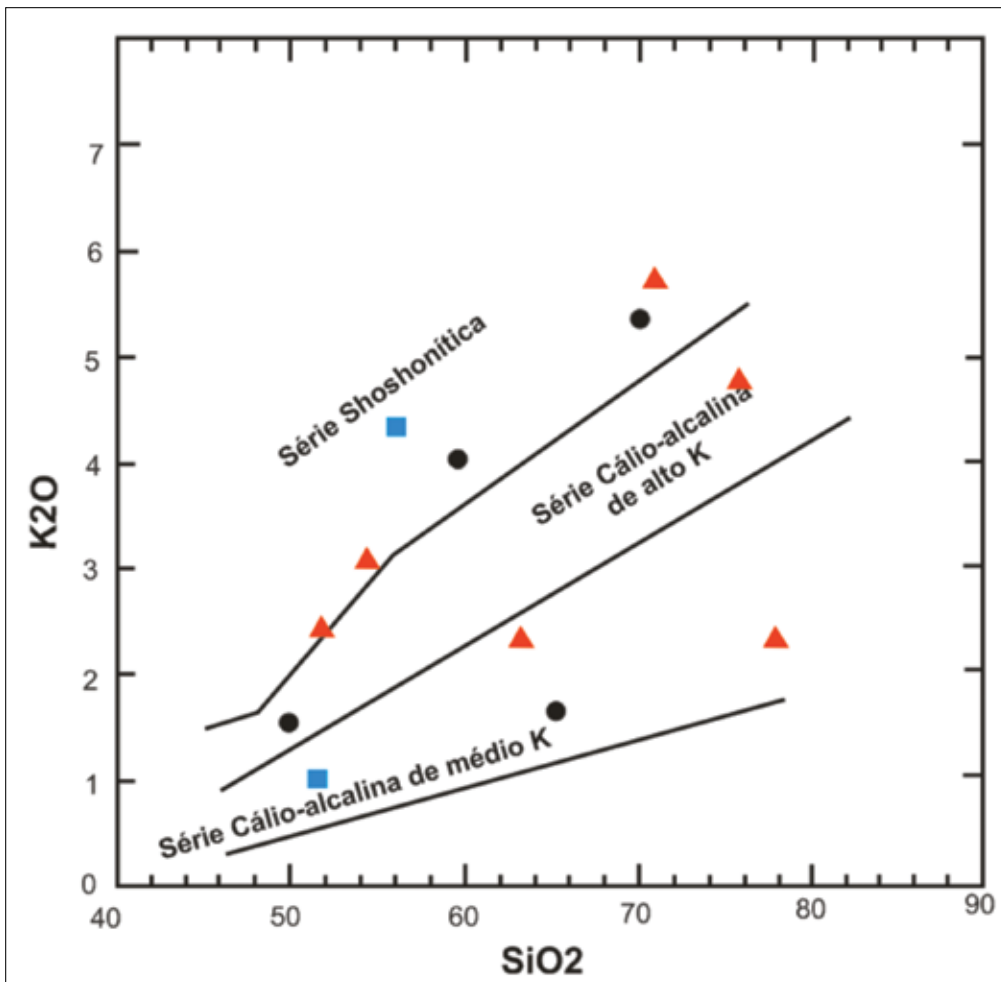


Figura 5.44 - Amostras da Suíte Galiléia (símbolos iguais aos da figura 5.43), plotadas no diagrama de séries cálcio-alcálicas de Rickwood (1989) e Le Maitre et al. (1989)

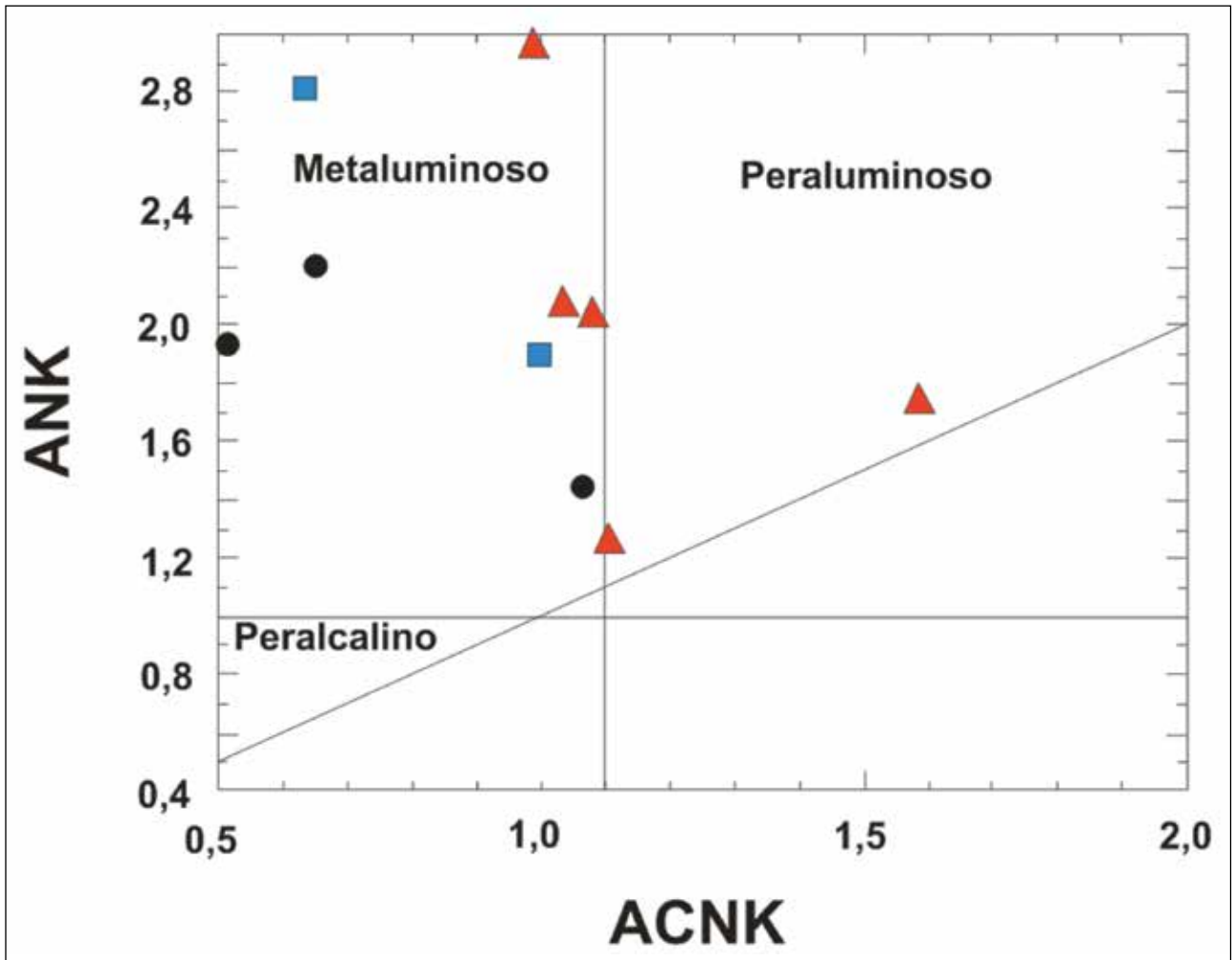


Figura 5.45 - Índice de aluminosidade para as amostras da Suíte Galiléia (Shand 1947). Símbolos iguais aos da figura 5.43

- O enriquecimento em potássio pode ser decorrente de um ou mais fatores, tais como, cristalização fracionada, mistura de magmas envolvendo um componente de magma originado com a participação de rochas ricas em potássio (e.g., paragnaisse biotítico) no processo de fusão parcial e/ou contaminação por rochas encaixantes.
- O baixo índice de aluminosidade, juntamente com a assinatura cálcio-alcálica, denota que a Suíte Galiléia tem gênese relacionada a magmatismo tipo-I, envolvendo componente máfico (Chappel & White 2001). A composição peraluminosa encontrada em uma das amostras pode estar relacionada à contaminação por

encaixante rica em alumínio (e.g., paragnaisse) ou ainda a metassomatismo intramagmático na fase tardia de cristalização.

Nos diagramas de Harker (Figuras 5.46 e 5.47) tem-se que as boas correlações negativas de Fe, Ca, P, Mg, Ti, Sr e V, em relação à sílica evidenciam que os litotipos da Suíte Galiléia derivam da mesma fonte, e sofreram diferenciação por cristalização fracionada (Al, Na, Ni, Y, Ba e Sr também apresentam correlações negativas, porém não tão marcantes quantos as primeiras). Tanto o potássio quanto o sódio não desenvolvem nenhum padrão bem estabelecido, mas nota-se uma sutil correlação positiva para o potássio.

O diagrama de variação multi-elementar (“arahnograma”) mostra que as rochas da Suíte Galiléia

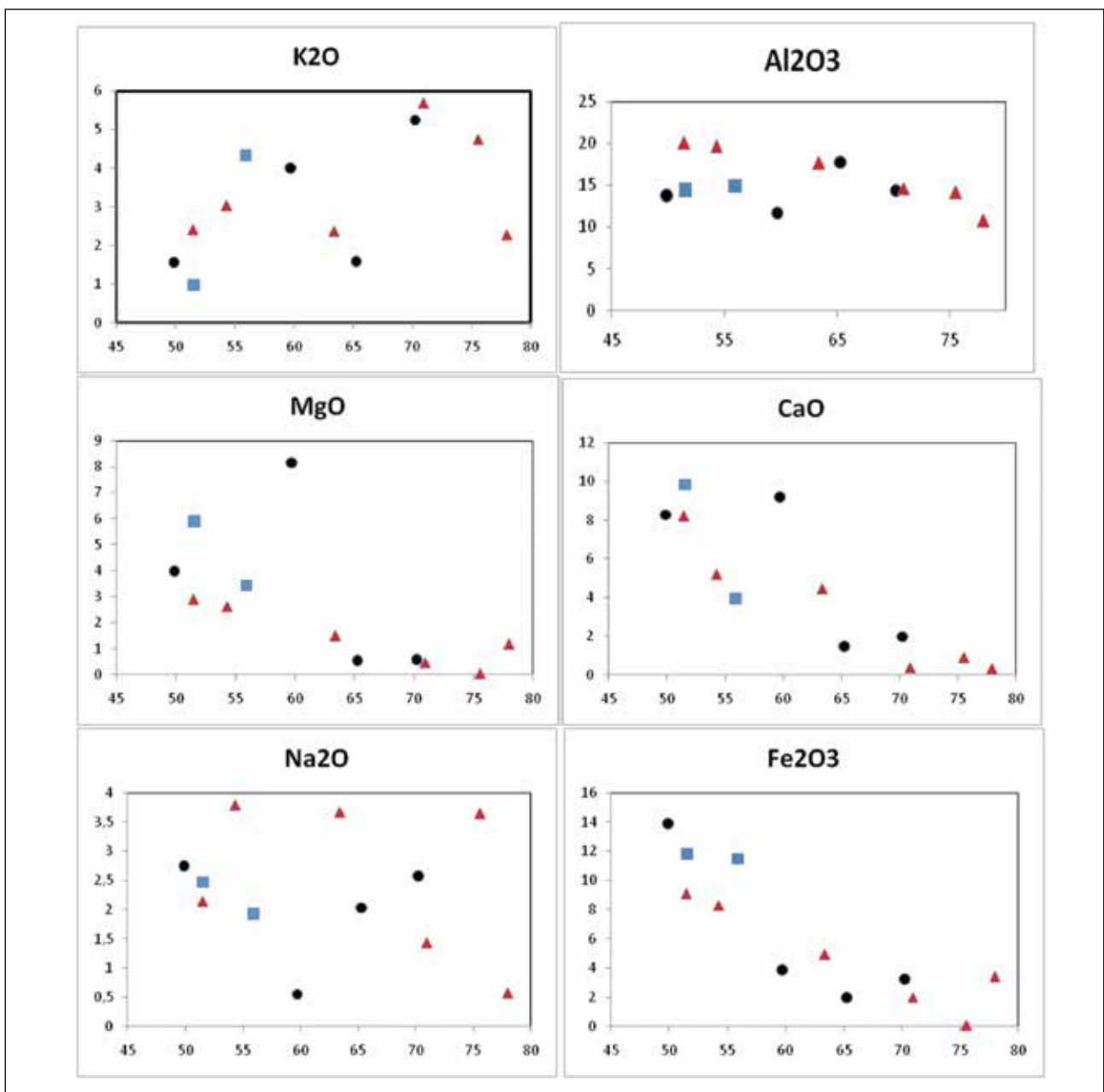


Figura 5.46 - Diagramas de variação tipo Harker para as rochas da Suíte Galiléia (elementos maiores - símbolos iguais aos da figura 5.43)

apresentam um sutil enriquecimento em elementos litófilos de grande raio iônico (LILE, Figura 5.48). As curvas seguem um padrão semelhante para os três litotipos. No “aranhograma” notam-se fortes anomalias negativas de P, K, e Ti, além de anomalias negativas mais suaves de Sr e Rb (Figura 5.48). Nd e Ta apresentam sutis anomalias, ora positivas, ora negativas. A anomalia negativa de Ti pode significar contaminação do magma mantélico original por componentes crustais, ou ainda um processo eficiente de fracionamento da hornblenda (Martin *et al.*, 1997). A anomalia negativa de P pode refletir o fracionamento da apatita e/ou plagioclásio.

As curvas de elementos terras raras são muito semelhantes entre si. À exceção de um granitóide que, apesar de apresentar curvatura semelhante às demais amostras, encontra-se mais empobrecido. As amostras apresentam fracionamento similar, ocorrendo leve inclinação para direita, com enriquecimento em terras raras leves e empobrecimento em terras raras pesadas (Figura 5.49). As anomalias de Eu são variáveis. Nos gnaisses é sempre muito sutil e negativa. Nos migmatitos e nos granitóides ocorre ora positiva ora negativa. Esta variabilidade

indica diferentes estágios de fusão parcial, podendo estar relacionado a diferentes percentuais de mistura de fontes distintas e/ou à retenção de fases minerais distintas na fonte (Rollinson, 1993; Duarte *et al.*, 1999; Valladares *et al.*, 2000).

O empobrecimento de elementos terras raras pesadas em relação às terras raras leves, observada na maior parte das análises da Suíte Galiléia, indica fonte mantélica com granada residual, fusão parcial de crosta inferior e/ou precipitação de granada em porção profunda do magma. A hornblenda (presente principalmente nos gnaisses) também contribui para o enriquecimento em elementos terras raras leves em relação aos pesados (Rollinson 1993; Vieira 2007).

5.3.2 - Suíte Intrusiva Aimorés

Foram compilados dados litoquímicos de trinta e oito amostras de granitóides da Suíte Intrusiva Aimorés. A fonte destes dados é o trabalho realizado por Horn (1998), que aborda a química e cronologia da Intrusão de Lajinha.

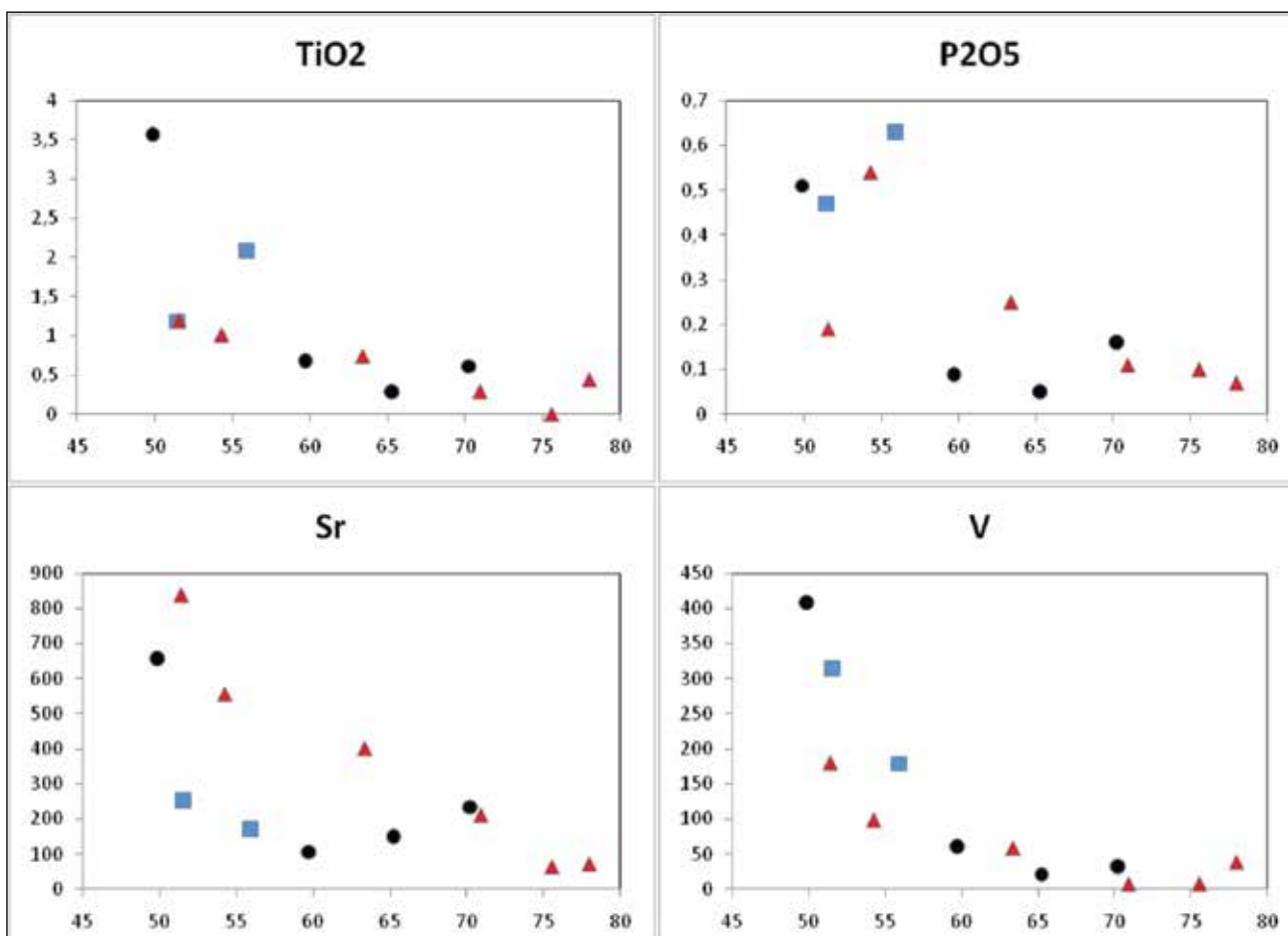


Figura 5.47 - Diagramas de variação tipo Harker para as rochas da Suíte Galiléia (elementos maiores e traços - símbolos iguais aos da figura 47)

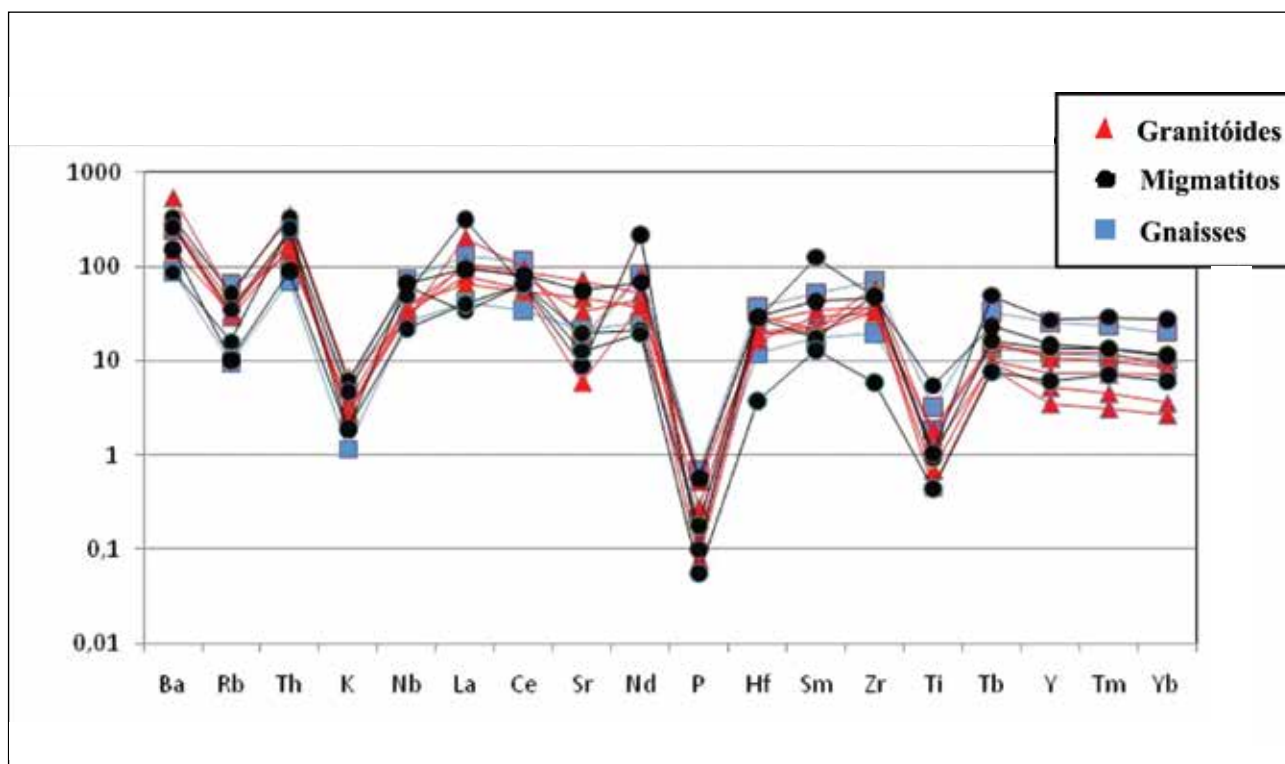


Figura 5.48 - Diagrama de variação multi-elementar para as rochas da Suíte Galiléia normalizadas para o manto primitivo (Taylor & McLennan 1985, exceto P; fonte Sun, 1980)

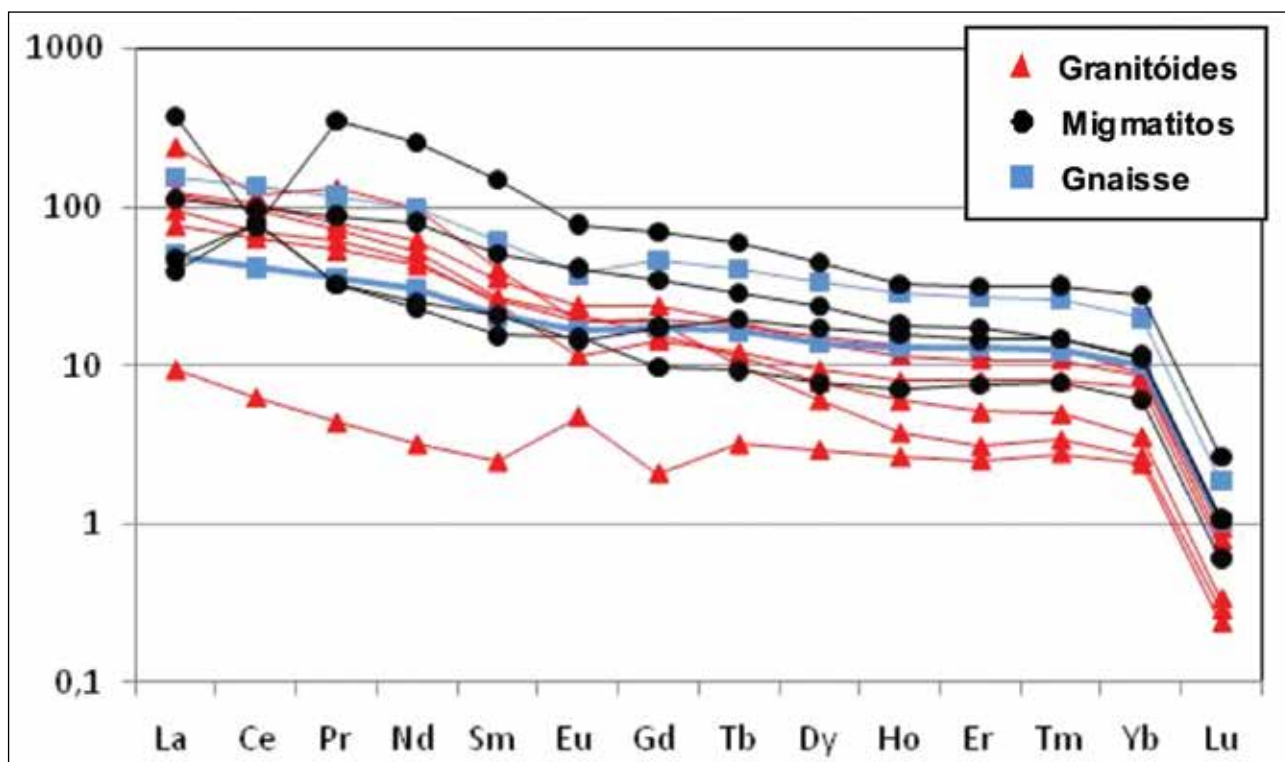


Figura 5.49 - padrões de elementos terras raras dos litotipos da Suíte Galiléia normalizados para condrito (Taylor & McLennan, 1985)

Os granitóides da Suíte Aimorés mostram grande homogeneidade composicional no diagrama TAS. Apresentam composição ácida, predominantemente quartzo monzonítica e granodiorítica, com termos graníticos e monzoníticos subordinados (Figura 5.50).

A distribuição das amostras da Suíte Intrusiva Aimorés no diagrama AFM exhibe tendência geoquímica similar a uma suíte cálcio-alcálica expandida (Figura 5.51).

No diagrama das séries cálcio-alcálicas as amostras da Suíte Aimorés apresentam ampla distribuição pelos campos cálcio-alcálico de alto potássio e shoshonítico, à exceção de três amostras que se situam na série cálcio-alcálica de médio potássio. Num comparativo com outras suítes G5, a Suíte Intrusiva Aimorés apresenta grande similaridade com suítes cálcio-alcálicas de alto potássio,

como as suítes Santa Angélica, Castelo, Iconha e Pedra Azul (Figura 57).

Quanto ao índice de aluminosidade, os granitóides da Suíte Aimorés apresentam um bom espalhamento entre os campos meta e peraluminoso. Há uma concentração na zona limítrofe entre estes campos. Quando comparada a outras suítes de granitóides G5, a Suíte Aimorés agrupa-se predominantemente na zona de interseção entre suítes shoshoníticas e de alto potássio (Figura 5.53).

5.4 - GEOCRONOLOGIA

Uma datação U-Pb (SHRIMP) está disponível para a área da Folha Manhumirim, apresentada por Silva *et al.* (2002). Trata-se de uma análise de rocha da Suíte Capraó (estação LC-32), amostrada nas pro-

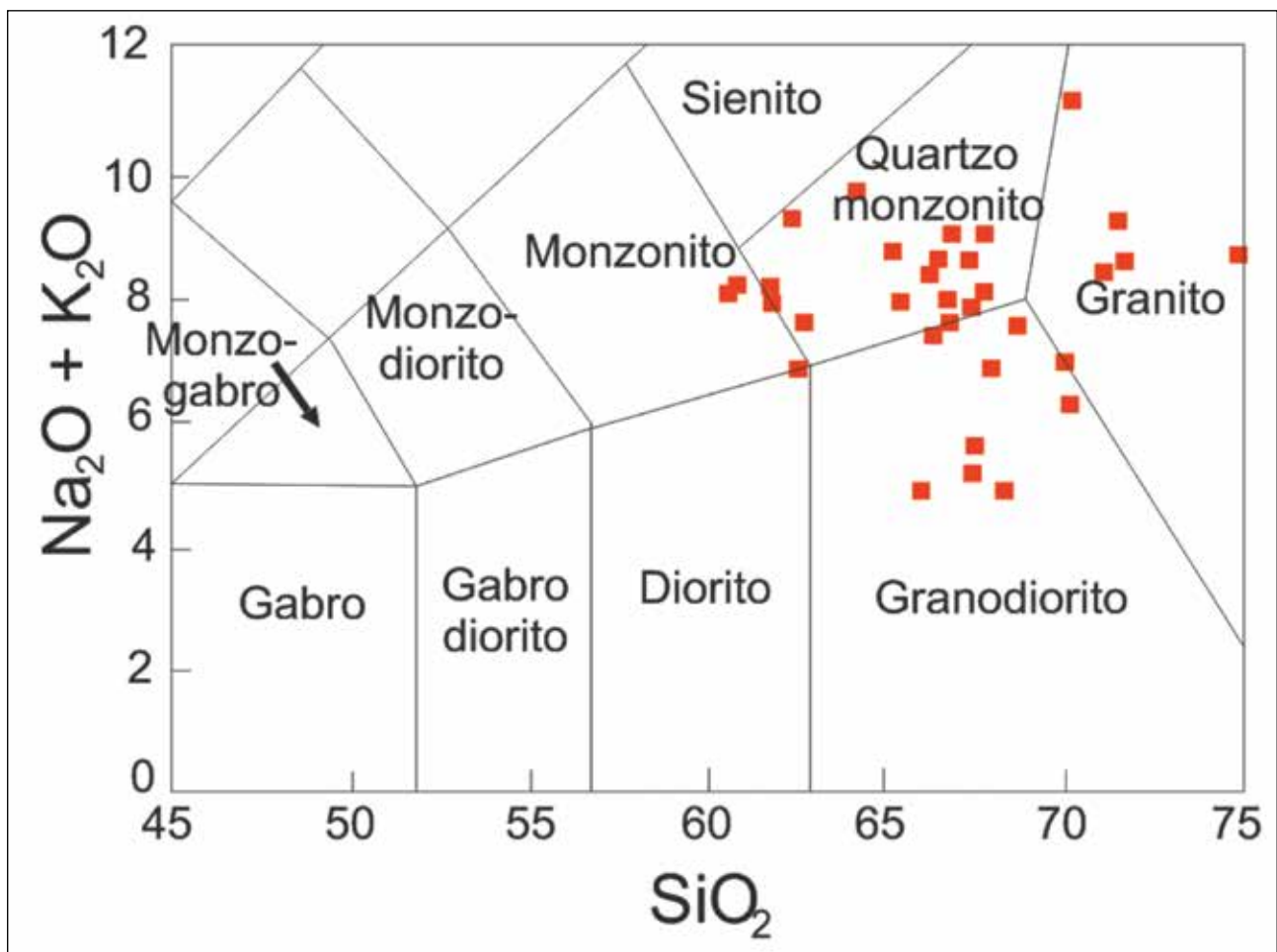


Figura 5.50 - Classificação dos granitóides da Suíte Intrusiva Aimorés no diagrama TAS de Wilson (1989) e Xianhua *et al.* (2000)

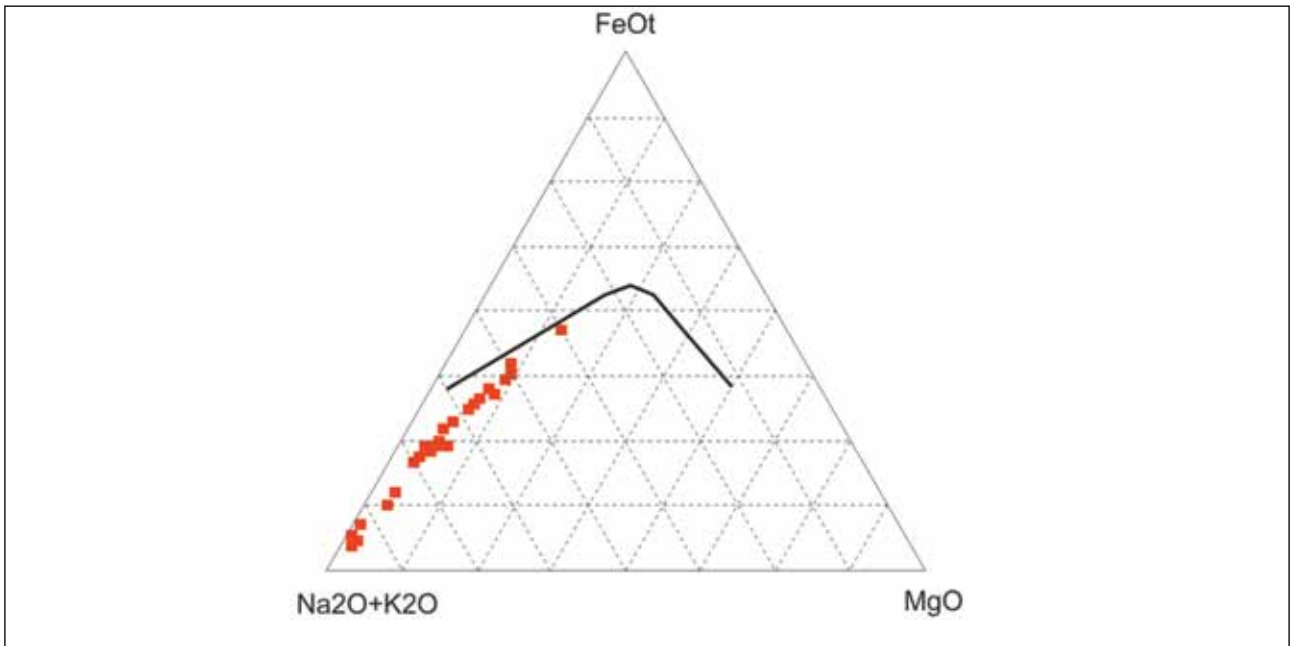


Figura 5.51 - Classificação dos granitóides da Suíte Intrusiva Aimorés no diagrama AFM de Jensen (1976)

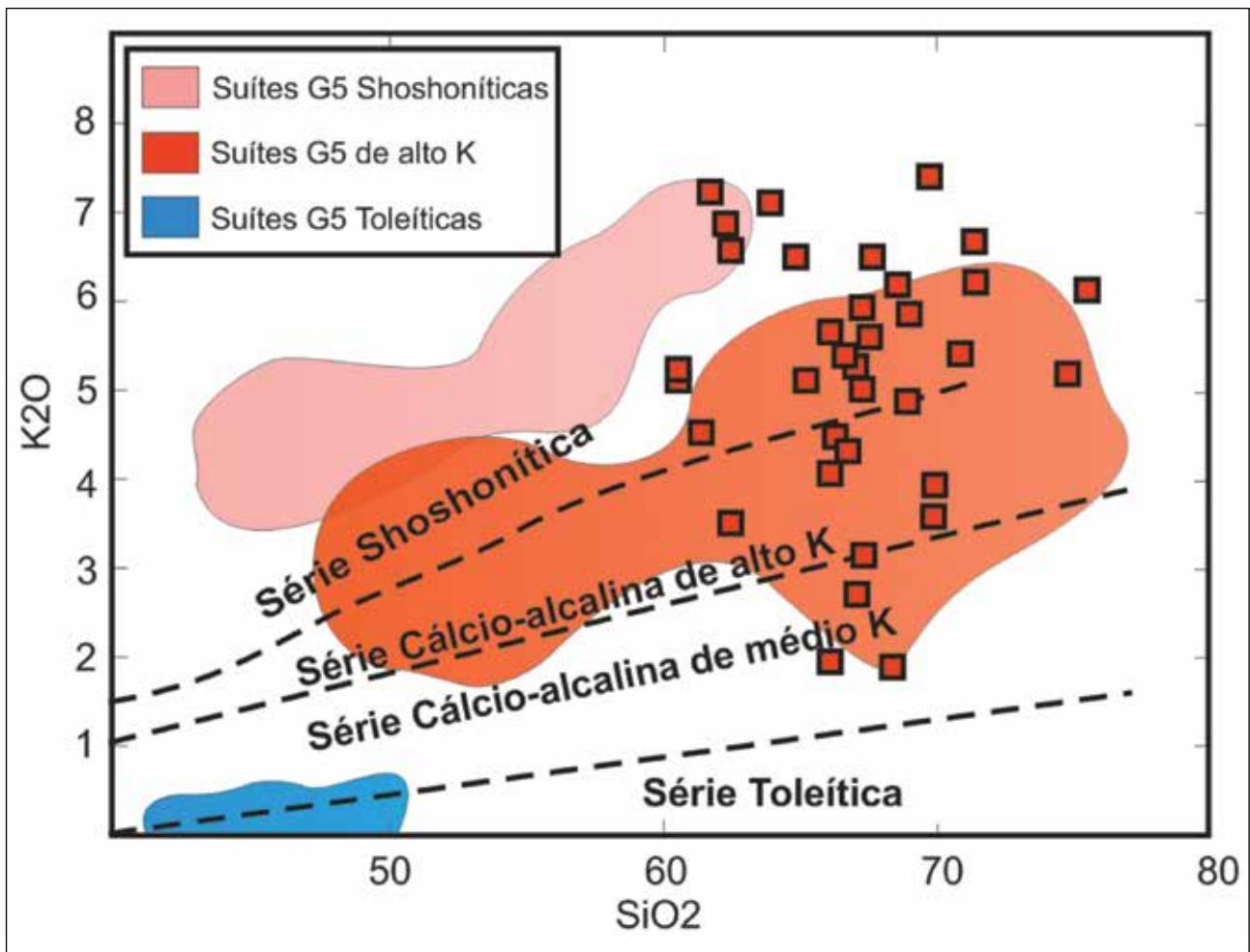


Figura 5.52 - Diagrama $SiO_2 \times K_2O$ (Le Maitre, 1989) para os granitóides da Suíte Intrusiva Aimorés. Nuvens representam outras suítes G5 descritas em Campos et al.(2004). As suítes G5 shoshoníticas são Mimoso do Sul e Venda Nova. Suítes G5 de alto potássio são Santa Angélica, Castelo, Iconha e Pedra Azul. A suíte G5 toleítica é a Suíte Jacutinga

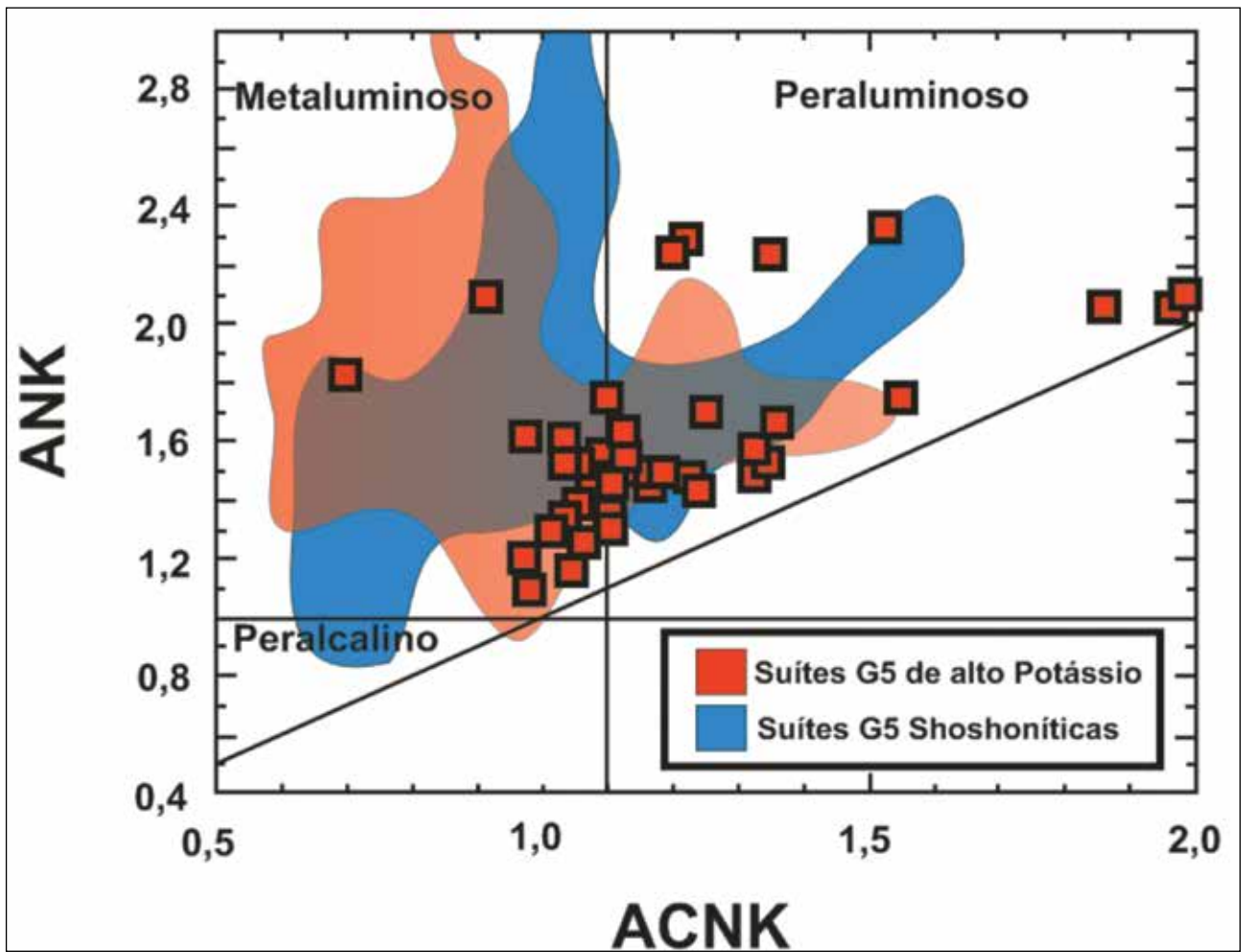


Figura 5.53 - Índice de aluminosidade (Shand 1947) para os granitóides da Suíte Aimorés. Nuvens representam outras suítes G5 descritas em Campos et al., 2004. As suítes G5 shoshoníticas são Mimoso do Sul e Venda Nova. Suítes G5 de alto potássio são Santa Angélica, Castelo, Iconha e Pedra Azul

Tabela 5.2 - composição química das amostras analisadas par Folha Manhumirim

PONTO	UNIDADE	B120	QHAH1	G103	B75	GB66A	B24	B63	B78	B115	G98	GB014A	B29	B30	B38	Q014A	G022B	GB124	G011	G025
		arfilbolito	arfilbolito	Suite Leopoldina	Suite Galliéia - gnaissse	Suite Galliéia - gnaissse	Suite Galliéia - granito	Suite Galliéia - granito	Suite Galliéia - granito	Suite Galliéia - granito	Suite Galliéia - granito	Suite Galliéia - migmatito	Suite Galliéia - migmatito	Suite Galliéia - migmatito	Suite Galliéia - migmatito	Suite Galliéia - migmatito	Suite Galliéia - migmatito	Suite Caparab - gnaissse	Suite Caparab - migmatito	Suite Caparab - migmatito
SiO2	%	52,71	49,15	55,78	51,54	55,92	54,28	51,45	63,37	75,54	70,92	77,96	70,21	59,71	65,25	49,88	50,6	62	53,16	52,17
Al2O3	%	17,87	14,91	16,24	14,42	14,92	19,64	20,1	17,64	14,13	14,65	10,79	14,37	11,71	17,77	13,75	16,21	14,73	16,83	13,62
Fe2O3	%	9,88	13,06	9,77	11,8	11,46	8,31	9,09	4,92	0,09	1,99	3,43	3,25	3,88	1,99	13,9	8,76	8,22	10,77	16,72
MgO	%	3,46	6,89	4,64	5,89	3,44	2,62	2,9	1,5	0,03	0,45	1,17	0,59	8,15	0,55	3,99	8,01	3,08	3,17	4,24
CaO	%	7,85	10,41	6,22	9,83	3,94	5,22	8,24	4,47	0,92	0,4	0,35	1,98	9,2	1,48	8,27	9,35	3,01	6,5	8,36
Na2O	%	3,14	2,53	3,5	2,47	1,93	3,79	2,14	3,67	3,65	1,43	0,57	2,58	0,55	2,03	2,75	3,24	2,95	3,19	2,45
K2O	%	1,65	0,72	2,16	0,97	4,33	3,04	2,41	2,37	4,75	5,69	2,28	5,25	4	1,6	1,57	1,2	3,62	2,32	0,35
TiO2	%	1,76	1,14	0,88	1,21	2,09	1,02	1,18	0,75	0,01	0,3	0,45	0,61	0,88	0,29	3,57	1,04	1,21	1,72	1,91
P2O5	%	0,57	0,18	0,17	0,19	0,63	0,54	0,47	0,25	0,1	0,11	0,07	0,16	0,09	0,05	0,51	0,21	0,16	0,85	0,25
MnO	%	0,13	0,19	0,13	0,17	0,16	0,11	0,12	0,07	0,01	0,01	0,04	0,06	0,06	0,03	0,18	0,14	0,06	0,19	0,37
C2O3	%	<0,002	0,018	0,016	0,004	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,007	0,002	0,01	0,002	0,005	0,044	0,015	0,002	0,004
Ni	PPM	<20	78	73	53	20	20	20	20	20	20	29	20	29	20	41	83	52	20	20
Sc	PPM	26	39	20	38	27	23	18	12	1	4	9	8	10	5	24	31	13	18	46
LOI	%	0,6	0,5	0,2	1,2	0,8	1	1,5	0,7	0,6	3,7	2,6	0,6	1,6	8,8	1,2	0,9	0,5	0,8	-0,7
Sum	%	99,63	99,89	99,71	99,69	99,64	99,6	99,58	99,69	99,82	99,61	99,7	99,64	99,61	99,85	99,62	99,67	99,55	99,5	99,75
Ba	PPM	909	166	449	303	836	963	880	877	240	1840	502	1132	892	295	517	351	1488	1812	200
Be	PPM	1	1	3	1	2	3	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Co	PPM	70,3	86,9	82,4	104,2	88,2	115,7	141,3	125,4	173,3	125,7	198,9	157,2	49,4	84,1	74,3	75,4	98,3	51,2	78,1
Cs	PPM	0,5	0,1	2,6	0,6	10,5	3,2	2,8	2,6	2,4	4,7	10,6	3,9	4,7	2	0,7	1	0,4	0,7	0,1
Ga	PPM	20,7	18,9	20,9	17,7	22,2	23,8	21	21	13	17,7	13,4	18,2	13,4	19,2	25,8	15,6	23	21	21,2
Hf	PPM	6,9	3,2	3,9	3,2	10,1	8	4,4	5,4	0,9	6,9	5,3	7,8	7,5	1	7,9	3,1	16,4	5,5	3,6
Nb	PPM	15,1	6,5	13,6	9,4	27,7	14,3	10,6	13,8	0,9	9,9	11,9	23,2	18,5	8,2	24,8	15,5	21,5	14,3	6,2
Rb	PPM	45,9	4,6	83,3	32,9	226,1	142,3	98,8	109,8	122,6	164,5	116,1	178,7	120,3	54,9	36,3	38	125,5	54,4	2,6
Sr	PPM	2	2	6	1	8	4	3	2	4	4	4	4	1	2	3	2	1	2	1
Sr	PPM	623,1	283,1	364,9	251,9	171,6	554,7	838	400,3	63,2	210	71,1	234	106,1	151,1	656,8	416	319,5	918,6	218,6
Ta	PPM	0,8	0,4	1	0,6	1,7	0,9	0,5	0,7	0,3	0,9	1,5	2,6	1	0,6	1,6	0,8	0,7	0,7	0,4
Th	PPM	1,5	0,3	3,2	3	5,1	6	6,7	9,2	0,5	15,1	7,8	13,9	9,9	10,8	3,8	3,3	13,9	5,1	0,2
U	PPM	0,6	0,1	1,8	0,6	3,6	1,3	0,8	1	1,2	1,9	1,9	2,7	1,9	1,4	0,9	1,1	0,5	1,1	0,1
V	PPM	219	326	93	315	179	99	180	59	8	8	39	33	61	21	408	177	53	172	360
W	PPM	276,7	203,6	254,1	285,9	374,6	518,3	593,2	602,6	988,1	682,8	1149,7	844,9	207,4	408,7	188,7	194,4	469,8	160,8	186,3

Tabela 5.2 - continuação

PUNTO	UNIDADE	B120	QHAH1	G103	B75	GB66A	B24	B63	B78	B115	G98	GB014A	B29	B30	B38	Q014A	G022B	GB124	G011	G025
		anfíbolo	anfíbolo	Suite Leopoldina	Suite Galliéa - gnaiss	Suite Galliéa - gnaiss	Suite Galliéa - granito	Suite Galliéa - granito	Suite Galliéa - granito	Suite Galliéa - granito	Suite Galliéa - granito	Suite Galliéa - granito	Suite Galliéa - migmatito	Suite Galliéa - migmatito	Suite Galliéa - migmatito	Suite Galliéa - migmatito	Suite Galliéa - migmatito	Suite Caparaó - gnaiss	Suite Caparaó - gnaiss	Suite Caparaó - migmatito
Zr	PPM	246,7	88,3	144,9	108,5	394,8	339,5	176,5	215,3	16,9	207,9	182,8	277	288,1	32,6	259	119,3	550,7	221,7	122,8
Y	PPM	34,2	29,7	29,9	26,9	56,7	26,8	23,8	11,7	6,1	7,9	16,3	30,7	60,6	13,8	33,8	24,5	8,5	30,5	45,5
La	PPM	28,7	20,3	26,3	15,4	47,5	23,9	38,6	36,5	2,9	74,6	29,3	12,3	115,8	14,7	34,4	21,4	69,5	53,5	10,5
Ce	PPM	89,6	46,8	58,6	33	108,2	51,2	84,3	75,5	5	93,9	55,9	62,2	60,4	62,7	77,8	42,9	138,4	122,9	28,3
Pr	PPM	9,98	6,2	7,51	4,38	14,28	6,53	9,63	8,82	0,53	16,08	7,46	3,94	42,85	3,93	10,72	5,51	16,23	15,74	4,29
Nd	PPM	44,4	26,2	30,1	18,4	58,8	26	36,4	31,6	1,9	58,7	27,7	14,9	153,9	13,7	48	21,9	59,9	63,1	21,2
Sm	PPM	8,71	5,53	6	4,01	12,06	5,12	6,82	5,18	0,48	7,92	4,77	4,04	28,95	3,01	9,78	4,62	8,21	10,74	5,52
Eu	PPM	2,24	1,68	1,26	1,23	2,76	1,39	1,73	1,55	0,35	1,37	0,85	1,04	5,68	1,1	3,02	1,43	1,86	2,46	1,76
Gd	PPM	7,72	5,44	5,52	4,5	11,85	4,99	6,07	4	0,54	4,86	3,73	4,51	18,16	2,53	8,97	4,38	5,32	8,61	6,54
Tb	PPM	1,23	0,94	0,95	0,78	1,92	0,95	0,89	0,54	0,15	0,48	0,57	0,93	2,84	0,44	1,36	0,78	0,51	1,2	1,28
Dy	PPM	6,56	5,45	5,47	4,43	10,69	4,89	4,49	2,53	0,94	1,95	3,01	5,5	14,39	2,47	7,58	4,06	2,11	6,19	7,78
Ho	PPM	1,25	1,1	1,04	0,94	2,08	0,96	0,83	0,43	0,19	0,27	0,57	1,14	2,33	0,51	1,29	0,88	0,29	1,05	1,71
Er	PPM	3,52	3,22	3,24	2,71	5,71	2,67	2,27	1,07	0,53	0,65	1,68	3,04	6,54	1,59	3,58	2,47	0,85	3,04	5,1
Tm	PPM	0,52	0,48	0,47	0,4	0,84	0,42	0,35	0,16	0,09	0,11	0,26	0,48	1,03	0,25	0,48	0,39	0,12	0,43	0,75
Yb	PPM	2,94	3	2,86	2,52	4,93	2,2	2,13	0,88	0,59	0,66	1,79	2,86	6,8	1,5	2,75	2,41	0,89	2,39	4,57
Lu	PPM	0,45	0,44	0,42	0,39	0,71	0,36	0,3	0,13	0,09	0,11	0,27	0,41	1,01	0,23	0,4	0,37	0,14	0,35	0,7
TOT/C	%	0,02	0,03	0,08	0,02	0,08	0,04	0,12	0,05	0,02	0,11	0,04	0,03	0,1	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,1
TOT/S	%	<0,02	0,02	0,03	0,07	0,04	0,02	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,05	0,05	0,07	0,11	0,23
Mo	PPM	0,6	0,4	1,5	0,9	1,1	1,2	1,1	1	1,9	1,3	2,4	1,7	0,5	0,8	0,8	0,9	1	0,8	0,8
Cu	PPM	10,8	98,2	5,3	120,1	43,2	5,2	15,8	6,6	3,3	1,6	23,4	4,4	9	2	128,1	48,6	18,9	25,1	59,8
Pb	PPM	1,0	0,8	1,2	1,7	1,3	2,9	3	2,6	10,3	7,5	4	3,4	2,4	12,6	2	0,8	1,4	1,5	0,4
Zn	PPM	65	18	87	48	137	108	83	71	1	52	51	57	12	39	73	30	78	85	19
Ni	PPM	4,6	38,7	47,6	15,8	23,3	3,7	5,6	3,8	2,1	2,1	22,4	3,6	8,8	5,4	19,5	42,3	40,5	10,1	10,5
As	PPM	<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
Cd	PPM	<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	PPM	<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	PPM	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ag	PPM	<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
Au	PPB	0,5	3,2	12,6	2,5	1,3	1,4	0,5	1,3	0,5	0,5	1,8	0,5	0,9	0,5	0,7	0,5	1,4	1,7	1,6
Hg	PPM	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	PPM	0,2	0,1	0,3	0,1	1,1	0,6	0,5	0,5	0,1	0,3	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1
Se	PPM	<0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	1,4	0,5	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5

ximidades de Alto Caparaó. Datações Rb/Sr foram realizadas em rochas intrusivas semelhantes às da Suíte Aimorés, as idades obtidas variaram entre 450 e 480 Ma (CPRM, 1995).

5.4.1 - Estação LC-32 - Suíte Caparaó

A análise realizada por Silva *et al.* (2002) refere-se a uma amostra de gnaiss charnockítico da Suíte Caparaó. Ao todo foram obtidos vinte e dois *spots* em vinte e um cristais de zircão. De acordo com os autores, os dados são muito complexos e não permitem um tratamento conjunto. Os sobrecrecimentos metamórficos apresentam significativo empobrecimento em U (até 6 ppm) e Th (até 1 ppm), quando comparados aos teores normais nos núcleos magmáticos.

A análise dos sobrecrecimentos foi realizada no diagrama Concórdia Tera-Wasserburg (Figura 5.54B). Foram onze *spots* em dez cristais. Os resultados alinham segundo uma discórdia com idade de intercepto em 587 ± 9 Ma, interpretado como a idade do pico metamórfico da fácies granulito.

Nos núcleos, calculou-se a idade por meio do diagrama Concórdia Wetherill (Figura 5.54A). Foram onze *spots* em onze cristais (Figura 5.54A), nove deles distribuem-se segundo uma discórdia com intercepto superior em 2195 ± 15 Ma, idade de cristalização do magma granítico precursor do gnaiss charnockítico.

Söllner *et al.* (1991) já haviam adquirido dados cronológicos sob rochas da Suíte Caparaó. Usando o método U-Pb convencional chegaram às idades de 2170 e 586 ± 2 Ma (respectivamente intercepto superior e inferior do diagrama concórdia). Os autores interpretaram a rocha como um paragneiss, a idade de 2170 Ma foi relacionada à área-fonte dos sedimentos e a de 586 ± 2 Ma interpretada como a do metamorfismo de alto grau. Apesar das idades semelhantes, a interpretação de Söllner *et al.* (1991) diverge da proposta por Silva *et al.*, (2002).

A teoria proposta por Silva *et al.* (2002) torna-se mais embasada a partir da análise das imagens de catodoluminescência dos zircões datados. De acordo com os autores elas permitem interpretar o intercepto superior obtido como a idade de cristalização magmática do protólito do gnaiss charnockítico.

5.5 - RECURSOS MINERAIS

A região da Folha Manhumirim apresenta diversas riquezas minerais. Apesar do bom potencial econômico, foram cadastradas poucas áreas de extração mineral. De acordo com o DNPM (Departamento Nacional de Pesquisa Mineral) os principais requerimentos de pesquisa na área são para granitos e esteatitos.

5.5.1 - Bauxita

A bauxita ocorre em áreas de cotas altas, nos topos e meia-encostas das elevações. Desenvolve-se sobre gnaisses migmatizados, onde houve alteração intempélica profunda com a lixiviação de óxidos de ferro e do quartzo. Apesar do potencial econômico, não foram cadastradas áreas para extração de bauxita na Folha Manhumirim.

5.5.2 - Esteatito

A extração de esteatito foi observada num único ponto (UTM: 205749/7765280). Ocorre próximo ao povoado de Igrejinha dos Vieiras, pertencente ao município de Durandé. Apresenta dimensões modestas e encontra-se desativada desde 2006.

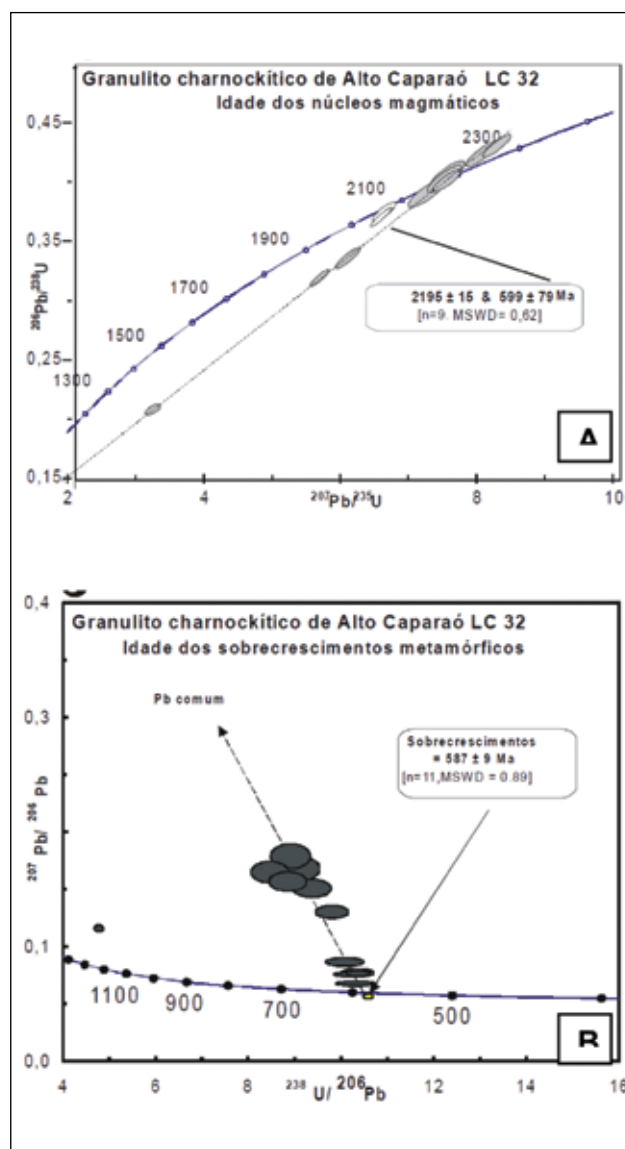


Figura 5.54 - diagramas concórdia da amostra LC-32 da Suíte Caparaó. A) núcleos magmáticos; B) sobrecrecimentos metamórficos (Silva *et al.*, 2002)

5.5.3 - Depósitos e ocorrências minerais relacionados a pegmatitos

Os corpos de pegmatito na área da Folha Manhumirim são extremamente raros e com dimensões modestas (não chega a desenvolver corpos mapeáveis em escala 1:100.000). Estão relacionados à Suíte Intrusiva Aimorés, mais precisamente à Intrusão de Lajinha. São corpos residuais de mineralogia simples, formados por quartzo, feldspato (caulinítico), turmalina, berilo e biotita. Em um ponto foi observado um garimpo paralisado onde se extraía berilo e turmalina (Figura 5.55).

5.5.4 - Materiais de construção civil (saibro, brita, rocha ornamental)

Os quartzitos do Grupo Andrelândia são quase sempre friáveis e ocorrem intercalados com gnaiss totalmente saprolitizado. Este material é explorado esporadicamente como areia e saibro (Figura 5.56). Foram cadastradas dez ocorrências deste tipo de extração. Também foram cadastradas dez explorações de areia a partir de dragagem, principalmente às margens do rio Manhuaçu (Figura 5.57).

Foram cadastradas dez pedreiras para produção de brita e extração de rocha ornamental. Além de pequenas extrações artesanais para confecção de paralelepípedos. As rochas extraídas pertencem a diversas unidades, mas as maiores pedreiras foram observadas no granitóide da Suíte Galiléia (onde era explorada a porção leucocrática para rocha ornamental – Figura 5.58) e nos gnaiss

ses migmatíticos da Suíte Caparaó (para produção de brita – Figura 5.59).

5.5.5 - Ouro

O ouro ocorre em aluviões do Rio Manhuaçu. A região da Folha Manhumirim não apresenta volumes relevantes deste metal, e todos os garimpos encontrados já estavam abandonados.



Figura 5.55 - garimpo abandonado em pegmatito da Suíte Intrusiva Aimorés (UTM – 218547/7757388)



Figura 5.56 - exploração de quartzito saprolitizado para uso como saibro e areia (UTM – 220717/7772097)



Figura 5.57 - dragagem de areia às margens do Rio Manhuaçu (UTM 196472/7771896)



Figura 5.58 - pedreira para extração de rocha ornamental sob o granitóide da Suíte Galiléia (UTM – 216287/7774176)



Figura 5.59 - pedreira desativada para extração de rocha ornamental, gnaiss migmatítico da Suíte Caparaó (UTM – 238450/7739472)

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 - CONCLUSÕES

A área abrangida pela Folha Manhumirim (SF.24-V-A-I) situa-se integralmente na Província Mantiqueira, no domínio do Orógeno Araçuaí, do evento Brasileiro. A característica fundamental da região é a abundância de rochas metamórficas de alto grau, ortoderivadas e paraderivadas, das fácies anfíbolito e granulito, refletindo o profundo nível crustal ali exposto.

O embasamento paleoproterozóico é representado pela Suíte Caparaó. A maior exposição desta unidade ocorre na Serra do Caparaó, marcada por uma anomalia magnetométrica negativa. O litotipo predominante nessa unidade é um gnaisse ortoderivado de coloração esverdeada com grande variabilidade composicional (de granito a tonalito). Comumente a rocha ocorre migmatítica desenvolvendo majoritariamente estruturas schlieren, ptigmática e estromática.

A cobertura metassedimentar neoproterozóica é representada pelo Grupo Andrelândia. O litotipo predominante desta unidade é um gnaisse paraderivado (oriundo de sedimentos pelito-grauvaqueanos) com intercalações de quartzito, anfíbolito e rocha calcissilicática.

A Suíte Galiléia possui caráter geotectônico pré-colisional, relacionada à edificação do arco magmático Brasileiro do Orógeno Araçuaí. O litotipo predominante nesta unidade é um ortognaisse a biotita e/ou a anfíbolito, migmatizado em intensidades diversas. Em termos gerais a composição varia de gabrítica a granítica. Quando migmatítico apresenta diversas texturas, sendo flebítica e ptigmática as mais abundantes. Com a evolução da anatexia são gerados os termos graníticos desta unidade, que podem ser subdivididos em duas fácies, uma fácies de granulação fina e outra de granulação média, subordinadamente grossa.

A Suíte Leopoldina compreende granitóides charnockíticos de coloração esverdeada, granulação fina a média e composição granítica a granodiorítica..

Os anfíbolitos apresentam cor escura e granulação predominantemente fina, subordinadamente média. São compostos essencialmente por hornblenda (até 90% da composição modal), com plagioclásio, quartzo e feldspato potássico subordinados.

A unidade Rocha Metaultramáfica é de ocorrência restrita. A rocha apresenta coloração esverdeada, granulação média a grossa e é composta por piroxênio, talco e tremolita-actinolita. A unidade encontra-se deformada, com textura ora decussada, ora nematoblástica.

A Suíte Intrusiva Peraluminosa é formada por granitóides tipo S, pouco deformados. Ocorre em corpos de pequeno a médio porte ou na forma de bolsões e veios anatéticos em grande parte das exposições do paragnaisse do Grupo Andrelândia. O litotipo predominante é um biotita-granada leucogranito de coloração cinza a branca.

A Suíte Intrusiva Aimorés é tardia, livre da foliação regional. Apresenta composição granítica a granodiorítica e é repleta de feições ígneas preservadas. Pontualmente a Suíte Intrusiva Aimorés apresenta corpos dioríticos.

Cobrindo todas estas unidades ocorrem depósitos aluvionares inconsolidados a semi-consolidados.

A análise das estruturas identificadas implica na atuação de duas etapas deformacionais: a deformação D1, principal, e a deformação D2, tardia. D1 desenvolveu-se no pico metamórfico-deformacional brasileiro em torno de 580-560 Ma. Durante esta etapa os litotipos do embasamento e da cobertura metassedimentar foram conformados em escamas tectonicamente interdigitadas, orientadas predominantemente na direção NNE-SSW. Os litotipos granitóides, anfíbolito e rocha metaultramáfica mostram tendência a moldar corpos de forma amendoada, também alongados segundo NNE. A segunda fase deformacional (D2) se deu em torno de 560 e 535 Ma. Ela se manifesta em continuidade ao encurtamento crustal D1, quando ocorre o escape lateral de massa. Hoje está materializada nas grandes zonas de cisalhamento regionais de direção NNE-SSW.

A região da Folha Manhumirim apresenta diversas riquezas minerais, porém são pouco exploradas. Os principais requerimentos de pesquisa na área são para granitos e esteatitos. Os granitos são requeridos tanto para exploração de rocha ornamental quanto para material para construção civil.

Outras ocorrências minerais são bauxita, areia, ouro, quartzito em saibreras e pegmatito para extração de berilo e turmalina.

6.2 - RECOMENDAÇÕES

Alguns problemas de cunho científico e econômico foram verificados, a maior parte foi resolvida satisfatoriamente dentro da escala do trabalho, outros carecem de levantamentos complementares com métodos variados que recomendamos a seguir:

Um estudo petrográfico, químico e cronológico sobre rochas da Suíte Caparaó e do Complexo Juiz de Fora visando esclarecer a relação ente estas unidades;

Realizar datações geocronológicas nas rochas das unidades Anfibolito e Rocha Metaultramáfica para melhor posicioná-las na coluna estratigráfica da folha;

Estudos específicos para exploração de bauxita, apesar do potencial econômico, não foram cadastradas áreas para extração deste bem mineral na Folha Manhumirim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, Fernando Flecha et al. Tectônica Quebradozes e a gênese do orógeno Araçuai-Congo Ocidental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 9., 2003, Búzios. **Boletim de Resumos...** Rio de Janeiro: SBG-RJ, 2003. p. 40-43.
- _____ 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, n. 1-2, p. 43-63, Sep. 2006.
- _____ et al. Sobre a evolução tectônica do orógeno Araçuai-Congo Ocidental. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.15, n. 1, p.25-43, 2007.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de; NEVES, Benjamin Bley de Brito; CARNEIRO, Celso Dal Ré. The origin and evolution of the South American platform. **Earth Science Reviews**, Amsterdam, v. 50, n. 1-2, p. 77-111, 2000.
- ARACEMA, Lauren Wolochate et al. Novas evidências de remanescentes oceânicos na faixa Araçuai: as rochas metaultramáficas de São José da Safira. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 8, n.1, p. 55-61, 2000.
- BABINSKI, Mary Elisabeth Cerruti Bernardes de Oliveira et al. Geocronologia U–Pb (SHRIMP) e Sm–Nd de xistos verdes basálticos do orógeno Araçuai: Implicações para a idade do grupo Macaúbas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 77-81, 2005. Suplemento.
- BARBOSA Johildo S. 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.
- BOLETIM Geográfico. Rio de Janeiro: IBGE, n. 254, jul.-set. 1977, 186 p.
- BOYNTON, William. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: HENDERSON, Paul (Ed.). **Rare earth element geochemistry**. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 1984. p. 63-114. (Developments in Geochemistry)
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG. 23). Brasília: DNPM, 1979. 240 p.
- CAMPOS, Carlita Maria et al. A review of the Brazilian magmatism in southern Espírito Santo, Brazil, with emphasis on postcollisional magmatism. **Journal of the Virtual Explorer**, [S.l.], v. 17, p. 1-35, 2004.
- CAMPOS NETO, Mário da Costa; FIGUEIREDO Mário César Heredia. Evolução geológica dos terrenos Costeiro, Paraíba do Sul e Juiz de Fora (RJ-MG-ES). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2631-2648, 1990.
- CHAPPELL, Bruce W.; WHITE, Allan J.R. Two contrasting granite types: 25 years later. **Australian Journal of Earth Sciences**, [Sydney], v. 48, p. 489-499, 2001.
- COSTA, Antônio Gilberto. 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.
- CUNNINGHAM, Dickson; ALKMIM, Fernando Flecha.; MARSHAK, Stephen. A structural transect across the coastal mobile belt in the Brazilian Highlands (latitude 20°S): The roots of a precambrian transpressional orogen. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 92, n. 3, p. 251-275, Nov. 1998.
- DEER, William A.; HOWRE, Robert A; ZUSSMAN, Jack. **An introduction to the rock-forming minerals**. 2.ed. London: Longman, 1989. 696 p.
- DE LA ROCHE, H. et al. Classification of volcanic and plutonic using R1-R2 diagram and major element analysis: its relationships with current nomenclature. **Chemical Geology**, Amsterdam, v. 29, n. 1-4, p. 183–210, 1980.
- DUARTE, Beatriz Paschoal et al. Geochemistry of the Granulite Fácies 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. Geologia das Folhas Juiz de Fora e Chiador. In: PEDROSA SOARES, A.C. et al. (Coord.). **Projeto Sul de Minas**. Belo Horizonte: COMIG/SEME, 2003. v. 1, p. 153-258.
- _____ 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., 1999, Salvador. **Boletim de Resumos Expandidos...** Salvador: SBG, 1999. v. 2, p. 56-57.
- _____ ; HEILBRON, Monica; CAMPOS NETO, Mário da Costa. Granulite/charnockite from the Juiz de Fora domain, central segment of the Brasileiro Ribeira belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 358-362, 2000.
- EBERT, Hans Dirk. Pesquisas geológicas na parte sudeste de Minas Gerais. **Relatório Anual do Diretor Ano 1955**. Rio de Janeiro: DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1956. p. 62-81.
- EVANGELISTA, Hanna Jordt. **Minerais petrográficos de rochas ígneas e metamórficas**. Ouro Preto, MG: UFOP, 1988. 125 p.
- FIGUEIREDO, Célia Martins de Souza. O arco magmático Brasileiro na conexão entre os orógenos Araçuaí e Ribeira, região de Muriaé, MG. 2009. 1 v. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FISCHEL, Daniellie Piuzanna et al. Geology and Sm-Nd isotopic data for the Mantiqueira and Juiz de Fora complexes (Ribeira belt) in the Abrecampo-Manhuaçu region, Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE BASEMENT TECTONIC, 14., 1998, Ouro Preto, MG. **Abstracts...** Ouro Preto: UFOP, Escola de Minas, 1998. p. 21-23.
- FONSECA Mário Jorge Gesteira et al. **Mapa e texto explicativo das folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguapé, na escala de 1:1.000.000 (SF23, SF24, e SG230)**. Brasília: DNPM, 1979. 1 v .
- FROST, B. Ronald; FROST, Carol D. On charnockites. **Gondwana Research**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 30-44, Jan. 2008.
- GATTO, Luis Carlos Soares et al. Geomorfologia. In: **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro:, DNPM, 1983. p. 305-384. Projeto RADAMBRASIL
- GRADIM, Rafael Jaude et al. Xistos verdes do Alto Araçuaí, Minas Gerais: vulcanismo básico do rifte neoproterozóico Macaúbas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 59-69, 2005. Suplemento.
- HARALAY, Nicolau L. E. ; HASUI, Yociteru. The gravimetric Information and the archean-proterozoic structural framework. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 1-3, p. 160-166, 1982.
- HEILBRON, Mônica 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., 1993, Salvador. **Anais...** Salvador : SBG, 1993. p. 263-265, 1993.
- _____ et al. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, Virgínio et al. (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano**. São Paulo: Beca, 2004. p. 203-234.
- _____ ; DUARTE, Beatriz Paschoal ; NOGUEIRA, José Renato. The Juiz de Fora complex of the Central Ribeira belt, SE Brazil: a segment of palaeoproterozoic granulitic crust thrust during the Pan-African Orogen. **Gondwana Research**, Amsterdam, v. 1, n. 3-4, p. 373-382, Oct. 1998.
- _____ ; 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. Síntese geológica do bloco oriental (Zona da Mata). In: PEDROSA SOARES, Antonio Carlos et al. (Coord.). **Projeto Sul de Minas**. Belo Horizonte: COMIG; SEME, 2003. v. 1, p. 8-50.
- _____ et al. A orogenese Brasileira no segmento central da faixa Ribeira, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 245-266, 1995.
- HOBBS, Bruce E; MEANS, Winthrop D.; WILLIAMS, Paul F. **An outline of structural geology**. New York: John Wiley & Sons, 1976. 571 p
- HORN Adolf Heinrich. Lajinha, uma intrusão tardi-orogênica e póscolisional no extremo oeste do complexo Paraíba do Sul, Minas Gerais, Espírito Santo, Brasil. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 6, n.1, p. 25-37, 1998.

- JENSEN, Lars S. A new cation plot for classifying sialic volcanic rocks. [Toronto: Ministry of Natural Resources], 1976. (Miscellaneous Paper – Ontario, Division of Mines, 6).
- LE MAITRE, Roger W. et al. (Ed.). **A classification of igneous rocks and glossary of terms: recommendations of the International Union of Geological Sciences subcommission on the systematics of igneous rocks.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1989. 193 p.
- LEDRU, Patrick et al. Markers of the last stages of the Palaeoproterozoic collision: evidence for a 2 Ga continent involving circum-South Atlantic provinces. **Precambrian Research**, Amsterdam, v.69, n. 1-4, p. 169-191, Oct. 1994.
- LEONARDOS, Cristina Maria Wiedemann et al. Arquitetura de plútons zonados da faixa Araçuaí-Ribeira. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 25-38, 2000.
- MACHADO, Nuno et al. Resultados preliminares da geocronologia UPb na Serra do Espinhaço Meridional. **Boletim SBG Nucleo Minas Gerais, Belo horizonte**, n. 10, p. 171-174, 1989.
- _____ et al. UPb geochronology of the central Ribeira belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 79, n. 3-4, p. 347-361, Sept. 1996.
- MARSHAK, Stephen et al. Extensional collapse in the Neoproterozoic Araçuaí orogen, eastern Brazil: a setting for reactivation of asymmetric crenulation cleavage. **Journal Structural Geology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 129-147, Jan. 2006.
- MARTIN, Henno et al. Crustal evolution in the early Archaean of South America: example of the Sete Voltas Massif, Bahia State, Brazil. **Precambrian Research, Amsterdam**, v. 82, n. 1-2, p. 35-62, Mar. 1997.
- MARTINS, Breno de Souza; SANTOS, Sidney Wallace Marques. **Mapeamento geológico na porção norte da folha Manhumirim, MG.** [S.l.: s.n.], 2009. 1 CD-ROM.
- MARTINS, Maximiliano de Souza. **Geologia dos diamantes e carbonados aluvionares da bacia do rio Macaúbas, MG.** 2006. xi, 248 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- MARTINS, Veridiana Teixeira de Souza. **Geologia isotópica do plutonismo neoproterozóico da faixa Araçuaí, região nordeste de Minas Gerais.** 2000. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MAURICE, Charles et al. Evidence for a widespread mafic cover sequence and its implications for continental growth in the Northeastern Superior Province. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 168, n. 1-2, p. 45-65, Jan. 2009.
- NALINI Jr., Herminio A. **Caractérisation des suites magmatiques neoproterozoïques de la région de Conselheiro Pena et Galileia (Minas Gerais, Brésil): étude géochimique et structurale des suites Galileia et Urucum et relation avec les pegmatites a éléments rares associés.** 1997. 237 p. Tese (Doutorado) - École Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne, Saint Etienne, 1997.
- _____ et al. Géochronologie U-Pb et géochimie isotopique Sr-Nd des granitoïdes neoproterozoïques des suites Galileia et Urucum, vallée du Rio Doce, Sud-Est du Brésil. **Comptes Rendus Académie des Sciences**, Paris, v. 331, p. 459-466, 2000.
- NOCE, Carlos Maurício et al. **Folha Manhuaçu, escala 1:100.000 SF-23-X-B-III: relatório final.** Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2006. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil. Levantamentos Geológicos Básicos.
- _____ et al. O embasamento arqueano e paleoproterozóico do orógeno Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 17-23, 2007.
- _____ et al. Geologia das folhas Ubá e Muriaé. In: SOARES, Antonio Carlos Pedrosa et al.(Coord.). **Projeto Sul de Minas – Etapa I: geologia e recursos minerais do sudeste mineiro.** Belo Horizonte: COMIG; UFMG; UFRJ; UERJ, 2003. p. 623-659.
- NEVES, Benjamin Bley de Brito, CAMPOS NETO, Mário da Costa; FUCK, Reinhardt Adolfo. From Rodinia to Western Gondwana: an approach to the Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage. **Episodes**, [S.l.], v. 22, p. 155-199, 1999.

- NOVO, Tiago Amâncio et al. Rochas charno-enderbíticas da região de Carangola: implicações para a conexão Araçuaí-Ribeira. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10., 2007, Diamantina, MG. **Resumos...** Diamantina, MG: SBG, 2007.
- _____. **Significado geotectônico das rochas charnockíticas da região de Carangola: implicações para a conexão Araçuaí-Ribeira.** 2009, 87 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- PACIULLO Fabio Vito Pentagna et al. The Andrelândia basin, a neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 200-202, 2000.
- PEARCE, Julian; HARRIS, N.; TINDLE, Andrew. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 956-983, Nov. 1984.
- PERES, Guilherme Gravina; ALKMIM, Fernando Flecha; EVANGELISTA, Hanna Jordt. The southern Araçuaí belt and the Dom Silvério group: geologic architecture and tectonic significance. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 4, p. 771-790, 2004.
- PORADA Hubertus. Pan-African rifting and orogenesis in southern to equatorial Africa and Eastern Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 103-136, Aug. 1989.
- QUEIROGA, Glaucia nascimento et al. Age of the Ribeirão da Folha ophiolite, Araçuaí Orogen: The U-Pb Zircon (la-icpms) dating of a plagiogranite. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 61-65, 2007.
- _____. et al. A unidade metassedimentar do ofiolito de Ribeirão da Folha, orógeno Araçuaí, Minas Gerais: petrografia, geotermobarometria e calcografia. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 25-35, 2006.
- RICKWOOD, Peter C. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. **Lithos**, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 247-263, Apr. 1989.
- ROGERS, John J. W.; SANTOSH, M. **Continents and supercontinents.** Oxford: Oxford Univ Press, 2004. 289 p.
- ROLLINSON, Hugh. **Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation.** London: Longman Scientific & Technical, 1993. 352 p.
- RUDNICK Roberta L., MCLENNAN, Susan M.; TAYLOR, Stuart Ross. Large ion lithophile elements in rocks from high-pressure granulite facies terrains. **Geochemica et Cosmochimica Acta**, Amsterdam, v. 49, n. 7, p. 1645-1655, Jul. 1985.
- SAD, João Henrique Grossi et al. (Ed.) **Projeto Espinhaço.** Belo Horizonte: CODEMIG, 1997. 2693 p. Mapas.
- SEIDENSTICKER, U.; WIEDEMANN, C. M. Geochemistry and origin of lower crustal granulite facies rocks in the Serra do Caparaó region, Espírito Santo/Minas Gerais, Brazil. **Journal of South American Earth Science**, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 289-298, Nov. 1992.
- SHAND, Samuel JAMES. **Eruptive rocks.** 3.ed. London: Thomas Murby, 1947. 488 p.
- SILVA, José Maurício Rangel da et al. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SE.24 Rio Doce.** Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v. 34. 544 p. il. (Levantamento de Recursos Naturais, 34).
- SILVA, Luiz Carlos da et al. The neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U-Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African systems of orogens. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 136, n. 3-4, p. 203-240, Feb. 2005.
- _____. da et al. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, parte II: orógeno Araçuaí, Cinturão Móvel Mineiro e Cráton São Francisco Meridional. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 513-528, dez. 2002.
- SOARES, Antonio Carlos Pedrosa; NOCE, Carlos Maurício. Where is the suture zone of the neoproterozoic Araçuaí-West-Congo orogen? In: CONFERENCE ON BASEMENT TECTONICS, 14., 1998, Ouro Preto. **Extended Abstracts...** Ouro Preto, MG: UFOP, 1998. p. 35-37.
- _____. et al. Late neoproterozoic-cambrian granitic magmatism in the Araçuaí orogen, the Eastern Brazilian Pegmatite province and related mineral resources (SE Brazil). **Geological Society Special Publications**, London, v. 350, p.25-51, 2011.

- _____ et al. Similarities and differences between the Brazilian and African counterparts of the neoproterozoic Araçuaí-West-Congo orogen. **Geological Society Special Publications**, London, n. 294, p. 153-172, 2008.
- _____ et al. Neoproterozoic oceanic remnants in Eastern Brazil: further evidence and refutation of an exclusively ensialic evolution for the Araçuaí-West-Congo orogen. **Geology**, Boulder, CO, v. 26, n. 6, p. 519-522, 1998.
- _____ 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. Toward a new tectonic model for the late proterozoic Araçuaí (SE Brazil) - West Congolian (SW Africa) belt. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 6, 1-2, p. 33-47, 1992.
- _____ et al. The Araçuaí–West Congo orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanland assembly. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 110, n. 1-4, p. 307-323, Aug. 2001.
- _____; SAD, João Henrique Grossi. Geologia da folha Minas Novas. In: J.H. Gross Sad, J. H. et al. (Ed). **Projeto Espinhaço**. Belo Horizonte: CODEMIG, 1997. p. 952-1052.
- _____; CORDANI, Umberto Giuseppe; NUTMAN, A. Constraining the age of neoproterozoic glaciation in eastern Brazil: first u-pb (shrimp) data of detrital zircons. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 0, n. 1, p. 58-61, 2000.
- _____; LEONARDOS, Cristina Maria Wiedemann. Evolution of the Araçuaí belt and its connection to the Ribeira belt, Eastern Brazil. In: CORDANI, Umberto et al. (Ed.) **Tectonic evolution of South America**. São Paulo: SBG, 2000. p. 265-285.
- SÖLLNER Friedrich; LAMMERER, Bernd; WEBER-DIFFENBACK Klaus. Die krustenentwicklung nordlich von Rio de Janeiro/Brasilien. **Münchner geologische Hefte**, München, v. 4, 1991. 100 p.
- SUITA, Marcos Tadeu de Freitas et al. Complexos ofiolíticos do Brasil e a metalogenia comparada das faixas Araçuaí e Brasília. In: PEREIRA, E.; CASTROVIEJO, R.; ORTIZ, F. (Ed.), **Complejos ofiolíticos en Iberoamérica: guías de prospección para metales preciosos**. Madrid: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED, 2004. p. 101-132.
- SUN, Shen-Su. Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-ocean ridges, ocean islands and island arcs. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, A297, p. 409-445, 1980.
- TAYLOR, Stuart Ross; MCLENNAN, Scott M. **The continental crust; its composition and evolution: an examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks**. Oxford: Blackwell, 1985. 312 p.
- TROMPETTE, Roland. **Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma): Pan-African-Brasiliano aggregation of South America and Africa**. Rotterdam: A.A. Balkema 1994, 350 p.
- UHLEIN, Alexandre; TROMPETTE, Roland.; SILVA, Marcos Egidio. Proterozoic rifting and closure, SE border of the São Francisco craton, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 11, n. 2, p. 191-203, Mar. 1998.
- VALLADARES, Claudia Sayão et al. Tectono-magmatic evolution of the occidental terrane and the Paraíba do Sul klippe of the neoproterozoic Ribeira orogenic belt, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 1-6, 2000.
- VIEIRA, Valter Salino et al. **Cachoeiro de Itapemirim folha SF.24-V-A: estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais**. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1997. 99 p., il. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.
- _____. **Significado do grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí**. 2007. 117 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- WILSON, Marjorie. **Igneous petrogenesis**. 5.ed. London: Unwin Hyman, 1989. 466 p.
- XINHUA, Zhuang ; YIN, An; RYERSON, Frederick J. The Zedong Window: A record of superposed Tertiary convergence in southeastern Tibet. **Journal of Geophysical Research**, [S.l.], v. 105, n. 19, p. 211–219, 2000.