

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 NOVA VENÉCIA*
SE-24-Y-B-IV**

Escala 1:100.000

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

***Parceria com**



Contrato Nº 106/PR/2006



**BELO HORIZONTE
2012**

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE
AV. BRASIL 1731 – BAIRRO FUNCIONÁRIOS
BELO HORIZONTE – MG – 30140-002
Fax: (31) 3878-0383
Tel: (31) 3878-0307
[HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR](http://www.cprm.gov.br)
BIBLIOTECABH@CPRM.GOV.BR

Queiroga, Gláucia Nascimento... [et al.]

Geologia e recursos minerais da folha Nova Venécia SE.24-Y-B-IV, estado do Espírito Santo, escala 1:100.000 / Gláucia Nascimento Queiroga... [et al.]; organizador Luiz Carlos da Silva. – Belo Horizonte : CPRM, 2012.

76 p. ; Mapa Geológico, escala 1:100.000 (série Geologia do Brasil), versão digital em CD-ROM, textos e mapas.

Programa Geologia do Brasil. Contrato CPRM-UFMG 106/PR/06.
Trabalho desenvolvido em Sistema de Informação Geográfica – SIG utilizando o GEOBANK – banco de dados geoespacial da CPRM na Internet.
ISBN 978-85-7499-114-6

1.Geologia regional – Brasil - Espírito Santo. 2. Recursos minerais - Brasil - Espírito Santo. I. Queiroga, Gláucia Nascimento... [et al.]. II. Silva, Luiz Carlos da (Org.). III. Título.

CDD 558.151

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 NOVA VENÉCIA

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Gláucia Nascimento Queiroga - UFMG
Antônio Carlos Pedrosa-Soares - UFMG
Jorge Geraldo Roncato Júnior - UFMG
Paulo Henrique Amorim Dias - UFMG
Henrique Alvim Guimarães - UFMG
Mariana Oliveira Gondin Coutinho - UFMG
Natália Cota de Freitas - UFMG
Camila Tavares Gradim - UFMG
Flávia Cristina Silveira Braga - UFMG
Tiago Amâncio Novo - UFMG



BELO HORIZONTE
2012

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 NOVA VENÉCIA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Claudio Scliar
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

João Henrique Gonçalves

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

Lindinalva Felipe

Gerente de Administração e Finanças

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Célio Campolina Diniz

Reitor

Tânia Mara Dussin

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 REGIONAL DE BELO HORIZONTE

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

Gláucia Nascimento Queiroga - UFMG
Antônio Carlos Pedrosa-Soares - UFMG
Jorge Geraldo Roncato Júnior - UFMG
Paulo Henrique Amorim Dias - UFMG
Henrique Alvim Guimarães - UFMG
Mariana Oliveira Gondin Coutinho - UFMG
Natália Cota de Freitas - UFMG
Camila Tavares Gradim - UFMG
Flávia Cristina Silveira Braga - UFMG
Tiago Amâncio Novo - UFMG

APOIO TÉCNICO DA CPRM

Departamento de Geologia-DEGEO	Gerência de Geologia e Recursos Minerais –
Reginaldo Alves dos Santos	GEREMI-BH
Inácio Medeiros Delgado	Márcio Antônio da Silva
Divisão de Geologia Básica-DIGEOB	Revisão preliminar do Texto
Edilton José dos Santos	Valter Salino Vieira
Divisão de Geoprocessamento-DIGEOP	Organização e editoração dos originais
João Henrique Gonçalves	Luiz Carlos da Silva
Responsável pelo Contrato 106/PR/2006	Preparo e controle da editoração final
Luiz Carlos da Silva	Fernanda Merljak Pinto
Superintendência Regional de Belo Horizonte -	Colaboração dos estagiários
SUREG- BH	Guilherme Cotta Gonçalves
Marco Antônio Fonseca	Caroline Cibele Vieira Soares

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 – João Henrique Gonçalves – SIG/GEOBANK

APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil 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 programas 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 resultante da interação entre essa considerável parcela do conhecimento acadêmico nacional com a excelência em cartografia geológica praticada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) resulta em um enriquecedor processo de produção de conhecimento geológico que beneficia não apenas a academia e o SGB, mas à toda 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 nacional. O refinamento da cartografia, na escala adotada, fornece aos potenciais usuários, uma ferramenta básica, indispensável aos futuros trabalhos de exploração mineral ou aqueles relacionados à gestão ambiental e à avaliação de potencialidades hídricas, dentre outros.

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 aplicado à cartografia geológica e que encontra-se também disponível no Portal da CPRM www.cprm.gov.br.

Esse volume contém a Nota Explicativa da Folha Nova Venécia (SE-24-Y-B-IV), juntamente com o Mapa Geológico na escala 1:100.000 em ambiente SIG, executado pela UFMG, através do Contrato CPRM-UFMG No.059/PR/05.

MANOEL BARRETTO
Diretor Presidente

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

A área coberta pela Folha Nova Venécia, situada na região norte do Estado do Espírito Santo, contém um complexo paragnáissico de alto grau metamórfico, rochas graníticas (tipos S e I), além de rochas sedimentares e aluviões. O complexo paragnáissico, denominado Complexo Nova Venécia, consiste essencialmente de sillimanita-granada-cordierita-biotita paragnaisse (também chamado de gnaiss kinzigítico) e cordierita granulito, com intercalações de rocha calcissilicática, migmatizados em intensidades diversas. Este complexo representa o embasamento neoproterozóico da região abordada. As características petrográficas, litoquímicas e geocronológicas de amostras do paragnaisse e cordierita granulito sugerem que a bacia Nova Venécia recebeu significativa contribuição de sedimentos provenientes de fontes situadas no arco magmático do Orógeno Araçuaí. As rochas graníticas do tipo-S pertencem às suítes Ataléia e Carlos Chagas, originadas no estágio sincolisional do orógeno. Por isto, estas suítes geralmente registram a foliação dúctil regional e texturas miloníticas, impressas pelo processo de deformação progressiva. Entretanto, no interior de batólitos ocorrem fácies com feições ígneas bem preservadas. A Suíte Ataléia se relaciona intimamente com o Complexo Nova Venécia por meio de contatos transicionais, caracterizados pelo aumento de fusão granítica no paragnaisse até o desaparecimento das feições gnáissicas, delineando um sistema de fusão parcial autóctone no qual o magma é representado pelo granitóide Ataléia e o resíduo é o cordierita granulito. Os granitóides Ataléia gerados neste sistema são ricos em enclaves de paragnaisse e rocha calcissilicática, bem como apresentam plagioclásio herdado de tal forma que variam em composição desde tonalito a granito, sempre granatíferos. A Suíte Carlos Chagas compõe um grande batólito que ocupa a porção noroeste estudada. Esta Suíte é majoritariamente constituída de granito de granulação grossa a muito grossa, rico em grandes cristais de feldspato potássico, destacando-se o granada-biotita leucogranito foliado a milonitizado. As características de campo, petrográficas e litoquímicas sugerem que o batólito Carlos Chagas seja uma grande zona de acumulação de magma granítico alóctone, originado, majoritariamente, a partir da fusão parcial do paragnaisse Nova Venécia. A suíte G3 é representada por leucogranito a granada e/ou cordierita, livre da foliação regional, que ocorre em veios e bolsões em granitos G2. O leucogranito G3, que contém freqüentes restitos de granito G2 e com ele mostra contato gradacional, representa fusão parcial autóctone dos litotipos da supersuíte G2. A Suíte G5 representa o plutonismo tipo I pós-colisional do Orógeno Araçuaí. As intrusões G5 têm composição predominantemente granítica ou charnockítica, com termos enderbíticos e noríticos subordinados, que apresentam diversas evidências de misturas (*mingling* e *mixing*) de magmas e fluxo ígneo geralmente bem marcado. O Grupo Barreiras representa a cobertura sedimentar sub-horizontal, de idade cenozóica, que ocorre em grande parte da Folha Nova Venécia (perfaz aproximadamente 55% da área mapeada). Os aluviões ocorrem na porção sudeste da folha mapeada, na Reserva Biológica Sooretama, e ao longo dos principais leitos de drenagem. São compostos de material inconsolidado predominantemente arenoso.

Palavras-chave: Orógeno Araçuaí, Nova Venécia, complexo paragnáissico, granitos, sedimentos

ABSTRACT

The Nova Venécia area, located on the north portion of Espírito Santo state, contains a high-grade metamorphic paragneiss complex, granites (S and I types) and sedimentary rocks. The paragneiss complex, named Nova Venécia Complex, consists of migmatitic, sillimanite-garnet-cordierite-biotite paragneisses and cordierite granulite, with minor calcsilicate intercalations. This complex represents the neoproterozoic basement on the focused area. The petrographic, geochemical and geochronological signatures of paragneiss and granulite samples suggest that this complex can be interpreted as a passive margin sequence, including arc-related deposits. The S-type granites (Atalécia and Carlos Chagas suites) are correlated to the syncollisional stage of the Araçuaí Orogen, because they persistently record S_n (foliation), usually associated to striking mylonitic features. However, some large batholiths dominated by mylonitic garnet-biotite granites can show parts with well-preserved magmatic features. The Atalécia Suite is nearly related to the Nova Venécia Complex through gradational contacts, characterized by the increasing of granitic melting in the paragneiss until the disappearance of gneiss features, evidencing a system of autochthonous partial melting in which the magma is represented by the Atalécia granitoid and the residue is the cordierite granulite. The Atalécia granitoids show enclaves of paragneiss and calcsilicate rocks and present inherited plagioclase crystals; they range in composition from tonalite to granite, always garnet-rich. The Carlos Chagas Suite occurs as a great batholith and occupies the northwest portion of the mapped area. This Suite mainly consists of granites, coarse to very coarse-grained and potassic feldspar-rich, standing out the garnet-biotite leucogranite, foliated to mylonitic. The petrographic and geochemical features suggest that the Carlos Chagas batholith is a great area of allochthonous granitic melt accumulation related, mainly, to anatexis of the Nova Venécia Complex. The S-type G3 Suite is late to post-collisional. It consists of garnet- and/or cordierite-rich leucogranite, S_n -free, which generally occur as veins and small intrusions cutting G2 granites. Most G3 bodies are enveloped by and contain restites of foliated G2 granites, representing autochthonous to parautochthonous partial melts from the Carlos Chagas and Atalécia suites. The G5 Suite is correlated to the post-collisional stage of the Araçuaí Orogen. It consists of I-type granitic and charnockitic intrusions, which may include enderbitic and noritic portions. Magma mingling and mixing features, as well as igneous flow, are very common. The Barreiras Group represents the cenozoic sub-horizontal sedimentary cover and occurs in the most part of the Nova Venécia geological map (approximately 55% of the mapped area). Alluvium occurs in the southeast part of the mapped area, at Sooretama Biological Reserve, and along the main drainage beds. It is composed mainly by sandy material.

Keywords: Araçuaí Orogen, Nova Venécia, paragneiss complex, granites, sediments

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	17
1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	17
1.2 - DADOS DE PRODUÇÃO	18
1.3 - AGRADECIMENTOS.....	18
2 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	19
3 – TRABALHOS ANTERIORES	21
4 – CONTEXTO GEOTECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL	25
5 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	29
5.1 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES, GEOLOGIA ESTRUTURAL E METAMORFISMO	31
5.1.1 - Complexo Nova Venécia (NP3nv).....	31
5.1.2 - Suíte Ataléia (NP3g2at).....	35
5.1.3 - Suíte Carlos Chagas (NP3g2cc)	37
5.1.4 - Leucogranitos Porfírico do Tipo S (e2g3)	40
5.1.5 - Suíte Aimorés (e2g5am)	41
5.1.6 - Grupo Barreiras (ENb)	44
5.1.7 - Aluviões (N4a).....	46
6 – GEOQUÍMICA	51
7 – RECURSOS MINERAIS	67
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA NOVA VENÉCIA

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

1 – INTRODUÇÃO

O Relatório Final aqui apresentado acompanha o mapa geológico escala 1:100.000 da área coberta pela Folha Nova Venécia (SE-24-Y-B-IV), um produto do Contrato CPRM 106/PR/06 firmado com a UFMG. Este contrato de prestação de serviços técnicos especializados objetivou o mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais

das áreas cobertas pelas folhas Bocaiúva, Carangola, Contagem, Curvelo, Manhumirim, Montanha, Nova Venécia e Taiobeiras (Figura 1.1). Os produtos finais deste contrato foram elaborados em plataforma de Sistema Geográfico de Informações (mapa geológico, bancos de dados) e outros aplicativos informatizados (relatório e banco Aflora do GEOBANK).

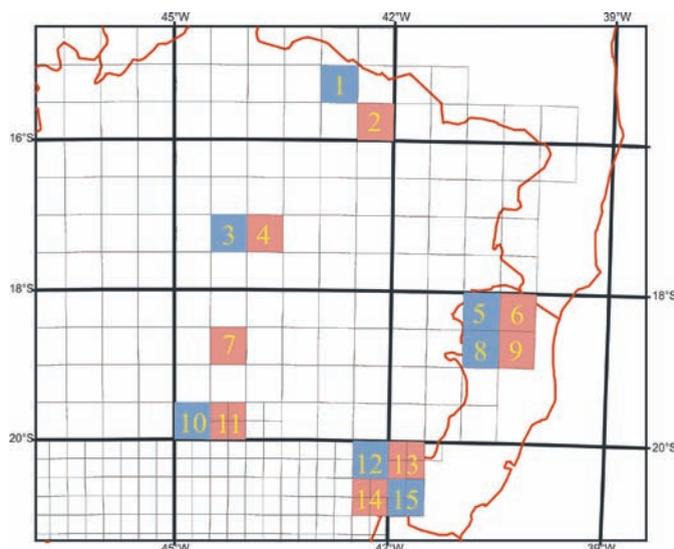


Figura 1.1- Mapa de articulação das folhas mapeadas pelas equipes dos contratos CPRM 106/PR/06–UFMG (em rosa) e CPRM 059/PR/05–UFMG (em azul). 1, Monte Azul; 2, Taiobeiras; 3, Jequitaiá; 4, Bocaiúva; 5, Ecoporanga; 6, Montanha; 7, Curvelo; 8, Mantena; 9, Nova Venécia; 10, Pará de Minas; 11, Contagem; 12, Manhuaçu; 13, Manhumirim; 14, Carangola; 15, Espera Feliz

1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Folha Nova Venécia é delimitada pelas coordenadas 18°30'S–19°00'S e 40°00'W–40°30'W.

A área coberta por esta folha está totalmente contida na região setentrional do Estado do Espírito Santo, abrangendo parte dos municípios de Boa Esperança, Linhares, Nova Venécia, São Mateus e São Gabriel da Palha (Figura 1.2).

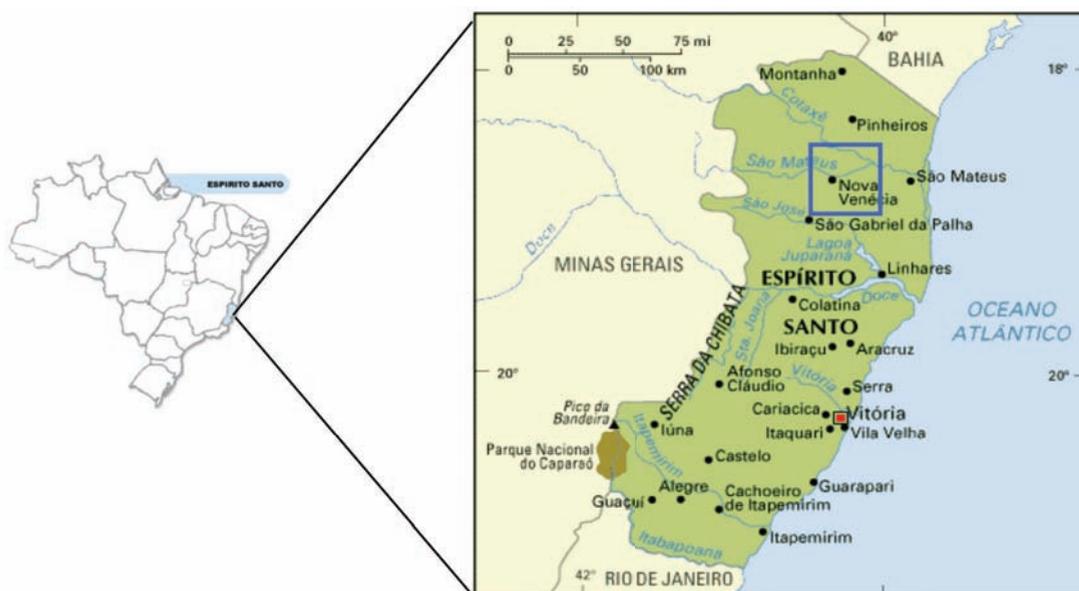


Figura 1.2- Mapa de localização da Folha Nova Venécia (retângulo azul), integrante do Contrato CPRM 106/PR/06

As principais cidades da área mapeada são Boa Esperança, Santo Antônio e Nova Lima, a norte, Nova Venécia e Nestor Gomes (antigo Quarenta e Um) na porção central, e Valério e Jaguaré, a sul. Os povoados são Patrimônio do Bis, Guarabu, São Jorge da Barra Seca, Fartura, Jurana, Fátima, Santa Leocádia dentre outros.

A partir de Belo Horizonte, a rota asfaltada mais curta para a região se faz via Governador Valadares, Divino das Laranjeiras, Central de Minas, Mantena e Barra de São Francisco. As principais vias asfaltadas na área da Folha Nova Venécia são as rodovias ES-130, ES-137, ES-315, ES-344, ES-356, ES-358 e ES-430 que, juntamente com as demais estradas e trilhas, atendem ao mapeamento em escala 1:100.000. Como a região é de alta pluviosidade e as precipitações podem ocorrer durante a maior parte do ano, a viabilidade dos acessos é marcadamente controlada pela densidade de chuvas.

1.2 - DADOS DE PRODUÇÃO

As particularidades litoestruturais, geomorfológicas e pedológicas da região são extremamente adversas para se aplicar os métodos convencionais de interpretação fotogeológica, seja sobre aerofotos ou imagens de satélite, com o objetivo de delimitar unidades litológicas. Por isto é notável a marcante diferença entre o mapa preliminar (essencialmente fotogeológico) e o mapa aqui apresentado (elaborado quase exclusivamente com dados de campo e descrições microscópicas). As informações geofísicas auxiliam na identificação de algumas unidades da folha. As imagens de relevo sombreado e modelo digital do terreno subsidiam o traçado dos grandes fotolineamentos.

No seu conjunto, a área tem quantidade adequada de afloramentos rochosos para atender ao mapeamento em escala 1:100.000, embora muitos deles sejam encostas íngremes e/ou cumes de pontões (pães-de-açúcar).

Todos os afloramentos descritos e compilados estão registrados no banco de dados AFLORA (GEOBANK) e no arquivo Tabela_Campo (anexo). Em arquivos digitais (anexos) também estão os acervos de fotografias de campo (Foto_Campo) e de descrição petrográfica microscópica, incluindo fotomicrografias (Petrografia_Micro), referentes às estações listadas no arquivo Tabela_Campo.

Para melhor clareza de visualização gráfica, os bancos de dados diretamente ligados ao mapa geológico digital em SIG foram alimentados apenas com afloramentos selecionados, em função das características das bibliotecas de símbolos, pontos e linhas, fornecidas pela CPRM.

O Mapa Geológico da Folha Nova Venécia é sustentado por 589 estações de campo relacionadas a afloramentos rochosos (533 estações) e coberturas de solos, distribuídas ao longo de 4.480 km percorridos na área.

Do total de estações de campo, 40 são pedreiras de minerações e garimpos de rochas ornamentais (a maioria), brita e pedra de talhe, ativas e inativas. Muitos afloramentos de rochas graníticas mostram detonações com explosivos (*fogaço* ou *fogo de martelo*) para prospecção de rocha ornamental.

Em função da marcante homogeneidade das unidades e da granulação grossa da maioria das rochas, foram selecionadas e descritas 47 lâminas delgadas.

Análises geoquímicas foram realizadas sobre 27 amostras de unidades diversas da área da Folha Nova Venécia. Para fins de comparação, o tratamento dos dados litoquímicos foi realizado em conjunto com as amostras das folhas Montanha, Mantena e Ecoporanga, totalizando 56 análises.

1.3 - AGRADECIMENTOS

As equipes que mapearam a região coberta pelas folhas Nova Venécia e Montanha agradecem:

- Aos dirigentes e ex-dirigentes da CPRM-Serviço Geológico do Brasil e da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério das Minas e Energia, pela convicção e determinação que resultaram nesta profícua parceria com a Universidade Brasileira para mapeamento geológico em âmbito nacional, em particular a Manoel Barretto, Cláudio Scliar, Giles Carriconde, Roberto Ventura Santos e Agamenon Dantas.
- A Ronaldo Tadeu Pena (Reitor da UFMG), Maria das Graças Fernandes Araújo (Pró-Reitora de Planejamento e Desenvolvimento da UFMG), Macilene Gonçalves de Lima (Diretora do Departamento de Contabilidade e Finanças da UFMG) e a equipe da Divisão de Convênios do DCF-UFMG (em particular, Cecília Pires, Cristiane Kume e Janaína Oliveira), que muito facilitaram a efetivação e o andamento deste contrato;
- A Vinicius Araújo, Valéria Paiva, José Carlos Delogo e Vicente Ângelo, da FUNDEP, pela permanente disponibilidade e eficiência;
- A Luiz Carlos da Silva (supervisor do contrato pela CPRM) pelas proveitosas sugestões;
- A Farid Chemale Jr. e Ivo Dussin, do Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS;
- A Antônio Carneiro (proprietário do Hotel Cidade e da Mineracan, em Nova Venécia), Walter de Prá (ex-prefeito de Nova Venécia), José Orlandi (fazendeiro e proprietário de pedreiras de rochas ornamentais), Mineração Bela Vista, Mineração Matatias (Nova Venécia Granitos), Royal Granite Ltda, Rocha Branca Mineração, Granitos Montanha e CPEX Mineração.

2 – ASPECTOS FISIOGRAFICOS

Na área coberta pela Folha Nova Venécia foram delimitados quatro domínios geomorfológicos

principais que, em geral, não correspondem aos limites das unidades geológicas (Figura 2.1).

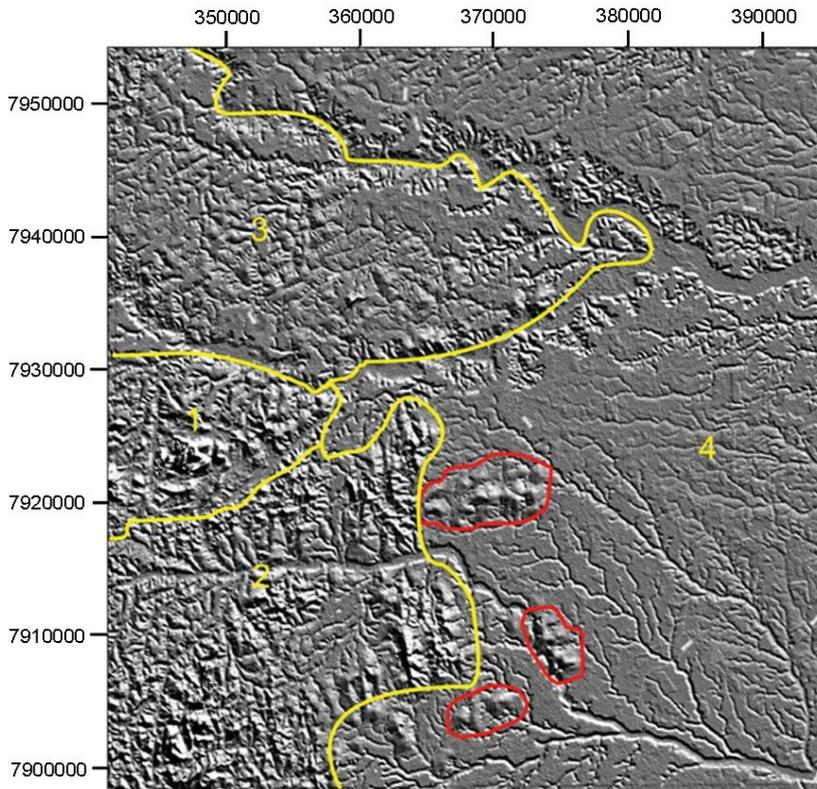


Figura 2.1- As linhas amarelas separam os grandes domínios geomorfológicos da área coberta pela Folha Nova Venécia, que são: 1, domínio de pontões (pães-de-açúcar) e encostas íngremes; 2, domínio de morros rochosos; 3, domínio de colinas; e 4, domínio do planalto costeiro. Em vermelho destacam-se áreas de conjuntos de morros altos (i.e., remanescentes do domínio 2) nos domínios geomorfológicos de menor altitude. Nenhum destes domínios tem correspondência direta com uma só unidade estratigráfica

O domínio 1 é composto por um conjunto de pontões rochosos (pães-de-açúcar) com encostas íngremes e altitudes de até 620 m, desenvolvidos principalmente sobre a intrusão granítico-charnockítica denominada Pedra do Elefante (Suíte G5 Aimorés).

Uma das feições geomorfológicas mais marcantes do domínio é exatamente a Pedra do Elefante que, além de ponto turístico, é palco da extração de brita (Figura 2.2). Este domínio engloba a cidade de Nova Venécia, principal concentração urbana da região.



Figura 2.2- Feições do domínio geomorfológico 1 (pontões rochosos) na Folha Nova Venécia, onde se verifica a extração de brita na Pedra do Elefante. Nesta foto, o substrato é de rochas da Suíte Aimorés

O domínio 2, situado no quadrante sudoeste, tem o relevo menos acentuado que o domínio anterior, e é marcado por morros rochosos isolados (Figura 2.3) esculpidos em granitos da Suíte Ataléia e paragneisses do Complexo Nova Venécia. Observa-

se que alguns destes morros rochosos, como a Serra da Pedra Roxa, seguem um lineamento de direção N-S. O Rio Barra Seca corta esse domínio na direção E-W. Algumas pedreiras de rocha ornamental ocorrem no domínio.



Figura 2.3- Detalhe da Serra da Pedra Roxa, morro rochoso de direção N-S do domínio geomorfológico 2

O domínio 3, que ocupa o quadrante noroeste da folha, caracteriza-se por relevo ainda menos acentuado, é materializado por colinas e extensos platôs desenvolvidos nas diversas unidades estratigráficas. O Rio Cricaré, ao sul, e o Cotaxé, também chamado Rio do Norte, delimitam este domínio com quedas abruptas de altitude. No leito destes rios afloram, predominantemente, rochas do Complexo Nova Venécia, além de litotipos da Suíte Aimorés no extremo norte da área.

O domínio 4 ocupa metade da área da folha e representa o planalto costeiro desenvolvido sobre rochas sedimentares do Grupo Barreiras. As áreas marcadas em vermelho (Figura 3) são morros rochosos remanescentes de outros domínios, que não foram aplainados pela erosão cenozóica. No domínio 4, o planalto costeiro está levemente inclinado para sudeste.

Na maior parte da Folha Nova Venécia a drenagem tem padrão dendrítico, com algum controle nas direções NE, NW e N-S. Sobre o planalto costeiro, a drenagem dendrítica é condicionada pela pendente topográfica rumo ao Oceano Atlântico e pela inclinação para sudeste.

A área da Folha Nova Venécia é coberta por pastagens e culturas de cana, café, eucalipto, pimenta-do-reino, seringueira e frutas, além de restos de mata fechada que se concentram nos vales mais íngremes. Entretanto, no quadrante sudeste da folha, a área de proteção ambiental da Reserva Biológica de Soretama ainda preserva a vegetação original da Mata Atlântica. Nos maciços rochosos desenvolvem-se espécies peculiares como, por exemplo, bromélias e cactus.

3 – TRABALHOS ANTERIORES

Esta síntese refere-se à região setentrional do Estado do Espírito Santo e suas vizinhanças em Minas Gerais, em particular a mapas que cobrem as áreas das folhas Nova Venécia, Montanha, Mantena e Ecoporanga.

Cordani (1973) dividiu o substrato da região em duas grandes unidades litológicas: uma, a oeste, constituída por gnaisses migmatíticos e rochas graníticas, e outra, a leste, formada por gnaisses kinzigíticos, com grau metamórfico maior do que a primeira.

Fontes *et al.* (1978, Projeto Jequitinhonha 1:250.000, CPRM) distinguem três unidades litoestratigráficas na região (1:100.000), a saber:

- O *Complexo Gnáissico-Kinzigítico* é descrito com uma grande variedade de rochas gnáissicas, incluindo verdadeiros kinzigitos, em parte migmatizadas, com intercalações leucocráticas e rochas graníticas associadas. As rochas predominantes são referidas como: gnaisse kinzigítico, gnaisse migmatítico, granitóide gnáissico, biotita-granada gnaisse, biotita-anfibólio-granada gnaisse e biotita-anfibólio gnaisse. Intercalações de rochas calcissilicáticas e rochas charnockíticas também foram agrupadas neste complexo.
- As rochas do *Complexo Granitóide* foram descritas com estrutura orientada, geralmente ocelar (*augen*), constituídas por feldspato potássico, biotita, quartzo, plagioclásio, granada, sillimanita e cordierita.
- O *Complexo Charnockítico* foi descrito próximo a Barra do São Francisco (Folha Mantena) e Cotaxé (Folha Ecoporanga), sob a forma de batólitos e *stocks* em associação com os granitóides porfiroblásticos e *augen* granitóides do *Complexo Granitóide*.

Siga-Júnior (1986) e Silva *et al.* (1987, Folha Rio Doce 1:1000.000, IBGE) referem as seguintes unidades litoestratigráficas:

- O *Complexo Paraíba do Sul* incluiria metatexitos e diatexitos, cujos paleossomas são biotita e/ou hornblenda-granada gnaisses e gnaisses kinzigíticos, com intercalações de rochas calcissilicáticas, mármore, quartzitos e anfibolitos; e neossomas cujos leucossomas são quartzo-feldspáticos e os melanossomas são ricos em biotita. Este complexo, considerado como embasamento na região norte do Espírito Santo, teria se formado pelo metamorfismo de material crustal preexistente, no Ciclo Brasileiro, em torno de 630 Ma (Rb-Sr).
- O *Complexo Montanha* foi interpretado como sintectônico e descrito como um conjunto de

augen granitóides gnáissicos, leucocráticos a mesocráticos, a biotita, granada, sillimanita e eventualmente cordierita, com abundantes megacristais de feldspato ocelar a retangular, e xenólitos gnáissicos e calcissilicáticos.

- O *Complexo Medina* foi interpretado como sin a tarditectônico e descrito como um conjunto de biotita granito porfiróide, biotita granodiorito a tonalito gnaissificados e biotita granitóide, de granulação média a grossa, equigranulares a porfiróides, leucocráticos a mesocráticos, com ou sem granada, maciços a foliados, portadores de xenólitos e enclaves microgranulares.
- A *Suíte Intrusiva Aimorés*, interpretada como tardi a pós-tectônica, estaria exposta em grandes maciços nos arredores de Barra do São Francisco e Águia Branca (Folha Mantena) e em pequenos *stocks* na região de Cotaxé (Folha Ecoporanga), onde estaria representada por biotita ortopiroxênio granitóides, maciços ou foliados, com granulação grosseira a porfiróide, coloração verde escura.
- A *Suíte Intrusiva Guaratinga*, interpretada como pós-tectônica a anorogênica, englobaria biotita monzogranitos a tonalitos e biotita granitos, isotrópicos, de granulação fina a média e texturas equigranulares, que ocorreriam nos arredores de Ecoporanga e nas vizinhanças de Barra do São Francisco (Folha Mantena).
- A *Suíte Intrusiva Fundão* inclui os diques de diabásio de granulação fina a média e gabros, com textura ofítica e intergranular. Ocorrem com orientação preferencial na direção NNW-SSE.
- O *Grupo Barreiras* é composto por arenitos imaturos, conglomerados polimícticos e argilitos variados, depositados no Terciário.

Silva *et al.* (1987) refere que a região particulariza-se por conter o alinhamento estrutural Vitória-(Colatina)-Ecoporanga, de direção NW-SE, que foi interpretado como resultante de reativações pré-cambriana (brasiliiano) e mesozóica.

O Projeto Leste (Pinto *et al.* 2001, CPRM-CODEMIG) apresenta mapas em escala 1:100.000 que são adjacentes às folhas Mantena e Ecoporanga, ou que incluem as pequenas partes do território mineiro contidas nestas folhas. As cartas geológicas do Projeto Leste que cobrem estas áreas de Minas Gerais também receberam os nomes Mantena e Ecoporanga (Silva 2000), no Projeto Leste. Os demais mapas do Projeto Leste que interessam diretamente

ao presente trabalho são Conselheiro Pena-São Gabriel da Palha (Oliveira, 2000), Itabirinha de Mantena (Vieira 2000) Ataléia (Tuller 2000), Mucuri (Moreira 2000) e Carlos Chagas (Silva 2000). As descrições de unidades litoestratigráficas das cartas do Projeto Leste, que interessam diretamente à correlação com unidades da região mapeada, estão sintetizadas adiante:

- O *Complexo Gnáissico-Kinzigítico*, representado pela unidade *Gnaïsse Kinzigítico*, é descrito como portador de biotita-granada-cordierita gnaïsse, biotita-cordierita-granada-gnaïsse-sillimanita gnaïsse, cordierita-sillimanita-biotita gnaïsse e biotita-cordierita gnaïsse, com lentes de rochas calcissilicáticas. O conjunto está localmente milonitizado. Intensidades diversas de migmatização são observadas. A unidade *Gnaïsse Kinzigítico* é interpretada como embasamento neoproterozóico e correlacionada ao *Complexo Paraíba do Sul* de Silva et al. (1987).
- O *Granito Nanuque*, da Folha Carlos Chagas, é descrito como *cordierita-sillimanita-granada-biotita granito (eventualmente granodiorito e tonalito) cinza, porfirítico, foliado, com matriz de granulação grossa muitas vezes subordinada. Pode ocorrer rocha charnockítica*. A descrição do relatório desta folha deixa evidências claras de que a foliação referida é tectônica (*solid-state foliation*). O contato do *Granito Nanuque* com o *Leucogranito Carlos Chagas*, na Folha Carlos Chagas, é marcado como contato aproximado, mas na Folha Ataléia a relação de contato entre estas unidades é marcada por uma falha de empurrão com indicação do movimento da capa para leste. O *Granito Nanuque* é considerado uma unidade *sin- a tardi-tectônica* da *faixa móvel*.
- O *Leucogranito Carlos Chagas* é descrito como *granito de cor branca, de granulação média, composto de quartzo, feldspato, biotita, sillimanita e granada. Localmente possui composição granodiorítica. Possui restos de granada-sillimanita-cordierita gnaïsse*. O *Leucogranito Carlos Chagas* apresenta foliação penetrativa, atribuída ao Evento Brasileiro. São descritas também feições metamórficas nesta unidade, como texturas de blastese, por exemplo. O contato do *Leucogranito Carlos Chagas* com o *Gnaïsse Kinzigítico* é interpretado como falha de empurrão, com indicação do movimento da capa para leste, na Folha Itabirinha de Mantena, mas é representado como contato aproximado, não discriminado, na Folha Carlos Chagas. O *Leucogranito Carlos Chagas* também é considerado como uma unidade *sin- a tardi-tectônica* da *faixa móvel*.
- O *Granito Ataléia* é descrito, na Folha Carlos Chagas, como (*sillimanita*)-*granada-biotita granito (mais granodiorito e tonalito), cinza, foliado, geralmente porfirítico, com enclaves de granada-biotita gnaïsse bandado*. O contato do *Granito Ataléia* com o *Leucogranito Carlos Chagas* é representado por uma falha de empurrão aproximada, com indicação do movimento da capa para leste. O *Granito Ataléia* é considerado como uma unidade *sin- a tardi-tectônica* mais nova da *faixa móvel*, nesta região.
- O *Granito Caladão* e o *Charnockito Padre Paraíso* são unidades englobados na *Suíte Intrusiva Aimorés*, considerada como tardi a pós-tectônica. Na região, o *Granito Caladão* é descrito como *biotita granito porfirítico com fenocristais de feldspato potássico em matriz de granulação grossa, de cor cinza, isotrópico ou com orientação de fluxo magmático*. O *Charnockito Padre Paraíso*, geralmente isotrópico, consiste de *charnockito a enderbita, com quantidades variáveis de piroxênios, anfibólio e biotita, e fenocristais de feldspato em matriz de granulação grossa a média*. Os corpos de *Granito Caladão* e *Charnockito Padre Paraíso* são referidos como nitidamente intrusivos e estão intimamente associados entre si, ocorrendo no interior do mesmo plúton.
- O *Granito Pedra Pontuda*, que ocorre como uma intrusão no *Granito Ataléia* do extremo nordeste da folha homônima, é descrito como *hornblenda-biotita granito cinza com tonalidade rósea, granulação média a grossa e foliação incipiente*. É considerado como um corpo tardi- a pós-tectônico, que não pertence à *Suíte Intrusiva Aimorés*.
- O *Grupo Barreiras*, de idade cenozóica, é delimitado em grande parte do quadrante sudeste da Folha Carlos Chagas, onde é descrito como *sedimentos areno-argilosos imaturos de cores variegadas, mal classificados, inconsolidados, localmente conglomeráticos*.

Noce et al (2004) obtiveram os primeiros dados geocronológicos U-Pb para o complexo paragnáissico da região setentrional do Espírito Santo. Os zircões detríticos (datados pelo método U-Pb SHRIMP) forneceram dados indicadores de fontes de diferentes idades (631 ± 19 Ma, 773 ± 13 Ma e 2104 ± 12 Ma) para os protólitos sedimentares do complexo paragnáissico. A idade recalculada para os zircões detríticos mais jovens limita a idade máxima da deposição dos protólitos sedimentares do paragnáisse de Nova Venécia em 608 ± 18 Ma (Pedrosa-Soares et al. 2008). A idade U-Pb de monazita neo-formada (530 ± 5 Ma) indica a época de episódio térmico tardi-orogênico que afetou o complexo. Esta idade é relacionada às fusões tardias (veios e plútons graníticos livres da foliação regional), uma vez que, no contexto do Orógeno

Araçuaí, a idade do metamorfismo sincolisional tem sido limitada no intervalo 585-560 Ma.

A designação Nova Venécia foi explicitada por Pedrosa-Soares *et al.* (2006, 2008), com base no trabalho de Noce *et al.* (2004) e no mapa geológico de Gradim *et al.* (2005), para designar a unidade composta de paragnaisse peraluminoso com intercalações de rocha calcissilicática, que apresenta zircões detríticos indicadores de idade máxima de sedimentação em torno de 608 Ma e ocorre amplamente na região de Nova Venécia a Vitória. O Complexo Nova Venécia difere das unidades portadoras de paragnaises situadas no nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia, onde o Complexo Jequitinhonha é rico em intercalações de grafita gnaisse e quartzito, e a sul de Vitória (Espírito Santo), onde o complexo paragnáissico apresenta espessas lentes de mármore, quartzito, rochas manganíferas e corpos meta-ultrabásicos. O Complexo Nova Venécia apresenta metamorfismo na transição de fácies anfíbolito-granulito, em função da paragênese cordierita-granada-sillimanita-hercynita (Castañeda *et al.* 2006, Pedrosa-Soares *et al.* 2006), mas com significativa presença de biotita em alguns termos peraluminosos e sua quase ausência em outros. Dados quantitativos obtidos em paragnaises da região entre Colatina e Santa Tereza apontam temperatura metamórfica de 820 ± 20 °C (*i.e.*, início da fácies granulito) a pressão de $6,5 \pm 0,5$ kbar (Munhá *et al.* 2005).

O plutonismo orogênico aqui abordado diz respeito às suítes regionais identificadas por Pedrosa-Soares & Wiedemann (2000), Pedrosa-Soares *et al.* (2001, 2007, 2008) e Campos *et al.* (2004). Estas suítes numeradas de G1 a G5 e discriminadas com base em relações de campo, feições estruturais, assinatura geoquímica e idades U-Pb têm suas características adiante resumidas.

A suíte G1, característica do estágio pré-colisional, consiste de granitóides tipo-I, metaluminosos e cálcio-alcálicos, representados predominantemente por tonalito e granodiorito, ricos em autólitos dioríticos a máficos, foliados e estirados segundo a foliação regional impressa pela deformação brasileira. Esta suíte foi formada em ambiente de margem continental ativa no intervalo de *ca.* 630 a 585 Ma (Nalini-Junior *et al.* 2000a, 2005; Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000; Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2008; Campos *et al.* 2004; Silva *et al.* 2005).

A suíte G2 engloba os produtos da granitogênese sincolisional que teve lugar no intervalo 585 – 560 Ma no Orógeno Araçuaí (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos, 2000; Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2007, 2008; Silva *et al.* 2005). São granitos geralmente peraluminosos, tipo-S, que foram afetados pela deformação dúctil do estágio sin-colisional do Orógeno Araçuaí, embora localmente os grandes batólitos possam mostrar porções preservadas desta deformação (Pedrosa-

Soares *et al.* 2006). Anteriormente, os granitos da suíte G2 eram incluídos nos complexos granitóide e gnáissico-kinzigítico da Associação Barbacena-Paraíba do Sul (Fontes *et al.* 1978), e nos complexos Medina e Montanha (Silva *et al.* 1987). O granada-biotita granito foliado da região de Montanha foi interpretado como sintectônico (Silva *et al.* 1987). As denominações Granito Ataléia e Leucogranito Carlos Chagas foram utilizadas, informalmente, por Pinto *et al.* (2001) para identificar litotipos relacionados à granitogênese que também consideraram como sintectônica. A unidade chamada Granito Ataléia é descrita como um conjunto de biotita granito e granada-biotita granito, foliados, de granulação fina a média, cor cinza, ricos em xenólitos e restitos de paragnaisse e rocha calcissilicática. Segundo Tuller (1997), os contatos do Granito Ataléia com o complexo paragnáissico e o Leucogranito Carlos Chagas são transicionais. Localmente, estes contatos são tectônicos (Pedrosa-Soares *et al.* 2006). O termo Leucogranito Carlos Chagas foi utilizado para distinguir rochas graníticas, leucocráticas, de granulação grossa, estrutura *augen*, foliadas e dobradas (Pinto *et al.* 2001). O Leucogranito Carlos Chagas mostra contato geralmente tectônico com o complexo paragnáissico, podendo ser localmente transicional (Pinto *et al.* 2001; Pedrosa-Soares *et al.* 2006; Castañeda *et al.* 2006). Noce *et al.* (2000) apresentaram idade de cristalização magmática de 591 ± 5 Ma (Pb-Pb, evaporação de zircão) para o Granito Ataléia e Silva *et al.* (2002) de 573 ± 5 Ma (zircão, U-Pb SHRIMP) para o Granito Nanuque. Roncato *et al.* (2007) e Vauchez *et al.* (2007) reportam idades U-Pb SHRIMP muito similares, em torno de 576 Ma, para amostras de diferentes partes do Leucogranito Carlos Chagas.

A rocha típica da suíte G3 é o leucogranito a granada e/ou cordierita, com textura isotrópica, ou seja, livre da foliação dúctil regional (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000; Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2006, 2007). O leucogranito G3 geralmente é livre de biotita, ou a tem em muito pequena quantidade. Resíduos granulíticos, na forma de aglomerados compostos por cordierita, granada, sillimanita, monazita e apatita, podem ocorrer associados ao leucogranito G3. Esta suíte ocorre de forma restrita, na forma de veios e bolsões disformes, ou como corpos isolados de pequenas dimensões (Pedrosa-Soares *et al.* 2006; Castañeda *et al.* 2006). Os contatos entre granitos das suítes G3 e G2 são transicionais, sem relações intrusivas ou qualquer outra feição que evidencie injeção ou movimento significativo, sugerindo o caráter autóctone a para-autóctone da suíte G3. Desta forma, o cordierita-granada leucogranito da suíte G3 parece ser produto de fusão parcial essencialmente autóctone de granitos da suíte G2, após o evento de deformação regional do estágio sincolisional do Orógeno Araçuaí (Pedrosa-Soares *et al.* 2006). A temperatura e pressão, calculadas por Castañeda *et al.* (em preparação) a partir de análises de micro-

sonda eletrônica, indicam que a suíte G3 cristalizou-se em torno de 815 °C e a 5 kbar. Esta suíte tem idades de cristalização magmática no intervalo de 545–520 Ma (Whittington *et al.* 2001; Silva *et al.* 2005, 2007; Castañeda *et al.* 2006; Pedrosa-Soares *et al.* 2006) e zircões com núcleos herdados de idade entre 630 Ma e 850 Ma (Silva *et al.* 2007).

A suíte G4 engloba intrusões tardias do tipo-S, compostas de granito a duas micas, granito pegmatóide e raro biotita granito. As intrusões graníticas desta suíte são fontes de grandes pegmatitos ricos em turmalina e minerais de lítio (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000, Pedrosa-Soares *et al.* 1987, 2001). Os corpos da suíte G4 parecem ser diacrônicos (ca. 535-500 Ma) em relação à suíte G3 e podem ser considerados como correspondentes alóctones, mais hidratados e cristalizados em nível crustal mais raso, em relação à Suíte G3.

A suíte G5 engloba intrusões tardias do tipo-I, muitas vezes zonadas, constituídas por fácies graníticas, charnockíticas, enderbíticas, noríticas e/

ou anortosíticas, sem a foliação regional. Enclaves máficos, evidenciando misturas mecânica (*mingling*) e química (*mixing*) de magmas, e xenólitos de encaixantes são comuns. A assinatura cálcio-alcalina de altos K e Fe é característica desses plútons, permitindo-lhes ser a origem de pegmatitos ricos em água-marinha e topázio. As idades disponíveis para a suíte G5, no intervalo 520-500 Ma, indicam que este plutonismo teve lugar no estágio pós-colisional do Orógeno Araçuai (Wiedemann *et al.* 1993, 1997, 2002; Noce *et al.* 2000; Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000; Pinto *et al.* 2001; Campos *et al.* 2004; Martins *et al.* 2004; Castañeda *et al.* 2006; Pedrosa-Soares *et al.* 2006a,b).

Baltazar *et al.* (2008) apresentam os resultados do mapeamento geológico em escala 1:100.000 que cobriu as áreas das folhas São Gabriel da Palha e Linhares, situadas imediatamente a sul das folhas Mantena (Pedrosa-Soares *et al.* 2006) e Nova Venécia (Queiroga *et al.* 2009), mostrando características similares para as unidades que são comuns às folhas citadas.

4 – CONTEXTO GEOTECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL

A região setentrional do Estado do Espírito Santo situa-se no setor oriental do Orógeno Araçuaí (Figura 4.1). A definição e características deste orógeno, bem como sínteses, modelos evolutivos e dados recentes que interessam à região mapeada, se encontram em Almeida (1977), Brito-Neves *et al.* (1999), Pedrosa-Soares *et al.* (1998, 2001a,b, 2003, 2005, 2007, 2008), Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos (2000), Lima *et al.* (2002), Silva *et al.* (2002, 2005), Wiedemann *et al.* (2002), Noce *et al.* (2004), Heilbron *et al.* (2004), Martins *et al.* (2004), Suita *et al.* (2004), Munhá *et al.* (2005), Marshak *et al.* (2006), Alkmim *et al.* (2006, 2007), Vieira (2007), Vieira *et al.* (2007), Queiroga *et al.* (2007) e Roncato (2009). Apresenta-se adiante uma síntese destes trabalhos.

O Orógeno Araçuaí é uma região orogênica que se estende do Cráton do São Francisco ao litoral atlântico, aproximadamente entre os paralelos 15° e 21° S (Figura 4.2). Este orógeno inclui a Faixa de Dobramentos Araçuaí e a região a leste dela, rica em rochas graníticas e metassedimentares de alto

grau. A contraparte africana do Orógeno Araçuaí é a Faixa Congo Ocidental (ou Oeste Congo) que foi herdada pela África após a abertura do Atlântico Sul no Cretáceo. Este orógeno faz parte do sistema orogênico brasileiro-panafricano, cuja evolução se deu no Neoproterozóico e Cambriano, representando o setor setentrional da Província Mantiqueira.

Em conjunto, o Orógeno Araçuaí e a Faixa Congo Ocidental caracterizam um orógeno confinado a uma reentrância do Cráton São Francisco – Congo (Figura 4.1). A bacia precursora desse orógeno seria um golfo, ensialítico a norte e oceanizado a sul, que desembocaria em amplo oceano voltado para onde hoje se situa o Orógeno Ribeira. O fechamento desta bacia teria sido induzido por colisões à distância, contra os crátons do São Francisco e Congo, e seguiria um mecanismo similar a um quebra-nozes. A posição dos remanescentes oceânicos em relação ao arco magmático indica que a subducção foi de oeste para leste, de tal forma que a região aqui abordada se situa na zona de retroarco do Orógeno Araçuaí (Figuras 4.1 e 4.2).

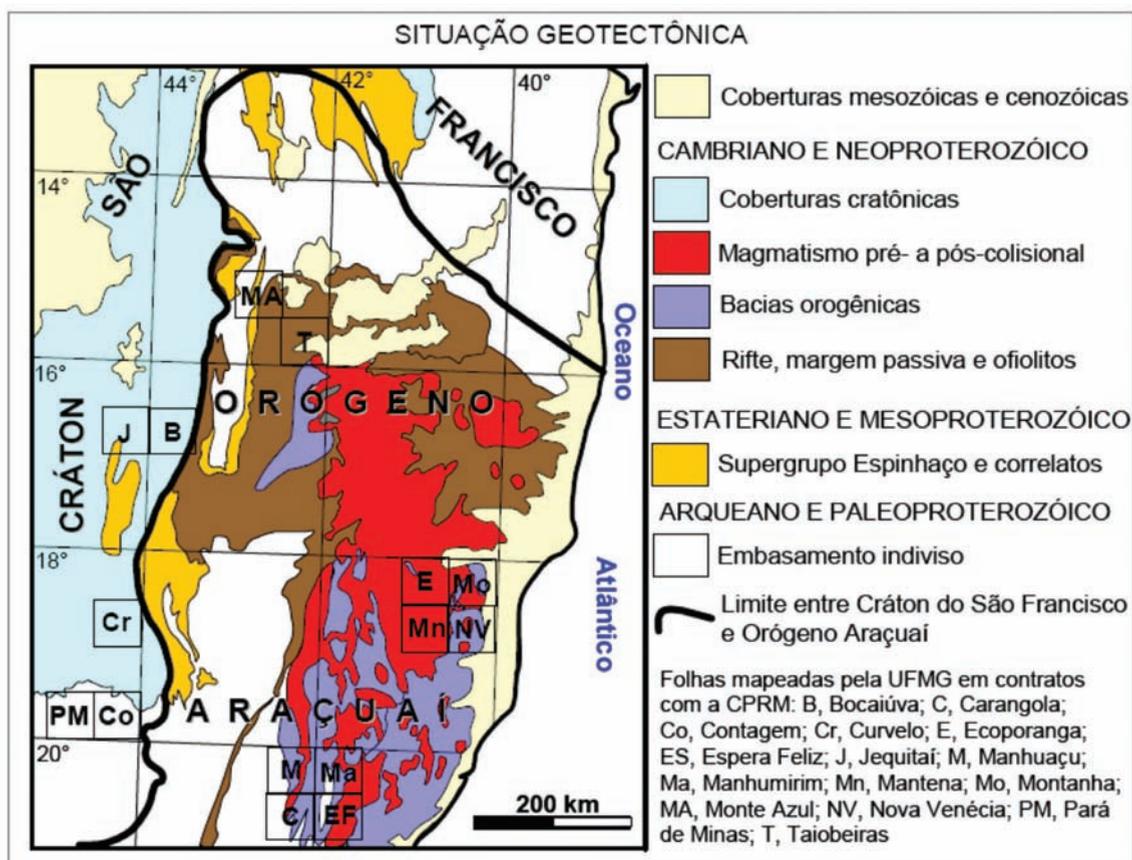


Figura 4.1- Situação das folhas mapeadas pelos contratos CPRM-UFMG no Orógeno Araçuaí (modificado de Pedrosa-Soares *et al.* 2005 e Alkmim *et al.* 2006)

O embasamento está bem exposto no setor ocidental do Orógeno Araçuai, onde é representado por unidades arqueanas e paleoproterozóicas, mas ocorre em áreas restritas no núcleo metamórfico-

anatético do orógeno, onde consiste de unidades paleoproterozóicas (complexos Juiz de Fora e Pocrane e Suíte Caparaó) fortemente retrabalhadas pela Orogenia Brasiliana (Figura 4.2).

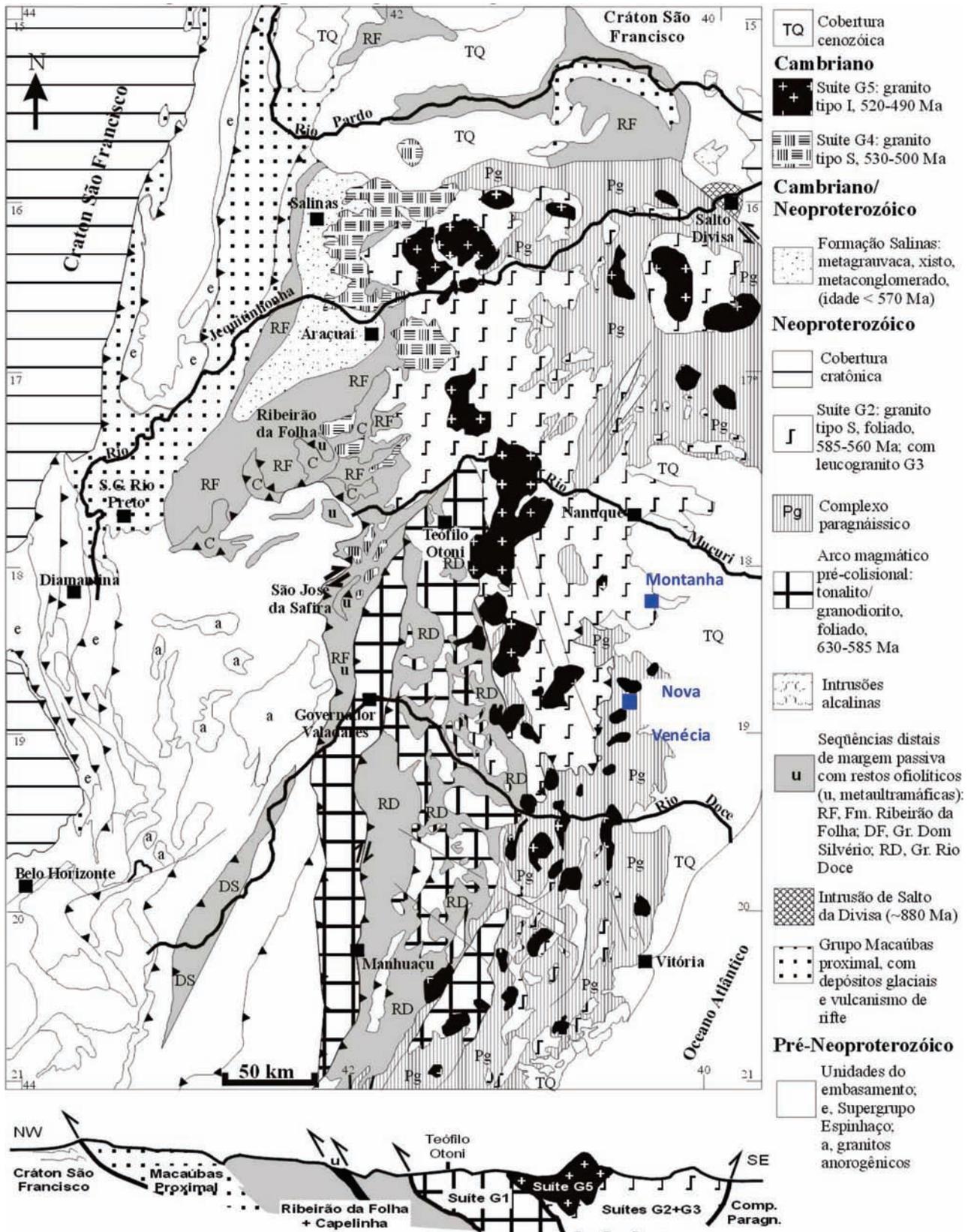


Figura 4.2- Mapa geológico do Orógeno Araçuai (Pedrosa-Soares et al. 2005, 2007)

A bacia precursora do Orógeno Araçuaí é representada pelo Grupo Macaúbas e seus correlatos. A fase rifte continental da bacia Macaúbas desenvolveu-se entre *ca.* 930 e 880 Ma, e seu registro sedimentar é representado pelas unidades basais e proximais do Grupo Macaúbas, constituídas de quartzito e conglomerado, superpostos por metadiamicrito com intercalações de quartzito. As manifestações magmáticas deste período estão bem registradas pelos diques máficos da Suíte Pedro Lessa, granitos anorogênicos da Suíte Salto da Divisa e pelos xistos verdes basálticos do Membro Rio Preto da Formação Chapada Acauã (Figura 4.2). O estágio transicional entre as fases rifte e de margem passiva é representado pela seqüência glácio-marinha que inclui diamictito estratificado com turbidito arenoso a pelítico e formação ferrífera sedimentar, metamorfisados na fácies xisto verde.

A fase de margem passiva da Bacia Macaúbas é representada por extensa sedimentação de turbiditos areno-pelíticos de mar profundo e por remanescentes de crosta oceânica. Esta unidade distal do Grupo Macaúbas é a Formação Ribeirão da Folha a qual, onde exclusivamente sedimentar, consiste de quartzomica xisto bandado com intercalações de rocha calcissilicática, grafita xisto e mármore. A parte distal da Formação Ribeirão da Folha, que contém restos de crosta oceânica, engloba micaxisto peraluminoso com intercalações de metachert sulfetado, grafita xisto com cianita e/ou sulfeto, formações ferríferas bandadas dos tipos óxido, silicato e sulfeto, orto-anfibolitos e veios de plagiogranitos associados. Estes orto-anfibolitos têm assinatura geoquímica de assoalho oceânico e representam seções diversas da crosta oceânica, desde a porção gabroica inferior até rochas vulcânicas. Lascas tectônicas de rochas meta-ultramáficas, encaixadas na Formação Ribeirão da Folha e outras unidades, representam fatias de manto sub-oceânico. Recentemente, as vênulas de plagiogranito foram datadas em 660 ± 29 Ma (zircão, U-Pb LA-ICP-MS), indicando época de cristalização magmática deste remanescente ofiolítico. O Grupo Dom Silvério, em função da similaridade litológica e geoquímica, é um provável correlato da parte oceânica da Formação Ribeirão da Folha.

O Orógeno Araçuaí guarda marcantes evidências dos estágios pré-colisional (630-585 Ma), sincolisional (585-560 Ma), tardi-colisional (560-530 Ma) e pós-colisional (530-490 Ma).

No estágio pré-colisional (630-585 Ma), acrescionário, foi edificado um arco magmático cálcio-alcálico em ambiente de margem continental ativa. Este arco é representado pela Suíte G1, constituída por batólitos tonalíticos a granodioríticos, ricos em autólitos dioríticos e máficos, deformados, que registram a foliação regional em fácies anfibolito a granulito. Denominações locais desta suíte são Galiléia, São Vítor, Mascarenhas e várias outras.

Rochas vulcânicas deste arco magmático foram caracterizadas em unidades inferiores do

Grupo Rio Doce. Na Formação Palmital do Sul, basal, ocorrem tufos piroclásticos com bombas vulcânicas esparsas. A Formação Tumiritinga contém rochas vulcanoclásticas (tufos e cinzas). As rochas vulcânicas têm composição dacítica e assinatura geoquímica de arco vulcânico continental, com idades de cristalização magmática (zircão, U-Pb LA-ICP-MS e TIMS) em torno de 585 Ma. Estas formações são interpretadas como depósitos de bacias intra-arco a ante-arco, preenchidas no estágio final de desenvolvimento do arco magmático. A Formação São Tomé, que recobre as unidades acima referidas, é composta por metagrauvaca, paragnaisse, quartzito e mármore que têm contribuição sedimentar do arco magmático revelada por sua composição mineralógica, assinatura geoquímica e grãos detríticos de zircão com idades em torno de 595 Ma.

A posição relativa entre o arco magmático e os restos ofiolíticos da Formação Ribeirão da Folha indica que a zona de sutura do Orógeno Araçuaí é balizada pelo meridiano 42°W.

Entre os estágios pré-colisional e sincolisional ocorreu sedimentação, em bacia de retroarco, dos protólitos do complexo paragnáissico da região setentrional do Espírito Santo, que contém zircões detríticos com idades entre 630 e 600 Ma. A rocha largamente predominante neste complexo é gnaiss peraluminoso (rico em granada, cordierita e/ou sillimanita) que atingiu metamorfismo da fácies granulito. Entretanto, paragnaises similares, situados no nordeste de Minas Gerais, sul da Bahia e sul do Espírito Santo, que apresentam intercalações de grafita gnaiss, quartzito, mármore e/ou rochas calcissilicáticas, poderiam também representar componentes de margem passiva.

Os padrões regionais de deformação dúctil e metamorfismo originaram-se no estágio sincolisional (585-560 Ma). No estágio sincolisional estruturou-se o transporte tectônico centrífugo que se observa no segmento mediano transversal do Orógeno Araçuaí (Figura 4.2). A foliação regional dos metapelitos dos grupos Macaúbas e Dom Silvério é materializada por paragêneses do regime de média pressão, desde a zona da clorita, que margeia o cráton, até a zona da sillimanita, no domínio tectônico interno do orógeno. O complexo paragnáissico registra metamorfismo de fácies anfibolito alto a granulito, a pressões moderadas, com fusão parcial extensiva. O estágio sincolisional deu origem a enorme volume de granitos do tipo S, amalgamados em batólitos que são englobados na Suíte G2. Nesta suíte predominam granada-biotita granito e cordierita-granada-biotita granito, com sillimanita freqüente, e granito a duas micas, portadores de xenólitos de rochas metassedimentares em estágios variados de assimilação. Os corpos graníticos G2 estão foliados, gnaissificados ou milonitizados, em concordância com a foliação regional que neles se manifesta na fácies anfibolito médio a alto. Denominações locais desta suíte são Ataléia, Carlos Chagas, Nanuque, Montanha e várias outras.

O estágio tardi-colisional, representado pela Suíte G3, parece ter se estendido de 560 a 530 Ma. Leucogranito com granada e/ou cordierita, que geralmente ocorre em veios e bolsões superpostos a granitos G2, é a rocha característica (mas não exclusiva) desta suíte. A sedimentação do estágio tardi a pós-colisional é representada pela Formação Salinas. Esta formação consiste de grauvaça, pelito e conglomerado clasto-suportado, metamorfisados na fácies xisto verde baixo. Entretanto, o metamorfismo pode atingir a fácies anfíbolito na zona oriental da formação, provavelmente em função da influência do enxame de intrusões da Suíte G4. Datações de zircões detríticos e de zircões de seixos de rochas vulcânicas félsicas limitam a idade máxima da Formação Salinas em 570 Ma. As intrusões graníticas G4 que a cortam balizam sua idade mínima em 500 Ma. A Formação Salinas representa sedimentação tardi-orogênica e, por isto, foi retirada do Grupo Macaúbas.

O estágio pós-colisional (530-490 Ma) oferece evidências marcantes do colapso gravitacional do Orógeno Araçuai. No domínio tectônico externo, a clivagem de crenulação íngreme que mergulha para oeste e corta a foliação regional é a principal estrutura relacionada ao colapso do orógeno. No domínio tectônico interno ocorrem as suítes graníticas G4 e G5, também relacionadas ao colapso gravitacional tardi-orogênico.

A Suíte G4 engloba intrusões em forma de balão e conjuntos de plútons amalgamados, com cúpulas pegmatóides localmente preservadas. Os granitos G4 são do tipo S e apresentam proporções diversas de muscovita, biotita e granada. Orientação de fluxo ígneo, xenólitos e restos de teto (*roof pendants*) são freqüentes. Os plútons G4 são fontes de inúmeros pegmatitos ricos em turmalinas e muitas outras gemas, feldspato industrial e minérios de metais raros (lítio, berílio, tântalo). Denominações locais desta suíte são Itaporé, Mangabeiras, Santa Rosa e outras.

A Suíte G5 é constituída de intrusões do tipo I, livres da foliação regional, cuja ocorrência se limita ao núcleo do orógeno. Estas intrusões são predominantemente graníticas, mas podem conter charnockito, enderbita e termos mais básicos. Na região sul do orógeno, em decorrência da exposição de nível crustal mais profundo, são comuns os plútons zonados que mostram núcleos (raízes) de composição básica. Feições de mistura mecânica (*mingling*) e química (*mixing*) de magmas são comuns. A assinatura geoquímica das intrusões é cálcio-alcálica de alto K e alto Fe. Os plútons G5, particularmente aqueles que se situam na porção norte do orógeno, são fontes de pegmatitos ricos em água-marinha e topázio. Denominações locais desta suíte são Aimorés, Caladão, Guaratinga, Medina, Padre Paraíso, Pedra Preta, Santa Angélica e várias outras.

5 – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

No mapa geológico da área coberta pela escala 1:100.000, foram delimitadas as unidades Folha Nova Venécia (Figura 5.1 e mapa anexo), estratigráficas referidas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1- Quadro estratigráfico das unidades delimitadas no mapa geológico da Folha Nova Venécia

FANEROZÓICO
NEOGENO
N4a – Sedimentos fluviais predominantemente arenosos.
GRUPO BARREIRAS
ENb – Camadas horizontais de arenito conglomerático com matriz caolínica, com lentes e lençóis de conglomerado e brecha e intercalações de argilito caolínico silto-arenoso e arenito caolínico.
PALEOZÓICO
CAMBRIANO
PLUTONISMO PÓS-COLISIONAL
SUÍTE INTRUSIVA AIMORÉS
eg5ambg – Biotita granito do tipo I.
eg5amck – Rochas charnockíticas do tipo I.
GRANITOS TARDIA PÓS-COLISIONAIS
LEUCOGRANITO PORFIRÍTICO DO TIPO S
e2g3 – Granada-cordierita leucogranito, granada leucogranito e/ou cordierita leucogranito.
NEOPROTEROZÓICO
EDIACARIANO
GRANITOS SINCOLISIONAIS
SUÍTE CARLOS CHAGAS
NP3g2cc – Granada-biotita leucogranito, tipo S, foliado a milonítico.
SUÍTE ATALÉIA
NP3g2at – Biotita granito e granada-biotita granito do tipo S, pouco foliado a protomilonítico, com xenólitos e restitos de paragneisse e rocha calcissilicática.
CRIOGENIANO
COMPLEXO NOVA VENÉCIA
NP3nv – Sillimanita-granada-cordierita-biotita gnaiss bandado e cordierita granulito, com eventuais intercalações de rochas calcissilicáticas.

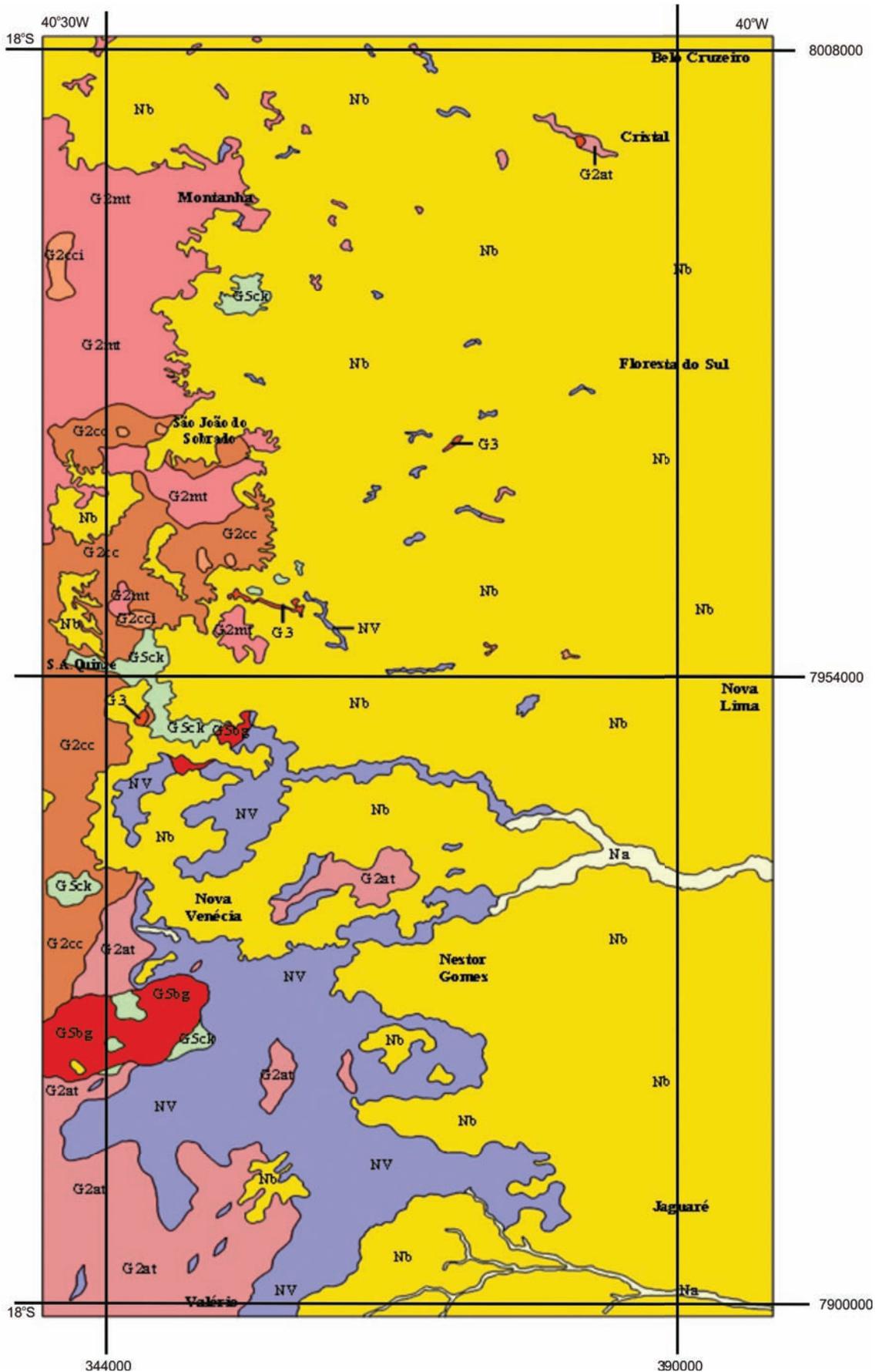


Figura 5.1- Mapa geológico integrado e simplificado das folhas Nova Venécia e Montanha, ilustrando as principais unidades estratigráficas: NV, Complexo Nova Venécia; G2at, Suíte Ataléia; G2cc, Suíte Carlos Chagas; G2cci, Suíte Carlos Chagas indeformada; G2mt, Suíte Montanha; G3, Suíte G3; G5bg, biotita granito da Suíte Aimorés; G5ck, charnockito da Suíte Aimorés; Nb, Grupo Barreiras; Na, aluvião (As siglas estão também simplificadas em relação aos mapas geológicos originais, em anexo)

5.1 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES, GEOLOGIA ESTRUTURAL E METAMORFISMO

5.1.1 - Complexo Nova Venécia (NP3nv)

O levantamento bibliográfico mostrou que esta unidade recebeu designações anteriores diversas, tais como *Complexo Paraíba do Sul* (Silva *et al.* 1987) e *Gnaiss Kinzigítico do Complexo Gnáissico-Kinzigítico* (Silva 2000, Pinto *et al.* 2001). O nome *Paraíba do Sul* foi evitado em decorrência da grande controvérsia sobre sua utilização, constatada na literatura geológica do sudeste brasileiro. Os demais nomes são informais e devem ser evitados, de acordo com as atuais normas de nomenclatura estratigráfica da CPRM.

A denominação Complexo Nova Venécia surgiu no mapeamento preliminar da folha homônima, onde a unidade está bem datada (Gradim *et al.* 2006, Pedrosa-Soares *et al.* 2006, 2008). Segundo Noce *et al.* (2004) e Pedrosa-Soares *et al.* (2008), os paragneisses com intercalações de rochas calcissilicáticas desta unidade representam o setor distal da bacia de retroarco do Orógeno Araçuai. Os protólitos destes paragneisses são pelitos grauvaquianos, cuja assinatura geoquímica é indicadora de fontes sedimentares situadas em arco magmático (Pedrosa-Soares *et al.* 2008). Os dados dos grãos detríticos de zircão mais jovens e menos discordantes, datados por Noce *et al.* (2004), sugerem idade máxima de sedimentação dos protólitos do Complexo Nova Venécia em 608 ± 18 Ma.

O Complexo Nova Venécia aflora, geralmente, em lajedos e nos leitos dos principais cursos d'água. Na porção sul da folha, esta unidade aflora onde o relevo é acidentado, como a Serra da Pedra Roxa, a sudoeste, e em pequenas áreas no interior da Suíte Ataléia e, a norte, em janelas de erosão no domínio do Grupo Barreiras. No extremo sudoeste da área, na região de Fatura – Valério, os polígonos delimitados em mapa representam, de fato, áreas de predominância de rochas metassedimentares em relação aos granitos, foliados a pouco foliados, que nelas estão encaixados.

O Complexo Nova Venécia apresenta formas variadas de contato com outras unidades que ocorrem na área. O contato com a Suíte Ataléia é transicional, sendo marcado pelo aumento da intensidade de migmatização no complexo até predominar o granito Ataléia com restos de paragneisse e de rocha calcissilicática. Corpos pós-colisionais da Suíte Aimorés (G5) são intrusivos no Complexo Nova Venécia, sendo o corpo da Pedra do Elefante o melhor exemplo. O contato com o Grupo Barreiras é marcado por uma discordância erosiva e angular.

No Mapa Geológico da Folha Nova Venécia, o complexo homônimo é constituído por cordierita granulito e sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaiss bandado, ambos com eventuais intercalações de rocha calcissilicática. O cordierita granulito concentra-se, principalmente, no centro-leste da Folha Nova Venécia, entre os paralelos 352000E–368000E e 7932000S–7924000S e é, aparentemente, subordinado em volume. Corpos graníticos e veios pegmatíticos, não mapeáveis em escala 1:100.000, são freqüentes.

O cordierita granulito é caracterizado pela cor azul resultante da grande concentração de cordierita. A grande quantidade de cordierita, a menor percentagem de biotita e o bandamento pouco marcado são as características de campo utilizadas para a diferenciação deste litotipo. O cordierita granulito pode mostrar estrutura bandada, quando apresenta pequena quantidade de leucossoma quartzo-feldspático. Neste caso, as bandas claras são ricas em quartzo, plagioclásio e feldspato potássico e as bandas cinza-azuladas são ricas em cordierita, biotita, granada, sillimanita, hercinita e minerais opacos (Figura 5.2). Uma variedade de granulito maciço, rico em cordierita, biotita, sillimanita e hercinita, de textura inequigranular, granoblástica e granulação média a grossa, também ocorre na área mapeada (Figura 5.2). Em ambos os casos, apatita, zircão, sulfeto e outros opacos são os minerais acessórios. A foliação regional é materializada por sillimanita prismática, fibrosa (fibrolita), biotita e por porfiroblastos e poiquiloblastos de cordierita. Quartzo, feldspatos e hercinita ocorrem estirados ao longo da foliação principal (Figura 5.3), mas podem formar mosaicos granoblásticos. Os principais processos de alteração deste litotipo são saussuritização do plagioclásio, sericitização do feldspato potássico, cloritização da biotita e pinitização da cordierita (Figura 5.3).

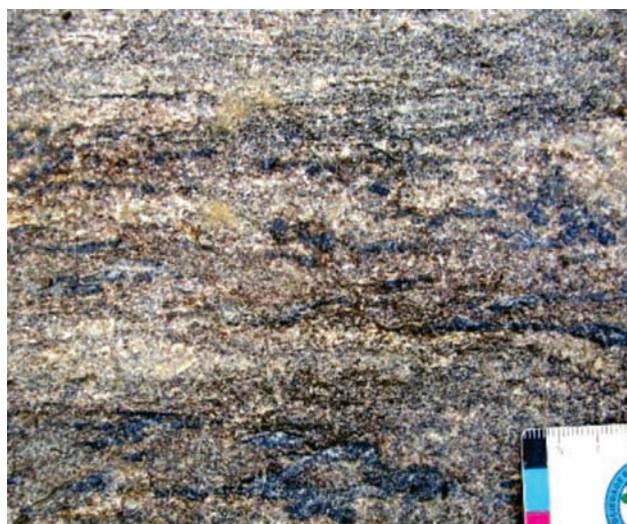


Figura 5.2 (a)

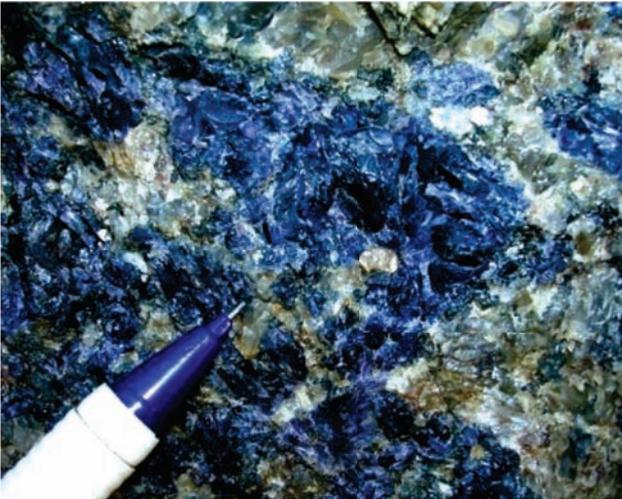


Figura 5.2 (b)



Figura 5.2 (c)

Figura 5.2 - Aspectos do cordierita granulito, às vezes com veios quartzo-felspáticos, na Folha Nova Venécia

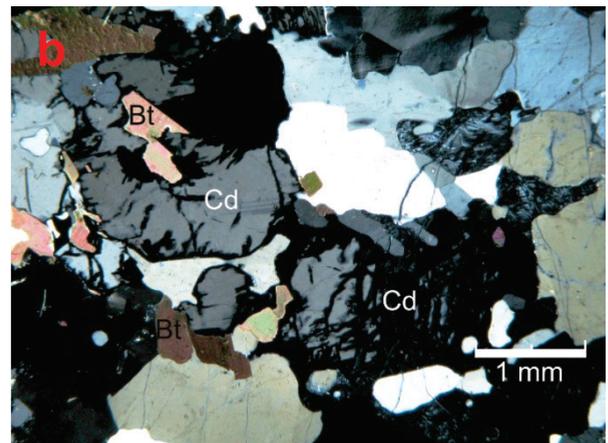
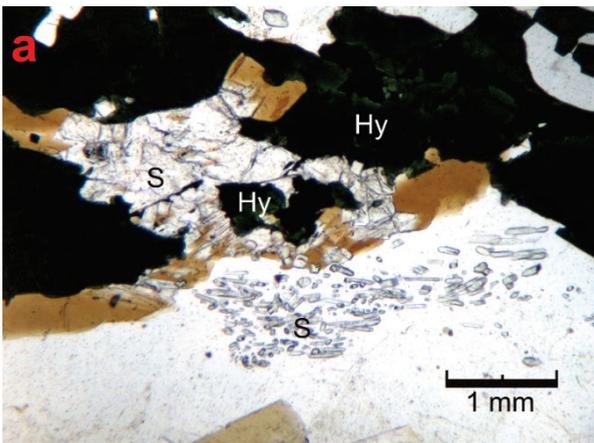


Figura 5.3- Fotomicrografias de lâminas de cordierita granulito, mostrando cristais de hercinita, sillimanita prismática e biotita orientados em relação à foliação principal (a) e pinitização da cordierita (b). Hy = hercinita; S = sillimanita; Bt = biotita; Cd = cordierita

O sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaiss é uma rocha bandada, migmatizada em intensidades diversas, e que, por isto, contém corpos graníticos de tamanhos variados (Figura 5.4). O bandamento do paragnaisse varia de centimétrico a decimétrico e reflete proporções diversas entre seus minerais félsicos e máficos, ou, onde migmatizado, a alternância de bandas escuras (paleossoma ou melanossoma de neossoma) com bandas compostas de neossoma granítico. O bandamento e a foliação geralmente são paralelos e têm direção variável entre NNW-SSE a NE-SW, com mergulho médio a alto para W. Em alguns afloramentos o bandamento do paragnaisse Nova Venécia apresenta-se nitidamente dobrado. Algumas medidas de eixo destas dobras mostram direções entre NE-SW e E-W, com caimentos de ângulos variados para os dois sentidos.

O paragnaisse é uma rocha de granulação fina a média e cor cinza a cinza azulado, cuja

tonalidade azul é dada pela cordierita. Sua composição mineralógica essencial consiste de quartzo, plagioclásio sódico a intermediário, biotita, granada, sillimanita, cordierita e feldspato potássico, em ordem decrescente de abundância. A foliação, paralela ao bandamento e localmente com feições miloníticas, é materializada pela orientação de biotita, sillimanita, cordierita e/ou hercinita (Figura 5.5). Quartzo e plagioclásio ocorrem estirados ao longo da foliação, mas também formam mosaicos granoblásticos. Por isto, a textura microscópica da rocha é lepidogranoblástica. A sillimanita ocorre tanto como cristais prismáticos ou como fibrolita orientada ou em novelos. Porfiroblastos e poiquiloblastos de granada, freqüentemente rotacionados, mostram sombras de pressão assimétricas, indicando seu caráter sin-cinmático à foliação. Cristais de granada pequenos, intensamente fraturados, ocorrem

dispersos na matriz. Uma geração de cordierita se apresenta como poiquiloblastos estirados, com inclusões de sillimanita, que são sin-cinemáticos à foliação. Os minerais acessórios são opacos, apatita, zircão, hercinita e pirita, em ordem decrescente de abundância. Os zircões são pequenos e arredondados, sugerindo sua natureza detrítica, a exemplo do que foi relatado por Noce *et al.* (2004). Os principais processos de alteração são saussuritização do plagioclásio, sericitização de feldspato potássico e pinitização da cordierita (Figura 5.5).

Materializando, localmente, o acamamento sedimentar são comuns as lentes de rochas calcissilicáticas. Trata-se de intercalações centimétricas a métricas, alongadas na direção NE-SW, paralelas à foliação e ao bandamento das rochas do Complexo Nova Venécia (Figura 5.6). As intercalações calcissilicáticas têm cor cinza escuro esverdeado (em superfície fresca) e estrutura aparentemente maciça (mas a foliação é realçada pelo intemperismo e notável em lâmina). Apresentam granulação variável entre fina e muito fina e textura granoblástica. A composição mineralógica essencial das lentes calcissilicáticas consiste de plagioclásio cálcico, minerais opacos, clino e ortopiroxênio (Figura 5.6). A mineralogia acessória é composta por quartzo, hercinita, granada rosa claro (grossulária), traços de biotita, apatita, zircão e titanita. Os produtos de alteração são sericita, epidoto e carbonato, resultantes da saussuritização do plagioclásio, e anfibólio resultante da uralitização dos piroxênios. Em realidade, trata-se de um granulito calcissilicático, cujo protólito seria uma mistura argilo-carbonatada (marga).

Os litotipos do Complexo Nova Venécia, na folha homônima, apresentam associações mineralógicas indicativas de metamorfismo na transição de fácies anfibólito-granulito. O cordierita granulito é a rocha peraluminosa de maior grau metamórfico encontrada na folha. Os principais minerais que nele aparecem em equilíbrio são quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, cordierita, sillimanita e hercinita, sendo que os três últimos constituem paragênese de cristais em contato mútuo. Essa paragênese, associada ao abundante aparecimento de hercinita e a menor quantidade de biotita (em relação ao paragnaisse), evidencia condições PT da fácies granulito (Winkler 1977). O aumento da quantidade de titânio é denunciado pela cor vermelha da seção basal da biotita e pela análise litoquímica (ver item 6), refletindo o alto grau metamórfico. De fato, dados geotermobarométricos apontam temperatura metamórfica na faixa de 800 a 900 °C, à pressão de 5,5-6,5 kbar, para o cordierita granulito (Munhá *et al.* 2005, Castañeda *et al.* 2006, Pedrosa-Soares *et al.* 2006). No paragnaisse do Complexo Nova Venécia os minerais que estão em equilíbrio na paragênese do metamorfismo

progressivo são quartzo, plagioclásio, biotita, feldspato potássico, granada, cordierita e sillimanita. A hercinita aparece apenas nos termos diatexíticos. A paragênese metamórfica (biotita-granada-cordierita-sillimanita), a marcante migmatização e a ausência de muscovita primária, situam o metamorfismo do paragnaisse na transição de fácies anfibólito-granulito.

A intensa migmatização observada no Complexo Nova Venécia é representada por quantidades variáveis de leucossoma quartzo-feldspático, que denunciam diversas intensidades de fusão parcial no complexo (Figura 5.4). As porções que preservam bem a foliação e o bandamento, além de apresentarem menor quantidade de leucossoma quartzo-feldspático, são designadas como *metatexito*. O *diatexito* representa maior intensidade de fusão parcial e, por isto, tende a ser mais homogêneo composicionalmente e estruturalmente, em decorrência da maior recristalização e aumento da quantidade de leucossoma quartzo-feldspático que acarretam o obscurecimento das estruturas anteriores. Estes produtos do processo de migmatização indicam o aumento progressivo de temperatura, evidenciado por sucessões de *metatexito*, *diatexito* e granito, às vezes em um mesmo afloramento. As estruturas migmatíticas mais comuns são do tipo estromática, ptigmática, *schöllen*, dobrada e *schlieren* (Figura 5.4). No neossoma, o leucossoma sin-cinemático à deformação regional é composto, principalmente, por quartzo, feldspatos e granada (composição granítica) e ocorre em vênulas, bandas, lentes e camadas. O melanossoma e o mesossoma são bem foliados, ricos em biotita e portadores de granada, cordierita e/ou sillimanita. Melanossoma e mesossoma ocorrem adjacentes ao leucossoma, como partes do neossoma, e se apresentam como bandas, lentes ou *schlieren*. O melanossoma consiste de biotita, plagioclásio, quartzo, granada, cordierita, sillimanita e/ou hercinita. Em comparação com o melanossoma, o mesossoma é mais claro, pois possui mais minerais félsicos, incluindo feldspato potássico.

Os migmatitos gradam para corpos de biotita-granito e biotita-granada granito, foliados a pouco foliados, correlacionáveis à Suíte Ataléia, com restos de paragnaisse e de rocha calcissilicática. Além disso, episódio de granitogênese mais nova é indicado pela presença de veios graníticos e pegmatíticos (a duas micas com magnetita e berilo), isotrópicos, que cortam, em direções variadas, o complexo paragnáissico e seus granitos foliados.

Dados isotópicos obtidos por métodos diversos evidenciam que o Complexo Nova Venécia permaneceu em temperatura compatível com anatexia granítica até o fim do Cambriano (*e.g.*, Noce *et al.* 2004 e Munhá *et al.* 2005).

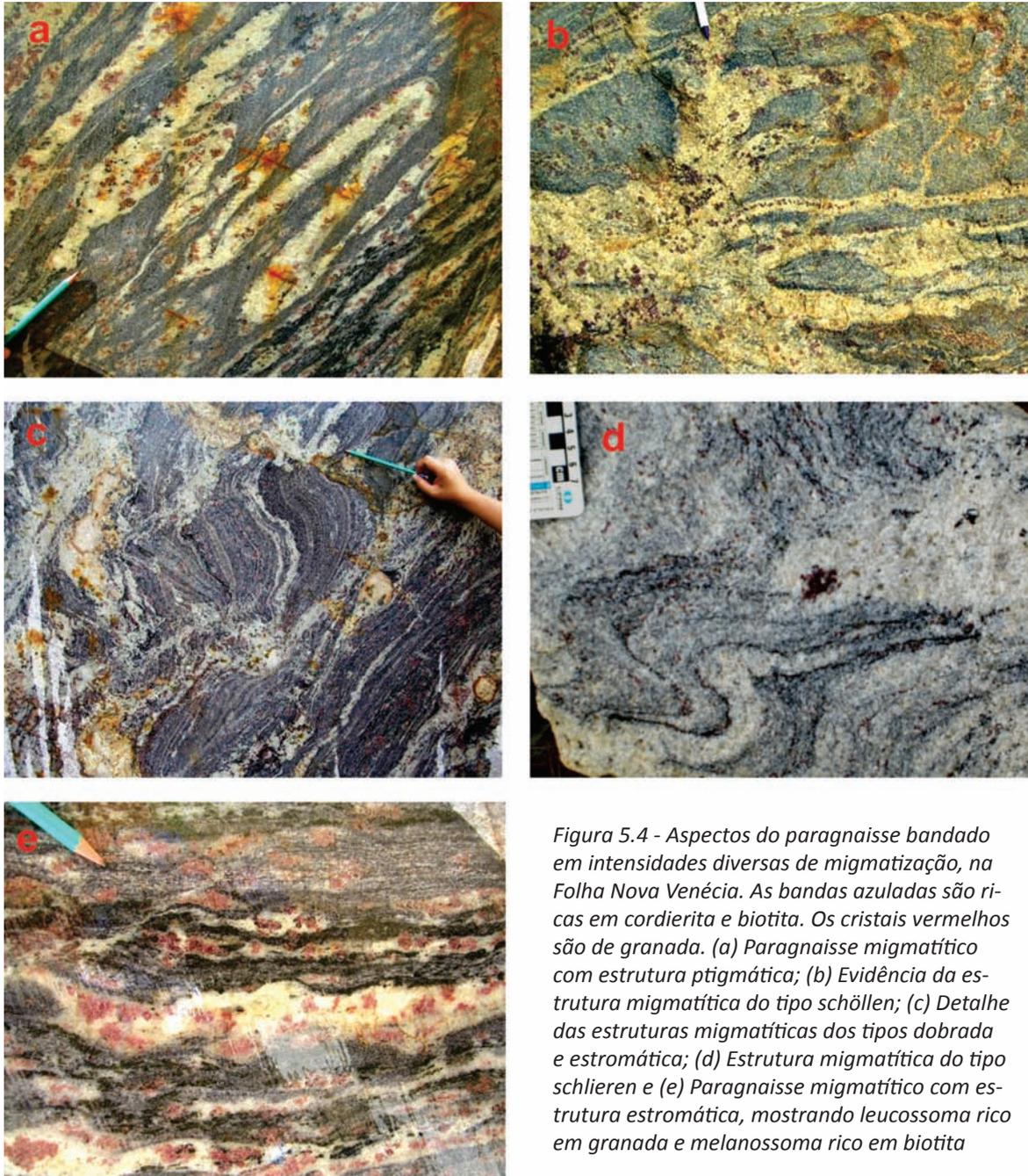


Figura 5.4 - Aspectos do paragneisse bandado em intensidades diversas de migmatização, na Folha Nova Venécia. As bandas azuladas são ricas em cordierita e biotita. Os cristais vermelhos são de granada. (a) Paragneisse migmatítico com estrutura ptigmática; (b) Evidência da estrutura migmatítica do tipo schollen; (c) Detalhe das estruturas migmatíticas dos tipos dobrada e estromática; (d) Estrutura migmatítica do tipo schlieren e (e) Paragneisse migmatítico com estrutura estromática, mostrando leucossoma rico em granada e melanossoma rico em biotita

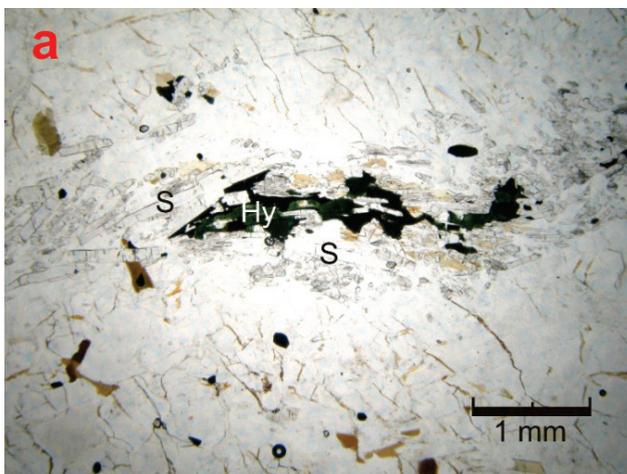


Figura 5.5- Fotomicrografias de lâminas de paragneisse bandado. (a) Orientação de sillimanita e hercinita segundo a foliação principal e (b) Pinitização da cordierita. Hy = hercinita; S = sillimanita; Cd = cordierita

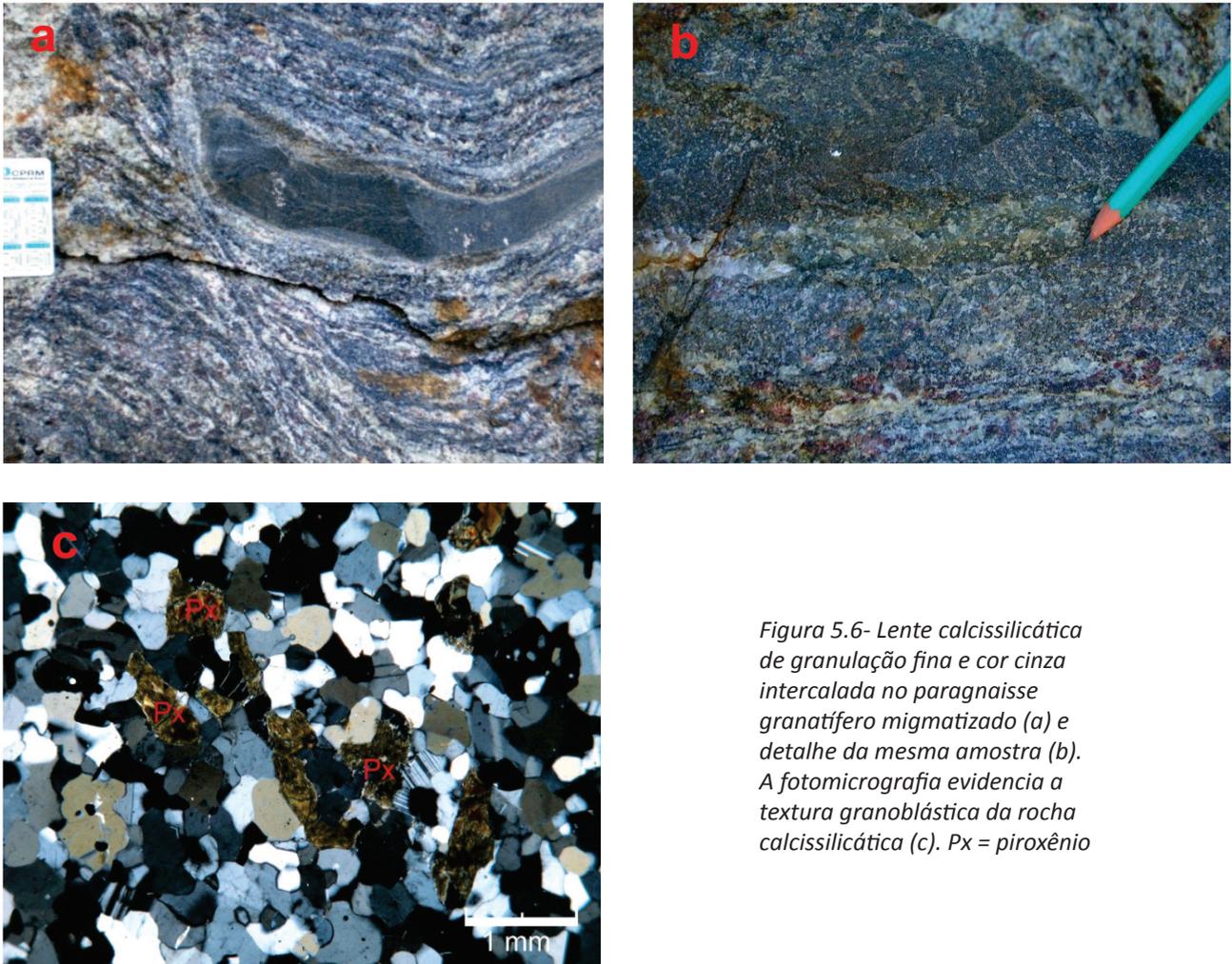


Figura 5.6- Lente calcissilicática de granulação fina e cor cinza intercalada no paragneisse granatífero migmatizado (a) e detalhe da mesma amostra (b). A fotomicrografia evidencia a textura granoblástica da rocha calcissilicática (c). Px = piroxênio

5.1.2 - Suíte Ataléia (NP3g2at)

A Suíte Ataléia foi mapeada e caracterizada por Tuller (2000) e Silva (2000), no âmbito do Projeto Leste (Pinto *et al.* 2001). Trata-se de uma unidade composta por biotita granito, granada-biotita granito e biotita-granada granito, do tipo S, correlacionáveis à Suíte G2 do Orógeno Araçuai (Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2005). No Mapa Geológico da Folha Nova Venécia, esta suíte ocorre como um batólito na porção sudoeste da área e em corpos isolados dentro do Complexo Nova Venécia (alguns destes foram discriminados na parte central do mapa). Pontualmente, outros corpos menores não representados no mapa, também foram descritos em meio a este complexo. Na realidade, a Suíte Ataléia é um produto da fusão parcial autóctone das rochas metassedimentares do Complexo Nova Venécia, com o qual faz contato gradacional, caracterizado pelo aumento da quantidade de leucossoma do paragneisse (Figura 5.7). Os afloramentos característicos desta suíte granítica são, em sua maioria, lajedos e pães-de-açúcar com blocos dispersos nas encostas.

Os granitos da Suíte Ataléia, geralmente foliados, têm cor cinza a verde, granulação variável entre fina e média e textura hipidimórfica

inequigranular, com o contato entre os cristais bem definidos (Figura 5.7). A foliação grada de incipiente a bem marcada com termos protomiloníticos a miloníticos (Figura 5.7). Em geral, as medidas desta foliação mostram uma grande dispersão, mas prevalecem três direções: N-S com mergulho médio a alto para W, NE-SW com mergulho moderado para NW e NW-SE com mergulho médio para NE. Os granitos Ataléia são constituídos por quartzo, plagioclásio sódico, feldspato potássico (microclina e ortoclásio) e biotita. Granada, muitas vezes poiquilítica, é um mineral acessório que está quase sempre presente e, localmente, pode superar 5% em volume. Zircão (prismático ou arredondado), apatita, ortopiroxênio, anfibólio, hercinita, cordierita, sillimanita, monazita, minerais opacos (ilmenita, sulfeto, magnetita) e rara titanita aparecem como minerais acessórios. Sillimanita e cordierita ocorrem onde há restos de paragneisse. Os principais processos de alteração são saussuritização do plagioclásio e sericitização do feldspato potássico, principalmente nas fraturas e bordas. Nas análises modais das lâminas, as rochas da Suíte Ataléia classificam-se, em geral, como **sienogranito** e **monzogranito**, com termos menos diferenciados qualificados como **granodiorito** e **quartzo-monzodiorito** (Figura 5.8).

Enclaves e restitos, de dimensões as mais variadas, constituídos por paragneisse e rocha calcissilicática são comuns nesta unidade (Figura 5.7). Veios pegmatíticos

e bolsões graníticos a cordierita e granada, livres da foliação regional, representam mobilizados anatéticos tardios (correlatos dos leucogranitos da Suíte G3).

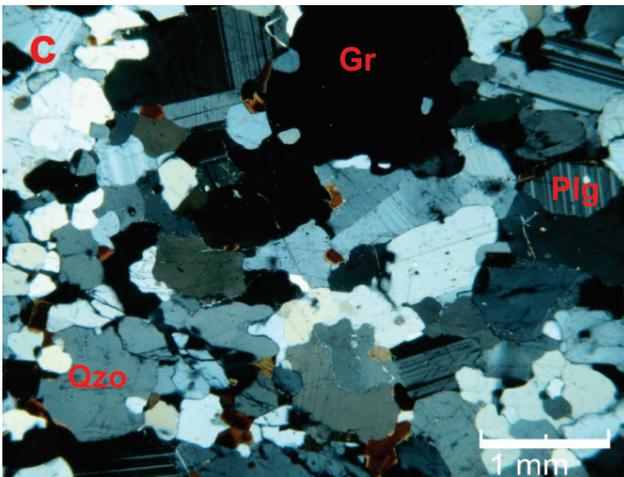
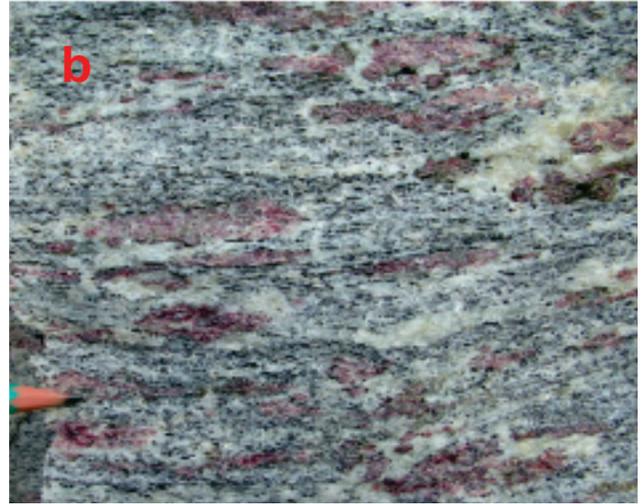
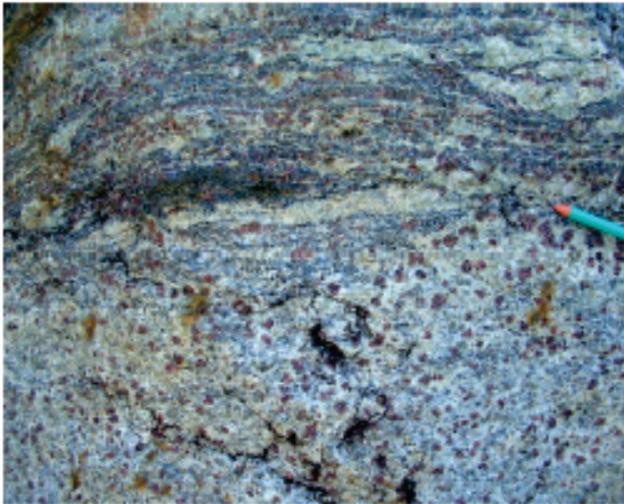


Figura 5.7.-Aspectos do granito da Suíte Ataléia na Folha Nova Venécia. (a) Contato transicional entre Complexo Nova Venécia e Suíte Ataléia; (b) Biotita-granada granito foliado mostrando cristais de granada estirados; (c) Fotomicrografia evidenciando uma amostra de granada-biotita granito com textura hipidiomórfica e (d) Enclave de paragneisse bandado em amostra de biotita granito pouco foliado. Qzo = quartzo; Plg = plagioclásio; Gr = granada

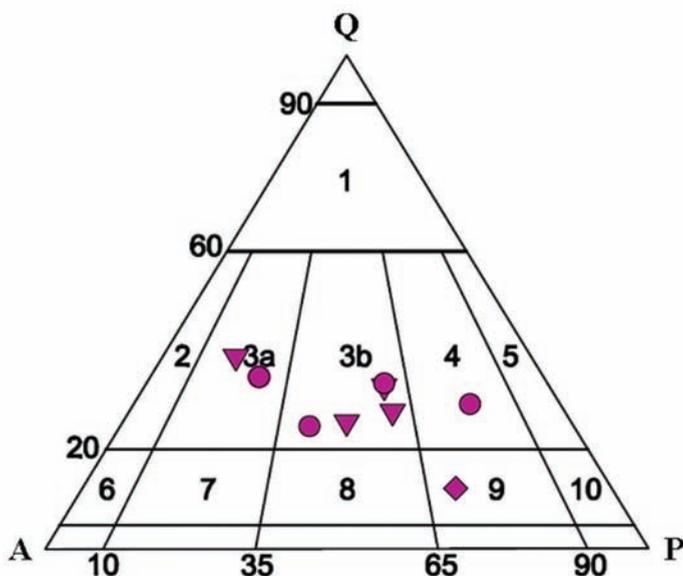


Figura 5.8- Representação no diagrama QAP das rochas da Suíte Ataléia, Folha Nova Venécia. Os pontos situam-se nos campos do sienogranito (3a), monzogranito (3b), granodiorito (4) e quartzomonzodiorito (9). Os círculos referem-se às amostras de biotita granito, os triângulos aos granada-biotita granitos e o losango à amostra de biotita-granada granito

A Suíte Ataléia apresenta, próximo aos contatos com as intrusões tardias da Suíte Aimorés (G5), um litotipo característico, não individualizado no mapa, denominado granito “verde-eucalipto”. Esta rocha ocorre em uma pedreira da região do Córrego São Geraldo, no extremo centro-oeste da folha, e em corte da rodovia ES-137, nas proximidades da Pedra do Elefante. Trata-se de um cordierita-granada-sillimanita leucogranito foliado, de granulação média a grossa e coloração esverdeada (Figura 5.9). Tem porções enriquecidas em cordierita e granada, e localmente textura semelhante à *spotted hornfels*. A mineralogia essencial consiste de feldspato potássico, quartzo, cordierita, plagioclásio, granada e sillimanita, com cristais maiores de granada e

cordierita. Esta última confere tonalidade esverdeada à rocha e, junto com a sillimanita e granada, marcam a foliação. Os minerais acessórios são biotita, zircão, apatita e opacos. As análises modais das seções delgadas classificam este litotipo como **sienogranito** (Figura 5.10).

A eliminação quase completa da biotita, substituída por cordierita e sillimanita, e sua localização sempre próximo aos contatos com intrusões tardias são as evidências de que o granito “verde-eucalipto” representa *hornfels* peraluminoso e indica que as rochas da Supersuíte G2 que fazem contato com as intrusões charnockíticas da Suíte Aimorés, sofreram metamorfismo de contato.



Figura 5.9 - Aspectos do granito “verde-eucalipto” da Suíte Ataléia, na Folha Nova Venécia. Notar a foliação marcada pela orientação de cristais de cordierita e granada

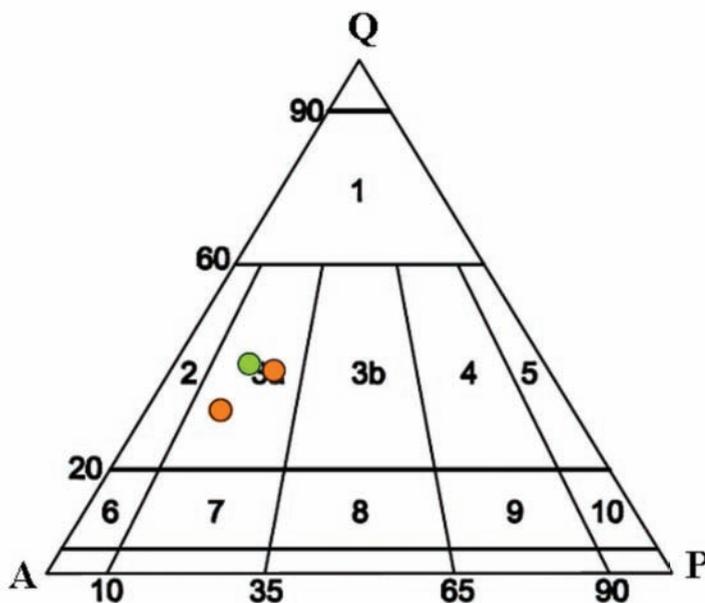


Figura 5.10 - Representação no diagrama QAP das amostras de granito verde-eucalipto, Folha Nova Venécia. Os pontos situam-se no campo do sienogranito (3a). Em verde amostra da Suíte Ataléia; em laranja amostras da Suíte Carlos Chagas

5.1.3 - Suíte Carlos Chagas (NP3g2cc)

Esta unidade foi, anteriormente, designada como Leucogranito Carlos Chagas (Silva 2000, Pinto

et al. 2001). Trata-se de uma unidade de rochas graníticas leucocráticas do tipo S, geralmente foliadas, com termos protomiloníticos a miloníticos, correlacionáveis à Suíte G2 do Orógeno Araçuaí

(Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2005). O litotipo predominante é um granito peraluminoso (com granada e biotita onipresentes e cordierita e/ou sillimanita freqüentes), tendo granito a duas micas e granodiorito granatífero subordinados. Por aproximação, estas rochas ajustam-se à definição de *leucogranito* (*i.e.*, granito com baixo conteúdo de minerais máficos, geralmente menor que 5%), embora sejam livres de moscovita magmática. A Suíte Carlos Chagas é regionalmente muito extensa, tem marcante homogeneidade composicional e registra a foliação regional Sn em quase toda a sua área de exposição nas folhas Nova Venécia, Montanha, Ecoporanga, Mantena, Carlos Chagas, Itabirinha de Mantena e Ataléia, dentre outras.

A Suíte Carlos Chagas, representada no Mapa Geológico da Folha Nova Venécia por rochas deformadas, situa-se no quadrante noroeste da folha. Um pequeno corpo, de dimensões métricas a decamétricas, foi delimitado próximo ao Rio Cotaxé. A unidade aflora em alguns poucos pães-de-açúcar e em muitas outras exposições rochosas. O contato entre as suítes Carlos Chagas e Ataléia é tectônico e se representa como uma zona de cisalhamento transpressional sinistral que, na porção sudeste da Folha Mantena mostra evidências em campo em vários afloramentos milonitizados, mas que a norte da Pedra do Elefante (já na Folha Nova Venécia) a falta de afloramentos impediu o reconhecimento dessas evidências.

A unidade Carlos Chagas consiste, principalmente, de sillimanita-granada-biotita leucogranito, porfirítico, foliado, com termos protomiloníticos a miloníticos (Figura 5.11). As rochas desta unidade apresentam coloração branco-acinzentada, quando não intemperizadas. O intemperismo confere as tonalidades amarelas, desde levemente amarelada a amarelo intenso, que incrementam o valor destas rochas como material ornamental. O solo e os saprólitos apresentam geralmente coloração rosa-amarelada a vermelho-rosado.

A matriz da rocha é constituída essencialmente de feldspato potássico pertítico, quartzo, plagioclásio sódico, biotita e sillimanita. Esta matriz tem granulação variável entre média e grossa e textura lepidoblástica, marcada pela orientação de biotita e sillimanita, envolvendo os porfiroclastos de feldspato potássico e granada. Estes porfiroclastos exibem sombras de pressão, geralmente assimétricas, e caudas de recristalização. Ocorrem sillimanita fibrosa, que raramente substitui a biotita, e prismática. Zircão, apatita, monazita e opacos (ilmenita e sulfeto) são os minerais acessórios comuns. São habituais os intercrescimentos pertítico, anti-pertítico e mirmequítico nos feldspatos. A alteração retrometamórfica é incipiente e posterior à deformação regional, manifestando-se como sericitização do feldspato potássico, saussuritização do plagioclásio e cloritização da biotita.

As rochas desta unidade são produtos da deformação milonítica progressiva de granada-biotita leucogranito rico em fenocristais centimétricos de feldspato potássico, originalmente orientados por fluxo ígneo (Figura 5.11). A deformação dúctil regional transformou os fenocristais em porfiroclastos oclares, sigmoidais e/ou fitados (*ribbon*). A foliação milonítica é anastomosada e materializada pela orientação de biotita e sillimanita, e estiramento de quartzo e granada.

Bolsões de biotita granito fino com fenocristais de feldspato orientados também foram catalogados na unidade.

Dados geotermobarométricos sugerem que os sillimanita-granada-biotita granitos da Suíte G2 se cristalizaram e ganharam a foliação dúctil regional em temperaturas entre 640 e 680 °C (Pedrosa-Soares *et al.* 2007). Idades U-Pb indicam que a época de maior formação dos granitos G2 ocorreu em torno de 575 Ma (Silva *et al.* 2002, Pedrosa-Soares *et al.* 2006, Roncato *et al.* 2007, Vauchez *et al.* 2007), mas alguns corpos são mais antigos (*ca.* 582 Ma; Nalini *et al.* 2000) e outros mais jovens (*ca.* 560 Ma; Silva *et al.* 2005).



Figura 5.11 (a)

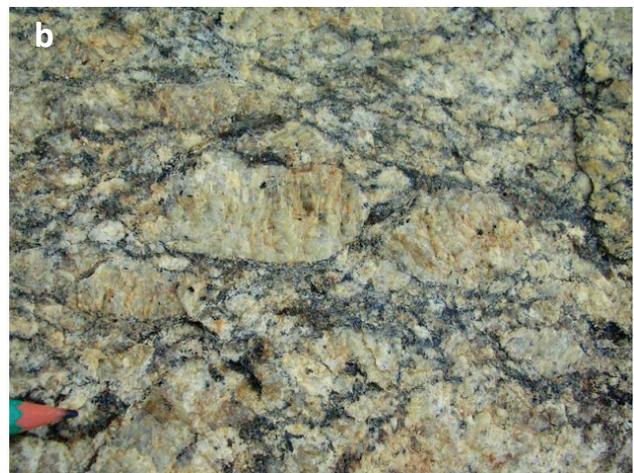


Figura 5.11 (b)

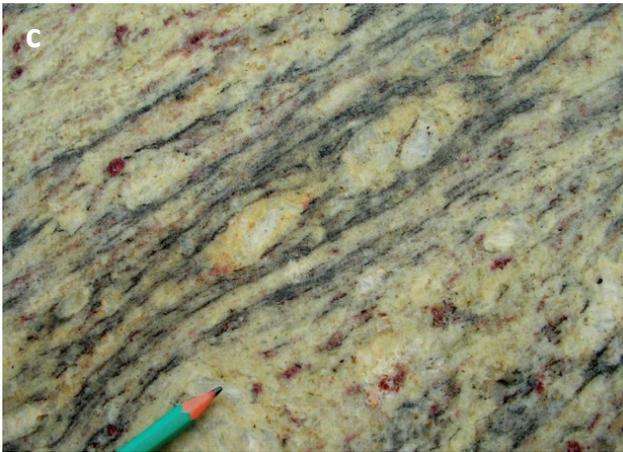


Figura 5.11 (c)

Figura 5.11 - Rochas da Suíte Carlos Chagas, em diversos afloramentos situados na Folha Nova Venécia. A seqüência de fotos mostra o incremento da deformação. (a) Detalhe de um fenocristal de feldspato potássico pertítico, euédrico; (b) Textura protomilonítica e (c) Textura milonítica com estiramento dos cristais de feldspato e granada

O estereograma de foliação desta unidade mostra uma grande dispersão de medidas, com predomínio daquelas com direção N-S e mergulho entre 40° e 75° para E e para W (Figura 5.12). Na região do Córrego Boa Vista, no extremo noroeste da folha, foi identificada uma zona de cisalhamento discreta, com direção

NNW-SSE e movimento de topo para W. Esta zona é materializada pela foliação milonítica com atitude 075/45° e pela rotação e estiramento dos feldspatos sigmoidais (Figura 5.13). O acervo de estruturas rúpteis é muito pobre nesta unidade, assim como em toda a área da folha, e se resume a fraturas esparsas, sub-verticais.

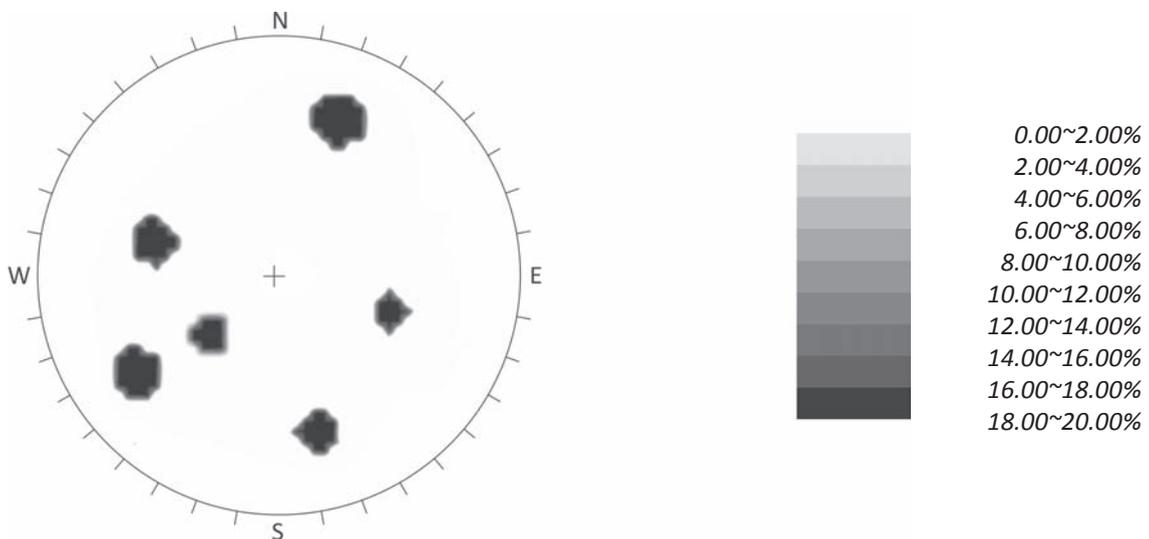


Figura 5.12 - Estereograma de densidade da foliação (hemisfério inferior) para as rochas deformadas da Suíte Carlos Chagas, Folha Nova Venécia



Figura 5.13 - Milonito da zona de cisalhamento do Córrego Boa Vista em sillimanita-granada-biotita leucogranito, com sigmoides de feldspato rotacionados e fraturados indicando movimento

A Suíte Carlos Chagas é intrudida por um corpo charnockítico indeformado da Suíte Aimorés, na região do Córrego do Volta (porção sul da área de ocorrência). Nesta área, aparece um litotipo característico, resultante do metamorfismo de

contato entre a intrusão e as encaixantes G2, não individualizado no mapa, denominado granito “verde-eucalipto”. As principais características petrográficas deste granito foram descritas anteriormente, no item 5.1.2 (Figuras 5.10 e 5.14).

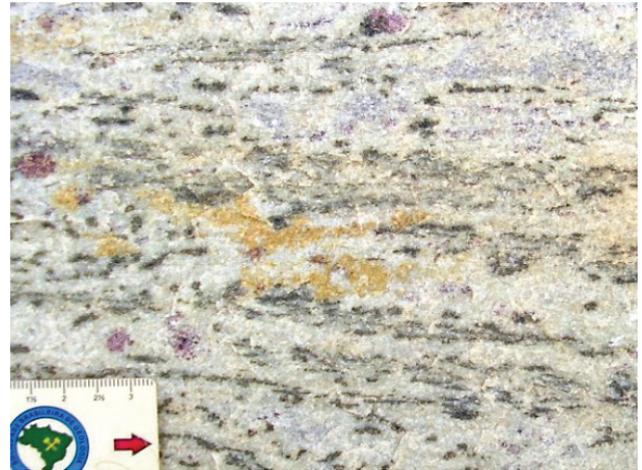


Figura 5.14 - Aspectos do granito “verde-eucalipto” da Suíte Carlos Chagas, na Folha Nova Venécia. Notar a foliação marcada pela orientação de cristais de cordierita e granada

5.1.4 - Leucogranitos Porfírico do Tipo S (e2g3)

No Mapa Geológico da Folha Nova Venécia, os corpos de leucogranito da Suíte G3 (e2g3) ocorrem, quase sempre, como veios e bolsões de dimensões centimétricas a métricas, encaixados nos granitos deformados das suítes Carlos Chagas e Ataléia e nos paragnaisseis do Complexo Nova Venécia (Figura 5.15). A maioria dos corpos G3, por serem pequenos, não foram delimitados no mapa. O único corpo discriminado localiza-se a oeste de Boa Esperança, próximo ao Rio Cotaxé, no quadrante noroeste da área, e está associado à Suíte Carlos Chagas.

Os veios e bolsões, assim como o corpo delimitado, consistem de granada-cordierita leucogranito, granada leucogranito e/ou cordierita leucogranito, de granulação média a grossa, textura porfírica a subporfírica, com fenocristais de granada e/ou cordierita. Estes leucogranitos são desprovidos da foliação regional, mas podem conter restos de granito G2 foliado (Figura 5.15). A matriz do leucogranito é composta por feldspato potássico perítico (~40%) e quartzo (~40%). O conteúdo modal do plagioclásio, incluindo vênulas períticas e cristais livres, gira em torno de 10%. Os conteúdos de granada e cordierita são muito variáveis, embora subordinados. A granada pode chegar até 1,5 cm e, por vezes, está sobrecrecida por cordierita de tonalidade escura, indicando que a cristalização da rocha se deu sob condições de pressão decrescente (Figura 5.15). Biotita, sillimanita, moscovita, zircão,

apatita, monazita e sulfeto são minerais acessórios escassos. Processos de alteração, como pinitização da cordierita, cloritização da biotita e sericitização do feldspato potássico, são incipientes. A análise modal de uma seção delgada classifica este litotipo como **sienogranito** (Figura 5.16).

Feições petrográficas e estruturais evidenciam que os corpos de leucogranito G3 são produtos autóctones e parautóctones da fusão parcial de granitos G2 deformados, em episódio pós-cinemático à foliação regional. Evidências disto são as relações de corte e superposição de G3 em G2 e as presenças, em G3, de restos não digeridos e traços de foliação (*schlieren*) de G2, e de granada (com inclusões de fibrolita dobrada) herdada de granito G2. Esta interpretação é comprovada pelas datações de amostras de G2 (ca. 575 Ma) e G3 (ca. 540 Ma) de um mesmo afloramento dos arredores de Nanuque (Silva *et al.* 2002, 2005). Dados geotermobarométricos indicam que os corpos G3 se cristalizaram a temperatura bem mais alta que a Suíte G2, em torno de 815 °C a 5 kbar (Pedrosa-Soares *et al.* 2007). Veios graníticos e pegmatitos livres da foliação regional, encaixados no Complexo Nova Venécia, podem ser correlatos da Suíte G3, e representariam produtos da fusão parcial deste complexo. A Suíte G3 registra herança de fontes paragnáissicas envolvidas em processos de fusão parcial, evidenciada por cristais de zircão com núcleos herdados de idades entre 630 Ma e 850 Ma, além de componentes paleoproterozóicos e arqueanos (Silva *et al.* 2007).

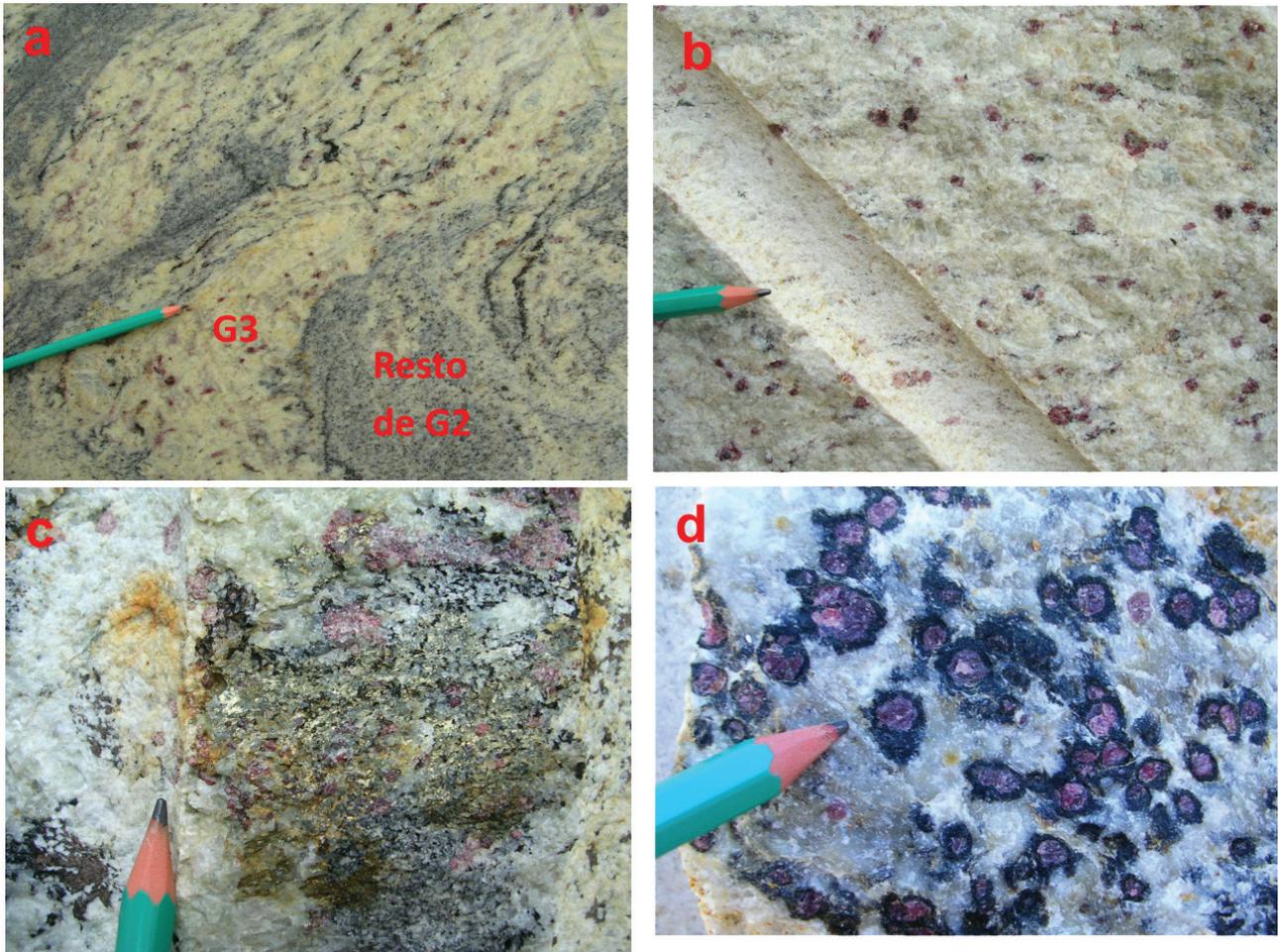


Figura 5.15 - Feições do leucogranito G3 na Folha Nova Venécia. (a) Restos de G2 foliado, indicando avançado estado de fusão parcial, com bolsões de G3; (b) detalhe do granada leucogranito; (c) associação granada + cordierita + sulfeto em amostra de leucogranito e (d) cristais de granada sobrecrecidos por cordierita. Notar que o leucogranito G3, quando puro, é livre da foliação regional

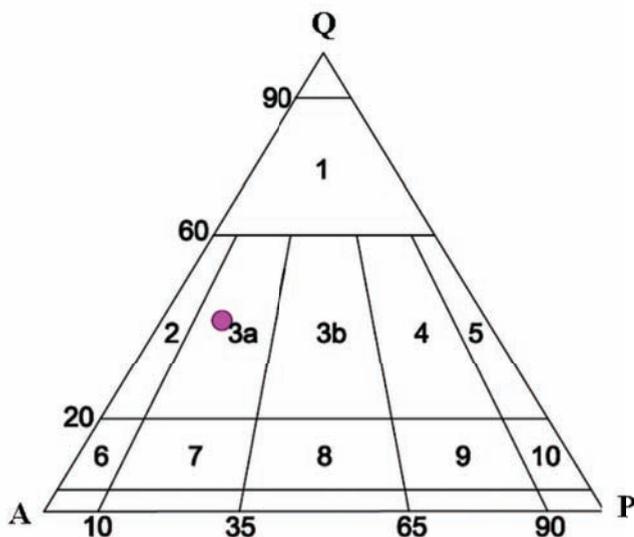


Figura 5.16 - Representação no diagrama QAP da amostra de leucogranito da Suíte G3, Folha Nova Venécia. O ponto situa-se no campo do sienogranito (3a)

5.1.5 - Suíte Aimorés (e2g5am)

A denominação Suíte Intrusiva Aimorés foi aplicada por Silva *et al.* (1987) para englobar intrusões situadas no norte do Espírito Santo e

leste de Minas Gerais. Alguns nomes adotados pelo Projeto Leste (Pinto *et al.* 2001) foram evitados, tais como *Caladão* e *Padre Paraíso*, por se referirem a intrusões circunscritas localizadas a grande distância da região abordada.

No Mapa Geológico da Folha Nova Venécia, os corpos da Suíte Aimorés foram referidos conforme a composição litológica predominante, sendo todos do tipo I. Desta forma, foram delimitados três corpos intrusivos denominados intrusão do Quinze, a oeste de Boa Esperança e as intrusões do Córrego do Volta e da Pedra do Elefante, a noroeste e a sudoeste de Nova Venécia, respectivamente. Estes corpos possuem tamanhos e formas diferentes, podendo exibir zonamento composicional, variando de biotita granito a rochas da série charnockítica (principalmente charnockito e opdalito com enderbito e norito subordinados).

A intrusão da Pedra do Elefante é a mais expressiva da região, ocupando cerca de 5% da área mapeada, e destaca-se pela topografia acidentada. Trata-se de um corpo alongado na direção NE-SW,

que corta a foliação dúctil regional, encaixado no Complexo Nova Venécia e nas suítes Ataléia e Carlos Chagas. A orientação geral da intrusão indica que ela aproveitou zonas de fraqueza associadas ao sistema de lineamentos de direção NE para se alojar. Entretanto, no terreno, são observadas apenas fraturas esparsas nesta direção.

A intrusão da Pedra do Elefante apresenta zonamento litológico constituído de um grande corpo de biotita granito com autólitos máficos envolto pelas rochas charnockíticas. O nível de erosão expôs a porção mais basal do plúton, evidenciado pela associação litológica aflorante e pela mudança acentuada na foliação das rochas encaixantes, que perto do contato com a intrusão G5 adquirem um alto ângulo e mergulham para o centro do corpo (Figura 5.17).

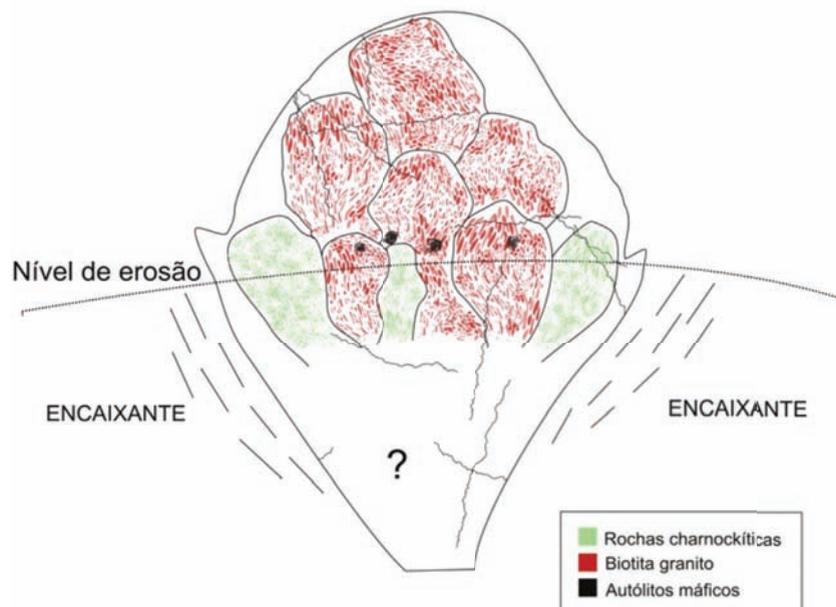


Figura 5.17 - Modelo esquemático da intrusão zonada da Pedra do Elefante e a relação com a foliação das rochas encaixantes, relacionado com o nível de erosão profundo

A intrusão do Quinze acompanha o leito do Rio Cotaxé, na parte noroeste da folha, e é constituída predominantemente por charnockito, com um pequeno corpo de biotita granito na parte ocidental. A intrusão do Córrego do Volta, por sua vez, ocorre no leito do Rio Cricaré em dimensão menor que as outras intrusões, sendo composta exclusivamente por charnockito. Esta intrusão tende à forma circular e está encaixada na Suíte Carlos Chagas. O contato das intrusões com as rochas encaixantes é abrupto e de alto ângulo.

No caso das intrusões da Pedra do Elefante e do Quinze, as rochas charnockíticas e o biotita granito são considerados como partes do mesmo corpo magmático, pois não se observou nenhuma descontinuidade ou feição que indique pulsos magmáticos distintos. Além do mais, a diferença

de cor entre granito e charnockito se deve essencialmente à coloração verde do feldspato. Este fenômeno se relaciona aos centros de cor impostos ao feldspato pelas inclusões de CO_2 . A variação da relação $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ no interior da intrusão determina a distribuição de fácies granítica (hidratada) em relação à charnockítica (ou seja, a fácies granítica significa razão $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ relativamente alta).

O biotita granito apresenta-se como uma rocha de coloração cinza a bege, com granulação variável entre média e grossa e textura inequigranular, subporfirítica a porfirítica. Contém fenocristais de feldspato potássico maclados e pertíticos, de até 8,0 cm de diâmetro, às vezes orientados por fluxo ígneo, mas sem uma direção predominante (Figura 5.18). Pontualmente, alguns autólitos máficos ricos em biotita, que sugerem

mistura mecânica de magmas, bem como xenólitos das rochas encaixantes, estão presentes (Figura 5.18). Biotita sienogranito de granulação fina pode ocorrer como fácies de borda ou veios tardios. O biotita granito é constituído, principalmente, de feldspato potássico pertítico, quartzo, plagioclásio sódico e biotita. Os minerais acessórios são piroxênio, anfibólio verde-oliva, zircão, apatita, allanita, magnetita e sulfetos (Figura 5.18). Granada ocorre eventualmente e pode aumentar de quantidade nas proximidades dos contatos com as suítes Ataléia e Carlos Chagas e/ou Complexo Nova Venécia, ou no entorno dos xenólitos destas

unidades (Figura 5.18). Intercrescimentos pertítico, anti-pertítico e mirmequítico nos feldspatos são habituais. Os processos de alteração deutérica são saussuritização do plagioclásio, sericitização do feldspato potássico, principalmente nas microfraturas e bordas, e cloritização da biotita. As análises modais em amostras deste litotipo indicam composição da matriz variável de **sienogranítica** a **granodiorítica** (Figura 5.19). Entretanto, a classificação mais apropriada para esta rocha estaria no campo do **sienogranito**, em decorrência da abundância de fenocristais de feldspato potássico.

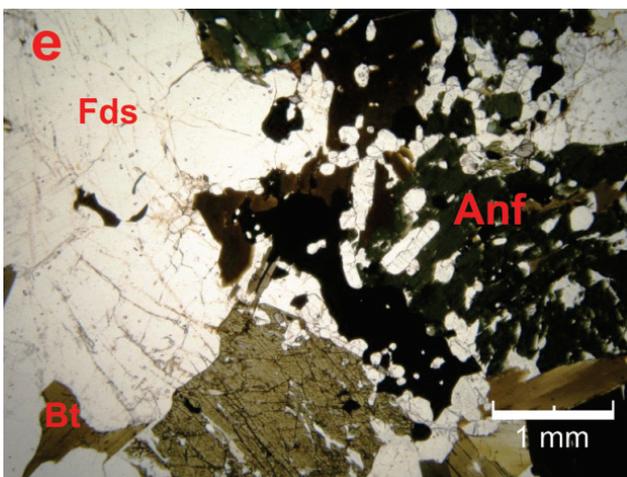
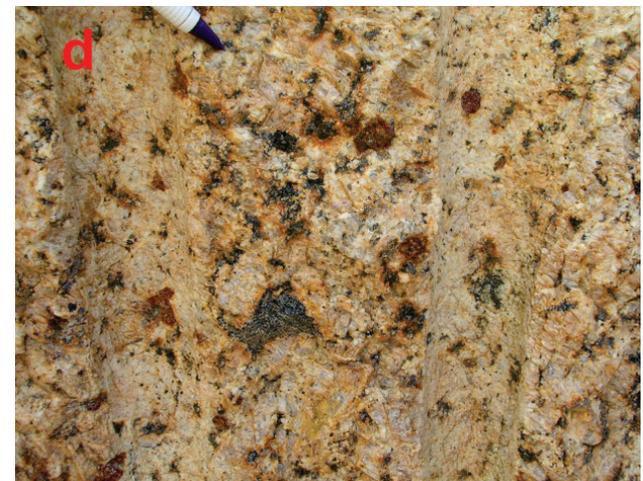


Figura 5.18 - Feições do biotita granito que aflora na Folha Nova Venécia. (a) Biotita granito porfirítico com fenocristais de feldspato potássico euédricos orientados por fluxo ígneo; (b) Autólitos máficos no biotita granito; (c) Cristais de feldspato potássico assimilados pelo autólito biotítico, evidenciando mistura mecânica de magma; (d) Biotita granito com granada e (e) Fotomicrografia evidenciando a associação feldspatos (Fds) + biotita (Bt) + anfibólio verde oliva (Anf) em amostra de biotita granito

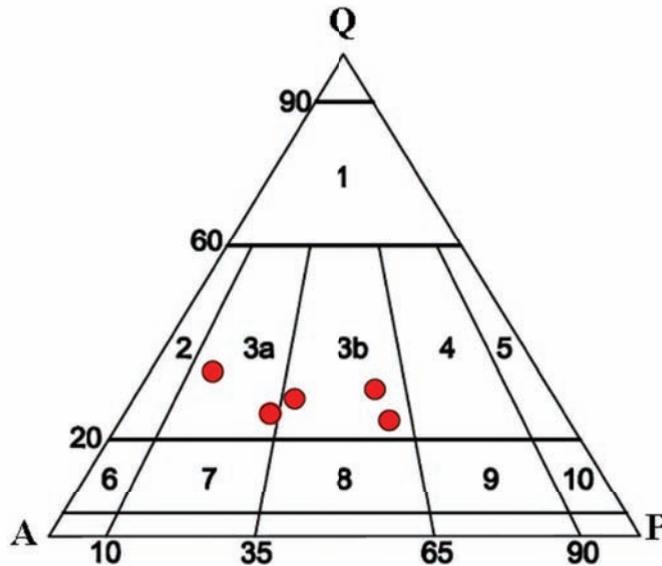


Figura 5.19 - Representação no diagrama QAP da matriz das amostras de biotita granito da Suíte Aïmorés, Folha Nova Venécia. Os pontos situam-se nos campos do sienogranito (3a) e monzogranito (3b)

As rochas charnockíticas que afloram na Folha Nova Venécia são variedades de hiperstênio-biotita granito, com cores em tons de verde quando livres do intemperismo. Apresentam textura equigranular ou inequigranular, subporfirítica a porfirítica e granulação variável entre fina e grossa. A estrutura é geralmente isotrópica, mas localmente mostra orientação de fenocristais euédricos a subédricos de feldspato potássico (2 a 3 cm de diâmetro) por fluxo ígneo. As rochas charnockíticas são constituídas por plagioclásio, feldspato potássico peritítico, quartzo, biotita, ortopiroxênio e anfibólio. A granada pode ocorrer próximo aos contatos do corpo, ou em zonas restritas no seu interior, em função de assimilação de encaixantes. Os minerais acessórios comuns são zircão, titanita, apatita, espinélio e opacos. Os processos de alteração deutérica são uralitização do ortopiroxênio, sericitização do feldspato potássico, saussuritização do plagioclásio e cloritização da biotita. A alteração vermelho-amarelada do ortopiroxênio, gerando hidróxidos de ferro, é produto do intemperismo. Intercrescimentos anti-peritítico, peritítico e mirmequítico no plagioclásio são comuns.

As análises modais das lâminas delgadas classificam estas rochas como **charnockito** e **opdalito** (Figura 5.20). A fácies charnockítica apresenta granulação média a grossa, textura subporfirítica a porfirítica e, algumas vezes, feldspatos orientados por fluxo (Figura 5.21). A fácies opdalítica apresenta coloração verde escura intensa (cuja variedade comercial recebe o nome de Granito Preto Rio Preto), granulação predominantemente fina, textura equigranular e estrutura isotrópica (Figura 5.22). O aumento da proporção de plagioclásio do opdalito em relação ao charnockito é acompanhado pelo crescimento da quantidade de piroxênio. Associados a este mineral aparecem o anfibólio e a biotita

de alteração. Importante ressaltar a ocorrência, mesmo que restrita, de fácies enderbítica e norítica, indicadas pelo aumento na quantidade de plagioclásio e pela diminuição da quantidade de quartzo (no caso do norito).

A cor das rochas charnockíticas se deve essencialmente à coloração do feldspato, como referido no início deste item. Entretanto, esta coloração é extremamente suscetível ao intemperismo. Mesmo com alteração intempérica incipiente, estas rochas tendem a mudar de cor, passando gradativamente a verde amarelado, amarelo escuro, bege e cinza.

A Suíte G5 originou-se no intervalo 520-490 Ma, relacionado ao colapso gravitacional do Orógeno Araçuaí, e apresenta atributos isotópicos Sm-Nd e Rb-Sr que evidenciam origem híbrida resultante da mistura de magmas mantélicos e crustais (Pedrosa-Soares *et al.* 2006, Wiedemann *et al.* 2002, Campos *et al.* 2004, Martins *et al.* 2004, Silva *et al.* 2005, 2007).

5.1.6 - Grupo Barreiras (ENb)

Representa a cobertura sedimentar sub-horizontal, de idade cenozóica, que ocorre em grande parte da Folha Nova Venécia (perfaz aproximadamente 55% da área mapeada), mas, que na porção extremo oeste, aparece em áreas restritas.

O Grupo Barreiras é constituído por arenito conglomerático, argilito arenoso, arenito com lentes conglomeráticas e canga (Figura 5.23). Entretanto, predomina arenito conglomerático constituído essencialmente por grãos de quartzo angulosos, de baixa esfericidade e granulometria de areia

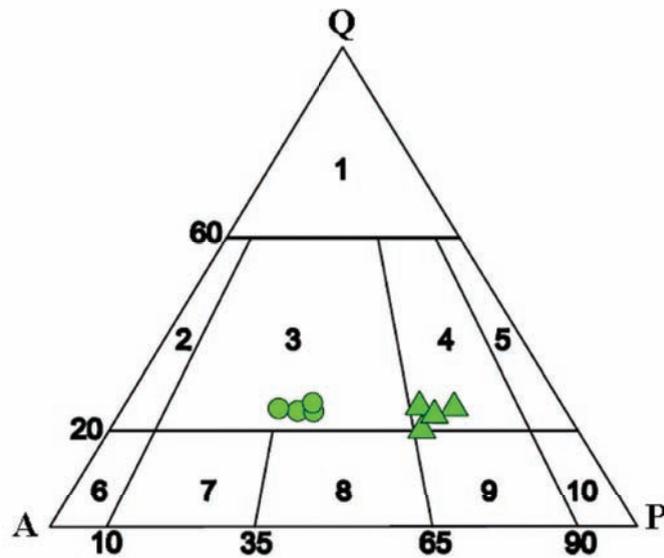


Figura 5.20 - Representação no diagrama QAP para rochas charnockíticas, mostrando a distribuição modal dos componentes totais das amostras charnockíticas da Suíte Aimorés, Folha Nova Venécia. Os pontos situam-se nos campos do charnockito (3) e opdalito (4)

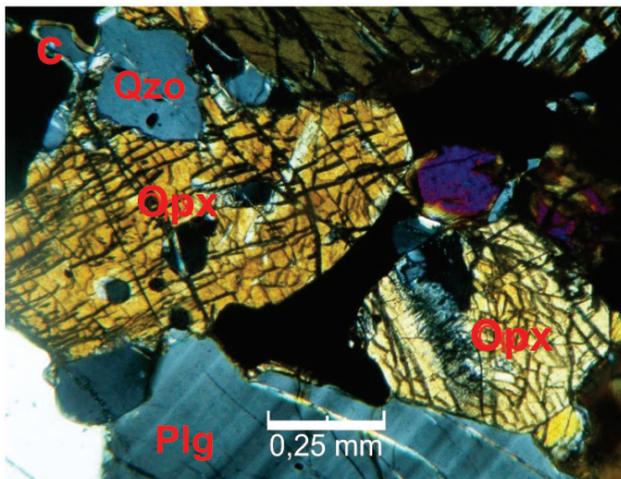


Figura 5.21 - Feições das amostras de charnockito que afloram na Folha Nova Venécia. (a) Charnockito de granulação média, isotrópico; (b) Charnockito de coloração verde amarelada, com fenocristais de feldspato potássico orientados por fluxo ígneo e (c) Fotomicrografia evidenciando a associação ortopiroxênio + plagioclásio + quartzo em amostra de charnockito de granulação média. Opx = ortopiroxênio; Plg = plagioclásio; Qzo = quartzo

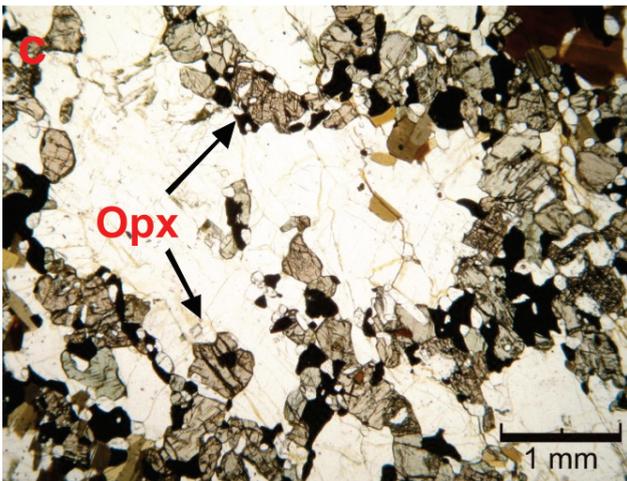


Figura 5.22 - Feições do opdalito que aflora na Folha Nova Venécia. (a) Opdalito de granulação fina, isotrópico; (b) Opdalito de coloração verde escura intensa, comercialmente chamado de Granito Preto Rio Preto e (c) Fotomicrografia mostrando o conteúdo de ortopiroxênio (Opx) em amostra de opdalito

fina a grânulo em meio a uma matriz argilo-siltosa (Figura 5.24). Nesse sentido, é uma rocha imatura texturalmente e mineralogicamente. Ocorrem também clastos de plagioclásio, feldspato potássico pertítico, biotita e muscovita, e, raramente, zircão, opacos e turmalina (Figura 5.24). Quando intemperizado, o arenito apresenta aspecto mosqueado com porções brancas, constituídas por grânulos de quartzo sub-angulosos em meio a uma matriz caolinítica, e porções avermelhadas de material ferruginoso (Figura 5.24).

Em meio ao arenito, estão presentes lentes conglomeráticas compostas por clastos de feldspato, quartzo e de rocha muito intemperizada, além de linhas de seixo paralelas ao acamamento e lentes de argilito (Figura 5.24). Nos níveis superiores, ocorrem blocos de canga de até 50 cm, em meio ao solo arenargiloso (Figuras 5.23 e 5.24). A canga de cor vermelha escura é constituída por grãos de quartzo angulosos e cristais de hematita numa matriz ferruginosa.

O Grupo Barreiras predomina sobre o planalto costeiro e seu conjunto litológico indica sedimentação fluvial.

5.1.7 - Aluviões (N4a)

Os aluviões ocorrem na porção sudeste da Folha Nova Venécia, na Reserva Biológica Sooretama, e ao longo dos principais leitos de drenagem. São compostos de material inconsolidado predominantemente arenoso, com cascalhos e seixos de quartzo arredondados e raros depósitos de lama. Extrações de areia de pequeno porte são feitas neste tipo de sedimento ao longo da área mapeada.

O aluvião aparece, muitas vezes, na forma de barras em pontal (Figura 5.25) em ambiente fluvial meandrante (baixa energia) e na forma de barras longitudinais (Figura 5.26) em ambiente fluvial entrelaçado (alta energia), ambos no Rio Cotaxé.

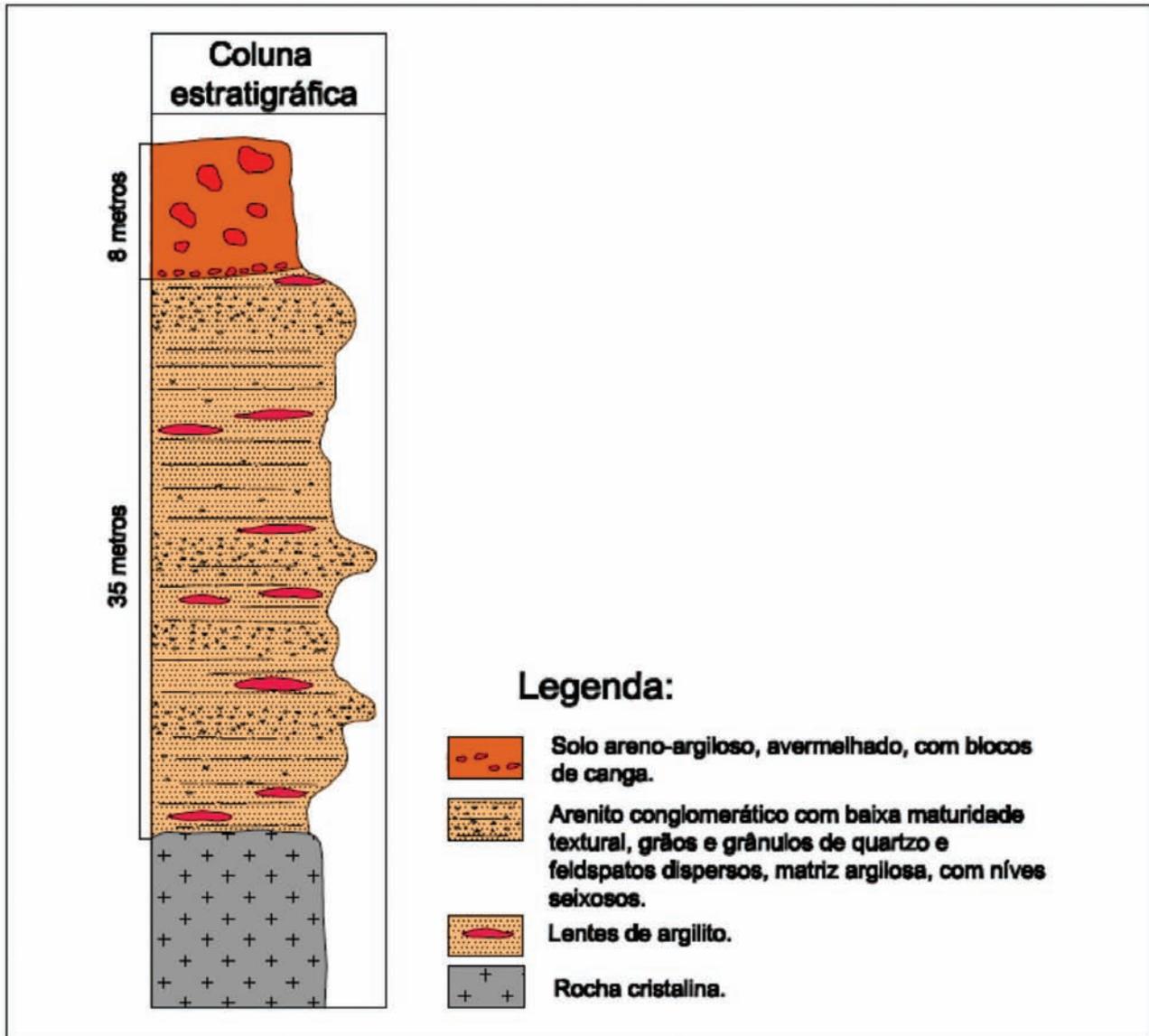


Figura 5.23 - Coluna estratigráfica geral do Grupo Barreiras na área da Folha Nova Venécia



Figura 5.24 - As fotos ilustram os diversos litotipos do Grupo Barreiras. (a) Arenito conglomerático com granocrescência; (b) Arenito conglomerático intemperizado com aspecto "mosqueado"; (c) Fotomicrografia de grãos de quartzo (Qzo) e feldspato (Fds) em meio à matriz pelítica no arenito conglomerático; (d) Fotomicrografia evidenciando fragmento lítico em lente conglomerática; (e) Arenito conglomerático; (f) Lente de conglomerado com clastos de feldspato com clivagem perfeita; (g) Canga e (h) Blocos de canga em meio a solo areno-argiloso



Figura 5.25 - Barra em pontal no Rio Cotaxé, Folha Nova Venécia (estação VN-22)



Figura 5.26 - Barra longitudinal no Rio Cotaxé, Folha Nova Venécia (estação VN-19)

6 – GEOQUÍMICA

As rochas mapeadas nas áreas cobertas pelas folhas Nova Venécia e Montanha são de fácil caracterização e interpretação genética, com base em dados de campo e de petrografia microscópica. Entretanto, para detalhar a caracterização das rochas metassedimentares e das suítes graníticas apresentam-se análises litoquímicas de elementos maiores, traços e terras raras, em abordagem conjunta para as folhas Nova Venécia, Montanha, Mantena e Ecoporanga.

Dados litoquímicos foram obtidos de 47 amostras de rochas metassedimentares do Complexo Nova Venécia e de rochas graníticas tipo S das suítes Carlos Chagas, Ataléia, Montanha e G3, coletadas nas áreas das quatro folhas supra-citadas (Tabela 6.1). Os resultados analíticos estão dispostos nas Tabelas 6.2 a 6.4. Para as rochas graníticas tipo I, da Suíte Aimorés, foram obtidas 9 análises em biotita granito e charnockito, tratadas separadamente (Tabela 6.5).

Tabela 6.1 - Amostras de rochas metassedimentares e graníticas tipo S analisadas para litoquímica. **CG, NV e VN** referem-se à Folha Nova Venécia. **FM e MF** referem-se à Folha Montanha. **MG e MQ** são amostras da Folha Mantena. **EB, EC e EP** são amostras da Folha Ecoporanga. ***MP**: amostras da Folha Montanha; ****MP**: amostras da Folha Mantena

Litotipo, Unidade	Quantidade	Amostras
Paragnaisse, Complexo Nova Venécia	7	CG18, CG27, CG63, CG25, CG29, CG70A, VN22
Cordierita granulito, Complexo Nova Venécia	4	CG47, CG33, MP96*, NV100
Rocha Calcissilicática, Complexo Nova Venécia.	3	CG29-4, CG70B, VN47
Granitóides, Suíte Ataléia	8	CG28C, CG2A, MG53, CG55, CG55A, MG100A, NV11, VN27
Leucogranito, Suíte Carlos Chagas	16	EB145, MP21**, MP22**, CG23, EC104, EC12, EP08, EC8, MG15, EB140, EC90, EC92, EP15, MQ79, MP72*, NV41A
Leucogranito Porfírico do Tipo S, Suíte G3	6	CG28B, CG55C, EP05A, MG42B, FM178, MF166B
Granito, Suíte Montanha	2	FM153, FM25
Restito do Complexo Nova Venécia	1	CG55D

A simples comparação entre os conteúdos de diversos componentes sugere maior similaridade litoquímica entre o Complexo Nova Venécia e a Suíte Ataléia, em relação às suítes Carlos Chagas, Montanha e G3 (Tabelas 6.2 e 6.4). Os conteúdos de SiO₂ para a maioria das rochas do Complexo Nova Venécia (56 a 69%) e da Suíte Ataléia (62 a 67%) são baixos, em relação às suítes Carlos Chagas, Montanha e G3, cuja sílica varia entre 67 e 74%. Os teores de Al₂O₃ das rochas do Complexo Nova Venécia são variáveis, entre 15 e 21%, mas similares aos da Suíte Ataléia (15 e 19%), e mais altos do que os valores (13 a 15%) determinados nos granitos das suítes Carlos Chagas, Montanha e G3. O MgO apresenta conteúdos entre 1,2 e 3,9% para o Complexo Nova Venécia, similares

aos da Suíte Ataléia (1 e 3%), mas superiores aos das suítes Carlos Chagas (0,2 a 1,8%), Montanha (0,3 e 0,6%) e G3 (0,1 a 1,0%).

Entretanto, há componentes químicos que variam pouco entre as unidades estudadas, mas ainda assim mostram algumas diferenças entre elas. As concentrações de ferro total do Complexo Nova Venécia e suítes Ataléia, Carlos Chagas e Montanha variam entre 1,5 e 9%, mas na Suíte G3 os valores caem para 0,3 a 1,5%. As concentrações de CaO são pouco variáveis para o Complexo Nova Venécia e para a Suíte Ataléia, ficando entre 0,9 e 2%, mas a variação é maior para as suítes Carlos Chagas (0,8 a 2,5%), Montanha (1,6 a 3,1%) e G3 (0,5 a 2,5%). Os valores de Na₂O (1,8 a 3,5%) são sempre baixos

Tabela 6.2 - Resultados das análises de elementos maiores (% peso) das amostras de rochas metassedimentares e graníticas tipo S das folhas Nova Venécia, Montanha, Mantena e Escoporanga. A identificação das amostras encontra-se na Tabela 6.1

Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.	Soma
CG18	64,2	0,83	16	5,9	0,13	2,73	5,42	2,81	0,78	0,31	--	99,11
CG27	66,4	1,21	14,7	6,75	0,13	3,1	1,64	1,93	2,82	0,07	--	98,75
CG63	67	1,03	15,1	6,75	0,13	2,79	1,11	1,9	3,27	0,09	--	99,17
CG25	68,5	0,96	14,2	6,4	0,16	2,84	1	0,97	3,41	0,06	--	98,5
CG29	62,3	0,63	18,8	5,39	0,14	2,09	5,01	3,48	1,42	0,23	--	99,49
CG70A	65,3	0,64	16,8	7	0,22	2,17	1,32	1,81	4,29	0,08	--	99,63
MP96	56,91	1,03	20,1	9,39	0,15	3,23	1,34	2,31	3,91	0,11	1,2	99,68
VN22	74,51	0,63	12,04	3,4	0,04	1,15	1,62	2,62	3,26	0,1	0,4	99,74
CG47	57,9	1,31	19,6	10,2	0,15	4,57	0,51	0,77	3,91	0	--	98,92
CG33	66,6	0,89	15,11	6,22	0,14	2,4	1,27	1,94	4,03	0,12	--	98,72
NV100	53,37	1,07	21,47	10,42	0,18	3,81	0,94	1,8	5,41	0,14	1	99,68
CG29-4	53,5	1,1	18,5	10,3	0,22	4,85	8,96	0,89	0,6	0,09	--	99,01
CG70B	65,6	0,53	16,8	5,72	0,09	2,55	4,56	2,99	0,84	0,12	--	99,8
VN47	59,93	0,85	16,68	8,26	0,13	3,9	6,25	2,11	1,18	0,18	0,3	99,82
CG28C	62,9	0,57	19,4	3,56	0,09	1,64	5	4,21	1,54	0,29	--	99,2
CG2A	65,7	0,94	15,1	6	0,14	3	2,19	2,22	3,45	0,12	--	98,86
MG53	67,5	0,36	17,4	3,16	0,11	1,23	2,92	3,51	2,49	0,13	--	98,81
CG55	47,5	1,49	25,2	14,2	0,26	5,26	0,42	0,78	3,44	0,03	--	98,58
CG55A	63,4	0,82	17	7,21	0,17	3,78	1,47	1,81	3,81	0,05	--	99,52
MG100A	71,4	0,69	14	2,65	0,05	0,54	2,16	2,27	4,97	0,31	0,69	99,73
NV11	65,16	1,28	15,22	4,53	0,04	1,17	2,46	2,76	5,4	0,4	1	99,47
VN27	65,34	1,25	14,94	4,65	0,05	1,02	2,58	2,49	5,81	0,57	0,8	99,5
EB145	71,9	0,66	14,1	2,77	0,08	0,97	1,72	2,3	3,89	0,2	0,7	99,29
MP21	72,1	0,28	14,4	1,47	0,02	0,22	1,16	2,45	6,41	0,26	0,5	99,27
MP22	72	0,14	16,05	1,82	0,14	1,85	1,38	2,35	2,42	1,22	0,2	99,57
CG23	58,1	0,72	18,9	8,8	0,27	3,16	4,04	3,15	2,44	0,05	--	99,63
EC104	73,8	0,15	14	1,91	0,04	1,21	0,87	2,5	4,67	0,11	0,5	99,76
EC12	71,8	0,76	14	2,72	0,01	0,57	1,99	2,96	4,35	0,05	0,6	99,81
EP08	72,4	0,33	14,6	2,87	0,06	0,46	1,49	2,39	4,3	0,11	0,6	99,61
EC8	72,5	0,14	14,1	2,91	<0,01	0,12	0,84	2,46	4,99	0,21	0,6	98,87
MG15	72,6	0,38	14,2	2	0,02	0,45	1,4	2,2	5,24	0,23	0,61	99,33
EB140	72,6	0,57	14	2,28	0,06	0,78	1,85	2,15	4,1	0,09	0,6	99,08
EC90	73,2	0,32	14,1	1,98	0,05	0,16	1,47	2,65	4,97	0,13	0,6	99,63
EC92	73,5	0,81	14,6	4,67	0,01	0,37	0,05	0,13	4,59	0,04	1	99,77
EP15	53,6	1,5	15,2	10,5	0,11	6,12	8,11	2,97	0,42	0,05	0,6	99,18
MQ79	73,6	0,16	14,1	1,11	0,02	0,27	0,93	2,7	5,81	0,21	0,89	99,8
MP72	72,53	0,14	15,24	1,67	0,04	0,37	3,11	3,31	2,95	0,08	0,3	99,74
NV41A	72,29	0,22	14,55	1,54	0,03	0,46	0,79	3,12	5,35	0,19	1,3	99,84
CG28B	69,9	0,08	16,4	1,08	0,07	0,69	0,84	2,06	7,62	0,19	--	98,93
CG55C	67,3	0,42	15,8	7,48	0,21	2,51	2,48	2,23	1,41	0,01	--	99,85
EP05A	71	0,7	14,3	2,61	0,07	1,01	2,58	2,59	3,42	0,2	1,2	99,68
MG42B	74,43	0,14	14,48	0,95	<0,01	0,18	1,21	2,86	5,21	0,08	0,4	99,94
FM178	74,61	0,09	13,98	0,33	0,02	0,12	0,57	3,52	4,9	0,15	1,6	99,89
MF166B	74,3	0,11	14,17	1,45	0,04	0,22	1,91	3,2	3,94	0,03	0,4	99,76
FM153	69,05	0,61	15,12	4,22	0,07	1,18	2,66	2,94	3,35	0,2	0,3	99,7
FM25	72,67	0,52	13,01	3,24	0,04	0,58	1,64	2,63	4,61	0,17	0,6	99,71
CG55D	48,5	1,97	23,8	14,6	0,38	6,55	0,7	0,69	3,08	0,02	--	100,29

Nota: Para o cálculo de FeO referido nos gráficos, utilizou-se a seguinte fórmula: FeO = Fe2O3 (análise) x 0,8998

Tabela 6.3 - Resultados das análises de elementos traços (ppm) das amostras de rochas metassedimentares e graníticas tipo S das folhas Nova Venécia, Montanha, Mantena e Ecoporanga. A identificação das amostras encontra-se na Tabela 6.1

Amostra	Rb	Ba	Sr	Zr	Nb	Y	Ta	Th	W
CG18	3623	454	4,9	124	4	--	--	--	--
CG27	3755	997	56	221	4	--	--	--	--
CG63	142,1	713	155,9	267,3	15,1	37,3	1,2	18,9	837,1
CG25	3972	882	12	206	4	--	--	--	--
CG29	3455	409	129	172	4	--	--	--	--
CG70A	99,1	398	80	296,7	10,5	109,4	0,8	29	874,9
MP96	149,2	848	213,5	207,5	19,1	30,8	1,2	22,1	575,8
VN22	95	606	240,8	238,8	11,4	12,1	0,6	20	716,8
CG47	188,1	380	61	222,4	22,5	19,6	1,3	21,6	539,5
CG33	4032	1256	56	200	12	--	--	--	--
NV100	212,6	902	145,8	205,7	19,3	36,7	1	24,4	374,7
CG29-4	3037	474	29	47	4	--	--	--	--
CG70B	7,1	69	182,7	116,4	7,7	4,8	0,7	3,6	758,4
VN47	77	349	220,4	160,1	9,3	21	0,8	5,9	389
CG28C	69,9	164	245,9	188,6	8,6	14,9	0,4	1,7	695,4
CG2A	3749	1240	133	61	4	--	--	--	--
MG53	77,7	444	203,2	176	6,1	24,5	0,4	34,8	856,7
CG55	185	666	58	206	21	--	--	6	--
CG55A	161,5	583	165,2	289,3	25,5	39	1,6	27,1	863,2
MG100A	97,8	312	248,3	121,8	15,4	16,5	1,5	10,9	794,6
NV11	205,6	1806	323	883,4	18,4	11	0,6	43,3	405,1
VN27	282,1	1063	160,1	1006	32,6	23,9	1,1	188,3	432,1
EB145	195,1	525	114,6	246	12,9	64,7	1,5	27	918,3
MP21	197,8	559	78,1	132,2	9	39,1	0,6	15,7	612,9
MP22	80,3	1115	507,7	704,8	31,2	40,2	1,7	25,3	355,3
CG23	100,2	189	157,9	117,2	16,1	35,3	1,1	4,6	760
EC104	245,7	432	41,6	131,5	4,6	269	0,6	6,9	1102
EC12	223,1	1173	174,8	598,3	25,4	23,6	0,9	79,3	885,8
EP08	76,6	952	429,6	304,5	26,9	43,4	1,3	8,3	403,5
EC8	159,2	80	35,7	47,8	9,1	15,2	0,9	5,8	795,3
MG15	179,1	520	107,5	172,8	9,7	27,3	0,7	16,2	750,5
EB140	158,6	597	116,8	190,6	10,4	59,8	0,9	28,4	1021
EC90	290,4	650	104,8	263,9	15,6	34,6	2,2	30,5	1360
EC92	190,1	865	185,1	495,4	25,1	37,6	1,5	45,2	744,2
EP15	3,7	244	726,4	24	1	3,7	0,4	0,6	343,4
MQ79	142,5	317	87,2	65,9	6,2	12,2	1,8	10,5	1992
MP72	92,7	620	189,4	98,7	13,5	17	0,7	15	1222,1
NV41A	135,9	220	58,7	98,2	7,1	8,9	0,3	17,5	504,2
CG28B	231,4	1441	238,1	41,3	0,2	9,4	0,2	0,4	640,5
CG55C	30	229	148,8	225	33	74,8	2,6	30	1034
EP05A	120,5	700	158,8	210,7	12,7	59	0,9	20,1	755,3
MG42B	173,4	124	51,1	29,2	5,6	9,5	0,5	8,5	726,8
FM178	107,2	162	30,7	44,9	2,1	36,5	0,4	6,5	587,4
MF166B	84,9	796	157,4	92,5	10,5	21,9	1	14,3	903,9
FM153	118,6	513	135,7	310,4	14,3	47,6	0,9	25,5	788,1
FM25	191,2	423	105,1	270	15,9	37,5	0,8	37,5	871,3
CG55D	143,4	591	86,3	326,3	29,9	59,7	2	27,1	696,2

Tabela 6.4 - Resultados das análises de elementos terras raras (ppm) das amostras de rochas metassedimentares e graníticas tipo S das folhas Nova Venécia, Montanha, Mantena e Ecoporanga. A identificação das amostras encontra-se na Tabela 6.1

Amostra	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Tb	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
CG18	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CG27	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CG63	47,4	93,8	11,3	41,3	8,12	1,67	7,04	1,17	6,57	1,29	3,83	0,59	3,48	0,49
CG25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CG29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CG70A	43	86,3	10,37	37,6	6,62	0,89	9,41	2,61	19,29	3,94	11,41	1,62	10,8	1,5
MP96	53,2	109	13,04	50,3	8,9	1,7	7,37	5,41	1,12	1,11	2,71	0,43	2,3	0,35
VN22	45,4	92,4	10,57	39	6,75	1,28	5,25	2,84	0,66	0,47	1,03	0,16	1,01	0,15
CG47	51,3	103,5	12,48	49,3	8,67	1,23	6,76	0,94	4,43	0,71	1,87	0,25	1,66	0,27
CG33	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
NV100	60,9	130	15,16	57,7	10,27	1,69	8,57	6,95	1,31	1,29	3,43	0,49	2,8	0,41
CG29-4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CG70B	27,1	52,7	6,49	23,8	5,14	1,31	3,86	0,44	1,58	0,15	0,3	0,04	0,32	0,05
VN47	21,5	45,9	5,9	23,2	4,69	1,2	4,3	3,58	0,67	0,72	2,18	0,34	2,11	0,29
CG28C	21,5	43,6	5,46	20,2	4,75	1,52	3,87	0,59	2,94	0,51	1,49	0,2	1,29	0,19
CG2A	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MG53	60,3	120	14,34	50,8	8,94	1,67	5,88	0,8	4,18	0,88	2,82	0,46	2,77	0,4
CG55	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CG55A	59,2	116,9	14,33	54,4	10,82	1,61	9,49	1,51	7,69	1,38	3,58	0,52	3,39	0,48
MG100A	29,3	53,6	6,08	20,4	3,38	1,64	2,54	0,43	2,88	0,59	1,75	0,27	1,71	0,26
NV11	188,5	398,1	47,37	166,4	18,74	2,22	9,78	2,89	0,82	0,32	0,63	0,1	0,56	0,08
VN27	228	540,1	70,61	277,5	35,26	1,88	18,11	6,19	1,63	0,74	1,76	0,27	1,53	0,22
EB145	54	108,7	13,61	51,5	10,51	1,41	9,42	1,65	10,26	2,45	7,7	1,23	7,52	1,05
MP21	30,7	63,5	7,8	28,9	6,85	1,08	6,93	1,31	7,25	1,29	3,16	0,4	2,18	0,29
MP22	134,5	278,7	36,21	139,4	21,43	3,73	13,65	1,81	8,56	1,45	3,68	0,5	2,94	0,4
CG23	24	53,9	6,93	27,7	6,39	1,08	6,68	1,19	6,74	1,3	3,41	0,44	2,42	0,32
EC104	85,1	36,3	12,21	52,0	11,97	5,18	28,16	6,58	48,97	9,69	22,34	2,34	10,08	1,16
EC12	272,1	497,2	57,48	195,3	23,46	1,6	11,63	1,48	5,77	0,8	1,88	0,22	1,22	0,15
EP08	67	132,7	16,37	63,7	11,78	2,73	9,66	1,49	8,3	1,6	4,56	0,67	4,21	0,62
EC8	8,5	14,5	2,32	8,3	2,44	0,33	2,51	0,48	2,98	0,49	1,19	0,17	1,01	0,13
MG15	31	64,9	8,02	31,3	7,07	1,19	6,44	1,09	5,62	1,06	2,9	0,45	2,63	0,37
EB140	51,2	103,5	12,81	48,8	9,44	1,38	7,61	1,32	8,9	2,13	7,05	1,05	6,59	0,93
EC90	68,8	137,7	16,88	61,3	11,88	1,6	10,04	1,79	10,84	2,34	7,28	1,2	7,52	1,08
EC92	107,7	215,3	26,48	101,5	16,86	2,24	12,27	1,72	8,09	1,43	3,57	0,47	2,86	0,41
EP15	5,8	7,7	1,2	4,9	0,81	0,98	0,67	0,1	0,67	0,13	0,38	0,06	0,38	0,07
MQ79	16,2	33,3	4	14,9	3,47	0,58	3,09	0,54	2,6	0,4	0,94	0,12	0,78	0,1
MP72	37,3	76,5	9,15	35,2	6,21	1,32	4,89	3,42	0,7	0,56	1,32	0,2	1,18	0,15
NV41A	24,5	57	7,12	27,5	6,04	0,55	4,4	1,97	0,53	0,31	0,78	0,11	0,66	0,09
CG28B	8,3	11,3	1,66	6,3	1,61	1,49	1,36	0,19	1,47	0,33	1,27	0,23	1,98	0,36
CG55C	56,4	113,7	13,74	47,8	9,48	1,39	8,46	1,72	11,57	2,63	8,25	1,2	7,34	1,05
EP05A	48,0	97,3	12,01	46,7	9,4	1,69	8,69	1,56	9,81	2,2	6,59	0,94	6,23	0,86
MG42B	13,1	27,3	3,23	11,2	2,58	0,49	2,12	2,02	0,39	0,31	0,71	0,09	0,49	0,06
FM178	17,6	49,1	7,63	35,3	7,82	1,34	7,1	6,36	1,14	1,18	3,29	0,52	2,81	0,41
MF166B	33,3	66,8	8,14	32	6,02	1,39	4,88	4,04	0,74	0,71	1,69	0,28	1,45	0,21
FM153	53,1	113,2	14,17	55,2	10,95	1,42	9	8,66	1,46	1,65	4,78	0,75	4,07	0,62
FM25	67,5	145	17,73	68,4	11,31	1,04	8	6,81	1,23	1,33	3,9	0,67	3,85	0,61
CG55D	58	114,8	14,18	54,5	11	1,01	10,95	1,93	10,84	2,18	6,4	1,09	6,89	1,01

Nota: valores de normalização com base nos condritos de Evensen et al. (1978)

em toda a população analisada, relativamente ao K_2O que é sempre alto (3 a 5,8%). O P_2O_5 não varia de forma significativa entre os diferentes litotipos, mostrando valores entre 0,2 e 0,9%. À exceção do baixo conteúdo em TiO_2 nas amostras da Suíte G3 (0,1 a 0,7%), as demais unidades apresentam valores mais altos em média e variação similar entre elas (0,2 a 1,2% para o Complexo Nova Venécia; 0,5 e 1,5% para a Suíte Ataléia; e 0,1 a 1,5% para as suítes Carlos Chagas e Montanha).

Os valores de Fe e Mg, às vezes mais elevados, refletem concentrações de biotita, granada e cordierita. Os valores de P_2O_5 devem-se à presença

de apatita e monazita na maioria das amostras. O enriquecimento de K_2O deve-se à grande quantidade de feldspato potássico e/ou biotita, que podem atingir conteúdos modais muito altos.

Quanto aos elementos traços, observa-se comportamento diferenciado nos elementos litófilos de grande raio iônico (LILE, na sigla em inglês), tais como Rb, Sr e Ba (Figura 6.1). A maioria das amostras do Complexo Nova Venécia apresentam enriquecimento em Rb, o que se explica pela maior quantidade de biotita. A Suíte Ataléia mostra enriquecimento em Sr, que se deve à maior quantidade de plagioclásio, em relação ao Complexo Nova Venécia e suítes Carlos Chagas, Montanha e G3.

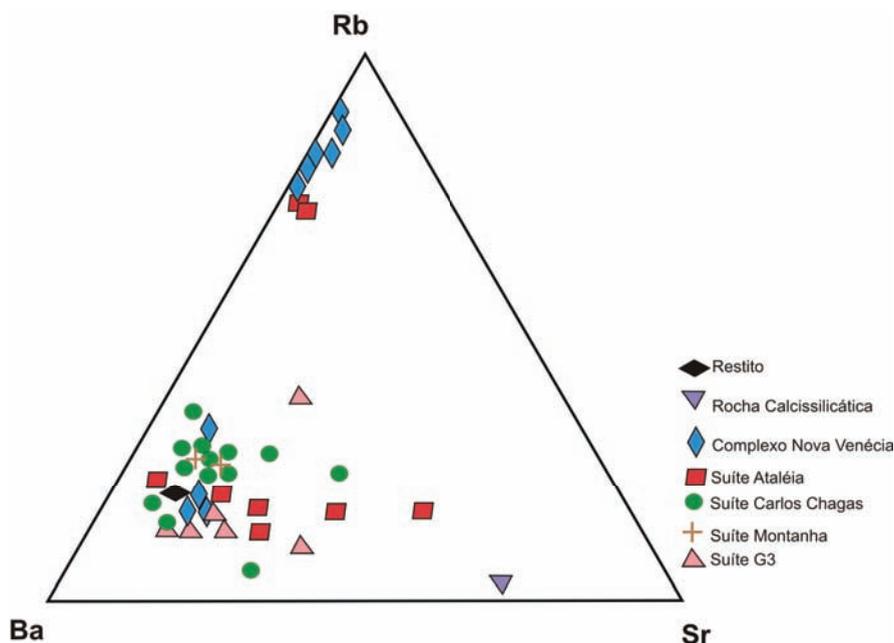


Figura 6.1 - Diagrama Rb-Ba-Sr aplicado às rochas da área de estudo

Uma avaliação dos dados litoquímicos do Complexo Nova Venécia foi realizada para caracterização dos protólitos dos paragneisses e de seu ambiente tectônico de deposição, a partir dos critérios para rochas siliciclásticas, abaixo resumidos:

- A razão SiO_2/Al_2O_3 é usada como índice de maturidade para rochas clásticas, K_2O/Na_2O como indicador da quantidade de componentes potássicos (feldspato potássico) em relação ao plagioclásio e MgO/CaO como indicador da contribuição de componentes magnesianos em relação ao plagioclásio (Rozen 1992);
- A distribuição de Al_2O_3/SiO_2 versus $Fe_2O_3 + MgO$ e de TiO_2 versus $Fe_2O_3 + MgO$ ajuda na distinção de ambientes tectônicos de rochas sedimentares (Bathia 1983);
- A distribuição dos óxidos de Ti, Al, Fe, Mg, Ca, Na e K auxilia na interpretação da proveniência dos sedimentos (Roser & Korsch 1988);

- O diagrama triangular $SiO_2/Al_2O_3 - K_2O/Na_2O - MgO/CaO$ (Pedrosa-Soares 1995) expressa a derivação petrológica de rochas metassedimentares.

Os resultados obtidos mostram que as amostras de paragneisse e cordierita granulito do Complexo Nova Venécia têm protólitos essencialmente grauvaquianos, no sentido de conter fração imatura (e.g., enriquecida em feldspatos e/ou litoclastos) em quantidade significativa relativamente à fração argila (Figuras 6.2 e 6.3). Observa-se nestes diagramas que as amostras têm uma distribuição similar em relação aos campos das razões MgO/CaO e K_2O/Na_2O , sugerindo equilíbrio na contribuição de componentes imaturos (e.g., plagioclásio e feldspato potássico), tal como se constatou nas análises modais de lâminas delgadas. Segundo Pedrosa-Soares (1995), o potássio encontra-se principalmente em feldspato potássico, micas e argilas ilíticas de

sedimentos detríticos. Como não há outras fontes significativas para este elemento químico nos ambientes sedimentares comuns, a razão K_2O/Na_2O reflete diretamente, mas não exclusivamente, a contribuição daqueles minerais. O sódio provém em maior parte do plagioclásio detrítico, mas também está presente em líquidos conatos e argilo-minerais. Entretanto, Taylor & McLennan (1985) julgam minoritária a influência da água do mar no teor de sódio das rochas grauvaquianas. Desta forma, a razão K_2O/Na_2O também sugere a presença de plagioclásio

herdado (recristalizado). A razão MgO/CaO , por sua vez, indica a contribuição relativa de fontes ricas em rochas máfico-ultramáficas (MgO) ou de fontes ricas em plagioclásio (CaO), desconsiderados ambientes restritos ricos em fontes carbonáticas. Entretanto, os valores relativamente altos da razão SiO_2/Al_2O_3 sugerem fontes intermediárias a félsicas, comuns em arcos magmáticos continentais. Neste sentido, enfatiza-se que as amostras do Complexo Nova Venécia situam-se essencialmente no campo de arco magmático continental (Figura 6.4).

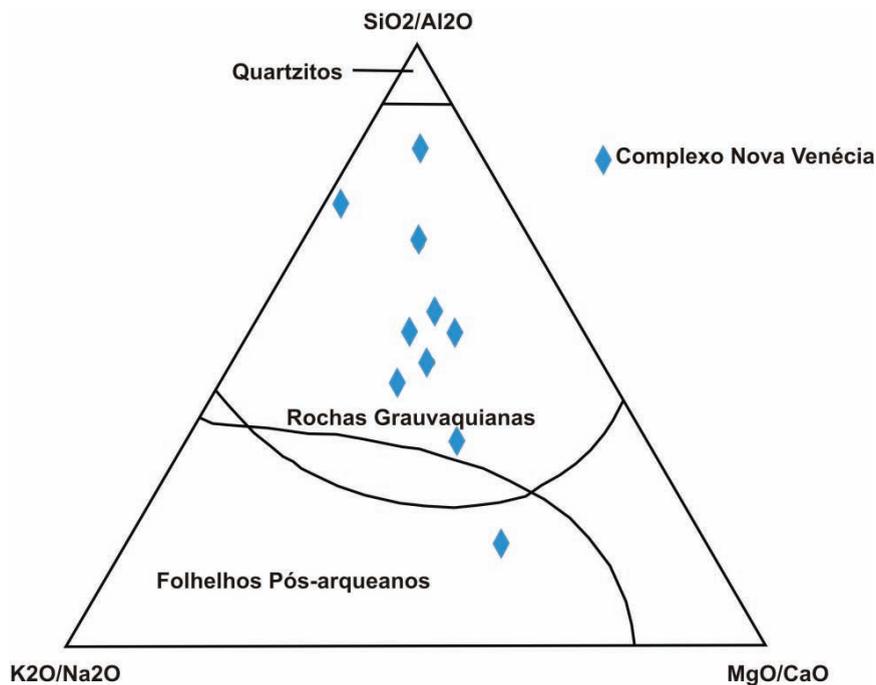


Figura 6.2 - Distribuição das amostras de paragnaisse do Complexo Nova Venécia no diagrama discriminador de rochas grauvaquianas e pelitos pós-arqueanos de Pedrosa-Soares (1995)

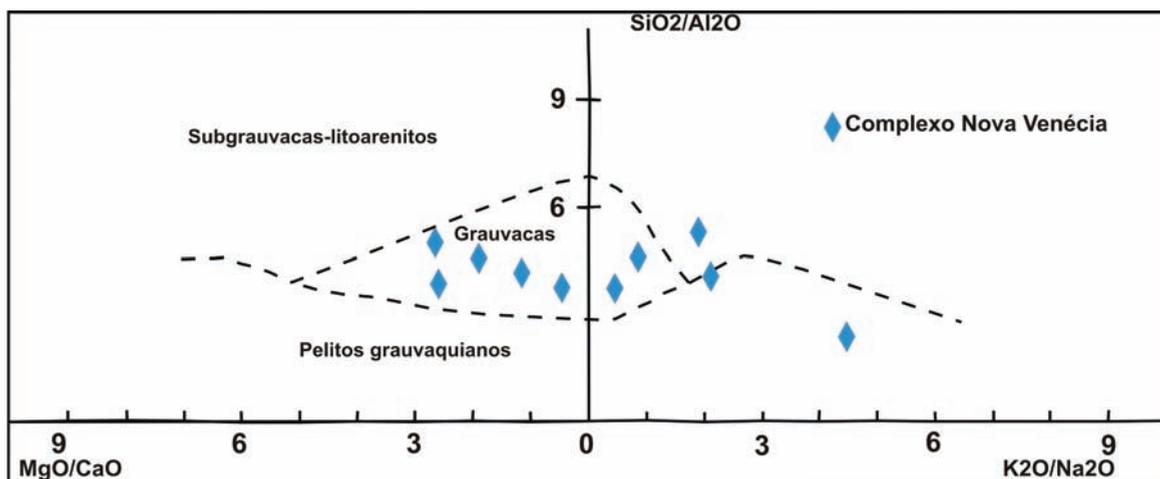


Figura 6.3 - Distribuição das amostras de paragnaisse e cordierita granulito do Complexo Nova Venécia no diagrama $SiO_2/Al_2O_3 - K_2O/Na_2O - MgO/CaO$ de Rozen (1992)

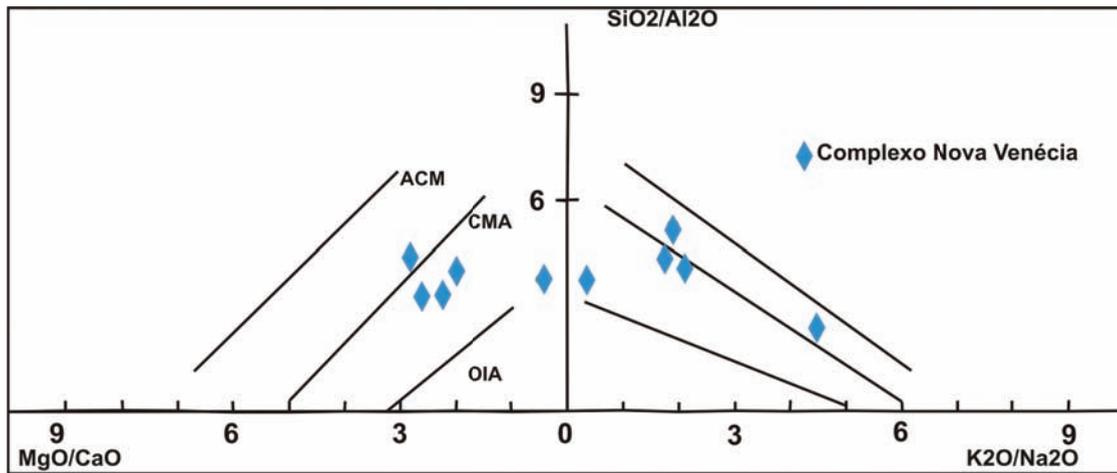


Figura 6.4 - Distribuição das amostras do Complexo Nova Venécia no diagrama discriminador de ambientes tectônicos para grauvascas, proposto por Rozen (1992). ACM, margem continental ativa; CMA, arco magmático continental; OIA, arco-de-ilha intraoceânico

Segundo Bhatia (1983), alguns elementos maiores são os melhores discriminantes de ambientes geotectônicos em rochas grauvaquianas. Plotando-se os dados dos gnaisses paraderivados do Complexo Nova Venécia nestes diagramas (Figuras 6.5 e 6.6), verifica-se que os valores caem no campo dos arcos de ilhas imaturos com alguma tendência para arcos de ilhas maduros (Al_2O_3/SiO_2).

Embora os resultados mostrados nos diagramas das figuras 6.2, 6.3 e 6.4 sejam contrastantes, em termos de natureza do arco magmático que serviu de fonte dos protólitos dos paragneisses Nova Venécia, a distribuição das amostras exclui, em todos os casos, a hipótese de fontes situadas em margem continental passiva.

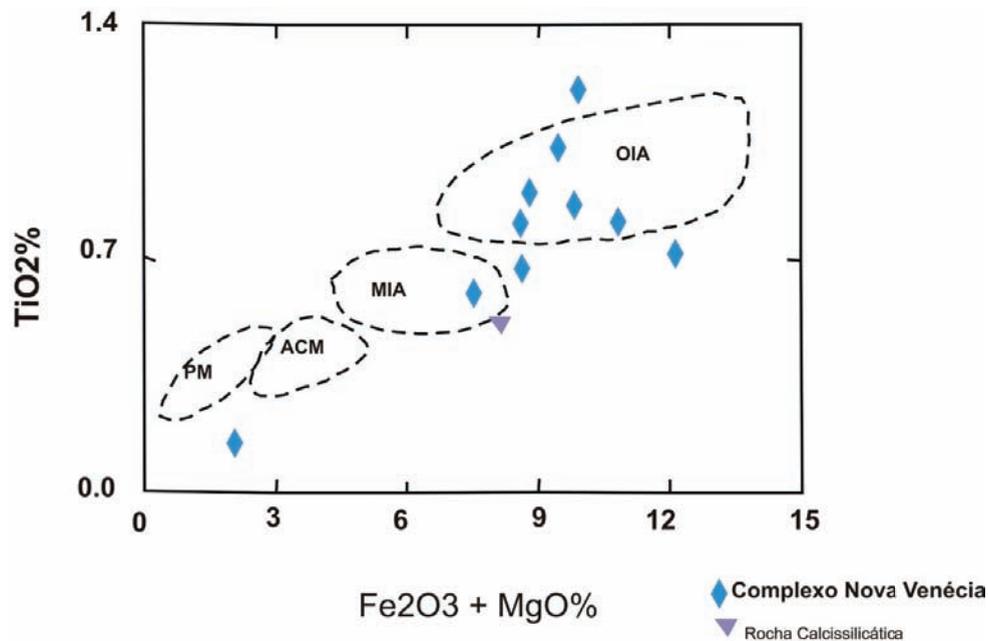


Figura 6.5 - Diagrama $TiO_2 \times (Fe_2O_3 + MgO)$, discriminante para ambientes geotectônicos de Bathia (1983). Os símbolos representam as amostras do Complexo Nova Venécia. As áreas tracejadas representam os campos composicionais de grauvascas de arcos-de-ilhas imaturos ou oceânicos (OIA), arcos-de-ilhas maduros (MIA), margens continentais ativas (ACM) e margens passivas (PM)

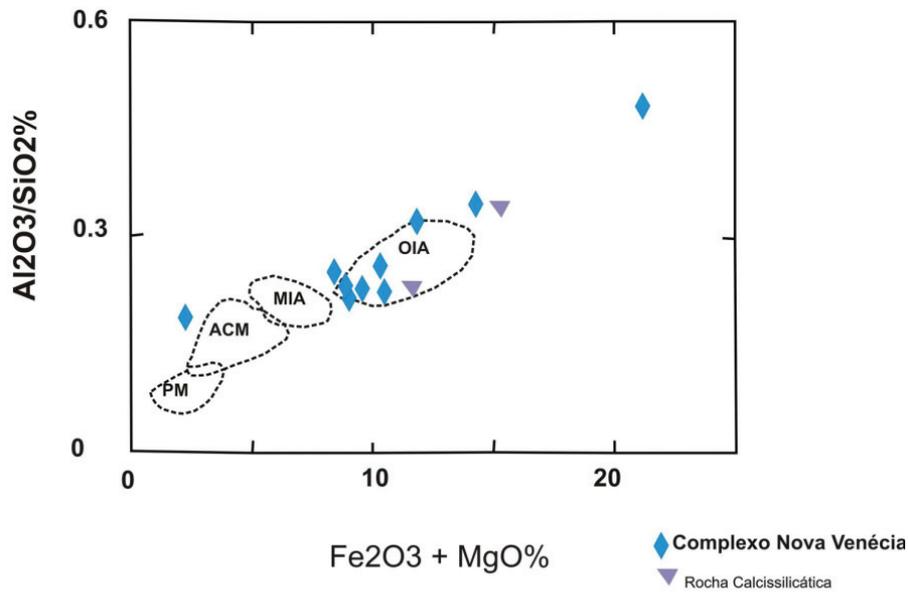


Figura 6.6 - Diagrama $Al_2O_3 \times (Fe_2O_3t + MgO)$, de Bhatia (1983), discriminante para ambientes geotectônicos (Fe_2O_3t representa ferro total como Fe_2O_3). Os pontos representam as amostras do Complexo Nova Venécia

Os dados litoquímicos das amostras das suítes Ataléia, Carlos Chagas, Montanha e G3 foram avaliados com o objetivo de detalhar sua classificação e de seus litotipos, verificar as relações entre elas e caracterizá-las em relação ao estágio de evolução geotectônica.

O diagrama TAS (Cox *et al.* 1979) mostra que os litotipos mais representativos da Suíte Ataléia têm composição, em termos de álcalis, entre tonalito e granito, concordantemente com os valores modais de plagioclásio em relação a feldspato potássico (Figura 6.7). Por sua vez, granito é o litotipo predominante nas demais suítes tipo-S da área.

Em termos do índice de aluminosidade de Shand todas as amostras caem no campo

peraluminoso (Figura 6.8). Se adotado o limite estabelecido por Chappell & White (1974, 2001), algumas amostras ficam no campo metaluminoso, em particular amostras da Suíte Ataléia em consequência de seu maior conteúdo de Na_2O e CaO decorrente do maior valor modal de plagioclásio.

Chappell & White (1974) estabeleceram uma série de características químicas para separar granitos dos tipos S e I. No diagrama de Front & Nurmi (1987), que é consequência da definição original de Chappell & White (1974), todos os valores das amostras de rochas graníticas analisadas situam-se no campo dos granitos tipo-S (Figura 6.9). Os dados do Complexo Nova Venécia foram plotados como forma de comparação.

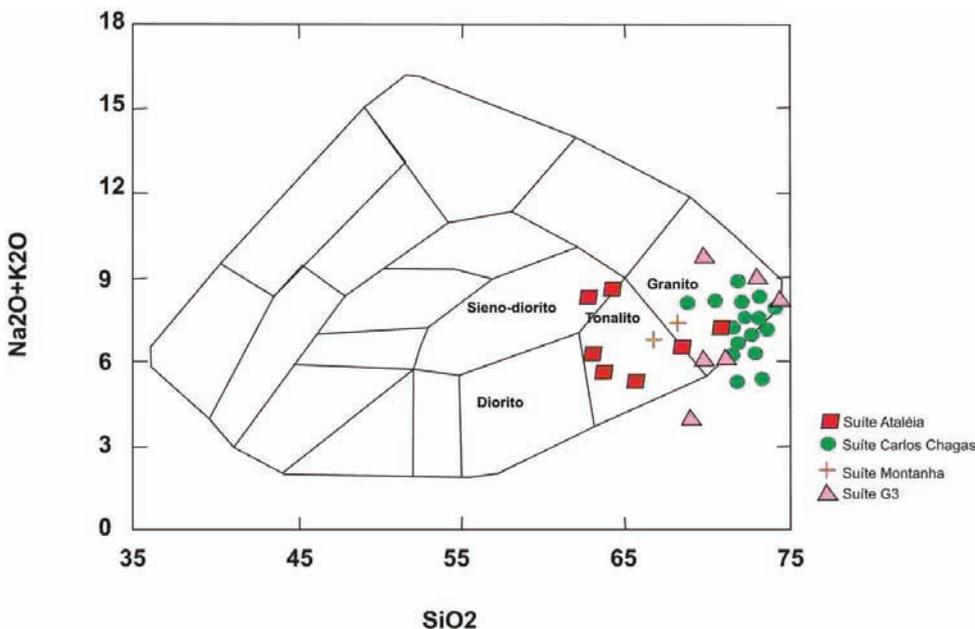


Figura 6.7 - Classificação das amostras das suítes graníticas tipo S estudadas no diagrama TAS de Cox *et al.* (1979)

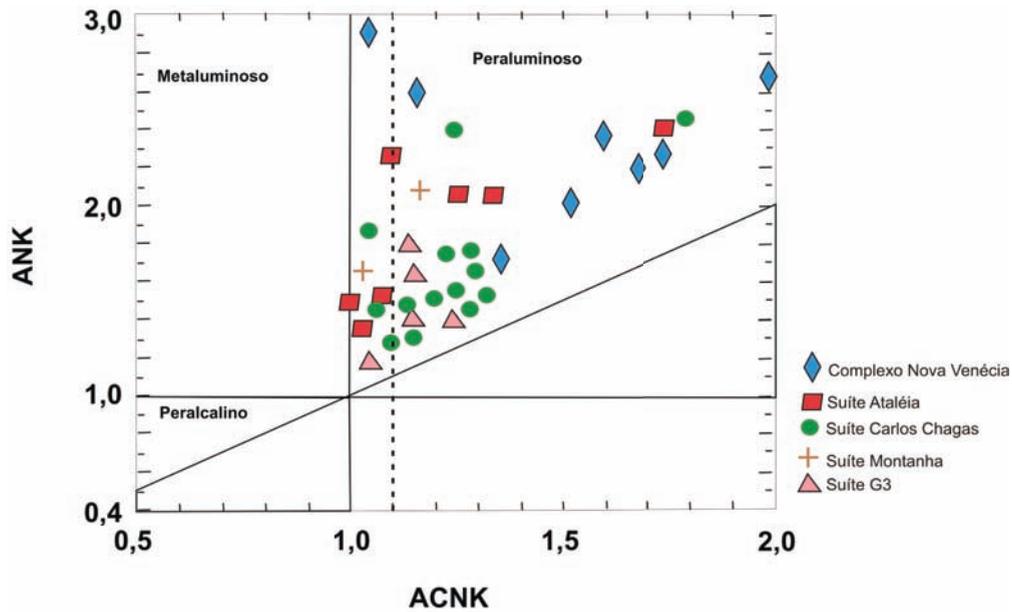


Figura 6.8 - Índice de Shand (aluminosidade) para as rochas da área de estudo. A linha pontilhada separa os campos típicos dos granitos tipo-S ($ACNK > 1,1$) daqueles do tipo-I ($ACNK < 1,1$), conforme Chappell & White (1974, 2001). $ACNK = Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O)$. $ANK = Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO)$

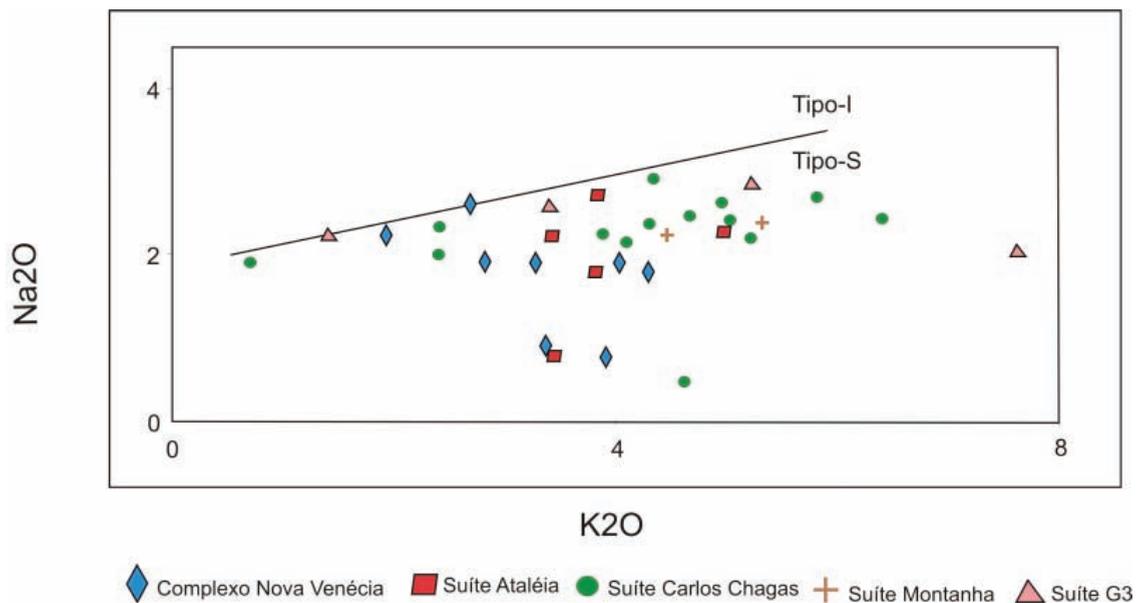


Figura 6.9 - Diagrama Na_2O versus K_2O de Front & Nurmi (1987), aplicado às rochas da área de estudo

No diagrama de Rogers & Greenberg (1981) verifica-se que a maioria das amostras da Suíte Ataléia se situa no campo dos batólitos cálcio-alcalinos, corroborando mais uma vez seu maior conteúdo em plagioclásio, mas as amostras das suítes Carlos Chagas, Montanha e G3 se situam no campo dos álcali-granitos (Figura 6.10).

No diagrama de Whalen *et al.* (1987) observa-se que as suítes aqui estudadas não representam produtos de cristalização fracionada (Figura 6.11).

As curvas de distribuição de elementos terras raras, normalizadas em relação ao condrito de Evensen *et al.* (1978), mostram padrões enriquecidos, medianamente fracionados e com anomalias negativas de Eu, para todas as amostras estudadas (Figuras 6.12 a 6.16). A Suíte Ataléia tende a ser mais enriquecida em terras raras do que o Complexo Nova Venécia, mas os padrões de fracionamento são muito semelhantes. As suítes Carlos Chagas, Montanha e G3 apresentam o padrão

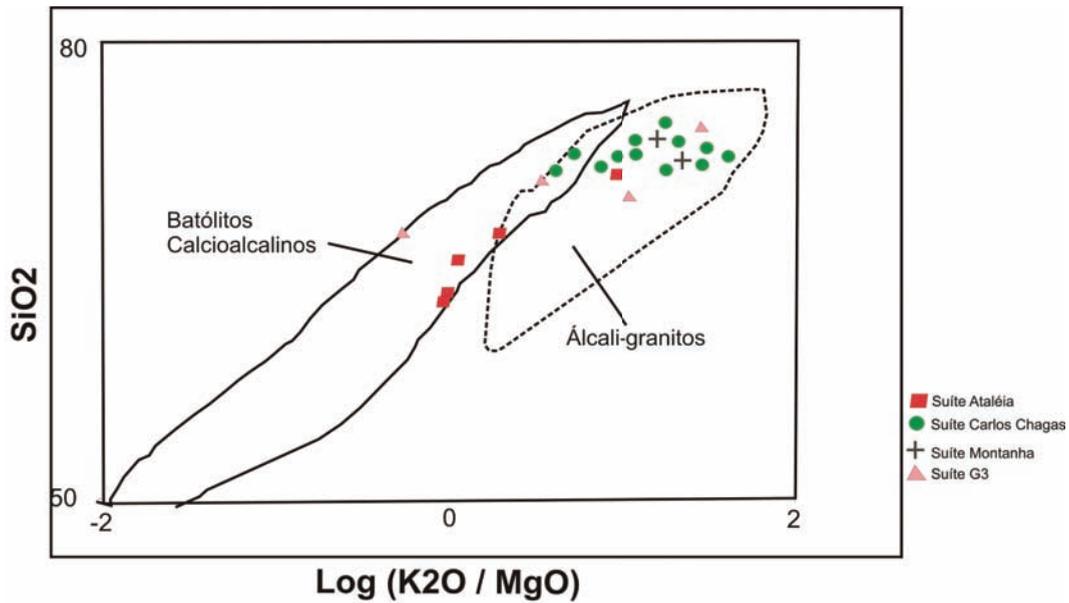


Figura 6.10 - Diagrama $\log (K_2O/MgO)$ versus SiO_2 (Rogers & Grenberg 1981) aplicado aos granitos tipo S em estudo

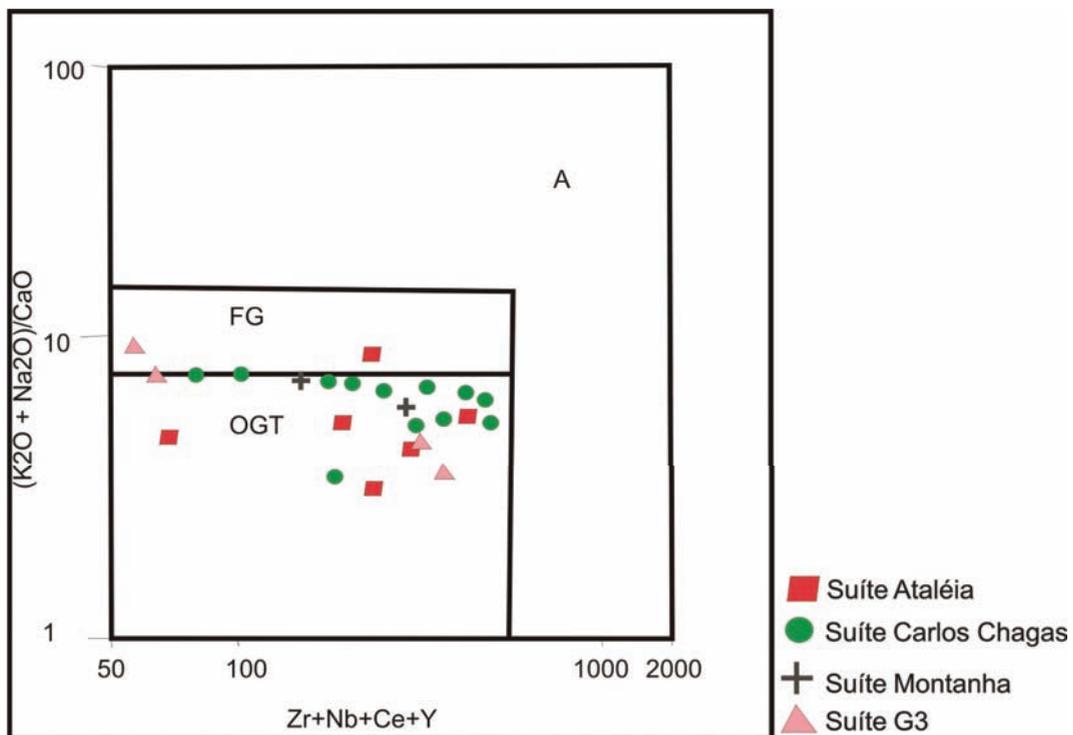


Figura 6.11 - Diagrama de Whalen et al. (1987) para discriminar granitos alcalinos originados por cristalização fracionada (FG) de granitos S e I não fracionados (OGT) e de granitos tipo-A, aplicado às rochas estudadas

típico de granitos alcalinos peraluminosos. A razão (La_N/Yb_N) indica fracionamento da ordem de 9 a 23 para o Complexo Nova Venécia e Suíte Ataléia, 8 a 37 para as suítes Carlos Chagas e Montanha, e 6 a 26 para a Suíte G3.

As anomalias negativas de európio são pronunciadas, com valores na ordem de 0,3 a 0,7

para todas as amostras. A anomalia do európio é controlada pelo feldspato, sendo que algumas anomalias negativas deste elemento são pouco pronunciadas pela grande presença de granadas nos litotipos das suítes Nova Venécia, Ataléia e Carlos Chagas. A grande quantidade de granada nestas rochas também explica o enriquecimento em terras

raras pesados. Nota-se um relativo aumento das terras raras leves e totais no caminho Complexo Nova Venécia, suítes Ataléia, Carlos Chagas e Montanha, e Suíte G3, respectivamente.

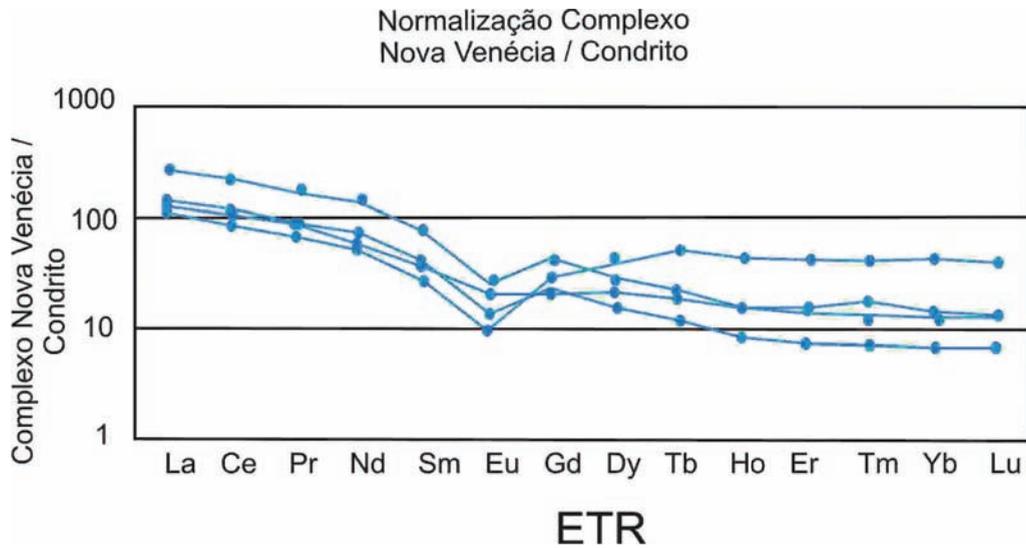


Figura 6.12 - Distribuição dos padrões de terras raras para as rochas do Complexo Nova Venécia

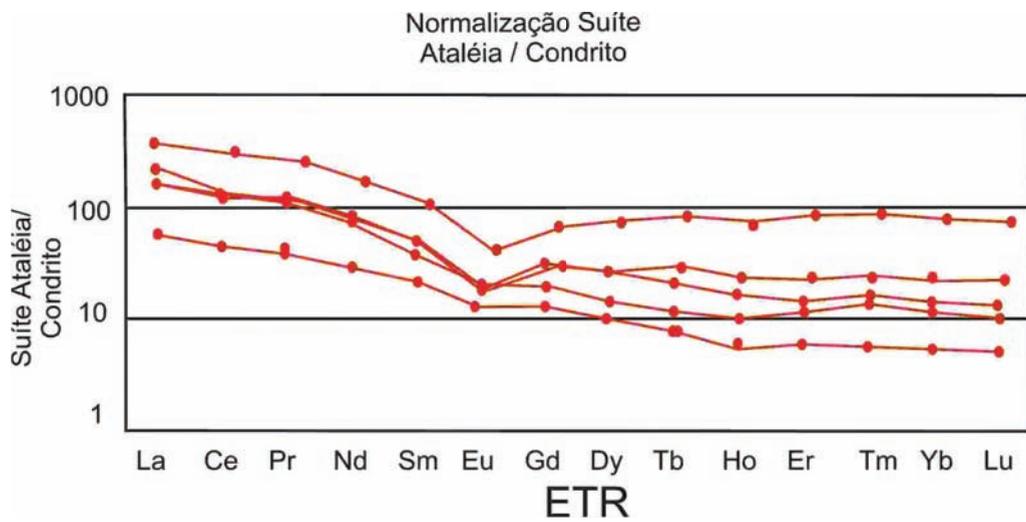


Figura 6.13 - Distribuição dos padrões de terras raras para as rochas da Suíte Ataléia

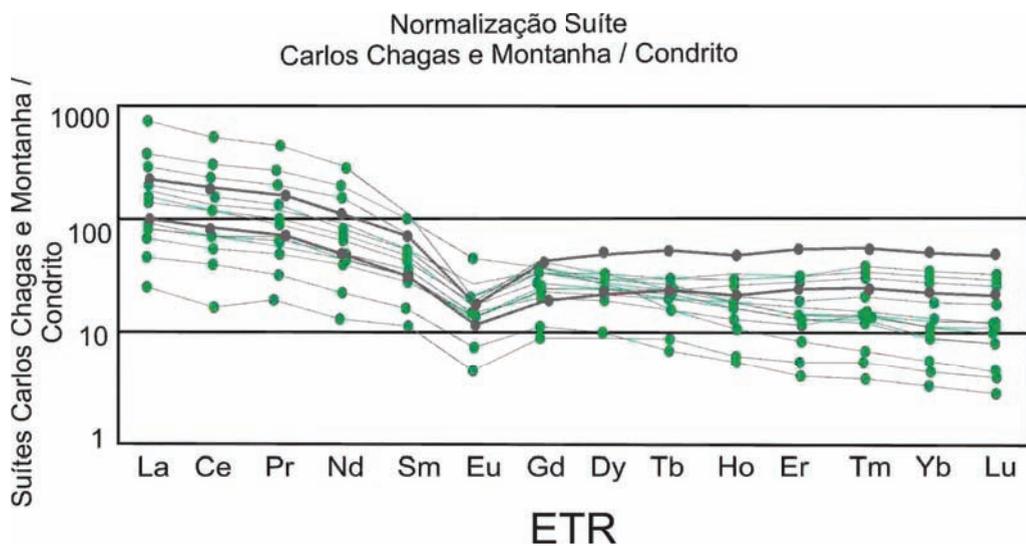


Figura 6.14 - Distribuição dos padrões de terras raras para as rochas das suítes Carlos Chagas e Montanha

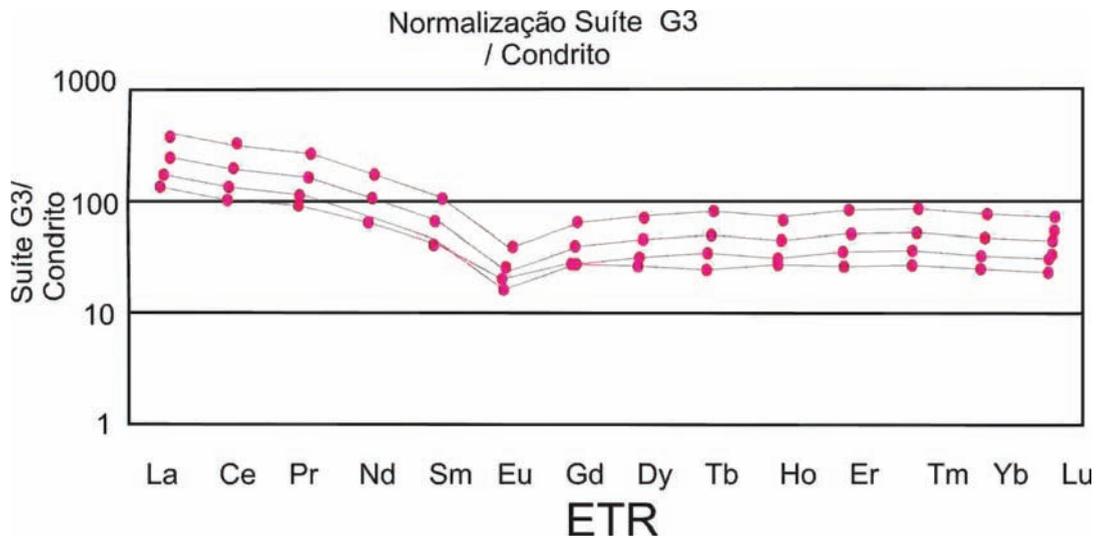


Figura 6.15 - Distribuição dos padrões de terras raras para as rochas da Suíte G3

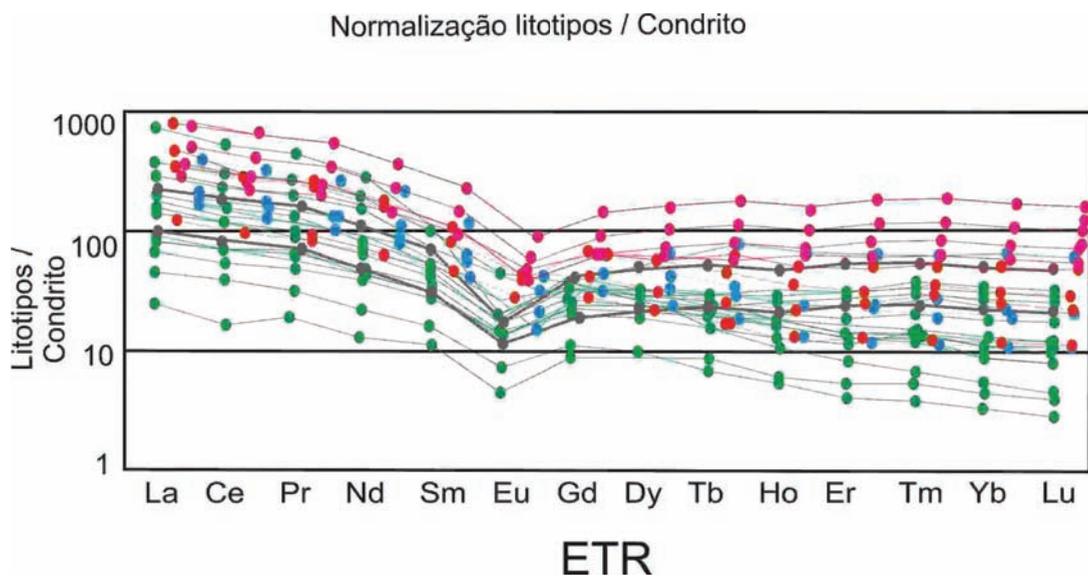


Figura 6.16 - Distribuição dos padrões de terras raras para as todas as amostras analisadas

No diagrama R1 versus R2 (Figura 6.17), as suítes Ataléia, Carlos Chagas e Montanha situam-se no campo dos granitos sincollisionais, e a suíte G3 no campo tardi-orogênico, como era de se esperar. As amostras do Complexo Nova Venécia, assim como da Suíte Ataléia, tendem a se espalhar rumo ao campo pré-colisional, indicando, mais uma vez, a herança de componentes de arco magmático.

O diagrama Rb versus Sr de Condie (1973) permite inferir a profundidade de cristalização das suítes magmáticas, indicando que a grande maioria das amostras analisadas representam magmas graníticos cristalizados em crosta profunda (> 30 km; Figura 6.18).

As amostras da Suíte Aimorés, tipo I, analisadas são divididas em biotita granito (MQ03A, MQ04, NV99) e rochas da série charnockítica (MQ03B, MQ81, MQ123, NV94, NV82, FM174) (Tabela 6.5).

As análises das rochas graníticas e charnockíticas, como se esperaria pelas suas composições mineralógicas, evidenciam que as amostras das suítes Ataléia, Carlos Chagas e Montanha são mais silicosas que as amostras da Suíte Aimorés.

O biotita granito G5 é levemente peraluminoso (Figura 6.19) e é classificado pelo diagrama TAS no campo do granito (Figura 6.20).

As rochas charnockíticas são predominantemente metaluminosas, com algumas amostras levemente peraluminosas devido à granada encontrada próximo à zona de contato com as rochas encaixantes (Figura 6.19). Este gráfico evidencia que houve falta de alumina para a formação de plagioclásio, de modo que o Ca excedente pode ter sido incorporado pelos orto e clinopiroxênios e anfibólios presentes nessas rochas. O diagrama TAS classifica as amostras charnockíticas como norito, opdalito e charnockito (Figura 6.20).

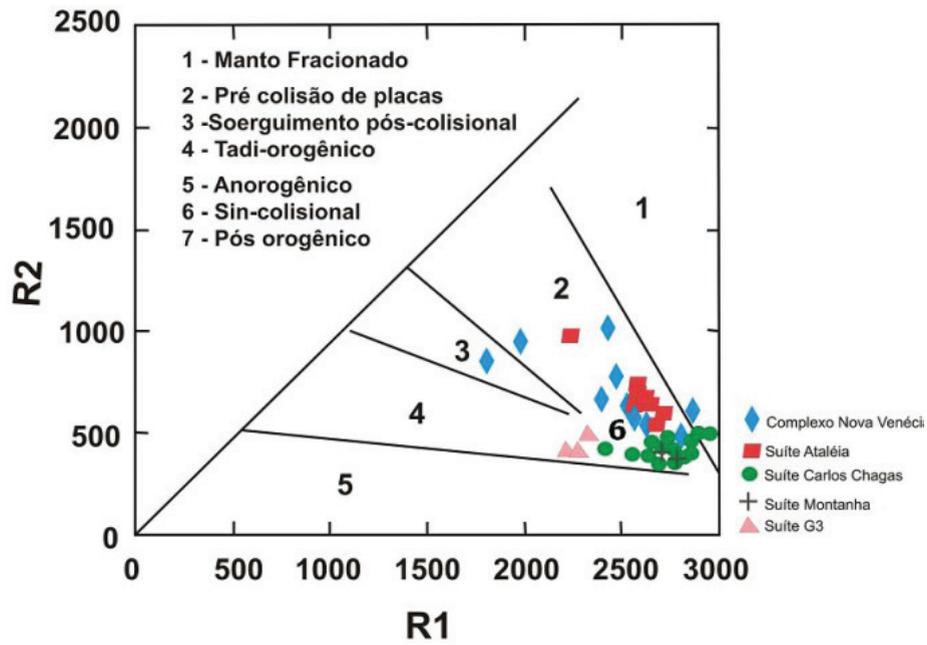


Figura 6.17 - Diagrama multicatiônico R1 versus R2 (De La Roche et al. 1980)

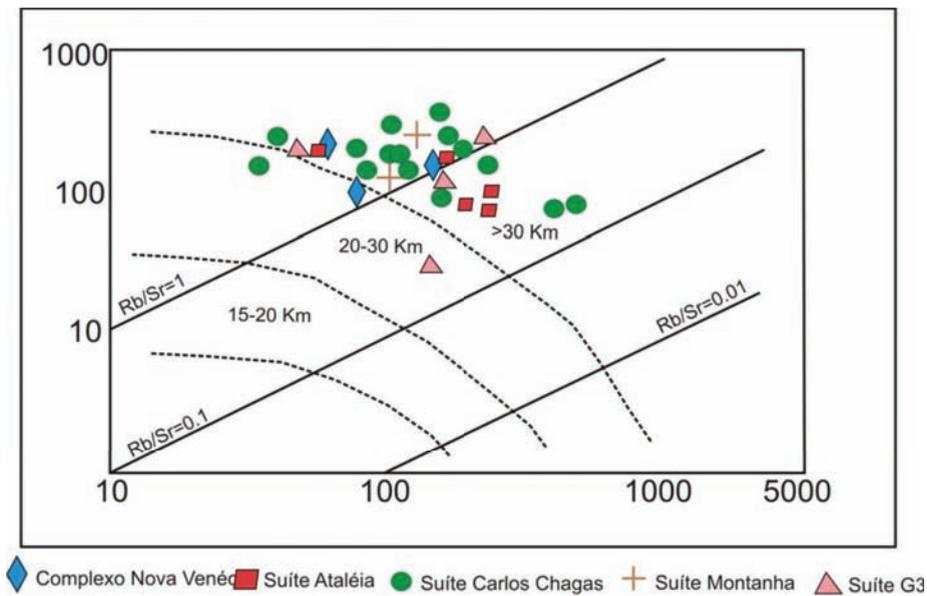


Figura 6.18 - Diagrama Rb versus Sr de Condie (1973), aplicado às rochas graníticas estudadas. As amostras do Complexo Nova Venécia foram plotadas como forma de comparação

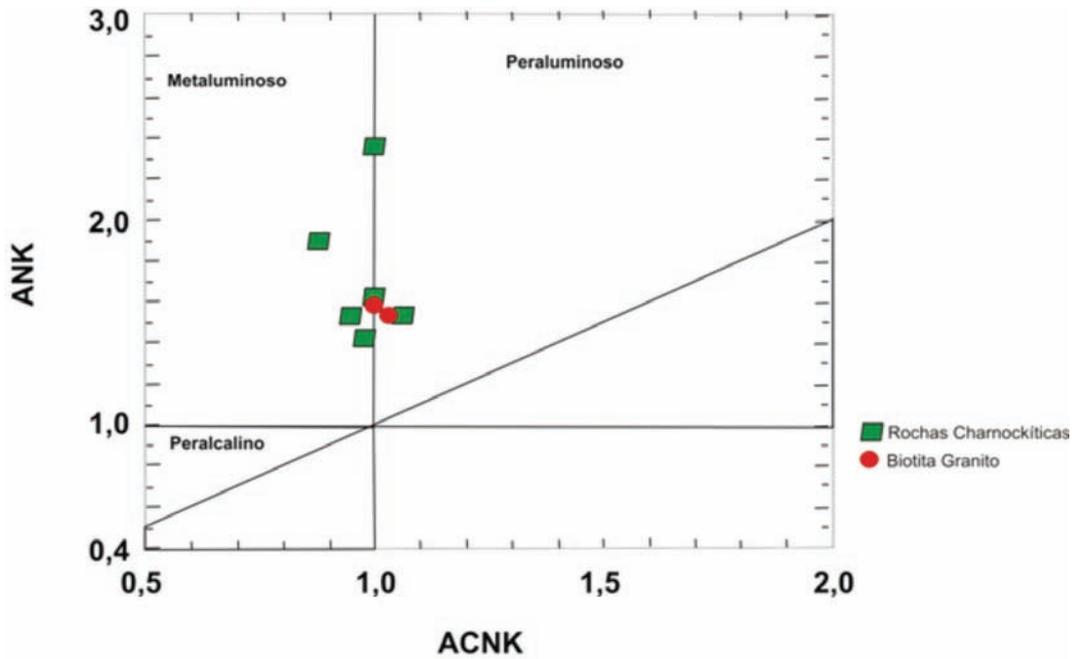


Figura 6.19 - Índice de Shand (aluminosidade) para as rochas da Suite Aimorés. A linha pontilhada separa os campos típicos dos granitos tipo-S ($ANCK > 1,1$) daqueles do tipo-I ($ANCK < 1,1$), conforme Chappell & White (1974, 2001). $ANCK = Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O)$. $ANK = Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO)$

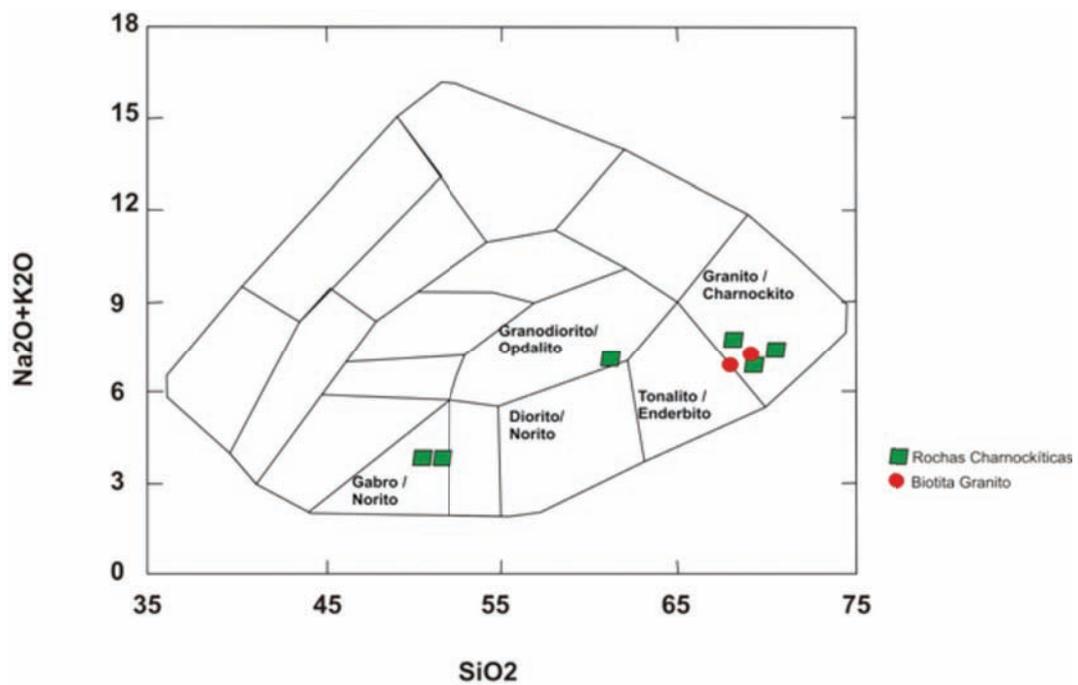


Figura 6.20 - Classificação das amostras da Suite Aimorés no diagrama TAS de Cox et al. (1979)

Tabela 6.5 - Resultados das análises de elementos maiores (% peso) das amostras de granito e charnockito da Suite Aimorés, tipo I, das folhas Nova Venécia, Montanha e Mantena. NV e VN referem-se à Folha Nova Venécia; FM à Folha Montanha; MQ à Folha Mantena

Amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	P.F.	Soma
MQ-03A	69	0,89	14,4	3,95	0,08	0,64	2,7	2,6	4,69	0,33	0,5	99,78
MQ-03B	69,1	0,89	14,2	3,77	0,08	0,64	2,9	2,55	4,34	0,34	0,8	99,61
MQ-04	70,1	0,69	14,6	3,11	0,07	1,7	3,63	3,02	2,07	0,07	0,5	99,56
MQ-81	70,4	0,93	14,2	2,35	0,02	0,71	2,01	2,27	5,47	0,32	1	99,68
MQ-123	67,9	0,83	14,5	4,61	0,08	0,57	2,32	2,64	5,74	0,39	0,3	99,88
FM174	57,47	2,57	12,84	12,53	0,17	1,57	5,67	2,18	2,9	0,66	1,1	99,66
VN82	57,38	2,41	14,94	9,55	0,13	2,53	5,07	2,75	3,17	1,09	0,5	99,52
NV94	54,08	3,11	14,64	11,45	0,15	2,78	5,85	2,57	3,08	1,57	0,2	99,48
NV99	66,7	1,03	14,9	3,44	0,03	1,08	2,19	2,46	5,94	0,39	1,4	99,56

7 – RECURSOS MINERAIS

A região onde se localiza a Folha Nova Venécia se destaca pela grande produção de rochas ornamentais, além de pedra de talhe, brita, material para calçamento e areia. Foram cadastradas 40 pedreiras em minas ativas e inativas,

cujas localizações, tipos de material e a unidade em que estão localizadas estão referidas na Tabela 7.1. Ressalta-se que a atividade de extração de rochas é muito dinâmica e os *status* mina ativa ou inativa tem as mais variadas durações.

Tabela 7.1 Localização das pedreiras com tipo de material explorado e unidade pertencente

Estação	Tipo Pedreira		UTM		Material	Unidade
	Ativa	Inativa	E	N		
NV11	X		345087	7902289	Calçamento	Suíte Ataléia
NV15		X	345007	7900225	Rocha ornamental	Suíte Ataléia
NV19		X	349879	7900307	Rocha ornamental	Suíte Ataléia
NV21		X	350323	7901494	Rocha ornamental	Suíte Ataléia
NV27		X	347518	7931662	Rocha ornamental	Leucogranito Porfírico do Tipo S; Suíte G3
NV32		X	344994	7927250	Rocha ornamental	Suíte Ataléia
NV35		X	343127	7935568	Rocha ornamental	Suíte Aimorés
NV38	X		348493	7932039	Areia	Aluvião
NV51		X	343647	7951453	Rocha ornamental	Suíte Carlos Chagas
NV69	X		347797	7925770	Brita	Suíte Aimorés
NV70	X		346174	7925224	Brita	Suíte Aimorés
NV74		X	348107	7923388	Brita	Suíte Aimorés
NV80		X	346993	7922084	Brita	Suíte Aimorés
NV94	X		352882	7922895	Rocha ornamental	Suíte Aimorés
NV97		X	354924	7926637	Rocha ornamental	Complexo Nova Venécia
NV99		X	353517	7926043	Calçamento	Suíte Aimorés
NV100		X	355172	7926372	Rocha ornamental	Complexo Nova Venécia
NV102		X	353768	7921660	Rocha ornamental	Complexo Nova Venécia
NV102 A		X	353633	7921850	Rocha ornamental	Complexo Nova Venécia
NV106		X	355139	7923945	Rocha ornamental	Complexo Nova Venécia
NV130		X	347347	7933783	Rocha ornamental	Suíte Ataléia
NV131		X	347088	7933419	Rocha ornamental	Suíte Ataléia
VN06	X		344737	7921064	Calçamento	Suíte Aimorés
VN83		X	347408	7919219	Rocha Ornamental	Suíte Ataléia
VN87		X	347233	7906839	Rocha Ornamental	Suíte Ataléia
VN97		X	342320	7921359	Rocha Ornamental	Suíte Aimorés
NVJ22	X		349103	7950520	Rocha Ornamental	Leucogranito Porfírico do Tipo S; Suíte G3
VP90		X	371454	7939247	Rocha Ornamental	Complexo Nova Venécia
VP105		X	360035	7934675	Pedra de Talhe	Suíte Ataléia
VP107		X	359028	7933208	Pedra de Talhe	Suíte Ataléia
VP109		X	344170	7935264	Rocha Ornamental	Suíte Aimorés
VP111		X	344062	7936651	Rocha Ornamental	Suíte Carlos Chagas
VP112		X	352855	7928862	Rocha Ornamental	Suíte Ataléia
VP113		X	353749	7929126	Rocha Ornamental	Complexo Nova Venécia
VP114		X	354083	7928739	Rocha Ornamental	Complexo Nova Venécia
VP121		X	355597	7928170	Brita	Complexo Nova Venécia
CG30		X	353989	7915938	Rocha Ornamental	Complexo Nova Venécia
CG35		X	349580	7951942	Rocha Ornamental	Suíte Aimorés
CG36		X	349485	7950493	Rocha Ornamental	Suíte Carlos Chagas
CG55		X	373719	7911137	Brita	Complexo Nova Venécia

As principais concentrações de pedreiras se localizam na porção oeste da área, nas proximidades de Nova Venécia e dos povoados de Guarabu e Fatura, e compreendem todas as unidades mapeadas. As minas que exploram rochas ornamentais estão localizadas no Complexo Nova Venécia e nas suítes Ataléia, Carlos Chagas, G3 e Aimorés (Tabela 7.1).

O maior número de pedreiras para materiais ornamentais é encontrado no Complexo Nova Venécia. Nesta unidade, diferentes nomes comerciais são dados aos seus litotipos, tais como: Granito Blue Valley (granada-cordierita gnaisse), Granito Azul Celeste, Granito Cinzul ou Blue Wave (cordierita granulito), Granito Azul Barracuda (cordierita-granada paragnaisse) e Granito Azul Brasil (cordierita-granada-biotita gnaisse) (Figura 7.1).

A Suíte Ataléia é a segunda unidade com maior número de minas, com: Granito Juparaná Venecian (biotita granito) (Figura 7.2) e Granito Verde Eucalipto (biotita-granada granito foliado).

Os materiais ornamentais extraídos da Suíte Aimorés também possuem grande importância econômica. Apresentam tonalidades desde bege amarelado, representado por um biotita granito grosso (Granito Amarelo Veneziano) até verde escuro a preto intenso, exemplificado por um opdalito de granulação predominantemente fina (Granito Preto Rio Preto) (Figura 7.2). Variedades de charnockito

de granulação grossa e coloração verde clara a média também são explorados, porém com menor intensidade.

A Suíte Carlos Chagas, representada por litotipos deformados no extremo centro-oeste da Folha, contém rochas de grande interesse devido, principalmente, à sua tonalidade amarela e sua facilidade de corte. O intemperismo incipiente de rochas miloníticas desta unidade dá origem à grande maioria dos materiais agrupados na “linha dos amarelos”. Estas rochas incipientemente intemperizadas mantêm as propriedades físicas essenciais, mas ganham as tonalidades amarelas que as tornaram de grande procura e valor nos mercados nacional e internacional. Além da cor, um outro motivo do valor dos materiais da linha dos amarelos é a relativa facilidade de corte, uma vez que o intemperismo incipiente abranda a dureza da rocha. Na área de ocorrência da Suíte Carlos Chagas são explorados o Granito Rio do Norte Branco-Amarelo (granada-biotita granito foliado), a variedade verde eucalipto (biotita-granada-cordierita leucogranito foliado) além do Granito Rio do Norte Amarelo (leucogranito foliado) (Figura 7.3).

Da Suíte G3, mesmo que em pequenas porções na área, também se extrai o Granito Rio do Norte Branco (granada leucogranito) (Figura 7.3).



Figura 7.1 - Exemplos de materiais da linha dos azuis, produzidos na Folha Nova Venécia, cujos nomes comerciais são Granito Blue Valley (a), Granito Blue Wave (b) e Granito Azul Brasil (c)

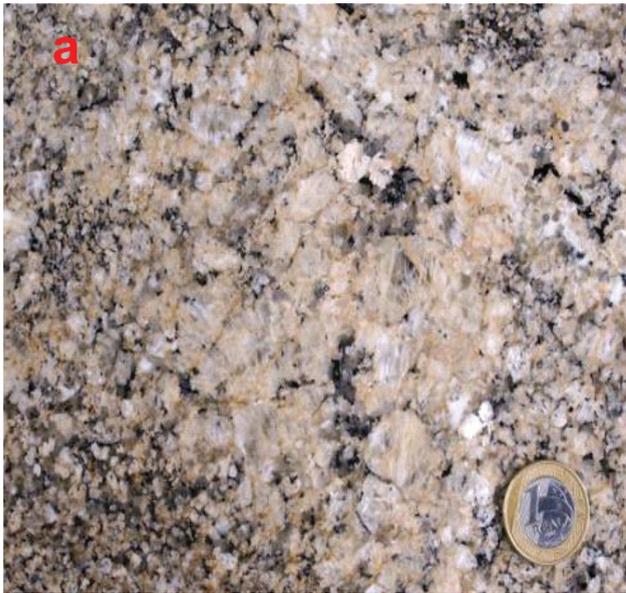


Figura 7.2 - Exemplos de materiais das Suítes Ataléia (a) e Aimorés (b), produzidos na Folha Nova Venécia, cujos nomes comerciais são Granito Juparaná Venecian (a) e Granito Preto Rio Preto (b)

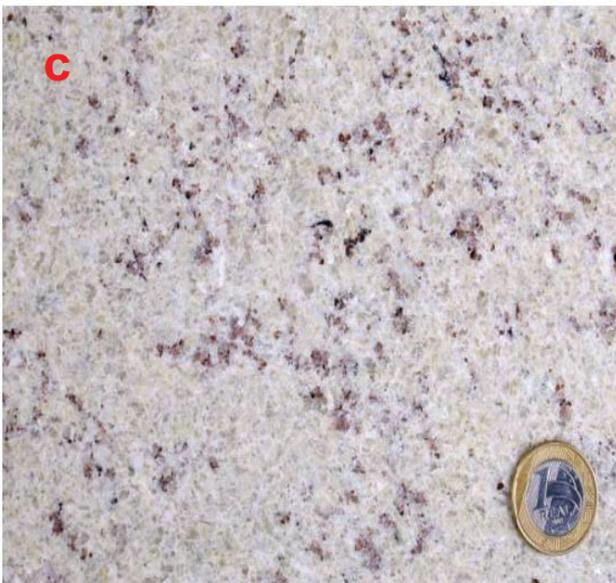
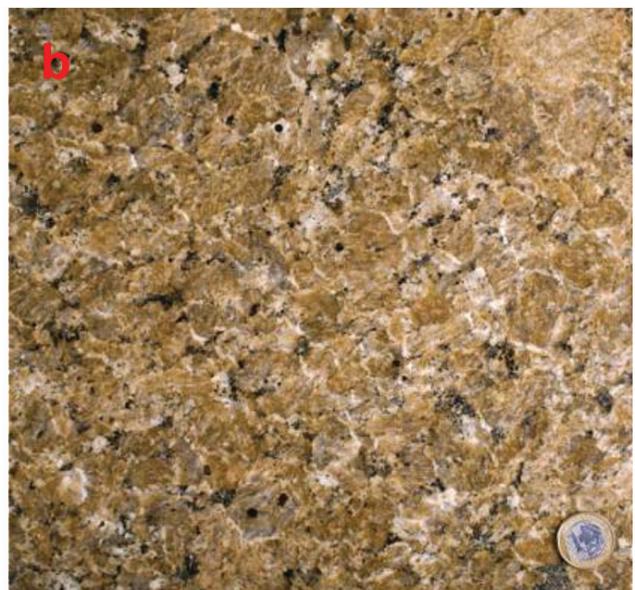


Figura 7.3 - Chapas polidas dos materiais extraídos na Suíte Carlos Chagas – Granito Rio do Norte Branco-Amarelo (a) e Granito Rio do Norte Amarelo (b) – e na Suíte G3 – Granito Rio do Norte Branco (c)

Outros recursos explorados na Folha Nova Venécia são pedra de talhe e brita em paragnaisse do Complexo Nova Venécia, bem como pedra de talhe em biotita-granada granito pertencente à suíte

Ataléia e brita em charnockito da Suíte Aimorés (especialmente no entorno da Pedra do Elefante). Areia em aluvião no leito do Rio Cricaré também é um tipo de recurso explorado (Figura 7.4).



Figura 7.4 - Extração de areia em aluvião do Rio Cricaré (estação NV-38)

8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As rochas mais antigas da área mapeada compõem o conjunto granulítico-migmatítico do Complexo Nova Venécia, constituído por paragnaisse peraluminoso, cordierita granulito e rocha calcissilicática. A associação mineralógica do paragnaisse e cordierita granulito, com proporções variáveis de biotita, granada, cordierita, sillimanita e hercynita, evidencia metamorfismo na transição de fácies anfíbolito-granulito. As características mineralógicas, petrográficas e geoquímicas aqui apresentadas demonstram que os protólitos do Complexo Nova Venécia foram essencialmente sedimentos grauvaquianos, enriquecidos em fração pelítica peraluminosa e plagioclásio. O conjunto paragnáissico do Complexo Nova Venécia apresenta estágios progressivos de migmatização, desde metatexito a diatexito, e se relaciona com Suíte Ataléia por meio de contato transicional caracterizado pelo aumento de fusão granítica e desaparecimento dos termos gnáissicos. O cordierita granulito representa o resíduo granulítico resultante do processo de migmatização do paragnaisse Nova Venécia.

Embora a Suíte Ataléia inclua termos tonalíticos, além dos mais pobres em plagioclásio, ela apresenta todos os requisitos mineralógicos (biotita, granada, sillimanita, hercynita, ilmenita, apatita e monazita livres), petrográficos (restitos e xenólitos de rochas paraderivadas) e geoquímicos (índice de aluminosidade maior que 1, distribuição da razão K_2O/Na_2O) dos granitos tipo-S. A maior quantidade de plagioclásio em litotipos da Suíte Ataléia pode ser explicada por representarem baixas taxas de fusão parcial de rochas ricas em plagioclásio do Complexo Nova Venécia, mantendo plagioclásio como fase herdada na fusão granítica. A riqueza em enclaves de paragnaisse, bem como sua maior quantidade de ortoclásio relativamente à microclina, evidencia a proximidade do local de cristalização da Suíte Ataléia em relação à fonte anatética (o Complexo Nova Venécia). Desta forma, a Suíte Ataléia é considerada como produto de fusão parcial autóctone do Complexo Nova Venécia. A Suíte Ataléia apresenta-se deformada e contém uma foliação dúctil compatível com a tendência regional deste setor do Orógeno Araçuaí.

A Suíte Carlos Chagas, representada por granitos tipo-S, apresenta impressionante homogeneidade composicional e marcante heterogeneidade estrutural. A foliação dúctil regional é verificada em toda a sua extensão na área mapeada. Este grande batólito é interpretado como uma zona crustal de enorme acumulação de fusões graníticas alóctones (em relação à Suíte Ataléia e aos migmatitos do Complexo Nova Venécia).

O leucogranito indeformado da Suíte G3 também tem todos os requisitos de granito tipo-S, mas representa fusão autóctone tardia, cristalizada como vênulas, veios e bolsões encaixados, principalmente, nos granitos sincolisionais. Pelas características verificadas trata-se de fusão parcial cristalizada em pressão decrescente (cordierita sobrecresce granada). As idades disponíveis na literatura mostram que os leucogranitos G3 formaram-se em torno de 540-530 Ma (Silva *et al.* 2002, 2005; Pedrosa-Soares *et al.* 2006), cerca de 35 a 45 Ma após a cristalização das suítes Ataléia e Carlos Chagas.

A intrusão da Pedra do Elefante (Suíte Aimorés G5) está relacionada ao colapso extensional do Orógeno Araçuaí e à mistura de magmas mantélicos e crustais, que, durante a ascensão, alojou-se em zonas de fraqueza NE-SW. O nível de erosão expôs a porção mais basal do plúton, representado pelo charnockito, opdalito e pelo biotita granito com autólitos máficos. Outra evidência da exposição da porção basal é a mudança acentuada na foliação das rochas encaixantes, que perto do contato com essa intrusão adquirem um alto ângulo e mergulham para o centro do corpo. O granito “verde-eucalipto” descrito, é resultado do metamorfismo de contato gerado pelas intrusões charnockíticas. A diferença de cor entre o granito e as rochas charnockíticas se deve essencialmente à cor verde do feldspato. Esse fenômeno de relaciona aos centros de cor impostos ao feldspato pelas inclusões de CO_2 . A variação da relação H_2O/CO_2 no interior da intrusão determina a distribuição de fácies graníticas (hidratadas) em relação à charnockítica.

A sedimentação cenozóica é representada pelo conjunto litológico do Grupo Barreiras - arenito conglomerático, argilito arenoso, arenito com lentes conglomeráticas e canga. Este Grupo predomina sobre o planalto costeiro e seu conjunto litológico indica sedimentação fluvial. Os aluviões são representados por material inconsolidado predominantemente arenoso.

A região da Folha Nova Venécia apresenta um grande potencial econômico. Na área abrangida pelo mapeamento, foram cadastradas 40 pedreiras (ativas ou inativas) de rochas ornamentais, pedra de talhe, brita, material para calçamento e areia.

Em trabalhos futuros, recomenda-se o mapeamento de áreas-chave em escalas maiores (por exemplo, 1:50.000 e 1:25.000), para se entender melhor a relação genética entre o complexo paragnáissico e os granitos tipo S pertencentes à Supersuíte G2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo v.7, n.4, p. 349-364, 1977.
- ALKMIM, Fernando Flecha et al. Kinematic evolution of the Araçuaí- West Congo orogen in Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. **Precambrian Research**, Amsterdam, v.149, p. 43-63, 2006.
- _____ et al. Sobre a evolução tectônica do Orógeno Araçuaí – Congo Ocidental. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.15, n.1, p. 25-43, 2007.
- BALTAZAR, Orivaldo Ferreira et al. **Folhas São Gabriel da Palha e Linhares**: escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM, 2008. 143 p. (Programa Geologia do Brasil – PGB).
- BATHIA, Mukul R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. **The Journal of Geology**, Chicago: University Of Chicago Press, v.91, n.6, p. 611-627, 1983.
- BRITO-NEVES, Benjamim Bley; 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**, v.22, p. 155-199, 1999.
- CASTAÑEDA, Cristiane et al. **Folha Ecoporanga 1:100.000 SE.24-Y-A-III**: relatório final. Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2006. (Programa Geologia do Brasil).
- CAMPOS, Cristina P. De et al. A review of the Brasiliano magmatism in southern Espírito Santo, Brazil, with emphasis on postcollisional magmatism. **Journal of the Virtual Explorer**, v.17, p. 1-35, 2004.
- CHAPPELL, Bruce W.; WHITE, A.J.R. Two contrasting granite types. **Pacific Geology**, v.8, p. 173-174, 1974.
- _____; WHITE, A.J.R. Two contrasting granite types: 25 years later. **Australian Journal of Earth Sciences**, [s.l.], v.48, p. 489-499, 2001.
- CONDIE, Kent C. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales. **Chemical Geology**, Amsterdam, v.104, p. 1-37, 1973.
- COX, Keith Gordon; BELL, John David; PANKKURST, Robert J. **The interpretation of igneous rocks**. London: George Allen & Unwin, 1979. 450 p.
- DE LA ROCHE, Hubert de 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, p. 183-210, 1980.
- EVENSEN, Norman M.; HAMILTON, P. J.; O'NIONS, R. K. Rare earth abundances in chondritic meteorites. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.42, p. 1199-1212, 1978.
- FONTES, Cid et al. **Projeto Jequitinhonha**: Relatório Final. Belo Horizonte: CPRM, 1978 12 v.
- FRONT, Kai; NURMI, Pekka A. Characteristic and geological setting of synkinematic Svekokarelian granitoids in southern Finland. **Precambrian Research**, Amsterdam, v.35, p. 207-224, 1987.
- HEILBRON, Mônica et al. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, Virgílio et al (Org.). **Geologia do Continente Sul-Americano**. São Paulo: Editora Beca, 2004. p. 203-234.
- LIMA, Sirlene A. de Abreu et al. A Formação Salinas na Área-Tipo, NE de Minas Gerais: uma proposta de revisão da Estratigrafia da Faixa Araçuaí com Base em Evidências Sedimentares, Metamórficas e Idades U-Pb Shrimp. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.32, n.4, p. 491-500, 2002.
- MARSHAK, Stephen et al. Extensional collapse in the Neoproterozoic Araçuaí orogen, eastern Brazil: a setting for reactivation of asymmetric crenulation cleavage. **Journal of Structural Geology**, Amsterdam, v.28, p. 129-147, 2006.
- MARTINS, Veridiana Teixeira de Souza et al. Sr and Nd characteristics of Brasiliano/Pan-African granitoid plutons of the Araçuaí Orogen, Southeastern Brazil: Tectonic implications. **Gondwana Research**, Amsterdam, v.7, p. 75-89, 2004.
- MOREIRA, Marcos Donadello. **Mapeamento Geológico e Cadastramento de Recursos Minerais da região leste de Minas Gerais**: Mucuri, Folha SE.24-V-C-V, Estado de Minas Gerais, escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM; CODEMIG, 1997.
- MUNHÁ, José M. U et al. Petrologia e Termocronologia de Gnaisses Migmatíticos da Faixa de Dobramentos Araçuaí (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.35, n.1, p. 123-134, 2005.
- NALINI JÚNIOR, Hermínio Arias; BILAL, Essaid; CORREIA-NEVES, José Marques. Syncollisional peraluminous magmatism in the Rio Doce region: mineralogy, geochemistry and isotopic data of the Urucum suite (eastern Minas Gerais State, Brazil). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.30, p. 120-125, 2000.

- NOCE, Carlos Urcio et al. Ages of Sedimentation of the Kinzigitic Complex and of a Late Orogenic Thermal Episode in the Araçuaí Orogen, Northern Espírito Santo State, Brazil: Zircon and monazite U-pb Shrimp and Idtims Data. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.34, n.4, p. 587-592, 2004.
- OLIVEIRA, M. J. R. Folha Conselheiro Pena-São Gabriel da Palha, escala 1:100.000. In: PINTO, Clayton Paiva; DRUMOND, João Bosco Viana; FÉBOLI, Wilson Luis. **Projeto Leste**. Belo Horizonte: CPRM; CODEMIG, 2001.
- PEDROSA-SOARES, Antonio Carlos (Coord.) et al. **Geologia da Folha Mantena SE.24-Y-A-VI. Escala 1:100.000. Estados do Espírito Santo e Minas Gerais**: relatório final. rev. atual. Belo Horizonte: CPRM; UFMG, 2007. 1 CD-ROM. (Programa Geologia do Brasil)
- _____. **Potencial aurífero do Vale do Araçuaí, Minas Gerais**: história da exploração, geologia e controle tectono-metamórfico. 1995. 177 f. Tese (Doutorado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 1995.
- _____; WIEDEMANN-LEONARDOS, Cristina Maria. Evolution of the Araçuaí Belt and its connection to the Ribeira Belt, Eastern Brazil. In: CORDANI, Umberto Giuseppe (Ed.) et al. **Tectonic Evolution of South America**. São Paulo: SBG, 2000. p. 265-285.
- _____. 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, v.26, p. 519-522, 1998.
- _____. et al. The Araçuaí-West Congo orogen in Brazil: An overview of a confined orogen formed during Gondwanland assembly. **Precambrian Research**, Amsterdam, v.110, p. 307-323, 2001.
- PEDROSA-SOARES, Antônio Carlos et al. A Província Gemológica Oriental do Brasil. In: CASTANEDA, Cristiane; LICCARDO, Antonio; ADDAD, João Eduardo. **Gemas de Minas Gerais**: esmeralda, turmalina, safira, topázio, quartzo, água-marinha, alexandrita. Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 2001. p. 16-33.
- _____. et al. Orógeno Araçuaí: Estágio atual do conhecimento geotectônico. In: SIMPOSIO SOBRE O CRATON DO SAO FRANCISCO, 3., 14-18 ago, Salvador. **Anais...** Salvador: CBPM; SBG, 2005. p. 243-246.
- _____. et al. Orógeno Confinado: conceito, exemplo e candidatos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTONICOS SNET, 9., 2003, Búzios. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG. Núcleos Rio de Janeiro e Espírito Santo, 2003. p. 36-39.
- _____. et al. Nota explicativa da Folha Mantena 1:100.000. In: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia da folha Mantena SE.24-Y-A-VI**: Sistema de Informações Geográficas - SIG. ed. rev. atual. Belo Horizonte: CPRM, 2007. (Programa Geologia do Brasil - PGB).
- _____. et al. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.15, n.1, p. 1-16, 2007.
- _____. et al. Similarities and differences between the Brazilian and African counterparts of the Neoproterozoic Araçuaí-West Congo orogen. **Geological Society Special Publications**, Oxford, v.294, p. 153-172, 2008.
- PINTO, Claiton Piva; DRUMOND, João Bosco Viana; FÉBOLI, Wilson Luis. **Projeto Leste**. Belo Horizonte: CPRM; CODEMIG, 2001.
- QUEIROGA, Glaucia Nascimeto 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.
- RONCATO, Jorge et al. Heterogeneidade deformacional da Suíte Carlos Chagas (Orógeno Araçuaí) e a idade U-Pb SHRIMP do Giallo Veneziano. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10., 2007, Diamantina. **Resumos**. Diamantina: SBG, 2007, p. 42.
- _____. **As suítes graníticas tipo-S do norte do Espírito Santo na região das folhas Ecoporanga, Mantena, Montanha e Nova Venécia**. Belo Horizonte, 2009. 100f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Instituto de Geociências, UFMG, Belo Horizonte, 2009.
- ROGERS, John J. W.; GREENBERG, Jeffrey K. Trace elements in continental-margin magmatism: Part III. Alkali granites and their relationship to cratonization. **Geological Society of America Bulletin**, New York, v. 92, n. 1, p. 6-9, Jan. 1981.
- ROSER, Barry P.; KORSCH, Russell J. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data. **Chemical Geology**, Amsterdam, v. 67, p. 119-139, 1988.
- ROZEN, O. M. Graywackes of the Precambrian Metamorphic Complexes: composition and paleogeodynamic reconstructions. **International Geology Review**, Lawrence, v. 34, n.12, p. 1169-1186, 1992
- SIGA-JÚNIOR, Osvaldo. **A evolução geocronológica da porção nordeste de Minas Gerais, com base em interpretações geocronológicas**. 1986. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- SILVA, Alberto Soares da. et al. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo Folha SE.23, Belo Horizonte**, Brasília: DNPM; DGM, 1978.

- SILVA, José Maurício Rangel da et al. Geologia. In: **PROJETO RADAMBRASIL**: Folha SE.24 Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. (Levantamento de Recursos Naturais, 34).
- SILVA, Jodauro Nery da. Folhas Carlos Chagas, Mantena e Ecoporanga, escala 1:100.000. In: PINTO, Clayton Paiva; DRUMOND, João Bosco Viana; FÉBOLI, Wilson Luis. **Projeto Leste**. Belo Horizonte: CPRM; CODEMIG, 2001.
- SILVA, Luiz Carlos 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 Mineiro e Cráton São Francisco Meridional. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.32, n.4, p. 513-528, dez. 2002.
- _____ et al. The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U-Pb geochronologic subdivision for the Basiliano/Pan-African systems of orogens. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 136, p. 203-240, 2005.
- _____ et al. Geocronologia U-Pb (LA-ICP-MS) e a cronoestratigrafia granítica no segmento norte do Orógeno Araçuaí (MG). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10., 2007, Diamantina. **Resumos**. Belo Horizonte: SBG, 2007, p. 32.
- 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 Ibero-America: guías de prospección para metales preciosos**. Madrid: [s.n.], 2004. p. 101-132.
- TAYLOR, Stuart Ross; MCLENNAN, Scott M. **The continental crust**: its composition and evolution. Oxford: BlackWell Scientific Publications, 1985. 312 p.
- TULLER, Manoel Pedro. Folha Ataléia, escala 1:100.000. In: PINTO, Clayton Paiva; DRUMOND, João Bosco Viana; FÉBOLI, Wilson Luis. **Projeto Leste**. Belo Horizonte: CPRM; CODEMIG, 2001.
- VAUCHEZ, Alain et al. Deformation of a pervasely molten middle crust: insights from the Neoproterozoic Ribeira-Araçuaí Orogen (SE Brazil). **Terra Nova**, [s.l.], v.19, p. 278-286, 2007.
- VIEIRA, Valter Salino. Folha Itabirinha de Mantena, escala 1:100.000. In: PINTO, Clayton Paiva; DRUMOND, João Bosco Viana; FÉBOLI, Wilson Luis. **Projeto Leste**. Belo Horizonte: CPRM; CODEMIG, 2001.
- _____. **Significado do grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí**. Belo Horizonte, 2007. 1 CD ROM. Tese (Doutorado em Geologia)-Instituto de Geociências, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- _____ ; PEDROSA-SOARES, Antônio Carlos; SILVA, Luiz Carlos. Significado do Grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10., 2007, Diamantina, MG. **Resumos...** Diamantina, MG: SBG, 2007.
- WHALEN, Joseph B.; CURRIE, Kenneth L.; CHAPPELLI, Bruce W. A-type granites: geochemical discrimination and petrogenesis. **Contribution to Mineralogy and Petrology**, v, 98, n.4, p. 407-419, 1987.
- WIEDEMANN, Cristina Maria et al. Architecture of Late Orogenic Plutons in the Aracuaí-Ribeira Folded Belt, Southeast Brazil. **Gondwana Research**, Kochi, v. 5, n. 2, p. 381-399, 2002.
- WINKLER, Helmut. **Petrogênese das rochas metamórficas**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1977, 254 p.

