MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

Execução pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM
Superintendência Regional de Goiânia, em Convênio com o
Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

LEOPOLDO DE BULHÕES

FOLHA SE.22-X-B-V

– ESTADO DE GOIÁS–

TEXTO EXPLICATIVO

ORGANIZADO POR

Cipriano Cavalcante de Oliveira

CPRM

BRASÍLIA
1994

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Alexis Stepanenko
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Breno Augusto dos Santos
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM

Elmer Prata Salomão
Diretor

Jorge Antonio Zir Filho
Coordenador de Geologia e Produção Mineral

Emanuel Teixeira de Queiroz
Chefe de Serviço de Exploração Mineral e Metalogenia

Benedicto Waldir Ramos
Chefe da Divisão de Geologia

Frederico Lopes Meira Barboza
Coordenador de Economia e Tecnologia Mineral

Walter Hugo Schmaltz
Chefe da Divisão da Produção *Mineral*

Gilberto Ruy Derze
Chefe de Serviço de Cartografia e Informação Geológica

Carlos Borba de Souza
Chefe da Divisão de Planejamento e Economia Mineral

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM

Carlos Oití Berbert
Presidente

Hermes Augusto Verner Inda
Diretor de Geologia e Recursos Hídricos

Antonio Juarez Milmann Martins
Diretor de Recursos Minerais

Augusto Wagner Padilha Martins
Diretor de Administração e Finanças

Gil Pereira de Souza Azevedo
Diretor de Relações Comerciais

Giuseppina Giaquinto de Araújo
Superintendente de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico

Isaac Ber Borensztein
Superintendente de Planejamento, Informática e Métodos

Cladis Antônio Pressotto
Superintendente Regional de Porto Alegre

Luíz Sguissardi do Carmo
Superintendente Regional de São Paulo

Osvaldo Castanheira
Superintendente Regional de Belo Horizonte

João de Castro Mascarenhas
Superintendente Regional de Recife

Fernando Pereira de Carvalho
Superintendente Regional de Manaus

José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
Superintendente Regional de Salvador

Mario de Carvalho
Superintendente Regional de Goiânia

Xafi da Silva Jorge João
Superintendente Regional de Belém

Atahualpa Valença Padilha
Chefe do Departamento de Geologia

CRÉDITOS DE AUTORIA

TEXTO EXPLICATIVO:

PARTE I
Gilberto Scislewski

PARTE II
Capítulos 1 e 3 — Cipriano Calcante de Oliveira
Capítulo 2 — Cipriano Cavalcante de Oliveira, Luis Carlos da Silva, e Emiliano Cornélio de Souza (subitens 2.2.4, 2.3.4, 2.4.4, 2.5.4, 2.6.4 e 2.8.9)
Capítulo 4 — Renato Sales de Andrade
Capítulo 5 — Murilo Machado Pinheiro
Capítulos 6, 7 e 8 — Cirpiano Cavalcante de Oliveira

PARTE III
Capítulos 1 e 2 — Cipriano Cavalcante de Oliveira, Renato Sales de Andrade, e Murilo Machado Pinheiro
Capítulo 3 — Gilberto Scislewski

CARTAS:

Geológica:
Cirpriano Cavalcante de Oliveira
Cidney Rodrigues Valente
Edson Gaspar Martins
José Domingos Alves Baeta Jr.

Metalogenética-Previsional:
Cipriano Cavalcante de Oliveira
Renato Sales de Andrade
Murilo Machado Pinheiro

CONSULTORES
Michel Henri Arthaud - UFGe
Colombo Celso Gaeta Tassinari - USP

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO
DNPM/GO
José Alfredo Guimarães de Sá
Wilson Leão de Sá

Coordenação editorial a cargo do
Núcleo de Edições Técnicas – NUTEC
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

OLIVEIRA, Cipriano Cavalcante

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenética-previsional – Escala 1:100.000 (Folha SE.22-X-B-V – Leopoldo Bulhões). Estado de Goias. Org. por Cipriano Cavalcante de Oliveira. Brasília, DNPM/CPRM, 1994.

172 p. ilust., 2 mapas dobr.

"Trabalho executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais através do Convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral".

1. Geologia. – Cartas – Minas Gerais. I. Departamento Nacional da Produção Mineral. II. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. III. Título.

CDD:558.15
CDU:55(815)

SUMÁRIO

RESUMO i

ABSTRACT iii

PARTE I – INTRODUÇÃO

Capítulo 1 – Introdução 3
1.1 Histórico e Justificativas 3
1.2 Metodologia 3
1.3 Aspectos Fisiográficos e Sócio-Econômicos 5
1.4 Localização e Acesso 5
1.5 Geomorfologia 5
1.5.1 Unidades Geomorfológicas 5

PARTE II – GEOLOGIA

Capítulo 1 – Geologia Regional 13
1.1 Trabalhos Anteriores 13
1.2 Contexto Geotectônico 14
1.2.1 Maciço Mediano de Goiás 15
1.2.2 Faixa de Dobramentos Uruaçu 18
1.2.3 Faixa de Dobramentos Brasília 18
Capítulo 2 – Estratigrafia 25
2.1 Introdução 25
2.2 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) 25
2.2.1 Comentários Gerais 25
2.2.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato 27
2.2.3 Rochas e Metamorfismo 27
2.2.3.1 Granulitos Ortoderivados (APIgaio) 27
2.2.3.2 Granulitos Paraderivados (APIgaip) 30
2.2.4 Petrogênese e Litoquímica 32
2.2.4.1 Granulitos Ortoderivados (APIgaio) 32
2.2.4.2 Granulitos Paraderivados (APIgaip) 38
2.2.5 Idade e Correlação 43
2.3 Granitóide ($\gamma 1$) 43
2.3.1 Comentários Gerais 43
2.3.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato 45
2.3.3 Rochas e Metamorfismo 47

2.3.4 Petrogênese e Litoquímica 48
2.3.5 Idade e Correlação 49
2.4 Sequência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) 55
2.4.1 Comentários Gerais 55
2.4.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato 55
2.4.3 Rochas e Metamorfismo 55
2.4.4 Petrogênese e Litoquímica 59
2.4.5 Idade e Correlação 71
2.5 Granitóide ($\gamma 2$) 71
2.5.1 Comentários Gerais 71
2.5.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato 71
2.5.3 Rochas e Metamorfismo 72
2.5.4 Petrogênese e Litoquímica 74
2.5.5 Idade e Correlação 75
2.6 Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) 75
2.6.1 Comentários Gerais 75
2.6.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato 81
2.6.3 Rochas e Metamorfismo 81
2.6.4 Petrogênese e Litoquímica 83
2.6.5 Idade e Correlação 87
2.7 Rochas Ultrabásicas Serpentinizadas 88
2.8 Granitóide ($\gamma 3$) 89
2.8.1 Comentários Gerais 89
2.8.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato 89
2.8.3 Rochas e Metamorfismo 89
2.8.4 Petrogênese e Litoquímica 90
2.8.5 Idade e Correlação 92
2.9 Coberturas Terciário–Quaternárias 92
2.9.1 Sedimentos Continentais Tércio (Tc) 92
2.9.2 Coberturas Detrítico-Lateríticas (TQdl) 92
2.9.3 Depósitos Aluvionares (Qa) 93

Capítulo 3 – Geologia Estrutural 95
3.1 Introdução 95
3.2 Domínio da Infra-Estrutura 95
3.3 Domínio da Supra-Estrutura 96
3.4 Evolução Estrutural 99

Capítulo 4 – Prospecção Geoquímica 103
4.1 Sistemática Adotada 103
4.1.1 Planejamento 103
4.1.2 Amostragem 103
4.1.3 Análises de Laboratório 103
4.1.3.1 Preparação das Amostras 103
4.1.3.2 Métodos Analíticos 103
4.1.4 Interpretação dos Dados 104
4.1.4.1 Sedimentos de Corrente 104
4.1.4.2 Concentrados de Bateia 104
4.1.5 Apresentação dos Resultados 105
4.2 Resultados Obtidos 105
4.2.1 Consistência dos Dados 105
4.2.2 Correlações 106
4.2.3 Estimadores Geoquímicos 106
4.2.4 Discussão das Anomalias 106

Capítulo 5 – Geofísica 113
5.1 Sistemática Adotada 113
5.2 Dados Utilizados 113
5.3 Interpretação e Correlação de Dados 114
5.3.1 Magnetometria e Cintilometria 114
5.3.2 Cintilometria 116
5.3.3 Gravimetria 117

Capítulo 6 – Geologia Econômica 123
6.1 Panorama Mineral 123
6.2 Ouro 123
6.3 Cassiterita 123
6.4 Sulfetos 123
6.5 Manganês 124
6.6 Cianita 124
6.7 Materiais de Construção 124

Capítulo 7 – Metalogênese 125
7.1 Métodos de Trabalho 125
7.2 Considerações Preliminares 126
7.3 Contexto Geológico/Metalogenético 126
7.3.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu 127
7.3.2 Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia 127
7.3.3 Granitóide (γ3) 128

Capítulo 8 – Evolução Geológica da Área 129

PARTE III – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
Capítulo 1 – Conclusões 137

Capítulo 2 – Recomendações 141
2.1 Recomendações ao DNPM 141
2.2 Recomendações às Universidades 141
2.3 Recomendações a Fundações, Autarquias e Órgãos Governamentais 142
2.4 Recomendações ao Setor Mineral Privado 142

Capitulo 3 – Informações Geradas 143
3.1 Dados Físicos de Produção 143
3.2 Documentos Produzidos Inseridos no Texto do Relatório 143
3.3 Documentos Anexos ao Relatório 143
3.4 Documentos Disponíveis em Arquivos Eletrônicos 143
3.5 Documentos Disponíveis na CPRM (Escala 1:100.000) 143

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 145

APÊNDICE

Ilustrações Fotográficas

ANEXOS

- **Carta Geológica**
- **Carta Metalogenética/Previsional**

RESUMO

Este trabalho encerra os resultados do Levantamento Sistemático, na escala 1:100.000, executado pela CPRM através do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, na Folha Leopoldo de Bulhões (SE.22–X–B–V), numa área de 2.970km^2, situada na porção sudeste do estado de Goiás, limitada pelos paralelos 16°30' e 17°00' de latitude sul e pelos meridianos 48°30' e 49°00' de longitude WGr.

A folha investigada contém, principalmente, litótipos ligados à Faixa de Dobramentos Uruaçuana e terrenos de alto grau metamórfico do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu.

Foram cartografados e caracterizados os seguintes conjuntos litoestratigráficos fundamentais:

1. Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu – composto por agrupamentos de granulitos: ortoderivados (metagabróides, metanoritos, metaultrabasitos, enderbitos e charno-enderbitos) e paraderivados (gnaisses sílico-aluminosos, calcissilicáticos e gonditos) de provável idade arqueana-proterozóica inferior;

2. Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia – representada pela Unidade Metavulcânica (metabasitos, metadacitos e metandesitos); e Unidade Metassedimentar/Mista (metassedimentos aluminosos e hiperaluminosos, vulcanoclásticas e cherts), situados na fácies xisto-verde alto e baixo anfibolito inferior, de provável idade proterozóica inferior;

3. Grupo Araxá-Sul de Goiás – formado principalmente por metassedimentos da fácies xisto-verde baixo a médio; subdivididos pelas suas características litoambientais nas unidades: Unidade A (xistosfeldspáticos e feldspatizados); Unidade B (micaxistos e quartzitos); e Unidade C (calcoxistos/calcixistos feldspáticos); posicionados com certa reserva no proterozóico médio.

4. Granitóides – foram definidas três gerações de granitóides, 1. 2 e 3, relacionadas possivelmente aos ciclos Transamazônico, Uruaçuano e Brasiliano respectivamente

A área foi afetada no Domínio da Infra-Estrutura por três gerações de superfícies miloníticas: Fn, Fn + 1 e Fn+2, relacionadas principalmente a uma tectônica dúctil, dominantemente transcorrente com a formação de amplas zonas de cisalhamento. O quadro deformativo da supra-estrutura está preservado por três fases, F1, F2 e F3, que se sucederam numa tectônica progressiva contracional, em que F1 e F2 foram marcadas predominantemente por um processo de cisalhamento simples tangencial dúctil-rúptil, com a geração de *nappes* tectônicos em movimentos contínuos dos blocos se processando para leste/sudeste. Já a fase F3 relaciona-se a uma tectônica tardia de natureza rúptil.

Foram implementados ainda os levantamentos: Geoquímico Prospectivo Regional em concentrados de bateia e sedimentos de corrente; Litogeoquímico (elementos maiores/menores e terras-raras); Geofísico Terrestre, constando de gravimetria, magnetometria e cintilometria; cadastramento mineral; e datações radiométricas.

Os dados obtidos possibilitaram a elaboração de uma Carta Metalogenética/Previsional na escala 1:100.000, onde foram ressaltadas as áreas potencialmente mineralizadas, destacando-se as ocorrências minerais (ouro, cobre, manganês e cianita) e indícios representados pelas anomalias de Sn (cassiterita), Au, As, Zn, Cu, Ni, Co, Cr e V.

ABSTRACT

In this work is presented the results achieved in the geological surveying (1:100.000) carried out by CPRM – Programa de Levantamentos Geológicos Basicos do Brasil – PLGB, dealing with an area of 2.970 km^2 situated in the southwest portion of Goiás, Folha Leopoldo de Bulhões, (SE.22–X–B–V) between 10°30' – 17\00' south and 4830' - 4900' WGr.

The area scope of this work has, regionaly, lithotypes of Uruaçuano Folded Belt and high grade metamorphic terrains of Anapolis-Itauçu Granulitic Complex, presenting the following lithostratigrafic suites.

1. Anápolis-Itauçu Granulitic Complex: composed of granulitic rocks of igneous and sedimentary origin; the former consisting by gabros, norites, ultrabasic rocks, as well as enderbites and charnoenderbites, the latter are represented by alumino-silicate gneisses, calci-silicate rocks and gondites. This suite is assigned to the archaean to aerly proterozoic as probable age.

2. Metavolcanossedimentary Sequence of Silvania is composed of a predominantly volcanic unit comprising basic rocks, dacites and andesites and a second unit of sedimentary/mixed nature consisting of aluminous/hiperaluminous sediments, volcanoclastic rocks and chert. Both units are metamerphosed to the green schist - low amphibolite facies of probable early proterozoic age.

3. Araxa Sul de Goiás Group is represented by low grade green schist facies metasediments, divided, taking into account its lithoenvironmental characteristcs, into three units: Unit A - feldspatic schists, Unit B - micaschist and quartzites and C unit which is composed of colcischists/feldspatic calcischists. The age of this group is considered to be, with certain reservation, middle proterozoic.

4. Granitoids were defined as main three generations 1, 2 e 3 possibly related to Transamazonico, Uruaçuano and Brasiliano tctonic Cycles respectively.

Tectonically the area was affected in the infra-structure domain by there milonitic surfaces, related mainly to a ductile deformation, markedly transcurrent, with the generation of wide shear zones. The deformational aspects of the supra-structure is preserved by three phases (F1, F2 e F3) developed during a progressive contractional tectonics, in which two phases (F1/F2) were predominantly marked by a simple tangential ductile-ruptile shearing process, generating tectonic nappes with moviments to east/southeast. F3 is related to a late tectonic process of ruptile nature.

A regional geochemical survey with pan concentrates and stream sediments samplings were carried out and lithogeochemical analysis were held, including major/minor and RE elements. Ground geophysics data were taken from gravity, magnetometry and cintilometry surveys.

The data so obtained were assembled, together with mineral cadastration ad radiometric datings, in a Metalogenetic-Previsional Chart - 1:100.000 in which were distinguishe potencial mineralized zones, stanging out mineral occurrences of au, Cu, An, Kyanite and anomalies of Sn, Au, As, Zn, Cu, Ni, Co, Cr and U.

PARTE I

INTRODUCÃO

Capítulo1
Introdução

Gilberto Scislewski

1.1 Histórico e Justificativas

A Folha Leopoldo de Bulhões faz parte de um bloco composto por 10 folhas 30' x 30' selecionadas pela comunidade geológica de Goiás para serem mapeadas na escala 1:100.000, sendo os geólogos Cidney Rodrigues Valente e Cipriano Cavalcante de Oliveira os principais responsáveis pelo mapeamento, auxiliados em parte da área pelos geólogos Edson Gaspar Martins e José Domingos Alves Baêta Júnior. Em tempo parcial, trabalharam o geofísico Murilo Machado Pinheiro e o geoquímico Renato Sales de Andrade.

No final da década de 70 e início da década de 80 o DNPM, através da CPRM, realizou uma reavaliação da geologia e da potencialidade mineral de toda a área pré-cambriana do estado de Goiás através do seu Programa de Mapas Metalogenéticos, na escala de 1:250.000. A partir desta integração, foram indicadas as áreas para os levantamentos na escala de semidetalhe.

A escolha das áreas deve-se principalmente ao fato de que os trabalhos de mapeamento geológico de reconhecimento já executados na região (Projeto Brasília, 1969; Projeto Goiânia, 1970; e Projeto Goiânia II, 1975), na escala de 1:250.000, mostraram os problemas existentes quanto à natureza, ambiente geotectônico, controle metalogenético, espessura e extensão dos diversos tipos de rochas supracrustais. Os estudos legados por esses projetos requereram uma avaliação para adaptação aos novos conceitos geológicos.

A área objeto do presente estudo inclui, basicamente, os terrenos classificados como Cinturão Granulítico Anápolis-Itauçu, Granitóides, Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia e Grupo Araxá-Sul de Goiás, além de coberturas detrítito-lateríticas e aluvionares.

São conhecidos na região, depósitos e ocorrências de ouro e cassiterita em aluviões.

O presente trabalho representa o nível de conhecimento adquirido quando do mapeamento simultâneo das folhas Itaguaru, Jaraguá, Pirenópolis, Itaberaí, Nerópolis, Anápolis, Nazário, Goiânia, Leopoldo de Bulhões e Caraíba.

Partindo-se dos trabalhos pré-existentes e dos dados gerados neste levantamento, pode-se chegar às conclusões apresentadas no decorrer do texto, integrando-se informações petrográficas, litoquímicas, mineralógicas, estruturais, geocronológicas, geofísicas e geoquímicas.

O objetivo principal deste levantamento foi o conhecimento geológico da área ao nível da escala de 1:100.000, dando-se ênfase aos seguintes aspectos:

– detalhamento da cartografia dos litótipos presentes com a individualização das variações faciológicas de cada unidade e seus caracteres estratigráficos e estruturais;

– reconstituição paleogeodinâmica e caracterização dos ambientes geotectônicos;

– verificação das relações de contato entre as rochas do embasamento e da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia;

– estudo das ocorrências minerais já conhecidas ou que venham a ser descobertas durante os trabalhos; e

– seleção de áreas para estudos de cunho científico e/ou econômico, caracterizadas pela geofísica e geoquímica e pelas características paleoambientais das diferentes unidades litoestratigráficas.

1.2 Metodologia

Para o levantamento geológico básico da Folha Leopoldo de Bulhões a metodologia utilizada obedece aos padrões estabelecidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

A fase inicial do projeto, denominada Levantamento e Aquisição da Documentação Básica, refere-se essencialmente à aquisição de fotografias aéreas da USAF na escala de 1:60.000 com os fotoíndices correspondentes, mosaicos semicontrolados de radar na escala de1:250.000, imagens do satélite Landsat, canais 3 e 7 na escala 1:100.000 e cartas topográficas na escala de 1:100.000 do Serviço Geográfico do Exército.

A etapa seguinte, Compilação e Análise Bibliográfica, abrangeu a arregimentação e a ordenação dos dados geológicos, geoquímicos e mineiros. Assim, organizou-se um arquivo geral de interesse específico, abrangendo os seguintes itens: artigos técnicos, nacionais e estrangeiros, direta ou indiretamente relacionados com a área em estudo; fichas de descrição

de afloramentos; resultados de análises periográficas e petroquímicas; fichas de descrição de ocorrências minerais e outros dados metalogenéticos; informações geocronológicas; resultados de análises químicas e geoquímicas; cartas geológicas, geoquímicas, metalogenéticas e previsionais disponíveis; cartas de caminhamento; consultas aos relatórios de pesquisa postos em disponibilidade pelo DNPM; levantamento junto aos órgãos compentes da administração estadual e federal dos mapas de infra-estrutura atual e planejada.

De posse desse acervo foi elaborada uma carta integrando todos os dados com a geologia, efetuando-se, a seguir, um estudo detalhado das anomalias geoquímicas. Não se teve o mesmo procedimento para a geofísica pela falta de dados disponíveis para a folha em questão.

Cumprida a fase de compilação bibliográfica passou-se para a fase de fotointerpração, realizada em dois estágios. No primeiro, foi elaborada uma carta contendo as estruturas maiores obtidas da análise das imagens de radar e satélite. O segundo estágio foi a fotointerpretação sistemática, realizada em pares estereoscópicos de fotografias aéreas. O produto desse estágio foi a carta fotogeológica preliminar.

Concluída essa etapa, foi realizada a integração desta carta fotogeológica com as informações bibliográficas existentes, obtendo-se assim a Carta Geológica Preliminar, que contém os dados estratigráficos, litológicos e estruturais fotointerpretados e, ainda, a programação dos pontos e perfis geológicos a serem estudados durante os trabalhos de campo.

A etapa seguinte, Reconhecimento Geológico, visou fornecer à equipe de execução, fundamentalmente, uma visão da geologia regional, propiciando com isso uma uniformização da linguagem, além de identificar os principais traços geológicos estruturais fotointerpretados.

Posteriormente, realizou-se uma nova fotointerpretação e reprogramação dos perfis a serem executados na etapa seguinte.

O Mapeamento Geológico foi desenvolvido através de perfis geológicos anteriormente estabelecidos, em geral perpendiculares às estruturas, em estradas, cursos d'água e picadas, com direção variando de NE-SW a EW. Dentro de cada perfil foi adotado o máximo detalhamento possível, compatível com a escala de trabalho, não havendo preocupação com uma densidade de pontos pré-estabelecida. Assim, em áreas de maior complexidade geológica procedeu-se a um adensamento da malha de estações estudadas, visando à solução dos problemas geológicos encontrados.

Os dados de campo e laboratório obtidos entre as etapas de campo foram integrados realizando-se a atividade Interpretação e Consolidação dos Dados, com a preocupação constante de se reproduzir um quadro geológico atualizado a medida que se avançava no conhecimento geológico-geoquímico-geofísico-me talogenético da área.

Os trabalhos desenvolvidos para a etapa de Prospecção Geoquímica podem ser subdivididos em: metodologia, análises de laboratório, interpretação de dados, controle de qualidade e utilização dos dados existentes.

O planejamento do levantamento geoquímico através de sedimentos de corrente e concentrados de bateia foi realizado sobre a carta geológica preliminar, sendo que as estações de sedimentos de corrente foram distribuídas em drenagens de baixa ordem e os concentrados de bateia em drenagens de ordens mais elevadas. Ambos sofreram adensamento em áreas de maior potencial metalogenético.

As amostras de sedimentos de corrente foram analisadas, especificamente, para os seguintes elementos: Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Fe, Mn e As, com abertura total (água-régia a quente 4:1). Além de espectrometria de absorção atômica, foram feitas análises por espectrografia ótica de emissão padrão para 30 elementos em todas as amostras coletadas.

Os concentrados de bateia sofreram uma seleção para análise mineralógica semiquantitativa, através da contagem de pintas de ouro na binocular e teste para estanho. Em todas as amostras selecionadas realizou-se espectrografia para 30 elementos.

Em amostras de rocha selecionadas foram realizadas determinações quantitativas de 13 óxidos e espectrografia ótica de emissão para 30 elementos, visando auxiliar na caracterização petrogenética das unidades.

Na manipulação estatística dos dados do levantamento geoquímico utilizou-se o sistema GEOQUANT, desenvolvido pela CPRM, que compreende uma série de programas estatísticos uni e multivariantes.

Na interpretação dos dados considerou-se como de importância primordial a integração dos dados geoquímicos com os dados geológicos e geofísicos.

Com referência à Geofísica, adotou-se uma sistemática cujo objetivo foi o de fornecer o necessário apoio ao mapeamento geológico, através da análise de perfis estratégicos terrestres, de gravimetria e magnetometria/cintilometria, uma vez que não se dispunha de dados aeromagnetométricos.

Procurou-se definir parâmetros quantitativos (geometria dos corpos, sua profundidade e propriedades físicas), utilizando o modelamento computadorizado. Na análise qualitativa buscou-se a individualização geológica, após os trabalhos de integração com a geologia.

Os conhecimentos técnicos adquiridos durante o desenvolvimento dos trabalhos foram apresentados sob a forma de Relatórios Mensais, os quais continham informações resumidas das atividades desenvolvidas comentando os resultados obtidos e a evolução dos conhecimentos, além de previsão da programação para o mês seguinte.

O relatório final é apresentado em um texto explicativo ilustrado, mostrando os trabalhos realizados e os resultados obtidos durante a campanha de mapeamento geológico e os levantamentos geofísicos e geoquímicos.

1.3 Aspectos Fisiográficos e Sócio-Econômicos

A agropecuária é a principal atividade econômica, sendo a criação de bovinos a mais importante da região. As culturas mais praticadas são as da cana-de-açúcar (muito utilizada na fabricação de aguardente), soja, milho e arroz. Destaca-se ainda a existência de inúmeras carvoeiras, as quais também contribuem expressivamente para a economia local.

O clima da região, segundo a classificação de Köeppen (1948), é do tipo Aw, tropical úmido, caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca, que corresponde ao outono e inverno, indo do mês de maio ao mês de setembro e a outra úmida, com chuvas torrenciais, correspondendo ao período de primavera e verão.

A precipitação média anual é da ordem de 1.500mm, concentrando-se principalmente nos meses de dezembro a março. Nos meses de junho e julho as precipitações são praticamente nulas.

A temperatura média anual é de 23°C apresentando-se com uma média ao redor de 18° nos meses de maio, junho e julho, que corresponde ao inverno. No verão, a temperatura se eleva até atingir 30°, aproximadamente.

A vegetação da área é representada por campos cerrados e matas-galerias, que em sua maioria foram substituídos por pastagens e culturas cíclicas, principalmente a de cereais. É comum a prática de queimada para a renovação das pastagens naturais, o que provoca a degradação dos campos cerrados. A vegetação característica desses campos é constituída de arbustos e árvores baixas, retorcidas, geralmente com casca grossa e suberosa, apresentando sob o estrato arbóreo um tapete de gramíneas. Os espécimes mais comuns são: lixeira (*Curatella americana*), pau-terra (*Qualea cordata*), pequizeiro (*Caryocar brasiliensis*), jacarandá (*Dalbergia violácea*) e tingui (*Magonia pubescens*).

As matas-galerias ocorrem ao longo das drenagens, sendo formadas, principalmente, por buriti (*Mauritia flexuosa*), jatobá (*Hymenacea camboril*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*).

A rede de drenagem da região é bastante densa, sendo constituída de cursos d'água em sua maioria perenes. Existem na área quatro micro-bacias dos rios: Piracanjuba, dos Bois, Caldas e Vermelho. O rio Vermelho tem direção NE-SW e deságua no rio Caldas, de direção NS, que por sua vez pertence à sub-bacia do rio Meia Ponte. O rio Piracanjuba tem direção NW-SE e juntamente com o rio dos Bois, de direção NS, formam a sub-bacia do rio Corumbá.

Tanto o rio Meia Ponte como o rio Corumbá pertencem à bacia do rio Paranaíba.

Na área ocorrem três grupos de solos, cujos componentes podem ser vistos na figura I.1. Estes são:

1 – Solos com horizonte B latossólico
2 – Solos com horizonte B câmbico
3 – Solos pouco desenvolvidos

No primeiro grupamento, os principais componentes que ocorrem são: latossolo vermelho-escuro distrófico, com o horizonte A moderado, horizonte B latossólico, textura argilosa ou média, muito porosos e permeáveis; e latossolo vermelho-amarelado distrófico, com horizonte A moderado, horizonte B latossólico, de textura argilosa ou média, profundo e bem drenado.

O segundo grupo é representado por cambissolo distrófico, pouco desenvolvido, caracterizado por horizonte câmbico, pouco profundo, com textura argilosa ou média, muito susceptível à erosão.

No terceiro grupo predomina o podzólico vermelho-amarelado, distrófico, cascalhento e pedregoso, com textura média.

1.4 Localização e Acesso

A área objeto do presente trabalho localiza-se na região sudeste do estado de Goiás entre os meridianos 48°30' e 49° WGr e os paralelos 16°30' e 17°S (figura I.2) ocupando uma superfície de aproximadamente 2.970km^2, correspondente a folha topográfica Leopoldo de Bulhões no padrão cartográfico para a escala de 1:100.000.

Nos limites norte, leste e sudoeste da folha situam-se as sedes dos municípios de Leopoldo de Bulhões, Silvânia, Vianópolis e Bela Vista de Goiás, respectivamente.

O sistema viário é constituído de várias rodovias federais, estaduais e vicinais, entre as quais destacam-se a BR–457 (Goiânia – Cristalina), GO–330 (Anápolis – Catalão), GO-020 (Goiânia – Pires do Rio), GO–010 (Vianópolis – Luziânia) (figura I.3).

1.5 Geomorfologia

1.5.1. Unidades Geomorfológicas

No âmbito regional, a Folha Leopoldo de Bulhões situa-se no domínio das sub-unidades morfoestruturais identificadas e denominadas pelo Projeto RADAMBRASIL – Folha Goiânia (1983) como Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e Planalto Rebaixado de Goiânia, os quais fazem parte da unidade reconhecida por Planalto Central Goiano de Pena *et al.* (1975), (figura I.4).

O Planalto do Alto Tocantins Paranaíba ocupa três quartos da área e apresenta feições geomorfológicas bastante distintas, com predominância das formas dissecadas.

Distribui-se em uma superfície topográfica contínua, situada entre as cotas 1.000 e 1.200m de altitude, com relevos dissecados e heterogêneos (formas convexas, agudas e tabulares), com chapadões de topos planos e largos interflúvios. Dessa superfície projetam-se alguns relevos residuais conservados, com topos tabulares e

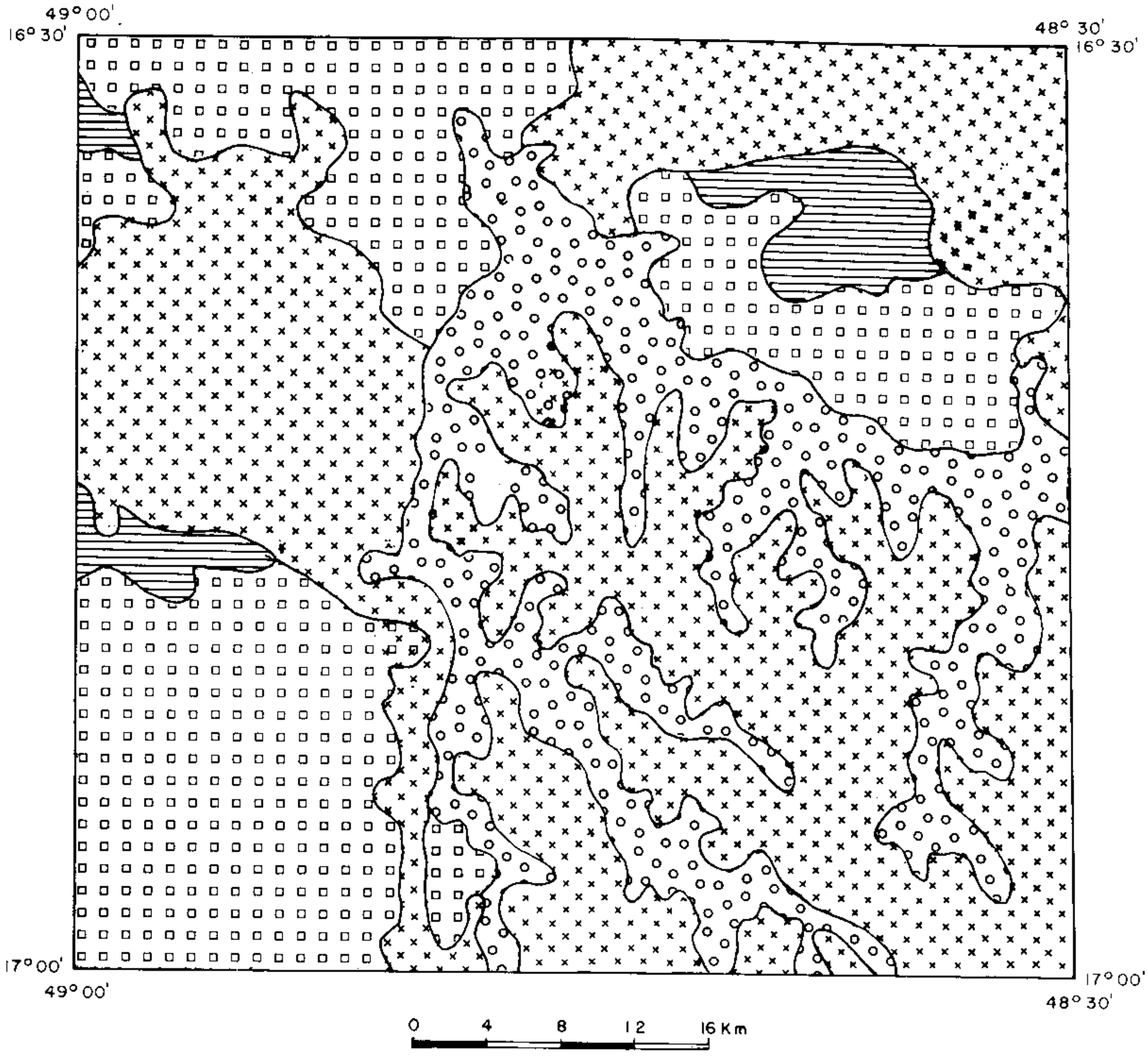
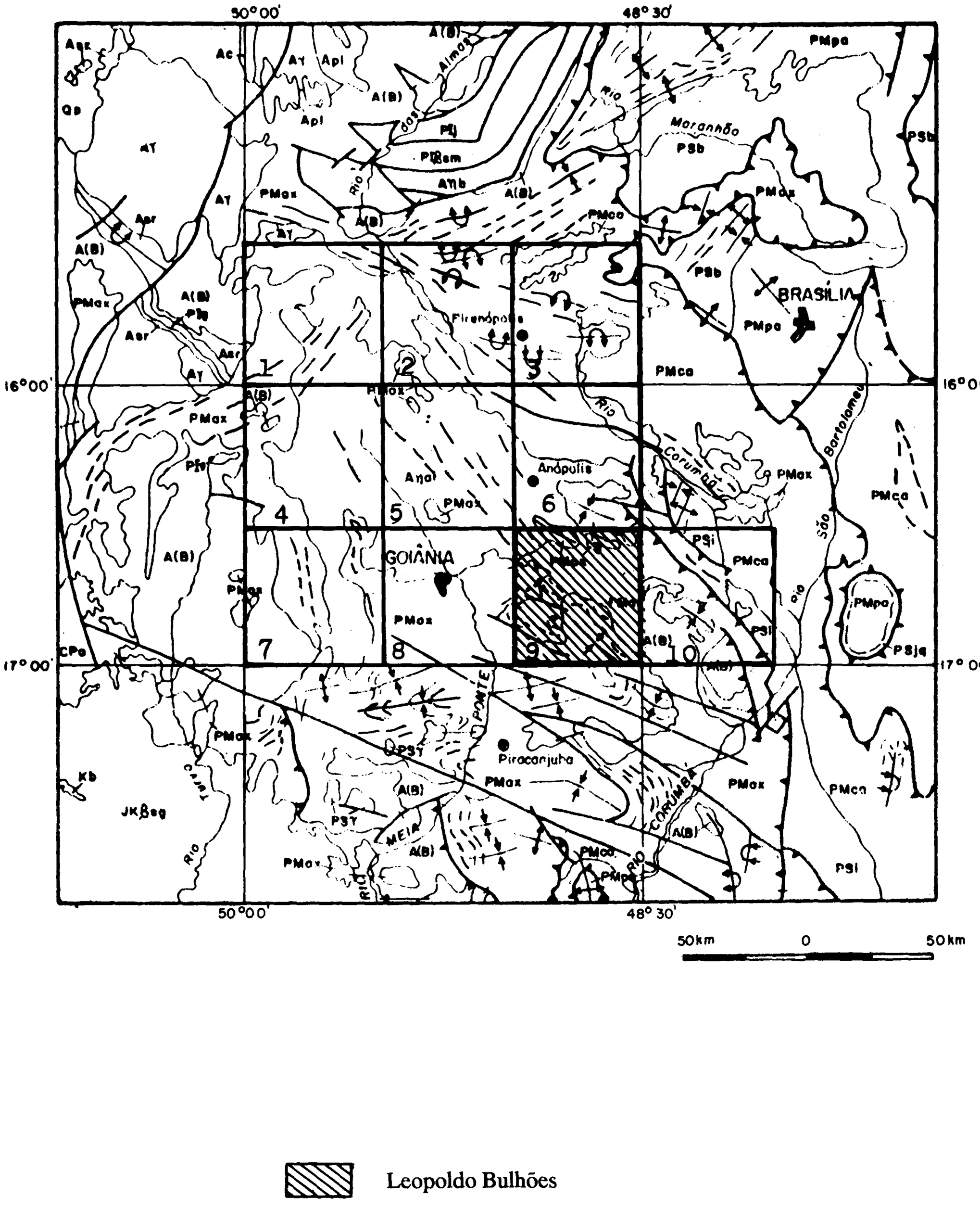


Figura I.1 – Domínio de solos.



Leopoldo Bulhões

Figura L2 – Localização da folha.

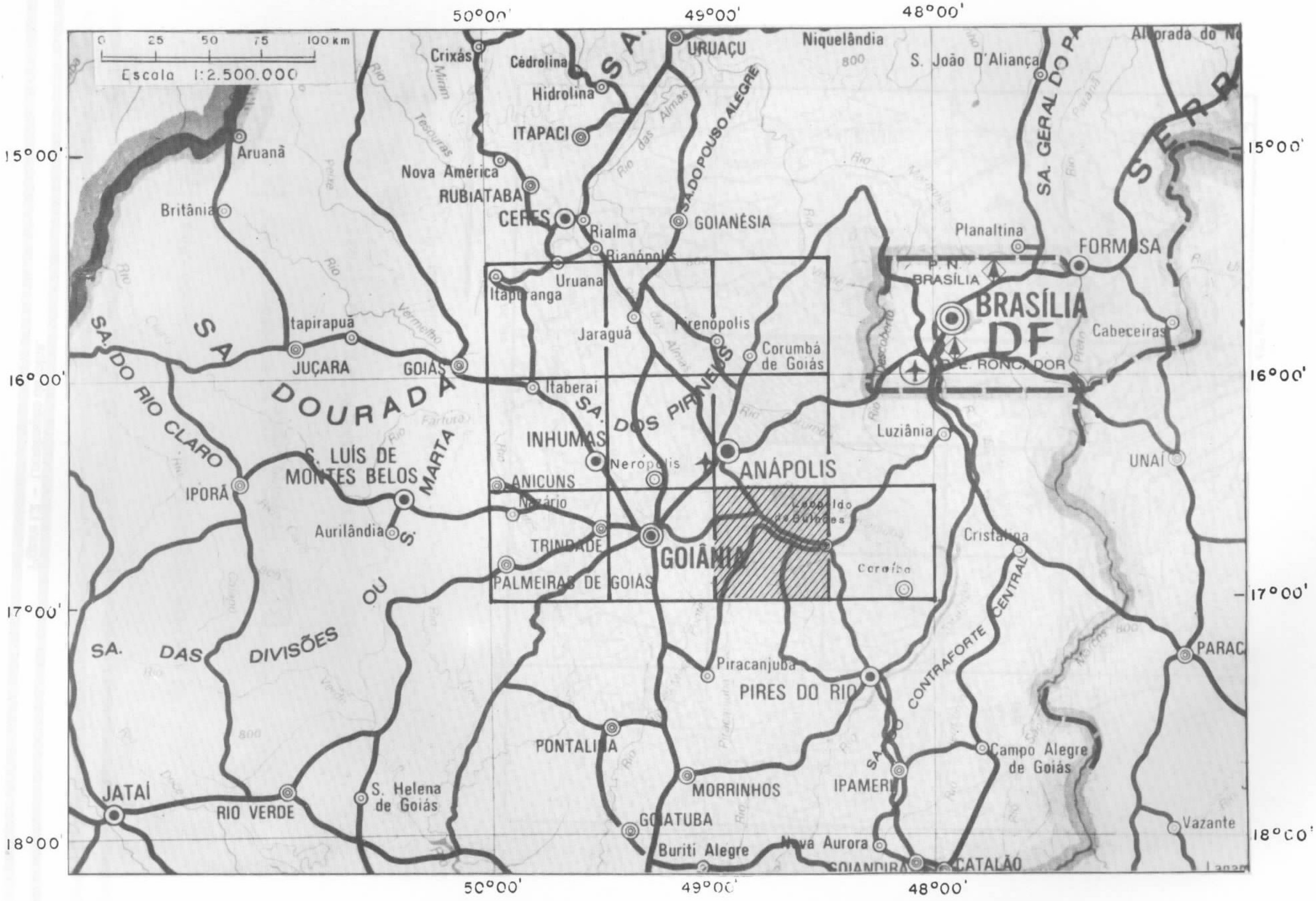
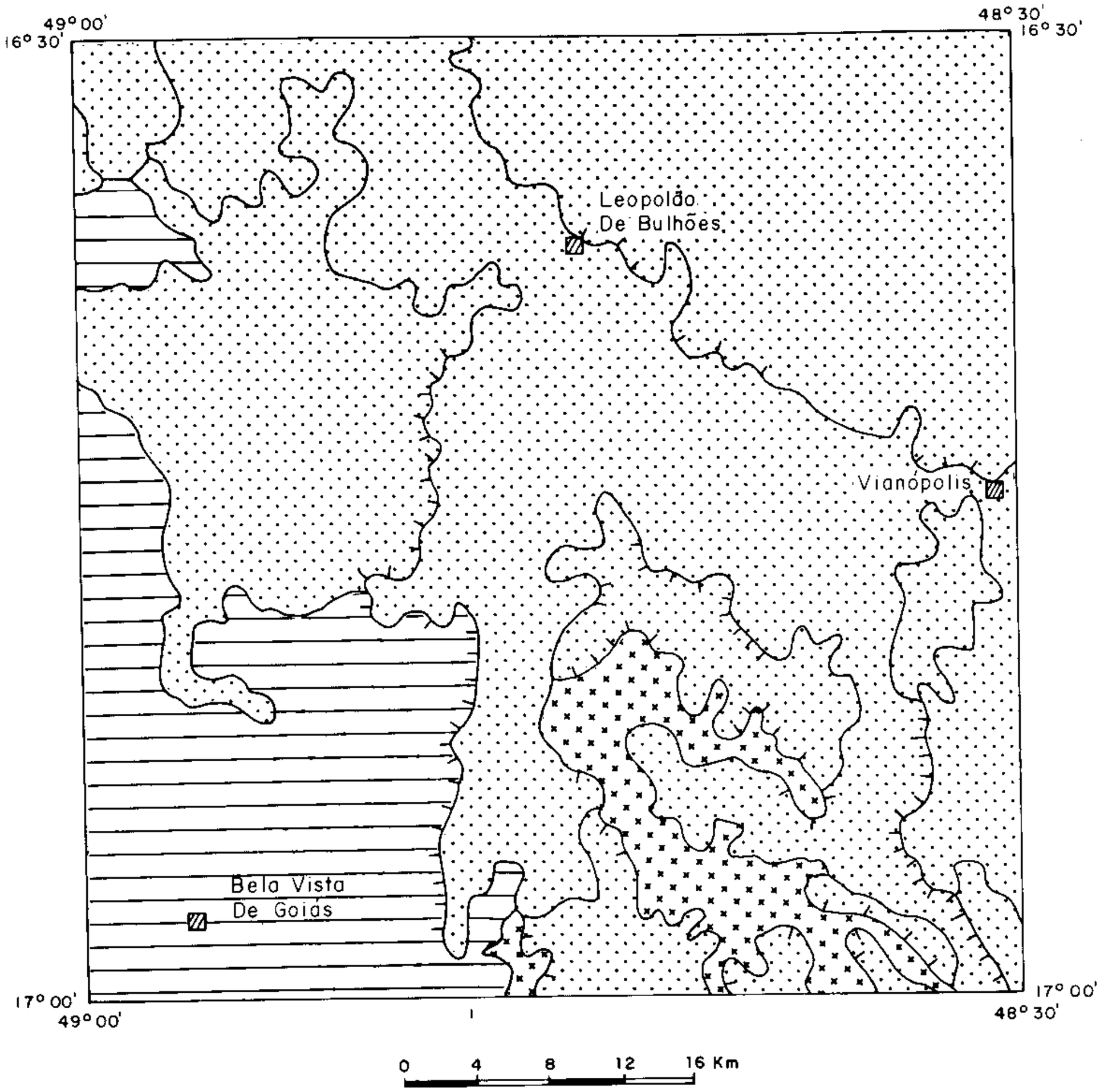


Figura I.3 – Localização e acesso.



PLANALTO DO ALTO TOCANTINS-PARANAÍBA: Superfície estrutural tabular, aplanado, com topo parcialmente concordante com a estrutura geológica.

PLANALTO DO ALTO TOCANTINS-PARANAÍBA: Formas tabulares, convexas e aguçadas, relevos de topo aplanado ou convexo.

PLANALTO REBAIXADO DE GOIÂNIA: Formas tabulares. Relevos de topo aplanado.

Resalto topográfico

Limite de forma de relevo

Figura 1.4 – Aspectos geomorfológicos (modificado do Projeto Radambrasil – Folha Goiânia – 1983).

limitados por escarpas com desníveis de até 150m, formando o que regionalmente é denominado de chapada.

Essa superfície engloba litologias as mais variadas (ígneas e metamórficas) pertencentes a várias unidades litoestratigráficas, como o Complexo Granulitíco Anápolis-Itauçú, o Complexo Granitóide-Gnáissico, a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia e o Grupo Araxá-Sul de Goiás, o que vem demonstrar que essas litologias foram niveladas mediante a ação dos agentes erosivos.

Tanto o aplanamento como o modelamento do Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba devem-se a processos de pediplanação ocorridos durante o Cretáceo Superior até o Terciário Médio, e à pediplanação Sul-Americana (King, 1956), perceptível pelo nivelamento das colinas convexas.

Os pedimentos foram esculpidos sob a atuação de um clima árido a semi-árido e, posteriormente, submetidos a prolongados períodos úmidos, provocando laterização (latossolos vermelhos e podzol). O regime de erosão atuante na elaboração da superfície de aplanamento é observado ainda pela presença de níveis cascalhosos em meio ao solo, caracterizando zonas de acresção vertical.

A Depressão Periférica de Goiânia ocorre na porção sudoeste da folha e é caracterizada por um extenso planalto rebaixado e dissecado, desenvolvido principalmente em rochas do Grupo Araxá-Sul de Goiás, sobre as quais agiram os processos de dissecação. A superfície deste planalto é mantida por depósitos de material clástico o que indica a atuação de uma morfogênese seca, mostrando que o mesmo esteve submetido no passado a condições climáticas rigorosas, de semi-aridez.

As cotas desta subunidade giram em torno de 640m, com modelados em geral tabulares, de formas amplas, e sua pediplanação deu-se durante o Neo-Pleistoceno, sendo atribuída ao Ciclo Velhas, de King (*op. cit.*).

PARTE II

GEOLOGIA

Capítulo 1
Geologia Regional

Cipriano Cavalcante de Oliveira

1.1 Trabalhos Anteriores

Uma das primeiras referências sobre as rochas de idade arqueana que ocorrem no estado de Goiás foram feitas por Leonardos (1938), que mencionou um substrato constituído por gnaisses bem estratificados e granitos no vale do rio Paranaíba.

Almeida (1967b), aplicando o conceito de geossinclinal, considerou que o Cráton do São Francisco teria desenvolvido em sua borda ocidental um par de polaridade centrífuga, cujos componentes estariam representados pelos geossinclíneos Brasília e Paraguai-Araguaia, no meio dos quais situar-se-ia o Maciço Mediano de Goiás, o qual teria possibilitado o desenvolvimento daquela polaridade. Descreve como Complexo Basal os gnaisses, migmatitos, metabasitos e outras rochas antes agrupadas no Pré-Cambriano Indiferenciado (Barbosa *et al.*, 1966). Denomina de Araxá os ectinitos e migmatitos que separam as faixas geossinclinais e de Grupo Canastra as rochas que compunham o estágio precoce de evolução do Miogeossinclíneo Brasília, encimando em discordância angular, o Grupo Araxá.

Desde então, seguiram-se vários trabalhos cujos autores, em sua maioria, concordavam com os parâmetros estabelecidos por Almeida (*op.cit.*), acrescentando-lhes pequenas modificações quanto aos limites geográficos e às denominações formais (Almeida, 1968; Angeiras, 1968; Bittencourt & Corrêa, 1970; Hasui & Almeida, 1970; Lindenmayer, 1972; Paulsen *et al.*, 1974; Pena *et al.*, 1975; Schobbenhaus Filho *et al.*, 1975a,b). Outros autores desenvolveram trabalhos que levaram a formulações distintas. Assim, Suszczynski, (1966, 1967 e 1968) considerou que o Geossinclíneo Brasília teria se desenvolvido inteiramente no Cráton do São Francisco.

Barbosa *et al.* (1969) separaram o Grupo Araxá em duas subunidades, sendo uma inferior (A), constituída essencialmente de micaxistos e quartzitos, e outra superior (B), formada por calco-xistos contendo lentes de calcários micáceos marmorizados e intercalações de quartzitos. Em 1970, o mesmo autor descreve em Minas Gerais, no alto do rio Quebra Anzol, uma seqüência de calco-xistos denominada Formação Ibiá e posicionada na base do Grupo Canastra, estando os xistos Araxá em posição de empurrão sobre os calco-xistos.

Através de trabalhos realizados em muitas áreas no sul de Goiás e oeste de Minas Gerais, constatou-se na base dos metamorfitos Araxá, um pacote de rochas gnáissicas bandadas que em direção ao topo, passam gradualmente para xistos feldspáticos e micaxistos (Braun,1970; Barbosa *et al.*,1970a; Danni & Fuck,1970; Brandalise *et al.*,1971; Danni *et al.*, 1973; Teixeira & Danni,1978; Schimdt & Fleischer,1978; e Silva *et al.*, 1978).

Costa & Angeiras (1971), em estudos realizados na região de Pirenópolis observaram no local uma brusca mudança das direções estruturais; denominaram então esta zona anômala de Megaflexura de Pirenópolis, a qual divide a Faixa Brasília em duas porções estruturalmente distintas.

Almeida *et al.* (1976) modificam a proposição original de Almeida (1967b), admitindo a existência de dois crátons separados pelo Maciço Mediano de Goiás; Cráton do São Francisco, a leste e o Cráton Amazônico, a oeste. Definem ainda o Maçico Mediano de Guaxupé, a sul, e a feição estrutural de Pirenópolis.

Trabalhos mais recentes retiram da base do Grupo Araxá as unidades vulcânicas e sedimentares pertencentes aos *greenstone belts* arqueanos de Pilar de Goiás, Hidrolina, Crixás, Goiás e Natividade-Almas, (Danni & Ribeiro, 1978; Sabóia, 1979; Correia Filho & Sá, 1980), bem como as seqüências vulcano-sedimentares de Indaianópolis, Juscelândia e Palmeirópolis (Danni & Leonardos,1978; Fuck *et al.*, 1981; Ribeiro Folho & Teixeira, 1980).

Fuck & Marini (1979) consideraram que tanto o Grupo Araxá como as suas unidades homotaxiais (grupos Serra da Mesa, Araí, Canastra e Natividade), no final do Proterozóico Médio, sofreram eventos tectono-orogenéticos, vindo a constituir uma unidade de dobramentos com muitas das características dos cinturões barrowianos. Na região da inflexão dos Pireneus esta faixa se dividiria em duas, sendo que o segmento norte compreenderia os grupos Serra da Mesa, Araí e Natividade e o sul, os grupos Araxá e Canastra.

Berbert (1980) propôs que a denominação Complexo Basal fosse um termo amplo, reunindo conjuntos

litológicos que serviriam de base para o desenvolvimento dos cinturões proterozóicos. Reconheceu no Maciço Central de Goiás duas subzonas as quais denominou de Norte-Ocidental, que incluiria os terrenos granito-gnáissicos de seqüências vulcano-sedimentares do tipo *greenstone belt*, e suboriental, que incluiriam as rochas dos conjuntos Gnáissico Piroxenito-Gnaisses Gábricos e Serra da Pedra, definidos por Nilson & Motta (1969).

O segmento sul da inflexão dos Pireneus apresenta, a partir do Proterozóico Médio, um intenso regime de tectônica horizontal, com o desenvolvimento de falhas de empurrão e estrutura de *nappes* que foram reconhecidas na região de Caldas Novas e Sul de Furnas por Drake Jr. (1980); Teixeira & Danni (1978); e Schimdt & Fleischer (1978).

Araújo *et al.* (1980, Projeto Pontalina, convênio CPRM/DNPM) observaram a presença de corpos intrusivos básico-ultrabásicos no Grupo Araxá e reconheceram a atuação de pelo menos dois eventos termais na área, sendo que o mais antigo granulitizou e migmatitizou as rochas do embasamento local e o mais novo, ligado ao Ciclo Brasiliano, seria responsável pela migmatização das rochas do Grupo Araxá já então metamorfizadas.

Lacerda (1983), em trabalhos de prospecção na região do Ribeirão Colônia, situada à noroeste da Folha Caraíba, reconheceu três unidades litoestratigráficas, colocando na base os calco-xistos do Araxá a unidade intermediária, constituída de muscovita xistos e quartzitos com valores anômalos de Zn,Pb e Ag, e, no topo, xistos e filitos cinza a negros, identificando três fases de dobramentos associados.

Marini *et al.* (1984), adotando as proposições de Almeida (1976) destacam os dobramentos proterozóicos contínuos de leste e os subdividem em duas faixas dobradas, parcialmente sobrepostas: Faixa Brasília (Brasiliano) e Faixa Uruaçu (Uruaçuano). Estas faixas dispor-se-iam submeridianamente e teriam sido deformadas policiclicamente sobre um embasamento gnáissico-granítico arqueano. Os metassedimentos teriam desenvolvido polaridade sedimentar, tectônica e metamórfica, com vergência em direção ao Cráton do São Francisco. A Faixa de Dobramentos Brasília seria constituída por metassedimentos do Proterozóico Superior, e mostra metamorfismo desde incipiente até a fácies xisto-verde, exibindo deformação e metamorfismo mais intensos para oeste. A idade do metamorfismo e da deformação seria de 600Ma. (Brasiliano). Já a Faixa Uruaçu seria do Proterozóico Médio, com metamorfismo até da fácies anfibolito (Ciclo Uruaçuano – entre 1.000 e 1.300Ma.), estando seus sedimentos distribuídos para oeste da Faixa Brasília, mas também com vergência para o Cráton do São Francisco. Segundo estes autores, o Maciço Mediano de Goiás seria constituído por litologias que pertencem ao embasamento pré-Uruaçuano, aflorante na forma de um alto, situado entre as faixas de metassedimentos gerados e deformados em ambos os lados. Quanto ao embasamento da cobertura, definem também o Cinturão Granulítico Anápolis-Itauçu, que integraria o embasamento arqueano no interior do Maciço Mediano de Goiás.

Descrevendo a Megaflexura dos Pireneus, mencionam duas falhas regionais paralelas, alinhadas no azimute aproximado de 290°, e que distam entre si cerca de 10km. Estas falhas, observáveis apenas nos mapas aerogeofísicos do Convênio Brasil-Canadá, não constaram dos mapas geológicos regionais por serem paralelas aos eixos das principais dobras da região.

Mais recentemente, Hasui & Haralyi (1986), a partir de dados magnetométricos e gravimétricos, esboçaram quatro blocos cratônicos em Goiás, os quais estariam separados entre si por zonas de cisalhamento: Araguacema, Porangatu, Brasília e Paraná.

Valente (1986), propõe para a Folha Goiânia uma subdivisão do embasamento da região em três unidades: Embasamento Arqueano, representado por terrenos granito-gnáissicos de estrutura fechada com intenso retrabalhamento, ladeados por faixas dobradas; Complexo Granulítico, representado pelos terrenos de alto grau metamórfico; e Cinturão Metamórfico Vulcano-sedimentar, representado por rochas gnáissicas com ocorrências de serpentinitos, talco xistos, anfibolitos e metavulcânicas intercaladas em sedimentos.

Sugere, ainda, que o Grupo Araxá apresenta uma sedimentação inicial imatura tipo grauvaca, seguida por depósitos areno-argilosos com fácies carbonáticas locais, com vulcanismo básico e ácido associado e com a presença de corpos ultrabásicos pré-tectônicos tipo alpino, o que representaria um eogeossinclinal. Atribui aos metassedimentos da Formação Ibiá e do Grupo Canastra a característica de *rift* intracontinental, englobando a Formação Ibiá na base do Grupo Canastra, o qual estaria estratigraficamente acima do Grupo Araxá.

O autor credita aos sedimentos do Grupo Paranoá a característica de antifossa molássica, representada por sedimentos molássicos que preencheram fossas na borda oeste do Cráton do São Francisco, no Proterozóico Superior.

Veiga *et al.* (1986), em trabalho de mapeamento realizado na região sul de Goiás, descrevem um complexo granito-gnássico de natureza granítica ou tonalítica, correspondente ao embasamento arqueano de seqüências supracrustais. Delimitaram seis complexos granulíticos, denominados Anápolis, Nerópolis, Damolândia-Taquaral, Itaguaru-Heitoraí, Araçu e Águas Claras. Definem ainda, informalmente, a Seqüência Vulcano-sedimentar Meia Ponte, que anteriormente era enquadrada no Complexo Basal, atribuindo-lhe idade proterozóica inferior.

1.2 Contexto Geotectônico

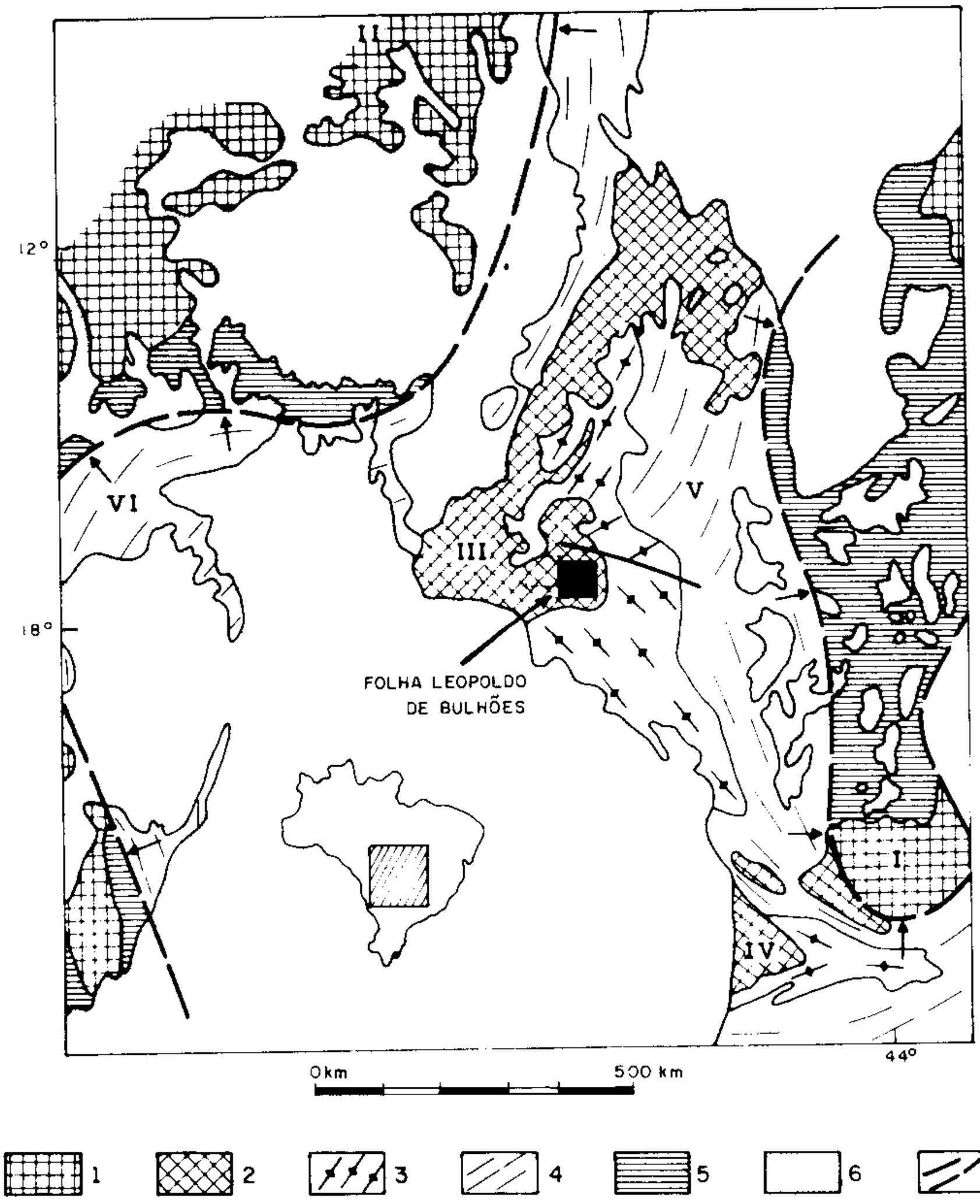
A compartimentação geotectônica do Brasil Central é embasada principalmente na proposta de Almeida (1967a), sugerindo durante o Ciclo Brasiliano (550-

900Ma.) a existência dos crátons São Francisco, a leste, e Amazônico, a oeste, em cujas bordas desenvolveram-se, respectivamente, as faixas dobradas Brasília e Paraguai-Araguaia, separadas pelo Maciço Mediano de Goiás (figura.II.1.1), o qual aloja na sua borda leste metassedimentos relacionados aos ciclos Uruaçuano (1.100-1.300Ma.) e Brasiliano (550-900Ma.). A área da Folha Leopoldo de Bulhões está situada no âmbito dos seguintes domínios geotectônicos: Maciço Mediano de Goiás e Faixa de Dobramentos Uruaçu.

1.2.1 Maciço Mediano de Goiás

Ocorre entre as faixas dobradas Paraguai-Araguaia e Brasília, numa área estreita e alongada, distribuída submeridianamente no interflúvio Tocantins-Araguaia, sendo constituído por um conjunto de litologias pertencentes ao embasamento pré-Uruaçuano, onde Almeida *(op.cit.)* propôs a denominação de Maciço Mediano de Goiás.

Constitui um alto do embasamento antigo, situado entre as faixas metassedimentares geradas e deformadas nos



1 - Crátons: São Francisco (I) e Amazônico (II); 2 - Maciços: Goiás (III) e Guaxupé (IV); 3 - Faixas de Dobramento Uruaçu; 4 - Faixas de dobramento e Região do Ciclo Brasiliano: Brasília (V), Paraguai-Araguaia (VI); 5 - Coberturas Sedimentares Relativas ao Ciclo Brasiliano; 6 - Coberturas Sedimentares e Vulcano-Sedimentares Fanerozóicas; 7 - Borda Cratônica; 8 - Feição estrutural de Pirenópolis; Setas indicam vergência. (segundo Almeida, et al., 1976).

Figura II.1.1 – A região central brasileira da Plataforma Sul Americana, segundo Almeida *et al.*, 1976.

ciclos Uruaçuano e Brasiliano, com evolução sincrônica em ambos os lados.

Este embasamento antigo, certamente remonta ao Arqueano, como atestam as presenças dos *greenstone belts* de Crixás, Hidrolina, Pilar de Goiás e Goiás Velho, bem como os terrenos de alto grau metamórfico, como os complexos básico-ultrabásicos granulíticos de Goianésia-Barro Alto, Niquelândia e Cana Brava. Este último revelou idades de 3.900Ma. por Rb/Sr e é ligado ao evento termo-tectônico Jequié. Marini *et al.* (1981) atribuem uma conotação espaço-temporal à evolução do Maciço Mediano de Goiás e supõem que ao término do Ciclo Uruaçuano os metassedimentos gerados durante este ciclo, no Proterozóico Médio, seriam agregados ao Maciço Mediano de Goiás, indo fazer parte da faixa cratonizada. No entanto, essas áreas estabilizadas teriam vida efêmera, iniciando o desenvolvimento de novas bacias já no início do Proterozóico Superior, respondendo pela distribuição atual das faixas Brasília, a leste, e Paraguai-Araguaia a oeste do Maciço Mediano de Goiás, evoluídas no ciclo Brasiliano.

As principais unidades arqueanas aflorantes no âmbito do Maciço Mediano de Goiás e no embasamento das faixas metamórficas são o Complexo Granito-Gnáissico, o Cinturão Granulítico e as seqüências metavulcano-sedimentares tipo *greenstone belts* (figura II.1.2).

Os granito-gnaisses ocupam a maior parte das áreas arqueanas expostas no oeste de Minas Gerais e em Goiás, segundo Schobbenhaus *et al.* (1984), onde predominam ortognaisses calci-sódicos, tonalíticos e granodioritos, geralmente milonitizados e ultramilonitizados, expondo amplos cinturões de cisalhamento, destacando-se como expressivos lineamentos estruturais, com direção E-W a WNW-ESE em Goiás.

As datações realizadas no âmbito dessa unidade revelaram nitidamente o Evento Brasiliano (550-900Ma.) e menos evidentemente, os eventos Uruaçuano (1.100-1.300Ma.) e Transamazônico (1.600-1.800Ma.).

A análise conjunta dos resultados radiométricos K-Ar, obtidos em rochas do Maciço Mediano de Goiás e das faixas proterozóicas, permite concluir que suas litologias formaram-se, em parte, nos tempos arqueanos, e foram remobilizadas em vários ciclos tectônicos proterozóicos, sendo mais intenso no Ciclo Brasiliano. Incluem ainda granitóides gerados em diferentes eventos magmáticos.

Os terrenos granulíticos integram o embasamento arqueano no interior do Maciço Mediano de Goiás e prolongam-se até o Maciço de Guaxupé, em Minas Gerais, seguindo uma ampla faixa descontínua, com características litoestruturais de *mobile belts* de idade arqueana.

Esta faixa metamórfica é composta por fragmentos isolados, representados pelos complexos granulíticos: de Guaxupé, em Minas Gerais e de Anápolis-Itauçu, Barro Alto, Niquelândia, Cana Brava, Gameleira e Porto Nacional, em Goiás (figura II.1.2).

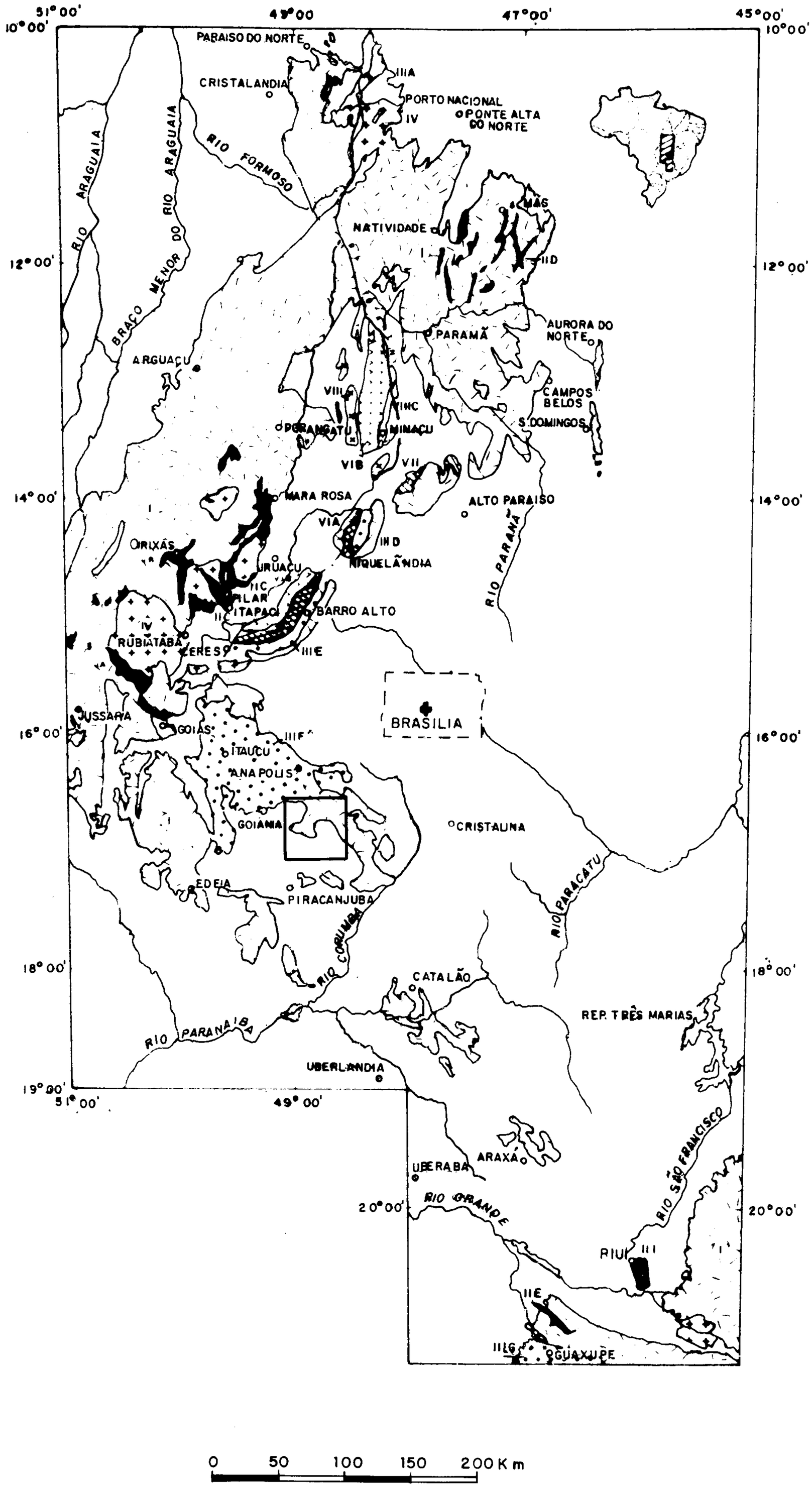
A sul da Inflexão dos Pireneus, onde se situa a área cartografada, ocorre o Complexo Anápolis-Itauçu, que compreende uma ampla região de rochas granulíticas, com enorme diversidade litológica: hornblenda-piroxênio gnaisses, granulitos básicos bandados, gabro-piroxenitos granulitizados, enderbitos e charnockitos. Tem-se também uma forte contribuição metassedimentar representada por quartzitos impuros, rochas calcissilicáticas, mármores impuros, gonditos e gnaisses aluminosos e hiperaluminosos (granada gnaisses e granada-sillimanita gnaisses), que atingiram seu equilíbrio em condições da fácies granulítica.

As datações radiométricas K/Ar realizadas nos complexos máfico-ultramáficos (Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto) revelaram idades variando de 4.125 ± 192Ma. a 552Ma. ± 6Ma., atestando seu envolvimento em diferentes eventos termo-tectônicos, não deixando dúvidas quanto à sua inequívoca identidade arqueana.

No Maciço Mediano de Goiás são incorporadas as seqüências metavulcano-sedimentares do tipo *greenstone belts*, cuja extensão e características litoestratigráficas e tectônicas foram definidas nas regiões de Natividade-Almas (Costa *et al.* 1976; Correia Filho & Sá, 1980), Pilar de Goiás-Hidrolina e Guarinos (Danni & Ribeiro, 1978), Crixás (Sabóia 1979), Serra Santa Rita ou Goiás (Danni *et al.*, 1973), Rio do Côco (Barreiras & Dardenne, 1981) - figura II.1.2. – e (Schobbenhaus Filho et al. 1984).

As datações radiométricas disponíveis provêm de granitóides associados a essas seqüências metavulcano-sedimentares da região de Crixás-Pilar de Goiás-Hidrolina, a partir das quais Tassinari & Montalvão (1980) obtiveram uma isócrona de 2.929Ma., com razão inicial de 0.701, valor que atesta sua relação com os *greenstone belts* de Goiás.

Finalmente, fazendo parte do Maciço Mediano de Goiás ocorrem os terrenos originados no Proterozóico Inferior, tais como os complexos diferenciados máfico-ultramáficos tipo Americano do Brasil, embutidos nos terrenos granulítico-gnáissicos Anápolis-Itauçu e os complexos diferenciados gabro-anortosíticos da Serra dos Borges e da Serra da Malacacheta, restritos à margem oeste dos maciços básico-ultrabásicos de Niquelândia e Barro Alto, cujos contatos com estes são feitos através de falhas inversas. Esses últimos complexos passam rumo ao topo, para várias seqüências de rochas metavulcano-sedimentares situadas imediatamente a oeste dos grandes maciços (Niquelândia, Barro Alto e Cana Brava) – (figura II.1.2) – denominadas seqüências de Indaianópolis (Danni & Leonardos, 1978, 1980a,b), Juscelândia (Fuck *et al.*, 1981) e Palmeirópolis (Ribeiro Filho & Teixeira, 1980). No presente trabalho, propõe-se a denominação de Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia para uma unidade com semelhanças texturais, litológicas, estratigráficas e estruturais em relação àquelas seqüências, onde foram individualizados os seguintes litótipos: anfibolitos finos, andesitos e tufos vulcânicos de composição básica a intermediária na parte basal, e entre os representantes metassedimentares; em direção ao topo, os litótipos clasto-



0 50 100 150 200 K m

Figura II.1.2 – Principais unidades do Arqueno e Proterozóico Inferior de Goiás e do oeste de Minas Gerais (segundo Marini *et al.*, 1984).

químicos (xistos grafitosos, *cherts* e cianita-muscovita xistos granatíferos) às vezes marcados por níveis de xistos aluminosos (agalmatolitos e cianititos); quartzitos e xistos feldspáticos, correlacionáveis aos termos descritos por Ribeiro Filho & Teixeira (1980) na Seqüência de Palmeirópolis.

Haralyi & Hasui (1981), embasados no levantamento gravimétrico realizado no Sul de Goiás, identificaram várias feições gravimétricas com real significado tectônico-geológico, corroborando em parte a compartimentação geotectônica efetuada anteriormente por Almeida (1976) e Marini *et al.* (1981), *op.cit.*, realizada com base em informações geológico-estruturais e algumas datações radiométricas (Hasui & Almeida, 1970). A feição gravimétrica mais destacada é uma anomalia linear negativa (figura II.1.3) que separa em dois setores gravimétricos distintos, individualizando domínios tectônico-geológicos diferentes (figura II.1.4). Esta descontinuidade tem uma distribuição submeridiana desde Itumbiara(GO) até Goiânia, onde é desviada, na altura de Anápolis, por uma zona de cisalhamento contracional, com deslocamento sinistral dos blocos, assumindo uma direção E-W a WNW-ESE, passando por Itauçu e Goiás Velho. Esta feição detectada na região de Lavras (MG) se estende ao Sul de Goiás (Haralyi & Hasui, *op.cit.*) e forma um grande arco com a concavidade voltada para N–NE. O domínio da parte côncava constitui o Cráton do Paramirim que, segundo Almeida (1981), é um segmento crustal, estabilizado após o Evento Jequié (2.700 a 2.900Ma.) e parcialmente remobilizado no Proterozóico, incluindo o Cráton do São Francisco (figura II.1.5). É formado por terrenos granito-gnáissicos, sendo que o limite externo desse arco é representado pelo Cinturão Móvel de Alfenas (Almeida, 1981), caracterizado pelos terrenos de alto grau metamórfico que na área estudada formam o Complexo Anápolis-Itauçu, constituído por rochas granulíticas que foram estendidas, no presente levantamento a SE de Goiás, nas folhas Leopoldo de Bulhões e Caraíba, reforçando sua provável ligação com a faixa granulítica de Minas Gerais (complexos Varginha e Campos Gerais).

Segundo Almeida (1981), o Cinturão Móvel de Alfenas, a norte de Goiânia, se articularia com o Cinturão Móvel de Ceres, formado pelos grandes complexos básico-ultrabásicos granulitizados de Goianésia-Barro Alto, Niquelândia e Cana Brava, estendendo-se até Natividade (figura II.1.4), indo ocultar-se na Bacia do Parnaíba. Esta articulação é bastante plausível, sendo que a separação e desvio desses blocos devem ser creditados ao acidente tectono-estrutural, conhecido como Megainflexão dos Pireneus, que constitui uma descontinuidade tectônica antiga, desenvolvida, provavelmente, no Ciclo Uruaçuano e reativada no Brasiliano, como uma *mega shear zone* transcorrente, com deslocamento dextral na sua porção norte, tendo, à altura de Ceres-Goianésia, provocado a rotação das estruturas dos maciços básico-ultrabásicos da sua posição originalmente submeridiana quase para leste-oeste, acarretando um deslocamento de massa de WNW para ESE, com a formação de zonas de transpurrão e cavalgamentos dos grandes maciços básico-ultrabásicos (Niquelândia e Cana-Brava) sobre os metassedimentos pertencentes à Faixa Uruaçuana, situada a leste.

1.2.2 Faixa de Dobramentos Uruaçu

É constituída essencialmente por metassedimentos tidos como pertencentes ao Proterozóico Médio, cuja sedimentação, estruturação e metamorfismo processaram-se durante o Evento termo-tectônico Uruaçuano (1300-1100Ma.), segundo Almeida *et al.* (1976), e que acham-se distribuídos na borda leste do Maciço Mediano de Goiás (figura II.1.6) com polaridade sedimentar, tectônica e metamórfica. Apresentam-se estruturados, formando dobras recumbentes com vergência geral voltada para leste/sudeste, em direção ao Cráton do São Francisco, e geralmente delaminadas, formando estruturas alóctones, tipo *nappes tectônicos*. Estendem-se longitudinalmente desde a borda da bacia do Parnaíba, no extremo norte da faixa, até o Maciço Guaxupé, no extremo sul (figura II.1.7).

Na altura do Distrito Federal a faixa Uruaçuana, segundo Marini *et al.* (1981), é seccionada em dois compartimentos pela Megainflexão dos Pireneus, com o seguimento norte alojando os grupos Serra da Mesa, Araí e Natividade, enquanto ao sul têm-se os domínios dos grupos Araxá/Canastra.

A área cartografada localiza-se no compartimento meridional da Faixa de Dobramentos Uruaçu, a qual se estende desde o sul de Goiás até o Triângulo Mineiro, tendo uma ocorrência descontínua da Inflexão dos Pireneus até a região da represa de Furnas, com direção predominante NW-SE (figura II.1.6). Esta região é ocupada por metassedimentos dos grupos Araxá/Canastra, onde extensas áreas são cobertas por micaxistos, gnaisses com ocorrências subordinadas de quartzitos e rochas carbonáticas. Foram constatado s ainda plutonitos graníticos e grano-dioríticos intrusivos, além de corpos básicos e ultrabásicos metamorfizados, tidos como do tipo alpino. Esses metassedimentos são arranjados estruturalmente em *nappes* tectônicos, onde os blocos evidenciam uma pronunciada aloctonia, com deslocamento de massa direcionada ao Cráton do São Francisco. Segundo Fuck *et al.* (1981), o metamorfismo é do tipo barrowiano, cuja intensidade cresce de leste para oeste, sendo identificada uma zonação metamórfica: clorita-biotita-granada-estaurolita e cianita, entre Brasília e Anápolis.

1.2.3 Faixa de Dobramentos Brasília

Acha-se confinada entre a Faixa Uruaçu, a oeste, e o Cráton do São Francisco, a leste, sendo formada por

metassedimentos tidos como do Proterozóico Superior, metamorfisados até a fácies xisto-verde, com o metamorfismo decaindo de oeste para leste. É formada basicamente pelos grupos Paranoá e Bambuí, não aflorantes na área em foco.

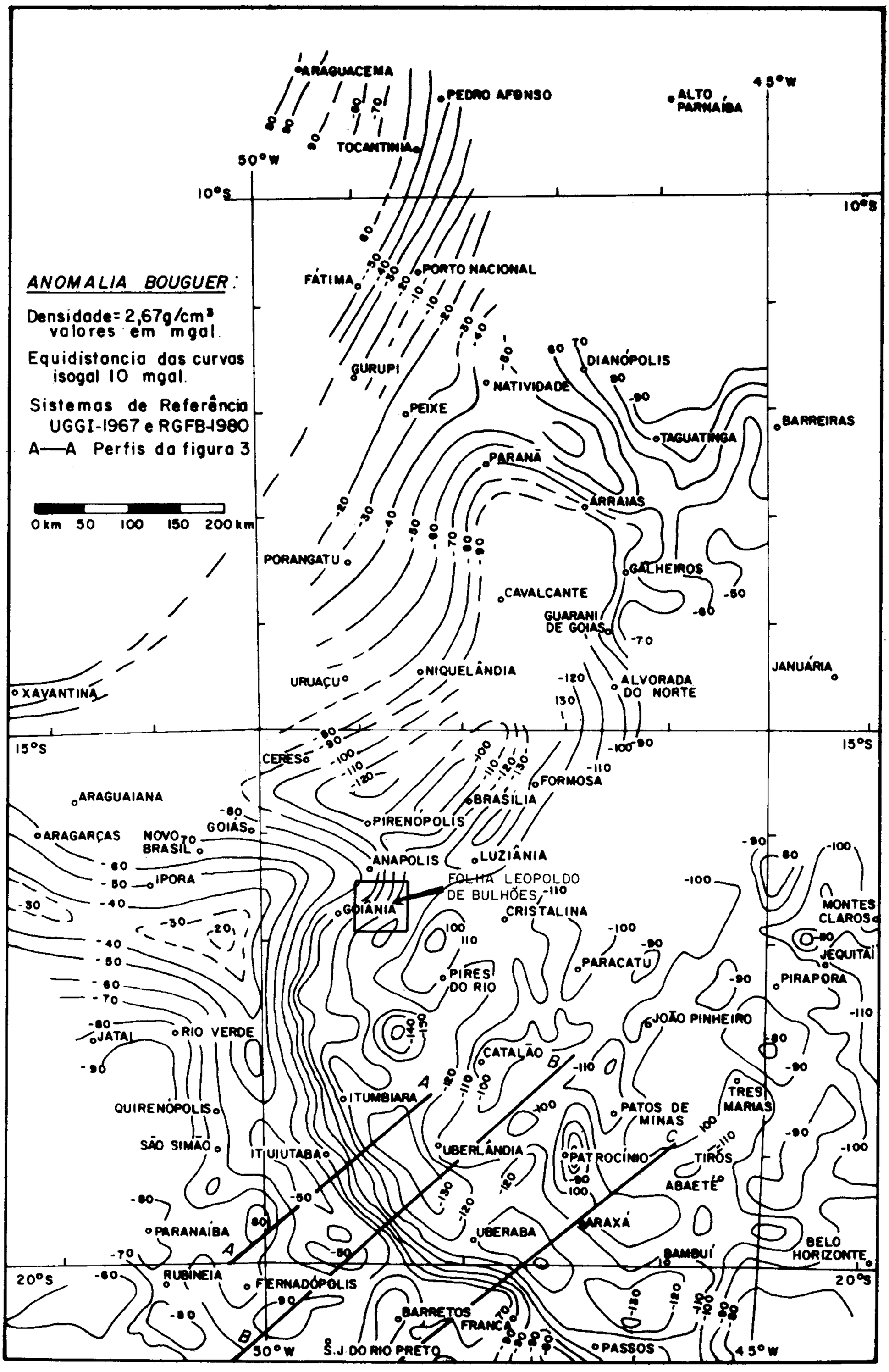


Figura II.1.3 – Carta gravimétrica de Goiás e oeste de Minas Gerais (segundo Haralyi e Hasui, 1981).

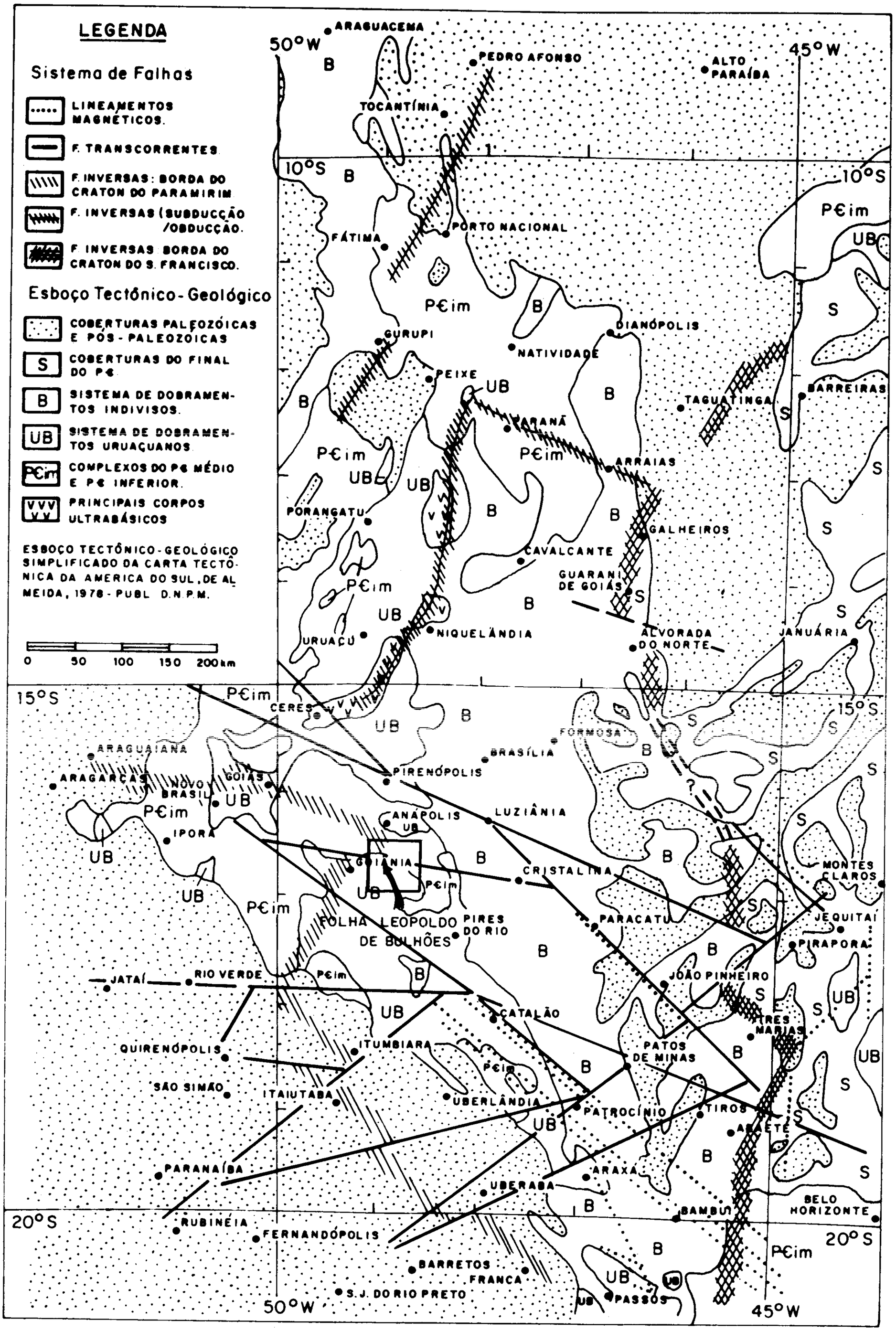


Figura II.1.4 – Localização das falhas definidas pela gravimetria (segundo Haralyi e Hasui, 1981).

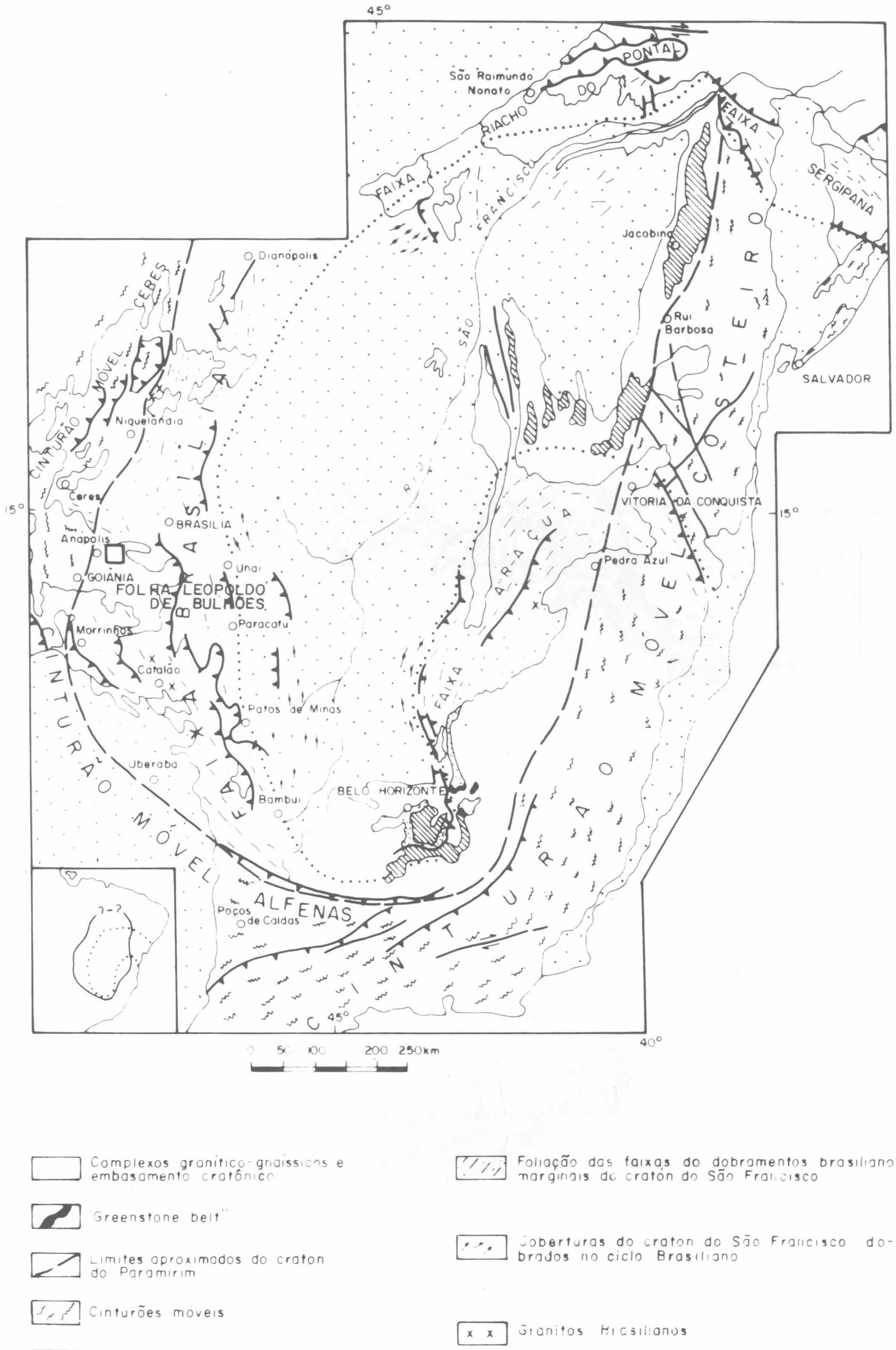


Figura II.1.5 – Distribuição do Cinturão Alfenas (segundo Almeida F.F., 1981).

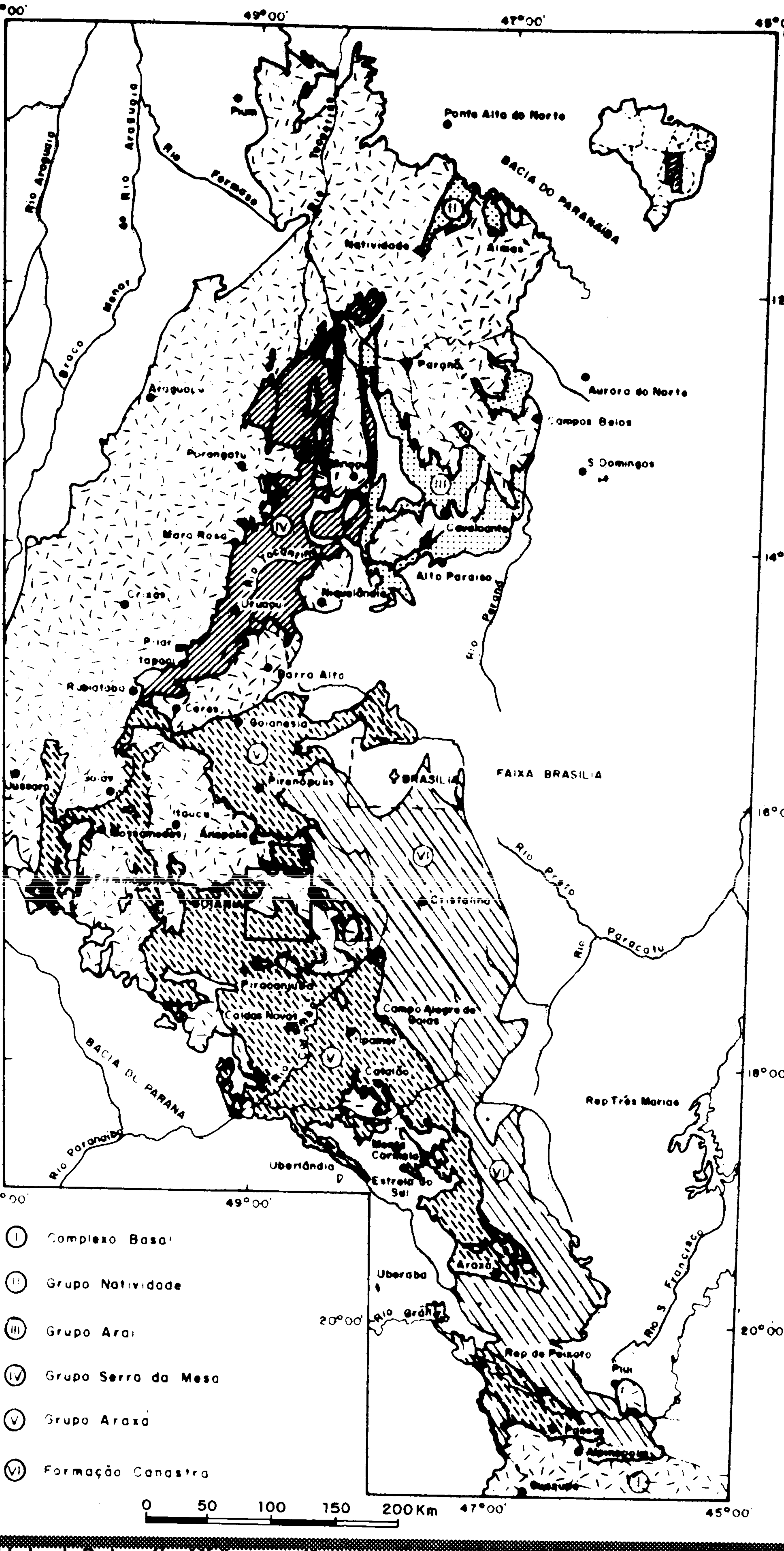


Figura II.1.6 – Unidades do Proterozóico Médio nas regiões oriental de Goiás e ocidental de Minas Gerais (segundo Marini *et al.*, 1984)

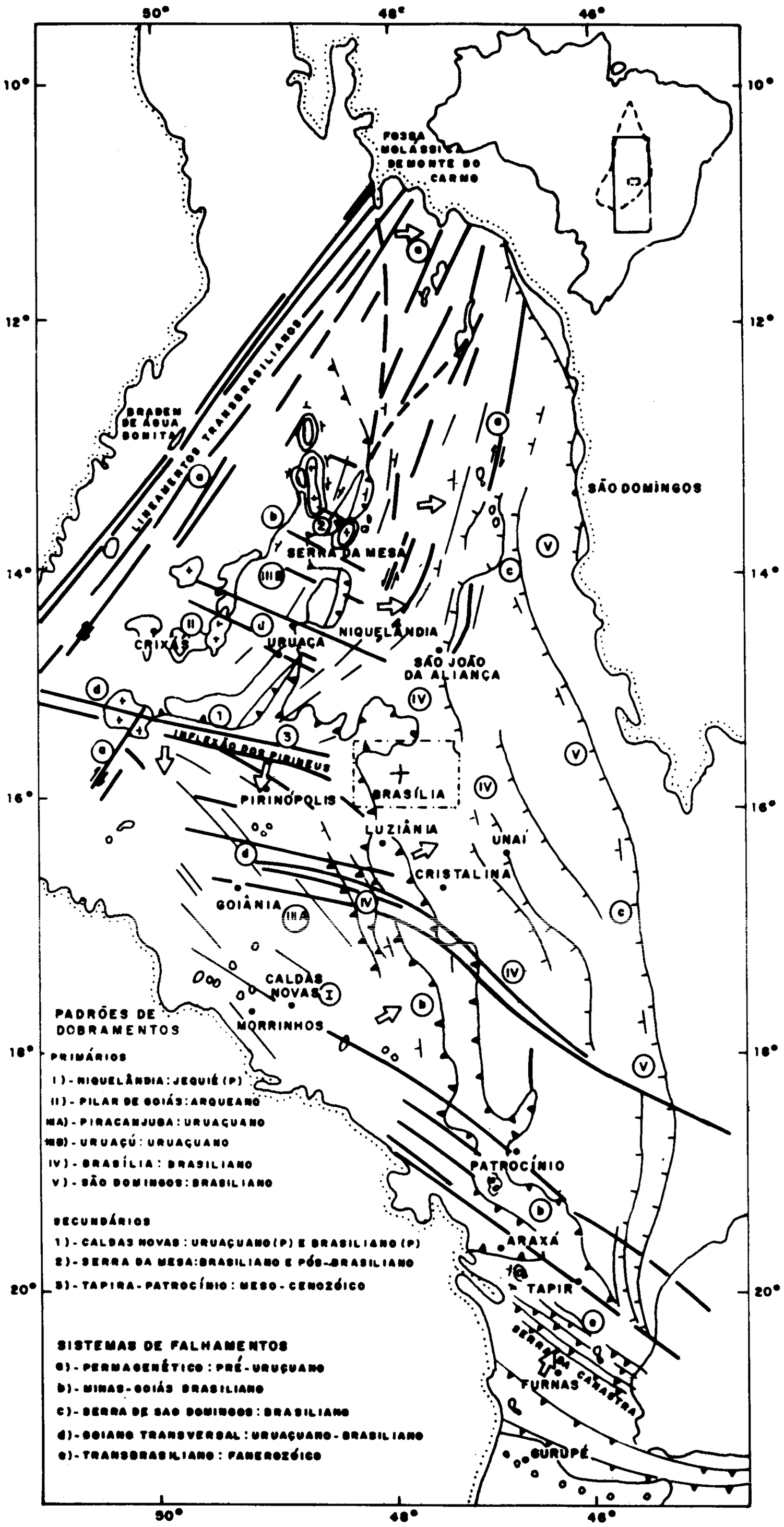


Figura II.1.7 – Principais feições mega-estruturais da Faixa Brasília e do seu embasamento (Marini, 1981).

Capítulo 2
Estratigrafia

Cipriano Cavalcante de Oliveira, Luiz Carlos da Silva e Emiliano Cornélio de Souza (subitens 2.2.4, 2.3.4, 2.4.4, 2.5.4, 2.6.4 e 2.8.4)

2.1 Introdução

A área correspondente à Folha Leopoldo de Bulhões abrange os terrenos metamórficos pré-cambrianos, no limite ocidental do Cráton do São Francisco, apresentando evidências inequívocas de evolução tectônica policíclica.

Nesses tipos de terrenos, normalmente os elementos estratigráficos, estruturais, texturais e mineralógicos primários, que possibilitaram a identificação das unidades geológicas com o seu ambiente de formação, bem como seu posicionamento estratigráfico relativo, encontram-se total ou parcialmente obliterados e transpostos por eventos tectono-metamórficos superpostos, dificultando, sobremaneira, o empilhamento das unidades cartografadas.

Esses eventos tectono-metamórficos são os mais variados, incluindo transposição de foliações e/ou acamamentos,denotando um modelo tectono-estrutural gerado em regimes transcorrente e tangencial, marcados por expressivas zonas de cisalhamento dúcteis e dúcteis/rúpteis, de alto e baixo ângulo (*nappes* tectônicos).

A atuação dos processos metamórficos, migmatização, diaftorese e intrusões magmáticas, mascaram a maioria dos elementos supracitados. Apesar das dificuldades encontradas, foram estabelecidos parâmetros que conduziram à elaboração de uma coluna litoestratigráfica para a área (figura II.2.1), baseada principalmente no reconhecimento e reconstrução, quando possível, dos principais eventos tectono-metamórficos atuantes na região.

Assim, para estabelecer o arcabouço estratigráfico procurou-se individualizar, através da cartografia geológica realizada, o registro dos principais eventos deformacionais ocorridos, bem como a caracterização estrutural, petrográfica, petrogenética e litogeoquímica dos agrupamentos litológicos envolvidos. Essas informações, reunidas aos dados dos trabalhos anteriores, permitiram o estabelecimento da seguinte coluna litoestratigráfica na área:

– **Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu** (APIgai) de provável idade arqueana a proterozóica inferior;

– **Granitóide** (γ1) – relacionado ao Arqueano Superior até o Proterozóico Inferior, crustal, contaminado, tipo I-WC/I-MC, calcialcalino, com baixo potássio;

– **Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia** (PIvss) – Unidade Metavulcânica (PIvssA) e Seqüência Metassedimentar/Mista, (PIvssB), posicionada no Proterozóico Inferior. Ocorre associada à uma geração de granitóide (γ2), crustal, híbrido, tipo I-MC, leuco a mesocrático;

– **Grupo Araxá-Sul de Goiás** (PMa) – formado essencialmente por metassedimentos, posicionados no Proterozóico Médio, associados a uma terceira geração de granitóide (γ3), crustal, tipo I-SC, leucocrático, não depletado, e corpos de filiação básico-ultrabásica, serpentinizados;

–**Coberturas Detrítico-Lateríticas** (TQdl)– relacionadas ao Terciário-Quaternário. E as aluviões quaternárias (Qa) arenosas e areno-argilosas, confinadas aos principais drenos.

2.2 Complexo Granulítico Anápolis – Itauçu (APIgai)

2.2.1 Comentários Gerais

Os terrenos granulíticos de Goiás foram tratados por vários autores. Inicialmente, foram reunidos indistintamente com a denominação de Complexo Basal (Almeida, 1968), ou Pré-Cambriano Indiferenciado, as rochas mais antigas da região. Marini (1974) acrescenta o termo Goiano à expressão Complexo Basal. Cunha *et al.* (1981), Drago *et al.* (1981) e Ianhez *et al.* (1983) abandonaram os termos Complexo Basal, Complexo Basal Goiano e Pré-Cambriano Indiferenciado e adotaram a denominação Complexo Goiano.

Fuck *et al.* (1981) separaram na parte ocidental do Complexo de Barro Alto, na região norte de Goianésia, o Complexo Granulítico constituído por rochas infracrustais (metaperidotitos, metanoritos, metagabronoritos e metadioritos) e supracrustais (*metacherts*, metavulcânicas ácidas e básicas).

Marini *et al.* (1984), incluíram as rochas granulíticas da região Central Goiana no Maciço Mediano de Goiás e definiram a Faixa Anápolis-Itauçu como pertencente ao embasamento arqueano.

GEOCRONOLOGIA ERA	GEOCRONOLOGIA PERÍODO m.a	CICLO TECTÔNICO (m.a)	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA		SIMBOLOGIA	ROCHAS	METAMORFISMO	LITOAMBIÊNCIA/ GEOTECTÔNICA	POTENCIALIDADE ECONÔMICA	PLUTONISMO	MAGMATISMO
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	—	DEPÓSITOS ALUVIONARES		Qa	Cascalhos, areias finas e grossas, silte e argilas e pequenas turfeiras associadas.	—	Leitos de rios, ribeirões, córregos e lagoas	Ouro, cassiterita, rutilo, ilmenita, areia, argila e turfa	—	—
	18		COBERTURAS TÉRCIO-QUATERNÁRIAS	COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS	TQdl	Coberturas detrito-arenosas, com formação de latossolos, com ou sem desenvolvimento de crostas lateríticas.	—	Depósitos elúvio-coluvionares	Ouro, cassiterita, rutilo, cianita e material para fundação	—	—
	TERCIÁRIO	—		SEDIMENTOS TERCIÁRIOS CONTINENTAIS	Tc	Sedimentos argilosos, síltico-arenosos, laterizados ou não, de coloração rósea avermelhada a cinza escuro, com perfurações de organismo.	—	Sedimentos continentais lagunares, laterizados	—	—	—
	65										
	570	570									
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	BRASILIANO	GRANITÓIDE		γ3	Biotita-moscovita granitos e granodioritos de cor cinza clara, turmalina granodiorito, "greisens" e pegmatitos.	Fácies xisto verde alto	Granitóide crustal tipo I-SC, leucocrático, não depletado, sincolisional	Cassiterita, ouro, Be, Nb, Ta, Mo, U e W		—
		700									
		900	ROCHAS ULTRABÁSICAS SERPENTINIZADAS		ν1	Fatias tectônicas de meta-ultramafitos, transformados em serpentinitos, serpentinitos talcificados, talco-clorita xistos e talco xistos.	Fácies xisto verde	—	Cromita, talco e platinóides		
	1.000	URUAÇUANO	GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS	UNIDADE C	PMaC	Calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-moscovita biotita xistos feldspáticos com granada e calcixistos com intercalações de moscovita quartzitos e quartzo-moscovita xistos.	Fácies xisto verde médio	Sedimentos grauvaquianos, composição intermediária, proveniência granodiorítica. Ambiente tipo margem ativa	Ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco		
	MÉDIO			UNIDADE B	PMaB	Moscovita xistos, moscovita-quartzo xistos, granada-moscovita-quartzo-xistos com intercalações de moscovita-quartzito (qt).	Fácies xisto verde alto	Sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltáico	—		
				UNIDADE A	PMaA	Granada-biotita-xistos feldspaticos, biotita-moscovita xistos feldspáticos e granada-biotita-quartzo xistos feldspatizados quando assumem aspecto bandado, pela coloração de vênulas graníticas entre a foliação milonítica.	Fácies xisto verde alto (zona da granada)	Sentimentos maturos plataformais, tipo margem passiva	Ouro e cassiterita		
		1.300									
	1.800		GRANITÓIDE		γ2	Biotita metagranito pórfiro, metagranodiorito e álcali granito.	Fácies anfibolito baixo	Crustal, cálcioalcalino, (k20/Na20 > 1). leuco a mesocrático, tipo I-SC/I-MC, híbrido	Be, Nb, Ta, W, Mo, Sn		
		1.900	TRANSAMAZÔNICO	SEQÜÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA	UNIDADE METASSEDIMENTAR MISTA	PlvssB	Quartzo-mica xistos granadíferos, cianita-quartzo-estaurolita-clorita-granada-moscovita xistos, moscovita-quartzo-xistos, moscovita-cianita-quartzo xisto, granada-moscovita xistos com intercalações de quartzitos (qt). Ocorrem ainda moscovita-quartzo xistos (xt) com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito cianitífico. Associam-se grafita xistos, clorita-quartzo xistos e lentes de anfibolitos (af) nematoblásticos (vulcanoclástica). Ocorrem também metatufos com intercalações centimétricas a métricas de níveis de clasto-químicos, xistos grafitosos, cherts e clorita-talco xisto.	Fácies anfibolito baixo a xistos verdes alto (zona da granada)	Grauvacas intermediárias tipo (2) com 68-74% SiO_2 e $k_2O/Na_2O < 1$, com componentes vulcânicos. Ambiente tipo margem continental ativa	agalmatolito, cianita, ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco cobre, chumbo, zinco e ouro		
				UNIDADE METAVULCÂNICA	PlvssA	Anfibolitos e metaandesitos, granada anfibolito (meta basaltos, metaandesitos, dacitos e quartzo andesitos).	Fácies epidoto anfibolito	Vulcanismo basáltico toleiítico a cálcio-alcalino, tipo margem ativa com formação crosta oceânica incipiente	cobre, chumbo, zinco e ouro		
		2.000									
			GRANITÓIDE		γ1	Metagranitóides (γ1): metatonalitos, metagranitos e granada granitóides, augen-granitóides foliados, às vezes com estrutura gnáissica e restitos de rochas supracrustais granulitizadas.	Fácies anfibolito alto	Cálcio-alcalino, baixo K, crustal contaminado, tipo I-MC/I-WC - crosta inferior	Pegmatitos, Ta, Nb e Sn		
		JEQUIÉ	COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU	GRANULITOS PARADERIVADOS	APlgaip	Granulitos paraderivados: gnaisses sílico-aluminosos (quartzo-granadíferos) granada gnaisses, biotita-granada gnaisses, sillimanita-granada-quartzo gnaisses, biotita-sillimanita-granada gnaisse, cianita-granada gnaisse, granada quartzito (qt), gondito e rochas calciossilicáticas. Intercalam-se tectônicae subordinadamente granulitos ortoderivados (anfibolitos e metagabróides).	Fácies anfibolitos → Fácies verde baixo METAMORFISMO PROGRADANTE MÉDIA PRESSÃO (6 A 8kb) ALTA TEMPERATURA (750°-850°) METAMORFISMO RETRÓGRADO $> H_2O <$ T Fácies granulito	Sedimentos clásticos (pelitos e arenopelíticos), químicos-ambiente estável-evoluindo para margem continental ativa	Manganês		
ARQUEANO	SUPERIOR	—		GRANULITOS ORTODERIVADOS	APlgaio	Granulitos ortoderivados: enderbitos e charno-enderbitos, metagabróides e metanonito (mgb); anfibolito (af) metapiroxadosos e metaultrabasitos (Y) transformo em serpentinitos, talco-xistos, talco-tremolita xistos. Intercalam-se tectônicas e subordinadamente granulitos paraderivados (cianita-granada gnaisses).		Magma basáltico toleítico com leve tendência cálcioalcalina-"margem continental ativa" - "Faixa Móvel"	Níquel, cromo, cobalto, titânio, vanádio, cobre, zinco e platinóides		
		2.500									

Figura II.2.1 – Coluna estratigráfica.

Valente (1986) denominou Cinturão Granulítico as rochas de alto grau metamórfico que se distribuem na Folha Goiânia. Na Folha Leopoldo de Bulhões as considerou, como fazendo parte de uma Seqüência Metamórfica Vulcano-sedimentar, boa parte das rochas de alto grau, ora cartografadas como Complexo Granulítico.

Veiga *et al.* (1986), propuseram a denominação Complexo Granulítico Arqueano, subdividindo-o numa seqüência infracrustal de natureza máfico-ultramáfica e outra supracrustal, de filiação ácida.

No presente trabalho, adota-se a denominação Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), estabelecida por Marini *et al.* (1984), para as rochas granulíticas que afloram na região sul de Goiás, reunindo uma variedade de tipos litológicos de alto grau metamórfico, cartografados em faixas de acordo com a predominância dos termos orto e paraderivados.

Na cartografia ora realizada, procurou-se individualizar, com base em informações petrográficas, texturais, composicionais e litoquímicas, as faixas predominantes de granulitos ortoderivados e paraderivados.

Deve-se salientar que associadas a estas faixas encontram-se, freqüentemente, litótipos cuja associação mineralógica atingiu o equilíbrio na fácies anfibolito alto em transição para as rochas da fácies granulito. Nessas faixas, desenvolveram-se extensos cinturões miloníticos, com retrogressão metamórfica à fácies xisto-verde, aliados a intensos processos hidrotermais.

Na região sul de Silvânia/Leopoldo de Bulhões, no domínio dessa unidade, ocorre uma extensa área aplainada, com desenvolvimento de latossolos com espessura de até 30 metros. Este fato obrigou a utilização de métodos geofísicos terrestres (perfis magnetométricos e cintilométricos, estrategicamente distribuídos) para melhor delinear os contatos entre as faixas granulíticas. O critério adotado levou à separação de zonas mais magnéticas, que quando combinadas aos dados geoquímicos e aos parcos afloramentos existentes, foram mapeadas como sendo de provável filiação básico-ultrabásica (faixas ortoderivadas) enquanto as de menos intensidade magnética foram interpretadas como granulitos paraderivados.

2.2.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Esta unidade distribui-se em faixas dispostas segundo orientação NW-SE, estendendo-se desde a região norte-noroeste de Bonfinópolis até Vianópolis/Córrego do Saltinho. A SW de Bonfinópolis prolonga-se para sul até a altura dos córregos Quilombo e Taperão, situados a norte e nordeste da cidade de Bela Vista de Goiás, perfazendo no total cerca de aproximadamente 1/3 da área cartografada (figura II.2.2.).

As rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) acham-se geralmente em contato tectônico com as litologias dos Granitóides (γ1), da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) e do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), através de expressivas zonas de cisalhamento dúctil, associadas a uma tectônica transcorrente, conforme revelam as zonas de cisalhamento da Mata Feia (direção E-W) e de Bonfinópolis/Ribeirão Ponte Alta (NW-SE), com deslocamento de massa de oeste para leste/sudeste.

2.2.3 Rochas e Metamorfismo

O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), na área em foco, consiste em um cinturão de rochas cisalhadas onde se destacam metagabróides, anfibolitos e metapiroxenitos (transformados em serpentinitos, talco xistos e tremolita-talco xistos), enderbitos e charno-enderbitos, reequilibrados na fácies anfibolito alto a granulito, os quais foram reunidos como granulitos ortoderivados. Alternando-se com estes, na forma de fatias ou faixas, tectonicamente imbricadas, foi cartografado outro agrupamento litológico, de natureza supracrustal, formado predominantemente de paraderivadas geradas a partir de sedimentos pelíticos, areno-pelíticos e químicos reequilibrados na fácies anfibolito alto/granulito, destacando-se os gnaisses de alto grau, caracterizados pelos termos sílico-aluminosos (quartzo-granatíferos), como granada gnaisses, granada-biotita gnaisses, sillimanita-granada gnaisses, cianita-granada gnaisses e lentes com dimensões variadas de quartzitos impuros, gonditos e rochas calcissilicáticas. Ocorrem, ainda, de modo subordinado, intercalações de anfibolitos e plagioclásio anfibolitos, possivelmente de derivação vulcânica.

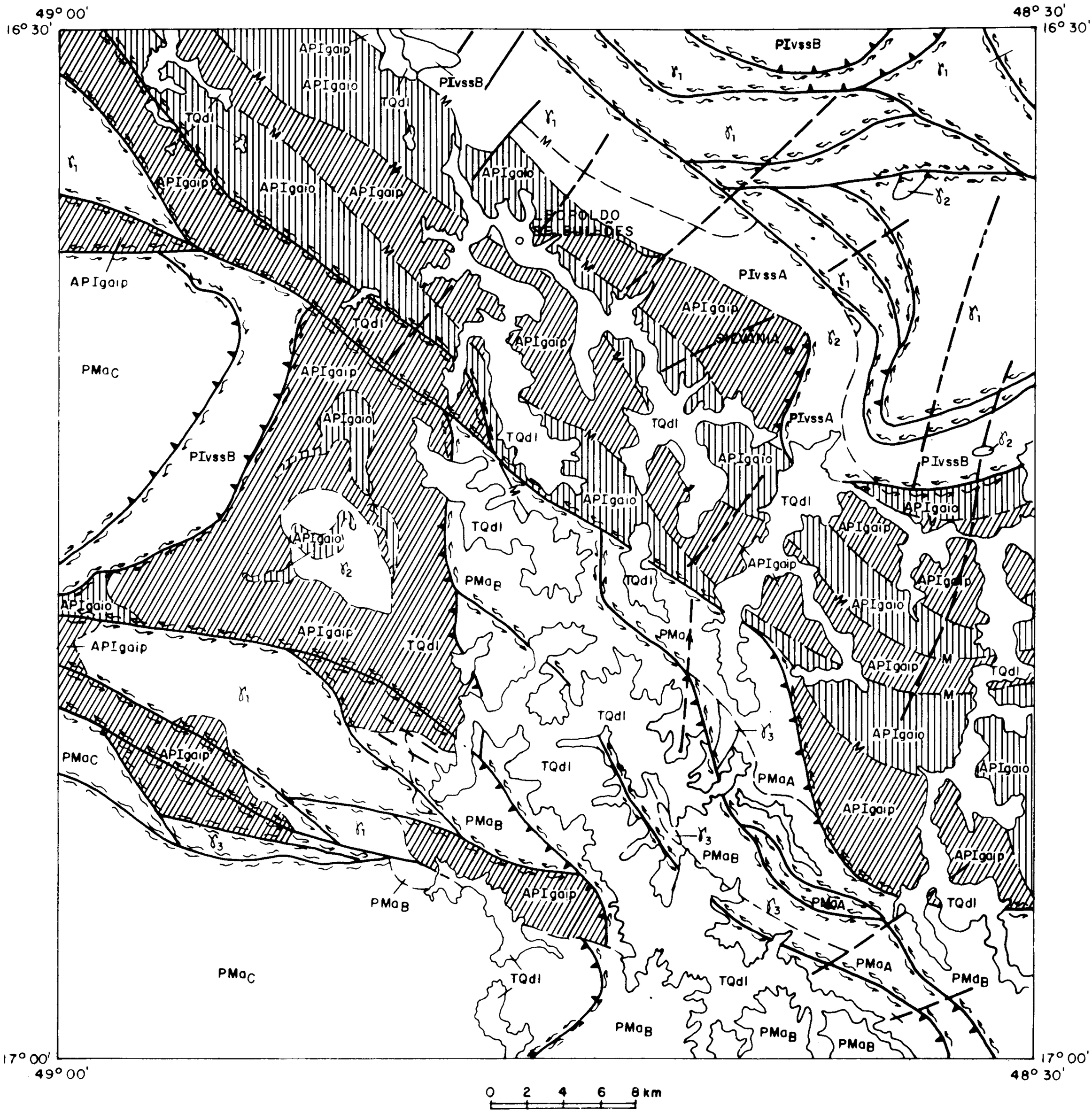
2.2.3.1 Granulitos Ortoderivados (APIgaio)

São constituídos, predominantemente, por litótipos de natureza básica, tipo metagabróides, metanoritos e anfibolitos, atingindo até ultrabásica (metapiroxenitos). Ocorrem, ainda, com menor freqüência, rochas da suíte enderbítica–charno-enderbítica.

Granulitos Básicos: são constituídos por metagabróides, metanoritos e anfibolitos que ocorrem principalmente no Morro Conceição, cabeceiras dos córregos Douradinho e Bom Jardim e numa extensa faixa a sul de Silvânia e Leopoldo de Bulhões.

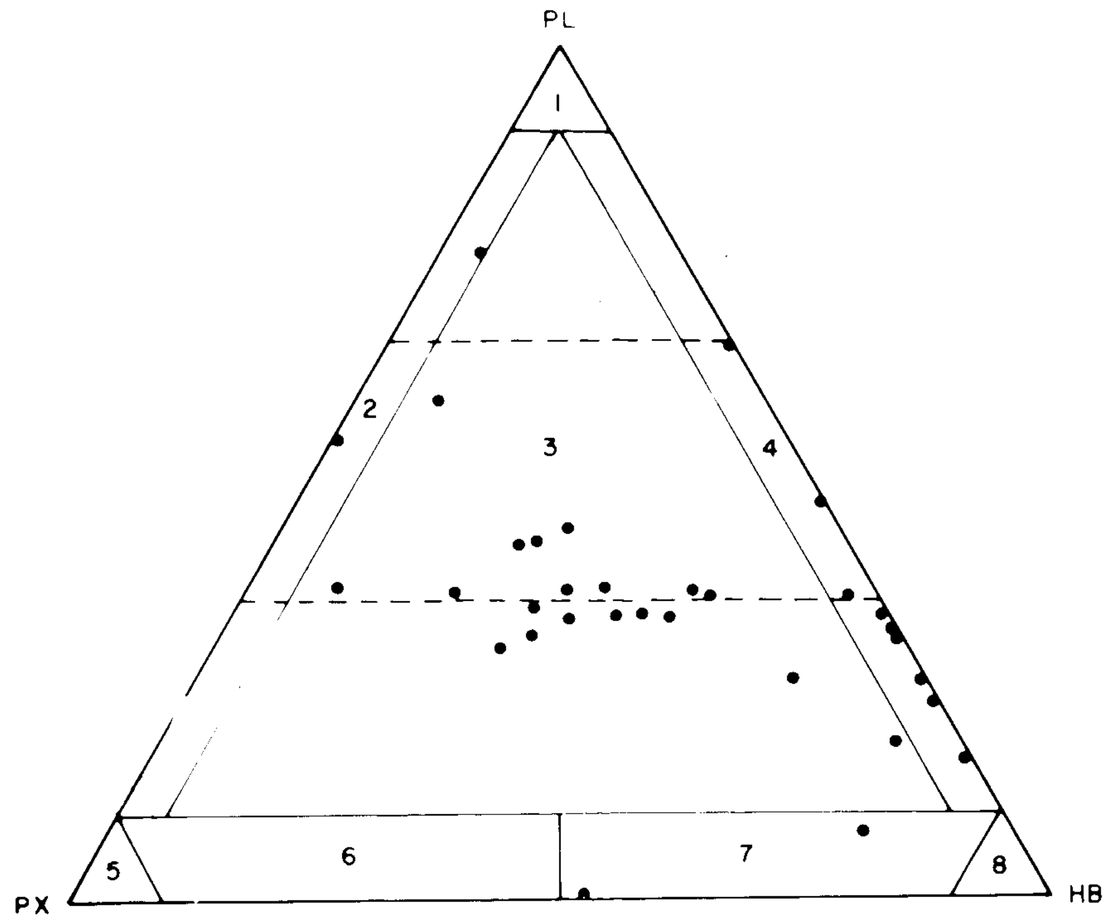
Essas rochas apresentam cor cinza-escuro a cinza-esverdeado, granulometria grossa, estrutura bandada-foliada (milonítica), composição metagabróide (figura II.2.3) à base de plagioclásio (An40-60%), hornblenda, ortopiroxênio, clinopiroxênio e biotita (titanífera) e quartzo.

Microscopicamente, exibem uma textura nematoblástica a blastomilonítica, com forte obliteração das feições originais, e além do ortopiroxênio, diagnóstico



TQdl - cobertura detrito-laterítica; γ_3 - granitóide; $PMa_{A,B\,e\,C}$ - Grupo Araxá Sul de Goiás unidades: A, B e C; γ_2 - granitóide; PIvssA,B - sequência metavulcanossedimentar de Silvânia: unidade A: metavulcânica e unidade B: metassedimentar/mista; γ_1 - granitóide gnáissico; APIgaio, APIgaip - Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Figura II.2.2 – Distribuição geográfica do Complexo Anápolis–Itauçú: granulitos paraderivados (APIgaip) e ortoderivados (APIgaio).



1 - ANORTOSITO
2 - GABRONORITO
3 - PIROXÊNIO HORNBLENDA GABRONORITO
4 - HORNBLENDA GABRO
5 - PLAGIOCLÁSIO PIROXENITO
6 - PLAGIOCLÁSIO HORNBLENDA PIROXENITO
7 - PLAGIOCLÁSIO PIROXÊNIO HORNBLENDITO
8 - PLAGIOCLÁSIO HORNBLENDITO

Figura II.2.3 – Diagrama triangular PL–PX–HB (Streckeisen, 1975).

da fácies granulito, identificado na maior parte das lâminas, tem-se uma ubíqua distribuição de hornblenda, fortemente pleocróica, em tons avermelhados, característica das variedades titaníferas de altas temperaturas, de caráter magmático.

Na caracterização mineralógica destacam-se os seguintes termos: hornblenda 1 – marrom-avermelhado, em cristais de 1,0-2,0mm, subidiomórfica, usualmente poiquiloblástica, englobando plagioclásio e piroxênio de cristalização precoce; hornblenda 2 – verde-escuro/oliva, mais rara, ocorre nas bordas dos piroxênios magmáticos, ou como subgrãos na matriz das variedades miloníticas; uralita – é a forma mais comum de alteração da hornblenda e também dos piroxênios. Forma agregados irregulares e coronas de alteração, constituídas por anfibólio incolor, tipo actinolita, que circunda os cristais de piroxênios remanescentes; clinopiroxênios – prismas curtos, subidiomórficos e xenomórficos, com contatos retilíneos, e variedades incolores a fortemente pleocróicas (diopsita-augita); ortopiroxênios – hiperstênio com hábitos similares ao clinopiroxênio, pleocroismo róseo, variando de fraco a intenso nas variedades mais metamórficas; biotita – marrom-avermelhado a vermelho intenso (titanífera), em prismas subidiomórficos, tardias relativamente à hornblenda 1 e aos piroxênios; plagioclásio (An 40-60%) – cristais subidiomórficos a xenomórficos, preservando, nos estágios iniciais de deformação, maclas ígneas complexas; granada – forma finos cordões coroníticos na interface plagioclásio/piroxênio, raramente sob a forma de cristais individuais não reacionais;

Entre os acessórios destacam-se quartzo, ilmenita, apatita, titanita e zircão.

O *fabric* característico dessa associação é dado por uma textura granonematoblástica fina a média, com forte disposição planar orientada, especialmente dos componentes fêmicos. O plagioclásio mesmo nesses casos de completa recristalização tectonicamente controlada (sin-tectônica), tende a recristalizar-se em agregados granoblásticos, poligonizados, com contatos interfaciais a 120° (fotomicrografia 1). A hornblenda, que em geral tem caráter discretamente poiquiloblástico, englobando cristais precoces de piroxênio ou formando anéis periféricos ao redor dos mesmos, pode constituir poiquiloblastos com vários centímetros de comprimento, englobando a matriz a plagioclásio e piroxênio previamente cristalizados (textura em peneira).

O *fabric* protomilonítico e milonítico, com texturas porfiroclásticas, ocorre freqüentemente entre esses granulitos. Nesses casos, há uma generalizada microgranulação mecânica das bordas dos cristais originais, tanto do plagioclásio quanto dos piroxênios. Os porfiroclastos, além de adquirirem contornos ovóides, lenticularizados e arredondados, exibem evidências de deformação intracristalina, como encurvamento das lamelas de geminação no plagioclásio, extinção anômala e encurvamento dos prismas de piroxênio. Da subgranulação dos porfiroclastos resulta uma mesóstase fina, submilimétrica, constituída por agregados recuperados (poligonizados), seja de plagioclásio, de piroxênio, ainda, de hornblenda. Os porfiroclastos remanescentes exibem forte disposição planar orientada, marcando uma foliação de fluxo (milonítico). O quartzo que ocorre em proporções acessoriais aparece exclusivamente sob a forma discoidal ou como *ribbons* do tipo B3 de Boullier & Bouchez (1987).

Além dessas variedades miloníticas e blastomiloníticas ocorrem, eventualmente, termos cuja textura magmática original apresenta-se parcialmente preservada, em texturas tipo subofíticas e coroníticas, caracterizadas pelo extensivo desenvolvimento de finos cordões e rosários de granada nas interfácies entre o clinopiroxênio e o plagioclásio (fotomicrografia 01). Este último exibe geminações complexas preservadas.

Metaultrabásicas: ocorrem em forma de lentes, com 1 a 2km de comprimento por 200-400m de largura, preferencialmente encaixadas no domínio das faixas ortoderivadas, às vezes transicionam para terrenos mais básicos, como na cabeceira do córrego Santa Rita. Em geral, seus contatos acham-se literalmente encobertos por latossolos.

São rochas de cor verde-escuro, textura nematoblástica, estrutura suborientada, protomilonítica a milonítica, formadas basicamente por metapiroxenitos geralmente transformados por intenso hidrotermalismo em serpentinitos, talco-xistos, talco-tremolita xistos, tremolita-actinolita xistos e clorita-talco xistos, notadamente nas zonas de cisalhamento.

Texturas de *cumulus*, preservadas na amostra CC198, permitiram diagnosticar uma evolução plutônica para esses corpos ultramáficos.

Esses corpos ocorrem principalmente na Fazenda Conceição, córregos Conceição e Palmito, no domínio de

faixa granulítica ortoderivada, embora ocorram às vezes de modo subordinado, inclusos junto aos granulitos paraderivados.

Enderbitos/Charno-Enderbitos: são litótipos de ocorrência restrita, e seus principais afloramentos foram descritos nos córregos Barro Amarelo, Caiador, Capão Escuro, Vermelho e Bom Jardim, onde constituem restitos nos granitóides $\gamma 1$. Exibem coloração escura, marrom-esverdeado, textura granoblástica, granulação fina a média, estrutura foliada, milonítica.

São granulitos quartzo-feldspáticos, petrograficamente caracterizados como plutônicos, no sentido de Streckeisen (1974), constituinte de uma série charnockítica, de Holland. Embora caracterizados como charno-enderbitos, se posicionam, geralmente, no extremo tonalítico da série.

Na investigação microscópica identificou-se as seguintes variedades mineralógicas: quartzo – cristais xenomórficos, intersticiais ou não, com moderada a forte extinção ondulante Não raro formam *ribbons* policristalinos do tipo B3 de Boullier & Bouchez (1978); plagioclásio (andesina)– antipertítico, em cristais xenomórficos de de 0,3mm tamanho médio, intercrescidos com quartzo e feldspato potássico, ou como cristais destacados na matriz (porfiroclastos), com bordas arredondadas, microgranulares, parcialmente recuperados, e nos termos pouco deformados pode-se observar formas magmáticas preservadas; piroxênios – ocorrem predominantemente em prismas curtos, submilimétricos, eventualmente com até 2-3mm, prismáticos ou tabulares, hiperstênio predominando amplamente sobre o clinopiroxênio. Ambos exibem uma disposição planar orientada, marcando a foliação milonítica; hornblenda – verde-oliva, tipo HB2 dos granulitos máficos. Ocorre subodinadamente de maneira intersticial manteando os cristais de hiperstênio, em geral com forte disposição planar orientada; biotita – muito subordinada, é constituída pela variedade de alta temperatura (BT1) dos granulitos máficos.

O *fabric* microscópico é dado por uma textura granoblástica-poligonal fina (0,2-0,4mm), de composição quartzo-plagioclásica com a maioria dos cristais apresentando contatos intergranulares a 120°. Trata-se de blastomilonitos (Sibbson, 1977), desenvolvidos sobre um protólito com granulação prévia mais grossa.

2.2.3.2 Granulitos Paraderivados (APIgaip)

São constituídos por agrupamentos litológicos silícico-aluminosos-quartzo-granatíferos (granada gnaisses, sillimanita-granada-quartzo gnaisses, biotita-granada gnaisses e cianita-granada gnaisses) e gnaisses quartzo-feldspáticos granatíferos acompanhados de modo subordinado por rochas calcissilicáticas, granada-quartzitos e gonditos.

Na primeira associação (silítico-aluminoso-quartzo-granatífera) destacam-se os gnaisses aluminosos quartzo-granatíferos (sillimanita-granada-quartzo-granatíferos e cianita-granada gnaisses), cuja composição modal estimada está exposta na tabela II.2.1. Apresentam, geralmente, cor cinza-claro a cinza-esverdeado, com pontuações avermelhadas, estrutura bandada, dada por transposição de foliação, gerando bandamento milonítico e contendo uma proeminente lineação de estiramento mineral.

Tabela II.2.1 – Complexo granulítico-gnaisses quartzo granatíferos (aluminosos) (% estimada)

Nº DA LÂMINA / MINERALOGIA	(CC) 20A	(CC) 25A	(CC) 35	(CC) 90C	(CC) 93	(CC) 95	(CC) 100	(CC) 107B	(CC) 108A	(CC) 128	(CC) 132	(CC) 133	(CC) 162	(CC) 166	(CC) 167B	(CC) 189	(CC) 190	(CC) 191A	(CV) 148B	(CV) 159B	(CV) 177A	(JD) 12A
Quartzo	20	02	40	47	43	40	46	35	68	55	43	51	30	50	55	20	45	35	53	75	25	40
ranada	63	50	18	10	20	20	15	20	05	–	–	05	25	–	–	17	–	20	15	15	25	33
Sillimanita	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	10	–	–	–	–	13
Cianita	–	–	38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	TR	–	–	–	–	–
Moscovita/Sericita	TR	–	20	20	15	03	15	15	05	20	30	20	05	30	30	15	25	20	20	10	05	–
Biotita	–	TR	–	05	–	05	10	15	–	–	–	–	02	–	–	15	–	03	05	–	05	03
Clorita	–	–	10	15	15	10	10	10	–	20	20	20	–	10	–	–	–	20	05	TR	20	–
Microclínio	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	05	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Plagioclásio	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zircão	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	–	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Rutilo	02	–	02	TR	01	02	01	01	02	02	01	02	TR	–	TR	TR	TR	TR	–	TR	TR	TR
Tutmalina	–	–	–	–	01	–	–	–	–	–	TR	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Titanita	–	–	–	–	–	–	–	02	TR	TR	–	01	02	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Apatita	–	–	–	–	TR	–	–	–	–	–	–	–	TR	–	–	TR	–	–	TR	–	–	–
Epidoto	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	02	–	20	–
Opacos	15	10	10	03	02	05	03	02	TR	03	01	01	10	10	15	03	05	02	–	TR	TR	10
Espinélio	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	01

Ao microscópio, predomina a textura tipo granoblástica/poligonal. As variedades de granulação mais grossa (0,2 a 0,6mm) são caracterizadas por texturas granoblásticas, discretamente deformadas, com abundante mesóstase equigranular de quartzo, entremeadas, na qual dispõem-se os porfiroblastos de granada. O quartzo exibe, invariavelmente, evidências de deformação intracristalina como extinção ondulante, denteamento dos contatos interfaciais e subgranulação. Nas variedades mais deformadas são observados forte lenticularização e deformação dos porfiroclastos.

A granada ocorre em grãos xenomórficos, arredondados ou irregulares, apresentando-se, às vezes, fortemente alterada para clorita e limonita.

A maior parte desse agrupamento litológico exibe um forte bandamento composicional, marcado, tanto em escala macro como em seção delgada, pela abundância de *ribbons* quartzosos tipo B1 e B3, de Boullier & Bouchez (1978), evidenciando uma estrutura *flaser*. Intercaladas nos *ribbons* dispõem-se bandas compostas essencialmente pelos alumino-silicatos ou seus equivalentes diaftoríticos (agregados pseudomórficos de mica branca). A granada, quando completamente substituída por mica branca e clorita, pode ocorrer segundo bandas irregulares entremeadas nos *ribbons* quartzosos.

A sillimanita, que normalmente ocorre sob a forma de prismas milimétricos idiomórficos, dispostos em bandas irregulares, pode, igualmente, apresentar-se em cristais individualizados, entremeados nos agregados quartzosos ou ainda substituindo a granada, seja nas bordas seja no interior dos porfiroblastos.

Neste agrupamento litológico nem todas as amostras têm, a rigor, preservada a paragênese diagnóstica de alto grau: quartzo + granada + sillimanita + biotita (titanífera) + cianita. Boa parte dessa associação encontra-se afetada por diversos estágios de diaftorese, com retorno à fácies xisto-verde. O evento metamórfico de alto grau é preservado apenas no par quartzo + granada não diagnóstico, que, reunido aos caracteres litoquímicos, texturais e de relação de campo, levam a classificar esses litótipos como granulitos paraderivados. A retrogressão metamórfica à fácies xisto-verde é denunciada pela formação de muscovita, clorita, pinita e quartzo, e é geralmente ligada à ascendência do bloco de rochas granulíticas aos níveis crustais superiores, através de zonas de cisalhamento, culminando com o aparecimento de uma associação paragenética reequilibrada na fácies xisto-verde baixa, do tipo quartzo + mica branca + clorita.

Esse grupo litológico ocorre extensivamente a norte e NE de Bela Vista, onde delineia conspícuos alinhamentos topográficos, e é atravessado por extensas zonas de cisalhamento, balizadas pela direção E-W, conforme pode-se observar na região da Mata Feia, no ribeirão Aborrecido, no córrego Conceição e no ribeirão Passa Quatro, em contato tectônico com granada granitóides $\gamma 1$ de composição metatonalítica.

Gnaisses quartzo-feldspáticos-granatíferos constituem o segundo agrupamento litológico entre os granulitos paraderivados, destacando-se o termo granada-sillimanita gnaisse, quartzo-feldspático que ocorre de modo transicional com os litótipos definidos anteriormente (sillimanita-granada-quartzo gnaisses), como acontece nos córregos Santa Rita e Mata Feia.

Esse agrupamento litológico inclui uma associação de gnaisses que texturalmente se assemelha aos gnaisses descritos anteriormente, diferenciando-se apenas por possuírem quartzo e plagioclásio em proporções tonalíticas. Sua composição modal está representada na tabela II.2.2.

Tabela II.2.2 – Complexo granulítico-gnaisses quartzo-feldspáticos granatíferos (% estimada)

Nº DA LÂMINA / MINERALOGIA	(CC) 105	(CC) 108C	(CC) 158A	(CV) 96	(CV) 129A	(CV) 132B	(CV) 136	(CV) 147	(CV) 160B	(CV) 161	(CV) 165	(CV) 170	(GM) 03D	(JD) 24	(JD) 27	(JD) 32C
Quartzo	20	23	15	30	30	25	25	35	45	25	60	30	35	26	37	20
Plagioclásio	–	05	08	45	10	15	10	30	15	15	TR	30	30	10	10	25
Microclinio	10	25	10	05	20	30	30	TR	15	–	TR	25	–	25	25	25
Granada	25	15	28	10	25	15	25	20	15	20	–	–	20	25	15	15
Sillimanita	10	–	–	05	05	–	–	–	–	–	–	–	–	03	03	–
Cianita	–	–	–	–	05	–	TR	TR	–	10	–	–	–	03	04	–
Biotita	05	02	03	05	05	10	05	10	05	15	–	05	10	02	03	10
Moscovita/Sericita	15	10	09	TR	TR	TR	TR	TR	TR	10	35	05	TR	03	02	03
Epidoto	–	05	–	–	TR	TR	–	TR	TR	TR	–	–	TR	TR	–	01
Clorita	–	–	20	–	TR	TR	TR	–	TR	TR	–	–	TR	–	–	–
Argilo Mineral	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	01	–	–
Zircão	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Rutilo	TR	02	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	–	TR	01	01	–
Titanita	–	02	–	–	–	TR	TR	TR	–	–	–	TR	–	–	–	TR
Turmalina	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	TR	–
Apatita	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	TR	TR	–	–	TR
Espinélio	TR	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Carbonato	–	TR	–	TR	TR	TR	–	–	–	–	–	–	–	–	–	03
Opacos	05	01	07	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	01	TR	03

Os granada-sillimanita gnaisses quartzo-feldspáticos típicos dessa associação têm cor cinza esverdeado e forte bandamento composicional milonítico. As bandas feldspáticas são predominantes, interrompidas às vezes por *ribbons* de quartzo tipos B1 e B3, de Boullier & Bouchez (1978) (fotomicrografia 2). Nos termos mais deformados e recristalizados, o grande número de *ribbons* de quartzo interrompe a continuidade da mesóstase feldspática, imprimindo à rocha uma estrutura de *flaser* (fotomicrografia 3).

Internamente, nas bandas, o feldspato ocorre em agregados de forma poligonal, com contatos interfaciais regularmente ajustados a 120°. O tamanho médio dos grãos situa-se entre 0,3 e 0,5mm, entretanto, nos casos em que a estrutura *flaser* é mais fortemente desenvolvida, pode ser reduzido a 0,1mm (fotomicrografia 2). Os porfiroclastos remanescentes entre 1 e 3mm não são raros e têm uma composição oligoclásio-andesina antipertítica.

A sillimanita e a cianita ocorrem sob a forma de prismas idiomórficos, paralelizados aos *ribbons*, marcando a foliação milonítica.

A biotita ocorre em palhetas subidiomórficas igualmente orientadas e apresenta pleocroísmo marrom-avermelhado, característico das variedades titaníferas de alta temperatura.

A granada encontra-se sob a forma de porfiroclastos arredondados, contornados por *ribbons* quartzosos, os quais deflectam-se ao redor dos porfiroclastos. Sombras de pressão assimétricas são comumente observadas (fotomicrografia 3). Entre os acessórios destacam-se o zircão e a apatita.

Entre os granulitos paraderivados ocorrem ainda, de modo subordinado, granada quartzitos, gonditos e rochas calcissilicáticas distribuídas em pequenas lentes e inseridas concordantemente junto às rochas supramencionadas.

Localmente, os granada gnaisses/sillimanita-granada gnaisses gradam para granada quartzitos, que exibem espessuras métricas em níveis lenticularizados e boudinados. Apresentam granulação média, textura granoblástica e ocorrem formando conspícuos alinhamentos NW-SE, principalmente no quadrante NW da área.

Intercaladas concordantemente ao "bandamento milonítico" em gnaisses silítico-aluminosos, quartzo granatíferos, ocorrem lentes de gonditos, exibindo cor cinza-escuro, granulação média a grossa, textura granoblástica e estrutura foliada-milonítica. Constituem-se dominantemente por granada, quartzo rutilado, óxidos de manganês e ferro, e cianita. Suas principais ocorrências estão preservadas nas fazendas Calvo e dos Santos, e a NE de Bonfinópolis.

Finalmente, entre os granulitos paraderivados foram encontrados gnaisses calcissilicáticos, no córrego das Lajes, de cor cinza-escuro, com níveis claros entremeados, estrutura bandada, textura granoblástica, constituídos dominantemente por quartzo, clino e ortopiroxênios, granada, tremolita e carbonatos. Dispõem-se em forma lenticularizada e concordante ao bandamento milonítico.

A tremolita, o carbonato e a clorita são produtos retrometamórficos às condições de fácies xisto-verde.

2.2.4 Petrogênese e Litoquímica

2.2.4.1 Granulitos Ortoderivados (APIgaio)

Granulitos Básicos

A natureza ortoderivada dos granulitos máficos é dada por aspectos de feições remanescentes, tais como texturas subofíticas, coroníticas e abundância de plagioclásio complexamente geminado. Essas últimas, segundo diversos autores (*e.g.* Griffin & Heir, 1973), podem ser atribuídas a fenômenos reacionais tardi-magmáticos.

A presença da hornblenda, nos termos texturalmente preservados da granulitização, sugere uma diferenciação magmática comum para a mesma, apesar de sua completa recristalização *a posteriori*, sob condições granulíticas.

A distribuição generalizada de quartzo primário, em quantidade acessória e sub-acessória, indica um caráter toleiítico para o magma original.

De uma maneira geral, são as rochas máficas granulitizadas os elementos que fornecem as melhores informações sobre as condições de P/T, bem como sobre as relações paragenéticas operantes no âmbito do Complexo Granulítico.

A paragênese inicial ortopiroxênio + clinopiroxênio + plagioclásio + hornblenda-1 (marrom avermelhado) ± quartzo granada, representa como vimos, a composição primária, pré-metamorfismo, do *pluton* máfico-ultramáfico, cristalizado sob condições de P/T da fácies granulito.

O evento metamórfico regional atuante sobre esses protólitos foi responsável pela recristalização da paragênese metamórfica principal: ortopiroxênio + clinopiroxênio + plagioclásio + hornblenda-2 (verde-escuro) ± biotita (avermelhada) ± quartzo ± granada.

A recristalização do ortopiroxênio em seqüências máficas é aceita universalmente como diagnóstica da fácies granulito regional (*e.g. Turner & Verhoogen, 1960; de Waard, 1965; Hyndmann, 1972; Miyashiro, 1973; entre outros).*

Embora seja assunto bastante controverso, é possível discutir-se o significado da paragênese metamórfica representativa regionalmente.

A observação microscópica das fases reequilibradas permite sugerir uma reação do tipo:

1) Hornblenda + biotita + quartzo = hiperstênio + feldspato potássico + plagioclásio + H_2O.

Essa reação, segundo Winkler (1977), marca a passagem da fácies anfibolito alto para granulito.

Para aqueles protólitos não portadores de biotita, a

reação mais indicada seria, ainda segundo Winkler (1977):

2) Hornblenda + quartzo = hiperstênio + clinopiroxênio + plagioclásio + H_2O.

As presentes reações, por serem contínuas, permitem que tanto reagentes quanto produtos possam coexistir em equilíbrio, dentro de um mesmo intervalo de P/T, no caso o da fácies granulito inferior. Dessa forma, feições texturais de desequilíbrio entre as fases, como a hornblenda manteando o piroxênio, são esperadas, não havendo necessidade de invocar-se um evento retrometamórfico da fácies anfibolito, superposto ao evento granulítico. De maneira assemelhada, as feições texturais de equilíbrio entre hornblenda e hiperstênio (por exemplo) são também perfeitamente previsíveis.

Em função disto, vale mais uma vez salientar que a simples presença de hornblenda verde-oliva englobando o ortopiroxênio, não significa, necessariamente, um evento retrometamórfico superposto, a menos que existam outros parâmetros que corroborem essa evidência e que não foram identificados nas lâminas analisadas.

Essa observação é pertinente porque existem na literatura nacional numerosos trabalhos sobre segmentos de cinturões granulíticos, especialmente no Cinturão Granulítico Atlântico (de Fyfe & Leonardos,1973), onde granulitos são caracterizados como polifásicos, com a fácies anfibolito alta, superposta (*e.g.* Choudhuri *et al.*,1978) em Minas Gerais: ou, ao contrário, com a fácies granulito superposta a rochas metamórficas da fácies anfibolito (Costa & Marchetto,1978) no Rio de Janeiro. Em outras regiões, como parece ser o caso da presente área, a mineralogia pré-granulitização pode ser interpretada como primária, magmática, e o evento metamórfico superposto diretamente na fácies granulito, conforme detalhado em casos semelhantes (Silva & Dias, 1981) em Santa Catarina, e no sul da Bahia, (Barbosa, 1986), ambos em segmentos distintos do Cinturão Granulítico Atlântico.

A ausência sistemática de feldspato potássico em todas as lâminas analisadas de unidade metagábrica seria explicada pela perda (metassomática) do potássio, que teria migrado para níveis mais rasos durante o desenvolvimento da reação (1) anteriormente admitida.

A reação (2) está ligada à formação do clinopiroxênio metamórfico em protólitos desprovidos do mesmo.

Relativamente a aspectos geobarométricos, a associação clinopiroxênio + plagioclásio, comumente encontrada nos metabasitos, é indicativa de condições de média P/T (8/10kbar e 700°C), segundo Green & Ringwood (1967) e Winkler (1977).

A reação característica das condições de média P/T seria: ortopiroxênio + plagioclásio = clinopiroxênio + granada + quartzo.

Por ser também contínua, a ocorrência de reagentes e produtos é comumente encontrada no mesmo cinturão. Desta forma, Winkler (1977), chama a atenção para o fato de que a predominância da paragênese clinopiroxênio + granada (almandina) sobre ortopiroxênio + plagioclásio não indica, por si só, pressão mais alta a uma temperatura constante, mas, alternativamente, pode significar um abaixamento da temperatura à pressão constante.

Relativamente à geobarometria das rochas máficas granulitizadas, a notória presença de hiperstênio rico em Al_2O_3 de forte pleocroísmo róseo, é outro elemento diagnóstico das condições de média P/T (Miyashiro,1973).

Com base em Raith & Raase (1986), a associação mineral descrita acima pode também, ser indicativa do desenvolvimento de uma assembléia anidra da fácies hiperstênio granulito de média pressão (6-8kbar) e temperatura de 700° a 800°C, sendo as condições mais próximas de formação dos granulitos ora estudados.

Durante os estágios tectônicos subsequentes, o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) foi sucessivamente empurrado, através de zonas de cisalhamento contracional aos níveis crustais superiores, com decréscimo de temperatura e aumento da fugacidade de água no sistema, onde anfibólios foram formados às expensas de piroxênios. O movimento progressivo deste bloco crustal inferior culmina por atingir os níveis mais superiores da crosta, onde se encontra fatiado e fortemente imbricado, com rochas da Supra-Estrutura (Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa), reequilibrado parcialmente na fácies xisto-verde.

A tabela II.2.3 é uma tentativa de representação das relações entre formação mineral e metamorfismo para os principais grupos de granulitos identificados. Ilustra o caráter polimetamórfico da associação, caracterizada pela recristalização sob condições retrometamórficas da paragênese actinolita, clorita, epídoto, quartzo e bastita, na fácies xisto- verde baixa.

O diagrama da tabela II.2.3 ilustra igualmente o *gap* da fácies anfibolito na área.

Gnaisses Enderbíticos e Charno-Enderbíticos: O número restrito de lâminas de granitóides hiperstênicos, que permitiu a caracterização da série charnockítica, foi insuficiente para o aprofundamento da questão petrogenética dos charnockitos locais.

Além disso, a recristalização avançada da paragênese, (desenvolvendo gnaisses blastomiloníticos cujas texturas pré-tectônicas foram obliteradas) é outro fator limitante de um enfoque mais aprofundado sobre a gênese desse grupo, ao contrário do que ocorre em folhas vizinhas (Goiânia, Anápolis e Jaraguá), onde as texturas magmáticas parcialmente preservadas permitiram a caracterização segura da natureza magmática, conforme entendimento corrente na literatura internacional (*e.g.* Newton & Hansen, 1983), para associações similares em diversos contextos geológicos.

A paragênese representativa das condições de recristalização (blastomilonitização) é dada por: quartzo + hiperstênio + plagioclásio + hornblenda ± clinopiroxênio ± feldspato potássico. Tal paragênese é universalmente aceita como diagnóstica de condições

Tabela II.2.3 — Polimetamorfismo na seqüência granulítica: Evolução mineral retrogressiva.

	Fácies Metamórfica	Granulito Baixo (HB - Granulito)	Anfibolito (Não observado)	Xistos - verdes Baixo
t				
Metabasitos	Ortopiroxênio			
	Clinopiroxênio		-------	
	Espinélio		-------	
	Granada		----------	
	Biotita	marrom - avermelhado	marrom	marrom - claro
	Plagioclásio	Labradorita - Andesina	Andesina - Oligoclásio	Albita
	Hornblenda	pardo - avermelhado / verde - oliva	verde	verde - claro
	Actinolita			
	Bastita			
	Clorita		?	
	Quartzo			
Aluminosos	Espinélio			
	Sillimanita		-------	
	Granada			
	Feldspato - K	Ortoclásio	?	Microclínio
	Plagioclásio	Andesina -	Oligoclásio	Albita
	Biotita	marrom - avermelhado		
	Cianita		- - ?	
	Muscovita			
	Clorita		? - -	
	Bastita			?
	Quartzo			
Cálcio - Silicatados	Ortopiroxênio			
	Clinopiroxênio			
	Granada			
	Hornblenda	parda		Actinolita
	Flogopita			
	Plagioclásio			
	Clorita			
	Epidoto			
	Quartzo			

metamórficas da fácies granulito em seqüências quartzo-feldspáticas (*e.g.* Turner & Verhoogen, 1960; de Waard, 1965; Hyndmann, 1972; e Miyashiro, 1973).

Os acessórios incluem principalmente zircão, apatita, além de opacos.

As feições microtexturais supramencionadas (mesóstase granoblástica poligonal, porfiroclastos com bordas subgranuladas e deformações intracristalinas, trilhas de máficos com forte disposição planar orientada–foliação de fluxo – *ribbons* de quartzo, entre outros) são indicadores de um processo de deformação de geometria não coaxial, sob condições dúcteis (cisalhamento simples).

A evolução textural desses granulitos aponta para o rearranjo final dos gnaisses milonitizados, que consta de um período de microgranulação mecânica, associado à recristalização sin-tectônica, seguida de uma recristalização pós-tectônica, estática, conforme sugerem as texturas poligonais (Spry,1969; Higgins,1971; Sibbson,1977).

As mesmas texturas planares, como os *ribbons*, devem ser interpretadas a partir de recristalização pós-tectônica, sob condições de altas temperaturas e pressão confinantes. As fitas características podem ser consideradas como herança de uma pretérita estrutura de fluxo milonítico. A orientação reticular e dimensional dos cristais individuais, com alongação maior na direção do comprimento das fitas, são devidas ao recozimento pós-tectônico (Spry,1969; Boullier & Bouchez,1978).

Pelo tratamento litoquímico, as amostras de rochas metabásicas/metaultrabásicas dessa unidade (Tabela II.2.4) quando plotadas nos diagramas de Kuno (1968), que discrimina o somatório de alcális (K_2O + Na_2O) *versus* SiO_2 (figura II.2.4) e de Kuno (1967), que relaciona o conteúdo dos próprios alcális entre si (K_2O *versus* Na_2O), figura II.2.5, ratificam o caráter de basaltos toleíticos como magma original dessa unidade.

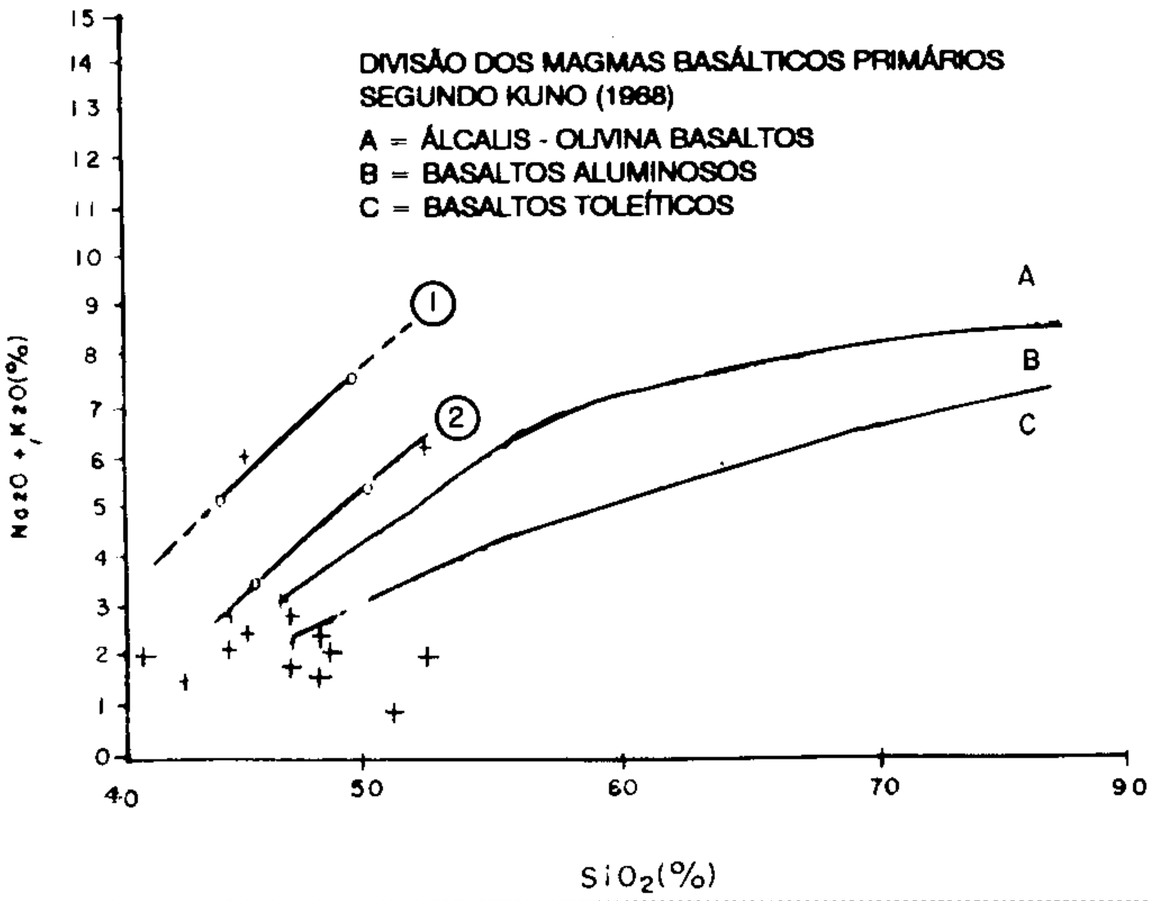


Figura II.2.4 – Diagrama somatório dos álcalis *versus* sílica, aplicado por Kuno (1968), MacDonald e Matsura (1964) e Irvine e Barragar (1971), na caracterização química dos magmas basálticos primários. Granulitos básicos – APIgaio.

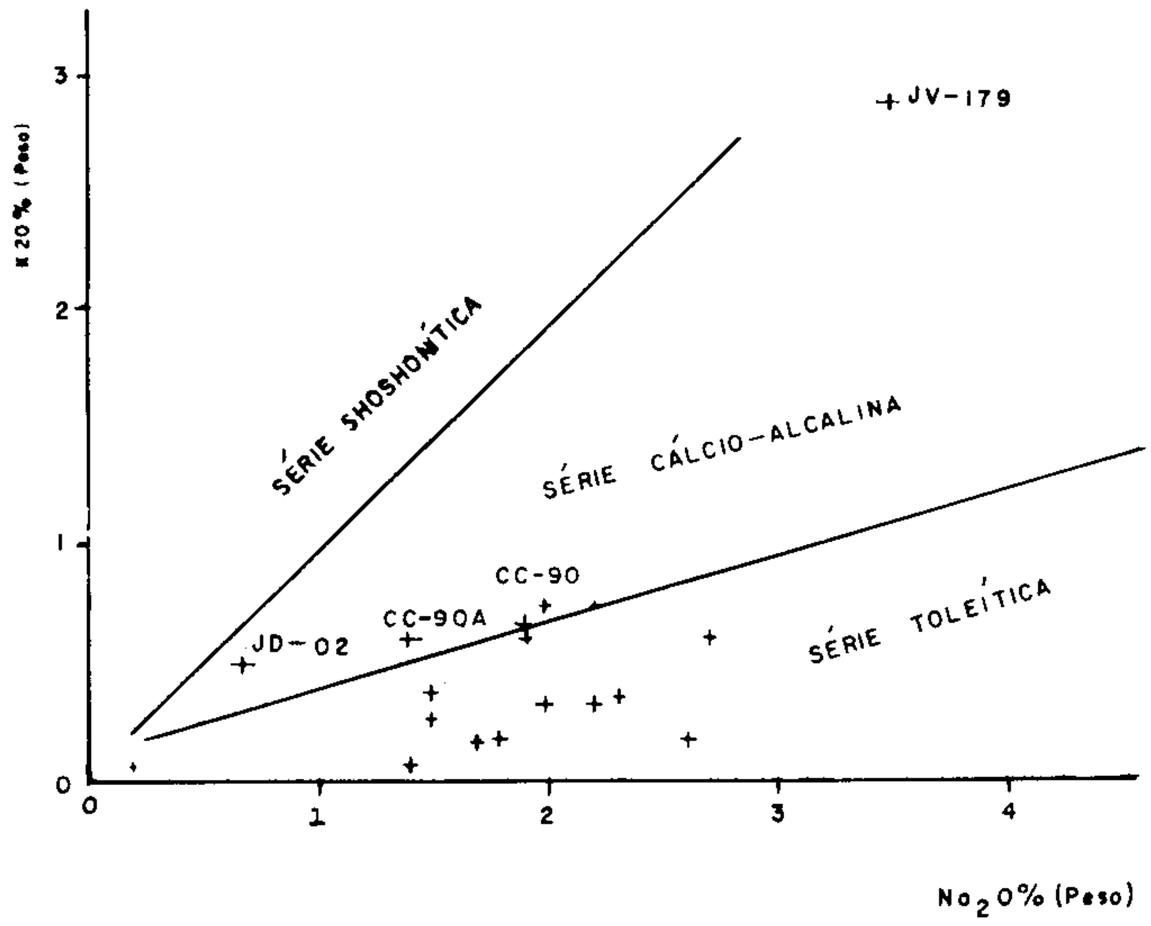


Figura II.2.5 – Diagrama K_2O *versus* Na_2O de Kuno (1967), indicando as principais divisões das rochas vulcânicas. Granulitos básicos – APIgaio.

O diagrama da figura II.2.6, IS *versus* $FeO + Fe_2O_3$, de Kuno (1968), onde $IS = MgOx100/(FeO + Fe_2O_3 + MgO + Na_2O + K_2O)$, corrobora o caráter toleiítico das amostras em questão, onde a maioria plota o campo da série pigeonítica.

Com base no diagrama triangular AFM, de Irvine & Baragar (1971) (figura II.2.7), diagnosticou-se também um caráter toleiítico para essa unidade, com leve tendência a calcialcalina. Já o diagrama CaO-MgO-Al_2O_3 de Viljoen & Viljoen (1969) e Arndt *et al.* (1977) – figura II.2.8 – evidenciou que todas as amostras analisadas desse agrupamento litológico concentraram-se no campo dos toleítos puros, refutando uma provável filiação komatiítica.

A análise de elementos mais imóveis, como no diagrama de Nb/Y *versus* Zr/P_2O_5, de Floyd & Winchester (1975)– figura II.2.9 – ratifica o caráter toleiítico já definido nos diagramas anteriores.

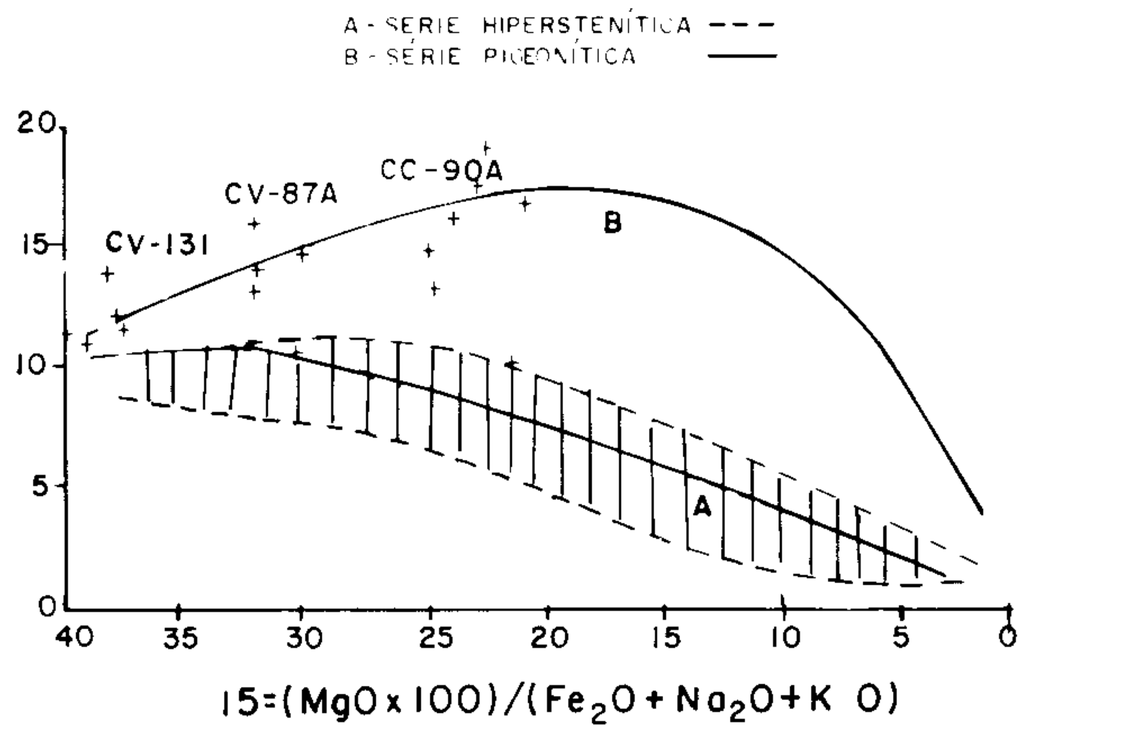


Figura II.2.6 – Diagrama IS *versus* $FeO + Fe_2O_3$, de Kuno (1968), mostrando os campos dos basaltos das séries hiperstenítica e pigeonítica. Granulitos básicos – APIgaio.

Tabela II.2.4 - Dados Químicos dos Granulíticos Básicos - GRAOB.

AMOSTRAS	JV-R-179	JD-52	CV-R-087	CV-R-169	CC-R-90	CC-R-90A	CC-R-109	CC-R-109 F	CV-129C	CV-131	JD-02	JD-12B	JD-28	JD-32A	JD-32B	JD-35	JD-92	JD-94A	JD-95	JV-R-222	JV-R-210
ÓXIDOS																					
SiO_2	52,00	48,30	48,10	53,00	45,70	41,00	45,50	47,70	48,60	43,40	51,50	45,70	45,40	47,20	45,00	47,20	47,10	47,10	45,10	46,60	45,00
Al_2O_3	18,00	14,20	13,20	13,10	14,20	16,10	14,20	5,20	15,60	16,10	14,20	16,10	15,10	11,30	11,30	13,70	13,20	15,10	15,10	19,80	21,70
Fe_2O_3	4,40	2,60	1,80	4,40	2,80	8,50	5,00	4,40	3,70	7,20	2,10	4,10	2,50	5,00	4,20	2,80	4,90	2,30	4,20	2,20	2,20
FeO	5,20	8,70	14,50	8,60	11,40	8,70	9,70	7,30	6,10	6,70	12,70	6,30	10,80	7,00	8,80	8,20	11,20	9,40	8,10	16,90	14,90
MnO	0,13	0,19	0,19	0,18	0,23	0,23	0,29	0,15	0,14	0,19	0,24	0,14	0,21	0,15	0,17	0,19	0,23	0,17	0,21	0,35	0,40
MgO	2,90	8,20	7,90	5,00	7,50	5,50	5,90	22,80	9,40	9,50	6,60	6,70	7,10	8,60	13,70	8,10	5,80	9,50	9,60	6,20	5,00
CaO	5,50	13,30	10,90	0,40	11,00	8,70	10,70	5,90	12,80	10,70	8,50	8,10	11,60	15,80	11,40	15,80	10,00	11,10	12,30	2,20	3,40
Na_2O	3,50	2,20	1,40	1,90	2,00	1,40	2,70	0,19	1,50	1,50	0,67	2,70	2,30	2,00	1,90	1,70	2,20	2,60	1,80	1,50	2,90
K_2O	2,90	0,31	0,07	0,65	0,73	0,61	0,61	0,07	0,39	0,26	0,48	4,10	0,36	0,32	0,60	0,18	0,73	0,17	0,19	1,70	0,97
TiO_2	2,10	1,30	1,20	2,40	3,10	3,80	3,30	0,73	1,10	1,60	2,10	2,70	3,10	1,60	1,60	1,20	2,70	1,80	1,20	1,60	1,20
P_2O_5	0,89	0,13	0,11	0,77	0,27	0,31	0,31	0,19	0,15	0,13	0,20	1,80	0,36	0,12	0,17	0,11	0,37	0,20	0,17	0,09	0,08
P.F.	0,70	0,40	0,10	0,90	0,10	0,50	0,30	0,30	0,70	3,00	0,30	0,90	0,50	0,60	0,90	0,50	1,30	0,40	1,70	0,00	1,70
UMIDADE	0,40	0,10	0,07	0,30	0,00	0,11	0,00	0,04	0,30	0,40	0,10	0,20	0,30	0,10	0,30	0,20	0,10	0,20	0,30	0,30	0,20
TOTAL	98,62	99,93	99,54	99,6	99,03	95,46	98,51	94,97	100,48	100,68	99,69	99,54	99,63	99,79	100,04	99,88	99,83	100,04	99,97	99,44	99,65
ELEMENTOS TRAÇOS																					
Cu	–	80,00	160,00	–	50,00	125,00	25,00	110,00	–	–	30,00	20,00	145,00	70,00	65,00	80,00	135,00	2,50	85,00	–	–
Pb	–	–	10,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn	–	–	110,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Co	–	55,00	–	–	40,00	45,00	60,00	100,00	–	–	55,00	35,00	60,00	65,00	80,00	50,00	60,00	65,00	55,00	–	–
Ni	40,00	85,00	–	50,00	40,00	40,00	115,00	1.250,00	–	–	65,00	45,00	75,00	260,00	520,00	80,00	55,00	85,00	105,00	40,00	80,00
Sr	1.428,57	–	–	328,00	129,00	100,00	238,00		–	–	189,00	1.428,57	118,00	248,00	149,00	125,00	–	–	–	143,00	264,00
Nb	5,00	–	18,00	15,00	5,00	5,00	17,00	26,00 5,00	–	–	5,00	5,00	7,00	5,00	5,00	5,00	–	–	–	27,00	7,00
Zr	72,00	–	10,00	310,00	197,00	263,00	162,00	67,00	–	–	81,00	15,00	179,00	22,00	62,00	40,00	–	–	–	376,00	234,00
Y	25,00	–	0,00	58,00	52,00	43,00	25,00	32,00	–	–	48,00	40,00	32,00	27,00	19,00	29,00	–	–	–	52,00	80,00
Rb	–	–	6,31	–	5,00	5,00	5,00	5,00	–	–	5,00	124,00	5,00	5,00	5,00	5,00	–	–	–	–	48,00
Ce	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20,62	234,30	32,72	13,28	17,28	8,38	–	–	–	–	–
W	–	2,80	–	–	2,80	2,80	–	–	–	–	4,00	4,00	2,80	2,80	2,80	4,00	4,00	2,80	2,80	–	–
Cr	–	350,00	–	–	100,00	125,00	425,00	1.250,00	–	–	150,00	75,00	150,00	625,00	1.050,00	325,00	75,00	450,00	375,00	–	–
V	–	340,00	–	–	360,00	440,00	280,00	120,00	–	–	380,00	220,00	300,00	220,00	220,00	300,00	360,00	280,00	260,00	–	–
Ba	–	1.900,00	–	–	220,00	280,00	720,00	680,00	–	–	1,250,00	5.500,00	1.500,0	1.150,00	1.400,00	1.600,00	2.050,00	2.400,00	3.000,00	–	–
Ti	1,25		0,72	1,44	1,86	2,28	1,98	0,44	–	–			0							0,96	0,72
Nb/Y	0,20	779,00	–	0,26	0,10	0,12	0,68	0,16	–	–	1,26	1,62	1,86	0,96	0,96	0,72	1,62	1,08	0,72	0,52	0,09
		–									0,10	0,13	0,22	0,19	0,26	0,17	–	–	–		
Y/Nb	5,00	–	–	3,87	10,40	8,60	1,47	6,40	–	–	9,60	8,00	4,57	5,40	3,80	5,80	–	–	–	1,93	11,43
Zr/Y	2,88	–	–	5,34	3,79	6,12	6,48	2,09	–	–	1,69	0,38	5,59	0,81	3,26	1,38	–	–	–	7,23	2,93

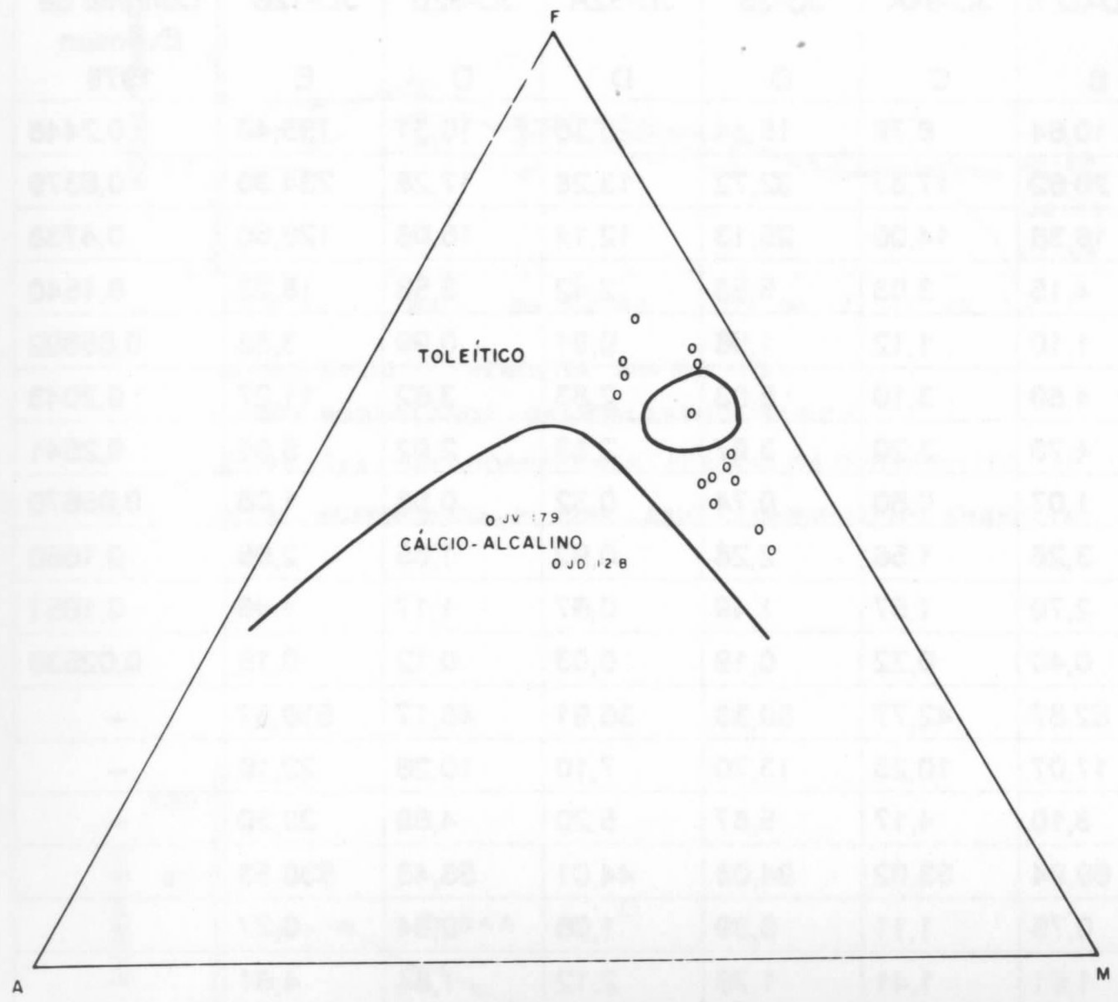


Figura II.2.7 – Diagrama A–F–M com *trend* e campos toleítico e calcialcalino, segundo Irvine e Barragar (1971), para as rochas vulcânicas. Granulitos básicos – APlgai$_o$.

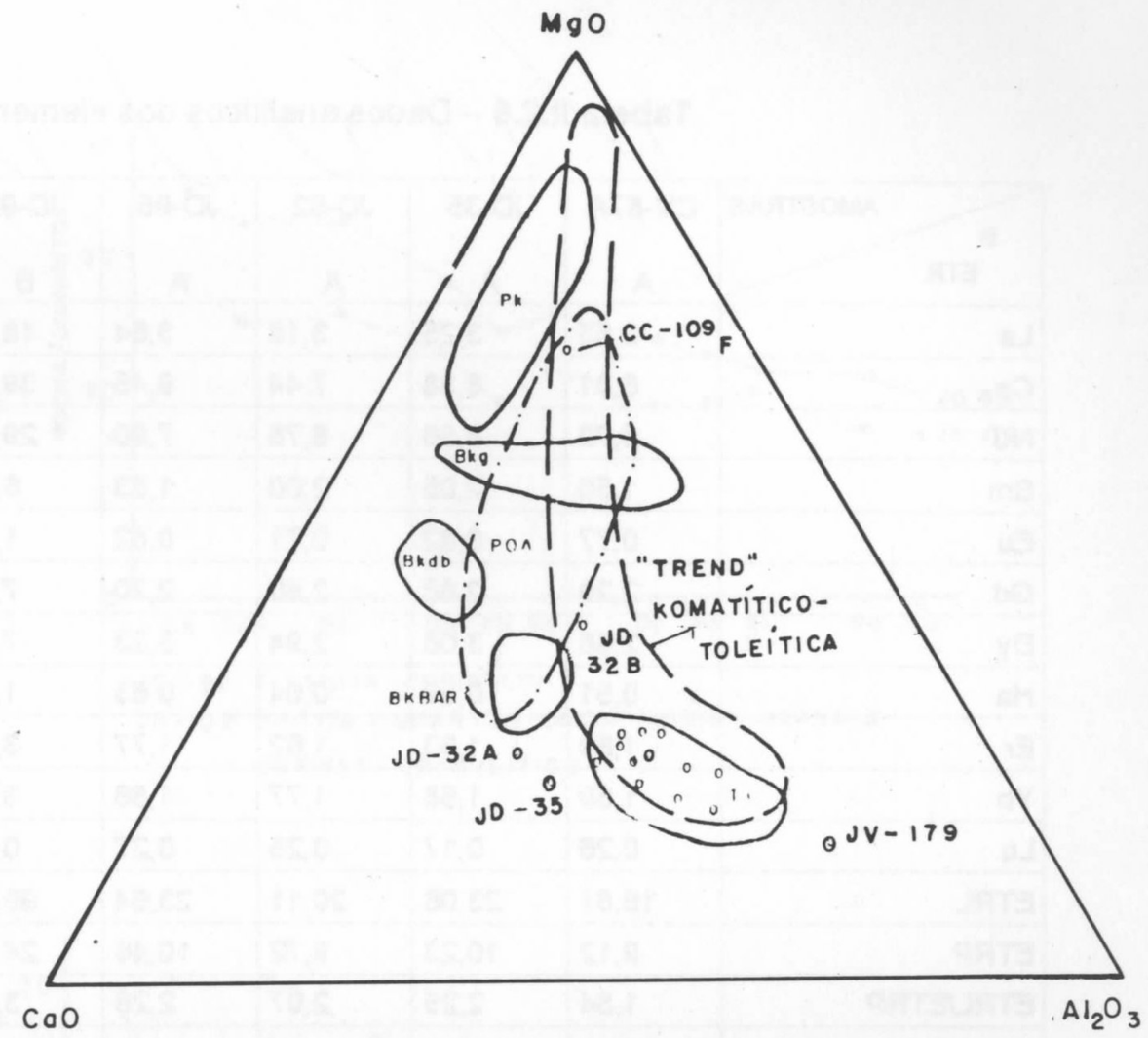


Figura II.2.9 – Diagrama Nb/Y *versus* Zr/P_2O_5 de Floyd e Winchester, 1975. Granulitos básicos – APlgai$_o$.

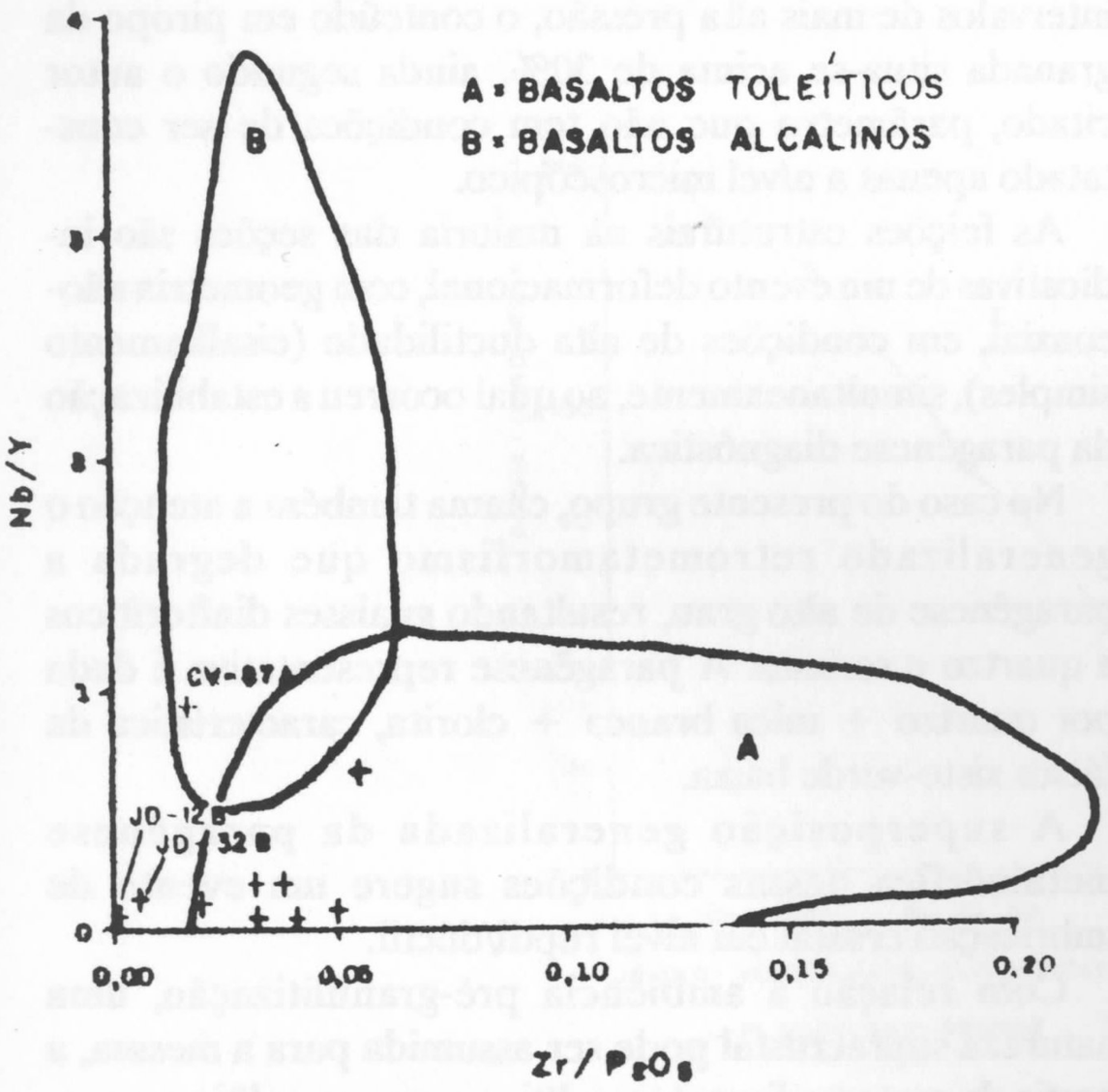


Figura II.2.8 – Diagrama CaO–Al_2O_3–MgO, segundo Viljoen & Viljoen, 1969 e Arndt *et alii* , 1977, *in*: Condie, 1981, p.71. Granulitos Básicos – APlgai$_o$.

Em termos da distribuição das terras-raras, as amostras de metagabróides e anfibolitos granulitizados, quando normalizadas segundo o padrão condrito de Eversen (1978), revelaram dois grupos predominantes bem distintos, o primeiro dado por quatro amostras que, entre os granulitos básicos, são as que mostraram os menores somatórios de elementos de terras-raras (ETR), variando de um mínimo de 26 a um máximo de 34 (tabela II.2.5). Por outro lado, observa-se que não há quase fracionamento das terras-raras, uma vez que as curvas da figura II.2.10A são praticamente horizontais, confirmadas pelas relações (La/Yb)n e ETRL/ETRP. A relação Eu/Eu*, em torno de 1, comporta-se de maneira inerte, sem enriquecimento ou depleção. Estas características são bastante semelhantes quando comparadas àquelas definidas para os toleiítos depletados arqueanos (DAT) – TH1, de Condie (1981), tabela II.2.6, similares aos MORB modernos.

O segundo grupo de amostras de rochas metagabróides/piroxênio hornblenditos revelou maior enriquecimento em elementos de terras-raras, com somatório dos ETR variando de um mínimo de 44 a um máximo de 94 (tabela II.2.5). As curvas normalizadas segundo o padrão condrito de Eversen (1978), representadas na figura II.2.10D, mostram um forte enriquecimento em ETRL (elementos de terras-raras leves) e fracionamento geral dos lantanídeos. Este fracionamento está bem caracterizado também pela razão La/Yb, que variou de 8,8 (mínimo) a 12,18 (máximo). Essas características assemelham-se bastante aos toleiítos arqueanos enriquecidos (EAT) – TH2, de Condie (1981),

Tabela II.2.5 – Dados analíticos dos elementos de terras raras dos granulitos básicos - APIgaio.

AMOSTRAS / ETR	CV-87A	JD-35	JD-52	JD-95	JD-92	JD-02	JD-94A	JD-28	JD-32A	JD-32B	JD-12B	Condrito de Evensen
	A	A	A	A	B	B	C	D	D	D	E	1978
La	2,53	3,25	3,18	3,64	18,19	10,64	6,79	15,44	8,16	10,31	133,40	0,2446
Ce	6,31	8,38	7,44	9,45	39,15	20,62	17,83	32,72	13,28	17,28	234,30	0,6379
Nd	5,70	8,56	6,78	7,90	29,54	16,36	14,00	25,13	12,14	16,06	126,60	0,4738
Sm	1,50	2,05	2,00	1,83	6,66	4,15	3,03	5,53	2,42	3,53	18,22	0,1540
Eu	0,77	0,82	0,71	0,82	1,74	1,10	1,12	1,56	0,91	0,99	3,85	0,05802
Gd	2,29	2,88	2,50	2,70	7,00	4,89	3,10	5,03	2,83	3,62	11,27	0,2043
Dy	2,68	3,08	2,94	3,23	7,42	4,73	3,20	3,97	2,33	2,92	5,55	0,2541
Ha	0,51	0,59	0,64	0,63	1,49	1,07	0,60	0,74	0,32	0,58	1,08	0,05670
Er	1,69	1,93	1,62	1,77	3,94	3,28	1,56	2,28	0,92	1,85	2,65	0,1660
Yb	1,69	1,58	1,77	1,86	3,77	2,70	1,57	1,49	0,67	1,17	1,46	0,1651
Lu	0,26	0,17	0,25	0,27	0,51	0,40	0,22	0,19	0,03	0,12	0,15	0,02539
ETRL	16,81	23,06	20,11	23,64	95,28	52,87	42,77	80,38	36,91	48,17	516,37	–
ETRP	9,12	10,23	9,72	10,46	24,13	17,07	10,25	13,70	7,10	10,26	22,16	–
ETRL/ETRP	1,84	2,25	2,07	2,26	3,95	3,10	4,17	5,87	5,20	4,69	23,30	–
ETR TOTAL	25,93	33,29	29,83	34,10	119,41	69,94	53,02	94,08	44,01	58,43	538,53	–
Eu/Eu*	1,27	1,30	0,97	1,13	0,77	0,75	1,11	0,89	1,06	0,84	0,77	–
(La/Sm) N	1,06	1,00	1,00	1,25	1,72	1,61	1,41	1,76	2,12	1,84	4,61	–
(Yb/Gd) N	0,91	0,68	0,88	0,85	0,67	0,68	0,63	0,37	0,29	0,40	0,16	–
La/Yb	1,50	2,06	1,80	1,96	4,82	3,94	4,32	10,36	12,18	8,81	91,37	–
(La/Yb) N	1,01	1,39	1,21	1,32	3,26	2,66	2,92	6,99	8,22	5,95	61,67	–
(Ce/Sm) N	1,02	0,99	0,90	1,25	1,42	1,20	1,42	1,43	1,32	1,18	3,10	–
(La/Lu) N	1,01	1,98	1,32	1,40	3,70	2,76	3,20	8,44	28,33	8,92	92,31	–
(Ce/Yb) N	0,97	1,37	1,09	1,31	2,69	1,98	2,94	5,68	5,13	3,82	41,53	–

cuja composição é comparada aos toleiítos de arcos de ilha, com leve tendência a calcialcalino, tipo ambiente da margem continental ativa.

2.2.4.2 Granulitos Paraderivados (APIgaip)

– Gnaisses Sílico-Aluminosos, Quartzo-Granatíferos (Sillimanita-Granada-Quartzo Gnaisses) – sua paragênese típica é dada por quartzo + sillimanita + granada + biotita (titanífera), que caracteriza o grau alto de metamorfismo regional (Winkler, 1977), em seqüências silícico-aluminosas (pelíticas). A presença de espinélio (hercinita) em uma das lâminas também está de acordo com o alto grau metamórfico alcançado. Corresponde ao que especificamente na literatura indiana é tratado como rochas do grau da sillimanita. Seu campo de estabilidade é o da fácies anfibolito superior, transição para a fácies granulito, embora possa transgredir esse limite e ocorrer como paragênese estável em todo o intervalo da fácies granulito. Por esse motivo, gnaisses granatíferos são cartografados geralmente em associação a granulitos *stricto sensu.*

Por outro lado, a presença da cianita como polimorfo aluminoso estável, bem como o equilíbrio da paragênese cianita + granada, pode ocorrer desde o intervalo inferior da fácies anfibolito até a fácies granulito (Miyashiro,1973 & Winkler,1977), embora, na fácies granulito o polimorfo aluminoso mais comum seja a sillimanita em lugar da cianita (Miyashiro,1973). A presença do par cianita + granada indica o intervalo superior de pressão da série de fácies de média P/T (Barrowiana), de Miyashiro. Nesses intervalos de mais alta pressão, o conteúdo em piropo da granada situa-se acima de 30%, ainda segundo o autor citado, parâmetro que não tem condições de ser constatado apenas a nível microscópico.

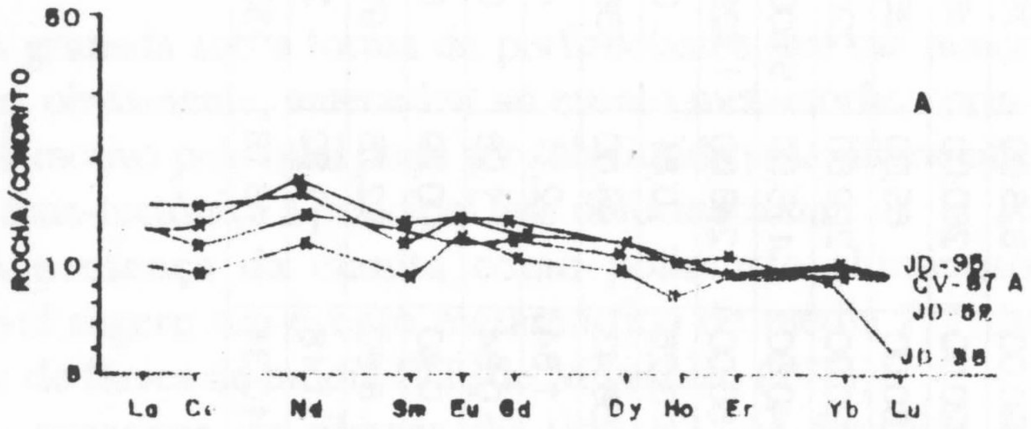
As feições estruturais na maioria das seções são indicativas de um evento deformacional, com geometria não-coaxial, em condições de alta ductilidade (cisalhamento simples), simultaneamente, ao qual ocorreu a estabilização da paragênese diagnóstica.

No caso do presente grupo, chama também a atenção o generalizado retrometamorfismo que degrada a paragênese de alto grau, resultando gnaisses diaftoríticos a quartzo e sericita. A paragênese representativa é dada por quartzo + mica branca + clorita, característica da fácies xisto-verde baixa.

A superposição generalizada da paragênese metamórfica nessas condições sugere um evento de imbricação crustal em nível rúptil/dúctil.

Com relação à ambiência pré-granulitização, uma natureza supracrustal pode ser assumida para a mesma, a partir de metassedimentos pelíticos e arenopelíticos.

– **Granada-Sillimanita-Quartzo Gnaisses - Feldspáticos** – Sua paragênese recristalizada típica é dada por quartzo + plagioclásio (andesina) + sillimanita + cianita + biotita (titanífera), que é representativa de grau alto do metamorfismo.

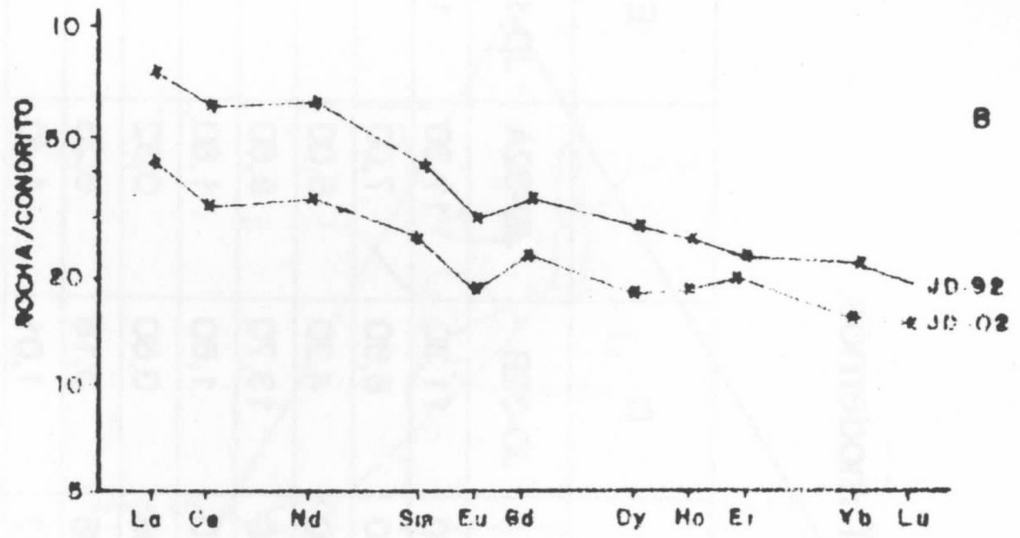


JD-95: EPIDOTO-TREMOLITA ANFIBOLITO

CV-67A HORNBLENDA GRANOBLASTITO BÁSICO

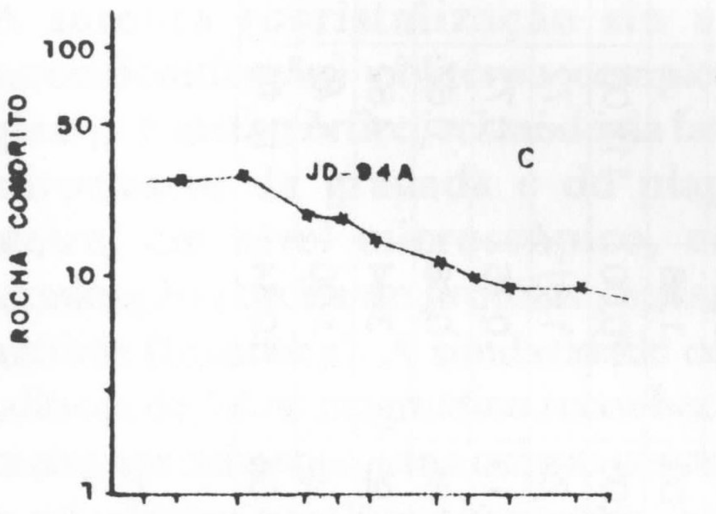
JD-52: Cpx-Opx-HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO GRANULITO

JD-35: HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO-CLINOPIROXÊNIO GRANULITO

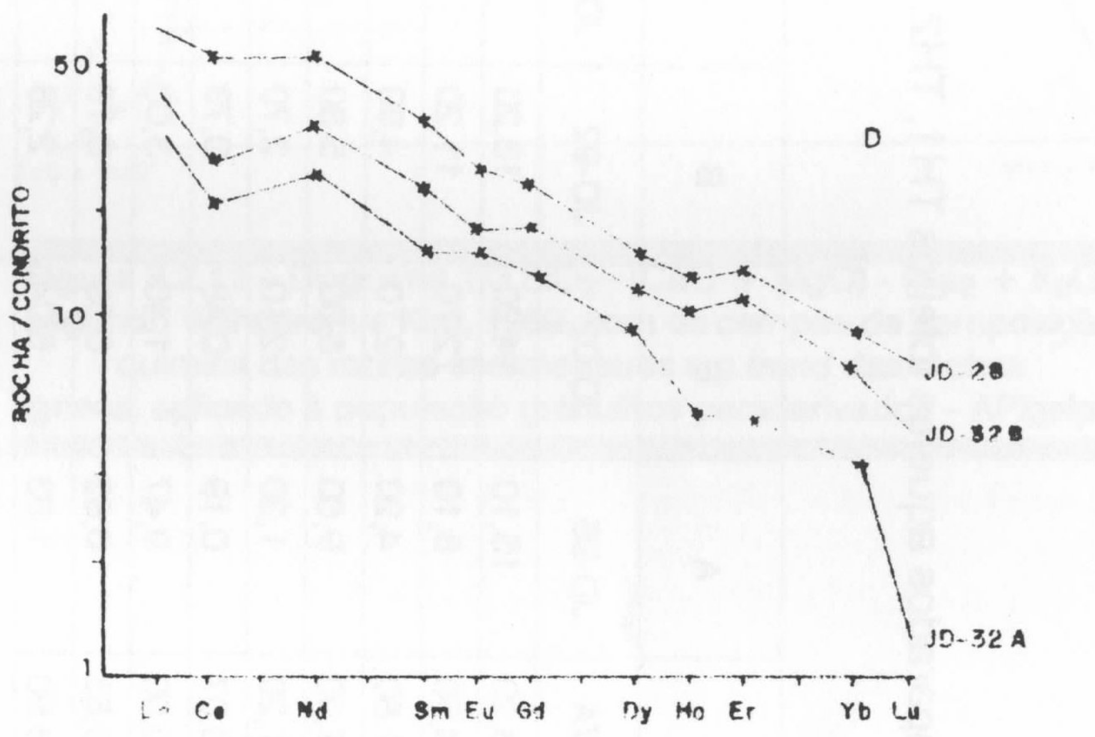


JD-92 TITANITA-ANFIBÓLIO

JD-02: BIOTITA-QUARTZO-ORTOPIROXÊNIO-GRANADA GNAISSE GRANULÍTICO



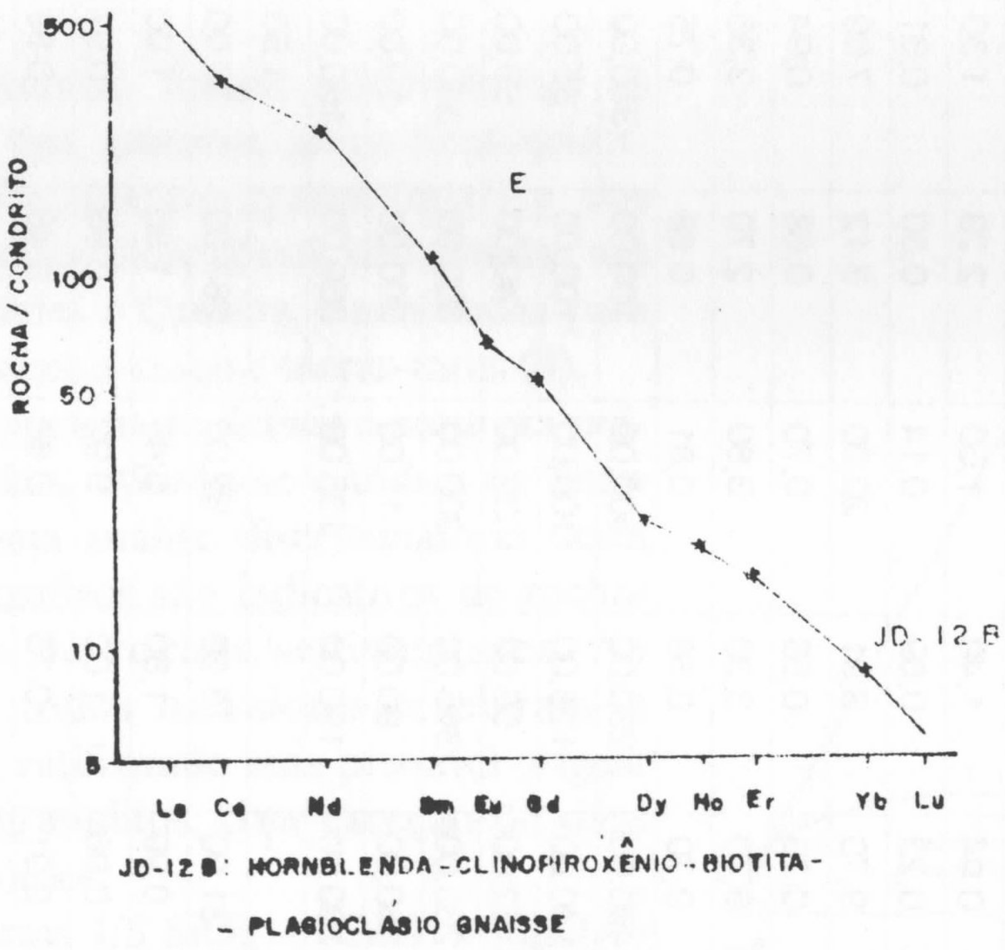
JD-94A: CLINOPIROXÊNIO-ORTOPIROXÊNIO-HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO GRANULITO (MILONITO)



JD-28: ORTOPIROXÊNIO-HORNBLENDA-CLINOPIROXÊNIO-PLAGIOCLÁSIO GRANULITO (METAGABRO)

JD-32B: ORTOPIROXÊNIO-PLAGIOCLÁSIO-CLINOPIROXÊNIO-HORNBLENDA GRANULITO (METAPIROXÊNIO-HORNBLENDITO)

JD-32A: HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO-CLINOPIROXÊNIO-GRANULITO



JD-12B: HORNBLENDA-CLINOPIROXÊNIO-BIOTITA-PLAGIOCLÁSIO GNAISSE

Figura II.2.10 – Aranhogramas dos elementos de terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito de Evensen (1978), conforme os valores apresentados na tabela1; amostras da Unidade Granulitos Básicos – APlgaip

Tabela II.2.6 – Dados químicos dos granulitos básicos – APIgaio, comparados aqueles toleítos TH1, TH2, MORB e RIFT modernos.

AMOSTRAS / PARÂMETROS QUÍMICOS	TH1	TH2	MORB MODERNO	RIFT MODERNO	A	A	A	A	B	B	C	D	D		E
					JD-52	JD-35	CV-87A	JD-95	JD-02	JD-92	JD-94A	JD-28	JD-32B	JD-32A	JD-128
Al_2O_3*	15,50	15,20	16,00	14,30	14,20	13,70	13,20	15,10	14,20	13,20	15,10	15,10	11,30	11,30	16,10
FeO	9,26	9,17	7,50	9,30	8,70	0,20	14,50	8,10	12,70	11,20	9,40	10,80	8,80	7,00	6,30
Fe_2O_3	1,63	2,80	2,00	3,50	2,60	2,80	1,80	4,20	2,10	4,90	2,30	2,50	4,20	5,00	4,10
MgO	7,53	6,82	7,50	5,90	8,20	8,10	7,90	9,60	6,60	5,80	9,50	7,10	13,70	8,60	6,70
TiO_2	0,94	1,49	1,50	2,20	1,30	1,20	1,20	1,20	2,10	2,70	1,80	3,10	1,60	1,60	2,70
K_2O	0,22	0,69	0,14	0,80	0,31	0,18	0,07	0,19	0,48	0,73	0,17	0,36	0,60	0,32	4,10
Na_2O/K_2O	9,70	3,91	20,00	3,12	7,09	9,40	20,00	9,47	1,40	3,00	15,29	6,38	3,16	6,25	0,66
CaO/Al_2O_3	0,75	0,58	0,70	0,68	0,94	1,15	0,83	0,82	0,59	0,76	0,73	0,7	1,01	1,40	0,50
FeO/Fe_2O_3	5,70	3,30	3,80	2,70	3,35	2,93	8,50	1,93	6,04	2,28	4,09	4,32	2,09	1,40	1,54
MgO/FeO Total	0,70	0,58	0,81	0,68	0,75	0,76	0,49	0,76	0,44	0,36	0,83	0,54	1,09	0,75	0,64
Cr**	490,00	250,00	300,00	100,00	350,00	325,00	300,00	500,00	200,00	75,00	450,00	150,00	1.050,00	625,00	75,00
Ni	140,00	125,00	100,00	100,00	85,00	80,00	100,00	105,00	70,00	55,00	185,00	75,00	520,00	260,00	45,00
Co	52,00	55,00	32,00	40,00	55,00	50,00	–	55,00	55,00	60,00	55,00	60,00	80,00	65,00	35,00
V	260,00	365,00	300,00	300,00	340,00	300,00	–	260,00	380,00	360,00	280,00	300,00	220,00	220,00	220,00
Ba	80,00	90,00	11,00	200,00	19,00	14,00	14,00	30,00	30,00	2.050,00	20,00	150,00	140,00	115,00	5.500,00
Sr	100,00	190,00	135,00	350,00	150,00	125,00	70,00	100,00	300,00	–	300,00	118,00	150,00	248,00	1.428,00
Zr/Y	–	–	–	–	1,50	1,38	1,80	1,00	1,68	–	1,50	5,60	3,26	0,81	0,38
TR total	31,00	78,20	52,00	287,00	30,00	33,00	25,00	34,00	70,00	119,00	53,00	94,00	58,43	44,00	538,00
(La/Gd) N***	0,99	1,80	0,49	1,80	1,00	0,99	1,06	1,25	1,61	1,72	1,41	1,75	1,84	2,11	4,61
Eu/Eu*	0,96	1,00	0,92	0,85	0,97	1,03	1,27	1,13	0,75	0,77	1,11	0,89	0,84	1,06	0,77
(Yb/Gd) N	0,91	0,73	0,60	0,48	0,88	0,68	0,91	0,85	0,68	0,67	0,63	0,37	0,40	0,29	0,16
La/Yb	1,89	10,80	1,16	10,36	1,79	2,05	1,49	1,95	3,94	4,82	4,32	10,36	8,80	12,18	91,37
(Ce/Sm) N	–	–	–	–	0,90	0,98	1,01	1,25	1,20	1,42	1,42	1,43	1,18	1,32	3,10
La	3,60	13	3,5	27,00	3,18	3,25	2,53	3,64	10,64	18,19	6,79	15,44	10,31	8,16	133,00

* – Dados dos óxidos são % em peso

** – Os teores de elementos traço foram medidos quantitativamente pelo processo de absorção atômica (AA)

A granada sob a forma de porfiroclastos, em sua maior parte, obviamente, antecedeu ao evento metamórfico principal, motivo pelo qual pode ser substituída pela sillimanita, que é sin-tectônica à principal fase deformacional.

A presença da cianita como polimorfo aluminoso estável sugere um evento metamórfico de média P/T da série de fácies de média P/T, de Miyashiro (1973).

A presença de *ribbons* do tipo B3, de Boullier & Bouchez(1978), bem como a intensiva poligonização, sugere a interveniência de um evento tardio pós-tectônico *(annealing)*.

A peculiaridade da proporção granítica (tonalítica) de quartzo e feldspato permitiu distinguir esses gnaisses daqueles detalhados no item anterior, exclusivamente quartzosos e seguramente de derivação supracrustal.

A intensa recristalização sin a pós-tectônica (blastomilonitização) obliterou completamente o *fabric* original pré-metamórfico, restando da fase original apenas porfiroclastos da granada e do plagioclásio. Dessa maneira, em nível microscópico, não é possível a determinação precisa do protólito, apesar da composição granitóide (tonalítica). A similaridade com alguns termos tonalíticos de *fabric* magmático reconhecido sugere, numa primeira aproximação, uma origem comum, especialmente com relação aos tonalitos aluminosos. Faltam, entretanto, conforme salientado anteriormente, evidências adicionais, seja em nível regional, seja em nível de uma litoquímica fina para a comprovação dessa hipótese. Assim, uma derivação supracrustal, a partir de metassedimentos grauvaqueanos, não pode ser completamente descartada.

Em períodos posteriores à blastomilonitização, a rocha foi submetida a um evento retrometamórfico sob condições da fácies xisto-verde baixa, caracterizada pela paragênese quartzo + mica branca + clorita + epídoto.

Em termos litoquímicos, foram selecionadas 16 amostras no domínio dos gnaisses sílico-aluminosos-granatíferos (sillimanita-quartzo-granatíferos) e dos granada-sillimanita-quartzo-feldspáticos, distribuídas nas folhas Leopoldo de Bulhões e Caraíba, e analisadas para elementos maiores, elementos-traço e terras-raras (8).

Inicialmente, com o objetivo de definir a natureza pré-metamórfica dessas rochas, utilizou-se o índice de Shaw (1971), que consiste numa análise discriminatória desta função, cujos valores positivos são indicativos de rochas ígneas e os negativos de rochas sedimentares. Na população amostrada, todos os valores revelaram-se negativos (tabela II.2.7), ratificando uma provável origem sedimentar para esses granulitos, com exceção de duas amostras que são granitóides.

Aplicando os diagramas 1/3 SiO_2 – (CaO + MgO) – ($Na_2O + K_2O$), (figura II.2.11) e, Al_2O_3 – CaO – (MgO + FeO), (figura II.2.12) as amostras estão relativamente dispersas, embora haja alguma concentração próxima aos campos dos pelitos, arcóseos e ortoquartzitos, descartando a presença de amostra no campo das grauvacas.

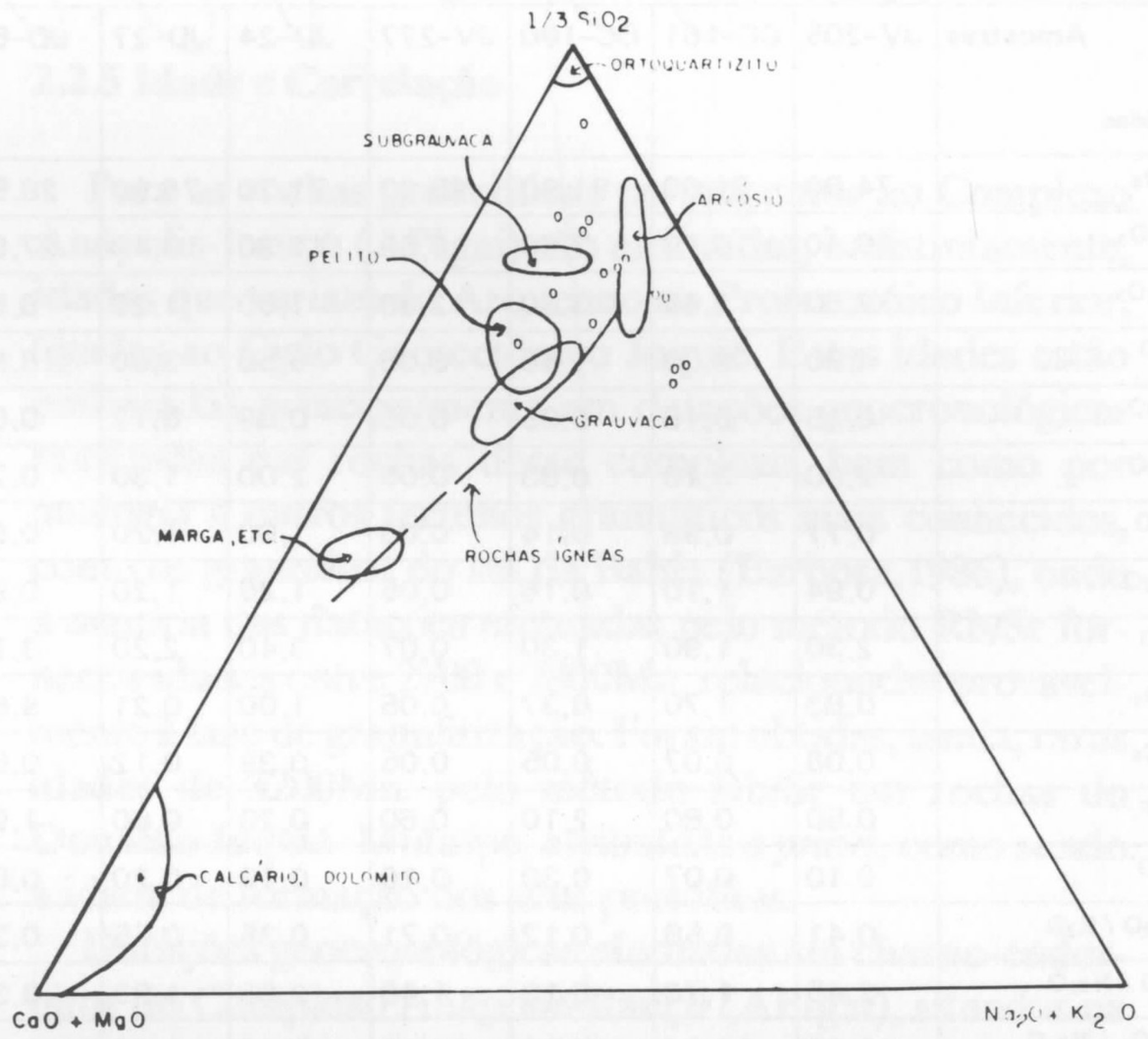


Figura II.2.11 – Diagrama 1/3 SiO_2 - (CaO + MgO) - (Na_2 + K_2O), segundo Wahlstrom e Kim, 1959, com os campos de composição química das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas, aplicado à população granulitos paraderivados – APlgaip.

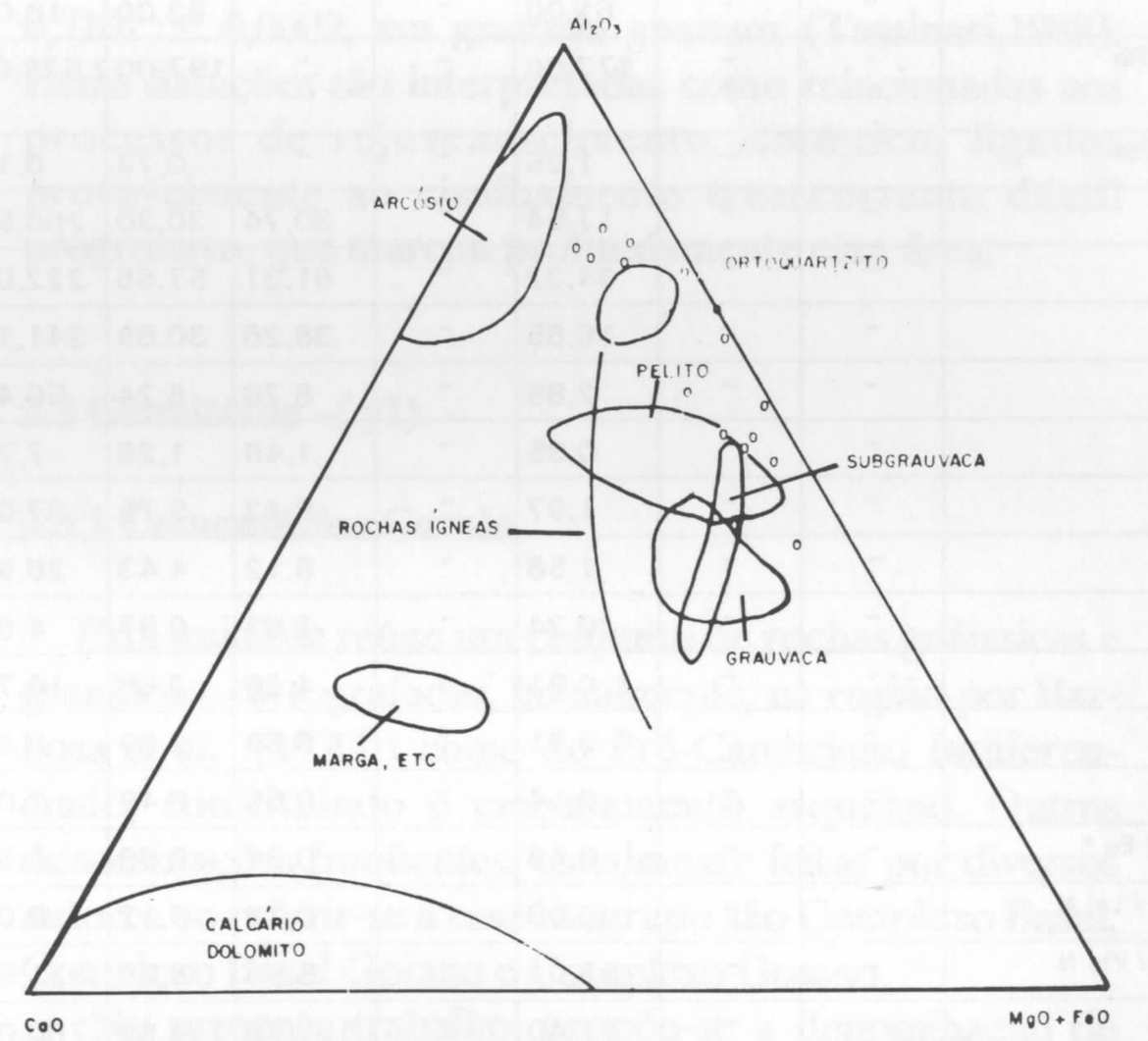


Figura II.2.12 – Diagrama Al_2O_3 – CaO - (MgO + FeO), segundo Wahlstrom e Kim, 1959, com os campos de composição química das rochas sedimentares e o trend das rochas ígneas. Aplicado a população dos granulitos paraderivados – APlgaip.

Tabela II.2.7 – Dados litoquímicos das rochas da unidade granulitos paraderivados – APIgaip

Amostras / Óxidos	JV-205	CC-161	CC-100	JV-277	JD-24	JD-27	JD-51	CV-97	CC-95	CC-132	JD-36	JV-212	CV-132B	JD-32 C	CC-96	CV-141B
SiO_2	74,00	61,60	81,90	95,80	71,70	76,90	28,50	67,50	73,90	65,50	64,80	62,10	67,00	69,20	73,80	70,30
Al_2O_3	10,40	16,10	7,60	0,59	11,30	10,40	27,90	15,10	8,50	16,10	15,10	15,10	15,60	14,20	12,30	14,20
Fe_2O_3	2,60	2,40	3,30	2,30	1,50	1,20	8,80	3,30	1,60	1,50	1,20	1,40	1,50	1,20	0,67	2,20
FeO	4,90	9,00	1,50	0,05	5,50	3,60	16,60	4,20	6,50	5,20	6,80	9,30	2,00	1,60	2,10	2,00
MnO	0,15	0,18	0,05	0,05	0,09	0,12	0,08	0,05	0,21	0,06	0,14	0,18	0,05	0,05	0,03	0,05
MgO	2,00	3,10	0,83	0,05	2,00	1,30	0,70	1,80	2,10	2,00	2,30	3,30	0,82	0,56	0,68	0,99
CaO	0,77	0,98	0,14	0,05	1,00	1,20	0,63	0,14	1,00	0,28	1,70	3,10	1,90	1,80	1,00	0,87
Na_2O	0,94	1,10	0,16	0,05	1,20	1,20	0,94	1,50	1,60	0,88	1,90	1,50	2,60	2,60	1,90	1,30
K_2O	2,30	1,90	1,30	0,07	3,40	2,20	3,10	3,10	0,60	3,60	3,10	1,70	6,30	6,80	5,60	5,30
TiO_2	0,83	1,70	0,37	0,05	1,00	0,21	9,60	0,17	2,50	1,00	1,00	1,60	0,78	0,52	0,42	0,46
P_2O_5	0,08	0,07	0,05	0,05	0,39	0,12	0,51	0,15	0,15	0,05	0,24	0,10	0,43	0,23	0,15	0,20
P. F.	0,50	0,80	2,10	0,60	0,20	0,60	1,90	0,90	1,00	3,40	1,20	0,50	0,80	0,90	0,60	2,20
H_2O^-	0,10	0,07	0,30	0,10	0,10	0,20	0,50	0,40	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,40	0,10	0,40
Na_2O / K_2O	0,41	0,58	0,12	0,71	0,35	0,55	0,30	0,48	2,67	0,24	0,61	0,88	0,41	0,38	0,34	0,25
K_2O / Na_2O	2,45	1,73	8,13	1,40	2,83	1,83	3,30	2,07	0,38	4,09	1,63	1,13	2,42	2,62	2,95	4,08
Al_2O_3 / Na_2O	11,06	14,64	47,50	11,80	9,42	8,67	29,68	10,07	5,31	18,30	7,95	10,07	6,00	5,46	6,47	10,92
FeO / Fe_2O_3	1,88	3,75	0,45	0,02	3,67	3,00	1,89	1,27	4,06	3,47	5,67	6,64	1,33	1,33	3,13	0,91
Fe_2O_3 (t) + MgO	10,11	15,62	5,82	2,41	9,69	6,55	28,17	9,82	11,01	9,35	11,15	15,16	4,57	3,56	3,71	5,44
Q (%)	52,99	36,62	75,47	96,00	44,77	55,73	5,51	41,23	55,09	41,70	31,46	29,60	39,75	23,89	37,90	41,23
D F * *	–6,65	–6,41	–8,20	–10,83	–4,94	–5,10	–1,67	–4,17	–6,82	–4,28	–2,91	–4,86	2,57	2,82	–0,39	–1,52
Co	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni	35,00	40,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Y	33,00	42,00	17,00	–	81,00	49,00	93,00	–	23,00	–	36,00	51,00	–	5,00	47,00	–
Nb	5,00	15,00	5,00	–	5,00	7,00	21,00	–	20,00	–	0,00	22,00	–	16,00	18,00	–
Sr	127,00	87,00	47,00	–	101,00	17,00	54,00	–	67,00	–	96,00	197,00	–	497,00	94,00	–
Zr	312,00	324,00	380,00	–	408,00	420,00	428,00	–	350,00	–	–	413,00	–	562,00	232,00	–
Li	–	–	–	–	8,00	10,00	11,00	–	–	–	–	–	–	24,00	–	–
Rb	–	–	61,00	–	–	93,00	10,00	–	7,00	–	–	100,00	–	338,00	–	–
K / Rb	–	–	177,00	–	–	197,00	2.573,00	–	711,00	–	–	141,00	–	167,00	–	–
Rb /Sr	–	–	1,25	–	–	0,79	0,18	–	0,10	–	–	0,51	–	0,68	–	–
La	–	–	17,54	–	30,74	30,30	266,50	–	24,90	23,98	33,25	–	–	116,40	–	–
Ce	–	–	34,32	–	61,31	57,66	222,00	–	50,67	47,39	64,25	–	–	207,30	–	–
Nd	–	–	16,65	–	38,26	30,69	241,10	–	26,78	22,16	33,78	–	–	85,66	–	–
Sm	–	–	2,89	–	8,76	6,24	50,45	–	5,57	4,00	6,64	–	–	11,24	–	–
Eu	–	–	0,35	–	1,49	1,26	7,78	–	1,30	0,60	1,31	–	–	2,02	–	–
Gd	–	–	1,97	–	8,43	5,75	37,01	–	4,41	3,14	5,62	–	–	4,95	–	–
Dy	–	–	1,58	–	8,12	4,43	26,94	–	3,12	2,28	4,29	–	–	2,00	–	–
Ho	–	–	0,34	–	1,63	0,97	4,62	–	0,62	0,48	1,01	–	–	0,33	–	–
Er	–	–	0,91	–	4,26	2,68	10,73	–	1,40	1,17	2,85	–	–	0,69	–	–
Yb	–	–	0,91	–	3,69	2,39	8,34	–	1,06	1,35	2,69	–	–	0,26	–	–
Lu	–	–	0,14	–	0,55	0,49	1,03	–	0,17	0,21	0,38	–	–	0,05	–	–
Eu / Eu *	–	–	0,43	–	0,52	0,63	0,53	–	0,78	0,50	0,64	–	–	0,72	–	–
(Yb / La) N	–	–	0,08	–	0,18	0,12	0,05	–	0,06	0,08	0,12	–	–	–	–	–
(La / Yb) N	–	–	13,01	–	5,56	8,56	21,57	–	15,86	11,99	8,34	–	–	302,18	–	–
TRL	–	–	71,40	–	138,70	124,89	780,05	–	107,92	97,53	137,92	–	–	420,60	–	–
TRP	–	–	5,85	–	26,68	16,71	88,67	–	10,78	8,63	16,84	–	–	8,28	–	–
TR	–	–	77,60	–	166,87	142,86	876,50	–	120,00	106,76	156,07	–	–	430,90	–	–
TRL / TRP	–	–	4,68	–	2,09	2,84	4,34	–	4,13	4,35	3,17	–	–	23,10	–	–
(Gd / Yb) N	–	–	1,75	–	1,85	1,94	3,59	–	3,36	1,88	1,69	–	–	–	–	–
(La /Lu) N	–	–	13,01	–	5,73	6,42	26,86	–	15,20	11,85	9,08	–	–	236,91	–	–
(Ce / Yb) N	–	–	9,76	–	4,30	6,24	6,89	–	12,37	9,09	6,18	–	–	206,36	–	–

Obs.: Óxidos dos elementos maiores em (%); elementos-traço e terras raras em ppm.

Q(%)* –valor do CIPW

DF** = Índice de Shaw (Shaw, D.M., 1971) = $10,44–0,21SiO_2–0,32$(Fe total)$–0,98MgO + 0,55CaO + 1,46Na_2O + 0,54K_2O$

A confirmação de que a população dos granulitos paraderivados não tem derivação a partir de grauvacas é dada pela ajuda dos triângulos CaO – Na_2O – K_2O e Fe_2O_3 (total) – MgO–TiO_2 de Condie (1967) – figuras II.2.13 e II.2.14. Observa-se também uma certa proveniência desses sedimentos, principalmente a partir de rochas granodioríticas a quartzo-monzoníticas.

Comparando as composições médias das grauvacas e pelitos com as amostras estudadas (tabela II.2.7), observa-se que as razões Na_2O/K_2O e Al_2O_3/Na_2O inclinam-se a favor de uma origem para esses granulitos a partir de pelitos e argilitos.

Visando a estabelecer o provável ambiente geotectônico para deposição desses sedimentos, buscou-se o diagrama SiO_2 *versus* a razão K_2O/Na_2O de Roser & Koush (1986) (figura II.2.15), tendo-se observado que uma parte das amostras plotou-se no campo da margem continental passiva, enquanto a outra situou-se no domínio da margem continental ativa. No sentido de se obter maiores informações sobre a provável ambiência desses sedimentos, buscou-se, com maior sucesso, a ajuda do diagrama de Fe_2O_3 (total) + MgO x TiO_2 (figura II.2.16) de Bhatia (1985), onde observou-se que a população amostrada ocupou, predominantemente, o campo do arco oceânico e orógeno colisional.

Foram selecionadas e analisadas oito amostras entre os granulitos paraderivados para determinação do nível de terras raras, cujos valores analíticos foram lançados em curvas normalizadas pelo padrão condrito de Eversen (1978).

As curvas dispostas no aranhograma da figura II.2.17 contemplam a maior parte da população amostrada (5), e revelam um acentuado fracionamento dos elementos de terras-raras leves (ETRL), com depleção em elementos de terras-raras pesados (ETRP). As razões (La/Yb)n variam entre 5 e 13. Verifica-se ainda uma pronunciada anomalia negativa de európio (Eu/Eu* varia de 0,425 a 0,639). Esses valores são típicos de rochas sedimentares de granulação fina e idade pós-arqueana.

Jakes & Taylor (1974) têm proposto que a depleção de Eu em sedimentos pós-arqueanos (em relação aos sedimentos arqueanos), foi desenvolvida em resposta ao crescimento da crosta continental. Sugerem ainda uma fusão parcial da crosta inferior, resultando um magma granodiorítico que ascenderia às porções superiores da crosta, deixando um resíduo rico em plagioclásio na crosta inferior. Como o plagioclásio retém o európio, este processo, com o decurso do tempo geológico, tornaria a crosta superior depletada em európio, bem como os sedimentos oriundos da erosão dessas rochas (granodioríticas). Isto pode comprovar, em parte, que o processo de granulitização dessa área iniciou-se no Arqueano e evoluiu até os tempos pós-arqueanos (Proterozóico Inferior).

2.2.5 Idade e Correlação

Para as rochas granulíticas pertencentes ao Complexo Anápolis-Itauçú (APIgai) são atribuídas, indistintamente, idades que variam do Arqueano ao Proterozóico Inferior, ligadas ao Ciclo Geotectônico Jequié. Estas idades estão embasadas principalmente em datações geocronológicas realizadas em rochas desse complexo, bem como por analogia a outros terrenos granulíticos mais conhecidos, como os granulitos do sul da Bahia (Barbosa,1986), onde a maioria das datações efetuadas pelo método Rb/Sr forneceu idades entre 2700 e 2800Ma, relacionadas provavelmente à fase de granulitização. Foram obtidas, ainda, raras idades de 3200Ma. pelo método Rb/Sr em rochas do Domínio Jequié–Mutuípe, atribuídas *a priori*, como sendo a idade de formação dos seus protólitos.

Datações geocronológicas efetuadas em charno-enderbitos do Complexo Anápolis-Itauçú (APIgai), situados na Folha Anápolis (contígua à de Leopoldo de Bulhões), revelaram uma isócrona Rb/Sr de 2600–3000Ma (Tassinari,1988).

Ianhez *et al.* (1983) obtiveram através do método Rb/Sr, uma isócrona de 2450Ma., com razão inicial de 0.701, em granulitos bandados da Pedreira Santa Bárbara, saída de Goiânia para Anápolis (BR–060), correspondendo provavelmente à fase de granulitização atuante na área.

Hasui & Almeida (1970) realizaram análises geocronológicas em granulitos félsicos da Folha Nerópolis, onde obtiveram uma isócrona de 950 ± 90Ma., com razão inicial de 0,708 ± 0,001, confirmada pelo levantamento geológico ora efetivado nessa folha, onde foi obtida uma isócrona, pelo método Rb/Sr de 970 ± 24Ma. e razão inicial 0,7102 ± 0,0002, em granada gnaisses (Tassinari,1988). Essas datações são interpretadas como relacionadas aos processos de rejuvenescimento isotópico, ligados provavelmente ao cisalhamento transcorrente dúctil progressivo, que marcou profundamente essa área.

2.3 Granitóide –($\gamma 1$)

2.3.1 Comentários Gerais

Esta unidade reúne um conjunto de rochas gnáissicas e graníticas, cartografadas, inicialmente, na região por Barbosa *et al.* (1970b) como do Pré-Cambriano Indiferenciado, constituindo o embasamento arqueano. Outras denominações freqüentes, usualmente feitas por diversos autores ao referir-se a esse litogrupo são Complexo Basal, Complexo Basal Goiano e Complexo Goiano.

No presente trabalho, propõe-se a denominação de Granitóide $\gamma 1$ para identificar esse tipo de terreno, constituído principalmente por uma geração de granitóides de filiação calcialcalina de baixo potássio (tabela II.2.8), composta de metatonalito/metatonalito aluminoso (tonalitos a granada e sillimanita), com

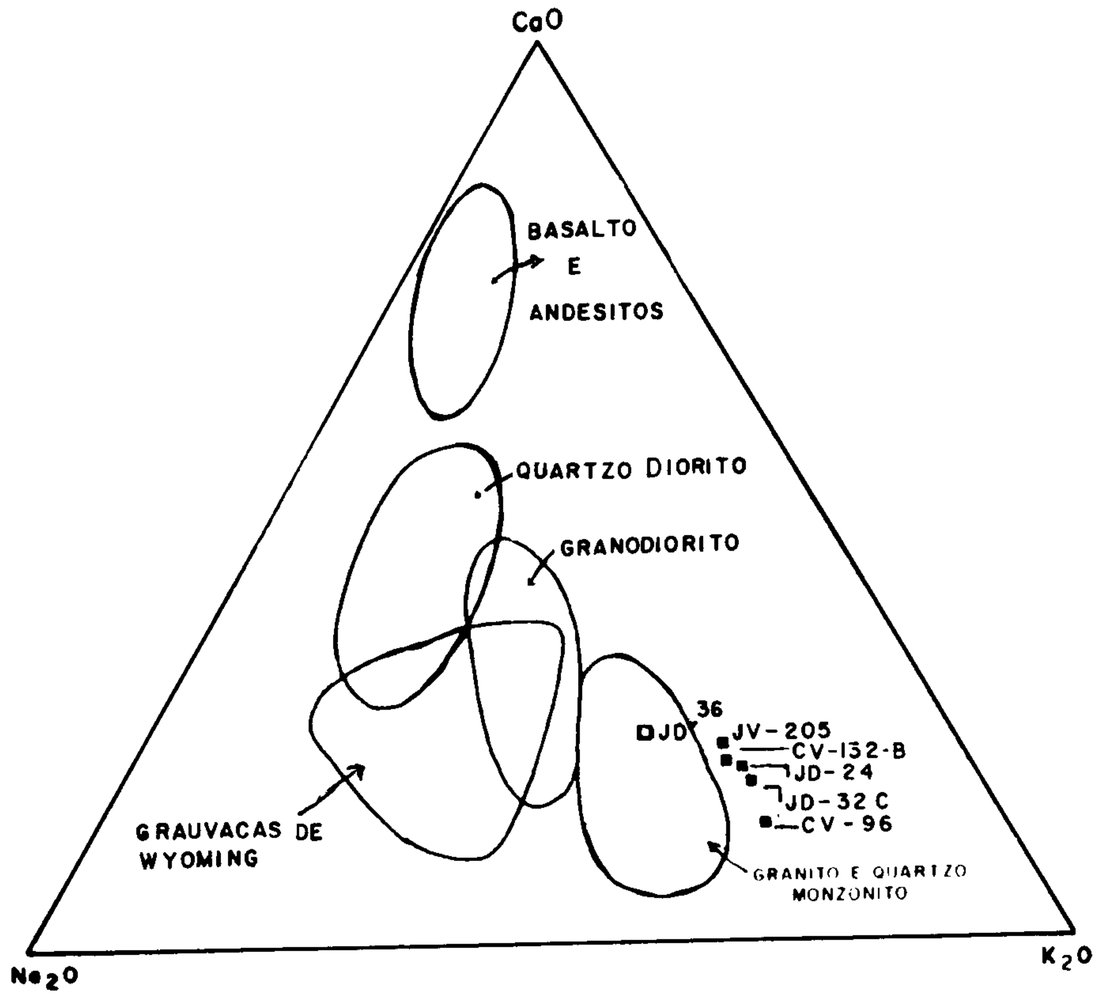


Figura II.2.13 – Diagrama CaO - Na_2O - K_2O, segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das rochas ígneas e das grauvacas de Wyoming. Aplicado aos granulitos paraderivados – APlgaip.

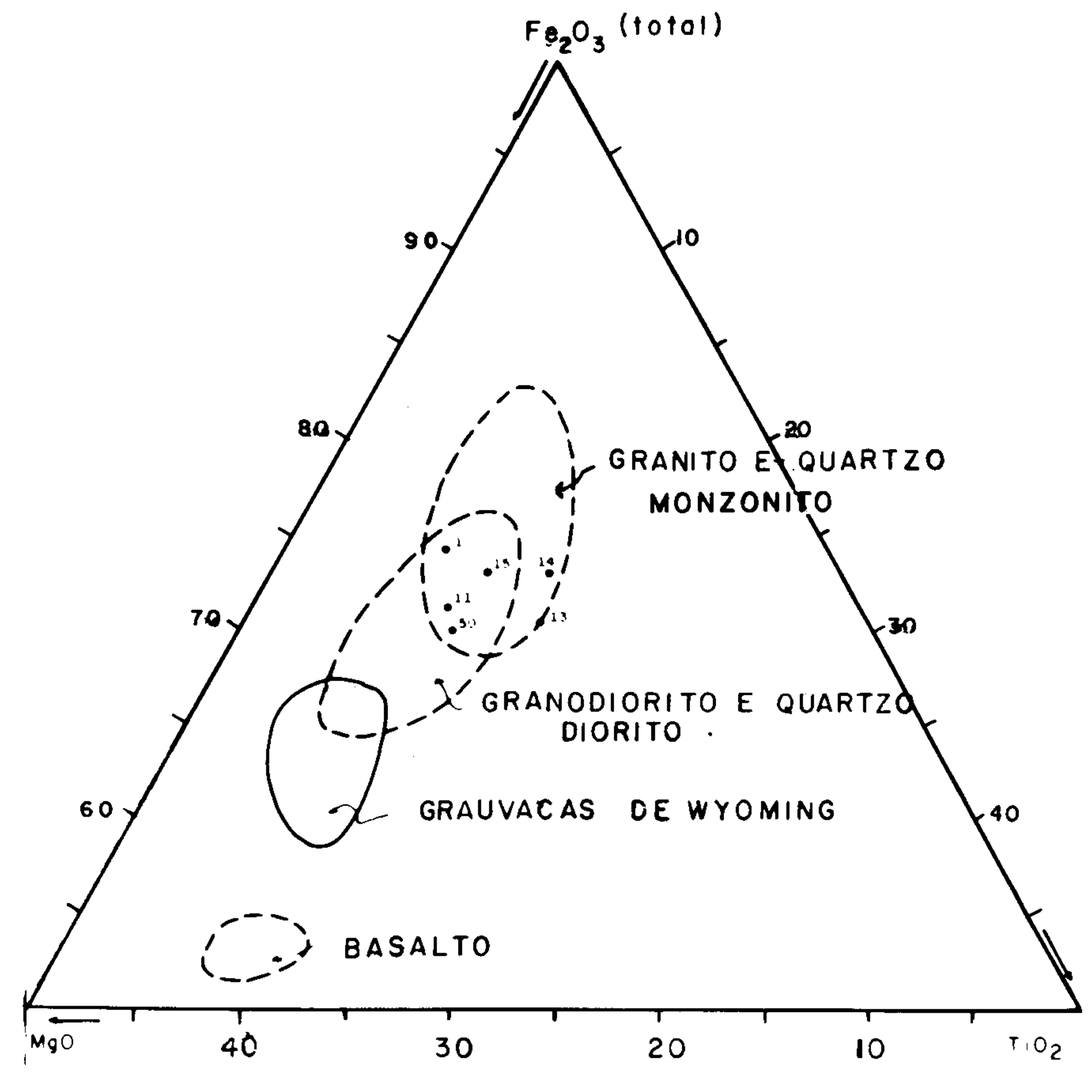


Figura II.2.14 – Diagrama Fe_2O_3 total – TiO_2–MgO, segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das grauvacas de Wyoming e de alguns tipos de rochas ígneas. Aplicado à população granulitos paraderivados – APlgaip.

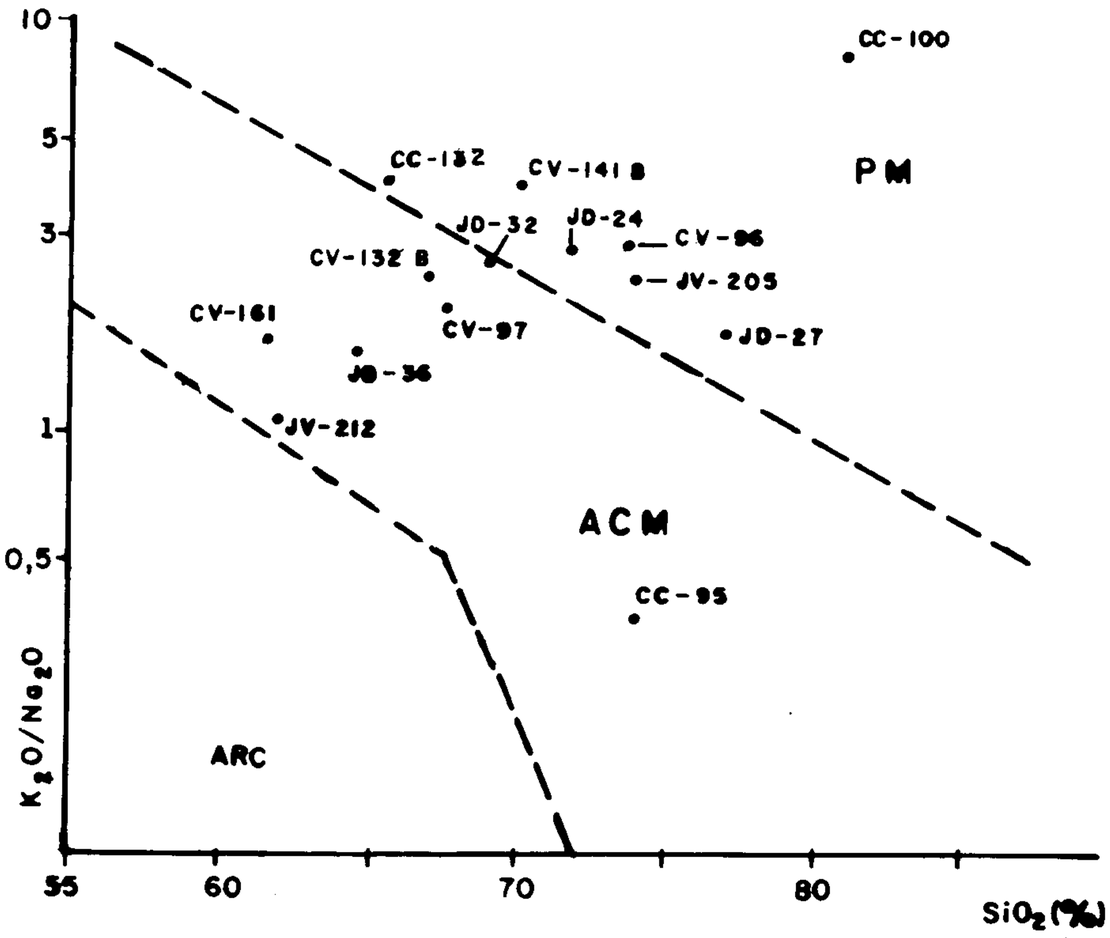


Figura II.2.15 – Diagrama K_2O/Na_2O *versus* SiO_2 (5), segundo Roser e Korsch (1986), para discriminar os ambientes tectônicos de arenitos e argilitos. Aplicado às amostras da unidade granulitos paraderivados – APlgaip.

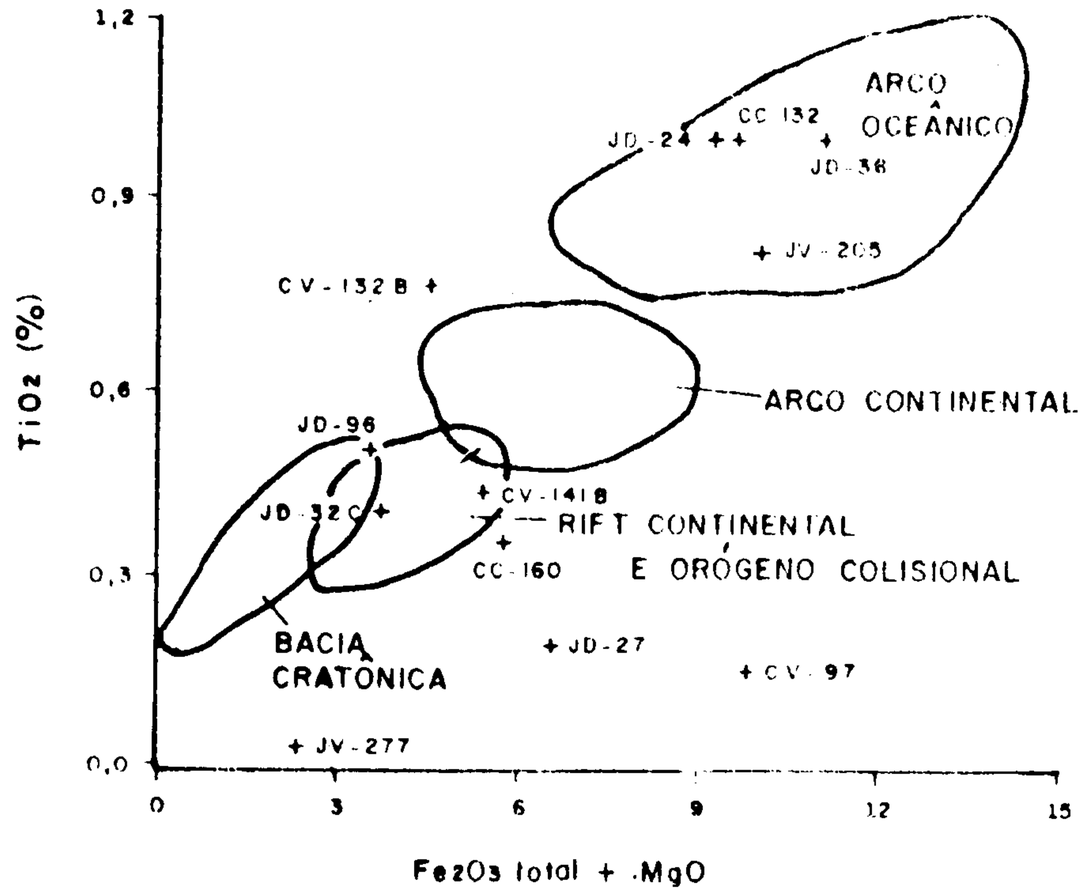


Figura II.2.16 – Diagrama TiO_2 (5) *versus* Fe_2O_3 total + MgO, segundo Bhatia (1985), para discriminar os ambientes geotectônicos de rochas sedimentares. Aplicado às amostras da unidade granulitos paraderivados – APlgaip.

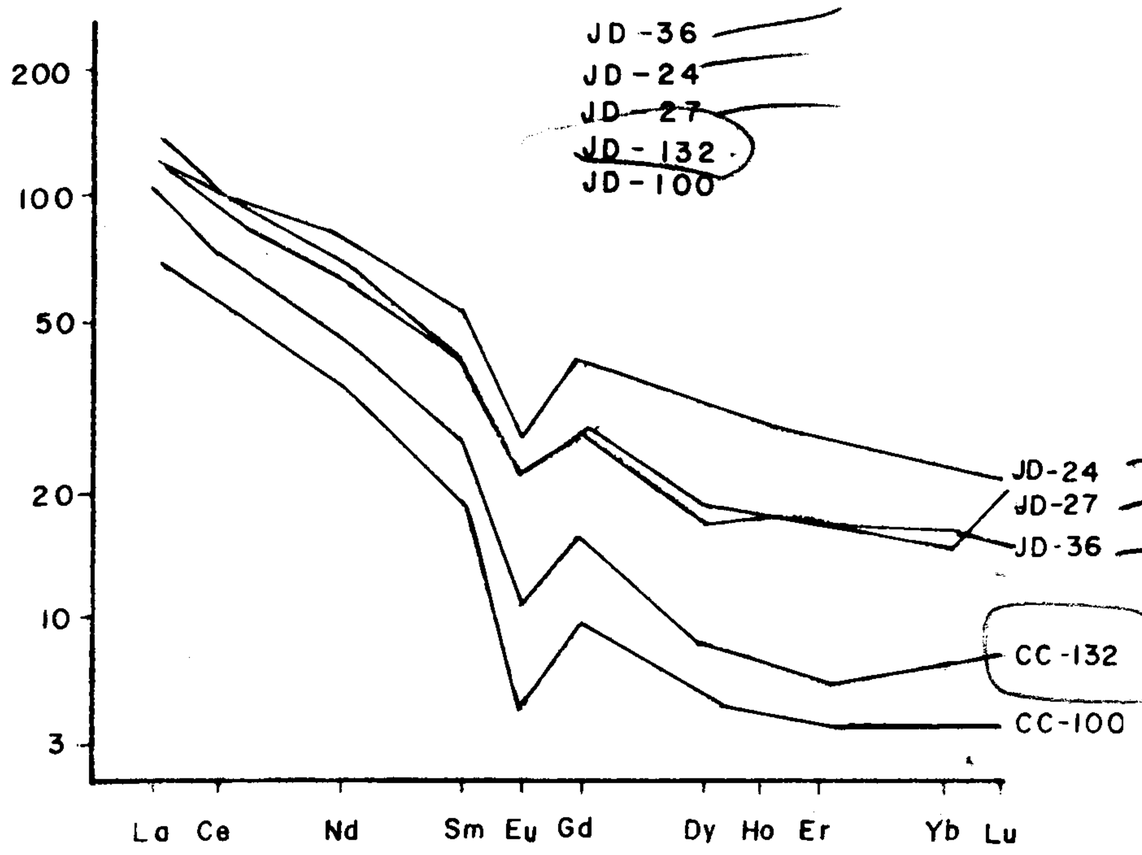


Figura II.2.17 – Padrões dos elementos de terras-raras (ETR), normalizados segundo o padrão condrito C1 de Evensen (1978), aplicados à população dos granulitos paradrivados – APlgaip.

variações locais para metagranito e granodiorito, que encerram no seu bojo restos de rochas supracrustais milonitizadas.

Essas rochas portam, geralmente, um bandamento milonítico, gerado pela transposição de foliação, onde sobressai uma expressiva foliação milonítica, subverticalizada, contendo uma proeminente lineação de estiramento mineral, enquanto raramente observa-se bandamento oriundo de segregação metamórfica.

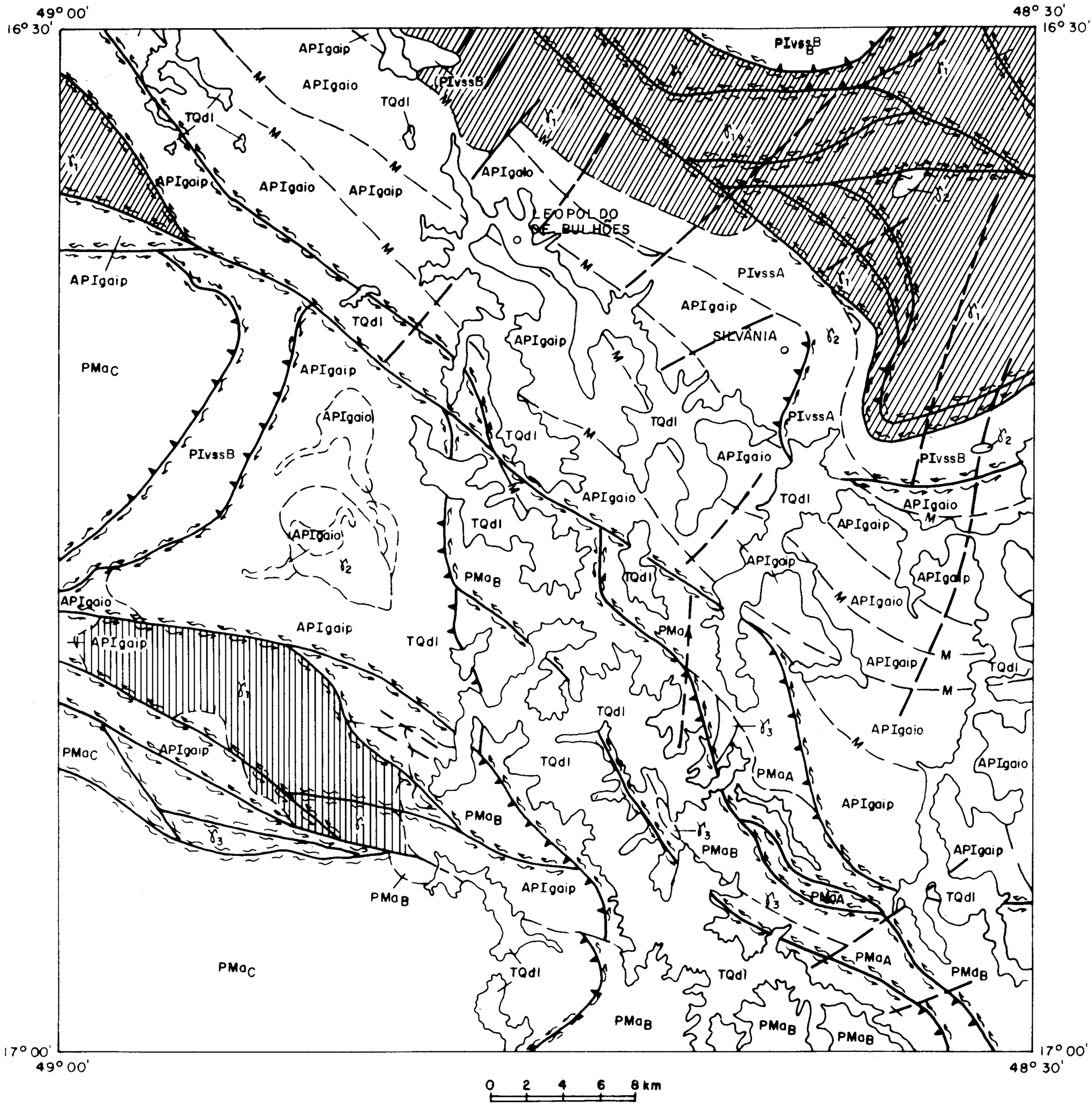
2.3.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Esses granitóides acham-se expostos principalmente ao norte de Silvânia e de Leopoldo de Bulhões, nos córregos Barro Amarelo e Jataí, e norte de Bela Vista de Goiás, formando extensas faixas alongadas na direção E-W e ESE-WNW, balizadas pelas zonas de cisalhamento dos ribeirões Escondido e da Mata Feia (figura II.2.18).

No domínio desses terrenos desenvolveu-se um espesso latossolo, sendo raros os locais de boa exposição.

TABELA II.2.8 – Caracterização dos granitóides

GRANITÓIDE / CARACTERÍSTICAS		REGIME TRANSCORRENTE		REGIME TANGENCIAL
		SIN-TECTÔNICO		SIN-TECTÔNICO
		GRANITÓIDE GNÁSSICO γ1	GRANITÓIDE PORFIRÍTICO γ2	LEUCOGRANITÓIDE A DUAS MICAS γ3
FORMA/DIMENSÕES				
CONTATO	Relações de contato	Concordante	Brusco	Brusco
	Metamorfismo de contato	Migmatização parcial	Ausente	Ausente
	Migmatização/outros			
INTRUSÃO	Nível crustal intrusão	Catazona	Mesozona	Epizona
	Tipo de intrusão	Forçada	Diapírica	Forçada ao longo de zona de cisalhamento
	Granulometria/textura	Fina média	Porfirítica/*augen*	Fina equigranular
	Foliação/Lineação-internas	Tectônica	Tectônica	Tectônica
	Estruturas encaixantes	Regional	Regional	Regional
	Controle estrutural de intrusão	FN FN + 1	FN FN + 1	F2
ENCLAVES	Natureza/composição	Granulitos	Anfibolitos	Ausente
	Distribuição/densidade	Freqüente	Freqüente	–
	Forma	Irregular	Irregular	–
	Espectro composicional	Metatonalitos a metagranodioritos. *Trend* trondhjemito tonalito	Metagranitos porfirítico /metagranodiorito a álcali-granito	Granito a granodiorito
	Minerais característicos (acessórios importantes)	Biotita, granada, silimanita e cianita	Biotita e hornblenda sódica e granada	Biotita e muscovita
	Classificação	IMC/I-WC (híbrido)	IMC (híbrido)	I-SC
	Quimismo relacionado: álcalis/cálcio	Calcialcalino baixo potássio	Calcialcalino alto potássio	Cálcio-alcalino alto potássio
	Quimismo relacionado: alumínio	Peraluminoso, mesocrático	Meta a peraluminoso, mesocrático	Peraluminosos, leucocrático
	Quimismo relacionado:ETR (elementos de terras raras)	Enriquecimento em ETRL (leves) e depleção em ETRP (pesados) (ETRL/ETRP = 2,69 a 14,74). Ausência e leve anomalia negativa de európio (Eu/Eu* = 0,25 – 1,21)	Enriquecimento em ETRL e leve enriquecimento em ETRP (ETRL/ETRP = 1,32 a 14,47), acentuada anomalia de európio (Eu/Eu* = 0,25 – 0,67)	Enriquecimento de ETRL e ETRP (RTRL/ETRP = 0,77 a 3,37). Forte depleção em európio (Eu/Eu* = 0,14 – 0,48)
	Linhagem Petrogenética	Crustal	Crustal	Crustal
	Anomalias geoquímicas	Ta, Nb, Sn	Be, Nb, Ta, W, Mo, Sn	Au, Sn, Be, Nb, Ta, W, U, Tr
	Meio secundário			
	Alterações Pós-cristalização	Muscovita	Muscovita-clorita	Muscovita-clorita



TQdl - cobertura detrito-laterítica; γ_3 - granitóide; $PMa_{A,B\,e\,C}$ - Grupo Araxá Sul de Goiás unidades: A, B e C; γ_2 - granitóide; PIvssA,B- sequência metavulcanossedimentar de Silvânia: unidade A: metavulcânica e unidade B: metassedimentar/mista; γ_1 - granitóide gnáissico; APIgaio, APIgaip - Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Figura II.2.18 – Distribuição geográfica e relações de contato dos granitóides γ1.

2.3.3 Rochas e Metamorfismo

Esse granitóide é formado por diversos tipos composicionais, destacando-se metatonalito/metatonalito aluminoso, metagranodiorito e metagranito, conforme pode-se observar na figura II.2.19 e na tabela II.2.9 (composição modal estimada). Exibem, geralmente, bandamento de natureza milonítica, onde a maioria dos litótipos encontra-se em avançado estágio de deformação e recristalização, predominando os termos miloníticos e protomiloníticos, no sentido de Sibson (1977).

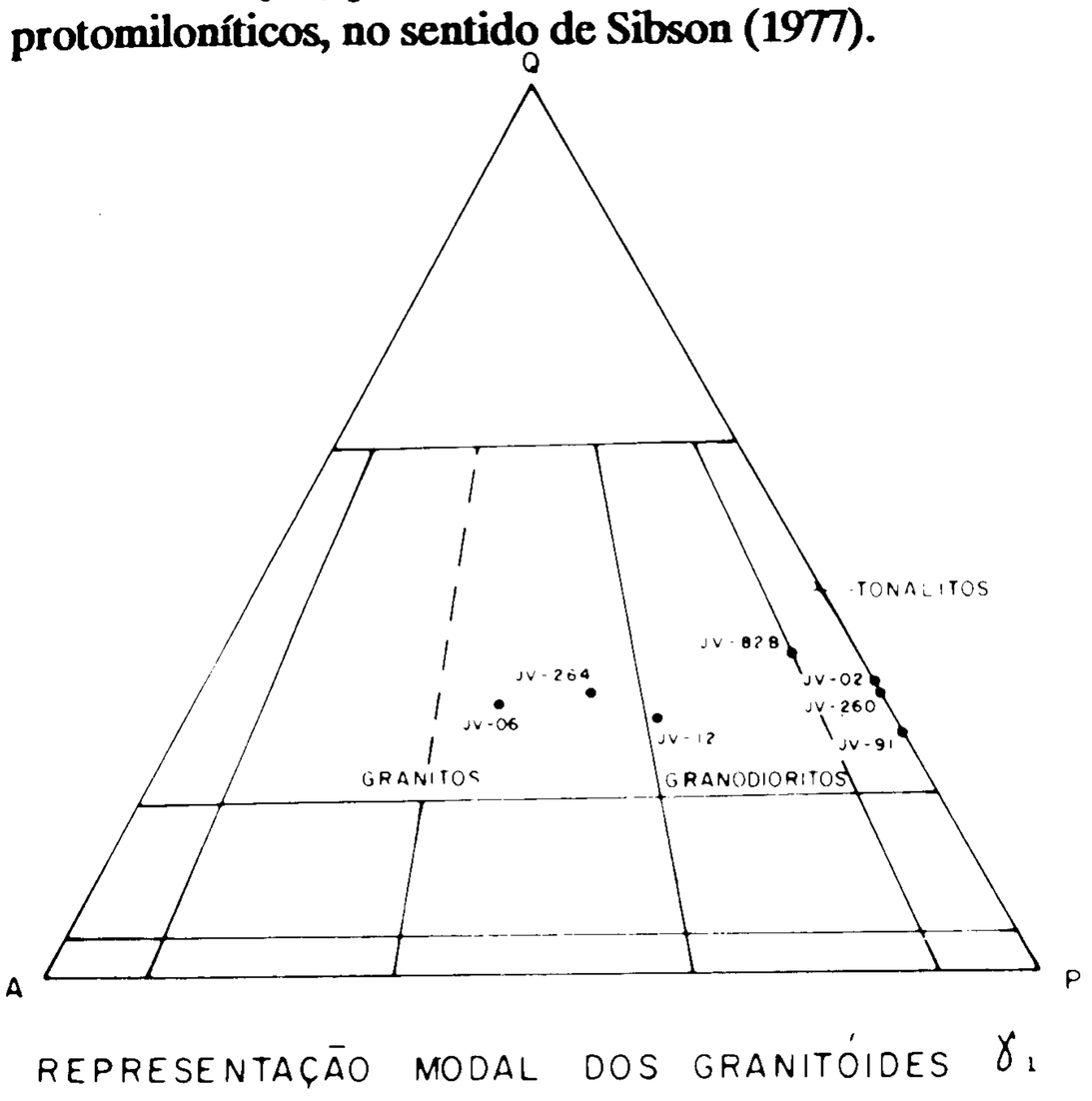


Figura II.2.19 – Diagrama triangular QAP de Streckeisen (1975).

Entre os termos petrográficos que formam esse grupo destacam-se os seguintes:

a) Metatonalitos – são rochas de coloração cinza-escuro e cinza-claro, granulação fina a média, estrutura planar milonítica, caracterizada pela seguinte assembléia mineralógica: plagioclásio do tipo oligoclásio-andesina, quartzo em *ribbon*, biotita marrom-avermelhado, além de minerais aluminosos – granada, sillimanita e raramente cianita, na variedade aluminosa.

Associados a esses granitóides ($\gamma 1$), constatou-se a ocorrência de granitóides de uma geração mais nova, tipo $\gamma 2$, cuja separação cartográfica foi dificultada em função da escassez de afloramentos, tamanho dos corpos e intenso processo de cisalhamento, que atuou indistintamente entre esses litótipos. Deste modo, nos locais em que se defrontou com esses fatores, esses granitóides ($\gamma 2$) foram agrupados no Granitóide ($\gamma 1$), como aconteceu no quadrante NE da área, região norte e nordeste de Silvânia.

Ao microscópio, os espécimes minerais formadores desses tonalitos revelaram as seguintes características:

Plagioclásio – oligoclásio-andesina, com fina geminação albita, inclusões eventuais de quartzo e biotita. Porfiroclastos são restritos às variedades miloníticas, e nesse caso, exibem evidências de deformação intracristalina do tipo extinção ondulante, encurvamento das lamelas de geminação, subgranulação nas bordas com acentuado arredondamento (textura *augen*) e formação de matriz albítica, intraporfiroclástica. Altera-se, principalmente, em finos agregados de mica branca nas bordas e em planos preferenciais de fraqueza. Os termos granatíferos apresentam discretas antipertitas. Além disso, exibem áreas onde os grãos originais foram totalmente recristalizados em agregados poligonais, com granulação menor que 0,5mm;

Tabela II.2.9 – Composição modal estimada dos granitóides $\gamma 1$

AMOSTRAS / MINERAIS	CC 130–A	CC 216–A	CV 05A	CV 07A	CV 23A	CV 60	CV 68A
Quartzo	25	30	25	25	35	35	30
Feldspato Potássico	–	03	05	30	15	TR	–
PlagioclássiUo	25	25	55	30	40	50	50
Biotita	10	10	10	10	05	10	15
Granada	–	25	–	–	–	TR	–
Muscovita	07	02	–	TR	05	–	–
Sericita	05	02	TR	TR	–	TR	TR
Epidoto	–	–	TR	TR	TR	TR	TR
Carbonato	03	01	–	–	TR	–	TR
Opacos	TR	02	TR	TR	TR	TR	TR
Zircão	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Rutilo	TR	TR	TR	TR	TR	–	TR
Apatita	TR	–	TR	TR	–	TR	TR
Titanita	–	–	TR	TR	TR	–	–
Clorita	–	–	TR	TR	TR	TR	TR

Quartzo – quase totalmente subgranulado, com contatos edentados, recuperados, formando com a albita uma fina matriz (0,05-0,1mm). Nas variedades miloníticas, pode, eventualmente, apresentar-se na forma de *ribbons*, contornando os porfiroclastos de plagioclásio;

Biotita – marrom-avermelhado, em palhetas subidiomórficas estiradas, eventualmente microfraturadas, com retrometamorfismo para clorita. Pode apresentar inclusões de rutilo do tipo sagenítica com agulhas dispostas a 120° e características de cristalização magmática. As palhetas exibem discreto a forte arranjo planar orientado, caracterizando uma foliação de fluxo que contorna os profiroclastos;

Granada – cristais xenomórficos, arredondados, eventualmente poiquiloblásticos, englobando as demais fases. Altera-se para clorita, às vezes com substituição pseudomórfica em estágio muito avançado. Apresenta-se também como porfiroclastos pré-tectônicos;

Sillimanita – prismas idiomórficos, milimétricos, com forte disposição planar, orientada, e que, juntamente com a biotita titanífera, marca a foliação milonítica.

Entre os acessórios incluem-se ainda rutilo, titanita, apatita, zircão, além de opacos e hornblenda. Esta última foi constatada em apenas quatro amostras em proporções diminutas.

Clorita, epídoto, carbonato e sericita constituem a paragênese de alteração.

Esses tonalitos apresentam-se em estágio moderado a avançado de deformação e recristalização, onde se destacam os seguintes termos:

a) Protomilonitos – são mais discretamente deformados e exibem granulação média (1,0-3,0mm), próxima da granulação original pré-deformação. Além disso, caracterizam-se por apresentarem taxas de deformação e recristalização insuficientes para destruir o *fabric* hipidiomórfico-granular magmático.Nesse sentido, pertencem aos estágios de deformação inicial a transicional, no sentido de Kerrich *et al.* (1980) ou, mais especificamente, protomilonitos, no sentido de Sibbson (1977) (fotomicrografia 4).

b) Milonitos – incluem uma série que pode ser classificada como ortognaisses graníticos. Nesses estágios de deformação mais avançada a granulação é fina (0,3-0,6mm). O aspecto mesoscópico dessas rochas, nas variedades mais deformadas, quando em afloramentos isolados, pode levar a confundi-las com os gnaisses e xistos de natureza supracrustal. Não por acaso, Frey *et al.* (1976), ao caracterizarem o granito de Monte Rosa nos Alpes Ocidentais, utilizaram como nomenclatura estrutural para milonitos desse estágio as designações de gnaisses e "gnaisses xistosos". Em termos petrográficos, correspondem aos milonitos de Sibbson (1977). Apenas uma lâmina evidenciou um estágio avançado de ultramilonitização.

c) Metagranitos e Metagranodioritos – possuem coloração cinza-claro e cinza-esverdeado, textura porfiroblástica e estrutura foliada, milonítica a protomilonítica, afetadas por uma acentuada deformação não-coaxial (córrego Conceição e NE de Silvânia). Ocorrem em proporções subordinadas aos metatonalitos.

Ao microscópio, são compostos principalmente por feldspato potássico (microclínio), plagioclásio, quartzo, biotita e granada, que se apresentam com as seguintes características:

Plagioclásio – oligoclásio, xenomórfico, em porfiroclastos subarredondados por microgranulação nas bordas, com tamanho médio entre 0,5 e 1,5mm. Nas variedades mais deformadas os porfiroclastos são estirados paralelamente ao bandamento. As formas recuperadas, na matriz, são constituídas por agregados de albita;

Feldspato-K – (microclínio), discretamente geminado segundo Albita-Periclina, com forma de ocorrência (porfiroclastos) similar à do plagioclásio;

Quartzo – em porfiroclastos com forte extinção ondulante, ou, mais comumente, subgranulado, constituindo a matriz fina, na ordem de 0,1mm;

Biotita – marrom, em palhetas idiomórficas deformadas, estiradas, eventualmente com formas sigmóidais (porfiroclastos). Apresentam moderada disposição planar orientada;

Muscovita – em palhetas idiomórficas eventualmente deformadas, como a biotita, igualmente com forte a moderada disposição planar orientada; e

Granada – grãos xenomórficos, arredondados, intergranulares, alterados para clorita.

Entre os acessórios incluem-se zircão, apatita e opacos, além da sillimanita, presente em apenas uma lâmina. Como minerais secundários têm-se quartzo, sericita, epidoto, titanita e clorita.

Nos metagranitos e metagranodioritos predomina um bandamento composicional de natureza milonítica, correlacionado aos milonitos de Sibson (1977). Apenas algumas lâminas mostraram um grau de cominuição suficiente para classificá-las como ultramilonitos.

As estruturas miloníticas porfiroclásticas são as mais comuns, caracterizadas por feldspato e plagioclásio com formas ovóides ou arredondadas pela subgranulação de suas bordas.

No caso de uma microgranulação mais extensiva, os porfiroclastos de composição quartzo-feldspática, representantes da rocha original, são preservados como na fotomicrografia 5.

Encaixados nesses granitóides ocorrem, ainda, de forma esporádica, corpos lenticulares de rochas supracrustais tipo anfibolito, exibindo estruturas sigmoidais e boudinadas.

2.3.4 Petrogênese e Litoquímica

Nota-se uma estreita vinculação desses granitóides aos granulitos paraderivados (gnaisses sílico-aluminosos, quartzo granatíferos) e charno-enderbitos, detentores de

alguns minerais hidratados. Esses últimos ocorrem no córrego Barro Amarelo, preservados na forma de paleossoma com tamanho variado, distribuídos num leucossoma de composição metatonalítica. Isto permite assumir uma provável derivação crustal para esses granitóides, através da anatexia parcial em rochas granulíticas (paraderivadas), da fácies transicional anfibolito alto/granulito.

A paragênese própria desse evento metamórfico, dada por quartzo + biotita (titanífera) + granada + sillimanita + cianita, é restrita aos tonalitos aluminosos e indica condições mínimas de recristalização na fácies anfibolito. Esta paragênese mineral degrada-se nos níveis crustais superiores para quartzo + albita + mica branca + clorita + epídoto, própria de um evento metamórfico na fácies xisto-verde, denotando uma ascendência desses corpos através de uma tectônica contracional (empurrão).

As análises químicas dos elementos maiores nesses granitóides (tabelas II.2.10 e II.2.11),permitiram determinar do ponto de vista químico-mineralógico, à luz do diagrama Q-P de Debon & Le Fort (1983), figura II.2.20, que predominam os tipos granodioritos e tonalitos com leve tendência a quartzo-monzodiorito. A tendência química desses granitóides também é dada pelo diagrama ternário CaO-Na_2O-K_2O, de Condie & Hunter (1976), (figura II.2.21), onde confirma o *trend* tonalito-trondhjemito, rico em Ca, e a relação K_2O/Na_2O. Já na análise dos diagramas de Debon & Le Fort (1983) (figura II.2.22) e Rapela & Caminos (1987) (figura II.2.23 e tabela II.2.11) constatou-se um caráter paraluminoso dominante a metaluminoso com tendência mesocrática.

As relações Fe^{+2}/Fe^{+3} avaliadas pelo diagrama de Ishihara (1977) (figura II.2.24), evidenciam que os granitóides (g1) plotam o campo da série ilmenita. Este parâmetro, aliado à presença constante de coríndon normativo, biotita, baixa freqüência de diopsídio e hornblenda (tabela II.2.12) provam o caráter essencialmente crustal desses granitóides. Os teores de Rb, Sr, Cu e Zn ou suas relações Rb/Sr indicam, segundo a classificação de Ague & Brimhall (1988), que esses granitóides são do tipo I-WC (granitóides fracamente contaminados) até I-MC (granitóides medianamente contaminados).

A análise do Y *versus* SiO_2 nessas amostras, diagrama de Sheraton & Black (1988) (figura II.2.25), evidenciou que esses granitóides ($\gamma 1$) são essencialmente do tipo depletados.

Em termos da análise dos elementos de terras-raras, verificou-se, através da figura II.2.26, que esses granitóides mostram padrões de forte fracionamento nesses elementos, marcados pela acentuada inclinação das curvas à direita, devido ao enriquecimento dos elementos de terras-raras leves (ETRL) e depleção dos elementos de terras-raras pesadas (ETRP), acompanhados geralmente por uma expressiva anomalia negativa de Eu.

Há a exceção de duas amostras analisadas, enriquecidas em ETR, com valores superiores 500 vezes ao do condrito (tabela II.2.10), que se incluiriam na categoria dos álcali-feldspato granitos, formados no estágio final da série granítica, em ambiente de crosta superior. As demais amostras contêm um nível de ETR (tabela II.2.10) compatível com uma geração a partir da fusão anatética parcial de gnaisses paraderivados e rochas básicas em condições de crosta inferior.

As figuras II.2.27 e II.2.28, representando respectivamente os diagramas que relacionam as anomalias de Eu com índice de diferenciação de Thonton & Tuttle (1964) e com percentuais de CaO de Shen Jili & Liu Jiayuan (1985), confirmam plenamente o caráter crustal desses granitóides, sobretudo quando se utiliza o limite de Eu/Eu* de 0,7, estabelecido por esses últimos autores.

2.3.5 Idade e Correlação

Foi adotado o intervalo de idade entre o Arqueano Superior e Proterozóico Inferior para essa geração de granitóides, com base em duas isócronas obtidas por Tassinari (1988) em rochas graníticas da Folha de Jaraguá, que evidenciam o mesmo posicionamento estratigráfico. A primeira com 2.000 ± 70Ma., razão inicial 0,7007 ± 0,0023, sugerindo uma provável origem mantélica, enquanto a segunda, isócrona, com 2.160 ± 130Ma. e razão inicial de 0,719 ± 0,006, inclina-se a favor de uma origem a partir da fusão parcial de uma crosta continental, com idade mínima de 2.550Ma., supostamente representada pela fusão de rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), com seus constituintes notadamente paraderivados na fácies anfibolito alto/granulito, que às vezes são encontrados como restitos no interior desses granitóides. A idade arqueana é sugerida pelos padrões dos elementos de terras-raras (relação La/Yb) e ausência de anomalia negativa de Eu, que, segundo Martin (1987), seriam indicativas provavelmente de granitóides arqueanos.

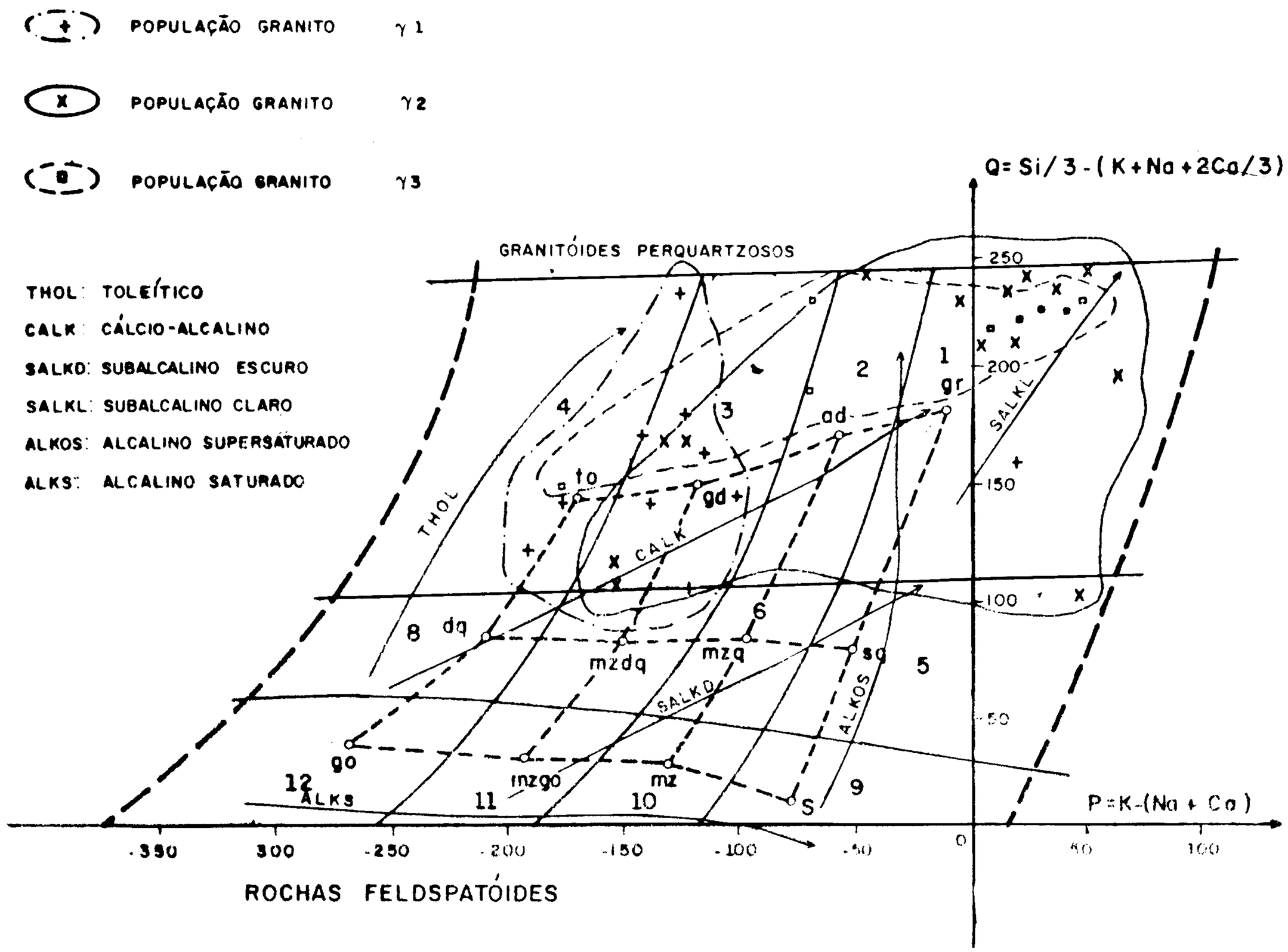
Tabela II.2.10 – Médias aritméticas dos grupos de granitóides γ 1, γ2 e γ3

Granitóides Óxidos (% em peso)	Granitóides γ1 n = 11	Granitóides γ2 n = 17	Granitóides γ3 n = 12
SiO_2	62,04	70,76	74,36
Al_2O_3	15,16	13,72	12,32
Fe_2O_3	1,24	1,46	1,33
FeO	3,12	2,37	1,17
MnO	0,09	0,06	0,05
MgO	1,37	1,25	0,49
CaO	2,87	1,51	0,70
Na_2O	3,52	2,34	2,63
K_2O	3,03	4,17	4,33
TiO_2	0,77	0,47	0,30
P_2O_5	0,22	0,14	0,12

Tabela II.2.11 – Granitos $\gamma 1$ – Dados químicos.

AMOSTRA / ÓXIDO	CV-05 A	CV-23 A	CV-68 A	CC-130 B	CV-07 A	JV - 02	JV - 06	JV - 91	JV - 229	CV - 60	CC--130 A
SiO_2	67,80	69,60	65,90	74,10	76,40	64,30	70,20	66,10	58,90	64,10	60,10
Al_2O_3	16,50	14,20	16,10	13,70	11,30	17,00	14,20	17,00	14,20	16,50	16,10
Fe_2O_3	0,86	1,60	1,10	0,21	1,30	1,80	1,20	0,94	2,00	1,30	1,30
FeO	1,50	1,60	3,50	0,70	1,40	3,20	1,50	2,70	7,10	3,40	7,70
MnO	0,35	0,35	0,50	0,50	0,35	0,60	0,50	0,50	0,15	0,80	0,42
MgO	0,99	0,83	2,10	0,10	0,53	1,50	0,58	1,70	2,00	2,10	2,60
CaO	3,20	2,90	3,90	0,24	1,10	2,20	0,59	3,80	4,50	4,20	4,30
Na_2O	5,40	5,10	3,40	1,90	4,00	3,80	3,00	3,00	3,20	2,80	3,10
K_2O	1,90	1,90	1,80	8,20	1,60	2,90	6,00	2,00	2,90	2,40	1,80
TiO_2	0,42	0,37	0,68	0,50	0,42	0,83	0,83	0,83	2,40	0,73	1,00
P_2O_5	0,17	0,10	0,27	0,60	0,90	0,80	0,17	0,17	0,91	0,26	0,12
P.F.	0,60	0,90	0,90	0,70	0,60	2,00	1,20	0,90	1,30	1,60	0,80
Umidade	0,70	0,70	0,10	0,10	0,70	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	100,39	100,15	100,25	101,55	100,60	101,13	100,07	99,74	99,66	100,29	99,44
K_2O / Na_2O	0,35	0,37	0,53	4,32	0,40	0,76	2,00	0,67	0,91	0,86	0,58
Elementos-Traço (ppm)											
Cu	20,00	10,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	30,00	60,00	0,00
Pb	20,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	45,00	55,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,00	0,00
Y	5,00	13,00	0,00	5,00	107,00	15,00	18,00	7,00	69,00	17,00	35,00
Nb	5,00	5,00	0,00	50,50	7,00	5,00	5,00	5,00	12,00	5,00	5,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	420,00	640,00	600,00	2,30	420,00	0,00
Ba *	500,00	200,00	500,00	1.500,00	300,00	300,00	700,00	500,00	1.000,00	700,00	300,00
Sr	1.429,00	370,00	0,00	280,00	317,00	575,00	207,00	1.429,00	558,00	825,00	130,00
Zr	0,00	0,00	0,00	45,00	0,00	246,00	0,00	43,00	748,00	0,00	295,00
Th	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00	97,00	6,00	0,00	0,00	0,00
Rb	119,00	165,00	0,00	509,00	130,00	243,00	344,00	158,00	108,00	162,00	106,00
Li	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,00	16,00	25,00	22,00	44,00	0,00
Mo	2,50	2,50	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	5,00	2,50	2,50	2,50
W	2,80	2,80	0,00	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	0,00	4,00	2,00
U	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Sn	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	1,00	1,80	1,20	0,00	0,00	0,70
K /Rb	0,01	0,01	_	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
K / Ba	_	_	_	_	_	3,61	36,32	16,60	37,73	13,21	_
Rb / Ba	0,24	0,83	0,00	0,34	0,43	0,81	0,49	0,32	0,11	0,23	0,35
Ba / Sr	_	1,35	_	1,79	4,73	0,52	1,45	0,49	0,90	1,21	5,38
Rb / Sr	0,08	0,45	_	1,82	0,41	0,42	1,66	0,11	0,19	0,20	0,82
Terras Raras											
La				11,12		44,57	139,50	18,89	123,80	17,29	33,73
Ce				15,05		87,33	199,60	34,44	224,70	25,52	60,40
Nd				4,56		41,35	147,10	18,23	126,80	7,04	29,42
Sm				0,55		7,65	27,79	2,43	21,40	0,80	7,04
Eu				1,20		1,03	1,68	0,90	2,88	0,24	1,20
Gd				0,50		4,53	11,40	2,02	14,59	0,73	6,99
Dy				0,35		2,96	4,31	1,29	8,92	0,35	5,96
Ho				0,80		0,50	0,44	0,17	1,67	0,50	1,19
Er				0,19		1,25	0,86	0,48	4,17	0,12	3,19
Yb				0,12		1,33	0,70	0,59	2,91	0,12	2,51
Lu				0,31		0,14	0,80	0,51	0,38	0,33	0,33
+ TR				34,75		192,64	534,18	79,95	532,22	53,04	151,96
(TRL / TRP)N				9,86		7,15	14,74	7,00	6,52	10,55	2,69
Eu / Eu *				6,87		0,49	0,25	1,21	0,47	0,94	0,52
(Ce / Yb) N				125,42		65,66	285,74	58,38	77,21	55,02	24,06
(Yb / La) N				0,16		0,44	0,07	0,46	0,35	0,10	0,11

* Resultado por análise espsetográfica padrão 30 elementos



1. Granito (gr)
2. Adamelito (ad)
3. Granodiorito (gd)
4. Tonalito (trandhjemito) (to)
5. Quartzo sienito (sq)
6. Quartzo monzonito (mzq)
7. Quartzo monzodiorito (mzdq)
8. Quartzo diorito (dq)
9. Sienito (s)
10. Monzonito (mz)
11. Monzogabro (monzodiorito) (mzgo)
12. Gabro (diorito anortosito) (go)

Figura II.2.20 – Diagrama Q–P de classificação químico-mineralógica das rochas plutônicas, segundo Debon & Le Fort (1983).

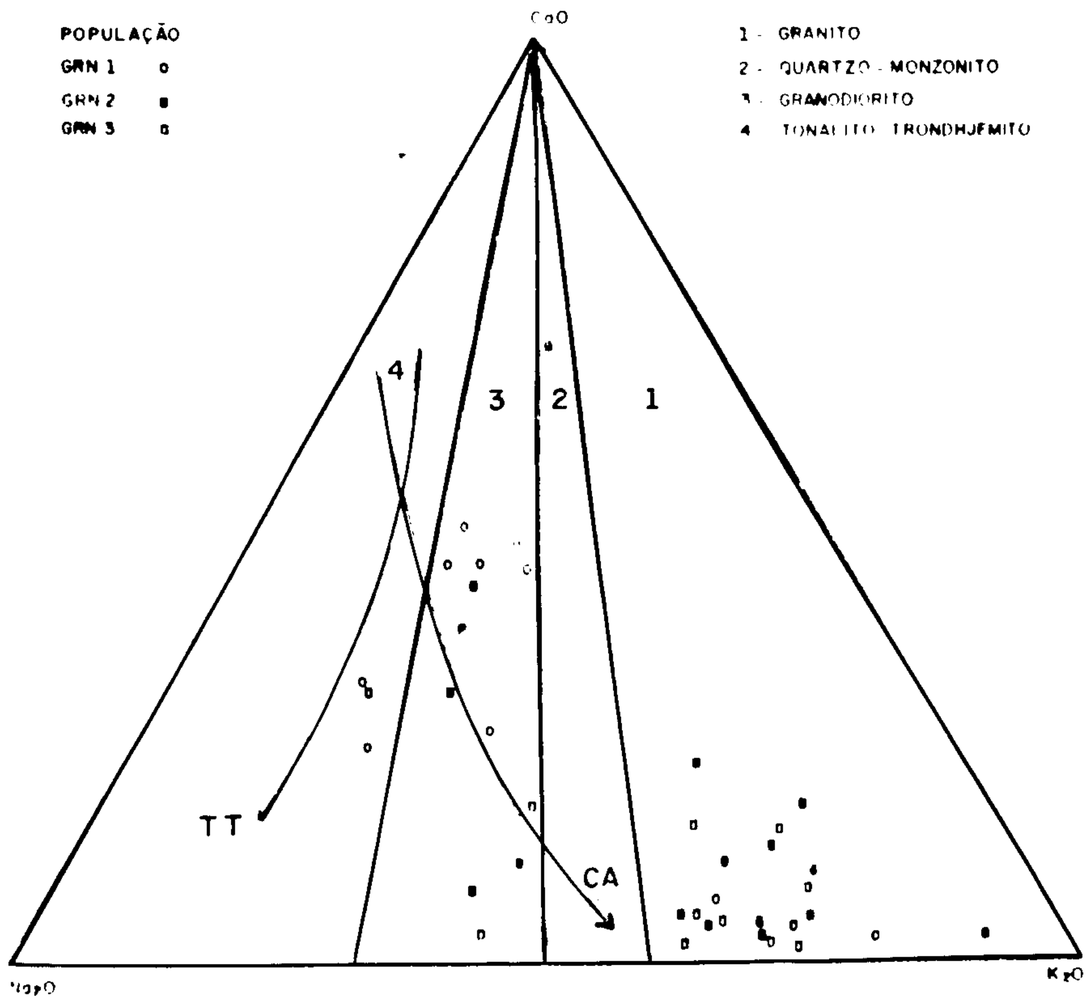


Figura II.2.21 – $CaO–Na_2O–K_2O$, mostrando os trends CA (calcialcalino) e TT (tonalito-trondhjemito) e a classificação dos granitóides, segundo Condie e Hunter (1976).

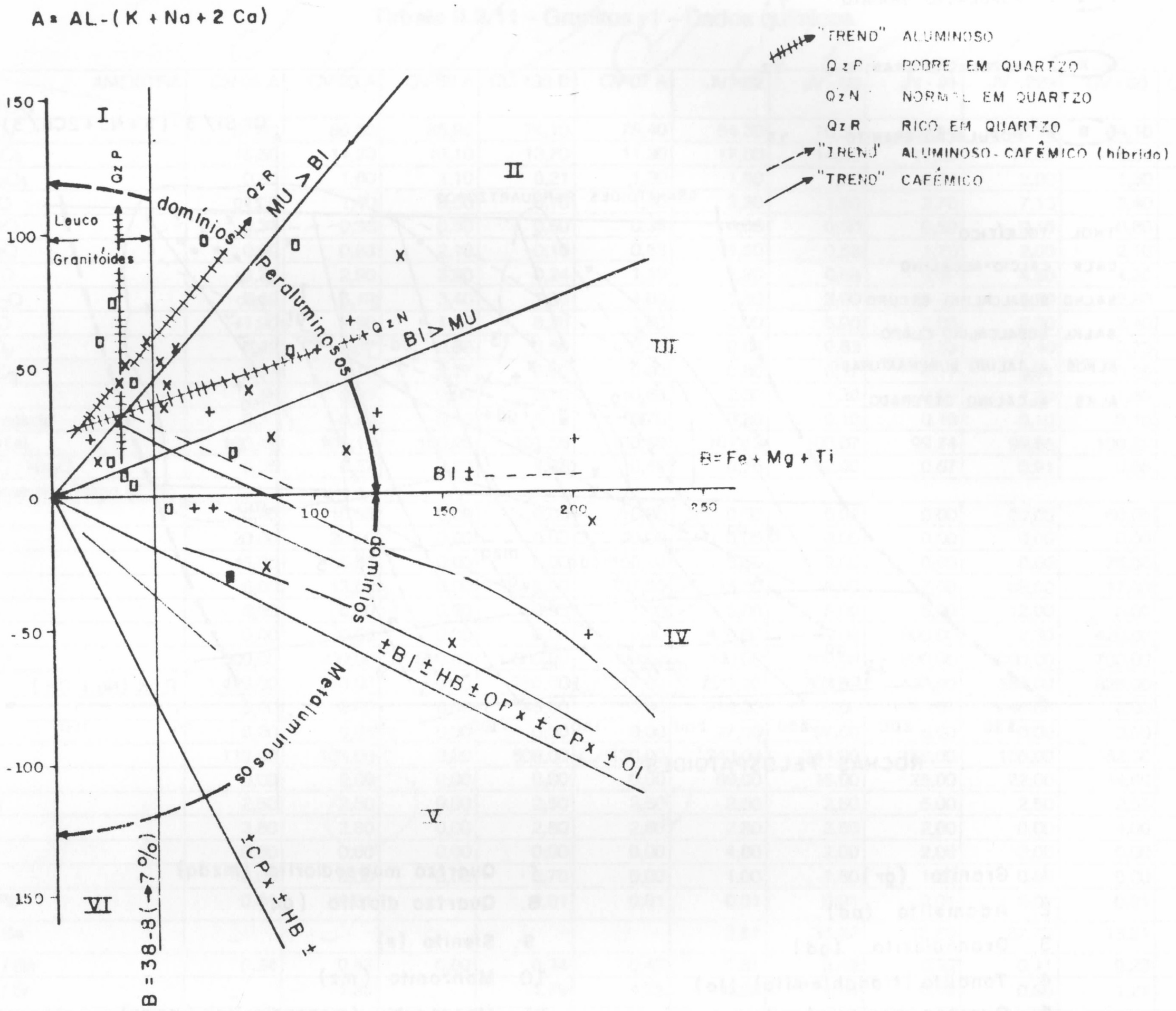


Figura II.2.22 – Diagrama dos minerais característicos, segundo Debon & Le Fort (1983), aplicado para os granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

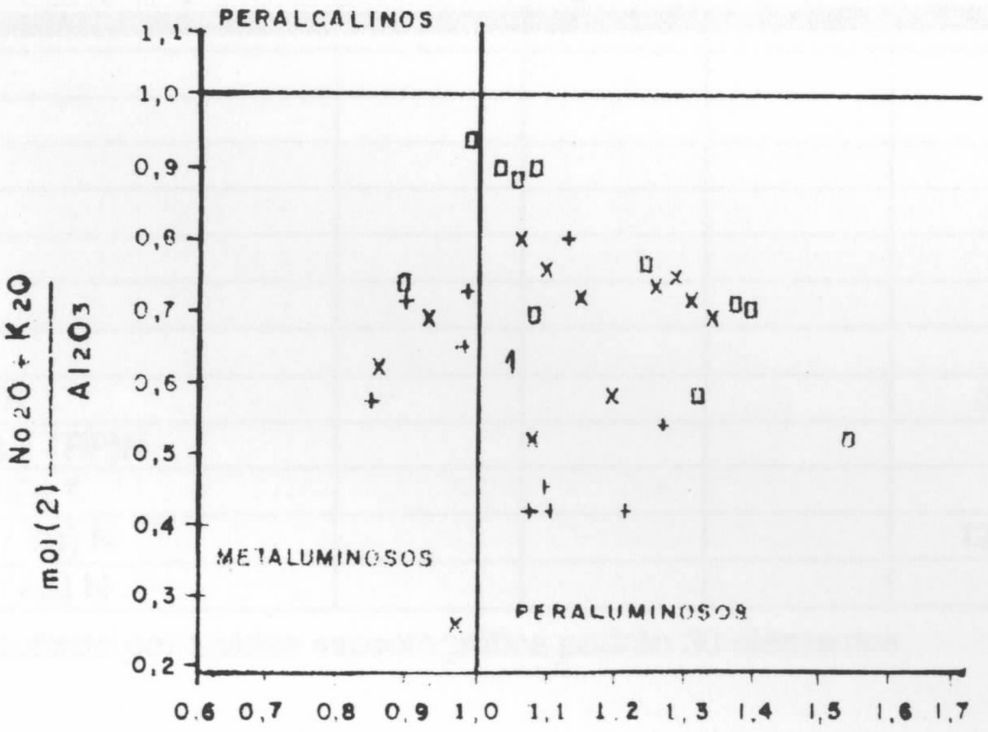


Figura II.2.23 – Diagrama Mol (2) *versus* Mol 1, de Rapela e Caminos (1987), indicando o grau de aluminosidade das rochas graníticas $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

Tabela II.2.12 – Minerais acessórios e alumino-silicatos.

MINERAIS NORMATIVOS / AMOSTRAS	Mt	Il	C	Di	Hy	Horb	Bt	Granada	Sill
GRANITO $\gamma 1$									
CV – 05 A	1,26	0,81	0,16	0,00	3,90	0,00	6,42	0,00	0,00
CV – 23 A	2,36	0,72	0,00	2,87	1,80	11,05	0,00	0,00	0,00
CV – 68 A	1,62	1,31	2,14	0,00	9,82	0,00	14,94	0,00	0,00
CV – 130 B	0,31	0,10	1,42	0,00	1,38	0,00	1,93	2,00	0,00
CV – 07 A	1,91	0,81	0,12	0,00	2,21	0,00	4,12	0,00	0,00
JV – 02	2,67	1,62	3,89	0,00	7,02	0,00	11,54	0,00	0,00
JV – 06	1,77	1,60	2,14	0,00	1,96	0,00	4,95	0,00	0,00
JV – 91	1,39	1,61	3,46	0,00	7,25	0,00	11,94	0,00	0,00
JV – 229	2,95	4,64	0,00	0,50	2,65	1,84	22,25	0,00	0,00
CV – 60	1,93	1,42	2,34	0,00	9,53	0,00	14,59	0,00	0,00
CC – 130 A	1,91	1,93	1,55	0,00	18,93	0,00	18,47	25,00	0,00
MÉDIA	1,83	1,51	1,57	0,31	6,04	1,17	10,10	2,45	0,00
GRANITO $\gamma 2$									
JV – 12	1,93	1,61	1,96	0,00	7,98	0,00	12,76	0,00	0,00
GN – 13	1,92	1,41	1,65	0,00	4,61	0,00	8,21	0,00	0,00
CV – 178	2,19	0,67	0,00	1,84	4,08	7,20	2,59	0,00	0,00
JV – 189 C	2,34	1,19	0,00	4,65	9,94	17,90	5,47	20,00	0,00
JD – 14	1,26	0,80	2,45	0,00	5,78	0,00	8,82	15,00	5,00
JD – 18	0,83	0,23	2,72	0,00	1,69	0,00	2,53	10,00	0,00
JD – 44	0,69	0,56	2,14	0,00	3,31	0,00	5,16	10,00	0,00
JD – 105	0,63	0,10	1,03	0,00	0,99	0,00	1,45	10,00	5,00
CV – 179	2,08	0,56	3,25	0,00	1,63	0,00	2,98	5,00	0,00
JV – 170	1,63	0,48	3,23	0,00	1,58	0,00	2,83	5,00	0,00
JV – 177	1,92	0,41	3,48	0,00	0,96	0,00	1,88	5,00	0,00
JV – 107 A	1,78	0,48	2,24	0,00	1,82	0,00	3,09	0,00	0,00
CV – 72 B	2,20	1,59	0,17	0,00	18,31	0,00	18,03	15,00	0,00
JD – 59	4,00	2,33	12,29	0,00	14,55	0,00	1,45	0,00	0,00
CV – 48	2,38	1,21	5,01	0,00	10,47	0,00	15,43	0,00	0,00
CV – 62	3,61	1,77	9,22	0,00	11,63	0,00	1,51	0,00	0,00
JV – 105 A	1,48	0,33	2,79	0,00	0,78	0,00	1,51	0,00	0,00
MÉDIA	1,93	0,93	3,15	0,38	5,89	1,48	5,63	5,59	0,59
GRANITO $\gamma 3$									
GM – 01	2,37	1,20	3,51	0,00	5,57	0,00	9,04	0,00	0,00
JV – 188	1,92	0,48	0,12	0,00	1,68	0,00	2,98	0,00	0,00
JV – 297 D	0,61	0,16	3,38	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00
CC – 23 A	2,36	0,72	0,00	2,87	1,82	11,05	0,00	0,00	0,00
CC – 22	2,24	0,82	5,64	0,00	2,36	0,00	4,29	0,00	0,00
CC – 82	1,24	0,41	0,66	0,00	1,30	0,00	2,32	0,00	0,00
CC – 62	1,20	0,23	4,08	0,00	0,75	0,00	12,79	0,00	0,00
CC – 62 B	1,64	0,33	2,75	0,00	0,82	0,00	1,50	0,00	0,00
JV – 290	3,32	1,42	5,42	0,00	4,07	0,00	4,95	0,00	0,00
JV – 297 B	1,19	0,23	1,15	0,00	0,74	0,00	1,30	0,00	0,00
JV – 216	1,47	0,23	1,00	0,00	0,91	0,00	1,52	0,00	0,00
GM – 20	2,22	0,91	1,52	0,00	3,51	0,00	5,96	0,00	0,00
MÉDIA	1,82	0,60	2,44	0,24	1,96	0,92	3,99	0,00	0,00

Mt – magnetita

Il – ilmenita

C – coríndon

Di – diopsídio

Hy – hiperstênio

Horb – hornblenda

Bt – biotita

Sill – sillimanita

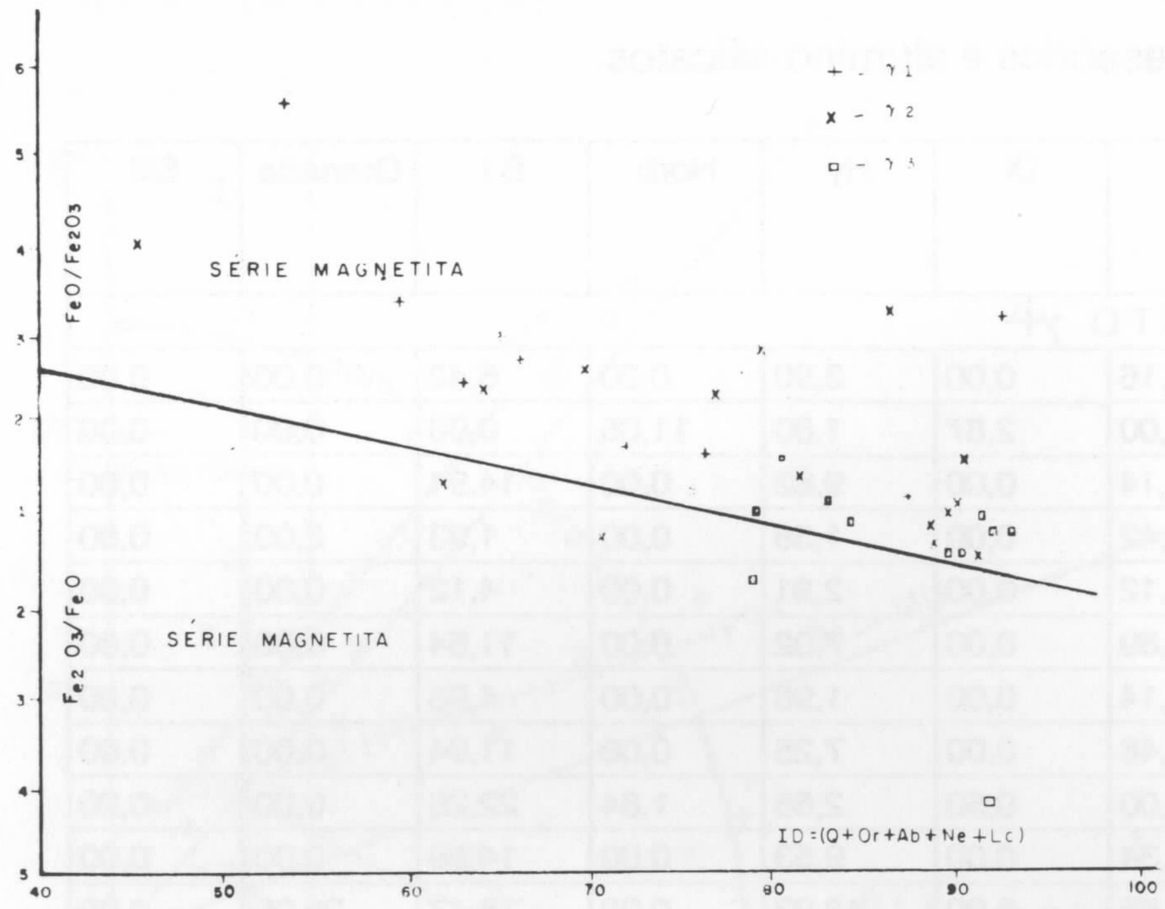


Figura II.2.24 – Diagrama Fe^{2+}/Fe^{3+} *versus* ID, de Ishihara, 1977.

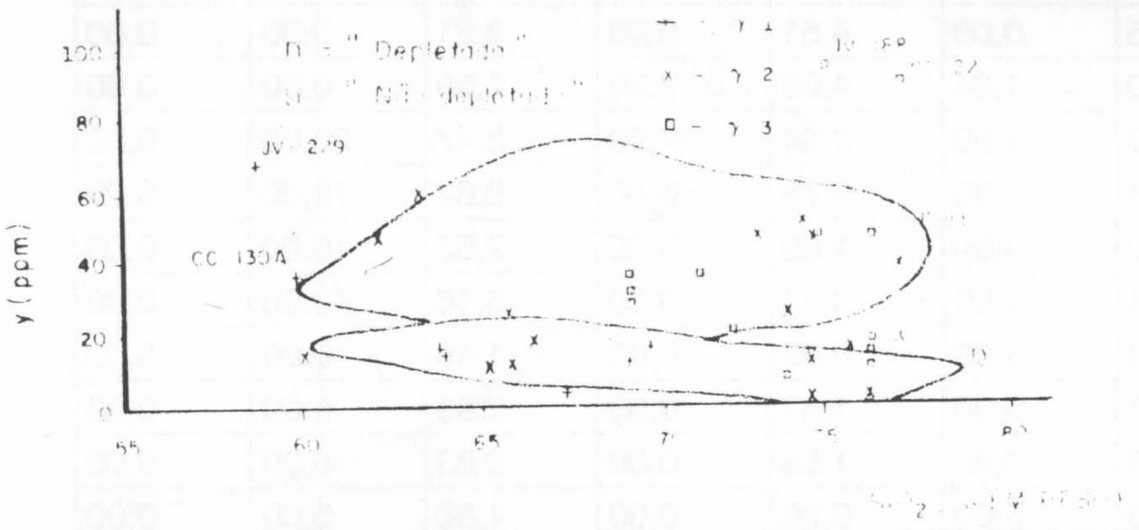


Figura II.2.25 – Diagrama Y *versus* SiO_2, de Sheraton & Black (1988), aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

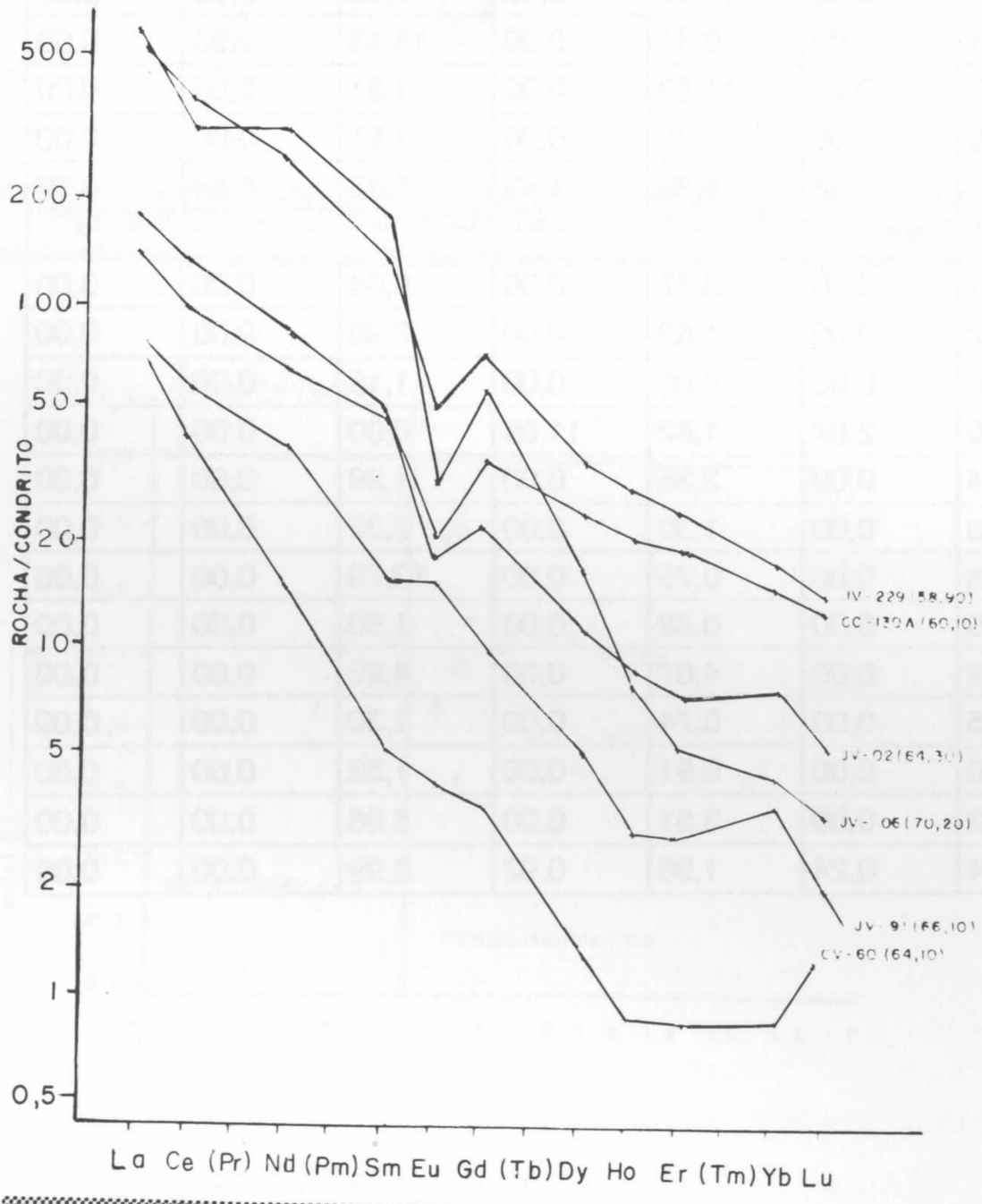


Figura II.2.26 – Padrão de terras-raras para os granitos $\gamma 1$, normalizado segundo o condrito de Evensen, 1978. Os valores entre parênteses são os percentuais de SiO_2.

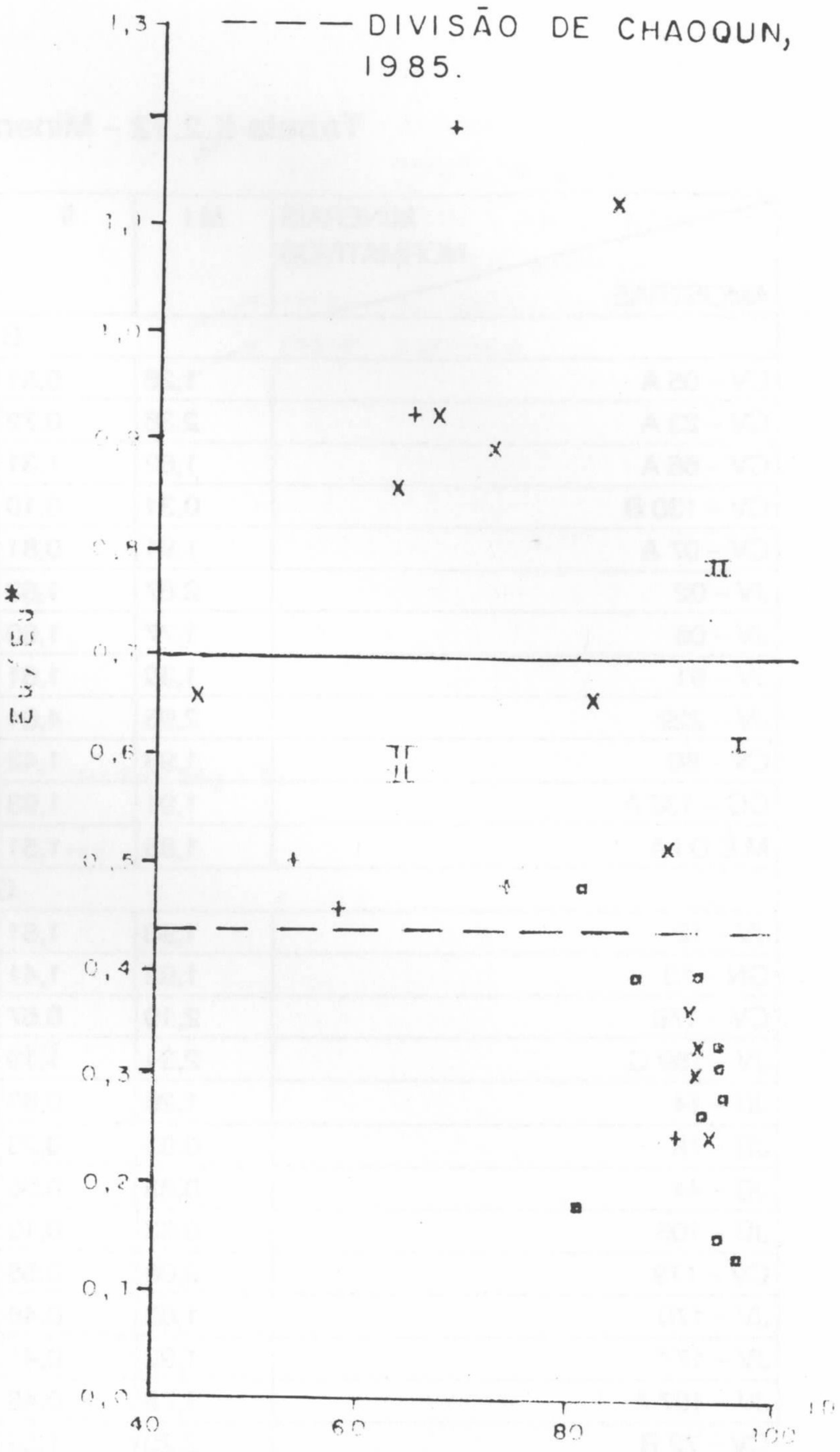


Figura II.2.27 – Diagrama Eu/Eu* *versus* ID (índice de diferenciação) de Shen Jili e Liu Jiayuan (1985), aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$ □

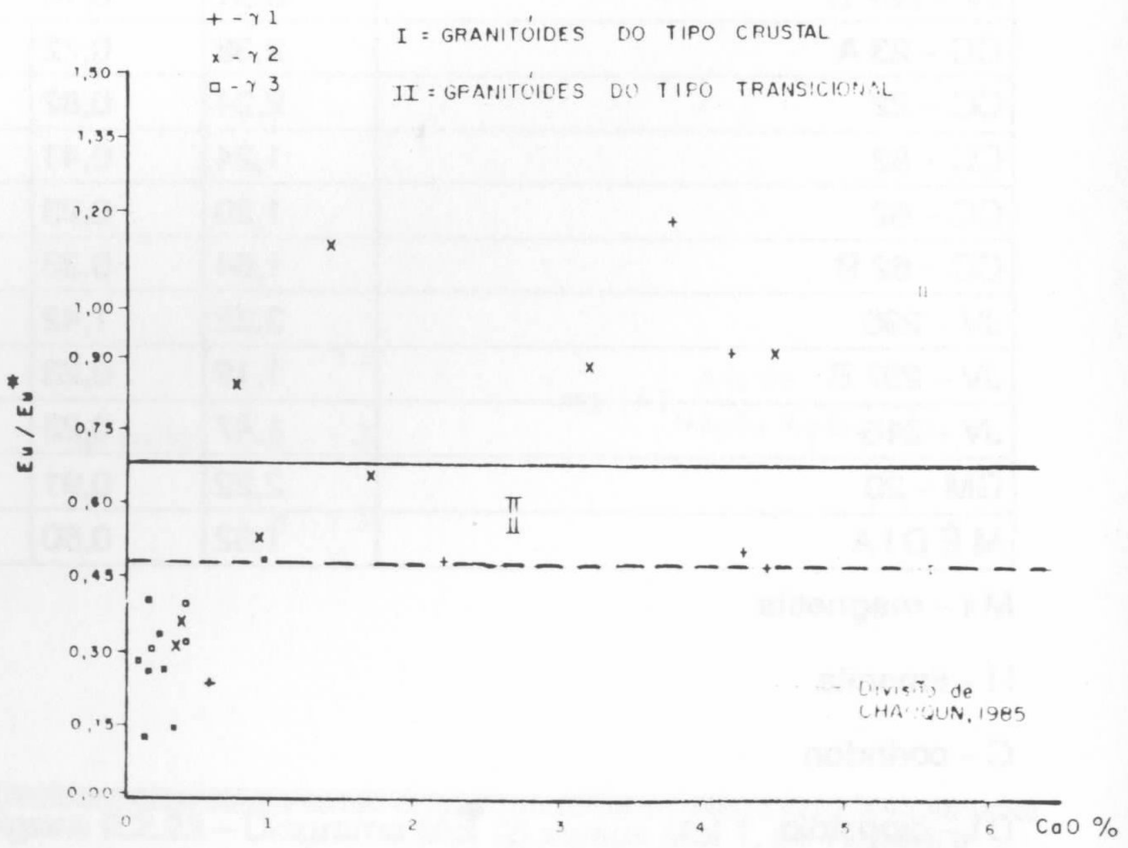


Figura II.2.28 – Diagrama CaO versus Eu/Eu*, segundo Shen Jili e Liu Jiayuan (1985), aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

2.4 Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss)

2.4.1 Comentários Gerais

Nesta seqüência incluem-se rochas anteriormente englobadas nos denominados Complexo Basal e Grupo Araxá de Barbosa *et al.* (1970b). A primeira referência às rochas de filiação vulcânica na região de Silvânia foi feita por Valente (1986), através do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, da Folha Goiânia (SE.22-X-B), sob a denominação de Complexo Metamórfico Vulcano-sedimentar. Este constitui-se em três unidades: uma indivisa, composta por gnaisses, metabasitos e anfibolitos, com micaxistos e localmente ultramáfica; outra caracterizada por rochas metavulcânicas ácidas a intermediárias, micaxistos, xistos grafitosos e quartzitos; e uma unidade metassedimentar composta essencialmente por micaxistos e quartzitos, com possível contribuição de vulcânicas ácidas.

Na região a norte de Goiânia, Veiga *et al.* (1986) definiram a Seqüência Vulcano-sedimentar do Rio Meia Ponte, representada por três unidades litológicas: fácies calcossilicatada composta por gnaisses, mármores, quartzitos ferruginosos e anfibolitos bandados; fácies pelítica, composta por gnaisses com intercalações de ortoanfibolitos e talco xistos freqüentemente migmatizados; e fácies psamítica, com quartzitos, xistos, localmente com cianita e/ou estaurolita e ocorrências de talco xistos. É considerada do Proterozóico Inferior, correlacionável às rochas vulcano-sedimentares que ocorrem em Silvânia, porém com um grau metamórfico mais alto, incluindo alguns litótipos da fácies granulítica. Difere ainda na elucidação do seu quadro tectônico-estrutural, onde é proposto um modelo deformacional rúptil, enquanto o presente trabalho adota um arcabouço estrutural edificado, num regime de tectônica compressiva, transcorrente e dúctil, com o desenvolvimento de extensivas zonas de cisalhamento, incidindo sobre esses terrenos metavulcano-sedimentares.

A proposição de Valente (*op.cit*) foi retificada e ampliada pelo mesmo autor, durante o levantamento geológico desta folha, para a denominação informal de Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), dividida em três unidades: Metavulcânica, Mista e Metassedimentar.

Valente & Veneziani (1988), em trabalho específico na região de Silvânia, versando sobre o uso do sensoriamento remoto como ferramenta auxiliar na cartografia geológica de áreas com espessa cobertura de solos, e calcados nas informações geológicas, geofísicas e geoquímicas obtidas durante o levantamento geológico básico ora realizado, adotaram a mesma classificação litoestratigráfica retrocitada.

Na etapa final da cartografia desta folha, foi separada a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) em apenas duas unidades: Metavulcânica (PIvssA) e Metassedimentar/Mista (PIvssB) em virtude dos termos vulcano clásticos ocorrerem intercalados na forma de lentes entre os metassedimentos.

2.4.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

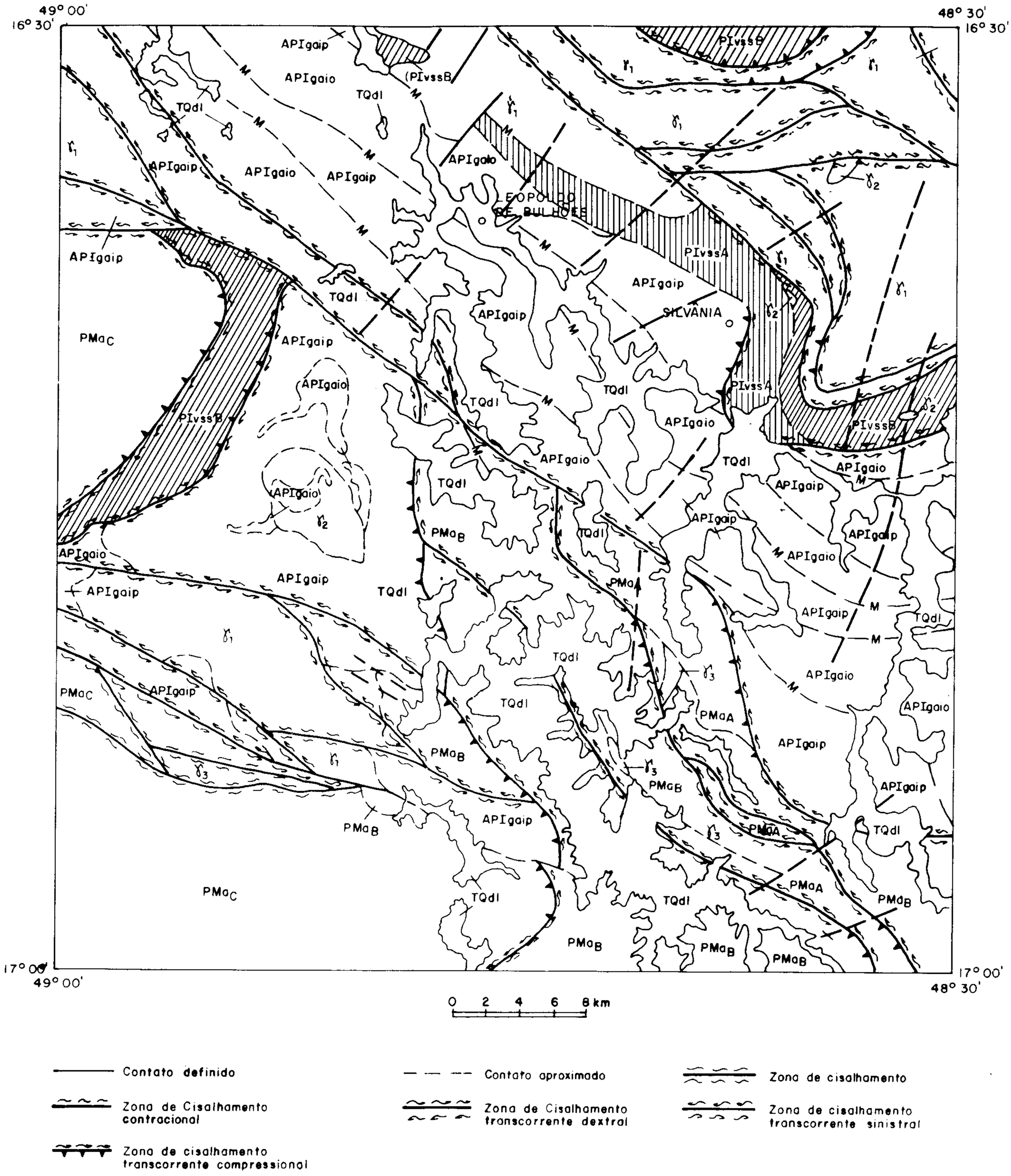
A Unidade Metavulcânica (PIvssA), constituída predominantemente por epídoto-anfibolitos e granada-anfibolitos (metabasaltos, metandesitos, dacitos e quartzo andesitos), ocorre numa faixa estreita e alongada, que se estende da cidade de Silvânia até a porção norte de Leopoldo de Bulhões (figura II.2.29). As melhores exposições são restritas e situam-se a cerca de 500m a norte de Silvânia e na cabeceira do córrego Posse, geralmente sob forma de blocos soltos. Esta unidade encontra-se recoberta por um espesso manto de intemperismo castanho-escuro ou avermelhado. Limita-se a oeste com as rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), através de uma zona de cisalhamento contracional, e do lado leste encontra-se em contato tectônico com os granitóides (γ1).

A Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB), formada principalmente por quartzo xistos granatíferos/xistos aluminosos/peraluminosos, ocorre na região dos córregos da Natália e Garirobal, a norte de Vianópolis e numa extensa faixa no limite norte da folha, na região do rio Piracanjuba (figura II.2.29). Na região de Silvânia, aflora com uma espessura aparente média de cerca de 2km, em contatos tectônicos com o Granitóide (γ1) a norte e Granulítico Anápolis-Itauçú (APIgai) ao sul. Ocorre ainda na porção oeste e noroeste da folha, desde a confluência do córrego Palmito/rio das Caldas, prolongando-se para norte, continuamente, até leste/nordeste de Bonfinópolis. Nota-se também ocorrências isoladas dessa unidade a norte/noroeste de Bonfinópolis.

No contato entre a Unidade Metavulcânica (PIvssA) e a Unidade Metassedimentar (PIvssB), ocorrem freqüentes intercalações de cianita-clorita-muscovita-biotita xistos e granada anfibolitos, com a presença de veios de quartzo e feldspatos cortando o anfibolito.

2.4.3 Rochas e Metamorfismo

Unidade Metavulcânica (PIvssA) – constituída essencialmente por anfibolitos e metandesitos, com ocorrências mais expressivas a norte e noroeste de Silvânia. O anfibolito possui coloração verde-escuro, textura porfiroblástica muito fina e estrutura orientada. Apresenta níveis milimétricos a centimétricos de sílica, tanto paralelos como cortando a foliação do anfibolito, que exibe uma forte lineação de estiramento mineral. Sua composição essencial é feita por hornblenda-plagioclásio, secundada por clorita, epídoto e actinolita, como minerais oriundos de alteração. Como acessórios ocorrem apatita, zircão e allanita. Aparecem ainda, freqüentemente,



TQdl - cobertura detrito-laterítica; γ_3 - granitóide; $PMa_{A,B\,e\,C}$ - Grupo Araxá Sul de Goiás unidades: A, B e C; γ_2 - granitóide; PIvssA,B - sequência metavulcanossedimentar de Silvânia: unidade A: metavulcânica e unidade B: metassedimentar/mista; γ_1 - granitóide gnáissico; APIgaio, APIgaip - Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Figura II.2.29 – Distribuição da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia: unidades PIvssA e PIvssB.

disseminação de sulfetos (pirita e calcopirita). Em alguns pontos estes anfibolitos transicionam para rochas de composição intermediária tipo metandesitos/metadacitos, pela presença de quartzo primário em proporções essenciais.

Na cabeceira do córrego Posse, próximo ao contato com a Unidade Metassedimentar (PIvssB), afloram granada-anfibolitos, sob a forma de lajedos, de cor cinza-escuro, com pontuações róseas, relativas aos cristais de granada, que atingem até 1cm de diâmetro.

Microscopicamente, essas rochas foram classificadas como metabasitos, segundo a proposição de Miyashiro (1973), e correlacionadas a uma associação metamórfica ortoderivada, incluindo termos de composição intermediária. Apresentam uma granulação fina (0,1 – 0,4mm) e uma paragênese reequilibrada na fácies anfibolito. A composição modal está representada na tabela II.2.13.

Sua caracterização mineralógica e microestrutural é dada pela presença de hornblenda e plagioclásio, textura granoblástica (blasto-equigranular, blasto-ofítica e blasto-porfirítica).

Esses metabasitos granoblásticos exibem texturas ígneas (vulcânicas) remanescentes do tipo blasto-equigranular.

São anfibolitos de granulação fina (0,1-0,3mm) constituídos por hornblenda verde/marrom em prismas curtos, subidiomórficos, eventualmente com discreto arranjo planar orientado.

Envolvendo o anfibólio ocorre uma mesóstase plagioclásica cujos termos pouco retrometamorfizados chegam a alcançar teores de Anortita de até 40% (andesina). Nos termos mais alterados, o plagioclásio é substituído pelo epídoto, decrescendo consideravelmente o teor de ta cálcio (albita). Nos estágios finais de alteração, todo o grão do plagioclásio é substituído por finos agregados (quase isótropos), de baixa resolução microscópica, constituídos por epídoto, carbonato e minerais argilosos.

A biotita pode ocorrer em algumas lâminas como componente não essencial. Trata-se da variedade marrom-escuro, de alta temperatura.

Entre os demais acessórios incluem-se apatita, zircão, allanita, titanita, além de opacos.

Os minerais de alteração, além da saussurita, incluem clorita, actinolita, sericita, leucoxênio. A ubíqua distribuição de quartzo primário sugere um caráter toleiítico para o magma original.

Os metabasitos exibem registro de uma deformação milonítica, superposta em graus variáveis, e representam, na ordem de A para C, uma série completa de estágios deformacionais. A amostra CV-79C representa um estágio inicial de deformação, com *fabric* granoblástico fino (0,5mm) parcialmente preservado. Os porfiroclastos arredondados de pseudomorfos de hornblenda actinolitizada e o plagioclásio está totalmente saussuritizado. Este estágio corresponde ao limite protomilonito/milonito de Sibbson (1977). Outra amostra é de um estágio mais avançado, francamente milonítico, com forte e regular foliação de fluxo, marcada pelo alinhamento da hornblenda e albita recristalizadas, com dimensões na ordem de 0,1mm, em matriz saussurítizada mais fina, provenientes da alteração do plagioclásio. Os porfiroclastos são de hornblenda actinolitizada, ovóides, circulares, lenticulares, com diâmetro médio em torno de 0,3-0,5mm, podendo, no entanto, atingir excepcionalmente 3mm. Nessa mesma ordem de grandeza, foram observados alguns porfiroclastos de plagioclásio com geminações defor-

Tabela II.2.13 – Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – Associação Máfica (metabasitos) (% estimada).

Nº da Lâmina / Mineralogia	(CC) 76	(CC) 194B	(CC) 196A	(CC) 196B	(CV) 36	(CV) 65	(CV) 72B	(CV) 79A	(CV) 79B	(CV) 79C	(CV) 80	(CV) 82	(CV) 91B	(CV) 91D	(CV) 105	(CV) 105A	(CV) 120A	(CV) 172	(GM) 10	(JD) 106
Hornblenda	50	38	40	40	30	55	15	30	70	65	25	65	36	50	75	25	45	65	80	45
Plagioclásio	–	25	25	20	35	25	50	10	TR	–	30	10	36	10	–	80	35	15	08	33
Clinopiroxênio	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Granada	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	–	–	–	10	–	–
Biotita	–	–	–	–	05	–	10	–	–	–	05	–	03	TR	–	–	–	–	–	–
Quartzo	03	–	02	05	–	05	25	15	05	10	05	10	05	05	10	20	20	10	03	02
Clorita	05	–	10	–	10	–	TR	10	15	10	10	05	–	TR	–	TR	TR	–	TR	–
Epidoto	32	15	15	25	10	15	TR	25	10	15	15	10	20	10	10	TR	TR	TR	10	10
Sericita	–	02	01	05	10	–	TR	10	–	–	10	–	TR	TR	05	15	TR	TR	TR	02
Titanita	–	05	02	03	TR	TR	–	–	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	03
Zircão	–	TR	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	TR	–	–	TR	–	–	–
Apatita	–	–	–	–	–	–	TR	TR	–	–	–	–	–	TR	–	–	TR	–	–	–
Opacos	10	–	05	02	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	–	TR	05

madas. Nesse estágio de deformação são observados também, em meio à massa milonítica, porfiroclastos com até 5mm de comprimento, constituídos por *micro pods* de protomilonito do estágio anteriormente descrito na amostra CV-79C. Finalmente, em outra amostra, observa-se um estágio deformacional extremo, ultramilonítico, onde toda a rocha foi cominuída a agregados saussuríticos e cloríticos de baixa resolução microscópica, com granulação em torno de 0,01mm. Nesse caso, a forte foliação de fluxo é marcada pelo alinhamento das palhetas de clorita, prismas de epídoto e, principalmente, por finíssimos e extensos *ribbons* de quartzo. Esse mineral de ocorrência acessória acha-se nesse estágio, totalmente recristalizado, sob a forma de *ribbons*, que também reforçam a foliação milonítica da rocha (fotomicrografia 6).

Envolvidos e contornados pela foliação de fluxo ocorrem diminutos porfiroclastos (0,1-0,3mm) de hornblenda actinolitizada, em forma de lentes, muitos deles com sombras de pressão francamente assimétricas.

Finalmente, vale ressaltar que, relativamente a aspectos composicionais, algumas variedades possuem quartzo primário em proporções essenciais, suficientes para caracterizar a amostra como de natureza intermediária, do campo dacito/quartzo andesito.

Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB) – é constituída por quartzo-micaxistos granatíferos portadores de aluminosilicatos, apresentando cor cinza com níveis esverdeados, granulação média, estrutura foliada, milonítica, composição mineralógica a base de quartzo, muscovita, biotita, granada, cianita, sillimanita e estaurolita. A paragênese metamórfica representativa desse litogrupo é quartzo + cianita + biotita (marrom) + muscovita + sillimanita + estaurolita, sugestiva da fácies anfibolito inferior, de média pressão e temperatura.

Suas principais ocorrências acham-se preservadas próximo a confluência do córrego da Vargem com o rio Caldas, sob a forma de cianita-quartzo-estaurolita-clorita-granada-muscovita xisto, de granulação média a grossa, com seu limite oeste em contato tectônico (zona de cisalhamento) com os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), e a leste em contato também tectônico com as rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú (APIgai).

Esses quartzo xistos granatíferos portadores de aluminosilicatos,revelaram ao microscópio, uma composição média, mostrada na tabela II.2.14. A caracterização mineralógica e microestrutural é feita com base nos seguintes constituintes:

Muscovita – palhetas subidiomórficas, de comprimento milimétrico em cristais em forma de lente, com moderada a forte evidência de deformação subcristalina. Em geral, ocorre sob a forma de agregados policristalinos deformados. Em parte é produto da alteração (desferrificação) da biotita marrom. O alinhamento das palhetas marca a direção da foliação de fluxo, a qual é deflectada em torno dos porfiroclastos pré-tectônicos de granada.

Há, em algumas amostras, uma geração tardia de muscovita com distinto caráter pós-tectônico, em grandes palhetas, que englobam poiquiloblasticamente as demais fases: Granada – cristais subidiomórficos a xenomórficos,

Tabela II.2.14 – Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – Metapelitos (% estimada).

Nº da Lâmina / Mineralogia	(CC) 194A	(CC) 195	(CC) 197A	(CV) 04	(CV) 91E	(CV) 104A	(CV) 104B	(CV) 179	(CV) 179A	(CV) 179B	(JD) 38	(JD) 48
Quartzo	30	20	43	10	15	–	05	40	43	42	05	32
Moscovita	25	27	–	80	15	–	–	10	10	08	01	20
Sericita	05	–	20	–	–	05	90	–	–	–	–	–
Cianita	TR	08	–	–	10	90	05	–	–	–	–	04
Plagioclásio	–	–	–	–	–	–	–	15	43	40	–	10
Microclínio	–	–	–	–	–	–	–	15	–	05	–	–
Biotita	07	TR	–	–	15	–	–	10	03	03	–	15
Granada	25	25	20	–	35	–	–	10	–	–	84	15
Sillimanita	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Clorita	03	15	–	–	10	–	–	–	–	02	–	–
Epidoto	–	–	–	–	–	–	–	TR	01	–	–	–
Zircão	02	TR	TR	TR	TR	–	–	TR	TR	TR	TR	TR
Apatita	TR	TR	–	–	–	–	–	TR	–	–	–	01
Rutilo	01	–	02	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Titanita	–	–	–	–	–	–	–	–	TR	TR	–	–
Turmalina	–	–	–	–	–	–	–	–	–	TR	–	–
Leucoxênio	–	–	–	–	–	TR	TR	–	–	–	–	–
Opacos	02	05	TR	10	TR	05	TR	TR	TR	TR	10	03

com tamanho entre 0,5 a 3mm. Tem caráter pré-tectônico, porfiroclástico, não raro, exibindo sombras de pressão, inclusive do tipo assimétrica. Altera-se freqüentemente em limonita e em clorita. Pode ocorrer também sob a forma de poiquiloblastos pós-tectônicos; Biotita – palhetas subidiomórficas, marrom-escuro, fortemente orientadas; Cianita – prismas idiomórficos a subidiomórficos milimétricos, de caráter pré-tectônico, porfiroclásticos. Muitas vezes exibem evidências de deformação subcristalina, além de alteração periférica em mica branca (pirofilita); Sillimanita – em prismas idiomórficos, milimétricos, pré-tectônicos, com forte disposição planar orientada, moderadamente alterados em mica branca (pirofilita); Estaurolita – xenomórfica, em grandes cristais (0,5 a 4mm), pré-tectônicos, porfiroclásticos, moderadamente alterados em mica branca (pinita) e em clorita; e Quartzo – cristais xenomórficos, submilimétricos, via de regra com distinta deformação intracristalina como extinção ondulante e raramente como agregado policristalino. Quase sempre os cristais estão entremeados nos agregados micáceos. Nas variedades que ocorrem em maior quantidade pode exibir certo bandamento composicional com relação às micas.

Os principais acessórios incluem zircão, apatita e titanita, além de opacos.

No interior dessa unidade, intercala-se na região sul e sudeste de Bonfinópolis uma lente-camada de epidoto anfibolito, com dimensões aproximadas de 10km de comprimento por 500m de largura, semelhante à que ocorre no Córrego Cachoeira, norte de Silvânia. São anfibolitos finos, de coloração verde-escuro, textura nematoblástica, forte disposição planar orientada, com agulhas e prismas alongados de hornblenda, alternando-se com níveis milimétricos de plagioclásio. A paragênese desse litogrupo é representada pela associação hornblenda (verde-escuro/-marrom) + plagioclásio (andesina) + biotita (marrom) ± granada, que caracteriza a fácies anfibolito baixo a médio. Uma provável origem vulcanoclástica é proposta para a evolução desses anfibolitos bandados, com base na regularidade do bandamento máfico-félsico, na ausência de texturas reliquiares que permitam demonstrar seu caráter intrusivo e no desequilíbrio da razão (proporção volumétrica) máfico-félsica – superior a 4/1 – dificilmente observável em lavas basálticas.

Entre os litótipos aluminosos e peraluminosos, destacam-se muscovita-quartzo xistos com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolitos cianitíticos, situados a norte de Vianópolis e na Cabeceira da Natália, constituindo um nível estratigráfico que transpõe os limites da folha, em direção a leste, para formar as melhores exposições na Folha Caraíba. Associam-se ainda nesse litogrupo granada-muscovita-quartzo xistos e cianita-clorita-muscovita-biotita xistos, com intercalações de lentes centimétricas a métricas de grafita-xistos, clorita-talco xisto e talco-xistos, além de actinolitito, que ocorre como xenólito no bojo dos granitóides ($\gamma 2$).

Próximo ao povoado de São Sebastião, a leste de Silvânia, ocorrem intercalações de metatufos alterados, clorita xistos, grafita xistos intemperizados e níveis milimétricos a centimétricos de *metachert* puro, localmente turmalinífero.

Muscovita Quartzitos – ocorrem em realce topográfico, formando cristas alongadas, principalmente na Serra do Bugre (norte de Vianopólis), cabeceira do córrego Posse e no rio Piracanjuba.

São rochas de coloração cinza-esbranquiçado a creme, granulação média a grossa, laminadas ou em bancos. São intercalações centimétricas a métricas de quartzo xistos. Compõem-se de quartzo, muscovita e, localmente, granada.

2.4.4 Petrogênese e Litoquímica

Unidade Metavulcânica (PIvssA): A paragênese representativa dessa unidade, constituída principalmente por metabasitos, incluindo os termos granoblásticos e nematoblásticos, é dada pela hornblenda (verde-escuro/marrom) + plagioclásio (andesina) ± biotita (marrom) ± granada titanita.

Essa paragênese caracteriza em rochas metabásicas a fácies anfibolito baixo a médio (Miyashiro, 1973), correspondendo ao grau médio (Winkler,1977). A ausência de clinopiroxênio recristalizado elimina a possibilidade das condições terem atingido o grau alto.

A deformação metamórfica, possivelmente relacionada a um processo de cisalhamento dúctil, foi discreta, sem obliterar o *fabric* original.

Sobreposto a esse evento principal ocorre, de forma irregular, um evento retrometamórfico de baixo grau, caracterizado pela saussuritização do plagioclásio e actinolitização da hornblenda.

A paragênese desse evento retrometamórfico é dada por albita + epidoto + quartzo + actinolita + carbonato + clorita, representativa de condições da fácies xisto-verde baixa.

Relativamente à natureza dos protolítos, é possível, face aos dois grupamento principais, metabasitos granoblásticos e nematoblásticos, propor-se uma discriminação em caráter preliminar. Para o grupo com texturas granoblásticas (blasto-equigranulares e blasto-porfiríticas), uma natureza extrusiva pode ser microscopicamente assumida.

Entretanto, com relação aos termos nematoblásticos, microscopicamente bandados, alinham-se algumas evidências de natureza vulcano clástica, dadas especialmente por:

1) Caráter magmático preservado em alguns cristais de plagioclásio, eventualmente com geminações ígneas complexas, bem como a abundância de titanita, que forneceu regularmente à rocha teores de TiO_2 superiores a 0,8% e atestam seu caráter magmático.

2) Bandamento máfico-félsico regular, possivelmente herdado (So = S1);

Tabela II.2.15 – Dados Químicos das Rochas da Unidade Silvânia Básica - SILVB

Amostras / Oxidos	JD-106	JV-189D	CV-81	CV-82	CV-065	CV-79B	CV-91D	CV-080	CV-105A	CV-105B	CV-23D	CV-23C	CV-10F	CV-79A	CC-84A	JV-231A	JV-259	CV-105
SiO_2	49,10	53,80	50,9	53,80	49,3	54,70	48,30	56,40	60,20	60,80	45,30	56,10	45,90	62,20	47,60	48,30	50,50	–
Al_2O_3	16,10	17,90	12,30	14,20	15,10	13,20	14,20	16,50	16,10	17,00	7,10	15,10	20,80	17,00	16,10	16,10	16,10	–
Fe_2O_3	3,00	2,10	3,80	2,50	5,00	2,40	2,20	2,10	1,30	1,60	1,60	1,30	3,10	2,30	3,10	2,40	2,20	–
FeO	6,10	6,40	9,20	9,10	7,30	8,40	9,70	5,80	5,50	4,70	9,80	5,90	4,50	4,90	3,00	6,80	7,90	–
MnO	0,15	0,15	0,17	0,21	0,17	0,18	0,22	0,08	0,09	0,09	0,22	0,10	0,06	0,06	0,11	0,15	0,14	–
MgO	9,20	4,10	3,80	6,20	7,40	6,70	7,90	3,80	3,30	2,50	16,50	8,50	5,70	1,70	10,70	8,90	7,30	–
CaO	10,90	7,00	10,90	8,70	1,10	8,70	10,60	6,70	6,30	5,60	11,60	2,70	12,00	5,60	14,90	10,50	10,20	–
Na_2O	3,00	4,90	3,50	2,60	2,40	1,70	2,60	3,50	3,60	3,90	0,49	3,60	2,00	3,10	1,70	1,50	2,20	–
K_2O	0,12	2,20	1,60	0,36	0,22	0,56	0,48	1,60	0,97	1,30	0,18	2,40	1,20	0,61	0,06	0,73	0,54	–
TiO_2	0,83	0,62	0,90	1,20	0,77	0,83	1,40	1,20	0,52	0,52	2,90	0,62	1,00	0,90	0,29	0,73	0,83	–
P_2O_5	0,11	0,24	0,34	0,17	0,13	0,14	0,13	0,34	0,14	0,16	0,87	0,26	0,10	0,15	0,06	0,08	0,14	–
P.F.	1,00	0,80	1,60	0,90	1,20	1,80	1,70	1,60	1,30	1,10	3,00	3,00	2,90	1,80	2,10	3,20	1,60	–
Umidade	0,30	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,07	0,20	0,07	0,07	0,30	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	–
Total	99,91	100,31	99,21	100,04	90,29	99,41	99,50	99,82	99,39	99,34	99,86	99,65	99,36	100,42	99,82	99,49	99,75	–
Elementos Traços																		
Cu	100,00	–	50,00	95,00	85,00	85,00	70,00	35,00	65,00	50,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Pb	–	–	14,00	14,00	10,00	14,00	10,00	14,00	10,00	10,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn	–	–	105,00	105,00	100,00	100,00	105,00	95,00	70,00	65,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Co	45,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni	125,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	310,00	100,00	–	–	–	–	–	–
Sr	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	69,00	272,00	–	–	–	150,00	133,00	981,00
Nb	–	–	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	94,00	18,00	–	–	–	5,00	5,00	5,00
Zr	–	–	22,00	61,00	79,00	53,00	80,00	137,00	80,00	49,00	298,00	124,00	–	–	–	43,00	61,00	15,00
Y	–	–	14,00	23,00	27,00	5,00	32,00	14,00	7,00	7,00	32,00	15,00	–	–	–	17,00	6,00	30,00
Sn	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ce	–	–	12,63	8,46	8,29	5,78	13,14	49,48	–	12,54	310,00	100,00	–	–	–	100,00	100,00	–
W	2,80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cr	450,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
V	200,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ba	2.300,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
CaO	10,90	–	10,90	8,70	10,10	8,70	10,60	6,70	6,30	5,60	11,60	2,70	–	–	–	10,50	10,20	12,00
TiO_2	0,83	–	0,90	1,20	0,77	0,83	1,40	1,20	0,52	0,52	2,90	0,62	–	–	–	0,73	0,83	1,00
P_2O_5	0,11	–	0,34	0,17	0,13	0,14	0,13	0,34	0,14	0,16	0,87	0,26	–	–	–	0,08	0,14	0,10
La	3,20	12,04	5,94	4,75	3,75	3,76	6,56	27,03	–	7,84	–	–	–	–	–	–	–	–
Nd	5,80	10,64	8,96	3,07	10,52	1,92	9,18	28,34	–	3,27	–	–	–	–	–	–	–	–
Sm	1,39	3,50	1,80	0,80	3,00	0,50	2,50	4,80	–	0,50	–	–	–	–	–	–	–	–
Eu	0,58	0,78	0,58	0,17	1,04	0,09	0,66	1,48	–	0,16	–	–	–	–	–	–	–	–
Gd	2,06	4,21	2,32	0,71	4,37	0,63	2,42	3,98	–	0,26	–	–	–	–	–	–	–	–
Dy	2,47	3,14	2,31	0,80	4,97	0,52	1,90	2,76	–	0,33	–	–	–	–	–	–	–	–
Ho	0,51	0,63	0,40	0,17	1,06	0,13	0,32	0,49	–	0,06	–	–	–	–	–	–	–	–
Er	1,48	1,80	1,37	0,41	3,14	0,32	0,73	1,20	–	0,11	–	–	–	–	–	–	–	–
Yb	1,57	1,99	1,16	0,15	2,97	0,14	0,73	1,05	–	0,03	–	–	–	–	–	–	–	–
Lu	0,27	0,30	0,16	0,04	0,38	0,04	0,09	0,18	–	0,03	–	–	–	–	–	–	–	–
Y	30,00	15,00	14,00	23,00	27,00	5,00	32,00	14,00	–	7,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Ce	6,57	16,14	12,63	8,46	8,29	5,78	13,14	49,48	–	12,54	–	–	–	–	–	–	–	–
La N	13,08	49,22	24,25	19,38	15,30	15,347	26,78	110,33	–	32,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Eu / Eu *	1,05	0,62	0,87	0,68	0,88	0,48	0,81	1,01	–	1,22	–	–	–	–	–	–	–	–
(Yb / La) N	0,73	0,25	0,29	0,05	1,18	0,55	0,17	0,06	–	0,01	–	–	–	–	–	–	–	–
(La / Yb) N	1,38	4,08	3,45	21,33	0,85	18,09	6,05	17,34	–	176,00	–	–	–	–	–	–	–	–
+ TRL	16,96	42,32	29,33	17,08	25,56	11,96	31,38	109,65	–	24,15	–	–	–	–	–	–	–	–
+ TRP	8,36	12,07	7,72	2,28	16,89	1,78	6,19	9,66	–	0,82	–	–	–	–	–	–	–	–

3) Desequílibrio da razão (proporção volumétrica) máfico-félsica superior a 4/1, dificilmente observável em lavas (basálticas);

4) Ausência de texturas reliquiares (não porfiroclásticas) que permitam caracterizar o caráter extrusivo.

As análises dos elementos maiores, traços e terras-raras nos metabasitos da Unidade Metavulcânica (tabela II.2.15) permitiram assinalar as seguintes considerações petrogenéticas:

– Pelo diagrama de álcalis ($Na_2 + K_2O$) *versus* SiO_2 (figura II.2.30), Kuno (1968), a maioria das amostras caem no campo dos basaltos toleiíticos, sendo que algumas amostras se situaram no campo dos basaltos aluminosos.

– No diagrama K_2O *versus* Na_2O, de Kuno (1967) (figura II.2.31) verifica-se uma predominancia dos basaltos toleíticos com forte tendência calcialcalina, denotando uma certa diferenciação magmática, representada pelos litótipos cartografados nesta unidade (metabasaltos até metandesitos). Este fato também é evidenciado pelo diagrama FeO + Fe_2O_3 *versus* o índice de solidificação IS = (Mgx100) / ($FeO + Fe_2O_3 + MgO + Na_2O + K_2O$) (figura II.2.32), segundo Kuno (1968), onde quatro amostras se distribuem através da série hiperstenítica (calcialcalina), quatro plotam no campo da série pigeonítica (toleiítica) e duas localizam-se no limite destas duas séries.

– Pelo diagrama AFM, de Irvine & Baragar (1971, figura II.2.33) a maioria das amostras (9) plota no campo calcialcalino e apenas cinco situam-se no campo toleiítico (pigeonítico), demonstrando uma acentuada predominância calcialcalina entre os termos estudados. Já o diagrama ternário MgO-CaO-Al_2O_3, de Viljoen & Viljoen (1969, figura II.2.34), reafirma uma posição toleiítica destes metabasitos, quando confrontados ao *trend* komatiíto-toleiítico.

– Usando o diagrama cromo e níquel *versus* FeO.total/MgO, de Miyahiro & Shido (1975, figura II.2.35A e B), verifica-se que em relação ao cromo houve uma distribuição das amostras nos campos toleiítico e calcialcalino de arcos de ilha e margem continental ativa. Com respeito ao conteúdo de níquel, as amostras plotam, predominantemente, no campo calcialcalino de arcos de ilha e margem continental ativa.

Pelo diagrama Y/Nb, de Pearce & Cann (1973, figura.II.2.36), esses metabasitos situaram no campo toleiítico a transicional para alcalino, com a razão Y/Nb entre 1 e 8, mostrando uma acentuada semelhança com a distribuição dos basaltos oceânicos, já que a maioria das amostras tem uma relação Y/Nb maior que 3.

– O diagrama Ti *versus* Zr, de Pearce & Cann (1973, figura II.2.37), mostra que a maioria das amostras plotou o campo de basaltos de fundo oceânico (OFB) + toleiítico de baixo potássio (LKT) de arco-de-ilha, com duas amostras atingindo o campo de basaltos calcialcalinos

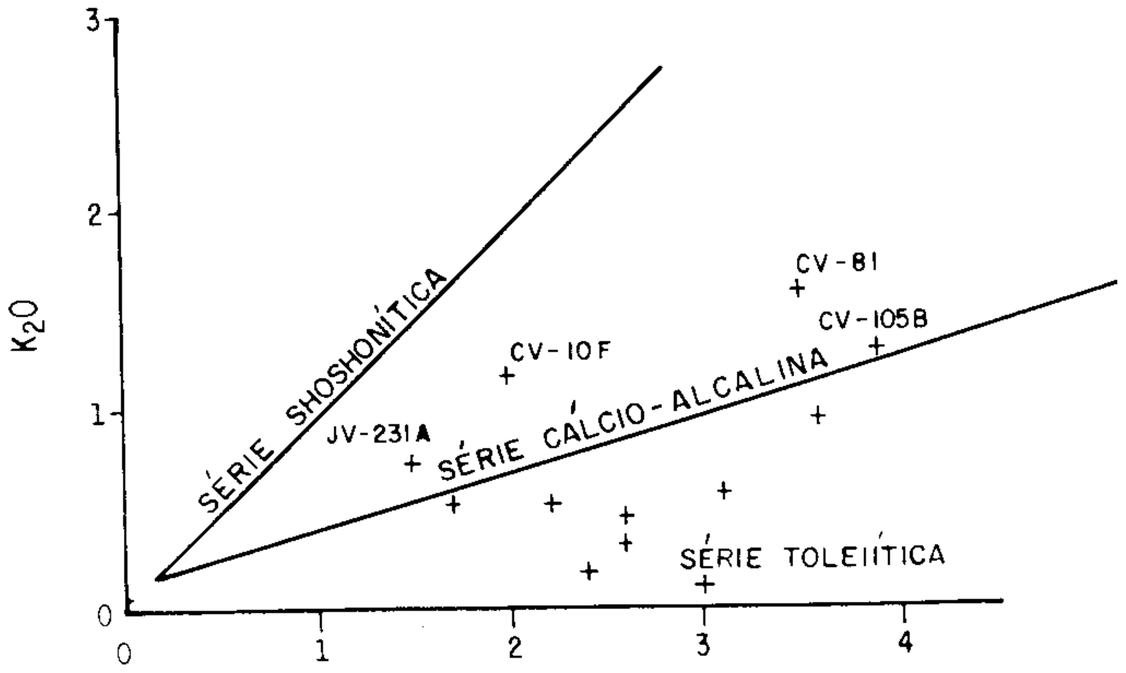


Figura II.2.31 – Diagrama K_2O **versus** Na_2O, segundo Kuno (1967), indicando os campos químicos dos basaltos primários.

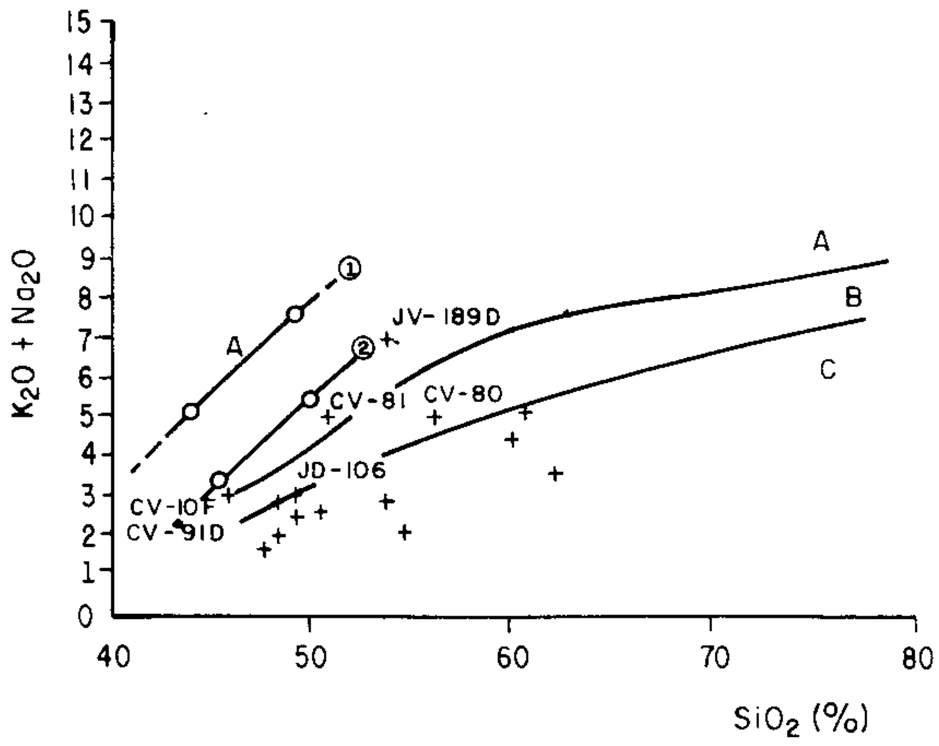


Figura II.2.30 – Diagrama álcalis *versus* sílica com divisão dos magmas basálticos primários, segundo Kuno (1968).

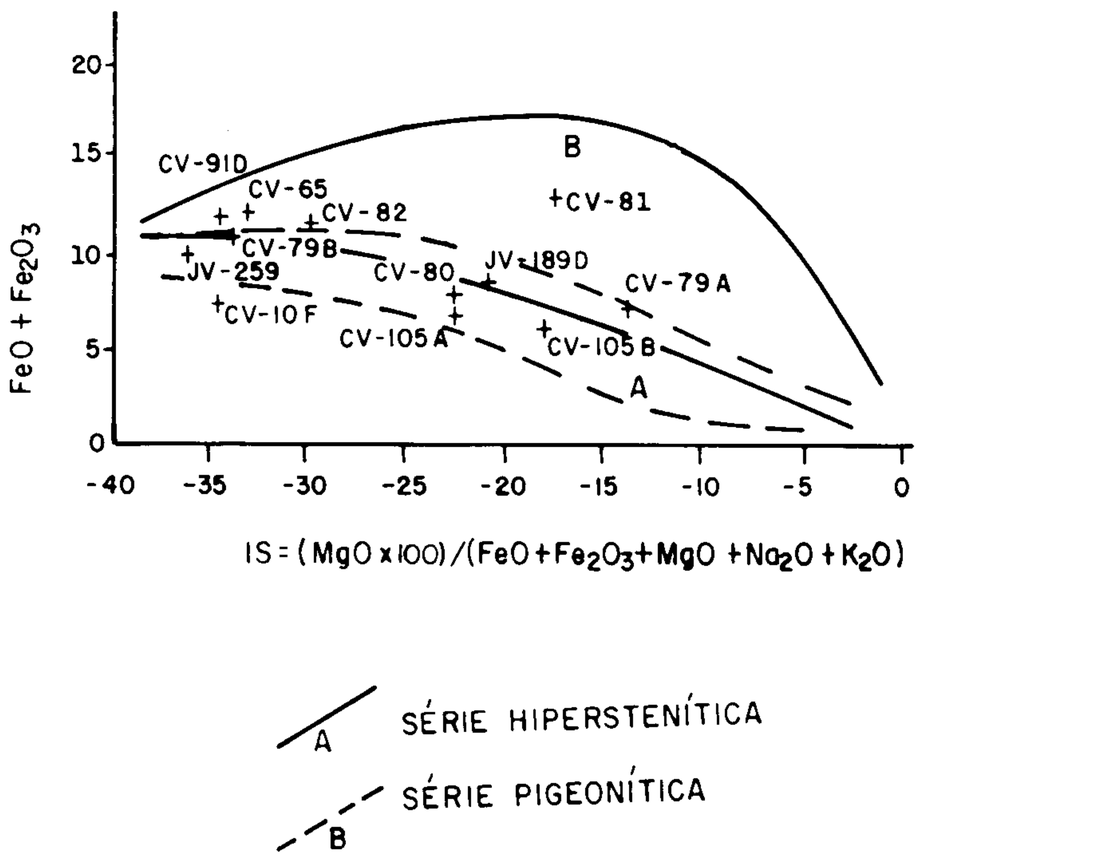


Figura II.2.32 – Diagrama FeO + Fe_2O_3 *versus* IS (índice de solidificação), segundo Kuno (1968), com os campos dos basaltos primários.

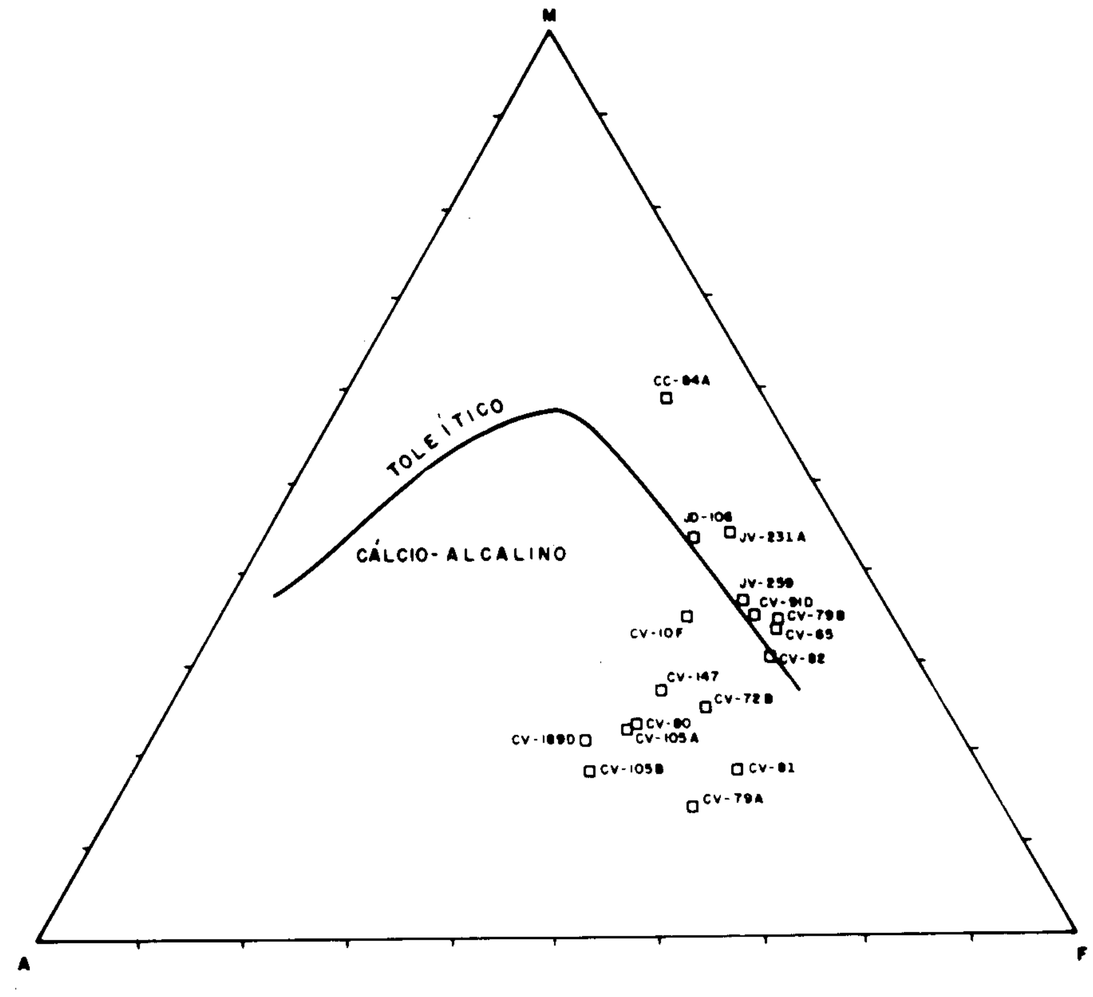


Figura II.2.33 – Diagrama A–F–M com a separação dos campos dos basaltos toleíticos e calcialcalino, segundo Irvine e Baragar (1971), aplicado às amostras da Unidade Metavulcânica da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

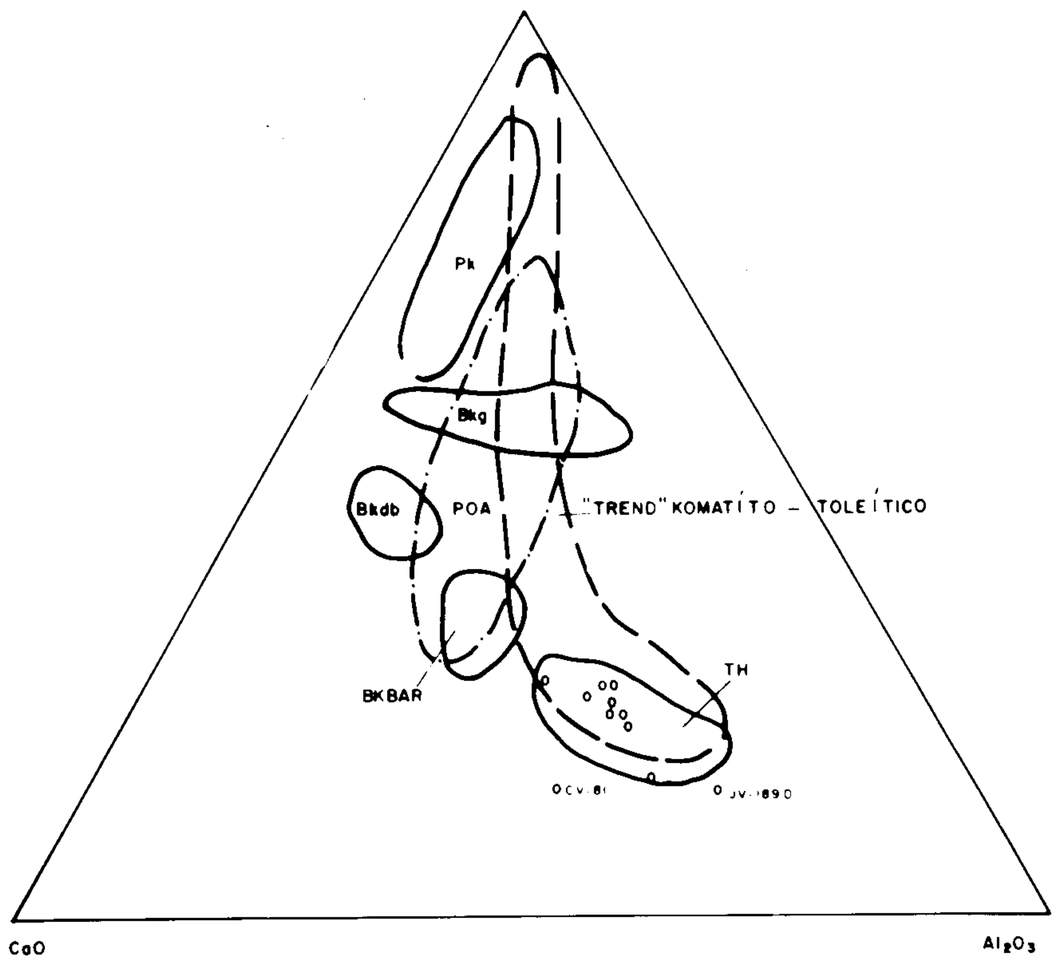
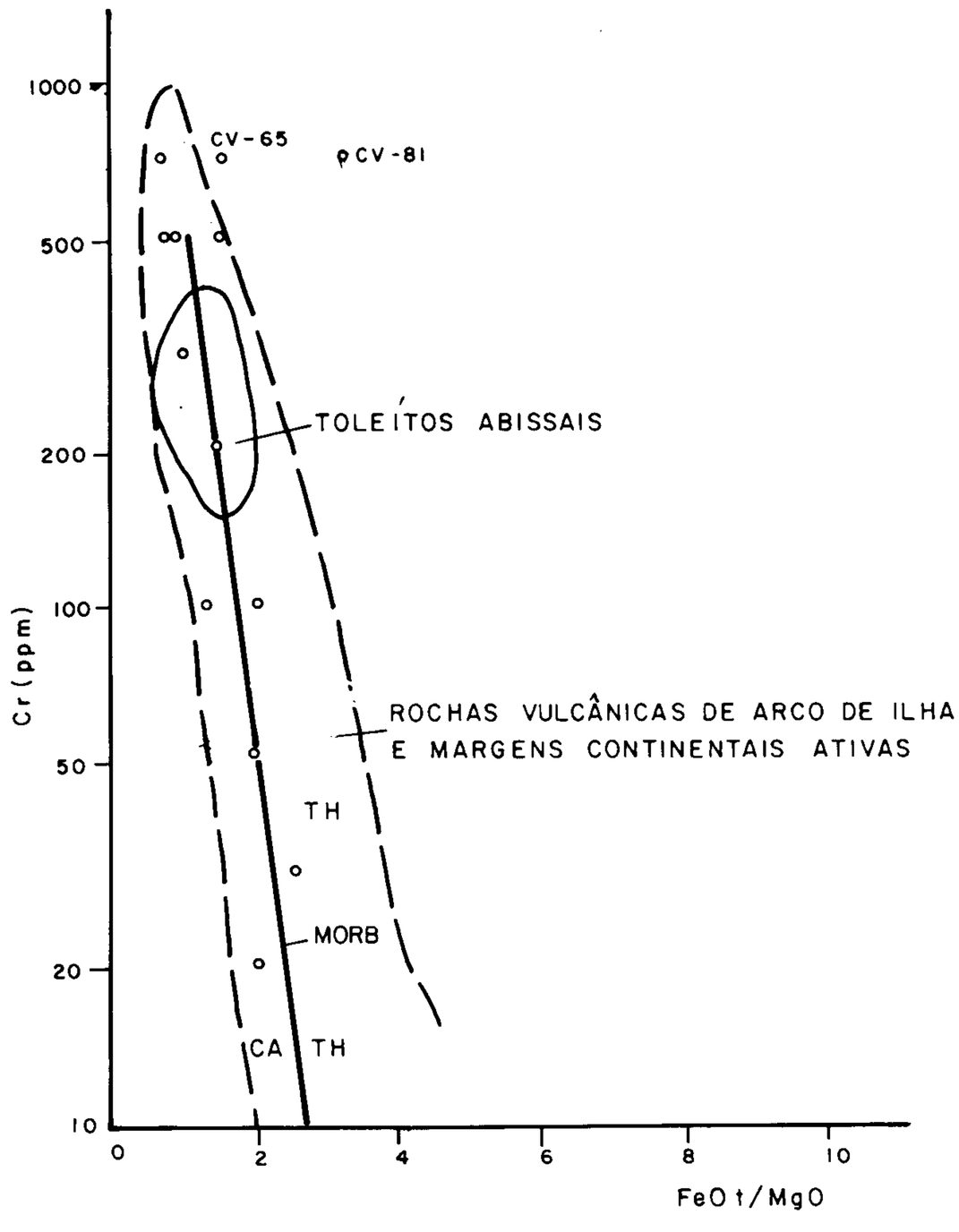


Figura II.2.34 – Diagrama CaO–MgO–Al_2O_3, segundo Viljoen & Viljoen (1969) e Arndt et alii (1977), aplicado à Unidade Metavulcânica da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

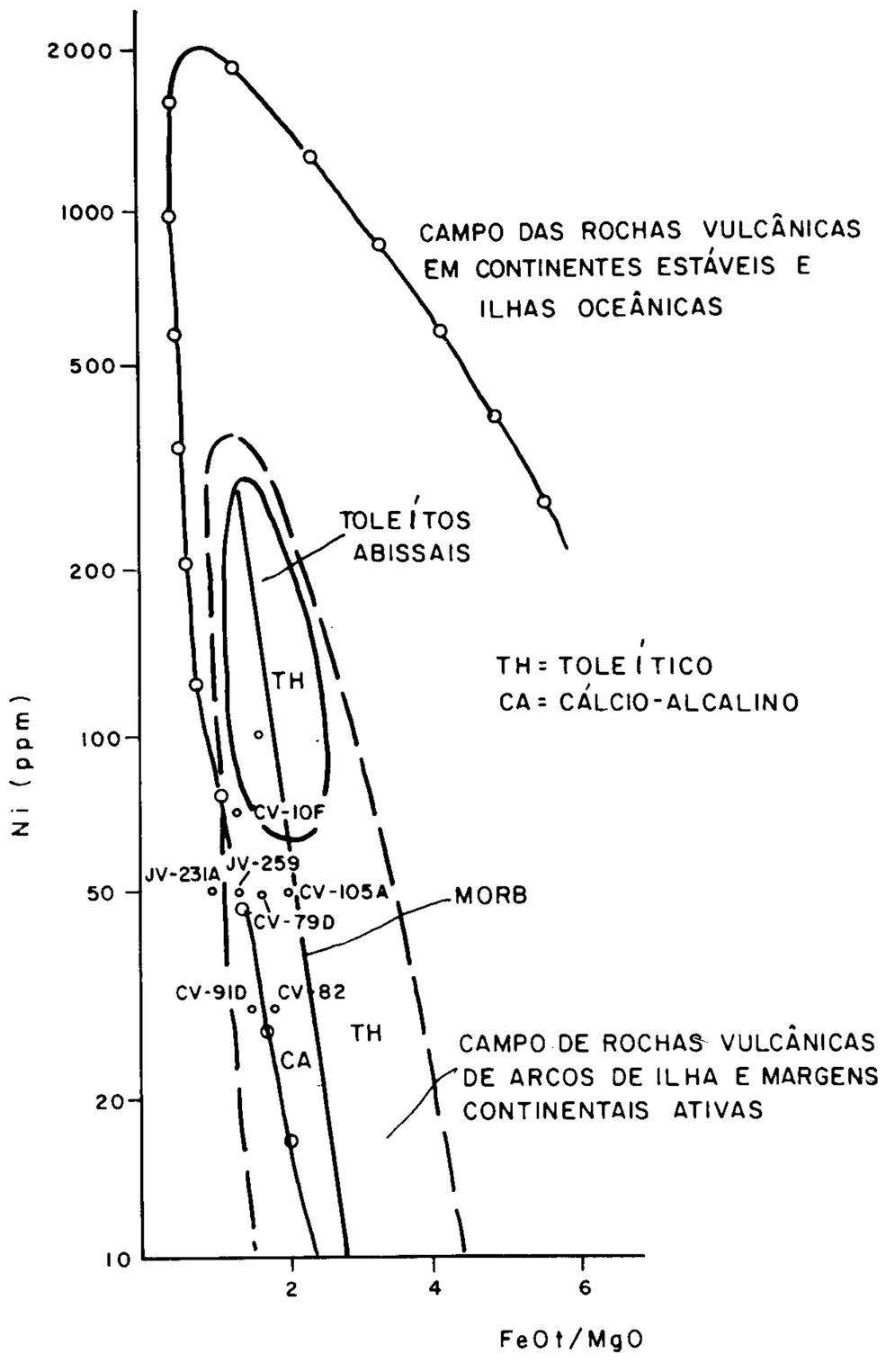
(CAB), evidenciando dessa maneira um ambiente de margem continental ativa e arcos de ilhas modernos, com a formação de uma crosta oceânica incipiente no desenvolvimento geotectônico dessa unidade.

Com relação aos elementos de terras-raras, foram obtidos basicamente dois padrões distintos, espelhando fielmente a bimodalidade dessa seqüência metavulcânica: metandesitos, representados principalmente pelas amostras CV-105A, 105B, e CV-080 que têm uma filiação calcialcalina; e metabasaltos (epídoto anfibolito e granada anfibolito), realçados pelas amostras CV65, JD-106, CV-81 e CV-91, de derivação toleiítica.

As curvas das amostras CV-80 e CV-105 (figura II.2.38A), de composição andesítica, são praticamente paralelas, a exceção da forte depleção de Yb na CV-105B. Observa-se acentuado fracionamento dos ETR nas amostras de composição andesítica, atingindo em uma amostra um valor de 11 pela razão ETRL/ETRP e uma forte a moderada anomalia de európio (Eu/Eu* de 0,484 a 0,676) em outras amostras (tabela II.2.16). Observa-se ainda. uma correlação negativa entre os somatórios de ETR das amostras (figura II.2.38A) e os teores em SiO_2, fato este detectado por Barker *et al.* (1979) nos tonalitos/trondhjemitos do Canadá, gerados a partir de fusão parcial de protólito de natureza anfibolítica de ambiente de subducção, dando produtos calcialcalinos. Os padrões das curvas dessas amostras permitem compará-los com os andesitos modernos calcialcalinos ou aos andesitos do tipo I, de Condie (1981). Estes padrões são muitos semelhantes aos de rochas vulcânicas calcialcalinas de ambiente de margem continental, segundo Iden (1981).



(A)



(B)

Figura II.2.35 – Diagramas (A) Cr (ppm) FeOtotal/MgO e (B) Ni (ppm) versus FeOtotal/MgO, indicando séries de rochas vulcânicas em diferentes ambientes tectônicos, segundo Miyashiro e Shido (1975).

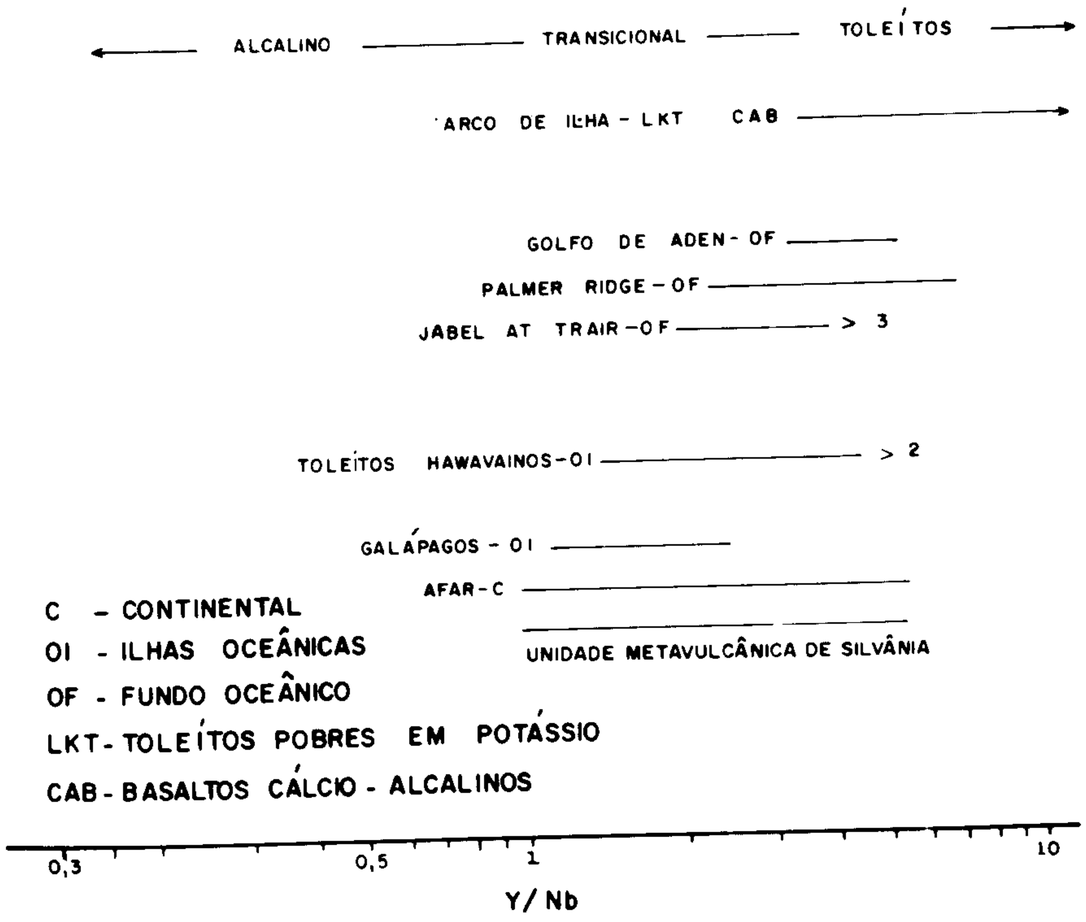


Figura II.2.36 – Relação Y/Nb de diferentes rochas vulcânicas em vários ambientes geotectônicos, segundo Pearce & Cann (1973). Aplicado às rochas de Unidade Metavulcânica da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

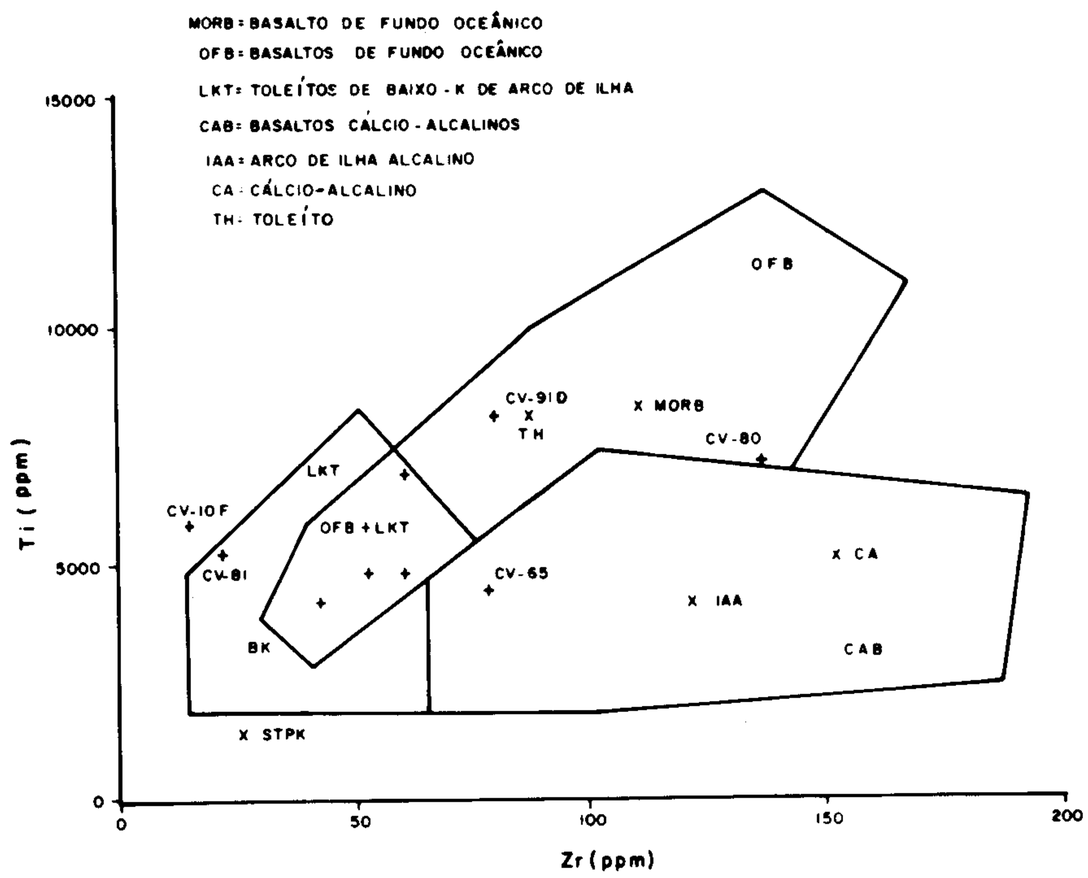
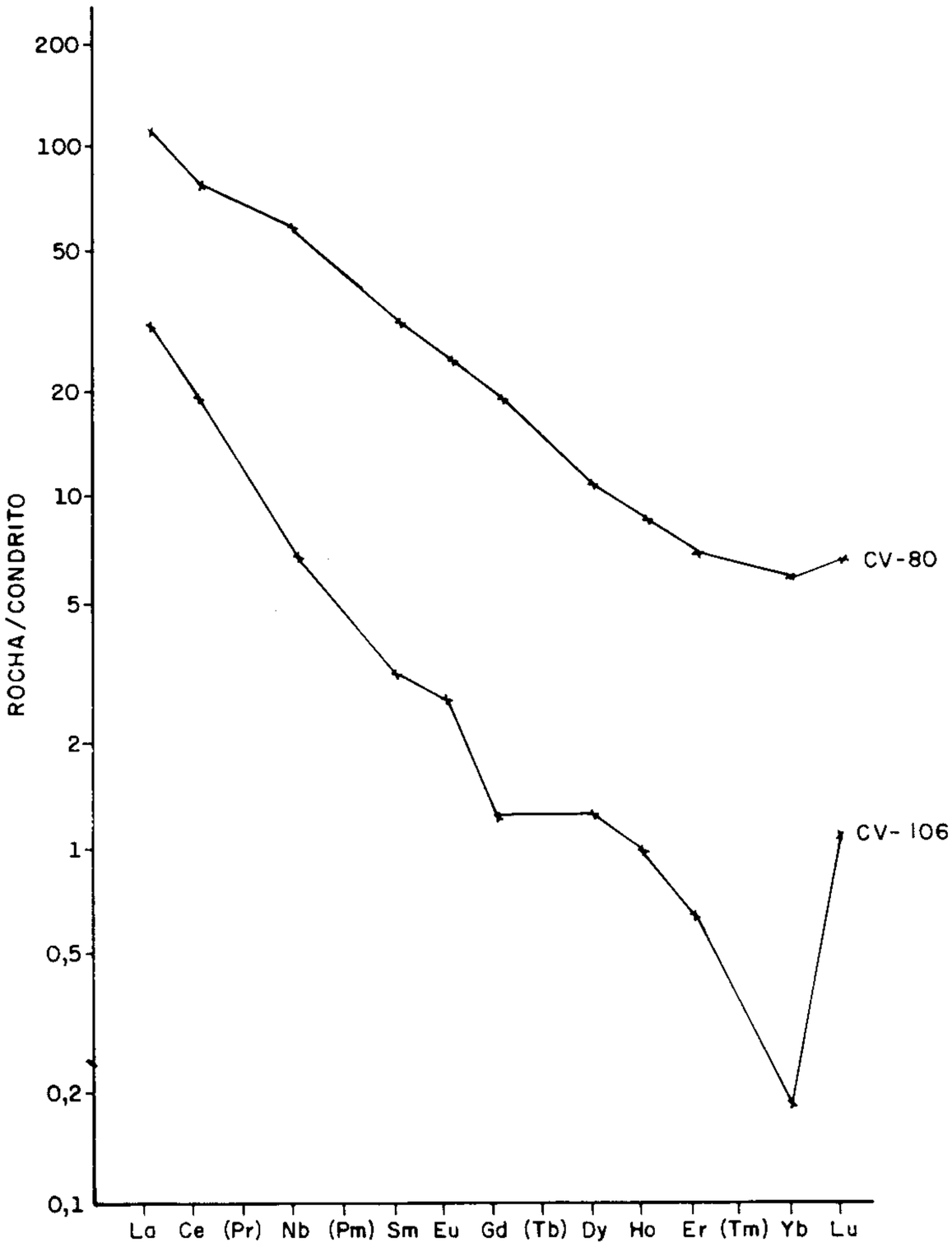
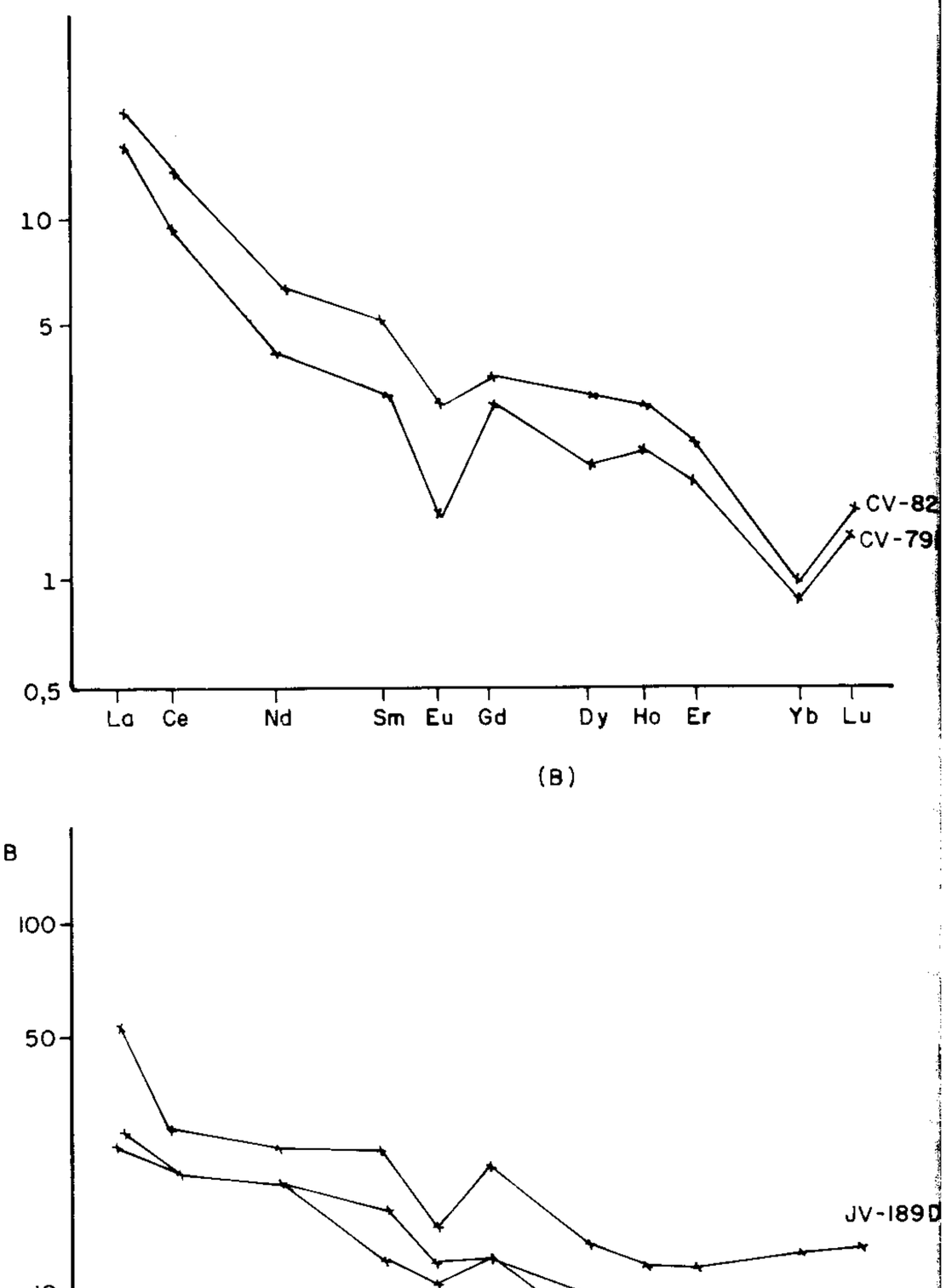


Figura II.2.37 – Diagrama Ti *versus* Zr (ppm), de Pearce & Cann (1973), discriminando ambientes geotectônicos e seus respectivos vulcanismos. Aplicado à Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.





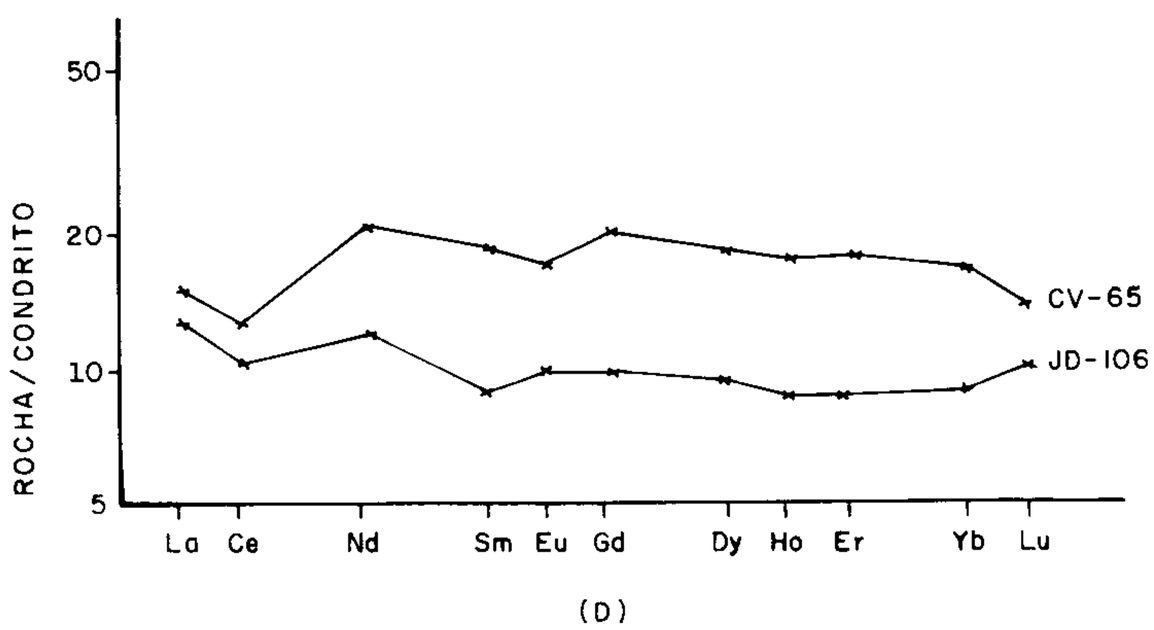


Figura II.2.38 (A–D) – Curvas-padrão normalizadas, segundo o condrito CI, de Evensen (1978), para as rochas da Unidade Metavulcânica da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

Tabela II.2.16 – Parâmetros litoquímicos.

Parametros Petroquimicos / Amostras	ID	RA	FOX	IP	F	CNP	IC	ICR	PAL	PALK
GRANITO γ1										
CV – 05 A	78,54	0,34	0,38	0,35	70,45	24,41	5,99	16,20	0,98	0,66
CV – 23 A	81,61	0,38	0,53	0,37	79,40	19,20	7,74	15,66	0,90	0,74
CV – 68 A	66,70	0,23	0,25	0,53	68,66	37,92	12,74	19,40	1,10	0,47
CV – 130 B	95,89	0,90	0,24	4,32	90,10	4,73	1,78	1,11	1,10	0,88
CV – 07 A	86,84	0,40	0,51	0,40	83,59	18,81	4,93	9,85	0,99	0,74
JV – 02	73,99	0,32	0,37	0,76	76,92	24,41	11,30	13,30	1,27	0,55
JV – 06	90,31	0,37	0,47	2,00	82,32	6,68	5,33	3,62	1,14	0,81
JV – 91	67,87	0,21	0,27	0,67	68,17	41,42	10,24	19,42	1,21	0,42
JV – 229	61,05	0,29	0,23	0,91	81,98	36,87	20,72	19,52	0,86	0,59
CV – 60	64,64	0,22	0,28	0,86	69,12	44,67	12,87	21,47	1,11	0,44
CC – 130 A	54,57	0,21	0,15	0,58	77,59	43,91	22,77	22,75	1,08	0,44
MÉDIA	74,73	0,35	0,33	1,07	77,12	27,55	10,58	14,75	1,07	0,61
GRANITO γ2										
JV – 12	71,67	0,28	0,28	0,63	76,19	31,75	11,53	16,03	1,08	0,54
GN – 13	83,80	0,56	0,42	2,81	71,11	22,23	7,94	8,32	1,09	0,76
CV – 178	77,71	0,37	0,45	0,61	74,47	23,98	8,77	17,19	0,93	0,70
JV – 189 C	65,74	0,30	0,29	0,65	66,67	31,51	18,15	22,70	0,86	0,62
JD – 14	81,73	0,24	0,26	2,15	77,24	31,30	7,83	9,02	1,19	0,60
JD – 18	93,59	0,32	0,39	2,41	87,65	3,80	2,75	1,57	1,25	0,76
JD – 44	89,26	0,31	0,23	2,21	82,14	15,74	4,55	4,51	1,16	0,73
JD – 105	92,94	0,64	0,49	3,40	83,49	19,83	1,72	4,86	1,07	0,81
CV – 179	91,66	0,35	0,59	1,92	84,46	2,59	4,27	2,63	1,30	0,73
JV – 170	92,01	0,38	0,60	1,71	79,51	2,65	3,69	2,28	1,26	0,74
JV – 177	92,01	0,54	0,64	3,12	88,53	6,21	3,29	2,89	1,34	0,69
JV – 107 A	92,68	0,69	0,53	10,85	86,96	14,44	4,08	2,64	1,27	0,76
CV – 72 B	45,77	0,12	0,19	1,12	68,42	69,57	22,11	33,49	0,97	0,28
JD – 59	63,17	0,18	0,30	3,70	77,93	33,75	20,87	7,56	2,99	0,26
CV – 48	79,20	0,30	0,30	0,89	72,37	8,51	14,06	3,91	1,82	0,48
CV – 62	72,53	0,24	0,36	0,75	73,54	4,19	17,02	4,54	2,31	0,39
JV – 105 A	94,18	0,32	0,64	2,40	87,89	1,49	2,59	1,75	1,28	0,75
MÉDIA	81,16	0,36	0,41	2,43	78,74	19,03	9,13	8,58	1,36	0,62
GRANITOS γ3										
GM – 01	83,20	0,27	0,39	1,95	79,63	17,88	9,14	6,13	1,32	0,61
JV – 188	94,78	0,70	0,55	0,78	87,72	2,76	4,08	2,90	1,00	0,96
JV – 297 D	94,97	0,56	0,89	2,82	88,72	0,27	1,33	0,65	1,38	0,71
CC – 23 A	81,59	0,38	0,53	0,37	79,40	19,20	7,77	15,66	0,91	0,74
CC – 22	87,03	0,37	0,55	3,25	82,15	14,52	5,42	4,02	1,76	0,50
CC – 82	94,74	0,45	0,56	1,82	81,86	5,69	2,95	2,69	1,04	0,90
CC – 62	92,68	0,36	0,63	1,71	87,18	3,44	2,18	2,06	1,39	0,69
CC – 62 B	93,51	0,61	0,64	2,80	88,78	4,17	2,78	2,39	1,25	0,76
JV – 290	81,36	0,37	0,51	3,07	82,36	24,01	8,82	7,43	1,54	0,52
JV – 297 B	96,40	0,38	0,58	2,44	91,77	0,55	2,17	1,30	1,09	0,89
JV – 216	95,26	0,42	0,59	2,04	92,27	3,60	2,61	2,31	1,06	0,89
GM – 20	85,56	0,45	0,48	0,94	79,90	15,92	6,64	8,10	1,09	0,73
MÉDIA	90,09	0,44	0,58	2,00	85,15	9,33	4,66	4,64	1,24	0,74

ID = Q + or + ab + an + ne;
RA = $(AlO_3 + CaO + 2Na_2O) / (Al_2O_3 + CaO - 2Na_2O)$
se $SiO_2 > 50\%$ e $1 < K_2O / Na_2O < 2,5$;
FOX = $(Fe_2O_3) / (FeO + 0,91\ Fe_2O_3)$;
IP = K_20 / Na_2O;
F = $(FeO + Fe_2O_3)\ 100 / (FeO + Fe_2O_3 + MgO)$;
CNP = (an X 100) / (an + ab + 5/3 ne);
IC = ol + hy + di + mt + il + hm;
ICR = (an + di + fo + sp);
PAL = $Al_2O_3 / (CaO + K_2O + Na_2O)$;
PALK = (Na + K) / Al (átomo);

A análise das curvas (figura II.2.38B) evidencia uma correlação positiva entre o somatório de ETR e os teores de SiO_2 e de K_2O (tabelas II.2.15 e II.2.17), o enriquecimento em ETRL e a depleção em ETRP, especialmente em Yb, com acentuada anomalia negativa desse elemento. Nota-se ainda expressiva anomalia negativa de európio; os valores (La/Yb) são compatíveis com aqueles propostos por Jakes & Gill (1970), de 6 a 8 para valores da série calcialcalina.

Nas curvas das figuras II.2.38C constata-se um grupo de rochas anfibolíticas que apresenta um fracionamento de ETR menor, com tendência à horizontalidade (razões CeN/YbN em torno de 2) e anomalia de európio variando de moderada a baixa. A forma sub-horizontalizada dessas curvas sugere uma evolução petrológica, de diferenciação mantélica, à base de plagioclásio e clinopiroxênio, semelhante ao padrão do dacito do SW do Colorado e norte do Novo México (USA), descrito por Hanson (1978), que lhe conferiu um ambiente de arco-de-ilha para geração dessas rochas.

O último conjunto de curvas (figura II.2.38D) apresenta um padrão de curvas horizontal, com acentuada depleção de Ce e de Eu na amostra CV-65. Estes caracteres assemelham-se ao padrão dos andesitos calcialcalinos do tipo III ou dos toleiítos TH2, de Condie (1981), que ocorrem interrelacionados com baixa concentração de terras raras, acompanhadas de baixo teor de Sr e alto teor de Y (tabela II.2.15). Acredita-se que sejam gerados em ambiente de margem continental ativa em arcos-de-ilhas, corroborando desta maneira os resultados alcançados inicialmente, quando foram utilizados os elementos maiores.

Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB): A paragênese característica do evento metamórfico que atuou nos litótipos dessa unidade é representada por quartzo + cianita + biotita (marrom) + muscovita ± sillimanita ± estaurolita.

A natureza aluminosa da paragênese é sugestiva de uma derivação supracrustal, a partir de sedimentos pelíticos.

O quadro da tabela II.2.18 é uma síntese do metamorfismo regional progressivo. A zoneografia mineral é simples, caracterizada especialmente pela presença da granada e da cianita, representativas de condições metamórficas da fácies anfibolito inferior. Apenas uma amostra, localmente atingiu a fácies anfibolito superior, pela presença da sillimanita.

A identificação da cianita como principal polimorfo aluminoso estável além de indicar que o metamorfismo progressivo atingiu a fácies anfibolito inferior (Miyashiro,1973) caracteriza também o tipo bárico de metamorfismo operante como barrowiano, da série de fácies de média P/T, de Miyashiro (1973).

Tabela II.2.17 – Características químicas dos grupamentos estatísticos relativos as rochas da Unidade Silvânia Básica

GRUPO I

X	SiO_2	MgO	C_2O	K_2O	FeO	Na_2O	Cr	Ni	Sr	Ba
JD – 106	49,1	9,2	10,9	0,12	6,1	3,0	500	100	100	20
CV – 65	49,3	7,4	10,1	0,22	7,3	2,4	700	100	100	20
médias	49,2	8,3	10,5	0,2	6,7	2,7	600	100	100	20
ICV – 81	50,9	3,8	10,9	1,60	9,2	3,5	700	70	15	70

SUB-GRUPO IIA

X	SiO_2	MgO	C_2O	Na_2O	K_2O	FeO	Cr	Ni	Sr	Ba
CV – 82	53,8	6,2	8,7	2,6	0,36	9,1	150	30	300	150
CV – 91 D	48,3	7,9	10,6	2,6	0,48	9,7	200	30	100	500
CV – 79 B	54,7	6,7	8,7	1,7	0,6	8,4	500	50	300	200
JV – 259	50,5	9,3	10,2	2,2	0,54	7,9	150	50	100	70
JV – 221 A	48,3	8,9	10,5	1,5	0,73	6,8	300	50	200	70
médias	51,0	7,4	9,7	2,1	0,53	8,4	260	42	200	198

SUB-GRUPO IIB

X	SiO_2	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	FeO	Cr	Ni	Sr	Ba
CV – 10F	45,9	5,7	12,0	1,20	2,0	4,50	100	70	100	200
CV – 84A	47,6	10,7	14,9	0,61	1,7	3,00	–	–	–	–
médias	46,7	8,2	13,4	0,9	1,8	3,75	–	–	–	–

GRUPO III

X	SiO_2	MgO	C_2O	Na_2O	K_2O	FeO	Cr	Ni	Sr	Ba
JV – 189D	53,8	4,1	7,0	4,9	2,20	6,4	20	5	700	500
CV – 80	56,4	3,8	6,7	3,5	1,60	5,8	100	50	500	700
CV – 105A	60,2	3,3	6,3	3,6	0,97	5,5	50	50	200	200
CV – 105B	60,8	2,5	5,6	3,9	1,30	4,7	30	30	500	200
CV – 79A	62,2	1,7	5,6	3,1	0,61	4,9	10	15	300	200
médias	58,7	3,1	6,2	3,8	1,34	5,5	42	30	480	360

A análise das relações entre a foliação principal da rocha, deflectada em porfiroclastos de granada e cianita, indica que essa superfície de fluxo milonítico formou-se sob condições decrescentes de temperatura. Ou, em outras palavras, que o pico termal do metamorfismo antecedeu o desenvolvimento da superfície dominante.

Possivelmente, em período pós-milonitização, ocorreu discreto evento retrometamórfico, responsável pela sericitização dos aluminosos silicatos, cloritização e limonitização da granada, caracterizando assim um evento retrometamórfico sob condições da fácies xisto-verde.

Relativamente à duas amostras caracterizadas como peraluminosas, do tipo cianitito, e seus derivados retrometamórficos, são pertinentes algumas considerações adicionais. Suas características permitem correlacioná-las com rochas similares, previamente detalhadas na Folha Caraíba, as quais foram formadas a partir da rocha original pré-metamórfica, enriquecida em alumínio.

Esse enriquecimento foi traduzido pela cristalização pré a sin-tectônica de prismas de cianita. Esses cianititos foram, em períodos pós-deformacionais, retrometamorfizados a agregados feltrosos de mica branca (pirofilita). Como na Folha Caraíba a designação de agalmatolito pode ser apropriadamente adotada para esses produtos finais de alteração, resultantes da profunda alteração de xistos peraluminosos confinados às zonas de cisalhamento dúctil, onde houve intensa percolação de fluidos hidrotermais, promovendo uma redistribuição e concentração do alumínio existente originalmente nessas rochas.

Foi selecionada uma população de 10 amostras da Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB): agalmatolito; granada-biotita-quartzo xisto; granada-cianita-estaurolita xisto; hornblenda-biotita xisto; clorita-granada-muscovita-quartzo xisto; xisto feldspático e xisto milonitizado, que pelo índice de Shaw (1971), apresentaram DF-negativo, confirmando sua origem sedimentar (tabela II.2.19).

Procurando, ainda, confirmar a tendência sedimentar das amostras analisadas, foram utilizados os diagramas triangulares ACF e AKF (figura II.2.39A e B) de Winkler (1977). Pelo diagrama ACF, as amostras ficaram relativamente espalhadas, sendo que algumas plotaram no campo dos pelitos, enquanto outras estão próximas ao campo das grauvacas. No diagrama A'KF, duas amostras plotam no campo das grauvacas, três amostras situam-se no campo das grauvacas (superpondo-se também ao domínio dos pelitos + margas) e cinco amostras acham-se distribuídas no campo pelito + marga.

Com objetivo de se obter outras informações sobre o comportamento sedimentar desses litótipos, foram construídos os diagramas triangulares de Wahlstrom & Kim (1959), 1/3 SiO_2 - $(CaO + MgO)$ - $(Na_2O + K_2O)$, (figura II.2.40), e Al_2O_3 - CaO - $(MgO + FeO)$, (figura II.2.41), onde evidencia-se que as amostras estudadas ficam bastante espalhadas, mas distribuídas sempre

Tabela II.2.18 – Mudanças Mineralógicas Progressivas.

METAPELITOS DA SEQüÊNCIA METAVULCANO-SEDIMENTAR DE SILVÂNIA

Fácies Metamórfica		Anfibolito	
Zoneamento Mineral		Inferior	Médio a Superior
Metapelitos	Muscovita		
	Biotita	marrom	marrom - avermelhado
	Granada		
	Cianita		
	Sillimanita		
	Estaurolita		
	Quartzo		
	Opacos		
Metabasitos	Hornblenda	verde - escura	
	Plagioclásio	An > 20%	
	Epidoto		
	Granada		
	Titanita		

METAPELITOS DO GRUPO ARAXÁ

Fácies Metamórfica		Xistos - Verdes	
Zoneamento Mineral		Biotita	Granada
Metapelitos	Muscovita		
	Biotita	marrom	claro
	Granada		
	Microclínio		
	Plagioclásio(sódico)		
	Quartzo		
	Opacos		

Tabela II.2.19 – Parâmetros químicos e litoquímicos das rochas da Unidade Silvânia Sedimentar..

AMOSTRA / ÓXIDO	JV-186 A	CV-91 C	CV-91 E	JV-186 D	JD-48	JV-203 A	JV-184	JD-69	JD-62	CV-67 A
SiO_2	63,90	58,20	44,60	64,20	65,10	45,40	78,20	62,90	63,60	74,50
Al_2O_3	28,00	17,00	19,80	26,20	15,10	24,10	12,20	16,10	16,10	13,20
Fe_2O_3	0,43	2,30	3,40	0,09	2,30	3,30	0,87	1,70	1,70	1,20
FeO	0,05	7,10	15,30	0,14	5,00	10,30	0,22	5,10	5,20	1,30
MnO	0,03	0,12	0,23	0,05	0,13	0,17	0,03	0,13	0,15	0,05
MgO	0,08	3,70	5,00	0,25	2,10	3,30	0,55	3,30	3,10	0,62
CaO	0,14	2,50	1,20	0,14	1,10	0,35	0,10	2,80	2,80	0,98
Na_2O	0,49	2,30	0,67	0,84	2,00	0,65	0,36	3,50	3,10	1,80
K_2O	0,31	3,30	2,90	0,22	3,00	5,10	3,70	2,30	2,50	3,50
TiO_2	0,29	0,73	3,10	1,00	0,94	1,70	0,42	0,94	0,62	0,17
P_2O_5	0,03	0,12	0,13	0,05	0,24	0,25	0,03	0,23	0,21	0,13
P.F.	6,00	2,00	3,30	5,50	2,10	4,80	2,20	0,70	0,90	2,10
H_2O	0,70	0,20	0,40	0,30	0,20	0,60	0,10	0,10	0,10	0,07
Na_2O / K_2O	1,58	0,70	0,23	3,82	0,67	0,13	0,10	1,52	1,24	0,51
K_2O / Na_2O	0,63	1,43	4,33	0,26	1,50	7,85	10,28	0,66	0,81	1,94
Al_2O_3 / Na_2O	57,14	7,39	29,55	31,19	7,55	37,06	36,67	4,60	5,19	7,33
FeO / Fe_2O_3	0,12	3,09	4,50	1,56	2,17	3,12	0,25	3,00	3,06	1,08
Fe_2O_3 (t) + MgO	0,57	13,99	25,61	0,50	10,02	18,19	1,67	10,74	10,65	3,28
Q (%)	63,68	19	10,99	62,61	34	11,42	63,33	23	24,5	44,3
D F *	-2,25	-2,19	-7,22	-1,94	-2,68	-3,2	-4,32	-0,49	-0,95	-1,61
Co	–	–	–	–	20,00	35,00	–	20,00	–	–
Cu	–	–	–	–	–	1,80	–	–	–	1,60
Pb	–	–	–	–	–	30,00	–	–	–	30,00
Zn	–	–	–	–	–	150,00	–	–	–	30,00
Ni	10,00	30,00	35,00	–	–	45,00	15,00	55,00	–	–
Y	20,00	45,00	62,00	–	41,00	47,00	50,00	–	–	56,00
Nb	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,00
Sr	20,00	169,00	7,00	–	109,00	37,00	5,00	–	–	53,00
Zr	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Li	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rb	–	–	–	–	–	247,00	–	–	–	304,00
K / Rb	–	–	–	–	–	170,00	–	–	–	100,00
Rb / Sr	–	–	–	–	–	6,67	–	–	–	5,73
La	–	–	–	–	101,72	214,74	–	71,28	220,41	–
Ce	–	–	–	–	80,41	154,40	–	46,20	56,28	–
Nd	–	–	–	–	37,50	71,37	–	27,28	84,56	–
Sm	–	–	–	–	7,35	18,85	–	4,80	16,10	–
Eu	–	–	–	–	1,49	2,27	–	1,09	2,78	–
Gd	–	–	–	–	6,17	10,52	–	4,54	11,21	–
Dy	–	–	–	–	5,32	9,15	–	4,45	6,21	–
Ho	–	–	–	–	1,17	1,76	–	0,76	1,04	–
Er	–	–	–	–	3,28	4,91	–	2,27	2,50	–
Yb	–	–	–	–	12,06	17,59	–	10,20	9,32	–
Lu	–	–	–	–	0,47	0,57	–	0,34	0,33	–
Eu / Eu *	–	–	–	–	0,66	0,49	–	0,70	0,60	–
(Yb / La) N	–	–	–	–	0,12	0,08	–	0,14	0,04	–
(La / Yb) N	–	–	–	–	8,41	12,17	–	6,98	23,64	–
TRL	–	–	–	–	162,59	321,43	–	104,44	237,83	–
TRP	–	–	–	–	19,40	31,27	–	14,89	23,60	–
TR	–	–	–	–	183,48	354,97	–	120,42	264,21	–
TRL / TRP	–	–	–	–	3,16	4,18	–	2,81	5,03	–
(Gd / Yb) N	–	–	–	–	1,67	1,95	–	1,45	3,92	–
(La / Lu) N	–	–	–	–	8,32	14,33	–	7,99	25,44	–
(Ce / Yb) N	–	–	–	–	6,96	9,16	–	4,73	6,31	–

OBS: Óxidos dos elementos maiores em (%) em peso, elementos-traço e elementos de terras raras em ppm;

Q (%) valor no CIPW

D F = Indice de Shaw (Shaw, D. M., 1971) = 10,44 – 0,21 SiO_2 – 0,32 Fe_2O_3 (Fe total) – 0,98 MgO + 0,55 CaO + 1,46 Na_2O + 0,54

Valores do condrito .. de Evensen, 1978 para as ETR (fatores de normalização).

La = 0,367; Ce. = 0,957; Pr = 0,137; Nd = 0,711; Sr = 0,231; Eu = 0,087; Gd = 0,306; Tb = 0,058; Dy = 0,381; Ho = 0,0851; Er = 0,249;

Tr = 0,0356; Xb = 0,248; Lu = 0,0381; (Y = 2,1)

próximas aos campos das rochas sedimentares, não havendo amostras no *trend* ígneo. No triângulo 1/3 SiO_2 ($CaO + MgO$) ($Na_2O + K_2O$), (figura II.2.40), verifica-se uma tendência das amostras se agruparem próximas ao campo das grauvacas.

No sentido de se definir melhor a natureza das grauvacas dessa unidade, foram aplicados os diagramas CaO - Na_2O K_2O (figura II.2.42) e Fe_2O_3 total-MgO-TiO_2 (figura II.2.43), de Condie (1967), onde se observou que essas rochas têm uma proveniência granodiorítica a quartzo monzonítica/granítica.

Comparando as médias composicionais das grauvacas de Wyoming com as rochas granodioríticas, graníticas e quartzo dioríticas, de Condie (1967), e as amostras estudadas, nota-se uma aproximação acentuada na composição dessas amostras, notadamente com as rochas granodioríticas e as grauvacas de Wyoming, muito embora mostrem teores de Na_2O mais baixos.

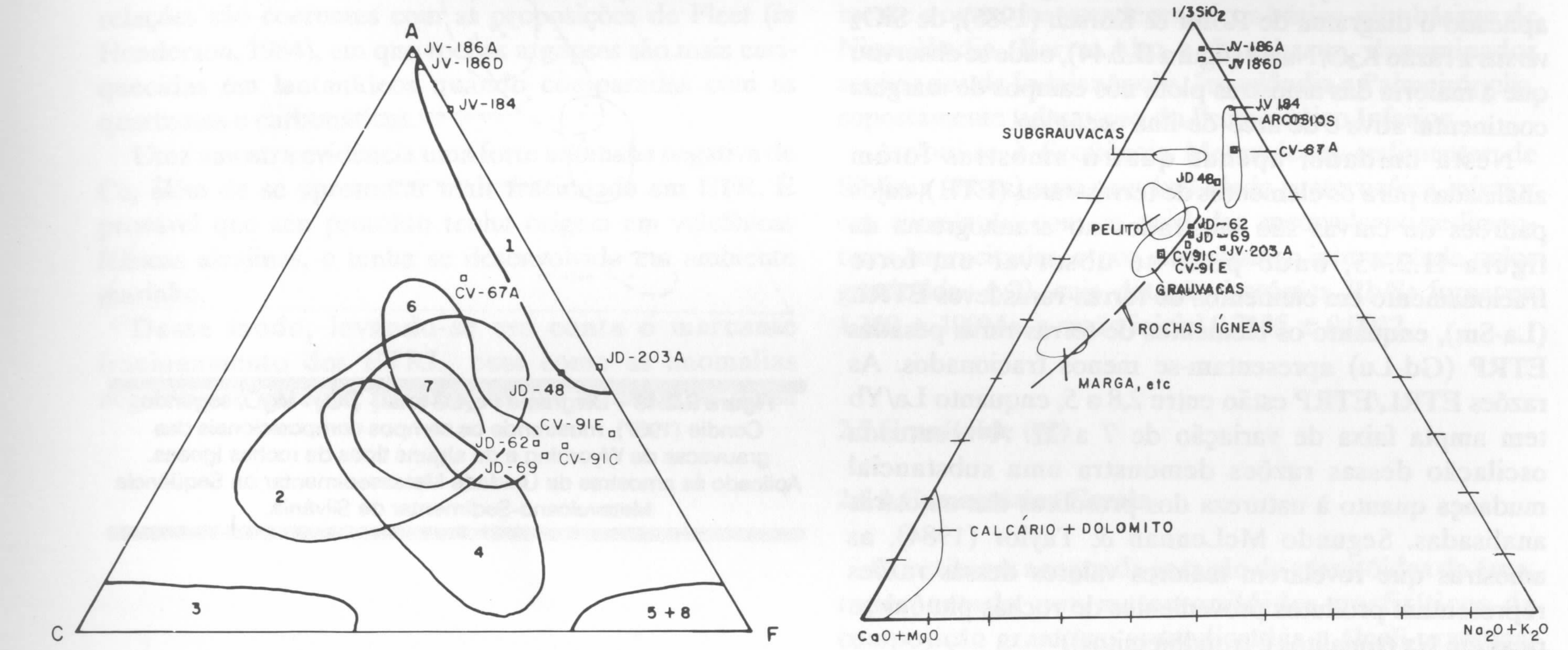


Figura II.2.40 – Diagrama 1/3 SiO_2 - ($CaO + MgO$) - ($Na_2O + K_2O$), segundo Wahlstrom & Kim (1959), com os campos de composição química das rochas sedimentares e o trend das rochas ígneas. Aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

Figura II.2.39 (A e B) – Diagramas ACF e A'KF de Winkler (1979) e Eskola (1939), com os campos de composição química das rochas ígneas e sedimentares, segundo Girardi (1979), aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

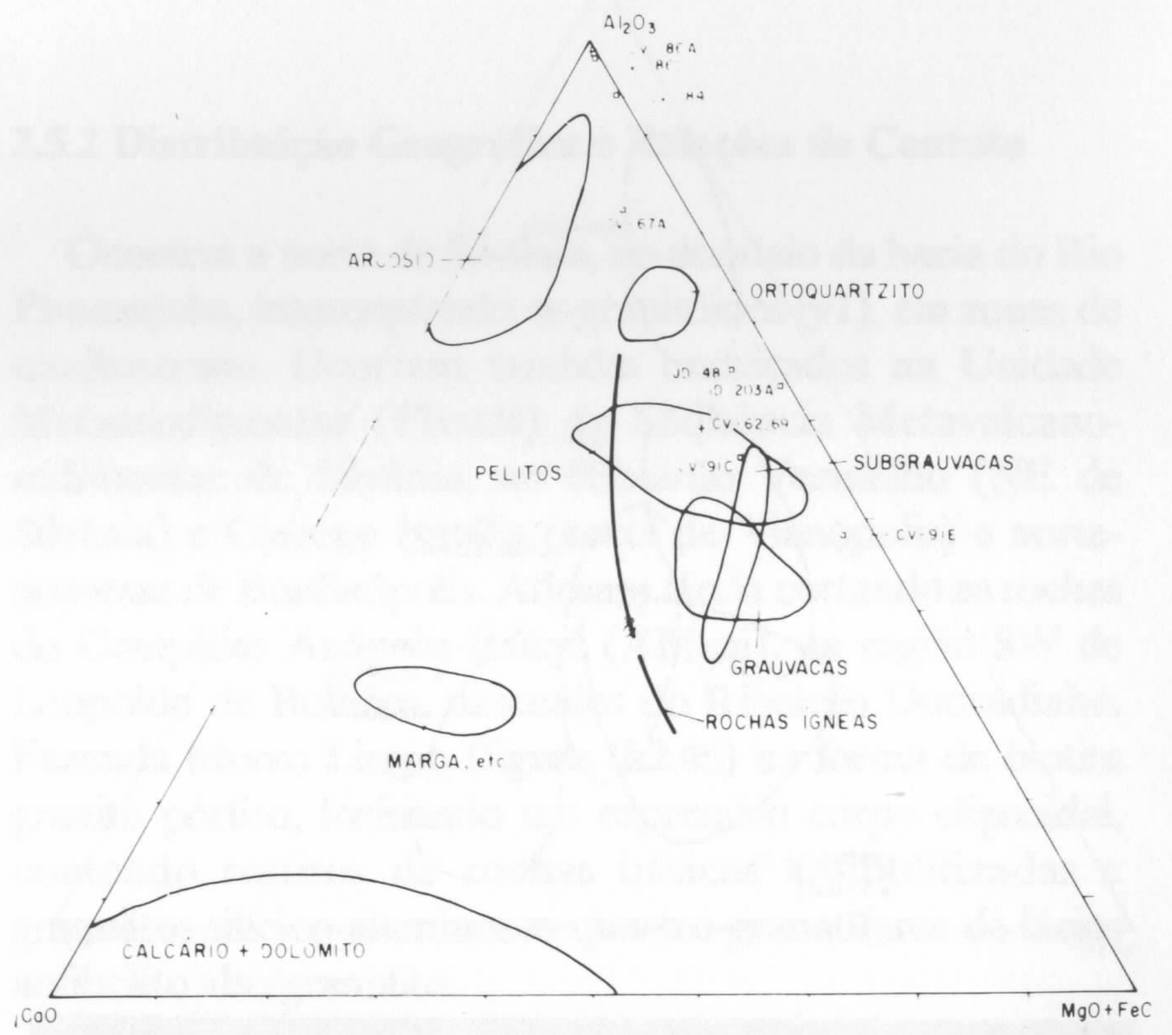


Figura II.2.41 – Diagrama Al_2O_3 - CaO - (MgO + FeO), segundo Wahlstrom & Kim (1959), com os campos de composição química das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas. Aplicado á população da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

As grauvacas dessa unidade podem ser enquadradas como do tipo 2, caracterizadas por conterem de 15 a 65% de quartzo; 68-74% SiO_2 e $K_2O/Na_2O < 1$. Nas amostras estudadas, observou-se um certo enriquecimento em K_2O e empobrecimento de Na_2O, denotando um componente granítico bastante acentuado na formação dessas grauvacas, fazendo com que a razão K_2O/Na_2O seja maior que 1.

Na determinação da sua ambiência geotectônica, foi aplicado o diagrama de Roser & Korsch (1986), de SiO_2 *versus* a razão K_2O/Na_2O (figura II.2.44), onde se observou que a maioria das amostras plota nos campos de margem continental ativa e de arco-de-ilha oceânico.

Nesta unidade, apenas quatro amostras foram analisadas para os elementos de terras-raras (ETR), cujos padrões de curvas são mostrados no aranhograma da figura II.2.45, onde pode-se observar um forte fracionamento em elementos de terras-raras leves ETRL (La-Sm), enquanto os elementos de terras-raras pesadas ETRP (Gd-Lu) apresentam-se menos fracionados. As razões ETRL/ETRP estão entre 2,8 a 5, enquanto La/Yb tem ampla faixa de variação de 7 a 27. A acentuada oscilação dessas razões demonstra uma substancial mudança quanto à natureza dos protólitos das amostras analisadas. Segundo McLennan & Taylor (1984), as amostras que revelarem maiores valores dessas razões representam produtos provenientes de rochas plutônicas ricas em Na (tonalitos e trondhjemitos).

Todas as amostras evidenciaram anomalias negativas em Eu, variando de 0,48 a 0,70 e positivas em Gd, variando

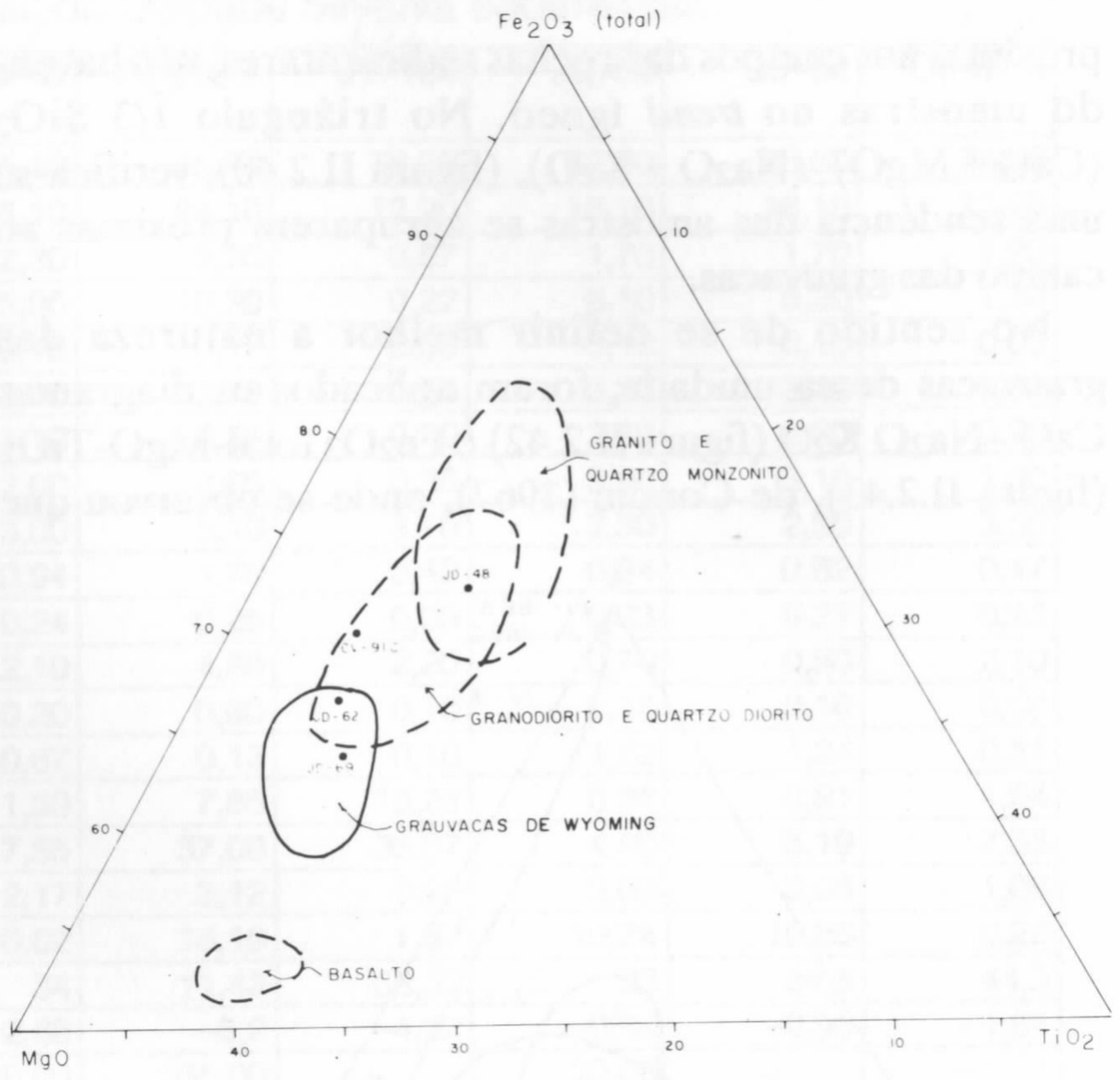


Figura II.2.43 – Diagrama Fe_2O3 total - TiO_2 - MgO, segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das grauvacas de Wyoming e de alguns tipos de rochas ígneas. Aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

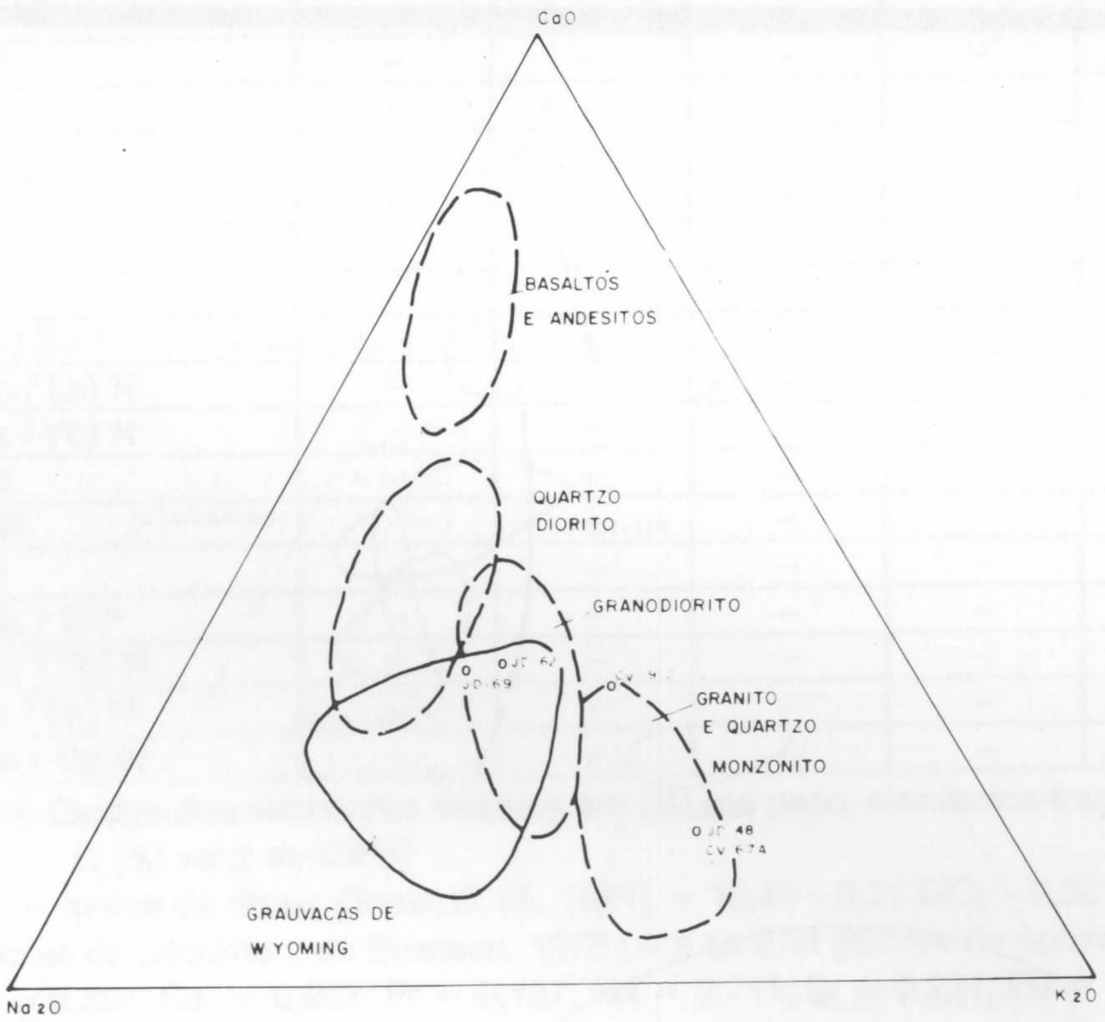


Figura II.2.42 – Diagrama CaO-Na_2O-K_2O, segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das rochas ígneas e das grauvacas de Wyoming. Aplicado ás amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

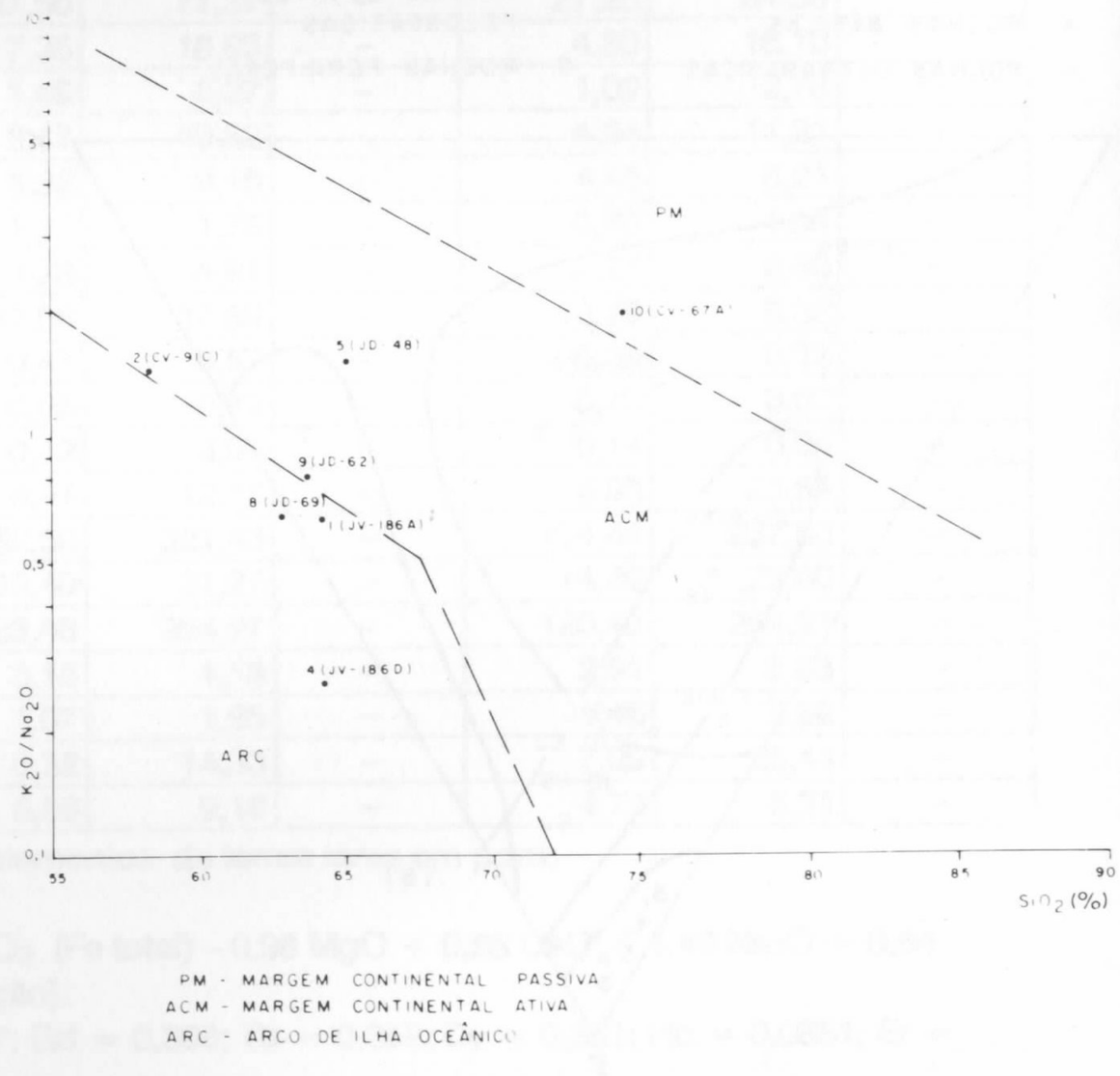


Figura II.2.44 – Diagrama K_2O/Na_2O versus SiO_2 (%), segundo Roser & Korsch (1986), para discriminar os ambientes geotectônicos de deposição de arenitos e argilitos. Aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

de 4,54 a 11,21ppm. As anomalias negativas de európio podem estar refletindo, segundo Nance & Taylor (1976), um padrão de anomalia oriundo de rochas supracrustais de idade pós-arqueana.

O paralelismo das curvas evidencia uma certa cogeneticidade na formação dessas amostras. Nota-se pela tabela II.2.19, que as amostras mais ricas em CaO são as mais empobrecidas em ETR, enquanto as mais ricas em Al_2O_3 apresentam valores mais altos de lantanídeos. Essas relações são coerentes com as proposições de Fleet (*in* Henderson, 1984), em que rochas argilosas são mais enriquecidas em lantanídeos quando comparadas com as quartzosas e carbonáticas.

Uma amostra evidencia uma forte anomalia negativa de Ce, além de se apresentar mais fracionada em ETR. É provável que seu protólito tenha origem em vulcânicas félsicas alcalinas, e tenha se desenvolvido em ambiente marinho.

Desse modo, levando-se em conta o marcante fracionamento dos ETRL, bem como as anomalias negativas de európio, presume-se que as amostras dessa unidade foram depositadas num ambiente de margem continental ativa/arco-de-ilha.

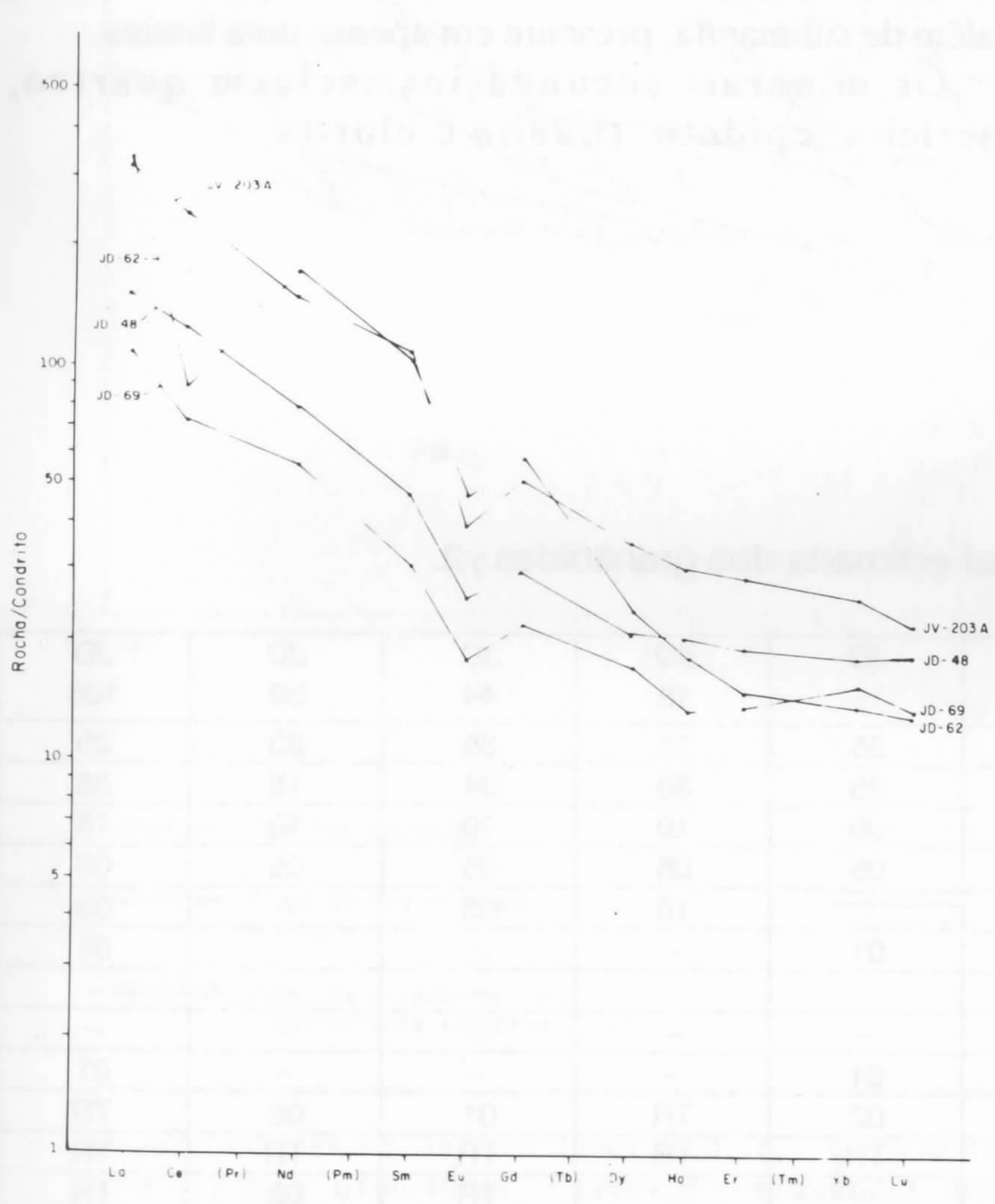


Figura II.2.45 – Aranhograma dos elementos de terras-raras normalizados, segundo o padrão condrito de Evensen (1978). Amostras da Unidade metassedimentar da Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia.

2.4.5 Idade e Correlação

Embasados nos dados litológicos, texturais e estruturais, essa seqüência pode ser correlacionada aos terrenos metavulcano-sedimentares situados imediatamente a oeste dos grandes maciços básico-ultrabásicos de Niquelândia, Barro Alto e Canabrava, denominados seqüências de Indaianópolis, Juscelândia e Palmeirópolis, supostamente tidas como do Proterozóico Inferior.

Atribui-se à Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) uma provável idade proterozóica inferior em correlação com as unidades metavulcano-sedimentares supracitadas, e por encontrar-se interceptada pelos granitóides ($\gamma 2$), cuja datação isotópica Rb/Sr forneceu 1.300 ± 100Ma. e razão inicial 0,7105 ± 0,0012.

2.5 Granitóide (g2)

2.5.1 Comentários Gerais

Constituem a segunda geração de granitóides da área, representada por metagranitóides porfiríticos de composição granítica, granodiorítica e álcali-granítica, de filiação calcialcalina, com relação $K_2O/Na_2O > 1$, variando de mesocráticos a leucocráticos, que se encontram associados aos granitóides ($\gamma 1$), às vezes de difícil separação ao nível da cartografia realizada, ou então intrusivos na Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss).

2.5.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Ocorrem a norte de Silvânia, no domínio da bacia do Rio Piracanjuba, interceptando os granitóides ($\gamma 1$), em zonas de cisalhamento. Ocorrem também encaixados na Unidade Metassedimentar (PIvssB) da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, no Ribeirão Vermelho (NE de Silvânia) e Córrego Natália (norte de Vianópolis) e norte-noroeste de Bonfinópolis. Afloram ainda cortando as rochas do Complexo Anápolis-Itauçú (APIgai), na região SW de Leopoldo de Bulhões, nascentes do Ribeirão Douradinho, Fazenda Morro Limpo (figura II.2.46) na forma de biotita granito pórfiro, formando um expressivo corpo elipsoidal, contendo restitos de rochas básicas anfibolitizadas e granulitos silícico-aluminosos-quartzo-granatíferos da fácies anfibolito alto/granulito.

Os contatos com as rochas granulíticas do Complexo Anápolis-Itauçu (APIgai) são bruscos e intensamente deformados nas zonas de cisalhamento, ou estão, na maioria das vezes, encobertos por latossolos.

2.5.3 Rochas e Metamorfismo

Nessa suíte de granitóides, destacam-se os seguintes termos petrográficos: biotita metagranitos porfiríticos; metagranodioritos; e álcaligranitos. Encontram-se intensamente afetados por um cisalhamento de natureza dúctil, com o desenvolvimento de estruturas protomiloníticas, miloníticas até ultramiloníticas, conferindo-lhes um bandamento gnáissico ou mesmo *augen* gnáissico nos litótipos porfiroclásticos.

Biotita Metagranitos Pórfiros – são plutonitos de coloração cinza-clara com manchas verde-escuros, textura blastoporfirítica, estrutura protomilonítica, composição à base de *augen* de feldspato potássico, com porfiroclastos de até 8cm de tamanho; plagioclásio (oligoclásio) e biotita, Fazenda Morro Limpo.

Metagranodioritos – possuem coloração cinza-claro a cinza-esverdeado, textura porfiroclástica, estrutura orientada, caracterizada por um bandamento milonítico, com excelente exposição na Serra Quebra Canga, NE de Silvânia, onde se acham transformados em protomilonitos, milonitos e ultramilonitos, exibindo estruturas sigmoidais e de *shear bands* (fotos 1 a 4). Localmente, têm-se ainda metatonalito e metadiorito associados com xenólitos de biotitito e de rocha anfibolítica, em forma de *boudin* assimétrico (foto 5).

Álcali-granitos – possuem coloração-cinza claro com manchas escuras, textura granular média a grossa e são constituídos de feldspato potássico, plagioclásio, biotita e piroxênios, transformados em hornblenda sódica. Ocorrem encaixados em xistos aluminosos da Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB) da Seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia, e situam-se a norte de Vianópolis, ao lado do córrego Natália.

A composição modal desses granitóides está contida na tabela II.2.20 e na figura II.2.47, onde sobressaem ao microscópio os seguintes espécimes mineralógicos:

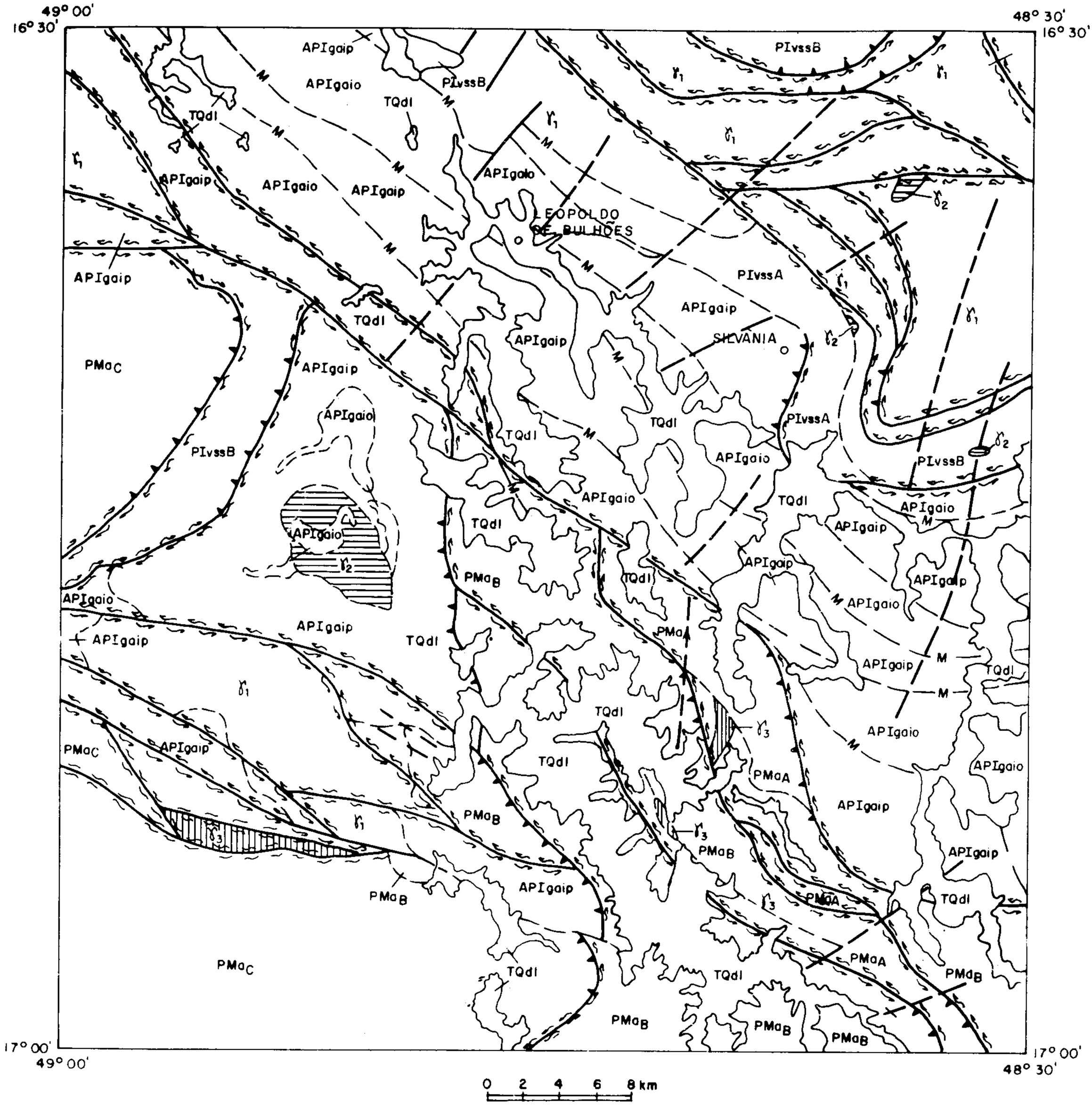
Plagioclásio – oligoclásio, xenomórfico, em porfiroclastos subarredondados por microgranulação nas bordas, com tamanho médio entre 0,5 e 1,5mm. Nas variedades mais deformadas, os porfiroclastos são estirados paralelamente ao bandamento. As formas recuperadas, na matriz, são constituídas por agregados de albita; **Feldspato Potássico** – microclínio, discretamente geminado segundo albita-periclina, com forma de ocorrência (porfiroclastos) similar a do plagioclásio; Quartzo – em porfiroclastos com forte extinção ondulante ou, mais comumente, subgranular, constituindo a matriz fina, da ordem de 0,1mm; Biotita – marrom, em palhetas idiomórficas deformadas, estiradas, eventualmente com formas sigmoidais (porfiroclastos). Apresentam moderada disposição planar orientada; Muscovita – em palhetas idiomórficas eventualmente deformadas como a biotita, igualmente com forte a moderada disposição planar orientada; Granada – grãos xenomórficos, arredondados, intergranulares, alterados em clorita.

Entre os acessórios incluem-se zircão, apatita e opacos, além da sillimanita, presente em apenas uma lâmina.

Os minerais secundários incluem quartzo, sericita, epídoto, titanita e clorita.

Tabela II.2.20 – Composição modal estimada dos granitóides $\gamma 2$.

Amostra / Mineral	CV 48	CV 72B	CV 178	GM 13	JD 14	JD 18	JD 44	JD 59	JD 105
Quartzo	35	25	20	25	35	35	35	23	25
Feldspato Potássico	15	–	45	45	05	30	34	15	35
Plagioclásio	15	45	15	10	30	10	10	10	15
Biotita	TR	10	10	15	05	05	05	05	05
Muscovita	10	–	–	TR	–	10	05	–	03
Sericita	TR	TR	TR	TR	01	–	–	–	01
Clorita	15	TR	–	–	–	–	–	–	–
Epídoto	–	TR	TR	TR	–	–	–	–	–
Carbonato	TR	–	–	TR	01	–	–	–	01
Opacos	TR	TR	TR	TR	02	TR	01	05	TR
Zircão	TR	–	–	–	TR	TR	TR	TR	TR
Rutilo	–	–	TR	TR	–	–	TR	02	TR
Apatita	–	TR	TR	–	TR	–	TR	–	–
Hornblenda	–	15	TR	–	–	–	–	–	–
Piroxênio/Uralita	–	–	05	–	–	–	–	–	–
Granada	–	–	TR	–	15	10	10	20	10
Titanita	–	–	TR	TR	–	TR	–	–	–
Sillimanita/Fibrolita	–	–	–	–	06	–	–	20	05



TQdl - cobertura detrito-laterítica; γ_3 - granitóide; $PMa_{A,B\,e\,C}$ - Grupo Araxá Sul de Goiás unidades: A, B e C; γ_2 - granitóide; PIvssA,B - sequência metavulcanossedimentar de Silvânia: unidade A: metavulcânica e unidade B: metassedimentar/mista; γ_1 - granitóide gnáissico; APIgaio, APIgaip - Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Figura II.2.46 – Distribuição geográfica dos Granitóides γ2.

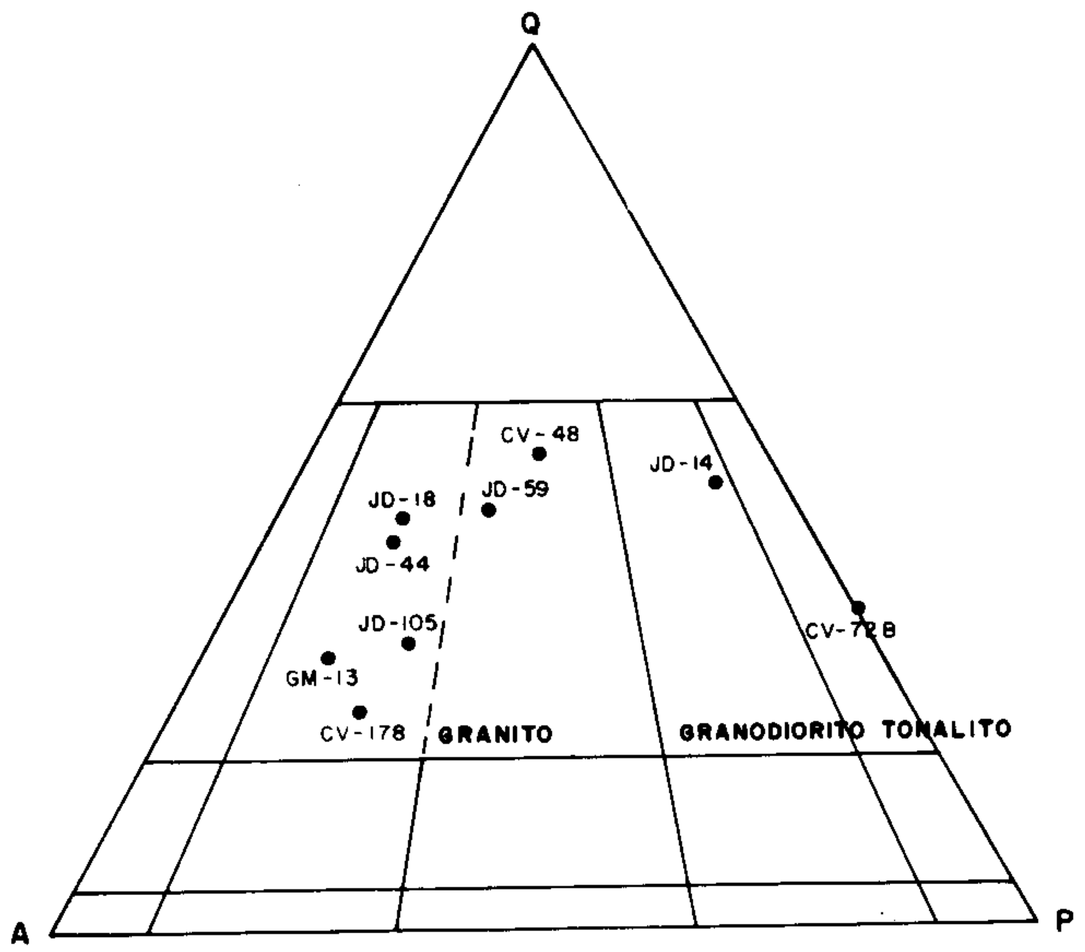


Figura II.2.47 – Diagrama triangular QAP, de Streckeisen (1975).

Em todo o grupo predominam termos com bandamento composicional de natureza milonítica, suficientemente desenvolvidos para correlacioná-los aos já mencionados "gnaisses xistosos", de Frey *et al.* (1976). Correspondem em termos petrográficos aos milonitos de Sibson (1977). Apenas três lâminas mostraram um grau de cominuição suficiente para sua classificação como ultramilonitos. Essas últimas, inclusive, exibem evidências de intensa recristalização sin-tectônica. Para elas a designação de blastomilonito é apropriada.

Texturas miloníticas, profiroclásticas (*augen*), são as mais comuns, caracterizadas pela presença de profiroclastos de feldspato potássico e plagioclásio, com formas ovóides ou arredondadas pela subgranulação das bordas. Esses profiroclastos, eventualmente com sombra de pressão assimétrica, são contornados por uma mesóstase quartzo-feldspática e biotítica, recristalizada com acentuada foliação de fluxo, caracterizada pelo alinhamento da biotita.

Mesmos nos casos de uma microgranulação mais extensiva, porfiroclastos de composição quartzo-feldspática, representantes da rocha original, comumente sobrevivem (fotomicrografia 5).

As características estruturais apontam para a interveniência de um evento deformacional de geometria não-coaxial, sob condições dúcteis (cisalhamento simples) e sin-tectonicamente, ao qual ocorreu a estabilização da paragênese metamórfica.

2.5.4 Petrogênese e Litoquímica

São biotita e biotita-muscovita-metagranitos e granodioritos. Apenas um pequeno grupo de amostras exibe microscopicamente caráter aluminoso, fato que o aproxima dos tonalitos aluminosos da primeira geração de granitóides ($\gamma 1$).

São granitóides crustais, híbridos do tipo I-MC, segundo Ague & Brimhall (1988), gerados pela fusão parcial dos granitóides da primeira geração e dos granulitos paraderivados da fácies anfibolito alto/granulito.

A paragênese metamórfica regionalmente desenvolvida pode ser representada por quartzo + biotita (marrom) + plagioclásio (oligoclásio) + granada. Indica condições metamórficas da fácies xisto-verde a anfibolito baixo grau. Nas zonas de cisalhamento, essa paragênese é degradada por processos retrometamórficos para quartzo + mica branca + albita + epídoto + clorita, típica da fácies xisto-verde de baixo grau, indicando uma ascensão desses granitóides aos níveis superiores da crosta, através de proeminentes zonas de cisalhamento, por onde percolaram fluidos hidrotermais, alterando significadamente a composição desses granitóides.

Com base na classificação químico-mineralógica Q-P, de Debon & Le Fort (1985, figura II.2.20), as amostras dessa população (17) recaem principalmente no campo dos granitos e granodioritos com adamelitos e quartzo-sienitos subordinados. As amostras distribuídas através do campo dos granodioritos mostram uma acentuada superposição com os granitóides da primeira geração ($\gamma 1$), enquanto aqueles espécimes que se situam no domínio dos granitos misturam-se com as amostras relativas aos granitóides da terceira geração ($\gamma 3$). Este fato levou a considerar os granitóides da segunda geração ($\gamma 2$) tipicamente híbridos, formados a partir de processos de magma *mixing*, ligados a um estágio intermediário no processo de remobilização crustal.

O diagrama CaO-Na_2O-K_2O, da figura II.2.21, confirma o caráter híbrido dessa geração de granitóides, evidenciando uma tendência calcialcalina, com a razão K_2O/Na_2O (IP índice petrogenético, Engel *et al.*, 1974) com valores acima e abaixo da unidade (tabela II.2.16).

Segundo Wenrong & Hongnian (1985), os granitos com IP menores que 1,1 são de origem mantélica, enquanto aqueles com valores superiores a essa marca são crustais ou sofreram forte contaminação crustal. Os granitóides em foco, revelaram valores mistos, com predominância acima da unidade, conferindo-lhes desse modo um caráter essencialmente crustal.

Pelos diagramas de Debon & Le Fort (1985, figura II.2.22) e Rapela & Caminos (1987, figura II.2.23), fica constatado um predominante trend peraluminoso-mesocrático para esses granitóides com leve inclinação para o lado metaluminoso.

As relações Fe^{+2} e Fe^{+3}, indicadas na figura II.2.24, revelam que a maioria das amostras dessa população plota no campo dos granitos da série ilmenita, de Ishihara (1977). Isto vem comprovar a idéia de que esses Granitóides $\gamma 2$ são essencialmente crustais, fato esse reforçado pela presença constante de coríndon normativo, biotita, e baixa freqüência de diopsídio e hornblenda (tabela II.2.12).

Os teores dos elementos-traço como Rb, Sr, Cu e Zn e as relações Rb/Sr (tabela II.2.21) enquadram esses granitóides no tipo I-MC (moderadamente contaminado) de Ague & Brimhall (1988).

O diagrama de Sheraton & Black (1988), que analisa a participação do Y *versus* SiO_2 (figura II.2.25), corrobora o caráter híbrido dessa população, com as amostras plotando ambos os campos (depletados e não depletados), embora se verifique a predominância do caráter não depletado nesses granitóides.

Em termos dos elementos de terras-raras (ETR), foi selecionada uma população de 13 amostras, distribuídas no domínio desses granitóides ($\gamma 2$), cujas curvas padrões acham-se apresentadas na figura II.2.48A-G, com um caráter tipicamente heterogêneo ou híbrido. Em primeiro plano verifica-se um conjunto de sete amostras (figura II.2.48A), com as seguintes características: a) acentuada anomalia de Eu (máximo de 0,251 e mínimo de 0.671), sendo que os maiores valores de Eu/Eu* acham-se relacionados aos maiores de sílica (tabela II.2.21); b) somatório dos ETR com um mínimo de 38 e máximo 313, com um valor médio de 103, inferior ao estabelecido por Taylor (1979) para a crosta superior (200,07), sendo, no entanto, mais alto do que o valor representativo da crosta inferior (78,71), indicando desse modo condições de crosta intermediária na geração desses granitóides; c) o declive geral das curvas é suave à direita, com enriquecimento dos elementos de terras-raras leves (ETRL), com La variando 50 a 150 vezes o condrito. As relações Ce/Yb variam de 2 a 8 (tabela II.2.21); e d) os ramos dos ETRP distribuem-se sub-horizontalizados, indicando leve enriquecimento, variando entre 10-25 vezes o condrito. Os valores das razões Yb/La variam entre 0,094-0,32 (tabela II.2.21).

Essas sete amostras das figuras II.2.27 e II.2.28 ocupam o campo dos granitos crustais, segundo Shen Jili & Liu Jiayuan (1985), embora no diagrama da figura II.2.49 elas plotem o campo dos granitóides transicionais. Podem ser correlacionadas com os granitos da categoria 2 (Eu/Eu* = 0,7 a 0,3) de Zhonggang (1982), para os quais são postulados uma origem a partir da fusão parcial, em vários graus da crosta superior.

Em segundo lugar, e de acordo com a figura II.2.48B-G, constam seis padrões de curvas completamente distintos daqueles descritos acima. Com base nesses padrões de curvas e nos dados constantes da tabela II.2.21, podem ser feitas as seguintes considerações: a) duas amostras são granulitos paraderivados aluminosos, relativamente enriquecidos em ETRL e empobrecidos em ETRP, que devem ser juntados à sua população correspondente; b) quatro amostras apresentam padrões de ETR caracterizados por fortes declives das curvas à direita, decorrentes do enriquecimento em ETRL e depleção em ETRP.

A faixa de variação de Eu/Eu* (0,67-1,14), os valores de ETR (38 a 312) e as altas razões de ETRL/ETRP (3,05-36,32) são critérios adotados para granitos tipo *sintaxis*, de Xu Keqin (1982), gerados em cinturões tectônicos ativos, onde magmas andesíticos derivados do manto superior podem provocar a fusão parcial da crosta siálica, formando magmas sintéticos através de contaminação. Esses granitos equivalem aos granitos da categoria 1 de Zhonggang (1982), com Eu/Eu* em torno de 0,7, que são gerados pela fusão da crosta inferior.

Pelo diagrama da figura II.2.50, de Pearce *et al.*, (1984), que relaciona Y + Nb *versus* Rb, constatou-se que a maioria das amostras plota no campo de um ambiente gerador sin-colisional. Entretanto, quando se relacionam os teores de Nb *versus* SiO_2 (diagrama de Pearce & Gale, 1977, figura II.2.51), verifica-se que todas as amostras dessa população plotam no campo dos magmas de arco vulcânico e o subcampo de fusões crustais, o que, segundo esses autores, indica rochas pobres em Nb, geradas por magmas ácidos ricos em K+, ligados à fusão parcial de material mantélico, seguido de cristalização fracionada e contaminação pela fusão parcial de rochas metassedimentares.

2.5.5 Idade e Correlação

Datações geocronológicas efetuadas por Tassinari (1988), como parte integrante do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos, em Goiás, nesses granitóides, revelaram isócronas de referência com idades de 1.300Ma., com razão inicial de 0,7105 ± 0,0012, nos metatonalitos da estação JV-12 da Folha Caraíba e 990 ± 46Ma., com razão inicial de 0.712 ± 0.002, em biotita-metagranito pórfiro na Fazenda Morro Limpo, sudoeste de Leopoldo de Bulhões (tabela II.2.22 e figuras II.2.52 e II.2.53).

Esses resultados ratificam a idade de formação desses granitóides, num espaço temporal entre o final do Proterozóico Médio e início do Proterozóico Superior, que demarca um significativo evento formador dessas rochas, geradas, provavelmente, a partir de processos de fusão parcial de uma crosta continental.

2.6 Grupo Araxá-Sul de Goiás – (PMa)

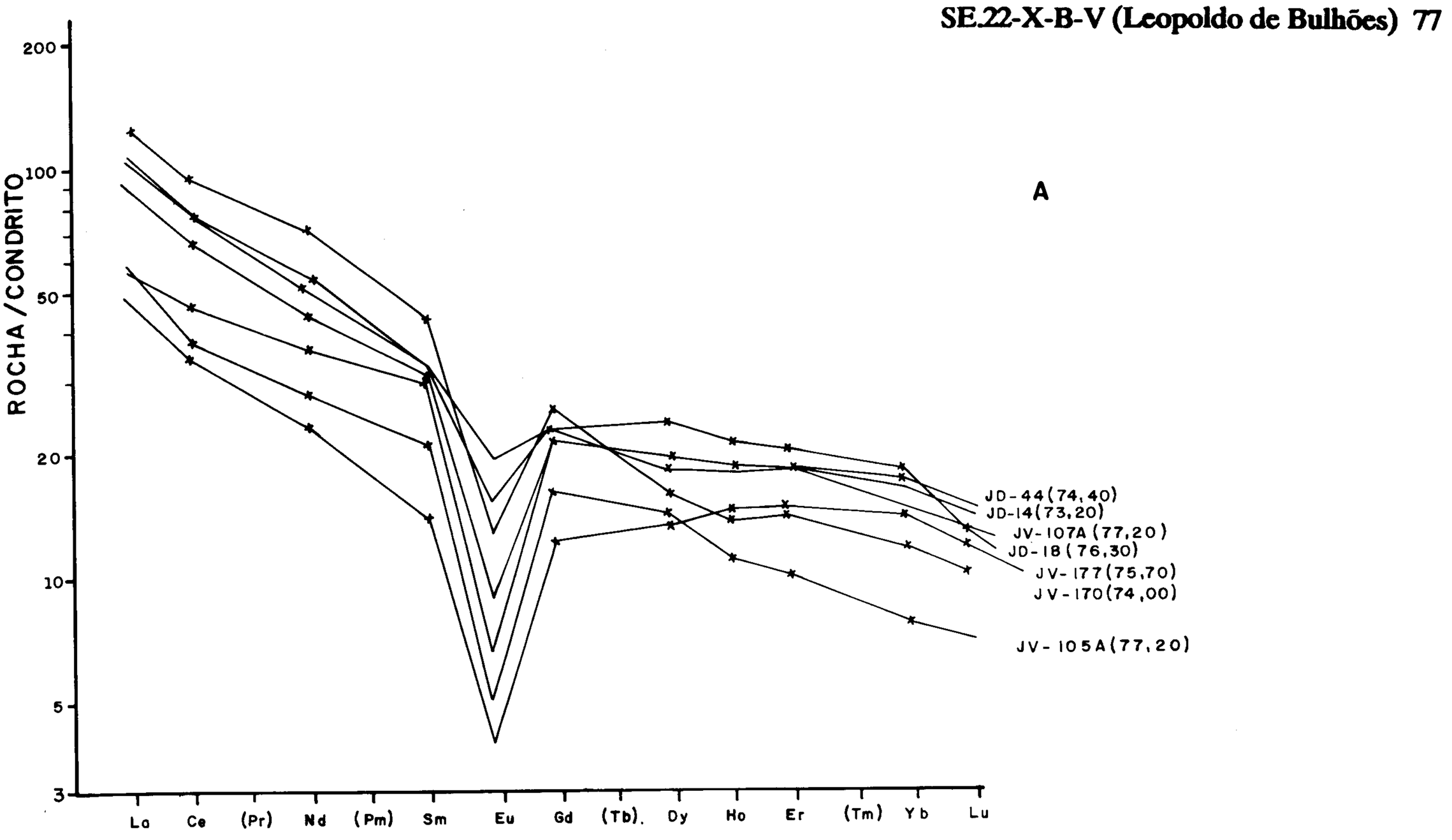
2.6.1 Comentários Gerais

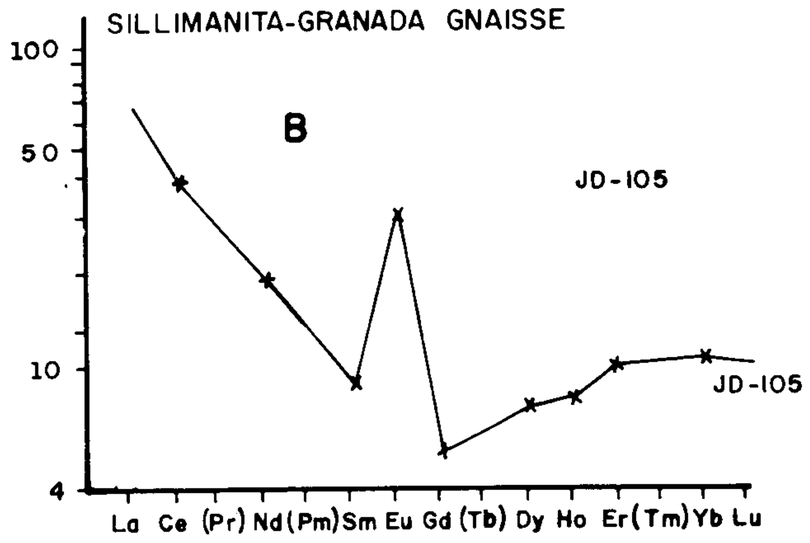
A definição de Grupo Araxá foi feita por Barbosa (1955), na bacia do rio Quebra-Anzol, nas adjacências da cidade homônima, como um complexo metamórfico Pré-Cambriano, constituído, essencialmente, de migmatitos, micaxistos, quartzitos, xistos-verdes e filitos, estendendo-o posteriormente para o estado de Goiás.

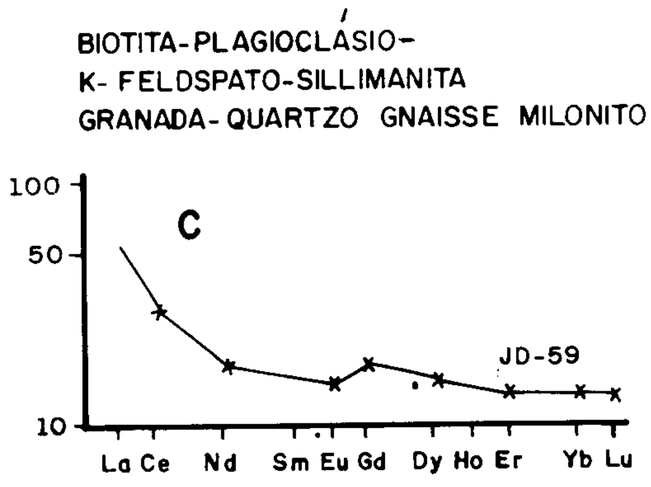
Tabela II.2.21 – Granitóide $\gamma 2$ – Dados químicos.

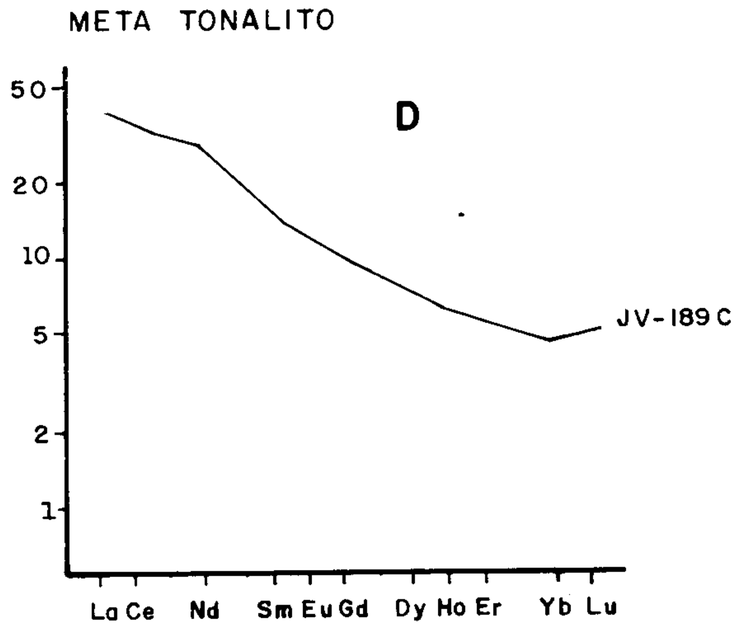
AMOSTRA / ÓXIDO	JV – 12	GM – 13	CV – 178	JV–189 C	JD – 14	JD – 18	JD – 44	JD – 105	CV– 179	JV – 170	JV – 177	JV-107 A	CV–72 B	JD – 59	CV – 48	CV – 62	JV–105 A
SiO_2	66,20	65,50	66,80	63,60	73,20	76,30	74,40	74,70	74,80	74,00	75,70	77,2	60,20	62,4	74,7	66,1	77,20
Al_2O_3	15,10	16,10	16,10	15,10	13,20	12,30	13,20	13,20	12,30	13,20	12,30	10,4	16,10	17,9	10,4	15,1	11,30
Fe_2O_3	1,30	1,30	1,50	1,60	0,86	0,58	0,47	0,43	1,40	1,10	1,30	1,20	1,50	3,90	1,60	3,90	1,00
FeO	3,50	1,80	2,00	4,00	2,50	0,93	1,60	0,48	1,10	0,84	0,86	1,20	6,30	5,40	3,90	3,20	0,65
MnO	0,05	0,05	0,06	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,035	0,05	0,05	0,05	0,12	0,06	0,10	0,08	0,035
MgO	1,50	1,30	1,20	2,80	0,99	0,21	0,45	0,18	0,46	0,50	0,28	0,36	3,60	2,60	2,10	2,50	0,230
CaO	3,20	1,40	3,30	4,50	1,70	0,28	0,91	0,91	0,28	0,38	0,35	0,17	6,60	0,77	0,42	0,35	0,17
Na_2O	3,50	2,60	4,90	4,00	2,00	2,20	2,40	2,00	2,40	2,80	1,70	0,59	1,60	0,81	1,90	2,40	2,00
K_2O	2,20	7,30	3,00	2,60	4,30	5,30	5,30	6,80	4,60	4,80	5,30	6,40	1,80	3,00	1,70	1,80	4,80
TiO_2	0,83	0,73	0,35	0,62	0,42	0,12	0,29	0,50	0,29	0,25	0,21	0,25	0,83	1,20	0,62	0,90	0,17
P_2O_5	0,32	0,10	0,16	0,17	0,11	0,10	0,11	0,05	0,13	0,19	0,12	0,17	0,27	0,05	0,09	0,13	0,09
P.F.	2,60	1,10	0,60	0,70	0,40	1,30	0,60	0,70	1,60	1,80	1,70	1,40	1,00	1,80	2,30	2,90	1,50
Umidade	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,30	0,20	0,30	0,10	0,10	0,30	0,20	0,20	0,30
TOTAL	100,50	99,48	100,17	99,89	99,83	99,95	99,88	100,10	99,70	100,11	100,17	99,49	100,02	100,19	100,03	99,54	99,45
K_2O / /Na_2O	0,63	2,81	0,61	0,65	2,15	2,41	2,21	3,40	1,92	1,71	3,12	10,85	1,13	3,70	0,89	0,75	2,40
Elemento-Traco (ppm)																	
Cu	10,00	10,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	10,00	10,00	15,00	40,00	0,00	0,00	0,00	5,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	30,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Zn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	45,00	35,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Y	14,00	1,00	20,00	61,00	49,00	0,00	54,00	0,00	50,00	29,00	17,00	41,00	16,00	49,00	13,00	28,00	19,00
Nb	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	7,00	24,00	5,00	0,00
F	500,00	700,00	240,00	460,00	200,00	100,00	200,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	230,00	0,00	190,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,00	720,00	1.500,00	1.000,00	1.000,00	1.750,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.500,00	0,00	0,00	0,00
Sr	739,00	5,00	0,00	474,00	121,00	0,00	78,00	0,00	26,00	83,00	44,00	75,00	319,00	35,00	53,00	91,00	34,00
Zr	185,00	137,00	18,00	190,00	268,00	0,00	194,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,00	316,00	339,00	298,00	0,00
Th	1,00	40,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	206,00	376,00	164,00	98,00	239,00	0,00	490,00	0,00	564,00	456,00	612,00	564,00	123,00	122,00	0,00	0,00	509,00
Li	20,00	20,00	25,00	13,00	12,00	20,00	17,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	5,00	0,00	0,00	0,00
Mo	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00	0,00	2,50
W	0,00	0,00	2,00	2,00	2,80	2,80	4,00	2,80	4,00	2,00	2,00	4,00	4,00	2,80	0,00	0,00	4,00
U	0,30	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn	0,00	5,00	0,50	1,60	1,60	3,40	2,80	0,70	8,50	2,00	3,20	2,50	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	140,00	0,00	0,00	0,00
Ge	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00
Ga	0,00	0,00	27,00	24,00	22,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00
Ta	0,00	0,00	0,00	15,00	15,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	10,00	5,00	0,00	0,00	5,00
K /Rb	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	–	0,01	–	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	–	–	0,01
K / Ba	–	–	–	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	–	–	–	–	–	0,00	–	–	–
Rb / Ba	–	–	–	0,14	0,16	0,00	0,49	0,00	–	–	–	–	–	0,08	–	–	–
Ba / Sr	–	0,00	–	0,00	5,95	0,00	12,82	–	67,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,30	0,00	0,00
Rb / Sr	0,28	75,20	–	0,21	1,98	–	6,28	–	21,69	5,49	13,91	7,52	0,39	3,49	0,00	0,00	14,97
Terras-Raras																	
La	42,19	88,80		10,27	26,60	13,78	24,92	15,79		30,42	11,68	21,60	12,65	12,57			13,91
Ce	77,20	150,10		22,42	50,27	29,65	49,25	25,25		58,81	22,09	41,48	18,48	19,11			24,33
Nd	36,03	61,08		13,32	24,82	16,97	24,39	9,40		33,23	10,94	20,51	5,28	8,50			13,32
Sm	5,27	6,80		2,40	5,17	4,59	5,23	1,32		6,60	2,12	4,78	0,82	2,52			3,27
Eu	1,28	1,89		0,70	1,12	0,38	0,87	1,90		0,72	0,23	0,52	0,16	0,86			0,29
Gd	3,05	2,70		2,10	4,89	4,59	4,54	1,09		5,10	2,47	4,36	0,59	3,68			3,28
Dy	2,13	0,73		1,89	4,62	5,95	4,82	1,90		3,97	3,35	4,81	0,35	3,87			3,64
Ho	0,30	0,10		0,35	1,04	1,20	1,02	0,46		0,77	0,79	1,04	0,05	0,80			0,64
Er	0,75	0,17		0,94	2,98	3,40	2,94	1,70		2,29	2,36	3,05	0,11	2,25			1,66
Yb	1,11	0,15		0,80	2,66	2,97	2,80	1,79		1,93	2,37	2,41	0,02	2,23			1,27
Lu	0,10	0,36		0,13	0,36	0,35	0,37	0,26		0,26	0,30	0,32	0,02	0,33			0,18
+ TR	169,41	312,88		55,32	124,53	83,83	121,15	60,86		145,10	58,70	104,88	38,53	56,72			65,79
TRL / TRP	9,21	36,32		3,05	2,51	1,41	2,44	2,54		3,68	1,50	2,18	14,47	1,32			2,17
Eu / Eu *	0,89	1,14		0,93	0,67	0,25	0,53	4,71		0,37	0,31	0,34	0,67	0,86			0,27
(Ce / Yb) N	17,98	258,79		7,25	4,89	2,58	4,55	3,65		8,02	2,41	4,45	199,14	2,22			4,96
(Yb / La) N	0,04	0,03		0,12	0,15	0,32	0,17	0,17		0,09	0,30	0,17	0,00	0,26			0,14

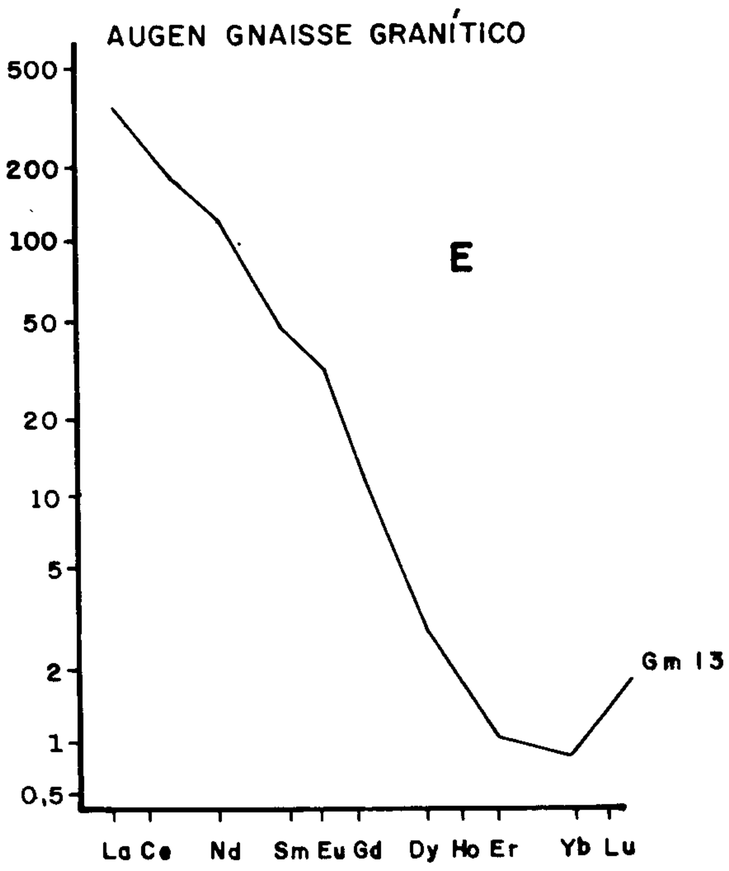
* Resultado por análise espectográfica padrao de 30 elementos.

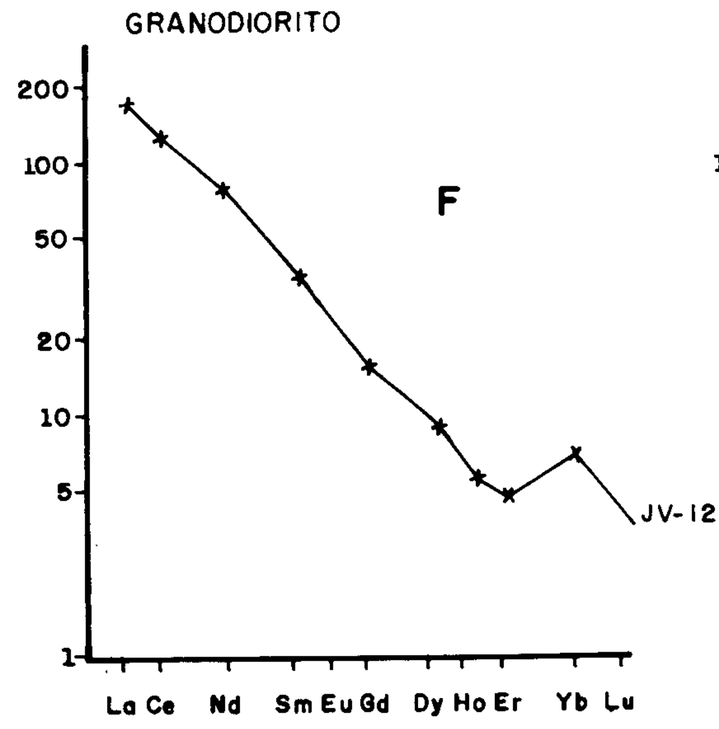












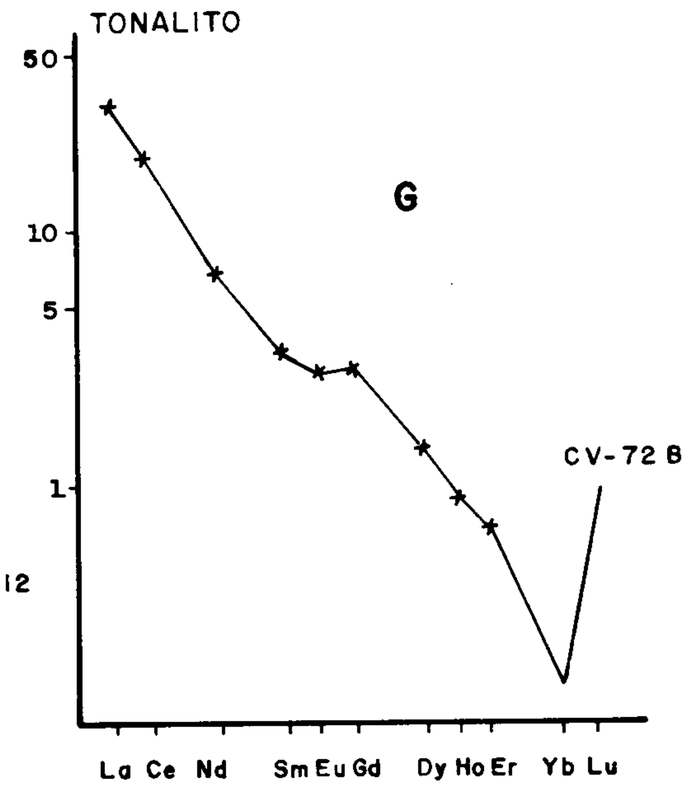


Figura II.2.48 (A-G) – Padrões das terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito C–1 de Evensen (1978), aplicados para a população dos Granitos γ2.

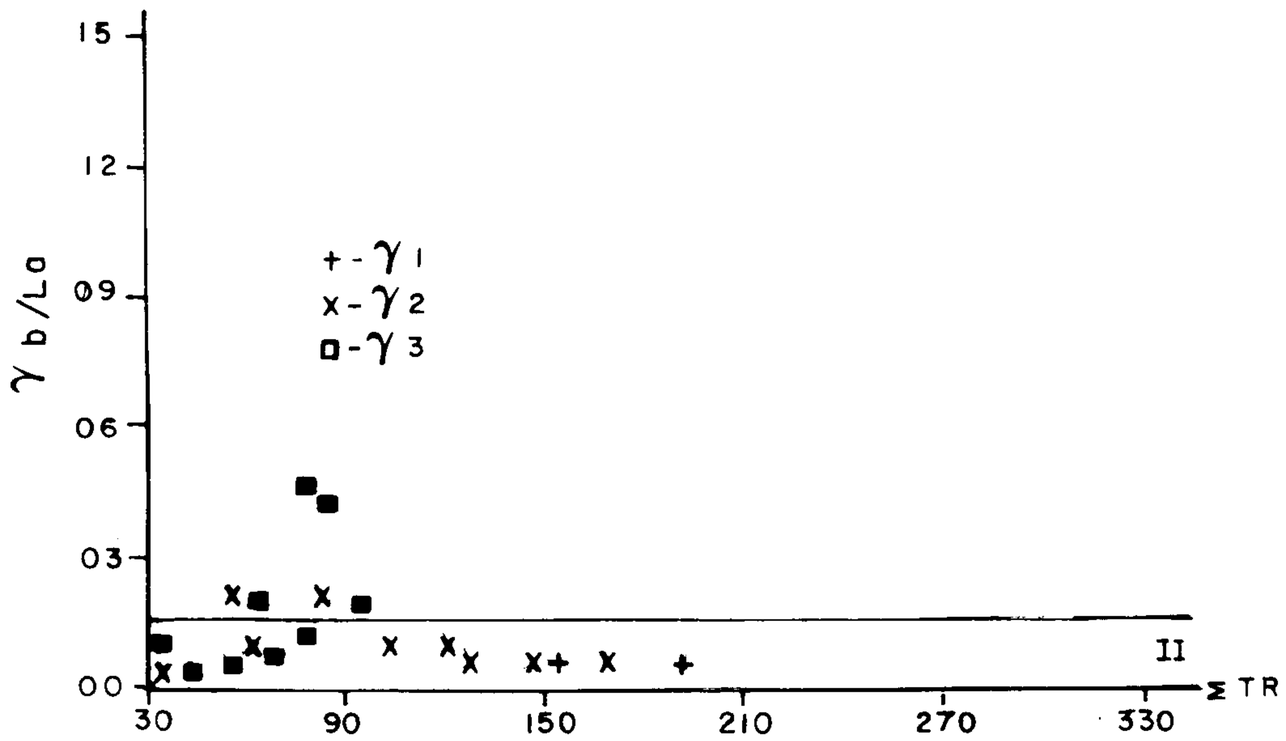


Figura II.2.49 – Diagrama Yb/La *versus* Σ IR, de Shen Jili & Liu Jiayuan (1985), aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

O mesmo autor, em 1970, no Projeto Goiânia, subdivide o Grupo Araxá em duas unidades, A e B, sendo a primeira representada por micaxistos com intercalações de quartzitos micáceos, xistos grafitosos, micaxistos grossos a granada e cianita, gnaisses com migmatitos e intrusões básicas (anfibolitos) e ultrabásicas (serpentinitos). A unidade B é constituída por micaxistos finos e micaxistos calcíferos com intercalações de calcários.

Diversos autores têm estudado o Grupo Araxá, destacando-se Braun (1970); Barbosa *et al.* (1970b); Danni e Fuck (1970); Oliveira & Bittar (1971); Baeta Jr. *et al.* (1972); Danni *et al.* (1973); Pena *et al.* (1975); Teixeira & Danni (1978) e Araújo Filho (1981), que constataram quase sempre na base desse grupo rochas gnáissicas bandadas, que para o topo, grada para xistos feldspáticos e micaxistos (muscovita-biotita xistos, granada-muscovita-xistos, quartzo xistos e grafita xistos), onde se intercalam

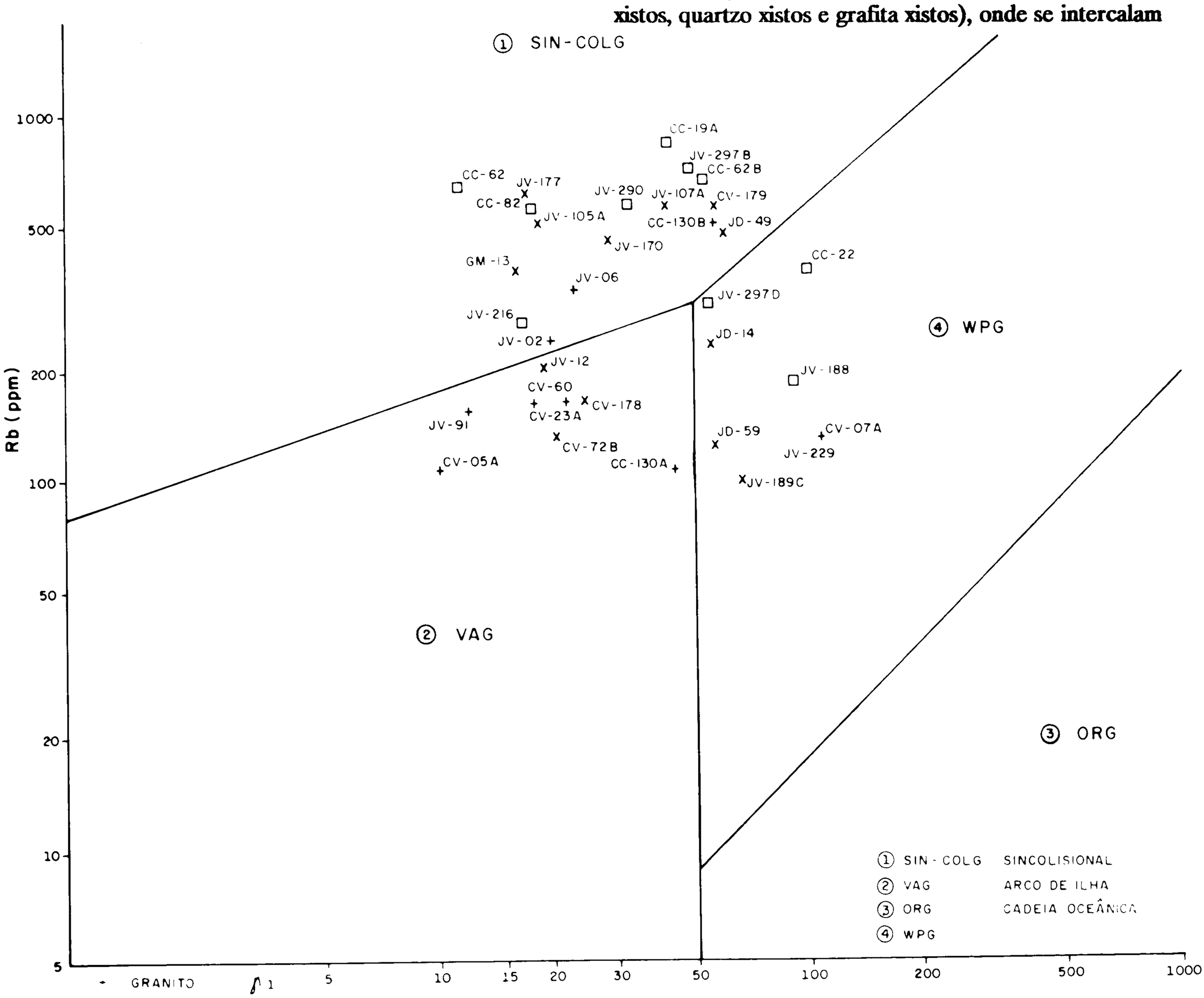


Figura II.2.50 – Diagrama Rb *versus* Y + Nb, idealizado por Pearce, Haris & Tindle (1984) e aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$, na definição de ambientes geotectônicos.

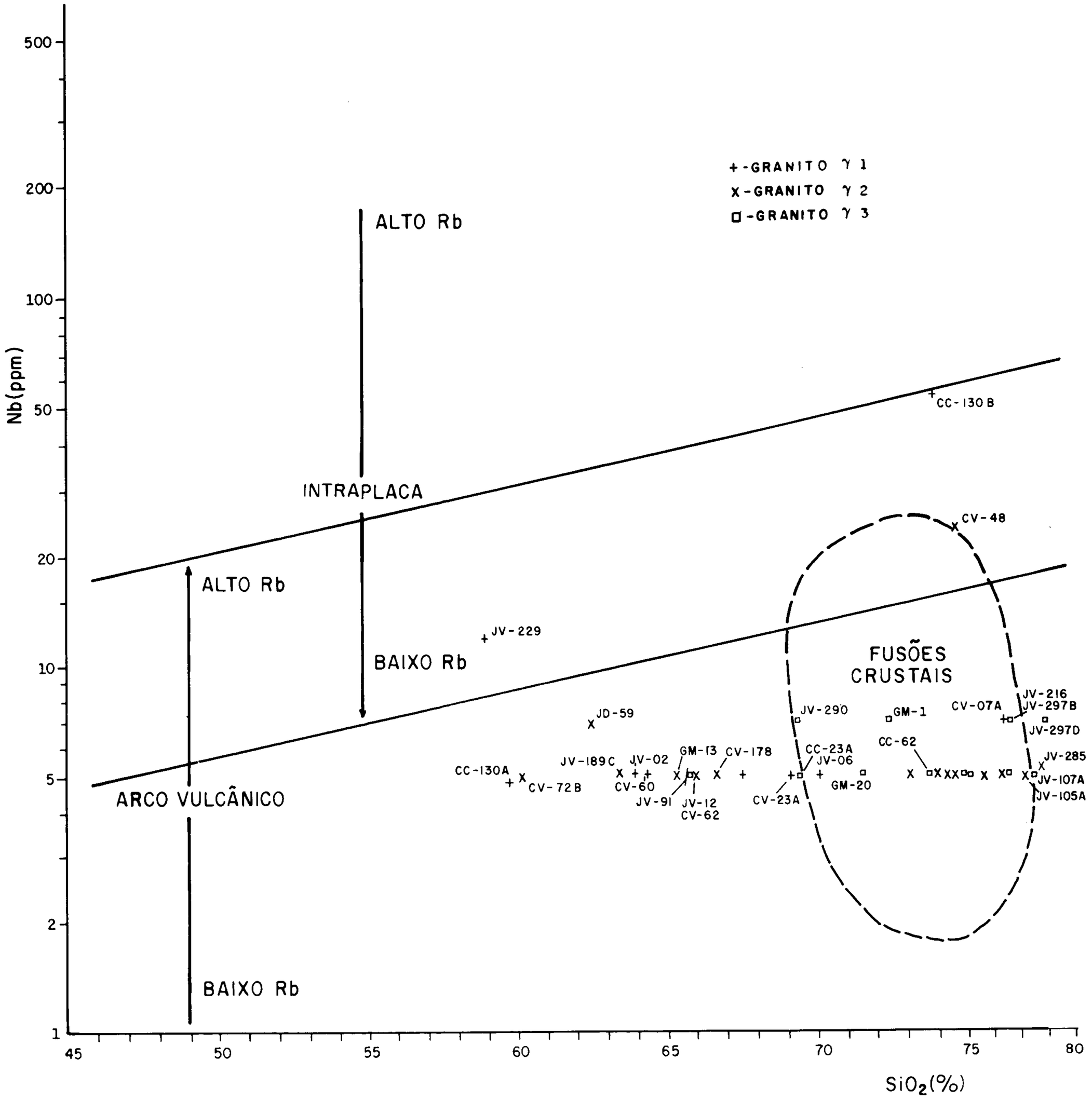


Figura II.2.51 – Diagrama Nb *versus* SiO_2, de Pearce & Gale (1977).

Tabela II.2.22 – Dados Analíticos Rb-Sr em rocha total.

Nº DE CAMPO	LITOLOGIA	Rb (ppm)	Sr. (ppm)	$^{87}Rb / ^{86}Sr$	$^{87}Sr / ^{86}Sr$	Ref.
GM-13A	Granito	287,4	287,1	2,910	0,7518	NT
GM-13C	Granito	243,6	207,4	3,415	0,7559	NT
GM-13G	Granito	210,0	321,5	1,896	0,7402	NT
GM-13I	Granito	184,2	121,4	4,422	0,7789	NT

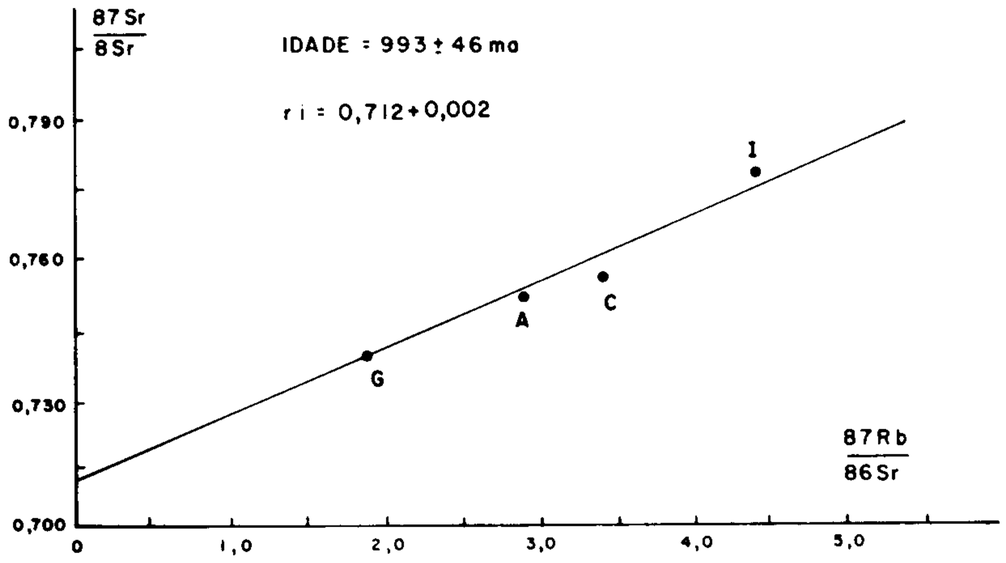


Figura II.2.52 – Diagrama isocrônico Rb-Sr para granitóides.

litologias psamíticas (muscovita-quartzitos), passando no topo para calcixistos, calcários e mármores.

Observa-se enorme divergência na nomenclatura estratigráfica, gerada nos trabalhos geológicos já realizados na região sudeste de Goiás e oeste de Minas Gerais, onde a mesma unidade recebe denominação diferente, quando ultrapassa os limites desses estados.

Constata-se também o freqüente e duvidoso posicionamento estratigráfico da maioria das unidades (grupos Araxá, Canastra, Ibiá) associadas à Faixa Uruaçuana, a sul da Inflexão dos Pireneus, considerando-se ainda, a difícil tarefa de se fazer um empilhamento estratigráfico dessas rochas, em decorrência do seu próprio modelado deformacional, gerado a partir de uma tectônica tangencial e produzindo *nappes* tectônicos, com imbricamento de estruturas e repetição de camadas (blocos alóctones). Diante desse quadro tectono-estrutural, propõe-se reunir os grupos Araxá, Canastra e Formação Ibiá, denominando-os

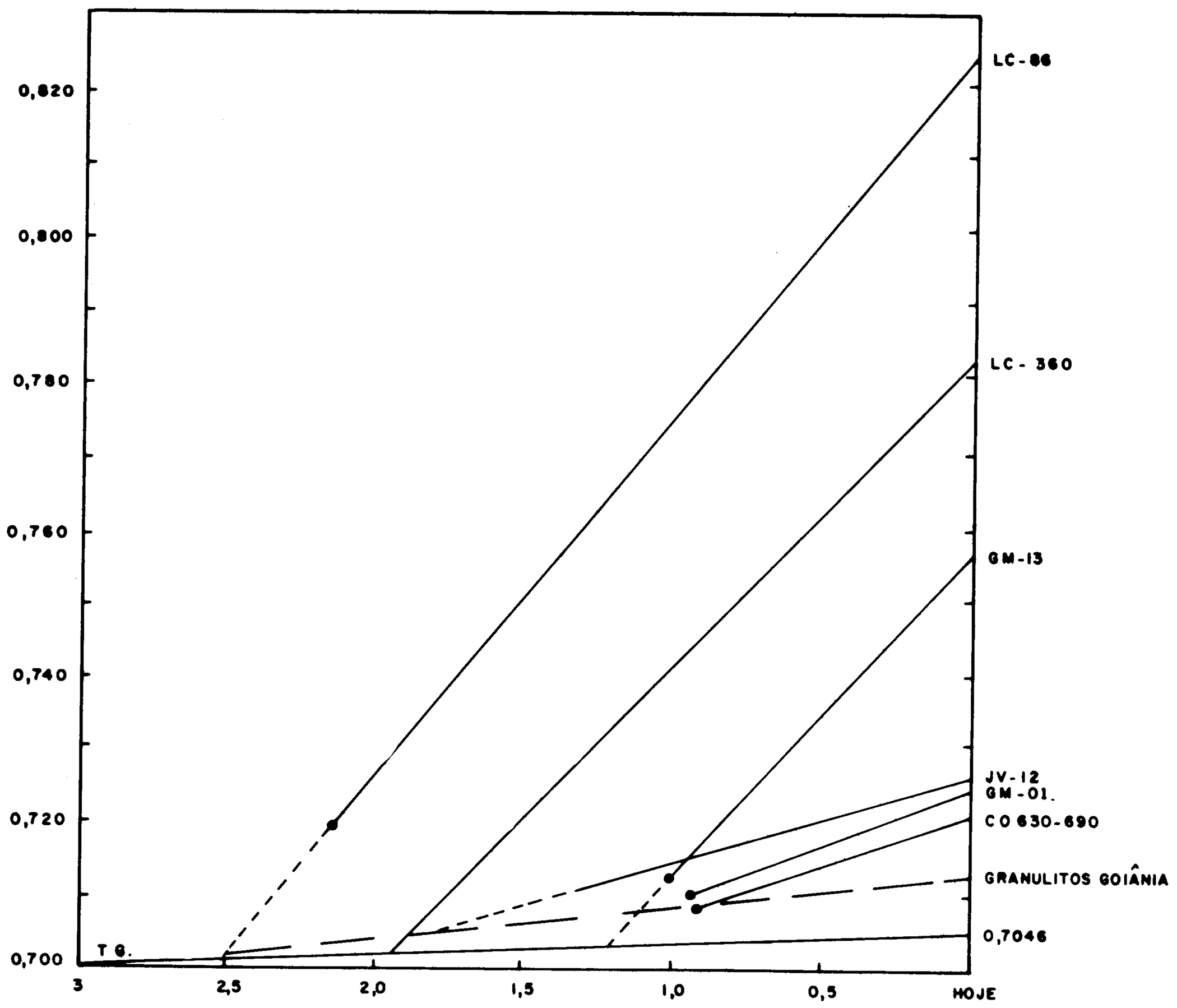


Figura II.2.53 – Diagrama de evolução isotópica do Sr para os conjuntos de rochas datadas na região sul de Goiás.

informalmente de Grupo Araxá-Sul de Goiás, e subdividindo-o em quatro unidades, A,B,C e D, embasadas no caráter transicional desses litogrupos e no fato de pertencerem provavelmente ao mesmo ciclo sedimentar, diferindo apenas no seu sítio deposicional.

A reconstituição paleoambiental dos sítios deposicionais, relacionados a cada unidade proposta acha-se bastante prejudicada pela obliteração provocada pelo metamorfismo e pela deformação regional. Entretanto, com base em análises composicional e química dos litótipos, pode-se traçar um paralelo com unidades mais modernas, na reconstrução de seus protólitos e ambientes geradores, fazendo as seguintes inferências: Unidade A, composta por sedimentos maturos plataformais, tipo margem passiva: Unidade B, sedimentos plataformais, típico de ambiente marinho raso a deltaico, caracterizado pela predominância de litologias metapelíticas com intercalações metapsamíticas, oriundas de uma sedimentação terrígena progradante; Unidade C, sedimentos grauvaquianos, margem continental ativa; e Unidade D, sedimentos plataformais atribuídos ao Grupo Canastra por Barbosa *et al.* (1970a), ocorrendo na Folha Carafba. Caracteriza-se por uma sedimentação também terrígena progradante, mas com alguns representantes de supramaré. As unidades C e D encerrariam o ciclo sedimentar principal.

2.6.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Esta unidade ocupa cerca de 35% de toda a área da folha, situando-se no seu terço meridional (figura II.2.54). Na confluência dos rios Bois e Preto, as unidades A e B acham-se empurradas para leste e alternam-se tectonicamente entre si, demonstrando uma estruturação em *nappe* tectônico (figura II.3.3). Na região do Ribeirão Passa Quatro, centro sul da área em foco, os calcioxistos da Unidade C acham-se também projetados para leste, sobrepondo através de uma zona de cisalhamento oblíquo e contracional os metassedimentos (metapelito-psamítico) da Unidade B. A Unidade C foi também cartografada a sul e sudoeste de Bonfinópolis, onde aparece projetada para leste, através de uma zona de transposição, sobre a unidade metassedimentar da Sequência Metavulcano-sedimentar/Mista de Silvânia (PIvssB).

O contato dessas unidades do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) com as litologias do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) na maioria das vezes é tectônico, onde fatias de rochas granulíticas foram projetadas e imbricadas através de zonas de cisalhamento contracional e de transpurrão, sobre os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), como acontece no Ribeirão Passa Quatro.

2.6.3 Rochas e Metamorfismo

Unidade A – ocupa a porção basal do grupo, sendo formada, principalmente, por granada-biotita-quartzo xistos feldspáticos, biotita-muscovita xistos feldspáticos e granada-biotita-quartzo xistos, feldspáticos, com níveis milimétricos cinza-claro e cinza-escuro alternando-se regularmente, granulação fina a média, textura granolepidoblástica e estrutura extremamente foliada-milonítica gerada a partir de uma foliação de transposição (S2), que desloca parcial ou totalmente a foliação inicial (S1), contendo, geralmente, uma pronunciada lineação de estiramento mineral (Lx), dada por vênulas de quartzo. Outras mesoestruturas preservadas, conforme podem ser vistas no Vale do Rio dos Bois, são do tipo dobras acilíndricas, mica *fish*, sombras de pressão assimétricas em porfiroclastos de granada, que atestam o processo de cisalhamento simples e servem como balizadores do transporte tectônico. Ocorrem, ainda, biotita-muscovita xistos feldspáticos, e granada-biotita-quartzo xistos feldspáticos.

Estes últimos assumem o aspecto bandado, devido à penetração de vênulas graníticas ao longo da foliação milonítica (S2), formando bandas de espessura centimétrica, dispostas de modo concordante e paralelas a essa foliação (S2), como se verifica na Fazenda Rio dos Bois.

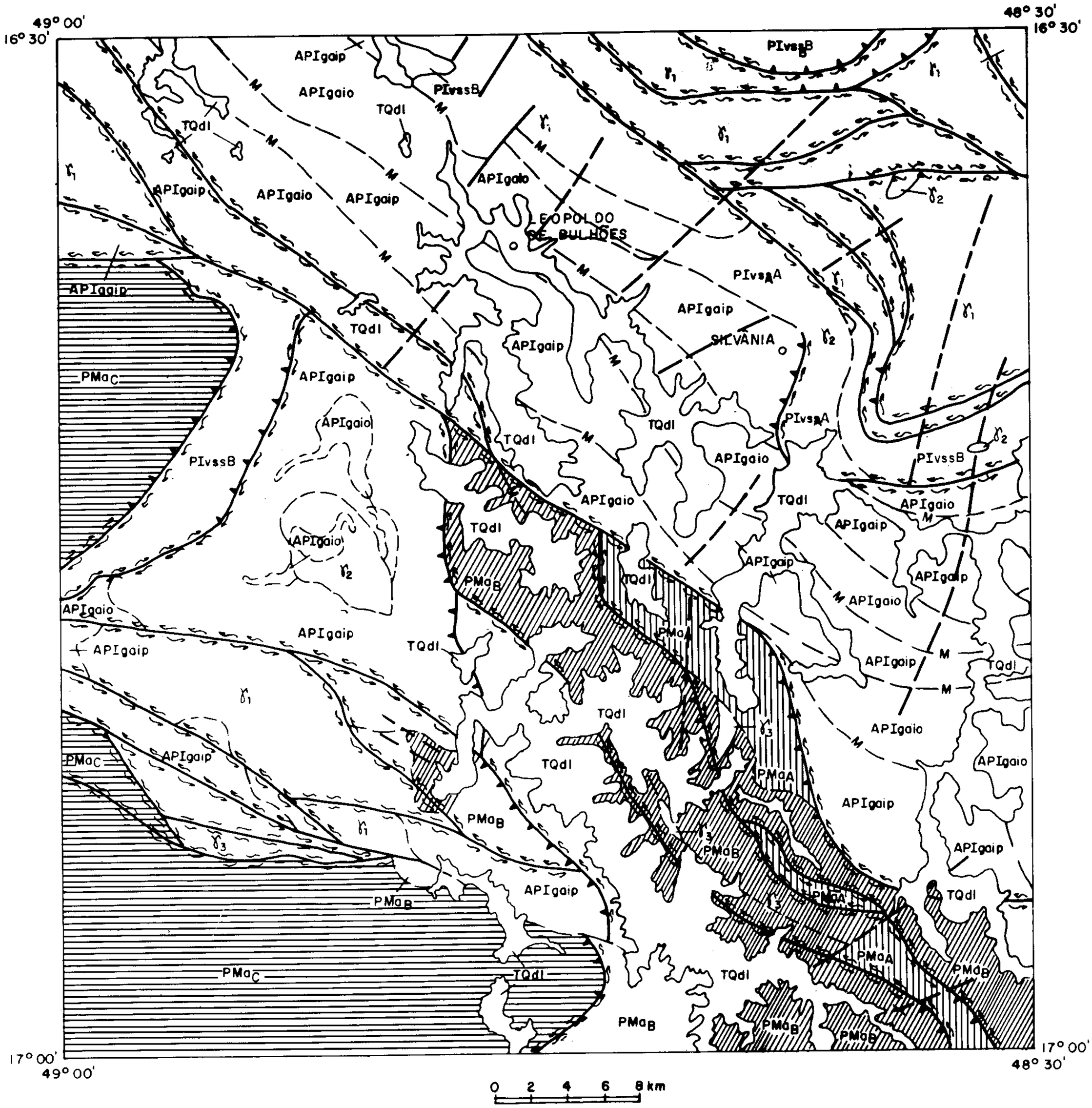
Esses xistos apresentam uma composição modal estimada (tabela II.2.23), cuja mineralogia principal é formada à base de quartzo, biotita parcialmente transformada em muscovita, feldspatos (albita e microclínio) e granada, reunidos segundo a associação paragenética quartzo + biotita(marrom) + albita ± granada, que caracteriza a fácies metamórfica xisto-verde, zona da biotita, atingindo às vezes a zona da granada.

Unidade B – consiste em muscovita xistos, muscovita-quartzo xistos, granada-muscovita-quartzo xistos, quartzo-xistos com intercalações centimétricas, a algumas dezenas de metros de muscovita quartzito, marcadas por intensa delaminação milonítica, contendo expressiva lineação de estiramento mineral, na forma de vênulas de quartzo estiradas (foto 6), estrada para São Miguel do Passa Quatro. Ocorre principalmente no divisor formado pelo rio dos Bois e ribeirão Passa Quatro, região bastante aplainada, onde extensos chapadões de latossolos são interrompidos apenas por expressivos alinhamentos de morrotes com direção NW-SE a N-S de muscovita quartzitos, situados a oeste do rio dos Bois.

Esses litótipos evidenciam os mesmos elementos estruturais detectados na unidade anterior, desenvolvidos numa fácies metamórfica xisto-verde baixa a média, atingindo localmente a zona da granada.

Muscovita-quartzo xistos são rochas de coloração cinza-claro a cinza-avermelhada quando intemperizadas, microdobradas e crenuladas, exibindo textura granolepidoblásica fina a média, estrutura xistosa milonítica, compostas por quartzo, muscovita, sericita, clorita e às vezes, granada e/ou biotita.

Muscovita quartzitos apresentam cor branca a amarelo claro, granulação fina a média, muito bem laminados em escala milimétrica a centimétrica, pela alternância de níveis micáceos e quartzosos, ou pela variação em sua granulometria. O contato entre esses níveis, é, na maioria



TQdl - cobertura detrito-laterítica; γ_3 - granitóide; $PMa_{A,B\,e\,C}$ - Grupo Araxá Sul de Goiás unidades: A, B e C; γ_2 - granitóide; PIvssA,B - sequência metavulcanossedimentar de Silvânia: unidade A: metavulcânica e unidade B: metassedimentar/mista; γ_1 - granitóide gnáissico; APIgaio, APIgaip - Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Figura II.2.54 – Distribuição geográfica do Grupo Araxá Sul de Goiás: unidades A, B, C.

das vezes, transicional, apresentando interdigitação faciológica e lenticularização.

Unidade C – é constituída por calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-muscovita-biotita xistos, feldspáticos, às vezes com granada, calcixistos com intercalações de muscovita quartzitos e quartzo-muscovita xistos, que apresentam composição modal estimada (tabela II.2.23). Na folha vizinha (Caraíba), foram cartografadas ainda lentes de metacalcários intercaladas nesses xistos. Os calci-clorita-muscovita-biotita xistos feldspáticos com granada aparecem entre os termos dominantes, formando expressivos lajedos com boa exposição nos córregos Furado, Barreiro e Boa Vista, situados na região centro sul e sudoeste da folha cartografada (figura II.2.54). Essa rocha apresenta-se listrada, com cor cinza-claro a cinza-escuro esverdeado, textura granolepidoblástica, estrutura foliada-milonítica, onde a 1ª foliação (xistosidade) é transposta pela 2ª foliação milonítica (S2), gerando às vezes paralelismo entre as bandas quartzo-feldspáticas e os níveis micáceos (biotita + clorita), exibindo na maioria das vezes uma lineação de estiramento mineral dada por *ribbon* de quartzo. Composição mineralógica formada por quartzo, biotita, plagioclásio (albita) ± granada ± carbonato. Como produtos retrometamórficos sobressaem a muscovita e a clorita. A paragênese mineral desse litogrupo é representada por quartzo + biotita + albita ± granada, indicativa da fácies xisto-verde, zona da biotita.

2.6.4 Petrogênese e Litoquímica

Após reunir uma população de 16 amostras (tabela II.2.24) desse grupo e determinar seus conteúdos em terras-raras, elementos maiores e traços (tabela II.2.25), foi possível tecer as considerações feitas a seguir.

Pelos diagramas ACF e A' KF (figuras II.2.55A, B e figura II.2.56), as amostras CC-02, CC-07 e CC-21B plotaram basicamente nos campos dos pelitos, correspondendo aos xistos feldspáticos a feldspatizados (amostras CC-19 e CC-21B) da Unidade A do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Já as amostras CC-103, CC-115, CC-119, CC-138 e JV-138 situaram-se no campo de influência das grauvacas, correspondendo à Unidade C desse grupo. Têm-se ainda, as amostras JV-11, JV-79A, e JV-133, plotando o domínio das rochas carbonáticas (unidades C e D).

Investigando o espectro composicional das grauvacas da Unidade C, através dos diagramas CaO-Na_2O-K_2O (figura II.2.57) e Fe total-MgO-TiO_2 (figura.II.2.58), verificou-se uma semelhança composicional entre essas grauvacas e as de Wyoming (Condie, 1967), havendo uma proveniência de rochas dominante granodioríticas.

Com base nos componentes maiores, as grauvacas da Unidade C podem ser enquadradas no tipo 2, grauvacas intermediárias, segundo Crooks, 1974, caracterizadas por apresentarem 15 a 65% de quartzo, 68 a 74% de SiO_2 e a relação $K_2O/Na_2O < 1$. Apenas as amostras CC-29 e

Tabela II.2.23 – Composição modal estimada dos metapelitos do Grupo Araxá–Sul de Goiás (% estimada)

Nº da Lâmina / Mineralogia	(CC) 02	(CC) 07	(CC) 21A	(CC) 23A	(CC) 23B	(CC) 29	(CC) 78	(CC) 103	(CC) 115	(CC) 138	(CC) 143B	(CV) 162	(GM) 20	(JD) 62
Quartzo	55	53	55	40	45	34	77	43	45	33	75	65	40	26
Plagioclásio	10	10	05	15	25	15	–	10	10	10	05	05	10	25
Microclínio	10	10	10	30	15	–	20	–	–	–	–	–	10	–
Muscovita	15	15	15	10	10	10	–	10	07	10	15	15	25	01
Sericita	–	–	–	–	–	–	01	–	–	–	–	–	TR	–
Granada	–	–	03	–	–	15	–	–	05	02	–	05	–	20
Biotita	10	10	10	05	05	15	01	10	15	15	–	10	15	20
Clorita	–	–	–	–	–	05	–	15	10	15	–	–	TR	02
Hornblenda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	03
Epídoto	TR	TR	01	–	–	03	–	10	05	10	–	TR	TR	02
Zircão	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Turmalina	–	–	–	–	–	01	–	TR	01	TR	–	–	–	TR
Titanita	TR	02	TR	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rutilo	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	TR	–	TR
Apatita	TR	TR	TR	TR	TR	TR	–	TR	TR	TR	–	–	TR	TR
Opacos	TR	TR	TR	01	TR	02	01	02	02	05	05	TR	TR	01

Tabela II.2.24 – Classificação petrográfica das rochas do Grupo Araxá–Sul de Goiás – PMa.

NÚM. DE ORDEM	NÚMERO DA AMOSTRA	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
1	CC–R–29	A	clorita – muscovita – granada – plagioclásio – biotita – quartzo xisto
2	JV–R–138	C	calcita – muscovita – clorita xisto
3	CC–R–138	C	muscovita – plagioclásio – epídoto – biotita – clorita – quartzo xisto
4	JV–R–131	D	filito grafitoso
5	JV–R–133	D	metacalcário
6	JV–R–63F	PARANOÁ	metarcósio
7	JV–R–08	D	biotita – muscovita – quartzo xisto
8	JV–R–11	D	clorita – biotita – calcita – muscovita – quartzo xisto
9	JV–R–79A	A	hornblenda – epídoto – quartzo xisto
10	CC–R–21B	A	xisto feldspático milonitizado
11	CC–R–19	D	granada-plagioclásio-k-feldspato-epidoto-muscovita-quartzo xisto
12	CC–R–103	C	granada-epídoto-carbonato-clorita-plagioclásio-biotita-quartzo xisto
13	CC–R–115	C	epídoto-granada-muscovita-plagioclásio-carbonato-biotita-quartzo xisto
14	CC–R–119	C	granada-epídoto-muscovita-plagioclásio-carbonato-clorita-biotita-quartzo xisto
15	CC–R–02	A	k-feldspato-plagioclásio-biotita-muscovita-quartzo xisto
16	CC–R–07	A	k-feldspato-plagioclásio-biotita-muscovita-quartzo xisto

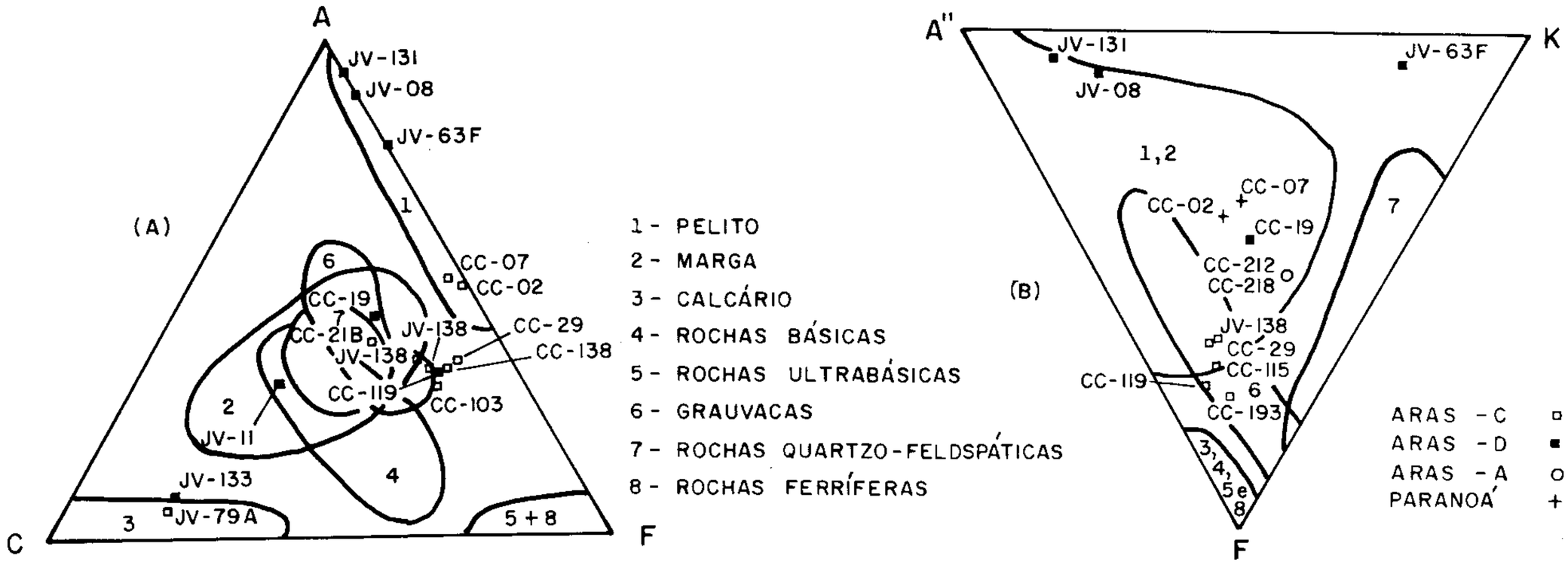


Figura II.2.55 (A e B) – Campos de composição química de rochas ígneas e sedimentares, segundo Girardi (1979). Aplicados nos diagramas ACF e A"KF, de Eskola (1939) & Winkler (1967). Unidades A, C e D do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Tabela II.2.25 – Parâmetros químicos e litoquímicos das rochas do Grupo Araxá–Sul de Goiás – PMA

Amostras / Óxidos	CC-29	JV-138	CC-138	JV-131	JV-133	JV-63F	JV-08	JV-11	JV-79A	CC-21B	CC-19	CC-103	CC-115	CC-119	CC-02	CC-07
SiO_2	64,80	57,00	64,70	41,40	33,70	90,10	57,80	58,40	29,40	70,50	65,80	67,90	70,70	67,40	70,30	70,10
Al_2O_3	15,10	16,10	14,20	30,80	7,60	4,70	19,80	13,20	6,60	14,20	16,10	13,20	13,20	14,20	14,20	14,60
Fe_2O_3	1,60	2,80	2,10	9,30	1,30	0,34	8,50	3,00	0,66	1,30	2,20	1,90	1,10	1,50	1,90	1,60
FeO	4,70	5,00	4,30	0,29	1,90	0,10	0,57	1,80	1,90	2,30	2,40	3,80	3,00	3,40	2,50	2,30
MnO	0,10	0,13	0,09	0,25	0,06	0,03	0,03	0,10	0,09	0,06	0,06	0,10	0,09	0,13	0,06	0,06
MgO	3,00	3,40	3,30	0,60	3,50	0,07	0,58	2,10	3,70	0,83	1,20	2,60	2,20	2,50	1,20	0,99
CaO	1,80	3,30	2,00	0,17	25,70	0,07	0,07	7,10	28,00	2,00	2,20	2,30	1,80	2,20	0,28	0,45
Na_2O	2,40	1,20	2,70	2,00	0,81	0,15	0,51	1,50	1,10	3,50	2,70	3,50	3,40	3,80	1,70	1,90
K_2O	2,90	3,60	2,40	4,80	2,10	3,30	5,10	4,00	1,60	3,40	4,40	1,80	1,70	1,30	5,10	5,30
TiO_2	0,83	0,94	0,83	1,50	0,29	0,06	0,94	0,52	0,30	0,62	0,62	0,94	0,73	0,83	0,52	0,52
P_2O_5	0,21	0,24	0,19	0,11	0,12	0,04	0,13	0,12	0,18	0,16	0,17	0,21	0,16	0,20	0,13	0,19
P. F.	1,70	5,50	2,10	8,30	23,00	0,70	5,40	7,70	25,80	0,90	1,70	1,40	0,15	2,30	2,00	1,70
H_2O -	0,20	0,07	0,30	0,60	0,10	0,07	0,40	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10
Na_2O / K_2O	0,83	0,33	1,13	0,42	0,39	0,05	0,10	0,38	0,69	1,03	0,61	1,94	2,00	2,92	0,33	0,36
K_2O / Na_2O	1,21	3,00	0,89	2,40	2,59	22,00	10,00	2,67	1,45	0,97	1,63	0,51	0,50	0,34	3,00	2,79
Al_2O_3 / Na_2O	6,29	13,42	5,26	15,40	9,38	31,33	38,82	8,80	6,00	4,06	5,96	3,77	3,88	3,74	8,35	7,68
FeO / Fe_2O_3	2,94	1,79	2,05	0,03	1,46	0,29	0,07	0,60	2,88	1,77	1,09	2,00	2,73	2,27	1,32	1,44
Fe_2O_3 (t) + MgO	9,89	11,82	10,24	10,23	6,94	0,52	9,72	7,12	6,50	4,72	6,10	8,77	6,67	7,82	5,91	5,18
Q (%)	30,01	23,34	29,08	8,64	_	77,39	33,07	20,57	_	31,40	26,96	31,18	36,85	31,51	38,68	36,64
DF **	–2,29	–2,09	–2,62	3,64	15,24	–6,69	–1,69	2,72	17,57	1,58	1,37	–1,04	–1,16	–0,45	–1,66	–0,75
Co	20,00	_	15,00	_	_	_	_	_	_	_	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00	5,00
Cu	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Pb	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Zn	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Ni	_	60,00	_	50,00	_	_	35,00	30,00	_	_	_	_	_	_	_	_
Y	39,00	37,00	42,00	108,00	_	_	7,00	21,00	_	81,00	22,00	36,00	43,00	65,00	17,00	54,00
Nb	_	_	_	_	_	_	5,00	21,00	_	7,00	_	_	_	_	_	_
Sr	145,00	198,00	171,00	5,00	_	_	85,00	58,00	_	112,00	149,00	253,00	253,00	239,00	59,00	51,00
Zr	_	_	_	_	_	_	246,00	213,00	_	337,00	_	_	_	_	_	_
Li	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Rb	_	_	_	_	_	_	_	_	_	268,00	_	_	_	_	_	_
K / Rb	_	_	_	_	_	_	_	_	_	0,11	_	_	_	_	_	_
Rb /Sr	_	_	_	_	_	_	_	_	_	2,39	_	_	_	_	_	_
La	9,87	_	21,11	_	_	_	_	_	_	41,84	35,73	20,89	14,44	16,77	9,79	46,93
Ce	31,10	_	42,93	_	_	_	_	_	_	63,79	69,91	42,13	30,11	34,42	52,78	80,20
Nd	12,65	_	23,49	_	_	_	_	_	_	39,94	36,71	23,83	16,27	19,83	9,69	45,57
Sm	2,58	_	5,10	_	_	_	_	_	_	7,93	6,68	5,19	3,36	4,38	1,66	9,04
Eu	0,68	_	1,17	_	_	_	_	_	_	1,12	1,15	1,22	0,81	1,02	0,34	1,30
Gd	2,97	_	4,58	_	_	_	_	_	_	6,91	5,48	4,31	2,98	4,01	2,21	7,27
Dy	3,58	_	4,14	_	_	_	_	_	_	5,64	4,43	3,90	2,72	3,37	2,24	5,36
Ho	0,74	_	0,98	_	_	_	_	_	_	1,12	0,90	1,02	0,63	0,80	0,45	0,98
Er	2,39	_	2,65	_	_	_	_	_	_	3,12	2,13	2,55	1,74	2,21	1,20	2,77
Yb	2,25	_	2,44	_	_	_	_	_	_	2,35	1,65	2,19	1,54	1,92	1,08	1,93
Lu	0,25	_	0,37	_	_	_	_	_	_	0,34	0,16	0,30	0,22	0,30	0,10	0,22
Eu / Eu *	0,75	_	0,73	_	_	_	_	_	_	0,45	0,57	0,76	0,77	0,73	0,54	0,47
(Yb / La) N	0,34	_	0,17	_	_	_	_	_	_	0,08	0,07	0,16	0,16	0,17	0,16	0,06
(La / Yb) N	2,95	_	0,83	_	_	_	_	_	_	11,99	14,58	6,27	6,32	5,88	60,11	16,38
TRL	56,20	_	92,63	_	_	_	_	_	_	153,05	149,03	91,54	64,18	75,40	73,92	181,64
TRP	12,18	_	15,11	_	_	_	_	_	_	19,48	14,75	14,27	9,83	12,61	7,28	18,53
TR	69,06	_	108,91	_	_	_	_	_	_	173,65	164,93	107,03	74,82	89,03	81,54	201,47
(TRL / TRP) N	1,67	_	2,35	_	_	_	_	_	_	3,32	4,21	2,46	2,50	2,30	3,40	4,25
(Gd / Yb) N	1,07	_	1,52	_	_	_	_	_	_	2,38	2,69	1,59	1,57	1,69	1,66	3,05
(La /Lu) N	4,09	_	5,92	_	_	_	_	_	_	12,76	23,15	7,05	6,81	5,79	10,15	22,12
(Ce / Yb) N	3,58	_	4,55	_	_	_	_	_	_	7,02	10,96	4,98	5,06	4,64	12,64	10,75

OBS.: Óxidos dos elementos maiores em (%); elemento-traço e terras raras em ppm.
Q (%) * – valor do CIPW
DF ** = índice de Shaw (Shaw, D. M., 1971)
0,55 CaO + 1,46 Na_2O + 0,54 K_2O

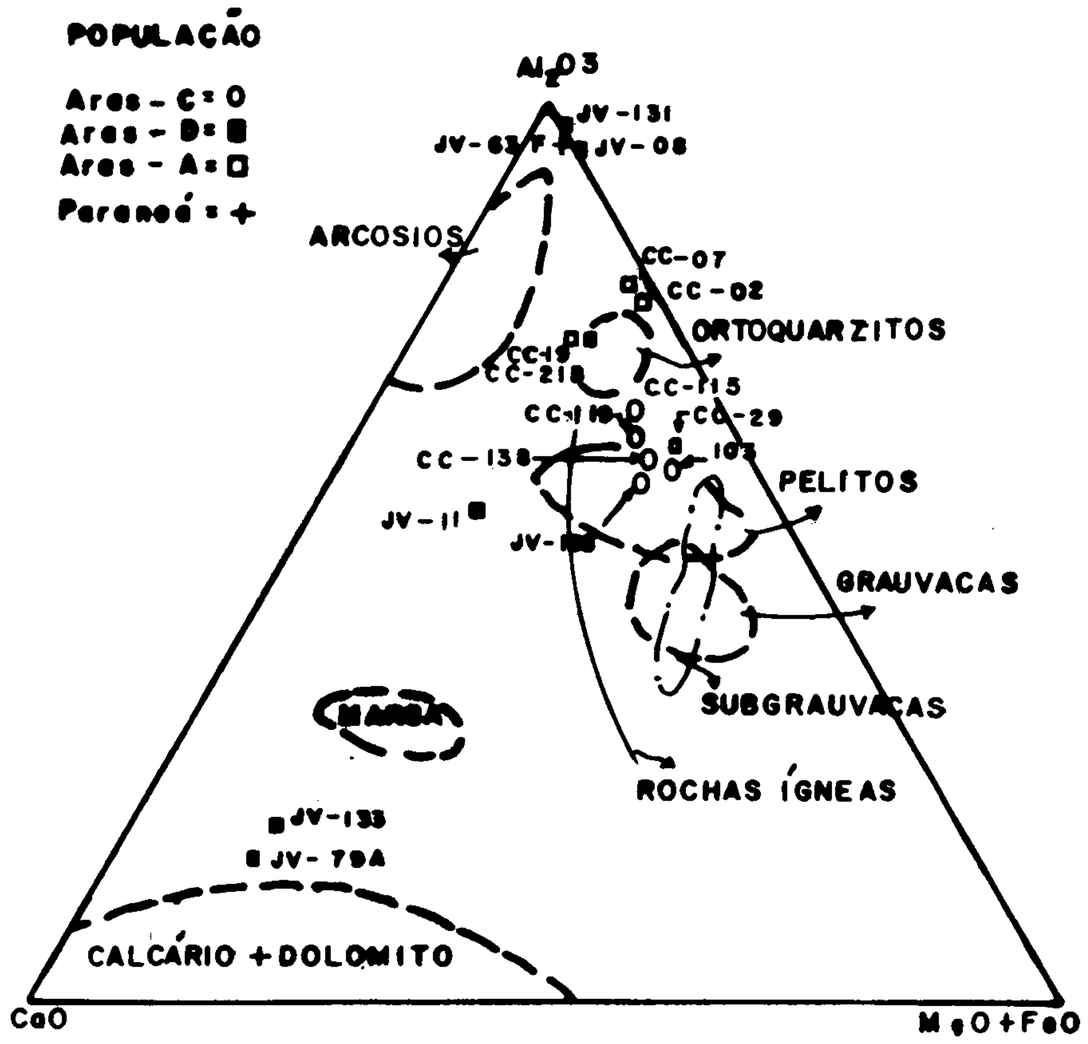


Figura II.2.56 – Diagrama $CaO - Al_2O_3 - (MgO + FeO)$, de Wahlstrom & Kim (1959), mostrando os campos composicionais das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas. Aplicado às rochas dos grupos Araxá-Sul de Goiás (unidades A, C e D) e Paranoá.

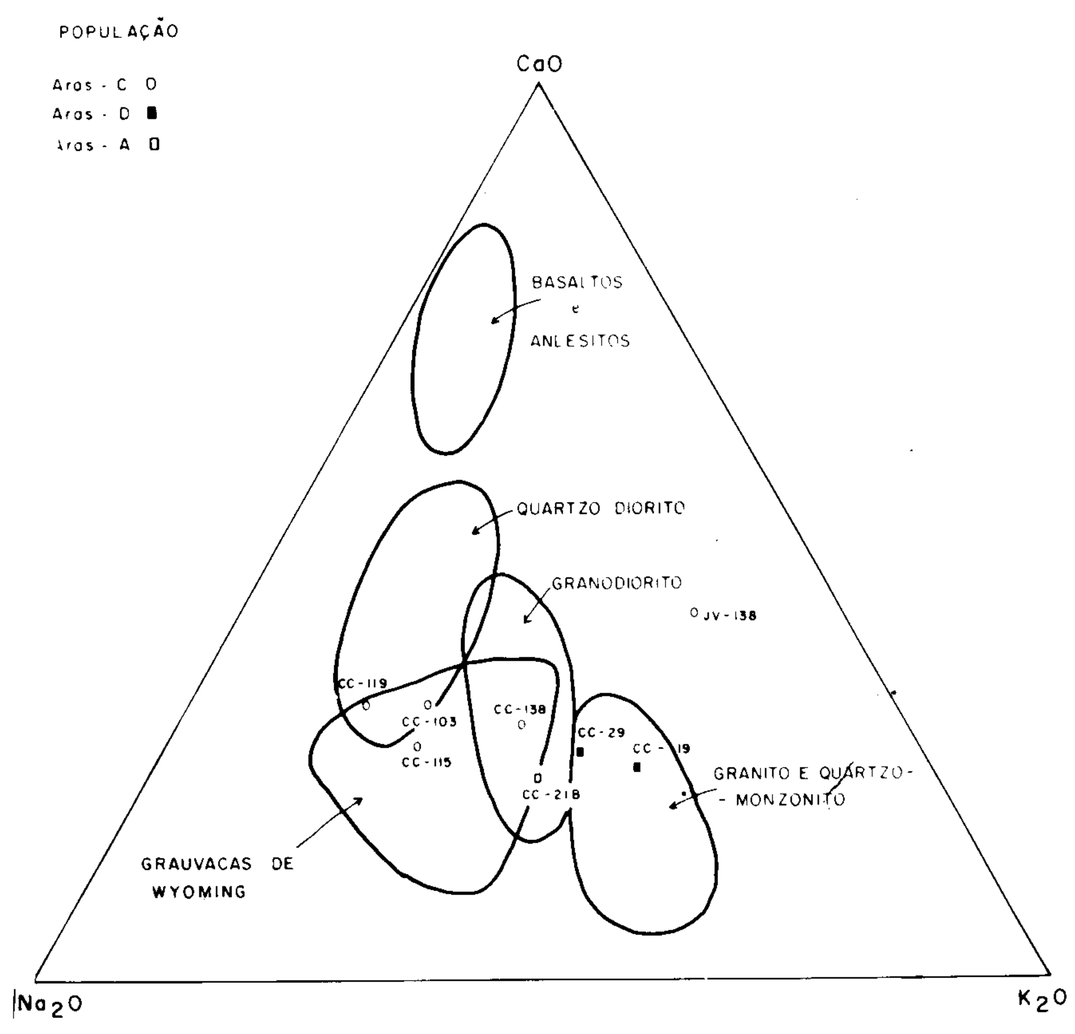


Figura II.2.57 – Diagrama $CaO - Na_2O - K_2O$, segundo Condie (1967), comparando os campos composicionais de rochas ígneas com as grauvacas de Wyoming.

CC-19 mostraram a relação $K_2O/Na_2O > 1$, reflexo da presença constante de vênulas graníticas, nesses xistos feldspatizados.

Com base no diagrama K_2O/Na_2O *versus* SiO_2 (%) (figura II.2.59), pode-se observar que a maioria das amostras analisadas plota uma ambiência geotectônica a partir de uma margem continental ativa, principalmente os metassedimentos de composição grauvaquiana da Unidade C. Já as amostras oriundas da Unidade A recobriram ambientes de margem passiva e ativa, indicando uma ambiência plataformal inicial da bacia, em franco processo de evolução.

O diagrama $Fe_2O_3.T + MgOxTiO_2$ (figura II.2.60) também revela que as amostras da Unidade C plotam o campo de arco oceânico, enquanto a maioria das amostras da Unidade A situa-se no domínio de arco continental.

Com relação aos elementos de terras-raras foram analisadas apenas nove amostras (tabela II.2.25), cujos resultados analíticos foram lançados em curvas normalizadas pelo padrão condrito de Eversen (1978).

De acordo com os padrões de curvas normalizadas, pode-se reconhecer duas associações predominantes (figuras II.2.61A e B).

A primeira associação (figura II.2.61A) corresponde dominantemente aos metassedimentos da Unidade C. Suas curvas denotam um declive suave à direita, mostrando pouco fracionamento dos elementos de terras-raras leves (ETRL) e quase nulo dos elementos de terras-raras pesadas (ETRP). As relações ETRL/ETRP variam na

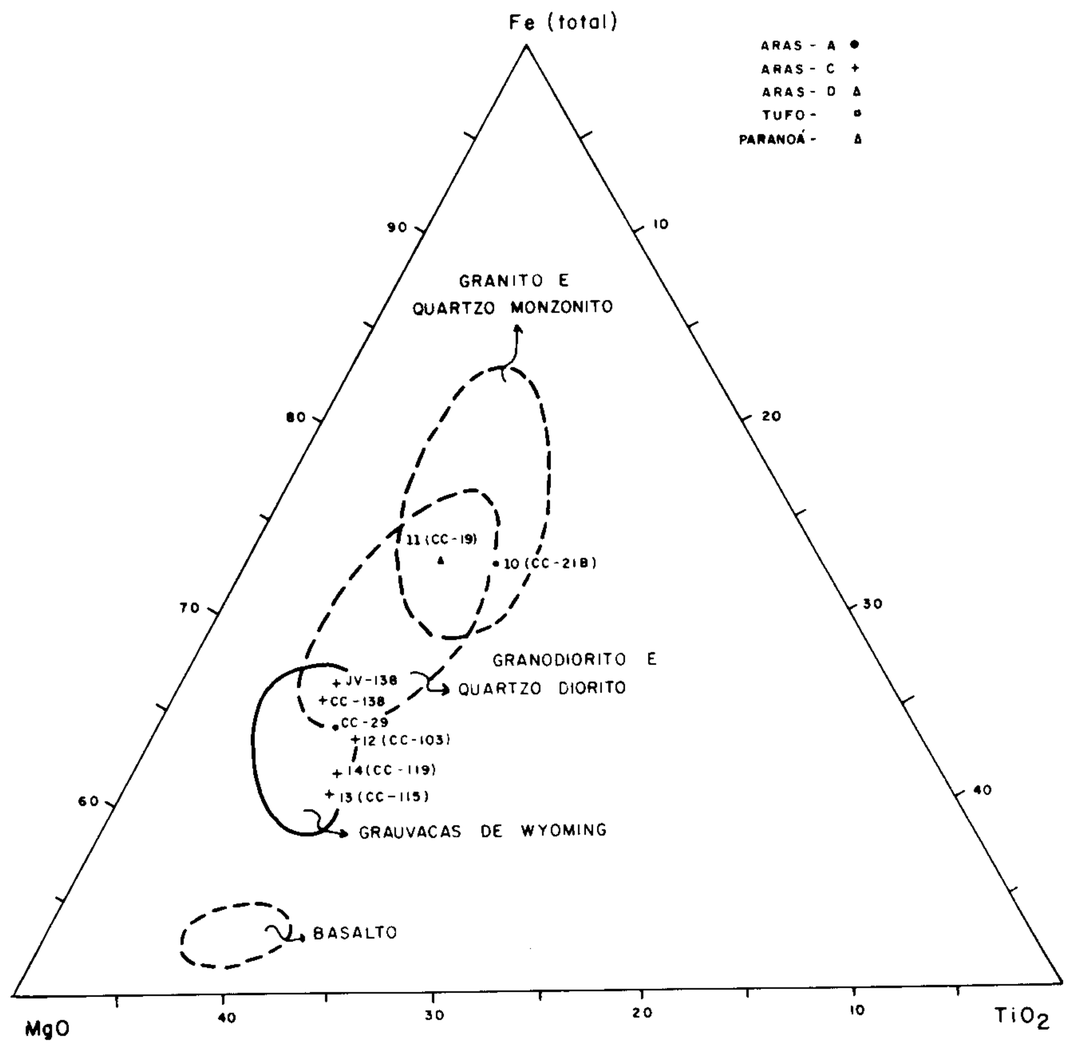


Figura II.2.58 – Diagrama MgO – Fe (total) – TiO_2, segundo Condie (1967), mostrando a composição química das grauvacas de Wyoming e de alguns tipos de rochas ígneas.

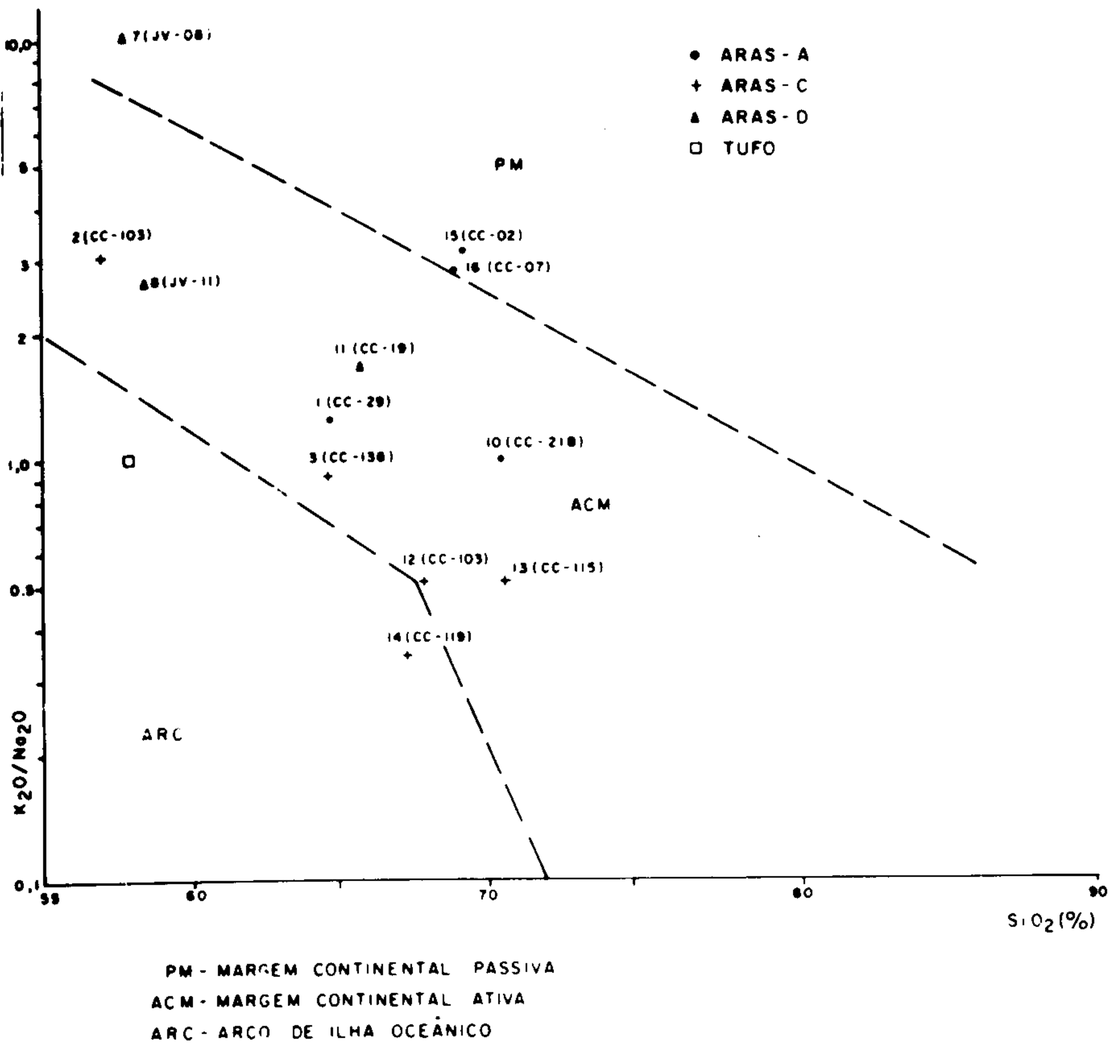


Figura II.2.59 – Diagrama K_2O/Na_2O versus SiO_2 (%) para discriminar ambientes tectônicos e de deposição de arenitos e argilitos, segundo Roser e Korsch (1986). Aplicado às rochas das unidades A, C e D do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

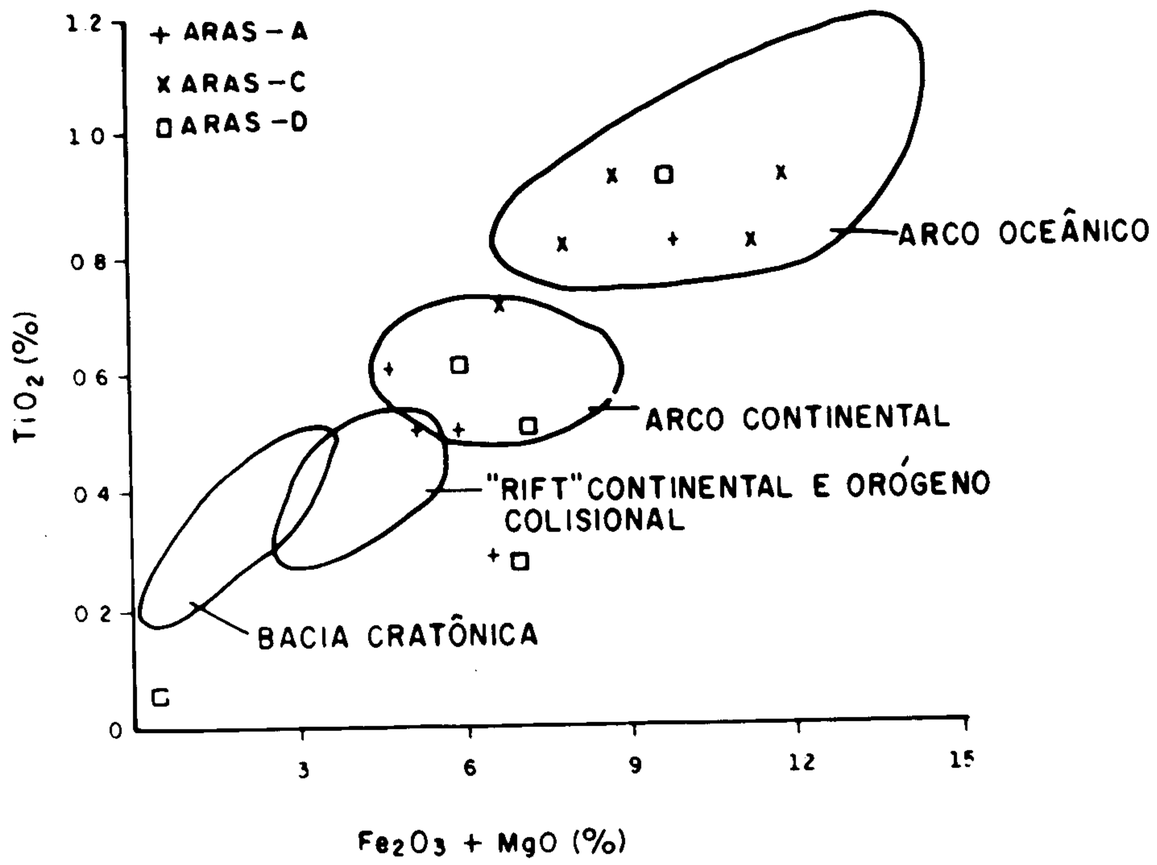


Figura II.2.60 – Diagrama TiO_2 versus Fe_2O_3 + MgO, de Bhatia (1985), usado para discriminar os campos de ambientes geotectônicos, onde se depositam rochas sedimentares. Aplicado ás rochas sedimentares do Grupo Araxá-Sul de Goiás, unidades A, C e D.

faixa de 1,66 a 2,50, enquanto as razões La/Yb oscilam entre 2,95 e 6,31. Observa-se ainda que todas as curvas mostram-se depletadas em Eu, com anomalias Eu/Eu* na ordem de 0,7. Já os somatórios dos ETR variam de 69 a 109, considerados baixos, refletindo uma natureza original mais arenosa para esses metassedimentos, cujos protólitos podem variar composicionalmente de arenitos arcoseanos até grauvacas depositados em margem continental ativa.

A segunda associação (figura II.2.61B) corresponde aos xistos feldspáticos da Unidade A. Nesse agrupamento observa-se pelos padrões de curvas resultantes um maior grau de fracionamento ETRL e ETRP, onde os valores das razões ETRL/ETRP varia de 3,3 a 4,2 e de 11,9 a 16,3 para La/Yb, bem superiores aos valores registrados na primeira associação. Tem-se, ainda, uma acentuada anomalia negativa de Eu, em que Eu/Eu* varia de 0,452 a 0,565. Nota-se também uma relação positiva entre os teores de SiO_2, o somatório dos elementos de terras-raras (ETR) e as anomalias negativas de európio. Os padrões de curvas apresentados nessa associação assemelham-se ao modelo dos granitos potássicos da categoria 2 de Zhonggang (1982), inerentes aos granitos pós-arqueanos do tipo S da crosta superior. Este fato é decorrente da presença constante de vênulas graníticas potássicas (granitóides $\gamma 3$), em escala milimétrica a centimétrica, injetadas na foliação desses xistos feldspáticos, conferindo-lhes uma estrutura notadamente bandada.

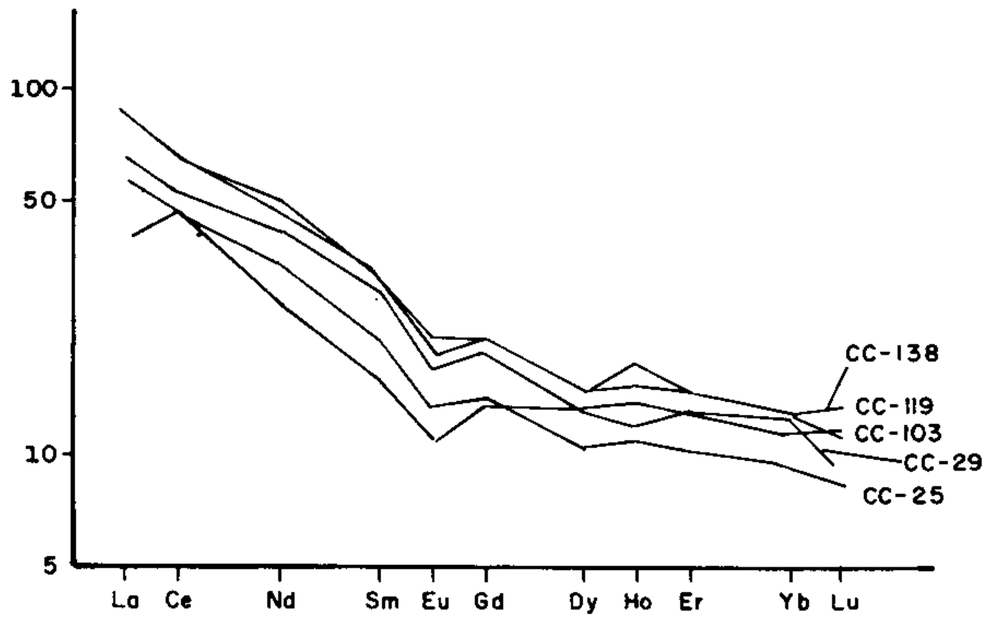
2.6.5 Idade e Correlação

A idade desse grupo é ainda bastante controvertida, não se dispondo até o momento de dados convincentes quanto à época deposicional dessas rochas.

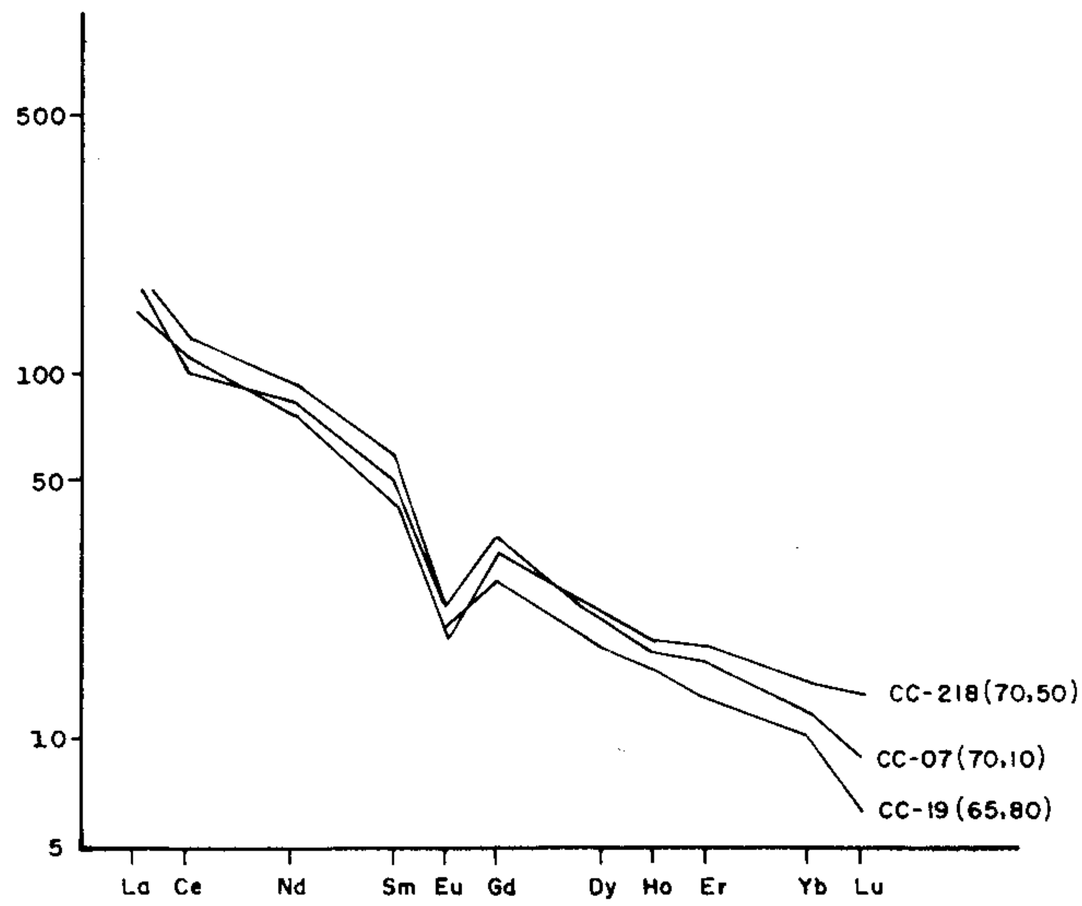
Segundo Almeida (1974) *in* Schobbenhaus Filho *et al.* (1975b), a deposição dos metassedimentos do Grupo Araxá teria ocorrido durante o Ciclo Uruaçuano (900 a 1.300Ma.). Entretanto, datações radiométricas indicam que eventos tectônicos magmáticos, vinculados a 1.400Ma., poderiam estar relacionados ao Grupo Araxá, segundo o autor supracitado.

Hasui *et al.* (1980), através de datações efetuadas em rochas desse grupo, na região de Pontalina e Hidrolândia (Goiás), obtiveram uma isócrona de Rb/Sr que revelou idade de 950Ma., com razão inicial de 0,702, interpretada como a época do metamorfismo que efetou essa unidade. De acordo com Drago *et al.* (1981), Tassinari *et al.* (1981), *in* Ianhez (1983), os dados radiométricos sobre as rochas do Grupo Araxá sugerem apenas as fases de metamorfismo, que afetaram de modo diferenciado esse litogrupo, resultando em idades ligadas aos ciclos Uruaçuano e Brasiliano e ficando, portanto, indefinida a idade de sedimentação.

Análises geocronológicas Rb/Sr realizadas por Tassinari no PLGB-GO (Programa de Levantamentos Geológicos Básicos, em Goiás), em xistos desse litogrupo, na Folha Nazário, resultaram numa isócrona de idade 810 ± 32Ma., com razão inicial de 0,7065 ± 0,0007, sendo interpretada como a época de fechamento do sistema Rb/Sr. Tassinari (1988), ainda em datações efetuadas no PLGB–GO, em concentrado de muscovita proveniente da Folha Goiânia, obteve através do método K/Ar 714 ± 65Ma., considerada a época do resfriamento regional de

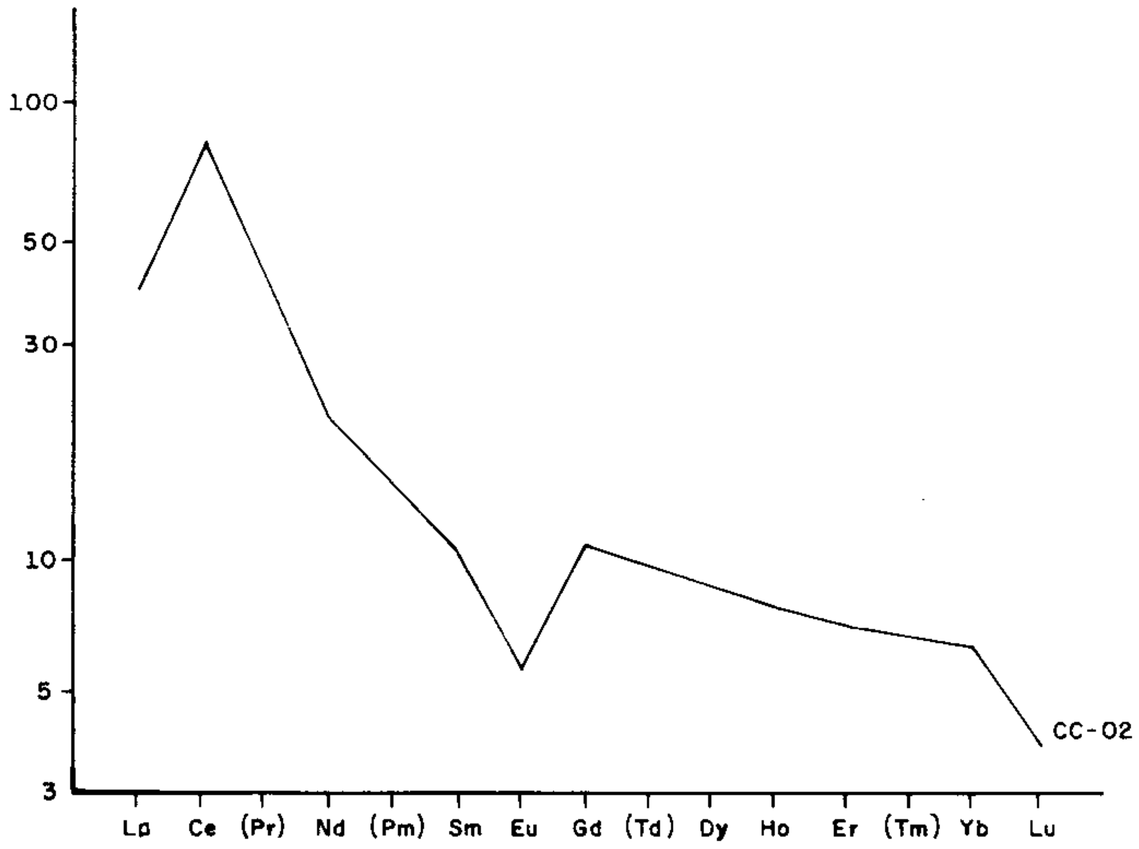


(A)



(B)

OS NÚMEROS ENTRE PARÊNTESES SÃO AS PERCENTAGENS DE SiO_2



(C)

Figura II.2.61 – Aranhogramas dos elementos de terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito C–1, de Evensen (1978), aplicados nas espécies petrográficas das unidades A e C do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

um evento geodinâmico, cujo clímax metamórfico ocorreu próximo de 800Ma., sendo o intervalo de 950-800Ma. o espaço temporal requerido para o metamorfismo dos metassedimentos do Grupo Araxá.

Datações em granitóides $\gamma 3$, como o biotita granito de Aragoiânia sin-tectônicos à fase F2 e intrusivos nos metassedimentos do Grupo Araxá, revelaram uma isócrona de 900Ma., com uma razão inicial de 0,706, possivelmente indicativa do metamorfismo e de eventos tectono-estruturais (como o cisalhamento dúctil de baixo ângulo) que afetaram essa unidade.

Diante do exposto, achou-se por bem considerar os metassedimentos deste grupo como tendo uma provável evolução a partir do Proterozóico Médio.

2.7 Rochas Ultrabásicas Serpentinizadas

Essas rochas têm maior expressão em Morro Feio, município de Hidrolândia, na Folha Goiânia, e vários autores já estudaram esses corpos ultramáficos serpentinizados que ocorrem imbricados tectonicamente entre os

metassedimentos do Grupo Araxá, destacando-se os trabalhos de Mello & Berbert (1969), em Morro Feio, e Bittencourt & Corrêa (1970), na região de Bonfinópolis, zonas circunvizinhas de Goiânia.

Marini *et al.* (1984) e Danni & Teixeira (1981) associam esses corpos ao Ciclo Uruaçuano posicionando-os no Proterozóico Médio.

Na área, esses litótipos foram encontrados em apenas um afloramento no Córrego Barreirinha, NW de Bela Vista de Goiás, onde formam um diminuto corpo, composto principalmente de serpentinito de cor verde-escuro, textura lepidoblástica, estrutura maciça a foliada-milonítica, que passa em suas bordas para talco-xisto e talco-clorita xisto, miloníticos, enriquecidos em cristais euédricos de magnetita. Esse corpo dispõe-se em zonas cisalhadas, de modo concordante (foliação milonítica) com a foliação desenvolvida nos calcixistos da Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaC), que localmente apresenta-se com atitude N70°W/subvertical.

Nesse trabalho, acredita-se que esses corpos são alóctones, gerados em condições plutônicas, pertencentes a eventos mais antigos, possivelmente ligados ao Proterozóico Inferior, como indicam algumas datações, e cujo *emplacement* nos metassedimentos do Grupo Araxá teria ocorrido em eventos posteriores (Brasiliano), possivelmente guiado por zonas de cisalhamento de empurrão de natureza dúctil/rúptil, em regime tectônico compressivo. Isto gerou um complexo imbricamento crustal entre os litótipos básicos/ultrabásicos, oriundos de níveis crustais mais inferiores, e os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa).

2.8 Granitóide (g3)

2.8.1 Comentários Gerais

Constituem a terceira geração de granitóides individualizada na área, composta basicamente por metagranitos a duas micas e metagranodioritos, foliados, miloníticos, estritamente controlados por zonas de cisalhamento, encaixados de preferência nos xistos feldspáticos da unidade basal do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA). Têm origem crustal, são granitos tipo S e sin-tectônicos à fase F2, relacionados ao domínio da supra-estrutura, apresentando forma lenticular e estratóide, exibindo uma proeminente foliação milonítica, concordante com a foliação de transposição S2 dos xistos feldspáticos (Grupo Araxá-Sul de Goiás). Acham-se deformados conjuntamente com esses metassedimentos, formando dobras não cilíndricas de pequena amplitude. Suas características mais detalhadas acham-se contidas na tabela II.2.8.

Essa suíte de granitóides tem suas melhores exposições no vale do rio Preto, cerca de 3km a montante de sua confluência com o rio dos Bois, no quadrante sudeste da folha cartografada. Nesse local, tem-se biotita-muscovita granodiorito milonítico em contato concordante e brusco com os xistos feldspáticos da Unidade A do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA) (foto 8), onde ocorrem também cristais prismáticos de turmalina, dispersos aleatoriamente nesse granitóide, e indicativos de um estágio de alteração tardi-magmática (pneumatolítico-hidrotermal), enriquecido em fluídos granitófilos como boro (turmalinização) e Sn (cassiterita), esse último detectado em concentrados de bateia. As zonas de cisalhamento formaram sítios propícios para veiculação desses fluidos, promovendo a greisenização e tornando esses granitos metalogeneticamente especializados e potencialmente prospectáveis para Sn, W, Ta, Nb, Mo, U e Th.

2.8.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Ocorrem principalmente no quadrante sudeste da folha (figura II.2.14), no vale do rio Preto e córrego Água Suja onde constituem corpos lenticulares e estratóides, com dimensões de 300 a 400m de largura por 1 a 4km de comprimento, encaixados em contato brusco e concordante ao bandamento milonítico dos xistos feldspáticos da Unidade A do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA), associados a zonas de cisalhamento, de preferência em locais transtencionados.

A norte e nordeste de Bela Vista de Goiás, na Fazenda São Bento, acha-se exposto o maior corpo pertencente a essa geração de granitóides, com cerca de 1km de largura por 10km de comprimento, inserido na interface entre os calcixistos feldspáticos da Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaC) – e os granulitos paraderivados do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgaip), com contatos integralmente balizados por zonas de cisalhamento.

2.8.3 Rochas e Metamorfismo

Essa geração de granitóides é constituída principalmente por biotita-muscovita granitos e granodioritos de cor cinza-claro, às vezes com bandas claras e escuras, granulação fina a média, estrutura fortemente foliada e milonítica. A composição modal desses granitóides está representada na tabela II.2.26 e figura II.2.62, constituindo-se principalmente de plagioclásio, (oligoclásio) na forma de porfiroclastos estirados paralelamente ao bandamento. Ocorrem ainda feldspato potássico (microclínio), quartzo, biotita marrom, com formas sigmodais, e muscovita.

Vênulas graníticas com 1 a 2cm de espessura e pegmatitos formados por megacristais de feldspato potássico, quartzo e às vezes turmalina preta (afrisita), frequentemente são encontrados encaixados na foliação principal dos xistos feldspáticos da Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás, onde se deformam conjuntamente em dobras acilíndricas com amplitude de 4-5cm, cujos planos axiais constituem superfícies de cisalhamento de baixo ângulo, formadas pela tectônica tangencial imposta a esses metassedimentos.

Tabela II.2.26 – Composição modal estimada dos granitóides.

Amostra / Mineral	CC 23A	CC 23B	CC 62	CC 62B	CC 89A	CC 126
Quartzo	40	45	40	40	25	25
Feldspato Potássico	30	15	30	30	25	25
Plagioclásio	15	25	15	10	22	20
Biotita	05	05	–	05	05	10
Moscovita	10	10	10	10	10	10
Turmalina	TR	–	04	–	–	–
Opacos	TR	TR	TR	TR	TR	TR
Apatita	TR	TR	–	TR	TR	TR
Zircão	TR	TR	–	TR	TR	TR
Granada	–	–	01	02	–	04
Epídoto	–	–	–	03	03	03
Carbonato	–	–	–	–	02	–
Sericita	–	–	–	–	05	03
Clorita	–	–	–	–	01	TR
Titanita	–	–	–	–	01	–
Rutilo	–	–	–	–	01	–

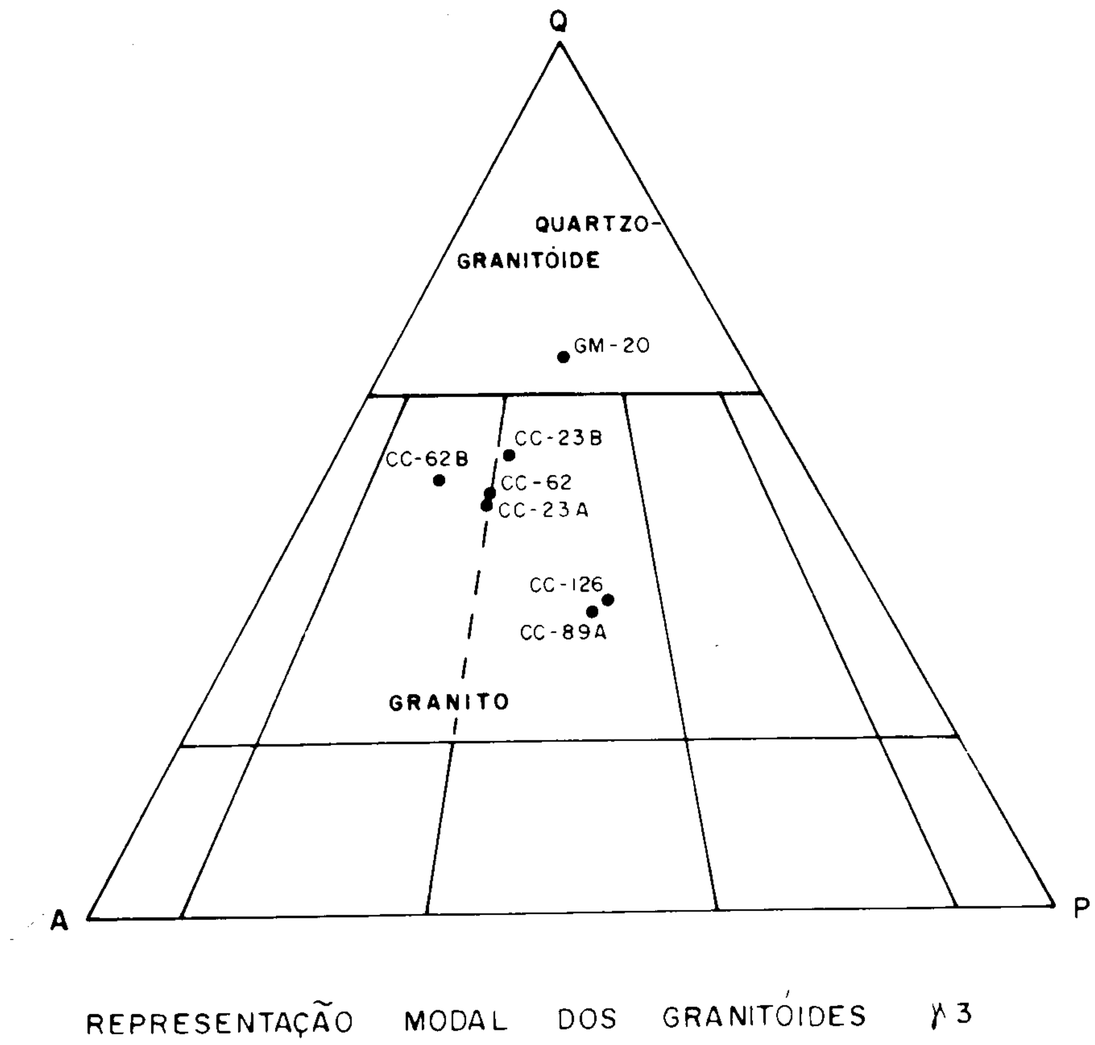


Figura II.2.62 – Diagrama triangular QAP de Streckeisen (1975).

2.8.4 Petrogênese e Litoquímica

As análises químicas de elementos maiores, traço e terras-raras, numa população de 12 amostras dos granitóides ($\gamma 3$) (tabelas II.2.10 e II.2.23), permitiram traçar as considerções feitas abaixo.

Quando investigados à luz do diagrama Q-P, de Debon & Le Fort (1983, figura II.2.20), esses granitóides evidenciam uma composição essencialmente granítica *sensu strictu* a granodiorítica.

As amostras dessa população, quando plotadas no diagrama CaO-Na_2O-K_2O (figura II.2.21), de Condie & Hunter (1976), mostram uma nítida tendência calcialcalina, com a relação K_2O/Na_2O resultando maior que a unidade.

Pelo diagrama de Debon & Le Fort (1983), (figura II.2.22), observa-se que a maioria das amostras encontra-se no domínio dos leucogranitóides, denotando um *trend* aluminoso. Constata-se também pelo uso do diagrama de Rapela & Caminos (1987, figura II.2.23), que apesar desse conjunto de granitos apresentar características francamente peraluminosas, mostram uma forte tendência a um enriquecimento de álcalis, de tal forma que duas amostras dessa população são metaluminosas.

As relações de Fe^{+2} e Fe^{+3} são indicadas na figura II.2.24 e registram que a maioria das amostras plota o campo da série ilmenita, de Ishihara (1967). Isto, aliado à presença constante de coríndon, ausência de diopsídio e hornblenda e a alta freqüência de biotita, todos normativos (tabela II.2.12), vêm ratificar a natureza crustal desses granitóides.

A avaliação dos teores de Y *versus* SiO_2 (figura II.2.25), no diagrama de Sheraton & Black (1988), mostrou que a maioria das amostras dessa população situa-se no campo dos granitos não depletados.

Seu caráter leucocrático, maiores valores em SiO_2 (74%) entre os granitóides estudados, e o nível dos elementos-traço detectados, como Rb, Sr, Cu e Zn (tabela II.2.27) permitiram classificar os granitóides ($\gamma 3$), segundo Ague & Brimhall (1988), como pertencentes ao tipo ISC (granitóides fortemente contaminados), correspondendo aos granitos tipo S de Chapell & White (1974), com características francamente crustais.

Com relação à análise dos elementos de terras-raras, os granitóides ($\gamma 3$) evidenciam padrões de curvas (figura II.2.63) praticamente homogêneos do tipo "asa de pássaro", onde as dez amostras analisadas (tabela II.2.27) apresentam forte depleção em Eu (Eu/Eu* : 0,14-0,48), e as razões ETRL/ETRP, variando de 0,77 a 3,37, demonstram acentuado enriquecimento em terras-raras pesadas (ETRP), ou seja, os valores da série Y são elevados.

Estas características são peculiares aos granitos palingenéticos de refusão das séries de transformação, ou seja, correspondem aos granitos CR de Chaoquim (1985). Os valores das anomalias de Eu (Eu/Eu*) se concentram, predominantemente, na faixa de 0,14 a 0,28, levando a correlacionar essa população amostrada com os granitos da categoria 3, de Zhonggang (1982), inerentes a granitos do padrão álcali-feldspato granito, produto final da evolução da série granítica, na crosta superior. Os demais granitos dessa população com anomalias de Eu (Eu/Eu*) oscilando entre 0,32 e 0,48 podem ser enquadrados na categoria 2 desse autor, e sua origem estaria ligada à fusão parcial em vários graus da crosta superior.

O padrão crustal dos granitóides ($\gamma 3$) é ainda plenamente confirmado pelo diagrama das figuras II.2.49, II.2.27 e II.2.28.

Pelas figuras II.2.50 e II.2.64, as amostras levantadas plotam predominantemente o campo de granitos tipo sin-colisional, crustal e pós-orogênico. O processo de fusão crustal responsável pela sua formação está bem expresso no diagrama figura II.2.51, de Pearce & Gale (1977).

Tabela II.2.27 – Granitóide $\gamma 3$ – Dados químicos.

AMOSTRA / ÓXIDO	GM – 01	JV – 188	JV –297D	CC – 23 A	CC – 22	CC – 82	CC – 62	CC – 62 B	JV–290	JV – 297	JV – 216	GM – 20
SiO_2	72,50	77,40	78,10	69,60	75,20	76,40	74,00	74,90	69,60	76,50	76,50	71,60
Al_2O_3	12,30	10,40	11,30	14,20	12,30	11,30	14,10	12,30	14,20	11,00	11,30	13,20
Fe_2O_3	1,60	1,30	0,96	1,60	1,50	0,84	0,81	1,10	3,00	0,80	1,00	1,50
FeO	2,70	1,20	0,22	1,60	1,40	0,74	0,55	0,72	1,70	0,65	0,79	1,80
MnO	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,50	0,05	0,09	0,04	0,05	0,05
MgO	1,10	0,35	0,15	0,83	0,63	0,35	0,20	0,23	0,99	0,13	0,15	0,83
CaO	0,98	0,24	0,10	2,90	0,44	0,42	0,17	0,28	0,98	0,14	0,35	1,40
Na_2O	2,00	4,00	1,70	5,10	1,20	2,80	2,80	2,00	1,50	2,30	2,60	3,60
K_2O	3,90	3,10	4,80	1,90	3,90	5,10	4,80	5,60	4,60	5,60	5,30	3,40
TiO_2	0,62	0,25	0,08	0,37	0,42	0,21	0,12	0,17	0,73	0,12	0,12	0,47
P_2O_5	0,18	0,04	0,07	0,10	0,07	0,10	0,23	0,10	0,13	0,09	0,14	0,18
P.F.	1,70	1,10	2,30	0,90	2,50	1,20	2,00	2,20	2,30	1,90	1,40	1,30
Umidade	0,40	0,30	0,60	0,07	0,30	0,20	0,40	0,50	0,40	0,50	0,30	0,20
TOTAL	100,04	99,71	100,42	99,22	99,91	99,71	100,68	100,15	100,22	99,77	100,00	99,53
K_2O / Na_2O	1,95	0,78	2,82	0,37	3,25	1,82	1,71	2,80	3,07	2,43	2,04	0,94
Elementos Tracos(ppm)												
Cu	0,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	5,00	5,00	5,00
Pb	0,00	14,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	30,00	30,00	0,00
Zn	0,00	40,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00	20,00	35,00	0,00
Y	22,00	90,00	54,00	37,00	95,00	13,00	7,00	48,00	33,00	48,00	17,00	39,00
Nb	0,00	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,00	5,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	5,00	2,50	0,00
Ba *	300,00	300,00	200,00	150,00	500,00	200,00	150,00	150,00	500,00	30,00	70,00	500,00
Sr	92,00	46,00	91,00	31,00	44,00	55,00	51,00	38,00	60,00	7,00	296,00	152,00
Zr	0,00	0,00	0,00	141,00	397,00	188,00	105,00	197,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	0,00	190,00	300,00	821,00	385,00	564,00	616,00	688,00	582,00	724,00	277,00	0,00
Ge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00
W	0,00	2,80	4,00	4,00	2,80	4,00	8,00	8,00	2,80	4,00	4,00	0,00
Ga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn	0,00	0,00	0,00	12,00	9,60	3,60	20,00	9,40	0,00	0,00	0,00	0,00
K / Rb	–	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	–
K / Ba	–	–	–	–	–	5,53	–	4,15	–	–	–	–
Rb / Ba	0.00	0,63	1,50	5,47	0,77	2,82	4,11	4,59	1,16	24,13	3,96	0,00
Ba / Sr	3,26	6,52	2,20	4,84	11,36	3,64	2,94	3,95	8,33	4,29	0,24	3,29
Rb / Sr	0,00	4,13	3,30	26,48	8,75	10,25	12,08	18,11	9,70	103,43	0,94	0,00
Terras-Raras												
La		11,27	2,95	10,10	18,26	14,98	9,23	14,37	15,78	6,28	9,74	
Ce		31,09	6,73	23,59	28,08	30,77	17,97	29,56	35,65	14,10	26,31	
Nd		18,59	3,63	12,73	21,11	10,81	10,08	16,39	16,18	7,03	12,21	
Sm		4,79	1,06	3,46	5,00	3,07	2,38	3,83	2,90	1,99	4,37	
Eu		0,50	0,11	0,22	0,67	0,34	0,30	0,34	0,45	0,09	0,23	
Gd		4,20	1,31	3,51	5,21	3,47	2,02	4,06	2,73	1,82	5,44	
Dy		5,05	1,69	4,02	5,63	3,38	1,54	4,78	2,44	1,74	8,94	
Ho		1,11	0,34	0,69	1,32	0,68	0,27	0,92	0,51	0,23	1,87	
Er		3,68	0,76	2,19	3,92	1,43	0,71	2,56	1,42	0,55	5,32	
Yb		4,65	0,64	1,92	3,34	0,87	0,54	1,99	1,28	0,51	4,56	
Lu		0,66	0,10	0,18	0,47	0,12	0,55	0,20	0,18	0,08	0,54	
+ TR		85,59	19,32	62,61	93,01	69,92	45,59	79,00	79,52	34,42	79,53	
TRL / TRP		1,21	1,19	1,65	1,47	2,50	3,37	1,82	3,13	2,57	0,77	
Eu / Eu *		0,33	0,28	0,19	0,40	0,32	0,41	0,26	0,48	0,14	0,14	
(Ce / Yb) N		1,73	2,72	3,18	2,17	9,15	8,61	3,84	7,20	7,15	1,49	
(Yb / La) N		0,61	0,32	0,28	0,09	0,09	0,09	0,21	0,12	0,12	0,69	

*** Resultado por análise espectrográfica padrão de 30 elementos.**

2.8.5 Idade e Correlações

Datações geocronológicas realizadas pelo método Rb/Sr no biotita granito de Aragoiânia, estação LM-313, Folha Goiânia, envolto no mesmo contexto geológico-estrutural dos granitóides (γ3) revelaram uma isócrona de 900Ma., com razão inicial 0,706, interpretada como a idade do seu posicionamento, correspondendo ao clímax dos processos tectônicos, ligados ao cisalhamento dúctil de baixo ângulo que afetou essa área.

Desse modo, com base nas relações de campo e nesses dados geocronológicos, os granitóides (γ3) foram posicionados geocronologicamente no Proterozóico Superior, ligados ao Ciclo Brasiliano.

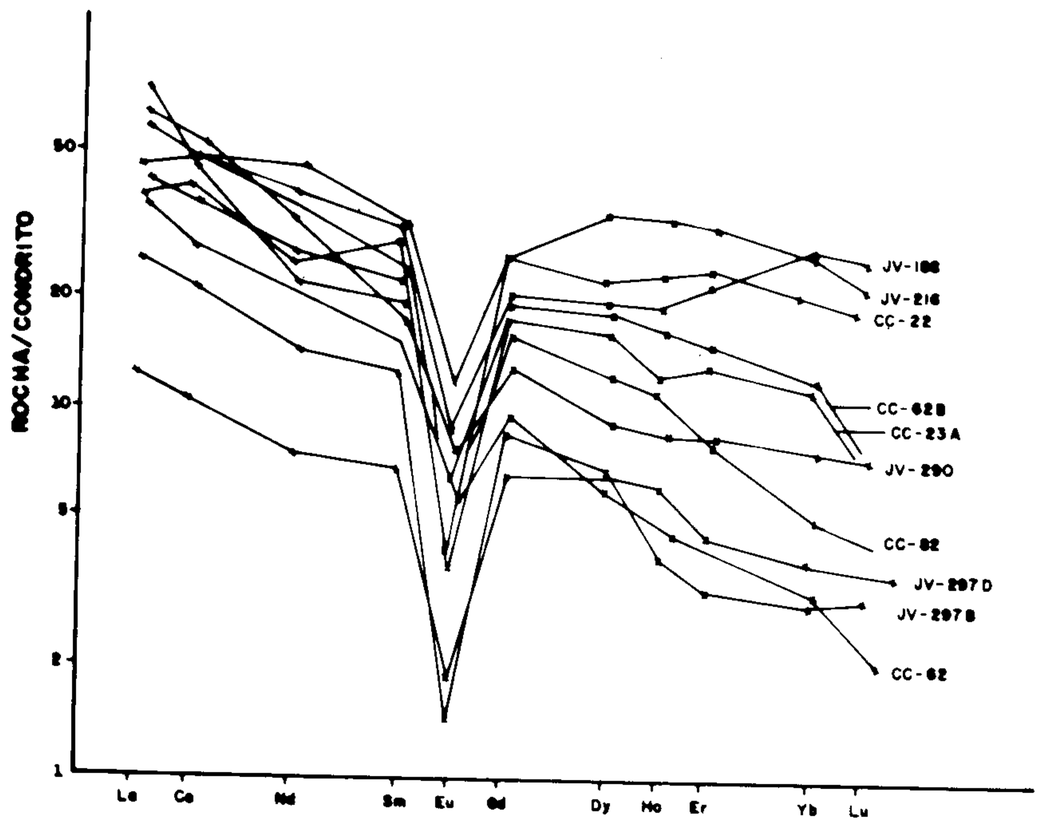


Figura II.2.63 – Padrões das terras-raras, normalizadas segundo o padrão condrito C–1, de Evensen (1978), aplicados para a população dos Granitóides γ3.

2.9 Coberturas Tércio Quaternárias

2.9.1 Sedimentos Continentais Terciários (Tc)

Ocorrem associados a pequenas depressões continentais ou canais fluviais antigos, vinculados a movimentos epirogenéticos e a processos de pediplanização generalizada, que modelaram a paisagem da região do Planalto Central. Neste contexto encontra-se a região de Vianópolis, onde ocorrem sedimentos argilosos endurecidos e intercalações síltico-arenosas finamente listradas de cores róseo-avermelhado a cinza-escuro, exibindo perfurações de organismos em forma de pequenos tubos centimétricos.

Esses sedimentos acham-se parcialmente lateritizados e estão vinculados às extensas superfícies detrito-lateríticas, esculpidas no Ciclo Sul-Americano, depositados em ambiente lacustre a flúvio-lacustre.

2.9.2 Coberturas Detrítico-Lateríticas (TQdl)

Constituem mais propriamente uma unidade edafo-estratigráfica, formada principalmente de latossolos argilosos, vermelhos-escuros, com espessura de até 30m, constituídos basicamente pelo horizonte B, que às vezes aparece concrecionado por óxidos de ferro e manganês (canga laterítica). O horizonte A, com pouco material orgânico associado, é inexpressivo ou inexiste na maioria das vezes.

Estas coberturas são constituídas por lateritas geralmente autóctones, compostas de perfis imaturos, onde se observa na base um horizonte saprolítico, evoluído a partir da desferrificação da rocha original, resultando um nível com predominância de goethita aluminosa e esporadicamente gibbsita. Esse processo culminou com a geração de uma crosta constituída de hidróxidos e óxidos de ferro, bastante endurecida.

A diferenciação desses latossolos em horizontes nem sempre é nítida; entretanto, nos perfis mais desenvolvidos, pode-se constatar os níveis superficial, ferrugionoso, argiloso e pálido: o horizonte superficial inexpressivo, com poucos centímetros de espessura, de composição areno-argilosa, com fragmentos de quartzo, concreções ferruginosas e material orgânico disseminado, desestruturado, com cores amarela e vermelha; horizonte ferruginoso constitui a crosta propriamente dita, com espessura média de 1,5 a 3,0m, formada por concreções parcialmente cimentadas por óxidos/hidróxidos de ferro e alumínio, exibindo aspecto mosqueado com pintas amareladas. Os principais minerais encontrados nesse horizonte são hematita terrosa e goethita de ferro FeO(OH) ou de alumínio FeO(OHAl); o horizonte argiloso exibe geralmente cores avermelhadas. É constituído essencialmente de material saprolítico, com espessuras de até 15m; e horizonte pálido situado na interface rocha fresca/saprolito, apresentando cores claras, formato irregular e espessuras variáveis.

Localmente, foram observadas ocorrências de *linhas de pedra* em concordância com a topografia superficial. Estas feições são de grande importância na prospecção geoquímica em regiões lateritizadas.

Distribuem-se recobrindo indistintamente todos os tipos de terrenos levantados, concentrando-se, no entanto, e preferencialmente, nas partes centro-sul e centro-leste da folha cartografada (figura II.2.65), onde ocorrem formando extensos chapadões, gerados em função de situações climáticas adequadas e de processos de dissecação, que propiciaram o aparecimento de superfícies com topografia plana a plano-ondulada, com cotas em torno de 1.000m, relacionadas à superfície Sul Americana, em parte preservada pelas expressivas crostas ferruginosas endurecidas.

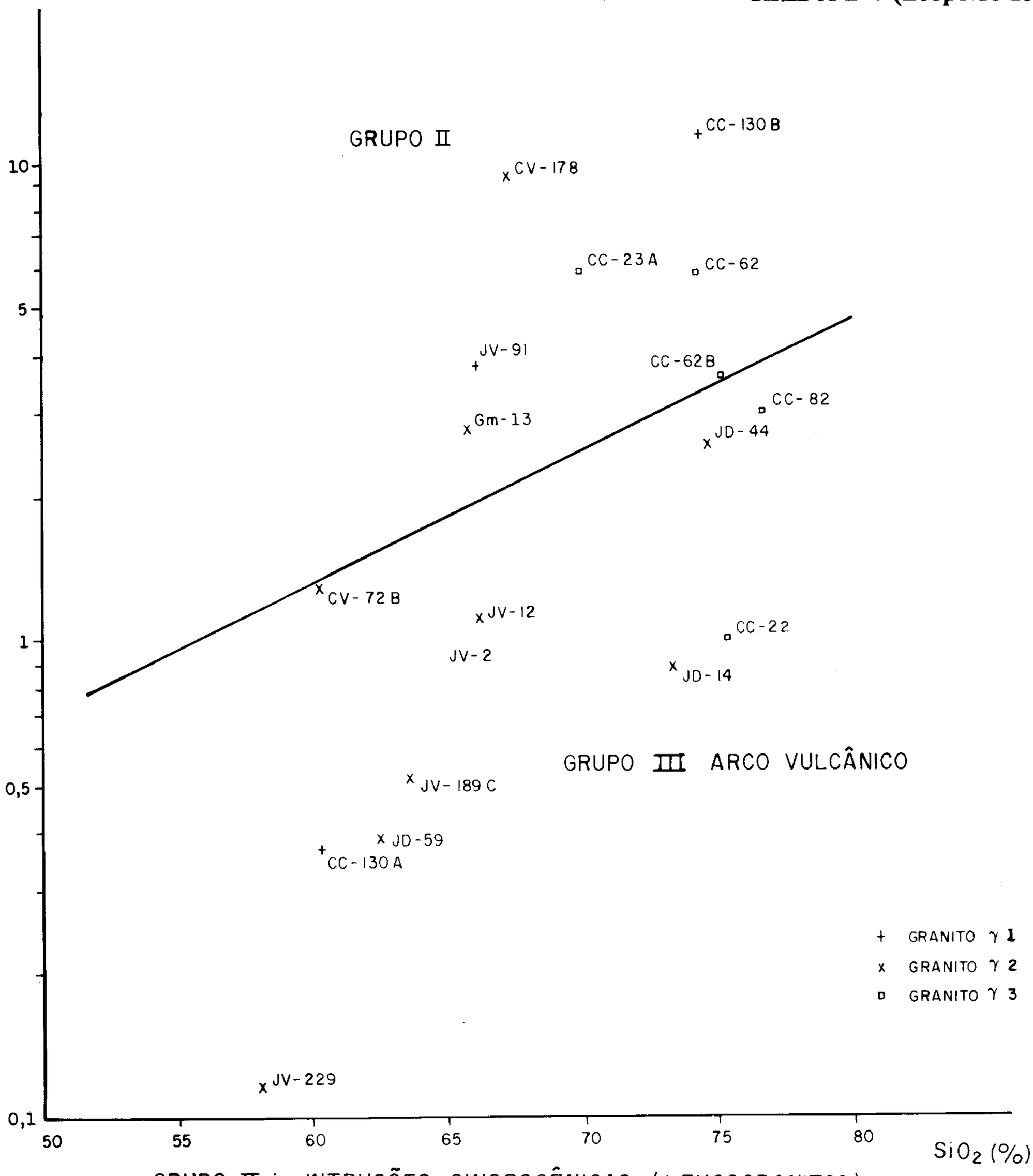
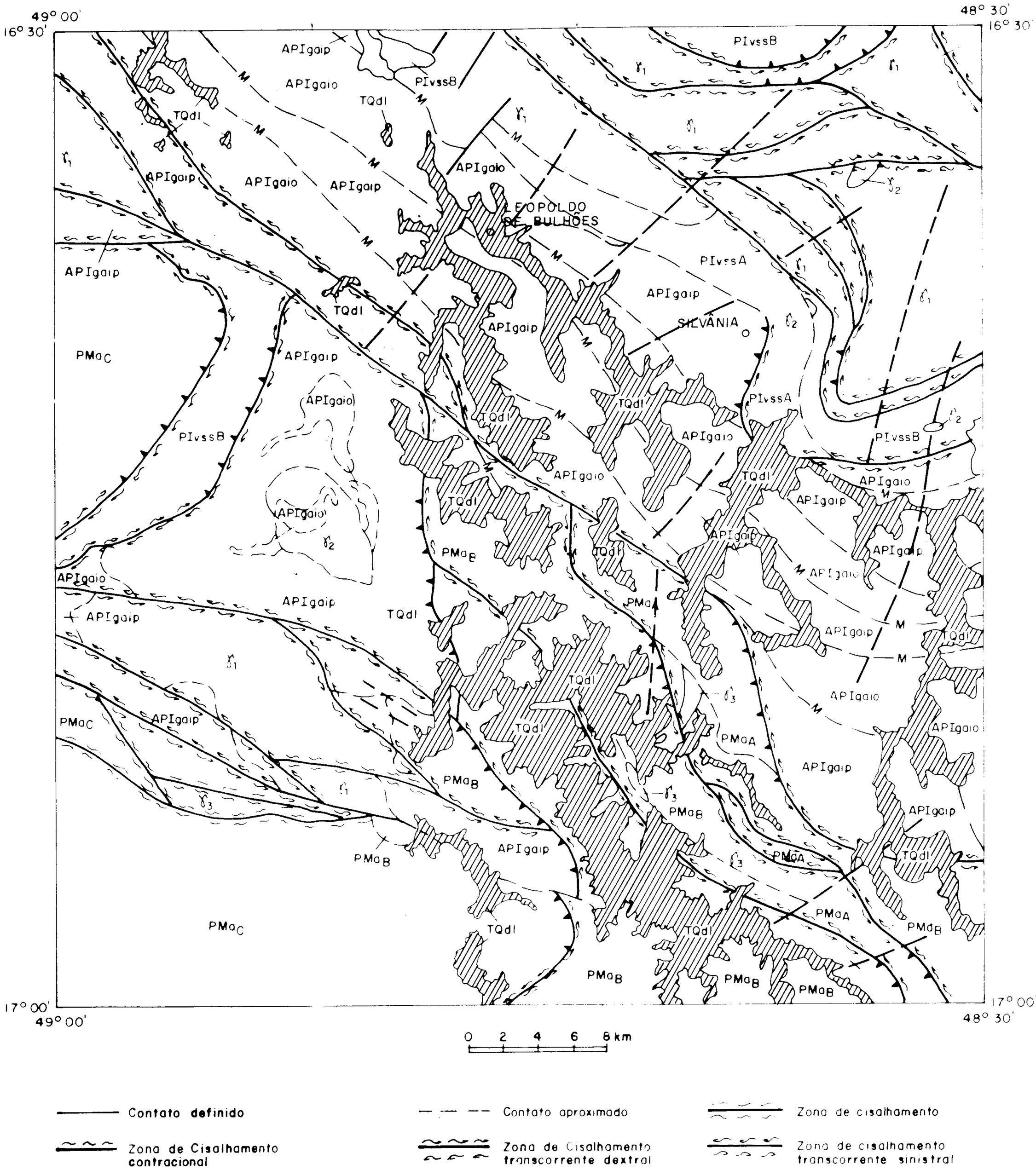


Figura II.2.64 – Diagrama Rb/Zr x SiO_2, segundo Harris *et al.* (1986).

2.9.3 Depósitos Aluvionares (Qa)

Ocorrem confinados, principalmente ao longo dos rios e ribeirões, sendo constituídos por cascalhos, areia fina a grossa, silte e argilas, distribuídos principalmente pelos rios Piracanjuba, Vermelho e das Caldas, onde, às vezes, são explorados como material de construção, devido a sua proximidade com Goiânia e Anápolis.



TQdl - cobertura detrito-laterítica; γ_3 - granitóide; $PMo_{A,B\,e\,C}$ - Grupo Araxá Sul de Goiás unidades: A, B e C; γ_2 - granitóide; PIvssA,B - sequência metavulcanossedimentar de Silvânia: unidade A: metavulcânica e unidade B: metassedimentar/mista; γ_1 - granitóide gnáissico; APIgaio, APIgaip - Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Figura II.2.65 – Distribuição geográfica das coberturas detrítico-lateríticas.

Capítulo 3
Geologia Estrutural

Cipriano Cavalcante de Oliveira

3.1 Introdução

A área está situada no limite ocidental do Cráton do São Francisco e é formada por terrenos bastante diversificados do ponto de vista tectono-estrutural, que, temporalmente, remontam ao Arqueano, como o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, (APIgai), sabidamente de evolução policíclica. Teve seu início, provavelmente, ligado ao Evento Jequié e atravessou outros ciclos tectônicos até o Brasiliano, deixando no seu rastro registros de uma tectônica transcorrente bem saliente, marcada por expressivas zonas de cisalhamentos direcionais, contracionais, transpurrões e estruturas imbricadas, que, freqüentemente, colocam através do processo de compressão crustal lascas de rochas da fácies granulito sobre a cobertura metassedimentar dobrada (Grupo Araxá-Sul de Goiás PMa), promovendo um espessamento local da crosta.

Na área, acha-se exposta uma ampla gama de metassedimentos, identificados como Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), embutidos na Faixa de Dobramentos Uruaçuana, cujo estilo tectono-estrutural foi formado em regime de cisalhamento dúctil simples, de natureza contracional/tangencial, gerando estruturas tipo *nappe* tectônico, e uma foliação milonítica de baixo ângulo. Na posição intermediária entre os dois domínios supracitados aparecem litótipos da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), supostamente tida como do Proterozóico Inferior, mas revelando um estilo tectônico análogo ao da cobertura metassedimentar sobrejacente.

Do ponto de vista estrutural, tentar-se-á, com base nos elementos meso e microestruturais levantados, avançar no conhecimento geométrico prévio das unidades cartografadas, estabelecendo suas fases deformativas, aliadas a uma análise cinemática da deformação, à semelhança de Coward (1983), Berthé *et al.* (1979), Berthé & Brun (1980) e Simpson (1983).

No presente trabalho, as fases deformativas devem ser encaradas como tendo uma evolução tectônica progressiva, como vem sendo atualmente consideradas por Coward (1984) e Korstgard *et al.* (1984).

Diversas feições mesoestruturais atestam o regime de cisalhamento dúctil progressivo encontrado na área em foco, tais como: superfícies S/C (foto 2) e a redução gradual do ângulo entre si; identificação de eixos de dobras (Lb) rotacionados; dobras em bainha (Cobbold & Quinquis,1980) desenvolvimento de um expressivo cinturão milonítico, às vezes gerando dobras reclinadas (foto 7) e verticais, contendo uma pronunciada lineação de estiramento mineral (Lx) (foto 6) que aparece como uma elongação mineral, vista facilmente ao nível de vênulas de quartzo. De especial interesse, pois, corresponde à direção máxima de estiramento, contida no plano XY do elipsóide e servindo como balizadora do transporte tectônico. O ângulo entre a lineação de estiramento mineral (Lx) e o eixo das dobras (Lb), gerados pelos processos de cisalhamento simples, é considerado um bom marcador na predição do nível de rotação dos blocos tectônicos. O estudo do mecanismo de formação dessas dobras tem evidenciado a necessidade de um regime de deformação binária, não coaxial, para explicar a variação espacial de seu eixo em relação a direção do transporte de massa (Lx). Na área, essas dobras tem uma geometria não cilíndrica, assumindo mesmo a forma em bainha nas zonas mais deformadas, com os eixos (Lb) situando-se ortogonalmente a Lx nas rampas frontais, rotacionando e tornando-se paralelizados nas rampas laterais.

Com o objetivo de facilitar as discussões, procurou-se reunir informalmente as feições estruturais levantadas no presente trabalho em: a) Domínio da Infra-Estrutura; e b) Domínio da Supra-Estrutura.(figura II.3.1)

3.2 Domínio da Infra-Estrutura

Neste domínio acham-se reunidas as litologias geradas em condições mais enérgicas de alto grau metamórfico, pertencentes ao Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) e granitóides (γ1).

No âmbito desses terrenos predomina uma tectônica em regime transcorrente, ditada pela presença de várias e amplas zonas de cisalhamento dúctil, simples, direcionais (rampas laterais), contracionais e transpurrões (rampas frontais e oblíquas), onde foram detectadas três direções preferenciais de superfícies miloníticas, contendo, cada uma, proeminente lineação de estiramento mineral, que possibilita inferir um deslocamento de massa no sentido E/SE, dentro do seguinte quadro deformativo:

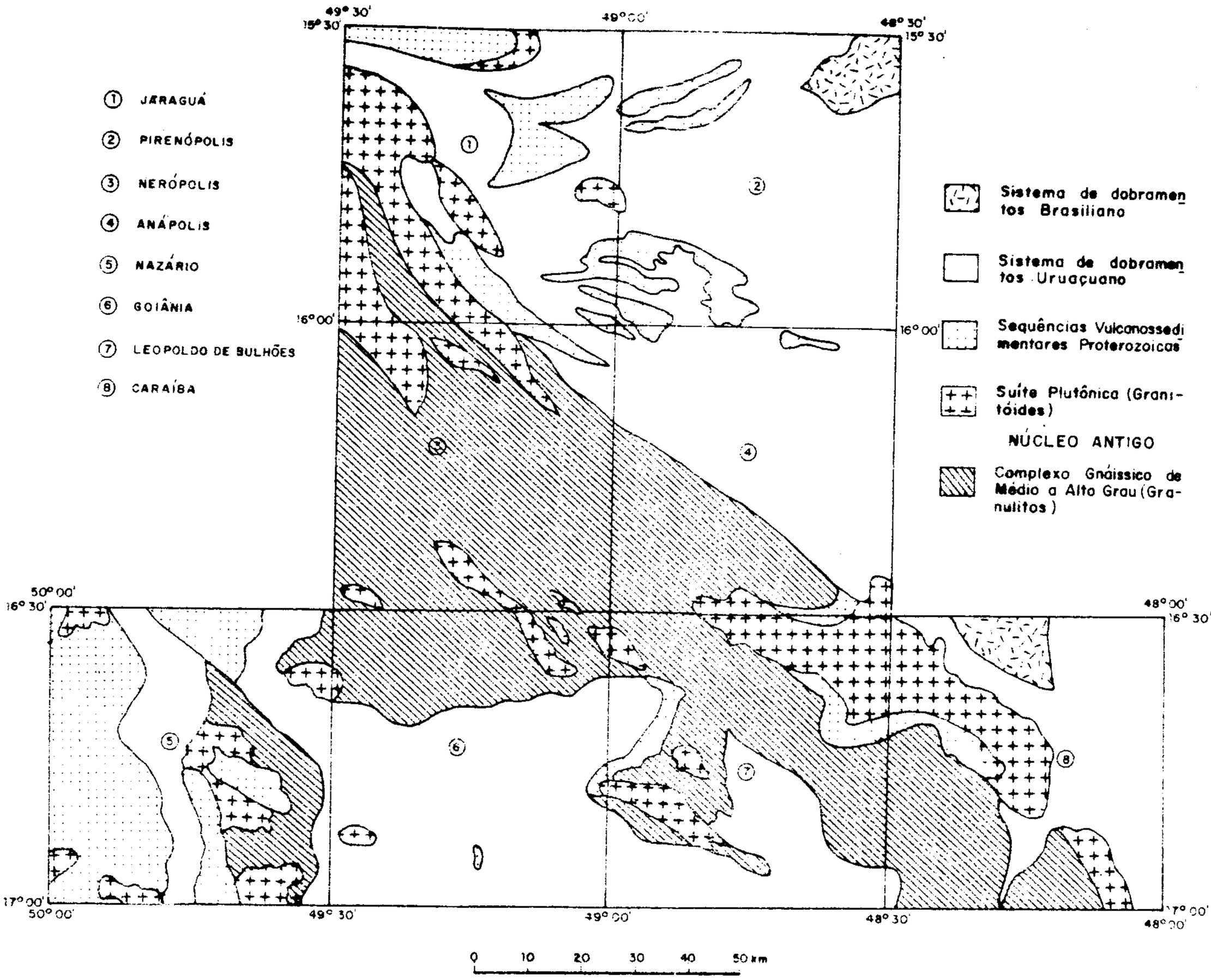


Figura II.3.1 – Divisão em domínios regionais

Fase Fn – Primeira geração de superfície milonítica com direção preferencial em torno N50°-60°W, contendo uma lineação de estiramento mineral Lx-20°/295, conforme evidencia o estereograma da figura.II.3.2, que responde por um transporte de massa de NW para SE. Sua relação com a faixa milonítica posterior não aparece muito clara, mostrando, às vezes, uma origem conjugada e até sincronizada quando é anastomosante. Em certos locais a zona de cisalhamento E-W acha-se em nitida relação de interceptação do cinturão milonítico NW-SE.

Fase Fn + 1 – Segunda geração de superfície milonítica, correspondendo a uma foliação de transposição que gera um bandamento milonítico, de origem tectônica, com direção E-W/subvertical, exibindo uma lineação de estiramento mineral com atitude média de 15°/275, conforme mostra o estereograma da figura II.3.2. Essa foliação milonítica em nível dos granitóides é bem definida por estruturas sigmoidais (fotos 9 e 10), tornando-se mais proeminente em direção ao centro da zona de cisalhamento. Nas rampas laterais, estas estruturas formam dobras não cilíndricas e em bainha, cujos eixos, geralmente curvilíneos, tendem a paralelizar-se à direção do transporte tectônico, dado por Lx-lineação de estiramento mineral.

Fn + 2 – Terceira geração de superfície milonítica, com direção preferencial N30°E/subvertical (foto 4), exibindo uma lineação de estiramento 15°/240. Apresenta características deformacionais rúpteis, pois intercepta as superfícies miloníticas geradas anteriormente. Ocorrem com frequência pegmatitos associados a esses milonitos e cataclasitos.

3.3 Domínio da Supra-estrutura

Encerra litótipos gerados em condições menos enérgicas, de baixo grau metamórfico, situados no domínio da Faixa de Dobramentos Uruaçuano (Grupo Araxá-Sul de Goiás PMa) e da Sequência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) (figura II.3.1) reunidos aos granitóides $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

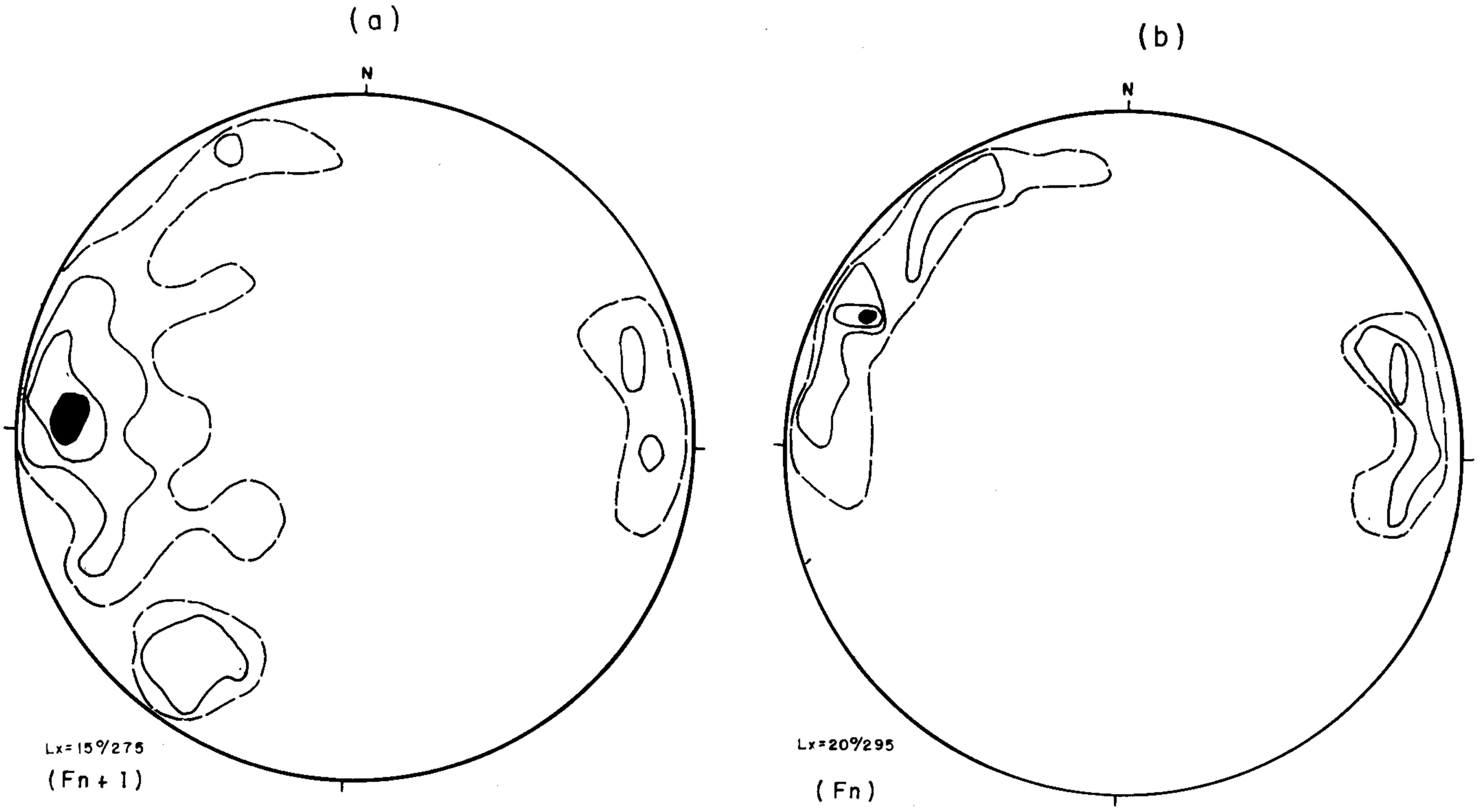


Figura II.3.2 – Orientação de estruturas lineares no domínio da infra-estrutura (Complexo Granulítico Anápolis–Itauçu): a) 61 medidas de lineação de estiramento mineral com contornos de 4, 8, 12 e máximo 16%, por unidade de área. b) 27 medidas de lineação de estiramento mineral–Lx, com contornos 7, 10,5 14 e máximo 17%, por unidade de área. Diagrama equiárea hemisfério inferior.

Neste domínio, predomina um regime deformacional por cisalhamento simples, tangencial, de natureza dúctil, que redundou na geração de estruturas tipo *nappes* tectônicos, com escamação e delaminação das unidades, obedecendo superfícies de cisalhamento de baixo ângulo, com vergência para leste, em direção ao Cráton do São Francisco (figura II.3.3A).

Foram observadas como sombras de pressão assimétrica nos porfiroclastos de granada, superfícies S/C, estruturas *pull apart* (foto 11) e sigmoidais (fotos 9, 10 e 12) em xistos feldspáticos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) e granitóides ($\gamma 2$), que atestam um transporte tectônico de oeste para leste.

O quadro deformativo geral parece estar representado, principalmente, por três fases, que se sucederam temporalmente numa evolução tectônica progressiva, ou seja:

1ª Fase – F1 – resulta na geração da primeira foliação milonítica S1, penetrativa de baixo ângulo, formada em condições metamórficas da fácies xisto-verde. Acredita-se que seja responsável pela parcial ou total transposição do acamadamento original, que se torna paralelizado a esta superfície. Essas superfícies foram deformadas, resultando dobras isoclinais, fechadas, deitadas, recumbentes e intrafoliais, pela atuação decisiva da fase subsequente.

2ª Fase – F2 – caracteriza-se pela geração de uma segunda superfície milonítica S2, que responde pela transposição parcial ou total da foliação S1 e de S0 (acamamento). Apresenta-se com uma direção predominante N30°W/25°SW, e constitui-se no plano axial das dobras acilíndricas, formadas pelo conjunto das superfícies S1/So, geralmente de baixo ângulo, com leve vergência para leste. Na área, a Fase F2 é a principal, e evidencia dobras dominantemente das classes 1C e 2 (Ramsay, 1983). Essas dobras apresentam-se geralmente não cilíndricas (fotos 13, 14 e 15) com eixos curvilíneos Lb-25°/250 e amplitude variando de centímetros até poucos metros. A geometria dessas dobras acha-se intimamente ligada ao transporte tectônico (Lb//Lx). Observa-se também dobras isoclinais assimétricas, à semelhança dos diagramas da figura.II.3.4A, com flancos longos, sub-horizontalizados e curtos, subverticais, rotacionando-se até tornarem-se sub-horizontalizados (figura II.3.4B).

Em alguns locais têm-se dobras com vergência neutra. A morfologia das dobras é apertada e afeta o conjunto S1/S0. A foliação milonítica S2 comporta-se, às vezes, como uma clivagem de crenulação ou xistosidade milonítica, com atitude média de N25°W/25°SW e constitui-se na superfície predominante encontrada na parte sul da área cartografada. Contém uma lineação de estiramento mineral Lx = 20°/270 dada por estrutura tipo *ribbon* de quartzo (foto 6), mostrada nos estereogramas das figuras.II.3.5A e B. Os eixos das dobras não cilíndricas dessa fase têm orientação N-S com pequeno *rake* (35°/180Az) para sul nas rampas frontais (Rio dos Bois), sendo rotacionados até tornarem-se paralelos às rampas laterais (zona de cisalhamento), com atitude média 20°/275 (figura II.3.6), às vezes com forte *rake* (Lb = 55°/260Az), como ocorre na região do Rio Preto, à semelhança do bloco-diagrama da figura II.3.7, no domínio dos granitóides $\gamma 3$ e xistos feldspáticos da Unidade A do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA).

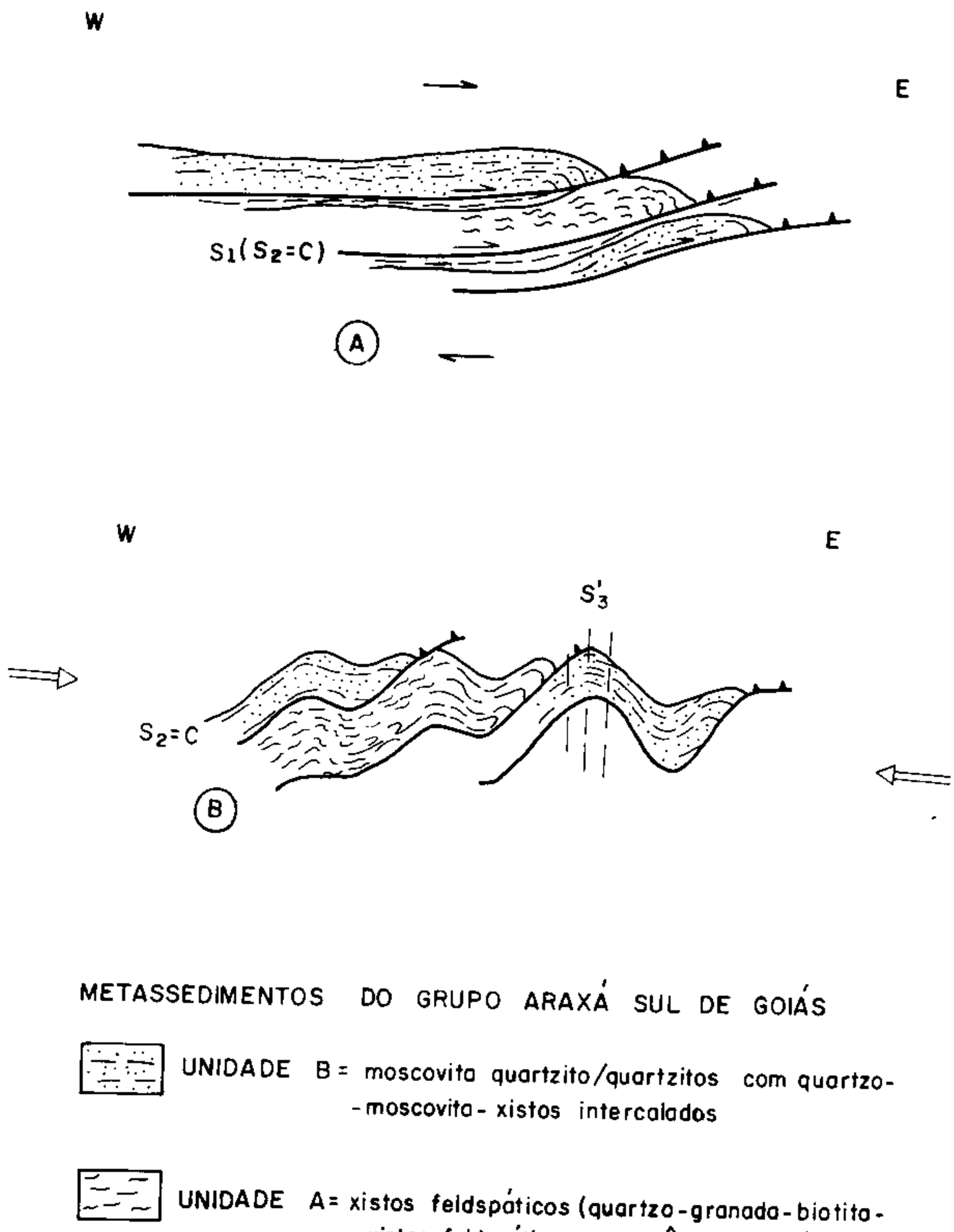


Figura II.3.3 – Seções esquemáticas no quadrante SE da folha Leopoldo de Bulhões, na região do vale do Rio dos Bois. O modelo mostra em (A) o movimento de **nappes** e empurrões para leste, desenvolvidos num regime de cisalhamento simples, atuando durante as fases F_1–F_2, enquanto em (B) as **nappes** e foliações S_1 e S_2 são dobrados por encurtamento crusstal, numa mudança de regime tectônico, através de cisalhamento puro, formando dobras verticais abertas e amplas, tipo ondulações tardiais, supostamente vinculadas a uma Fase F_3. Neste caso, o movimento de cisalhamento simples cessa em função da maior resistência do bloco cratônico (Cráton do São Francisco), posicionando a laeste, passando a predominar processos de cisalhamento puro tardio.

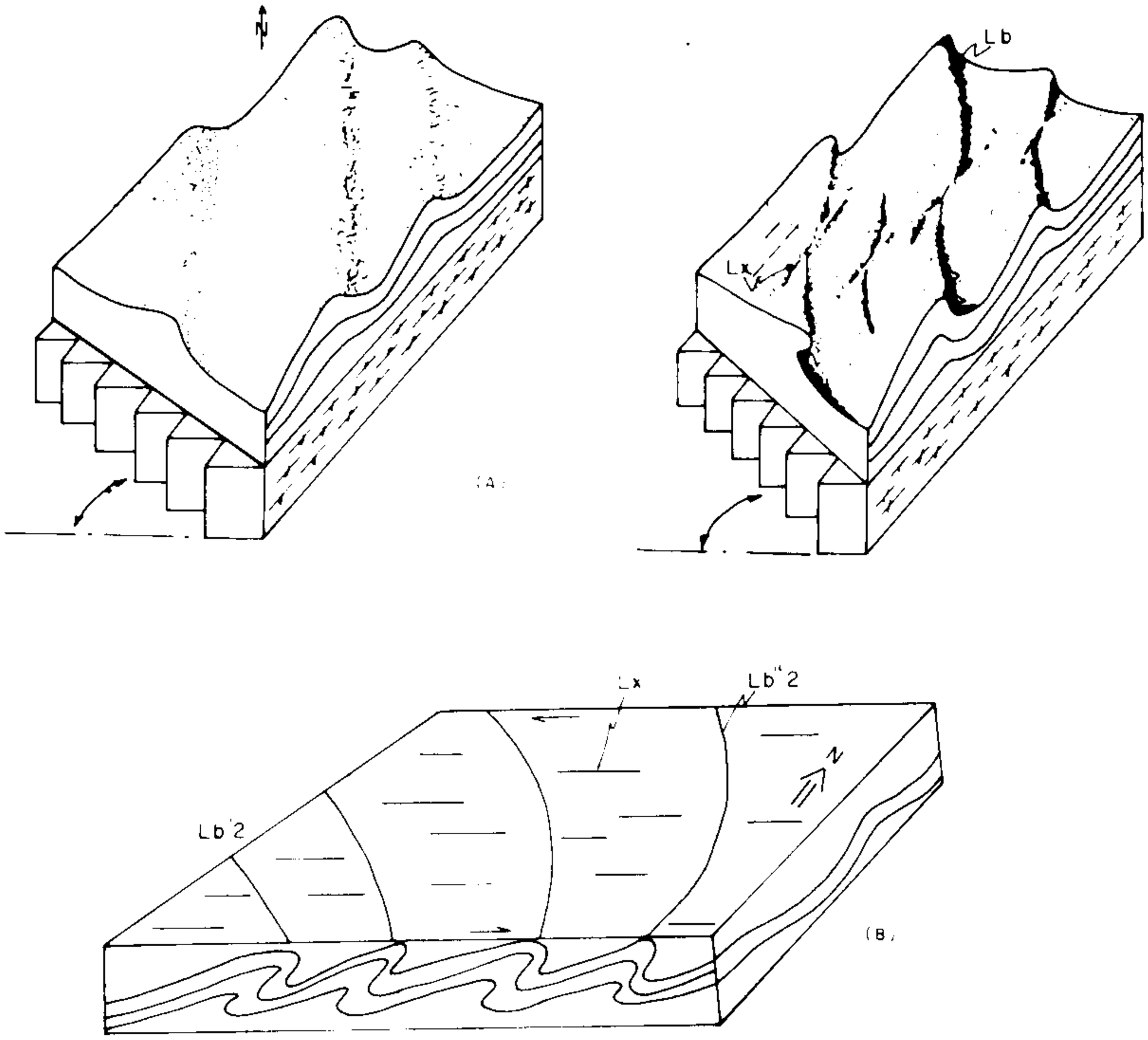


Figura II.3.4 – A) Relação entre o mecanismo de rotação dos eixos de dobras (Lb) em função do processo de cisalhamento simples, dúctil, atuante no domínio da supra-estrutura (Grupo Araxá-Sul de Goiás e granitóides associados γ3). Adaptada de Ponce de Leon & Choukroune (1980). (B) Modelo rotacional dos eixos das dobras não cilíndricas de F2 em função do transporte tectônico (Lx). Modificado de Hackspacher, P.C (1986).

3ª Fase – F3 – caracteriza-se pela geração de ondulações tardias, tipo dobras abertas, com superfícies axiais íngremes, amplitude de 5 a 10m, assimetria pouco marcante e morfologia tendendo as classes 1C e 1B (Ramsay, 1983), sugestivas do cisalhamento puro que passa a vigorar tardiamente na área. Este mecanismo dispõe os eixos dessas dobras numa direção quase E-W que se cruza com um *trend* ortogonal (N-S) (figura II.3.3B), resultando num padrão de interferência do tipo domo e bacia.

Deformação Rúptil

A área esteve submetida a maior parte do tempo a esforços compressionais, formando falhas inversas, contracionais ou de rejeitos oblíquos, com *trend* preferencial NE-SW e, secundariamente, NW-SE. Localmente, em equilíbrio a setores transpressionados, desenvolveram-se zonas transtensionadas, com a formação de falhas e/ou fraturas abertas geralmente preenchidas por veios pegmatíticos, bastante interessantes do ponto de vista prospectivo.

3.4 Evolução Estrutural

As feições meso e microestruturais e a análise da carta geológica apontam a favor de um modelo deformacional por cisalhamento simples, progressivo, em regime de uma tectônica transcorrente, em nível das rochas que formam a infra-estrutura, compreendendo basicamente os terrenos

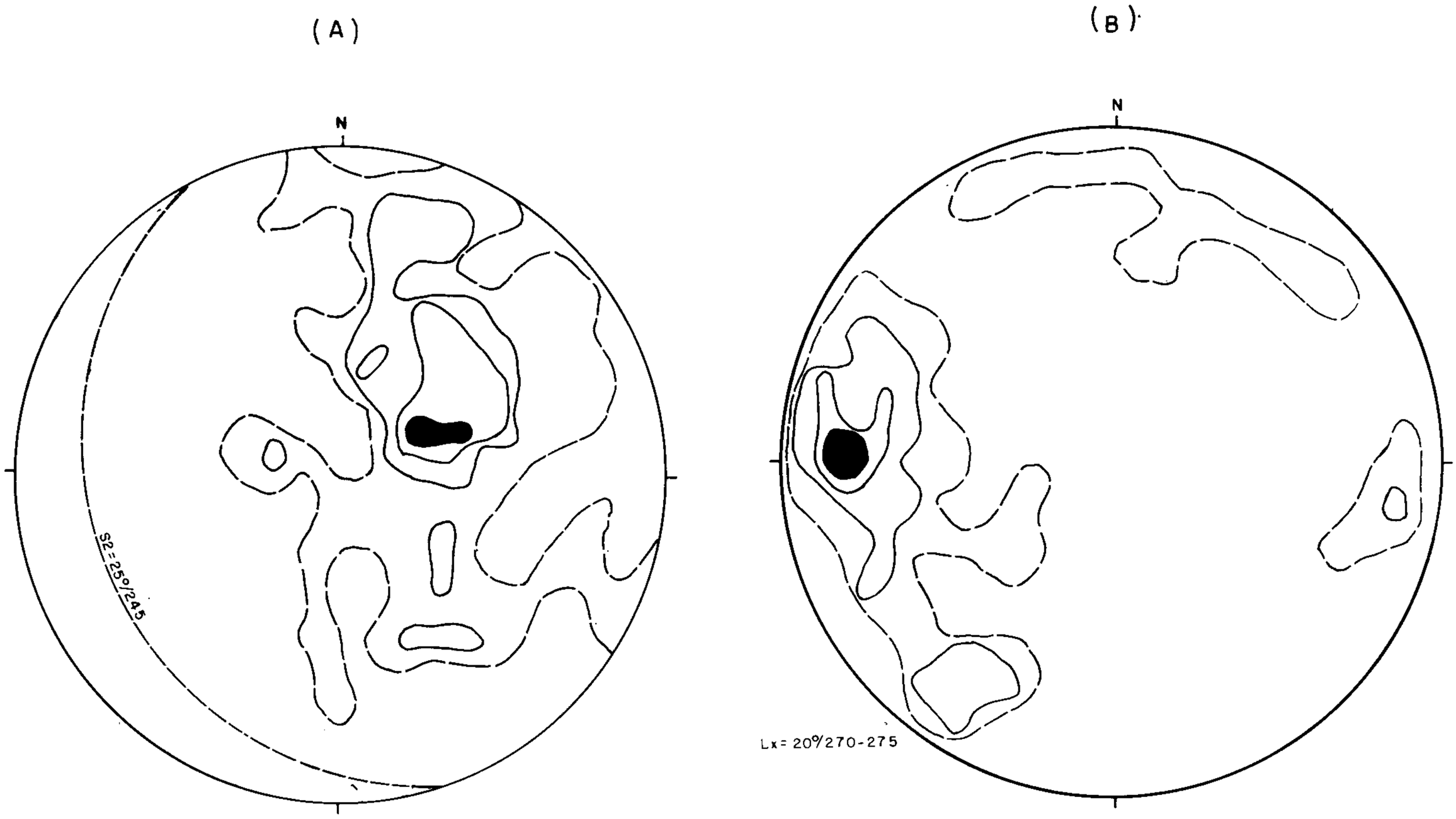
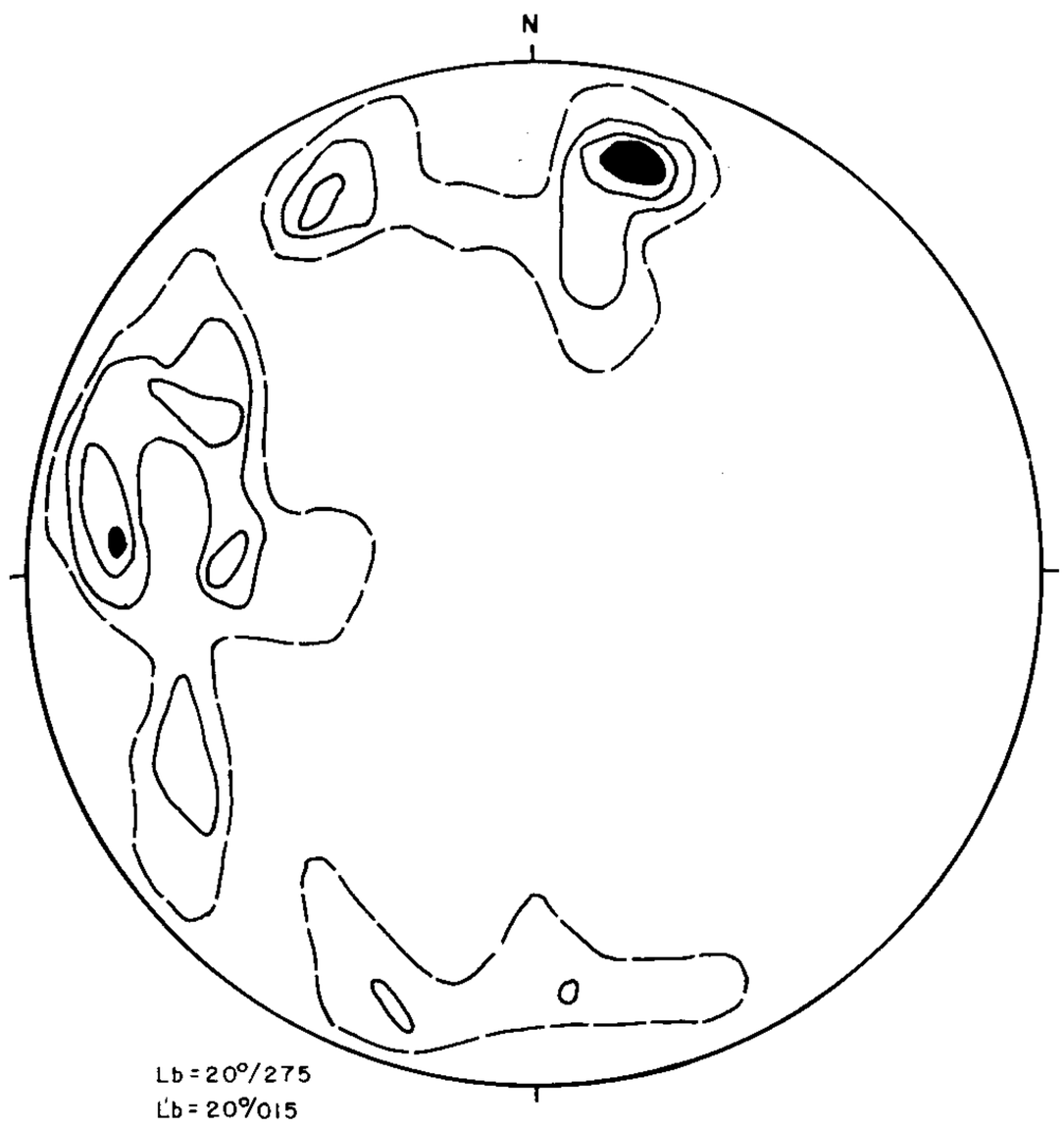


Figura II.3.5 – Orientação de estruturas planares e lineares no domínio dos metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás: A) 81 pólos de estruturas planares (S_2 – foliação de transposição, com contornos a 3, 6, 9 e máximo 12% por unidade de área; B) 59 medidas de lineação de estiramento mineral – Lx, com contornos de 4,8, 12 e máximo 16% por unidade de área. Diagrama equiárea – hemisfério inferior.



do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) e granitóides ($\gamma 1$), onde foram cartografadas três superfícies deformacionais, distribuídas segundo suas orientações planares e lineares da seguinte maneira:

Fn – primeira geração de superfície milonítica, com direção preferencial N50°-60°W, contendo uma lineação de estiramento mineral Lx =20°/295 que responde por um transporte de massa de NW para SE e parece estar relacionada ao ciclo tectônico mais antigo que afetou a área (Ciclo Jequié). Como exemplo dessa fase tectônica, tem-se a Zona de Cisalhamento Sinistral Bonfinópolis-Rio dos Bois, com direção preferencial NW-SE, que se dispõe diagonalmente à área através de movimentos direcional e de transpurrão (oblíquo), possibilitando a exposição de níveis crustais diferentes e colocando lado a lado terrenos granulíticos e metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás, num processo de imbricamento crustal.

Figura II.3.6 – Orientação da Lineação B – Lb e L'b – eixos de dobras não cilíndricas, formadas pelo mecanismo de deformação não-coaxial, no domínio de supra-estrutura (Grupo Araxá-Sul de Goiás), relacionados com o desenvolvimento da Fase F_2. 49 medidas com contornos 4, 6, 8 e máximo 10% por unidade de área. Diagrama equiárea – hemisfério inferior.

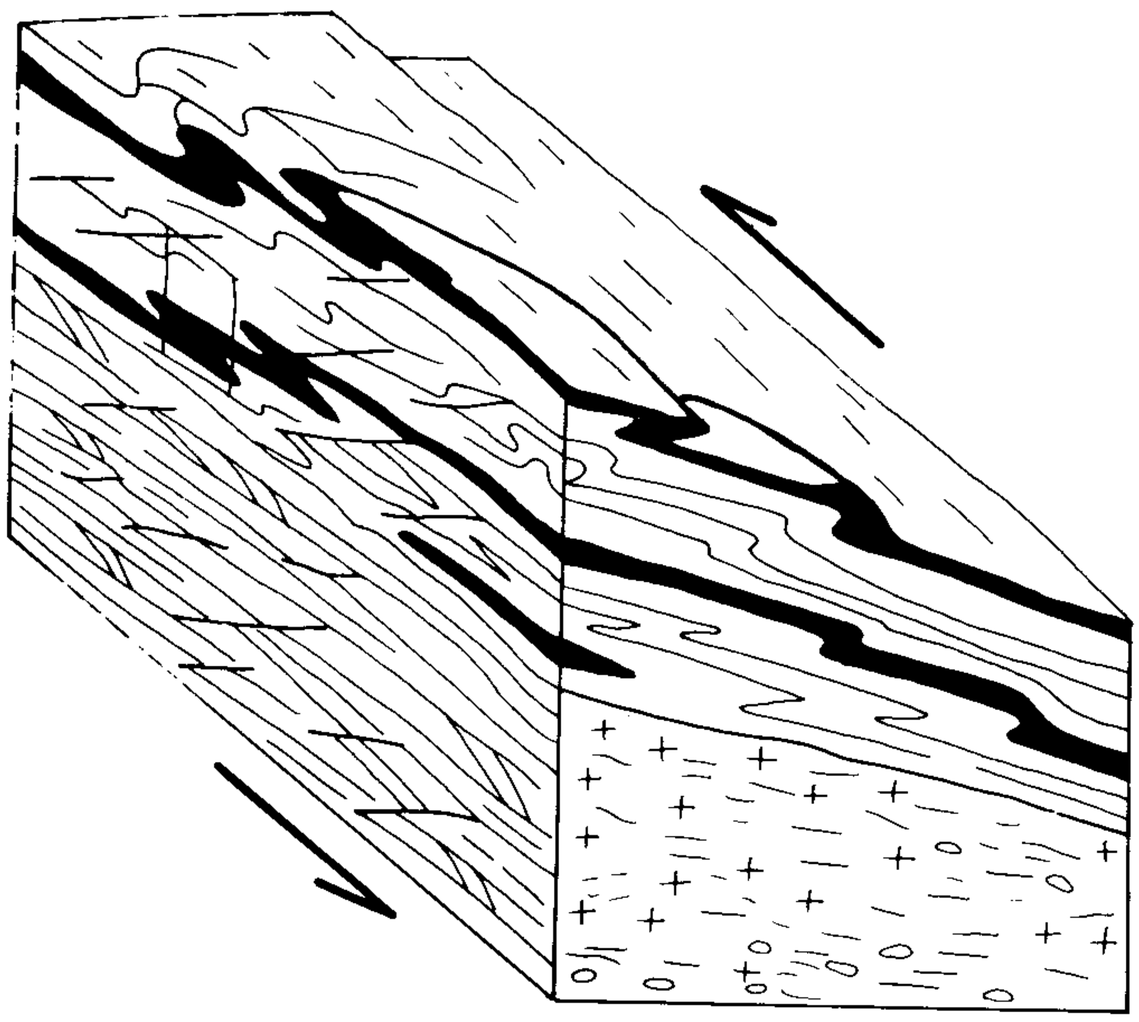


Figura II.3.7 – Bloco-diagrama ilustrando o modelo deformacional dos granitóides ($\gamma 3$) intrusivos em metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás, numa zona de cisalhamento sinistral, exibindo dobras não cilíndricas com eixos curvilíneos, contidos no plano de cisalhamento. Adaptado e modificado de Ponce de Leon & Choukroune (1980)

Fn + 1 – segunda geração de foliação milonítica, que corresponde a uma foliação de transposição, gerando um bandamento milonítico com direção E-W/subvertical, contendo uma lineação Lx com atitude média 15°/275. Apresenta um relacionamento não muito claro com a superfície anterior, pois em certos locais denota uma configuração anastomosante, indicativa de um desenvolvimento sincrônico e concomintante com a fase anterior. Em outras localidades, acha-se interceptando a foliação milonítica anterior, com uma nítida evolução tardia, ou então submetida a sucessivas reativações tectônicas.

Como exemplo desse cinturão milonítico têm-se as megazonas de cisalhamento da Mata Feia – ribeirão Passa Quatro e córrego Quilombo, com larguras variáveis de 1 a 2km por dezenas de quilometros de comprimento, delimitando fatias de rochas granulíticas que foram projetadas para leste até o ribeirão Passa Quatro.

Em certos trechos dessa zona de cisalhamento predominam movimentos horizontais direcionais, tornando-se a leste, oblíquos (transpurrão) e contracionais. As estruturas resultantes assumem uma geometria de rampa frontal na região do riibeirão Passa Quatro em confluência com o córrego Taperão, onde fatias de rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) acham-se cavalgando os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Fn + 2 – com geração da 3ª superfície milonítica, com direção predominante N30°E/subvertical, contendo uma lineação de estiramento com atitude média 15°/240.

Apresenta feição deformacional de natureza rúptil, pois intercepta as superfícies miloníticas geradas anteriormente.

No Domínio da Infra-Estrutura, próximo à Vila Conceição, tem-se um cisalhamento de baixo ângulo, subhorizontalizado, impresso nas rochas granulíticas (fotos 16 e 17), reflexo da tectônica atuante nos metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) posicionados um pouco a leste dessa vila.

As feições meso e microestruturais e a análise da carta geológica apontam em favor de um modelo de deformação por cisalhamento simples progressivo, impresso basicamente através das fases deformativas F1/F2, em estilo tectônico tangencial de empurrões dúcteis (figura II.3.8), agindo em nível das rochas que formam a Supra-Estrutura, com a movimentação de fatias e *nappes* tectônicos se processando de oeste para leste, em direção ao Cráton do São Francisco. Essas fases deformativas (F1/F2) desenvolveram-se, provavelmente, relacionadas aos ciclos Uruaçuano/Brasiliano, e foram responsáveis em parte pela delaminação e exumação dos terrenos infracrustais (granulitos), podendo representar reativações das fases deformativas Fn/Fn + 1, geradas possivelmente no Ciclo Jequié, em condições de crosta inferior, com as rochas denotando um maior grau de ductilidade.

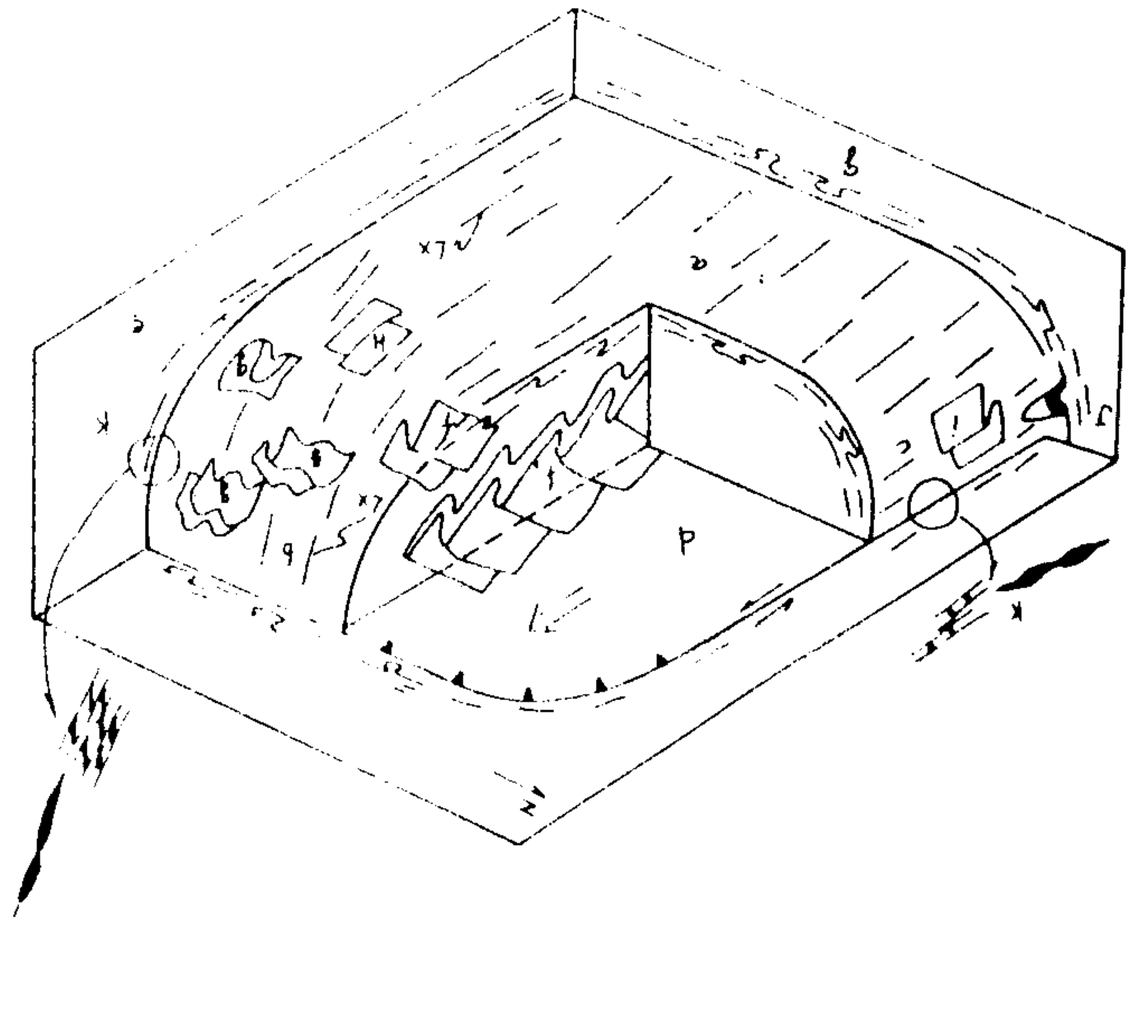


Figura II.3.8 – Estilo tectônico-tangencial de empurrões dúcteis e meso-estruturas relacionadas. a – piso do empurrão; b – rampo frontal com L, com forte **rake**; c – rampa lateral com Lx com baixo **rake**; d – bloco alóctone; e – bloco antóctone; f – dobra F1 e F2 associadas ao movimento principal para leste; g – dobras em bainha próximo ao cisalhamento frontal; h – dobras reclinadas (rotação extensiva dos eixos); i – dobra gerada na rampa lateral; j – dobras em bainha relacionadas a rampa lateral; k – exemplos de critérios cinemáticos em cortes verticais (rampa frontal e horizontal) nas zonas de cisalhamento sigmóidas S–C e *boudinage* assimétrica. Adaptado de Jardim de Sá **et alii** (1986).

Estruturas com geometria de rampa frontal ocorrem no vale do rio dos Bois, próximas ao distrito de Brasilinha, quadrante SE da área estudada. Essas estruturas conjugam-se à zona de cisalhamento, com feições transcorrentes sinistrais, situada na região do rio Preto, onde a foliação milonítica S2 tem atitude NW-SE/subvertical. Contém uma lineação de estiramento mineral Lx = 15°/275 e denota uma geometria de rampa lateral, onde se desenvolveram dobras reclinadas (foto 7), com eixos curvilíneos e paralelos ao transporte tectônico (figura II.3.7). Elementos mesoestruturais tais como sombras de pressão assimétrica, desenvolvidas nos porfiroclastos de granada dos xistos feldspáticos, mica *fish*, micas sigmoidais, superfícies S-C dos micaxistos miloníticos e dobras obliteradas e intrafoliais (figura II.3.9 e foto 13), atestam, inequivocamente, um transporte tectônico para leste, com desenvolvimento conjugado de movimentos de empurrão e transcorrência sinistral, que demarcam progressivamente a evolução das fases F1/F2, provavelmente relacionadas aos ciclos tectônicos Uruaçuano/Brasiliano. A geometria das dobras também acha-se intimamente ligada ao transporte tectônico, desenvolvendo-se dobras reclinadas, com eixos fortemente inclinados a verticais nas rampas laterais (figuras II.3.4A e II.3.7) e dobras horizontais e recumbentes nas zonas frontais (figura II.3.4B).

Os principais deslocamentos ao longo do cisalhamento tangencial teriam se originado durante as fases F1/F2. Geometrias lístricas e de *tectonic slides* são usuais e foram geradas durante o processo de escamação e delaminação crustal, conforme pode se verificar no quadrante SE da área. No vale do rio dos Bois, os xistos feldspáticos pertencentes a Unidade A do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA), foram sucessivamente acavalados de oeste para leste sobre os quartzitos e muscovita-quartzitos da Unidade B do mesmo grupo, sujeitos a movimentos conjugados de empurrão e transcorrência, à semelhança da seção esquemática (figura II.3.3A).

Próximo ao distrito de Brasilinha, os eixos das dobras apresentam direção submeridiana, variando gradualmente até atingir a posição NW-SE no rio Preto, onde se tornam paralelos à lineação de estiramento mineral Lx. A forma e a assimetria das dobras acilíndrica e em bainha, bem como

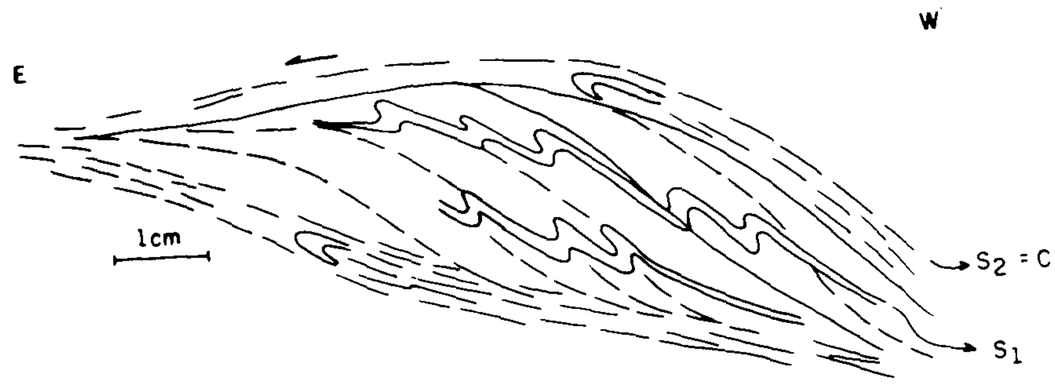


Figura II.3.9 – Vênus graníticas menos deformadas, intrusivas em xistos feldspáticos da Unidade A – Grupo Araxá-Sul de Goiás, formando dobras rompidas, obliteradas e intrafoliais, separadas e isoladas por zonas anastomosanates de intenso cisalhamento em que o plano axial dessas dobras corresponde á 2ª geração de superfície milonítica (S_2).

as superfícies S/C, atestam uma geometria de empurrão nessa região, análoga a uma rampa frontal, interrelacionada a uma zona de cisalhamento simples, contracional, com movimento sinistral na região do rio Preto e direção NW-SE. Nessa localidade ocorrem granitóides ($\gamma 3$) sintectônicos à F2, cuja foliação milonítica forma dobras reclinadas e em bainha, com eixos paralelos à lineação de estiramento mineral Lx = 10°/275, denotando uma geometria de rampa lateral (figura II.3.8).

Com a continuação dos movimentos progressivos, através do cisalhamento simples, atinge-se um determinado estágio em que esta evolução começa a encontrar resistência por parte do bloco cratônico posicionado a leste, e as *nappes* e fatias de empurrão já formadas são dobradas por encurtamento tangencial, num regime de cisalhamento puro, correspondendo a uma etapa tardia no transporte de massa (figura II.3.3B) e na evolução tectônica da área, gerando dobras abertas e amplas, verticais a subverticais com *trends* N-S.

Capítulo 4
Prospecção Geoquímica

Renato Sales de Andrade

4.1 Sistemática Adotada

4.1.1 Planejamento

O levantamento geoquímico teve seu planejamento projetado para execução em duas etapas. Na primeira, de caráter regional, foi prevista a coleta de sedimentos de corrente e concentrados de bateia de aluvião, na qual as estações de sedimentos foram preferencialmente distribuídas em drenagens de 1ª e 2ª ordens, enquanto para os concentrados foram selecionadas drenagens de ordem mais elevada. Em ambos os casos, planejou-se a escolha dos sítios de coleta sobre a carta geológica preliminar, o que levou, quando possível, a um aumento da densidade de amostragem em áreas de maior potencial metalogenético.

Para a segunda etapa, previu-se adensamento de amostragem em semidetalhe com o objetivo de verificar a fonte provável das anomalias detectadas na etapa regional.

4.1.2 Amostragem

A amostragem regional foi realizada nos meses de novembro e dezembro, tendo sido coletados 406 sedimentos de corrente e 171 concentrados de bateia.

Na etapa de verificação de anomalias, foram coletadas 62 amostras de sedimentos de corrente, 10 de solos e 10 concentrados de solo.

As amostras de sedimento de corrente foram do tipo composta obtidas, sem auxílio de acessório, na calha ativa das drenagens em trechos retilíneos, visando a evitar bias na coleta do material. Na sua identificação consta a sigla do coletor e o número da estação.

Tendo em vista facilitar a localização da estação de amostragem no campo, em caso de necessidade de reamostragem ou realização de trabalhos posteriores, foram assinalados, em pontos visíveis no local amostrado, os números de cada estação, com tinta contrastante.

As amostras de concentrados de bateia foram coletadas em concentradores naturais, sempre a partir de 10 litros de material aluvionar bateados no campo.

A sistemática de identificação da amostra e do local de coleta foi igual à adotada para os sedimentos de corrente.

Teste de consistência e controle de qualidade foram efetuados em amostras replicatas, tomadas em 30 estações de coleta para os sedimentos ativos de corrente. No caso dos concentrados, considerando-se que o principal objetivo foi detectar a presença de ouro e cassiterita, evitou-se a replicagem, em virtude da impossibilidade de controle das inúmeras variáveis que afetam o aspecto tendencioso da amostragem de pesados em concentradores naturais.

4.1.3 Análises de Laboratório

4.1.3.1 Preparação das Amostras

Sedimentos de Corrente

– Secagem em estufa a 80°C.
– Peneiramento/separação da fração menor que 80 *mesh*

Concentrados de Bateia

– Separação da fração pesada com bromofórmio
– Quarteamento para análises químicas e mineralógicas

4.1.3.2 Métodos Analíticos

Sedimentos de Corrente – Etapa Regional – Todas as amostras foram submetidas à abertura total (água-régia a quente 1:4) e analisadas por espectrofotometria de absorção atômica, no Laboratório da CPRM/Goiânia, para Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Fe, Mn, e As, por geração de hidretos, na GEOSOL. Além destas análises foi efetuada espectrografia ótica padrão para 30 elementos em todas as amostras.

Concentrados de Bateia – Para este tipo de amostra, cuja finalidade, mencionada anteriormente, foi a de pesquisar a existência de ouro e cassiterita na fração pesada, realizou-se uma seleção para análise mineralógica semiquantitativa, através da detecção prévia destes minerais em lupa binocular, com contagem de pintas, e teste para estanho, respectivamente. As amostras assim

selecionadas foram também analisadas por espectrografia ótica padrão para 30 elementos.

Etapa Verificação de Anomalias – Nesta etapa, os sedimentos de corrente, as amostras de solo e os concentrados de solo foram igualmente analisados por absorção atômica para os seguintes elementos e respectivas aberturas:

– Cu, Pb, Zn, Co, Ag e As abertura com água-régia a quente 1:4, sendo o último elemento por geração de hidretos;
– Au: abertura por HBr + Br a quente;
– Mo: abertura por HNO_3 + HCl a quente;
– Sn: sublimação

As análises para W foram efetuadas por colorimetria utilizando-se reagente específico.

4.1.4 Interpretação dos Dados

Na manipulação estatística dos dados do levantamento geoquímico regional utilizou-se o Sistema de Estatística Aplicada à Geologia GEOQUANT, desenvolvido pela CPRM a partir do STATPAC do USGS, que compreende uma série de programas estatísticos uni e multivariáveis.

Na interpretação propriamente dita, elevou-se a um grau de importância primordial a integração dos dados geoquímicos com os provenientes do mapeamento geológico, evitando-se considerar o caráter puramente estatístico das informações geoquímicas. Assim sendo, foi efetuada uma análise de agrupamentos em todas as amostras de sedimentos de corrente, associando-a aos dados do mapeamento geológico, com a finalidade de definir-se populações-alvo, geologicamente as mais homogêneas possíveis. Por outro lado, os dados de concentrados de bateia foram tratados como uma única população-alvo, em virtude do pequeno número de amostras existentes.

4.1.4.1 Sedimentos de Corrente

Como resultado da análise de agrupamento mencionada foram definidas as seguintes populações-alvo: Grupo Araxá Sul de Goiás (PMa), Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), Complexo Granulítico (APIgai) e Granitóide (γ1).

Para calcular os parâmetros estatísticos destas populações e, conseqüentemente, a definição dos estimadores geoquímicos e associações geoquímicas mais características, foram utilizados programas do sistema GEOQUANT. Para teste de consistência aplicou-se o programa ANOV1 (cálculo de variância) em 30 amostras de sedimentos coletadas em replicata e analisadas pelos mesmos métodos, para os mesmos elementos. Este programa enquadra-se no esquema proposto por Krumbein & Slack (1956) de uma análise de variância hierárquica, segundo uma direção que permite uma estimativa da variabilidade total resultante da variabilidade devida a efeitos naturais (bacias de drenagem) mais a introduzida (amostragem e análise).

Sumário estatístico compreendendo histogramas, percentis, gráficos de probabilidade e teste de distribuição foram calculados utilizando-se o programa SUMEST.

Para cada população-alvo considerada foram elaboradas matrizes de correlação com a utilização do programa CORREL, visando a ressaltar as associações dos elementos que melhor caracterizem tanto indícios de mineralizações como padrões de dispersão secundária, relacionados aos diversos tipos petrogenéticos.

Foi estabelecido como critério para a seleção de valores anômalos nos elementos analisados por absorção atômica a média geométrica (G) e o desvio geométrico (DG), conforme os seguintes intervalos:

– G.DG e G.DG2 – anomalias de 2ª ordem
– Maior que G.DG2 – anomalias de 1ª ordem

No caso dos elementos analisados por espectrografia de emissão, considerou-se como limiar o valor correspondente ao percentil 97,5.

Com base nos parâmetros assim definidos, foram consideradas como estações anômalas todas aquelas cujos valores excederam os limiares estabelecidos. Quando estas estações são contíguas, na mesma drenagem ou em drenagens vizinhas, deram origem às zonas anômalas que são definidas pelo total das áreas das bacias de captação amostradas. Estações anômalas associadas a essas zonas, pela proximidade, dão-lhe respaldo quer sejam constituídas pelos mesmos elementos quer por elementos com afinidade geoquímica, em função do ambiente geológico. Por outro lado, foram considerados de importância sob o ponto de vista prospectivo os valores anômalos das estações isoladas, que, agrupadas, revelam um *trend*, embora não constituindo uma zona anômala como acima definida.

4.1.4.2 Concentrados de Bateia

Os dados analíticos, tanto da espectrografia de emissão para 30 elementos, realizada em algumas amostras de concentrados, como as análises mineralógicas, tiveram uma avaliação visual, tendo sido considerados resultados mais significativos aqueles de caráter prospectivo e/ou como subsídio ao mapeamento geológico. Para o ouro e estanho analisados por espectrografia, designou-se como limiar o limite de detecção do método; para os resultados da análise mineralógica semiquantitativa, considerou-se como estações anômalas aquelas que apresentaram ouro e cassiterita visíveis; e para os outros minerais, os valores que apresentam concentrações maiores que 1%. Devido à baixa densidade de amostragem, as estações anômalas de concentrados de bateia foram consideradas individualmente.

4.1.5 Apresentação dos Resultados

Os resultados obtidos são apresentados sob a forma de ilustração, onde se visualiza o contexto geológico-geoquímico com relação às populações consideradas. Nessa ilustração constam as interpretações inerentes à etapa regional (sedimento de corrente e concentrado de bateia), assim como aquelas referentes à etapa de verificação de anomalias.

Estes mesmos resultados e interpretações estão reunidos na Carta Metalogenética/Previsional, na escala 1:100.000, sob a forma de integração geológica-geoquímica-geofísica.

As informações pertinentes são apresentadas sob a forma de matrizes de correlações, sumário dos estimadores das três populações-alvo, tabelas com os resultados da análise da variância e microfichas com as informações de campo e resultados analíticos de cada amostra.

Tabela II.4.1 –

Elemento		Variância total	Bacias de Drenagem		Amostragem	+ Análises
Cu	AA	0,0191	0,00877	80,42%	0,00214	19,58%
Pb	AA	0,0035	0,0015	41,80%	0,0020	58,20%
Zn	AA	0,0140	0,0099	70,78%	0,0041	29,22%
Ni	AA	0,0058	0,0036	62,44%	0,0022	37,56%
Co	AA	0,0023	0,0017	71,88%	0,0006	28,12%
Cr	AA	0,1156	0,0644	55,71%	0,0512	44,29%
Fe	AA	*	*	79,50%	*	20,50%
Mn	AA	6,0586	1,6213	26,76%	4,4373	73,24%
B	EE	0,1428	0,1091	76,40%	0,0337	23,60%
Ba	EE	1,3672	0,5797	42,40%	0,7875	57,60%
La	EE	16,2403	6,7004	41,26%	9,5398	58,74%
Nb	EE	0,0082	0,0059	72,09%	0,0023	27,91%
Sr	EE	0,0556	0,0230	41,51%	0,0326	58,49%
V	EE	0,2535	0,1570	61,93%	0,0965	38,07%
Y	EE	0,3092	0,1226	39,67%	0,1866	60,33%
Zr	EE	33,9752	20,8338	61,32%	13,1414	38,68%

* Elementos com valores acima ou abaixo do limite de impressão do programa.

4.2 Resultados Obtidos

4.2.1 Consistência dos Dados

Através da aplicação do programa ANOV1 em um nível de significância de 0,05, notou-se que, para os elementos analisados por absorção atômica, os dados reais do Pb e Mn apresentam erros amostrais e analíticos significativos em relação à variabilidade regional, isto é, mais de 50% da variação total é devida à variabilidade introduzida (amostragem e análise). A partir destes resultados, concluiu-se pela não utilização dos dados reais para estes elementos. Seus valores transformados revelaram que os erros analíticos e de amostragem não são significativos em relação à variabilidade regional: 50% da variabilidade total é devida a fatores naturais (bacias de drenagem, geologia, geomorfologia, etc.). Os resultados da aplicação deste teste para os elementos analisados por absorção atômica e espectrografia de emissão em amostras de sedimentos de corrente podem ser visualizados nas tabelas II.4.1, para os dados reais, e II.4.2, para os valores transformados.

No caso dos elementos analisados por espectrografia de emissão, apenas B, Nb e V (dados reais) e B, La, Nb, V e Zr (dados transformados) não apresentaram erros analíticos e amostrais significativos em relação à variabilidade regional. Por outro lado, devido ao grande número de valores qualificados, os elementos Ti, Ag, As, Au, Be, Bi, Cd, Mo, Sb, Sc, Sn, W e Zn não foram sequer considerados para a realização deste teste.

Com base nestes resultados, foram selecionados os elementos B, La, Nb, V, Y e Zr (analisados por espectrografia de emissão) e Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Fe e Mn (por absorção atômica). Não obstante, alguns elementos cujos resultados analíticos não demonstraram comportamento consistente, foram também selecionados em função do importante caráter complementar que oferecem a algumas associações. Incluindo-se aí o diagnóstico de litologias, devido a sua expressão metalogenética individual, muito embora seus valores devam ser admitidos com restrições (Ag, Ba, Be, Sc, Sn e Sr). Assim, resumindo, foram considerados todos os elementos representativos e de importância para avaliação geoquímica, do ponto de vista petrológico e/ou metalogenético, apesar de alguns terem registrado poucos valores definidos. No cômputo global, estes elementos são: Ag, B, Ba, Be, La, Nb, Sc, Sn, Sr, V, Y e Zr, por espectrografia de emissão e Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, Fe e Mn, por absorção atômica.

TABELA II.4.2

Elemento		Variância total	Bacias de Drenagem		Amostragem	+ Análises
Cu	AA	0,000001	0,000008	80,07%	0,000002	19,93%
Pb	AA	0,000004	0,000002	55,68%	0,000002	44,32%
Zn	AA	0,000006	0,000005	78,24%	0,000001	21,76%
Ni	AA	0,000016	0,000011	70,73%	0,000005	29,27%
Co	AA	0,000016	0,000014	87,01%	0,000002	12,99%
Cr	AA	0,000019	0,000015	77,57%	0,000004	22,43%
Fe	AA	0,000014	0,000012	85,02%	0,000002	14,98%
Mn	AA	0,000012	0,000007	60,09%	0,000005	39,91%
B	EE	0,00003	0,000027	89,52%	0,000003	10,48%
Ba	EE	0,000013	0,000006	49,82%	0,000007	50,18%
La	EE	0,000056	0,000045	79,41%	0,000011	20,59%
Nb	EE	0,000006	0,000005	76,41%	0,000001	23,59%
Sr	EE	0,0000038	0,000001	41,53%	0,000002	58,47%
V	EE	0,000012	0,000008	70,50%	0,000004	29,50%
Y	EE	0,000022	0,000016	71,90%	0,000006	28,01%
Zr	EE	0,000020	0,000014	70,89%	0,000006	29,11%

4.2.2 Correlações

As matrizes de correlação para cada população-alvo forneceram os seguintes resultados:

Grupo Araxá Sul de Goiás – PMa

Neste conjunto destacam-se as associações La-Zr-Y, Cu-Ni-Co-Cr-V, e Cu-Zn-Ni-Co-Cr-Mn-Fe (figura II.4.1). Provavelmente estas associações estão refletindo, respectivamente, corpos de granitóides associados às zonas de cisalhamento, corpos básicos e fenômeno de adsorção de elementos por óxido de ferro e manganês nas crostas lateríticas.

Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – PIvss

As associações registradas nesta unidade, La-Y-V-Cr e Cu-Zn-Ni-Co-Cr-Fe, provavelmente estão refletindo, respectivamente, os granitóides associados às extensas zonas de cisalhamento, lentes de anfibolitos e talco-xistos que ocorrem nesta unidade e as crostas lateríticas (figura II.4.2).

Granitóide (g1)

Destacam-se nesta seqüência as associações La-Pb-Y, V-Nb-Cr e Cu-Zn-Ni-Co-Cr-V-Mn. Estas associações estão relacionadas, respectivamente, aos granitóides, às rochas básicas representadas por corpos tabulares de metamicrogabros e às crostas lateritizadas, pelo efeito do fenômeno de adsorção dos elementos metálicos por óxidos de ferro e manganês. (Figura II.4.3.)

Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai)

Destaca-se nesta unidade a associação Cu-Zn-Ni-Co-Cr-Fe que reflete, principalmente, os granulitos ortoderivados representados por uma predominância de litologias básicas (figura II.4.4).

4.2.3 Estimadores Geoquímicos

O sumário dos estimadores para todos os elementos selecionados é apresentado na tabela II.4.3. Para os dados de espectrografia, apesar do limiar corresponder ao percentual 97,5, os valores da média geométrica e desvio geométrico foram listados com a finalidade de mostrar a variação dos teores dos elementos nas três populações selecionadas.

4.2.4 Discussão das Anomalias

As anomalias de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, são discutidas por zonas e estações anômalas associadas. Procurou-se, sempre que possível, descrevê-las integrando as informações geoquímicas, geológicas e geofísicas (magnetometria e cintilometria).

Com relação às estações anômalas, só foram discutidas separadamente aquelas consideradas importantes do ponto de vista prospectivo.

Foram registradas 13 zonas anômalas (figura II.4.5).

Zona Anômala (1) – Cobre-Arsênio

Esta anomalia está localizada no quadrante sudoeste da folha, numa zona de cisalhamento que ocorre no contato entre os granulitos paraderivados e os muscovita xisto do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Foram encontrados valores de cobre (34ppm) e arsênio (variando de 6 a 14ppm). Estes teores estão relacionados à ocorrência de sulfetos disseminados que ocorrem nos ortoanfibolitos encaixados tectonicamente nos granada gnaisses do Complexo Granulítico. Sugere-se trabalhos complementares de geologia e geoquímica, visando caracterizar a sua importância econômica.

Zona Anômala (2) – Níquel-Cromo-Arsênio

Situa-se no quadrante sudoeste da folha, no domínio de uma zona de cisalhamento. Esta zona anômala abrange os granitóides tonalíticos e granodioríticos com veios pegmatóides, e uma pequena faixa de granulitos paraderivados e micaxistos calcíferos do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Os teores anômalos encontrados foram: níquel (13 a 21ppm), cromo (48 a 100ppm) e arsênio (2 a 6ppm).

Além destes teores destacou-se 27ppm de cobre registrado em uma amostra de sedimentos de corrente coletada no norte desta zona. Estes teores, pelo que tudo indica, estão refletindo o contraste existente entre as litologias, às quais esta zona encontra-se relacionada.

Zona Anômala (3) – Arsênio

Localiza-se no sudoeste da folha, em uma região cortada por várias zonas de cisalhamento, onde ocorrem micaxistos calcíferos, granulitos paraderivados e granitóides ($\gamma 3$).

Os sedimentos de corrente analisados por absorção atômica para arsênio registraram teores variando de 6 a 14ppm. Com o objetivo de se avaliar a importância destas zonas de cisalhamento, para concentração de sulfetos e ouro, recomenda-se trabalhos detalhados de geologia e geoquímica.

Zona Anômala (4) – Cobre-Zinco-Níquel-Arsênio

Localizada no sudoeste da folha, associada-se a uma extensa zona de cisalhamento e abrange, predominantemente, rochas do granitóide ($\gamma 1$), representado por tonalitos e granodioritos com veios pegmatóides. Nesta zona anômala foram encontrados teores de cobre (29 a 38ppm), zinco (34ppm), níquel (21 a 22ppm) e arsênio (5 a 7ppm).

	Mn AA	Fe AA	Cr AA	Ni AA	Co AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Zr EE	Y EE	V EE	Sr EE	Sc EE	Nb EE	La EE	Ba EE	B EE
B EE	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	•	(•)	•	(•)	•	•	(O)	•	•	•	•	1
Ba EE	•	(•)	(•)	(•)	(•)	•	(•)	•	(•)	O	O	•	●	•	•	1	
La EE	(•)	•	•	(•)	•	(•)	(•)	(•)	•	•	•	(•)	•	•	1		
Nb EE	(•)	(•)	•	(•)	(•)	(•)	(•)	•	•	O	•	•	•	1			
Sc EE	(•)	(•)	•	•	(•)	•	(•)	•	(•)	●	●	O	1				
Sr EE	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	•	(•)	•	•	•	1					
V EE	•	(•)	•	(•)	(•)	•	(•)	•	•	●	1						
Y EE	(•)	(•)	•	•	(•)	•	(•)	•	•	1							
Zr EE	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	1								
Cu AA	●	•	●	●	●	●	●	1									
Pb AA	O	O	●	●	●	●	1										
Zn AA	●	O	●	●	●	1											
Co AA	●	●	●	●	1												
Ni AA	●	●	●	1													
Cr AA	●	O	1														
Fe AA	•	1															
Mn AA	1																

Grupo Araxá Sul de Goiás - unidade D

• < 0.3

○ 0.3-0.5

● > 0.5

( ) Negativo

Figura II.4.1 – Matriz de correlação.

	B EE	La EE	Nb EE	V EE	Y EE	Zr EE	Cu AA	Pb AA	Zn AA	Ni AA	Co AA	Cr AA	Mn AA	Fe AA	As AA
As AA	(•)	(•)	(•)	•	•	O	•	•	O	•	•	•	(O)	O	1
Fe AA	(•)	(•)	(•)	•	•	(•)	●	•	●	●	●	●	O	1	
Mn AA	(•)	•	•	O	•	(•)	O	•	●	●	●	O	1		
Cr AA	•	•	•	●	•	(•)	●	•	O	●	●	1			
Co AA	(O)	(•)	•	O	•	(•)	●	•	●	●	1				
Ni AA	(•)	(•)	(•)	O	•	(•)	●	•	O	1					
Zn AA	(O)	•	(•)	•	●	•	●	O	1						
Pb AA	(O)	O	(•)	(•)	O	•	•	1							
Cu AA	(•)	(•)	•	•	•	(•)	1								
Zr EE	(O)	•	(•)	(•)	•	1									
Y EE	(•)	●	(•)	(•)	1										
V EE	(•)	•	•	1											
Nb EE	(•)	•	1												
La EE	(•)	1													
B EE	1														

Sequência Metavulcanossedimentar de Silvânia

• < 0 3

○ 0 3 - 0 5

● > 0 5

( ) Negativo

Figura II.4.2 – Matriz de correlação.

	Mn AA	Fe AA	Cr AA	Ni AA	Co AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Zr EE	Y EE	V EE	Sc EE	Nb EE	La EE	Ba EE	B EE
B EE	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)	•	•	•	(•)	O	O	(•)	●	•	(•)	1
Ba EE	(•)	•	(•)	(•)	•	(•)	(•)	(•)	(•)	•	•	O	(•)	(•)	1	
La EE	(•)	(•)	•	(•)	(•)	(•)	•	(•)	O	●	•	•	•	1		
Nb EE	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)	●	●	•	1			
Sc EE	•	•	•	•	•	•	O	•	(•)	O	•	1				
V EE	(•)	•	•	•	•	•	•	•	(O)	●	1					
Y EE	(•)	(•)	•	•	•	•	•	•	•	1						
Zr EE	(•)	(•)	(•)	(O)	(•)	(O)	(O)	(O)	1							
Cu AA	●	•	●	●	●	●	●	1								
Pb AA	●	•	●	●	●	●	1									
Zn AA	●	O	●	●	●	1										
Co AA	●	●	●	●	1											
Ni AA	●	●	●	1												
Cr AA	●	O	1													
Fe AA	O	1														
Mn AA	1															

Granitóides γ_1 com xenólitos de granulitos

• < 0 3

○ 0 3 - 0.5

● > 0.5

( ) Negativo

Figura II.4.3 – Matriz de correlação.

	B EE	La EE	Nb EE	V EE	Y EE	Zr EE	Cu AA	Pb AA	Zn AA	Ni AA	Co AA	Cr AA	Mn AA	Fe AA	As AA
As AA	•	(O)	(•)	•	(•)	(•)	•	•	(•)	(•)	(•)	•	(•)	•	1
Fe AA	(O)	•	(•)	•	•	(•)	O	(•)	●	●	●	●	O	1	
Mn AA	(•)	O	•	(•)	•	(•)	•	(•)	●	O	●	•	1		
Cr AA	(•)	(•)	(O)	•	(•)	(•)	•	•	O	●	O	1			
Co AA	(O)	O	•	(•)	•	(•)	O	(•)	●	●	1				
Ni AA	(•)	(•)	(•)	•	•	(•)	●	•	●	1					
Zn AA	(•)	•	•	(•)	•	(•)	O	•	1						
Pb AA	(•)	(•)	(•)	•	•	(•)	(•)	1							
Cu AA	(•)	(•)	(•)	•	•	(•)	1								
Zr EE	•	•	•	(•)	•	1									
Y EE	(•)	O	•	(•)	1										
V EE	(•)	(•)	•	1											
Nb EE	•	•	1												
La EE	(•)	1													
B EE	1														

Complexo Granulítico Anápolis- Itauçu

• < 0 3

○ 0 3 - 0 5

● > 0 5

( ) Negativo

Figura II.4.4 – Matriz de correlação.

Tabela II.4.3 – Sumário dos estimadores–sedimentos ativos de corrente.

ELEMENTOS		AMPLITUDE ppm				MÉDIA GEOMÉTRICA ppm				DESVIO GEOMÉTRICO				GRAU DE DETECÇÃO %			
		POPULAÇÕES				POPULAÇÕES				POPULAÇÕES				POPULAÇÕES			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Cu	AA	2 –72	4 –57	2 –45	2 –92	11	17	7	20	1,8	2,0	2,3	1,7	100	100	100	100
Pb	AA	1 –52	4 –16	1 –92	4 –64	8	8	9	12	1,8	1,5	2,1	1,6	99	100	100	100
Zn	AA	3 –63	9 –62	3 –75	2 –91	15	22	15	26	1,7	1,6	1,9	1,6	100	100	100	100
Ni	AA	0,5 –90	2 –39	0,5 –26	1 –87	5	8	3	13	2,7	2,3	2,8	2,0	99	100	97	100
Co	AA	0,5 –26	3 –27	0,5 –23	1 –75	3	8	3	8	2,2	2,0	2,6	2,1	98	100	99	100
Cr	AA	3,5 –192	6 –178	2 –100	8 –260	22	36	13	66	2,5	2,0	2,9	1,8	92	100	100	100
Fe	AA	0,15 –38	0,75 –5,6	0,3 –14	0,4 –18	1,1	2	1,3	3	2,6	1,8	2,6	1,9	100	100	100	100
Mn	AA	12 –880	51 –740	16 –1780	24 –5500	119	194	122	299	2,5	2,0	2,8	2,3	98	100	100	100
As	AA	0,7 –11	0,7 –8	0,7 –8	0,7 –37	1,0	0,8	1,9	13	2,0	1,8	1,7	2,5	28	17	17	43
B	EE	5 –2000	5 –200	5 –200	5 –500	35	34	13	8	4,0	4,0	2,6	2,5	77	6	28	16
Ba	EE	10 –300	30 –500	30 –500	10 –500	79	108	157	69	2,0	1,9	1,8	2,3	99	100	100	94
Be	EE	0,5 –3	0,5 –15	0,5 –2	0,5 –2	0,7	105	0,7	0,5	2,1	1,4	1,7	1,3	16	03	09	01
La	EE	10 –>1000	20 –300	20 – >1000	10 –1000	20	102	284	87	5,3	2,5	3,1	2,6	40	94	82	95
Nb	EE	5 –30	5 –35	5 –30	5 –50	11	13	8	15	1,7	1,7	1,9	1,5	80	86	43	44
Sc	EE	2,5 –15	–	–	5 –30	5	–	–	11	1,6	–	–	1,6	50	–	–	15
Sn	EE	5 –100	–	–	5 –20	7	–	–	6	2,1	–	–	1,6	02	–	–	09
Sr	EE	50 –150	–	50 –150	–	74	–	77	–	1,8	–	1,5	–	08	–	16	–
V	EE	10 –500	15 –200	15 –200	30 –700	55	58	37	124	2,0	1,8	2,1	1,6	99	100	99	98
Y	EE	5 –50	5 –70	10 –700	5 –150	13	21	48	20	2,7	1,8	2,8	1,5	84	97	100	99
Zr	EE	30 –>1000	150 –>1000	20 – >1000	150 –100	311	785	1302	1170	2,7	2,5	1,6	1,6	88	23	09	23

POPULAÇÃO: I – Grupo Araxá-Sul de Goiás
II – Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia
III – Complexo Granitóide–Gnáissico
IV – Complexo Granulítico Anápolis–Itauçu

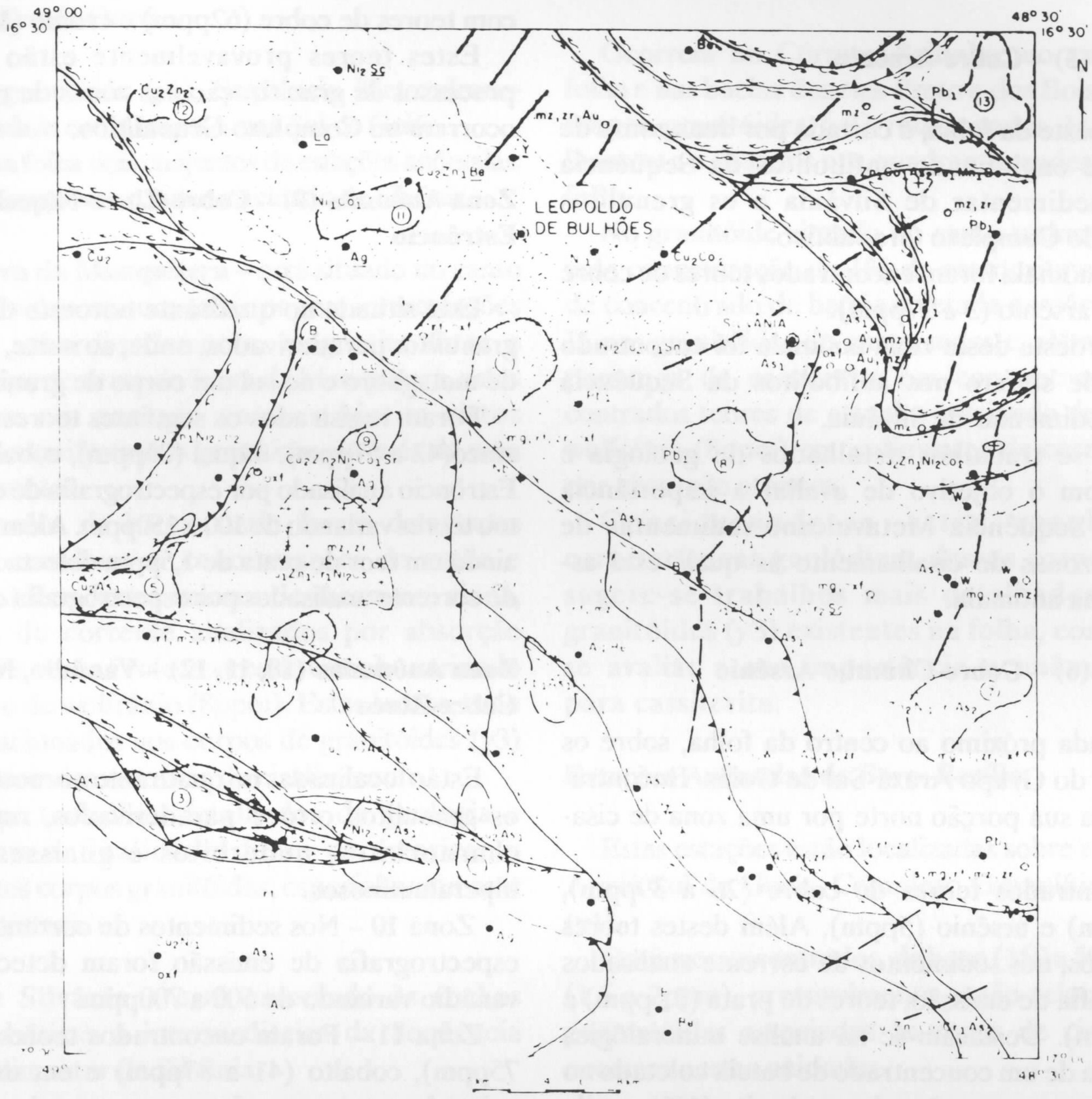


Figura II.4.5 – Panorama geológico-geoquímico.

Considerando que esta zona anômala encontra-se associada a uma extensa zona de cisalhamento, sugere-se a execução de trabalhos complementares, com vistas a definir a sua importância na concentração de minerais, especialmente sulfeto e ouro.

Zona Anômala (5) – Cobre-Arsênio

Situa-se no oeste da folha, é cortada por duas zonas de cisalhamento e englobando anfibolitos da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia e os granulitos paraderivados do Complexo Granulítico.

Nesta zona anômala foram encontrados teores de cobre (26 a 47ppm) e arsênio (3 a 37ppm).

Na parte nordeste desta zona anômala foi encontrado disseminação de sulfeto nos anfibolitos da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

Recomenda-se trabalhos detalhados de geologia e geoquímica, com o objetivo de avaliar a importância econômica da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia e das zonas de cisalhamento às quais está associada esta zona anômala.

Zona Anômala (6) – Cobre-Chumbo-Arsênio

Está localizada próximo ao centro da folha, sobre os muscovita-xisto do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Encontra-se delimitada na sua porção norte por uma zona de cisalhamento.

Foram encontrados teores de cobre (26 a 39ppm), chumbo (52ppm) e arsênio (5ppm). Além destes teores foram detectados, nos sedimentos de corrente analisados por espectrografia de emissão, teores de prata (0.5ppm) e de berilo (2ppm). Destacam-se na análise mineralógica semiquantitativa de um concentrado de bateia coletado no Córrego Pavão, concentrações de cassiterita (1%), rutilo (5 a 25%) e monazita (1 a 5%).

Estes valores, tudo indica, estão associados a corpos de granitóides e veios pegmatóides associados a zonas de cisalhamento que ocorrem nesta unidade.

Zona Anômala (7) – Zinco-Níquel-Cromo-Arsênio

Localiza-se no quadrante sudeste da folha, sobre os granulitos ortoderivados representados por charnockitos e enderbitos.

Nesta zona encontram-se teores de zinco (37 a 56ppm), níquel (31 a 53ppm), cromo (132 a 260ppm) e arsênio (6 a 7ppm).

Estes teores estão refletindo sobretudo os corpos de rochas básico-ultrabásica que ocorrem dentro do Complexo Granulítico, especialmente levando-se em consideração os teores de cromo registrados.

Zona Anômala (8) – Chumbo

Situa-se no quadrante nordeste da folha, sobre os granulitos ortoderivados. Nela foram registrados teores de chumbo variando de 38 a 42ppm. Além destes teores destacam-se ainda em suas imediações uma estação anômala com teores de cobre (62ppm) e cromo (180 a 230ppm).

Estes teores provavelmente estão relacionados a processos de granitização nas zonas de cisalhamento que ocorrem no Complexo Granulítico.

Zona Anômala (9) – Cobre-Zinco-Níquel-Cobalto-Estrôncio

Está situada no quadrante noroeste da folha, sobre os granulitos paraderivados, onde, ao norte, ocorre um corpo de metagabro e ao sul um corpo de granitóide.

Foram registrados os seguintes teores: cobre (45ppm), zinco(42 a 57ppm), níquel (26ppm), cobalto (22 a 23ppm). Estrôncio analisado por espectrografia de emissão, apresentou teores variando de 100 a 150ppm. Além destes destaca-se ainda um teor de prata de 1,5ppm detectada em sedimentos de corrente analisados por espectrografia de emissão.

Zona Anômalas (10, 11, 12) – Vanádio, Níquel-Cobalto e Cobre-Zinco

Estão localizadas no quadrante noroeste da folha, sobre os granulitos orto e paraderivados, representados por charnockitos, enderbitos e gnaisses aluminosos e hiperaluminosos.

Zona 10 – Nos sedimentos de corrente analisados por espectrografia de emissão foram detectados teores de vanádio variando de 500 a 700ppm.

Zona 11 – Foram encontrados teores de níquel (64 a 75ppm), cobalto (41 a 87ppm) e em uma das estações coletadas nesta zona foram encontrados teores de cobre 48ppm e zinco 75ppm. Além destes teores, em uma amostra de sedimentos de corrente analisada por espectrografia de emissão, e coletada nas imediações destas zonas anômalas, foram constatados teores de 0,7ppm de prata e 2ppm de berilo.

Zona 12 – Foram detectados teores de cobre (46 a 49ppm) e zinco (60ppm).

Sugerem-se trabalhos detalhados de geologia e geoquímica, com a finalidade de avaliar o potencial econômico deste conjunto anômalo, especialmente no domínio dos granulitos ortoderivados.

Zona Anômala (13) – Chumbo

Localizada no canto nordeste da folha, sobre o Granitóide ($\gamma 1$), cortado por zonas de cisalhamento representados por granitóides tonalíticos, granodioríticos e veios pegmatóides.

Foram encontrados teores de chumbo variando de 40 a 92ppm.

Estes teores possivelmente estão relacionados a corpos granitóides ou veios pegmatóides associados a estas zonas de cisalhamento.

Estações Anômalas de Ouro

Ocorrem no granitóide ($\gamma 1$), Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia e no Grupo Araxá Sul de Goiás.

Destacam-se na folha dois conjuntos de estações anômalas: um na Serra da Manquitera e outro na cidade de Silvânia.

Conjunto Serra da Manquitera – está situado no canto sudeste da folha, sobre muscovita xistos com intercalações de quartzito e, subordinadamente, magnetita-xistos e clorita-xistos. Na parte oeste da Serra da Manquitera, estas rochas ocorrem em contato com os biotita-xistos feldspáticos com manifestações graníticas, através de uma zona de cisalhamento.

Nos concentrados de bateia onde foram detectadas pintas de ouro, ressaltam-se concentrações de rutilo e zircão (5-25%). Além destes valores destacam-se, ainda, nos sedimentos de corrente analizados por absorção atômica, coletados no rio Preto, teores de estanho variando de 0,6 a 172ppm e de wolfrânio (8ppm). Estes teores, tudo indica, estão relacionados aos corpos de granitóides ($\gamma 3$) que ocorrem associados as zonas de cisalhamento.

Recomenda-se trabalhos detalhados de geologia e geoquímica, com a finalidade de se caracterizar a importância destes corpos granitóides, especialmente com relação a ouro e estanho..

Conjunto de Silvânia – está associado às rochas metavulcânicas básicas a intermediárias da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

Nos concentrados de bateia, além das pintas de ouro foram constatadas concentrações de monazita (5-25%) e óxido de ferro (1-50%). Além destes valores foram encontrados em sedimento de corrente teores de arsênio (6 a 12ppm).

Considerando-se a ambiência geológica e os teores encontrados, recomenda-se trabalhos detalhados de geologia e geoquímica com o objetivo de avaliar a real potencialidade econômica do conjunto de rochas que compõem a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, especialmente visando ouro e sulfetos.

Além destes dois conjuntos de estações anômalas para ouro, ocorrem ainda três estações onde foram encontradas pintas de ouro. Uma no canto sudoeste da folha, no Córrego Boa Vistinha, onde no concentrado de bateia foram encontradas três pintas de ouro. Outra no ribeirão Passa Quatro,próximo ao centro da folha, e, finalmente, uma no norte do córrego Jurubatuba. Nas imediações das duas primeiras estações, onde foram constatadas a presença de pintas de ouro, ocorrem teores anômalos para arsênio variando de 3 a 4ppm. Apesar desses valores não apresentarem uma grande dispersão, recomenda-se estudos adicionais com o objetivo de definir a sua importância econômica.

Estações Anômalas de Estanho

Ocorrem no Córrego Saltinho, no canto sudeste da folha e nas bacias dos rios Preto e dos Bois, associadas aos corpos granitóides ($\gamma 3$) relacionados às zonas de cisalhamento e situados nos quadrantes sudeste e sudoeste da folha.

No granitóide situado no canto sudoeste constatou-se uma concentração de 1% de cassiterita em uma amostra de concentrado de bateia coletada no córrego São Bento. Já nos granitóides do canto sudeste, além de detectada a presença de cassiterita em concentrados, foram encontrados teores de estanho (variando de 6 a 172ppm) e wolfrânio (8ppm) em sedimentos de corrente analisados por absorção atômica.

Considerando-se estes resultados e as características geolódicas desses corpos granitóides, sugere-se trabalhos mais detalhados em todos os granitóides ($\gamma 3$) existentes na folha, com o objetivo de se avaliar a sua importância econômica, sobretudo para cassiterita.

Estações Anômalas de Boro–Berílio

Estas estações estão localizadas sobre rochas do Grupo Araxá Sul de Goiás, Complexo Granulítico e granitóides ($\gamma 1$).

Os teores encontrados, de boro (150 a 500ppm) e berílio (1,5 a 2ppm), provavelmente, estão relacionados a veios pegmatóides associados às zonas de cisalhamento que ocorrem nestas unidades.

Estações Anômalas de Rutilo–Monazita–Zircão

Ocorrem distribuídas por todas as unidades mapeadas na folha, apresentando concentrações que variam de 1 a 50%, para rutilo e de 1 a 25% para monazita e zircão.

Estas concentrações estão relacionadas com os corpos granitóides e veios pegmatóides que ocorrem associados às zonas de cisalhamento.

Estações Anômalas de Wolfrâmio–Molibdênio

Destaca-se um conjunto de estações anômalas em sedimentos de corrente localizadoas em torno da cidade de Vianópolis.

Os teores encontrados para wolfrâmio, por colorimetria, variam de 8 a 24ppm e para molibdênio, por absorção atômica, 3ppm. Estes teores possivelmente estão relacionados com os corpos de granitóides e veios pegmatóides associados às zonas de cisalhamento.

Capítulo 5
Geofísica

Murilo Machado Pinheiro

5.1 Sistemática Adotada

A área da Folha Leopoldo de Bulhões não dispõe de cobertura aerogeofísica. Assim, optou-se, inicialmente, pela execução de perfis conjugados magneto-cintilométricos regionais, preferencialmente ao longo das principais estradas da região e que cruzassem a estrutura geológica até então conhecida, da forma mais perpendicular possível.

Com isso buscou-se obter dados magnéticos e cintilométricos que pudessem auxiliar na tarefa da fotointerpretação com visitas à elaboração de uma Carta Geológica Preliminar, bem como a orientação dos trabalhos de campo subseqüentes.

Esses perfis foram levantados com magnetômetro de campo total *GeoMetrics*, modelo G-826 e cintilômetro SPP-2, com tomadas de leituras a cada quilômetro. Os valores magnetométricos foram corrigidos da variação diurna, utilizando-se um magnetômetro estacionário e um datum referencial de 23.950nT.

No decorrer dos trabalhos de mapeamento, problemas geológicos localizados, como caracterização e distribuição em área de corpos básicos e ácidos e identificação de falhamentos ou zonas de falha, conduziram à realizacão de perfis conjugados magneto-cintilométricos de semidetalhe, utilizando estradas ou caminhos da região. As tomadas de leituras foram feitas a cada 50 metros, com uma estação intermediária quando a diferença entre leituras obtidas em duas estações consecutivas ultrapassava 100nT. Foram empregados os mesmos equipamentos e a mesma sistemática de correção dos dados utilizados nos perfis regionais.

A gravimetria foi empregada na área, fundamentalmente orientada para o estudo da estruturação crustal superior, através da execução de perfis estratégicos. Empregou-se o gravímetro *La*Coste-Romberg, modelo G, pertencente a Universidade de Brasília, com leituras feitas a cada quilômetro. O erro de fechamento de cada circuito foi sempre menor que 0,05 mgal, ocupando-se bases de Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira – R.G.F.B. (Escobar, 1980). Os valores *Bouguer* finais foram obtidos em relação ao sistema de referência da União Internacional de Geodésia e Geofísica, de 1967. Utilizou-se a densidade de 2,67g/cm^3 para o cálculo de correção *Bouguer* e as cotas das estações gravimétricas foram determinadas por nivelamento geométrico referenciadas ao nível do mar, partindo-se de RN's estabelecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Finalmente, como parte integrante da análise dos resultados, adotou-se uma interpretação qualitativa de cada perfil magneto-cintilométrico, separando-se os trechos ou faixas que caracterizavam os terrenos magnéticos daqueles não (ou fracamente) magnéticos, bem como, destacando-se os altos e baixos valores radiométricos. O conjunto dessas faixas foi analisado em mapa, avaliado e correlacionado com as informações geológicas.

Os dados dos perfis gravimétricos contribuíram para o traçado do Mapa *Bouguer* regional e da própria Folha Leopoldo de Bulhões, numa primeira fase, e para o modelamento estrutural da crosta superior, numa segunda fase, utilizando o programa Magpoly adquirido pelo DNPM, junto à firma Canadense Paterson, Grant & Watson Limited.

5.2 Dados Utilizados

Estes dados referem-se, tão somente, à execução de perfis de geofísica terrestre mostrados na figura II.5.1.

Os perfis magneto-cintilométricos foram realizados em duas fases. Na primeira, de caráter regional, foram produzidos 297km em um total de nove perfis. Na segunda fase, com conotação de semidetalhe, foram levantados 316km distribuídos em 25 perfis.

Na gravimetria foram executados cinco perfis, totalizando 160km, na área da Folha Leopoldo de Bulhões, tendo-se também utilizado dados de diversas estações gravimétricas, levantados conjuntamente com a Universidade de Brasilia, na região sudeste de Goiás, até o paralelo de 17°S, bem como informações contidas no trabalho desenvolvido por Lesquer *et al.* (1981), mais no sul.

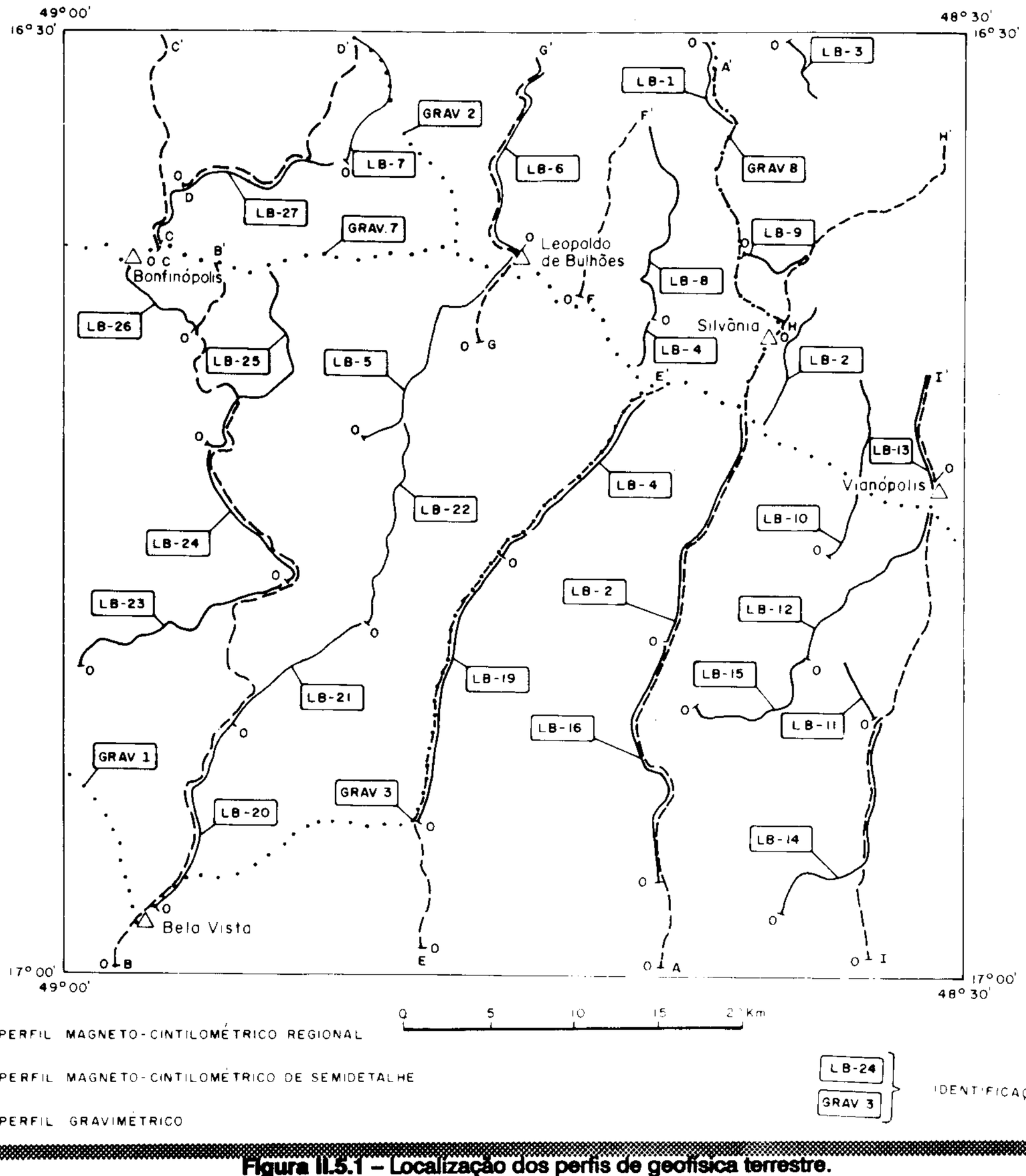


Figura II.5.1 – Localização dos perfis de geofísica terrestre.

Juntam-se a esses dados, determinações de densidade em oito amostras de rocha, efetuadas no laboratório da CPRM-Goiânia.

Todas as medições geofísicas e topográficas (neste caso para o levantamento gravimétrico) realizadas nos diversos perfis se encontram disponíveis em disquetes para utilização em microcomputador.

5.3 Interpretação e Correlação de Dados

5.3.1 Magnetometria e Cintilometria

A Folha Leopoldo de Bulhões está situada em uma área com inclinação magnética de –16°30', declinação magnética de –17°30' e intensidade do campo magnético total de 23.950nT (dados do Observatório Nacional, 1985). Além destes parâmetros intrínsecos, outros fatores, tais como forma, profundidade, mergulho, orientação em relação ao norte e susceptibilidade magnética de um corpo geológico são responsáveis pela intensidade (amplitude) e forma da anomalia magnética. Desse modo, é importante saber-se, antes de iniciar os trabalhos de interpretação, qual o corpo que poderia causar determinada resposta (curva) magnética. A figura II.5.2. ilustra o comportamento da anomalia sobre corpos magnéticos em diversas situações na área em questão.

No levantamento magnético terrestre, devido à proximidade do sensor da superfície do terreno (aproximadamente 3m), há captação de ruído proveniente de solo magnético que, em certas ocasiões, mascara a resposta de corpos bem definidos de rocha magnética.

Na análise efetuada sobre os dados magnéticos, após uma inspeção geral em todos os perfis, procurou-se individualizar os trechos representativos de rochas magnéticas, selecionando as faixas com respostas magnéticas cujas curvas apresentassem amplitudes pico-a-pico maior que 50nT. Por exclusão, delimitaram-se as zonas de rochas não (ou fracamente) magnéticas. Essas faixas foram, em seguida, correspondentemente interligadas perfil a perfil, conforme ilustra a figura II.5.3., procurando-se obedecer a orientação da estruturação geológica da área, obtidas através de outros sensores e das informações de campo.

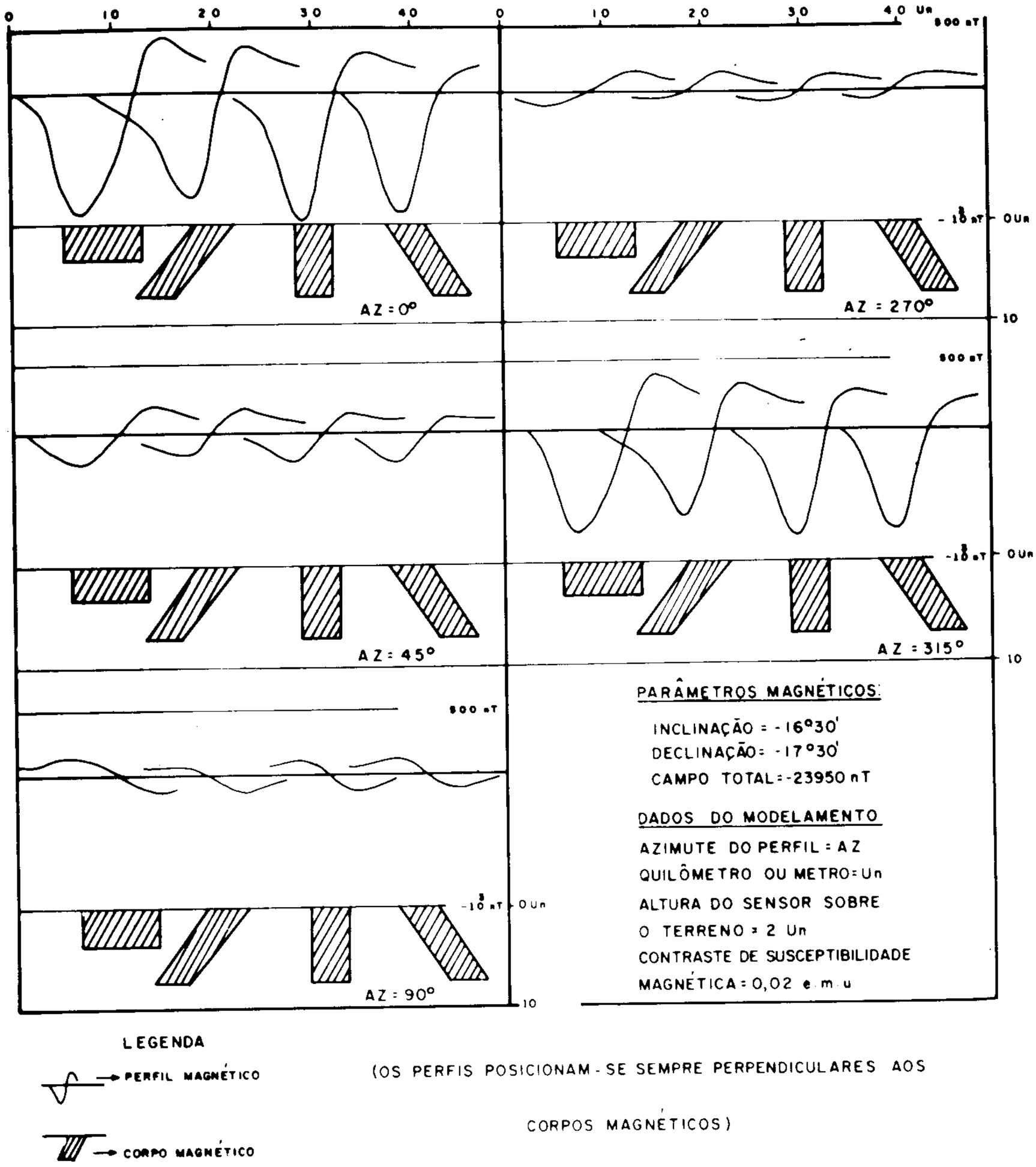


Figura II.5.2 – Respostas teóricas sobre corpos magnéticos simulados.

As anomalias constituídas de picos isolados foram definidas como feições magnéticas lineares, tendo ou não correspondência em perfil adjacente.

Nos perfis cintilométricos, observando-se o comportamento geral de todos eles, concluiu-se que a faixa de valores radiométricos situada entre 50 e 100 CPS representava o valor de fundo (*background*) da região. Assim sendo, foram selecionados os trechos dos perfis que contivessem valores acima e abaixo dessa faixa. Estes últimos, com o trabalho sequente de integração com a geologia, foram eliminados da apresentação final, pela pouca representatividade demonstrada.

Desse modo, foi elaborado uma carta contendo as informações geofísicas acima abordadas e que constitui a figura II.5.4.

Observa-se que essas faixas magnéticas concentram-se na parte centro-nordeste da folha, com orientação NW-SE, onde a cartografia geológica delinea uma zona granulítica. Como regra geral, as rochas básicas e ultrabásicas são as principais fontes de minerais magnéticos (principalmente magnetita). No presente caso, a unidade geológica classificada como granulitos ortoderivados (APIgaio) encerra uma predominância desses litótipos, conduzindo, desse modo, à inferência de que estes granulitos estão associados às respostas magnéticas mais fortes. Por outro lado, as zonas não ou fracamente magnéticas seriam representantes dos granulitos paraderivados (APIgaip), onde os termos litomagnéticos não são expressivos, podendo ocorrer, entretanto, alguma rocha ortoderivada de composição ácida.

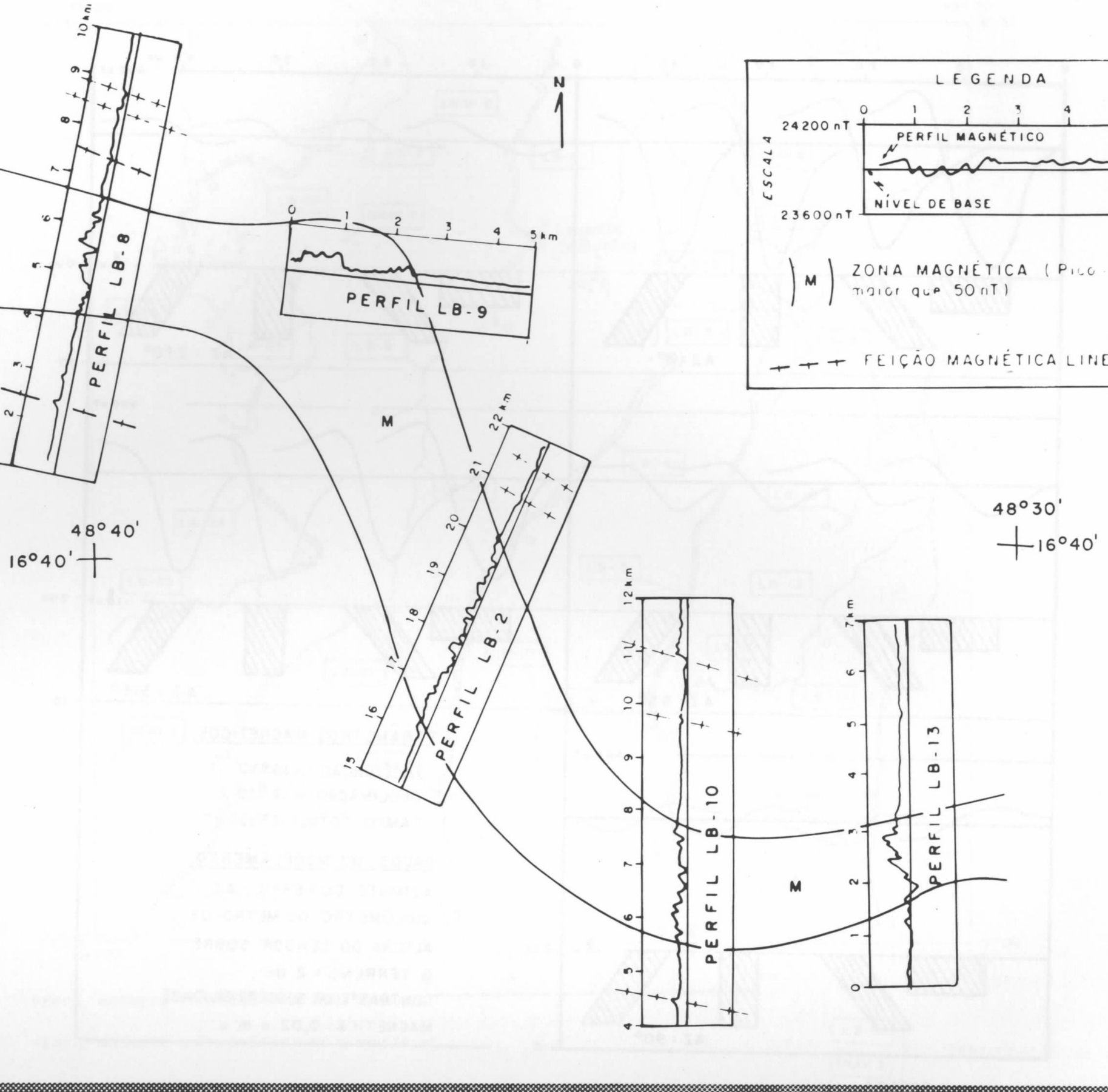


Figura II.5.3 – Exemplo do critério utilizado na seleção das zonas magnéticas.

A faixa magnética A engloba tanto rochas do Complexo Anápolis-Itauçu (APIgai), como da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), não havendo diferenciação magnética entre essas duas unidades pelo conteúdo básico desta última.

Na porção SW da folha e ao norte de Bela Vista, destaca-se a zona magnética B. Esta situa-se sobre rochas granitóides ($\gamma 2$) e principalmente, ($\gamma 1$) e granulíticas (APIgaip). O evento granitizante que ocorreu nesta área, provavelmente, promoveu a refusão das rochas granulíticas envolvidas no processo, gerando os granitóides parcialmente magnéticos e que exibem faixas com radioatividade elevada. Trata-se de rochas calcialcalinas classificadas como pertencentes à serie da ilmenita de Ishihara (1981), correspondendo ao tipo S de Chappell & White (1974).

Outras zonas magnéticas pequenas e isoladas ocorrem, sejam em terrenos granulíticos, seja no Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) e constituem-se, provavelmente, de corpos básicos e/ou ultrabásicos.

As feições magnéticas lineares são interpretadas como falhamentos ou diques, sendo que os primeiros encontram maior respaldo nas informações geológicas.

5.3.2 Cintilometria

A figura II.5.4 mostra, ainda, zonas e lineações com níveis radiométricos superiores a 100cps. As zonas 1 e 2 localizam-se sobre o corpo granitóide ($\gamma 1$), podendo representar suas partes mais evoluidas e com possibilidade de existirem veios pegmatóides associados. A zona 3 indica a continuidade do corpo de granitóide ($\gamma 2$) cartografado mais ao norte e que lhe é parcialmente coincidente (figura II.5.5).

As lineações cintilométricas, de um modo geral, estão associadas às zonas de cisalhamento cartografadas. Isto ocorre, por exemplo, com a maioria das lineações situadas sobre os granitóides localizados na parte NE da folha. Na porção SW, particularmente as lineações L1 e L2 mostram uma perfeita coincidência com essas feições estruturais. As lineações L3 a L6 também guardam boas correlações.

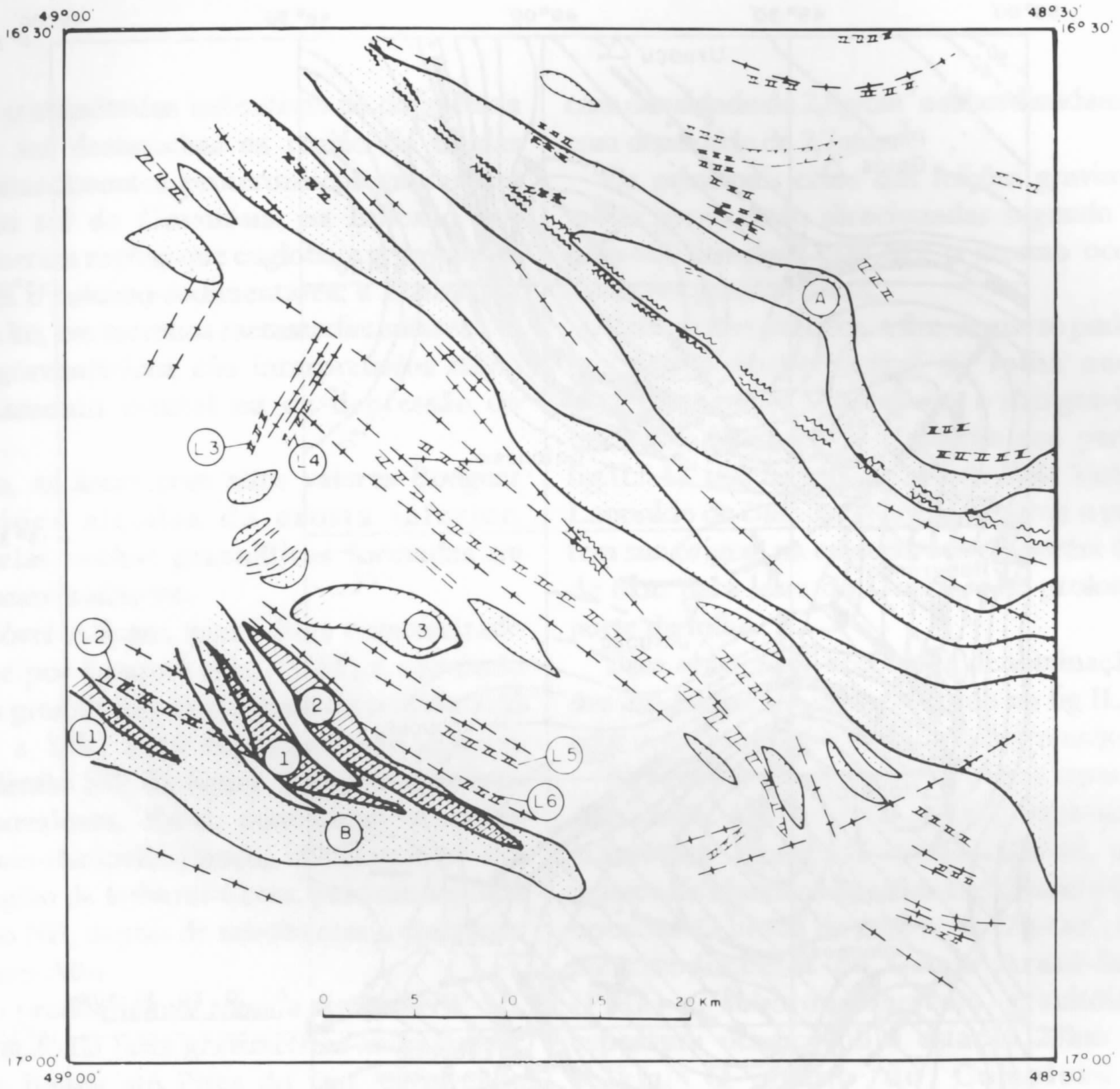


Figura II.5.4 – Síntese dos resultados geofísicos.

5.3.3 Gravimetria

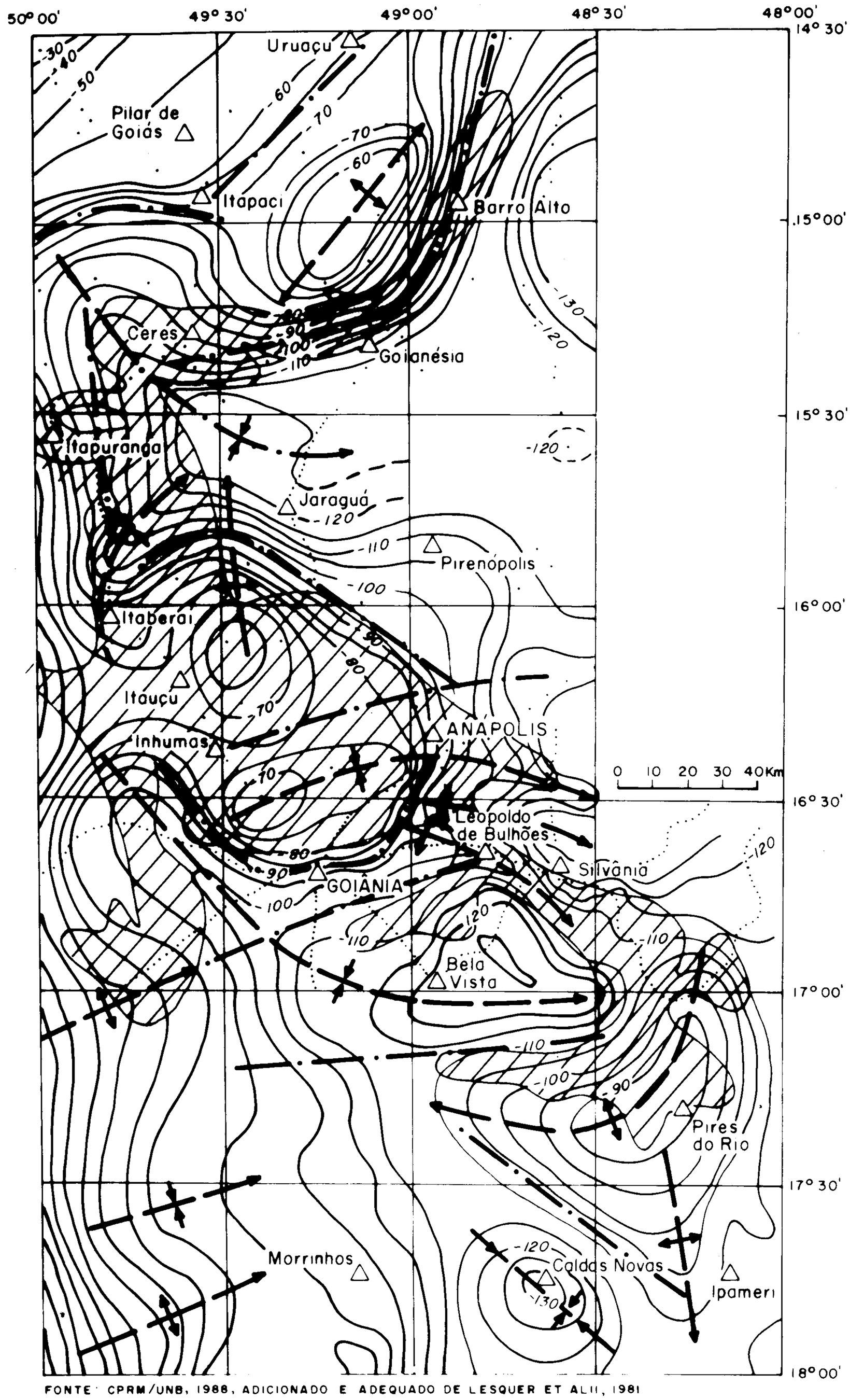
Na figura II.5.5 está contido o mapa gravimétrico *Bouguer* da região sudeste do estado de Goiás, onde se inclui a Folha Leopoldo de Bulhões. A parte situada ao norte do paralelo 17°00'S foi elaborada com base nos dados levantados em trabalho conjunto CPRM-Universidade de Brasília. Ao sul desse paralelo foram compiladas as informações contidas no trabalho desenvolvido por Lesquer *et al.* (1981) na parte sul do Cráton do São Francisco.

Dessa forma, foi possível compor uma carta regional que pudesse mostrar as grandes feições gravimétricas da região.

Nela se observa três altos gravimétricos importantes. Um deles situa-se ao norte da cidade de Goianésia; um outro localiza-se na área Goiânia-Anápolis-Itauçu; e o último, na região de Pires do Rio. Todos constituem-se de núcleos granulíticos, sendo que os dois primeiros representam o Complexo Granulítico Barro Alto (APIbga) e Anápolis-Itauçu (APIgai), respectivamente. O terceiro, associado ao alto gravimétrico de Pires do Rio não tem denominação específica e é tido como uma continuação do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai).

A interligação dos núcleos granulíticos de Barro Alto e Anápolis-Itauçu, é acompanhada por uma zona de forte gradiente gravimétrico, que se orienta N-S na região de Itaberaí-Itapuranga-Ceres, sofrendo em seguida um brusco desvio para oeste, constituindo-se em uma das características gravimétricas de Inflexão dos Pireneus.

Os núcleos granulíticos de Anápolis-Itauçu e Pires do Rio interligam-se através de uma estreita faixa de alto gravimétrico, orientada NW-SE, passando pela cidade de Leopoldo de Bulhões. Separa duas regiões de baixos valores *Bouguer*; uma ao norte, aqui denominada de baixo gravimétrico de (cidade) Silvânia, ocupada por rochas metavulcano-sedimentares e, principalmente, granitóides; e outra ao sul que recebe a denominação de baixo gravimétrico de Bela Vista. Este último reflete rochas granitóides e metassedimentares do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa).



FONTE: CPRM/UNB, 1988, ADICIONADO E ADEQUADO DE LESQUER ET ALII, 1981

Figura II.5.5 – Mapa gravimétrico Bouguer da região sudeste de Goiás.

Outras feições gravimétricas indicativas de deficiência de massa podem ser destacadas: na região de Caldas Novas, onde metassedimentos proterozóicos guarnecem águas termais; ao sul de Goianésia, na Inflexão dos Pireneus, onde ocorrem rochas que englobam granitóides, metassedimentares e vulcano-sedimentares; e finalmente à leste de Barro Alto, em terrenos metassedimentares.

Esses baixos gravimétricos são interpretados como zonas de espessamento crustal ou de depressão do embasamento.

Por outro lado, as áreas com altos valores Bouguer significam regiões alçadas da crosta inferior, representados pelas rochas granulíticas formadas ou metamorfizadas nesse ambiente.

O Cinturão Móvel Alfenas, muito bem caracterizado gravimetricamente por Lesquer *et al.* (1981) e associado também às rochas granulíticas que delimitam o Cráton do Paramirim à S e SW, está representado apenas parcialmente no limite SW da figura, pelo adensamento das curvas de isovalores. Estas, contornam o núcleo granulítico Goiânia-Anápolis-Itauçu, orientando-se em direção N-S na região de Itaberaí-Ceres, para em seguida tomarem a direção NE, depois de envolverem o complexo granulítico de Barro Alto.

A estruturação predominante toma a direção NW-SE, seguindo a orientação da faixa gravimétrica anômala que se estende desde Itauçu até Pires do Rio, envolvendo terrenos granulíticos e constituindo-se em uma provável componente de esforços tectônicos atuantes na região. Outra estruturação conjugada com esta e de expressão secundária tem direção NE a E-W.

Particularmente, sobre a Folha Leopoldo de Bulhões, conforme mostra a figura II.5.6, observa-se que a faixa do alto gravimétrico de Leopoldo de Bulhões, constituída de rochas granulíticas (densidade com valor determinado de 3,0g/cm^3), está balizada, a grosso modo, pelas curvas de -112/-114mgal, configurando-se como um alto estrutural por expor rochas infracrustais. Na parte nordeste existe o baixo gravimétrico de Silvânia, cuja existência é causada, em grande parte, pela presença de rochas granitóides com densidades que variam de 2,6 a 2,7g/cm^3. Ao sul, desponta o baixo gravimétrico de Bela Vista, onde há predominância de rochas metassedimentares do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), com densidade de 2,8g/cm^3 e subordinadamente granitóides com densidade de 2,7g/cm^3.

Os principais eixos das feições gravimétricas, de um modo geral, estão direcionadas segundo a estruturação regional principal NW-SE, o mesmo ocorrendo com a lineações gravimétricas.

Para efeitos práticos, a fim de que se pudesse apresentar um perfil *Bouguer* geral da folha onde estivessem representados os dois baixos e o alto gravimétricos acima referidos, procedeu-se a junção dos perfis Grav.3 (ver fig.II.5.1), que se estende desde Bela Vista até a rodovia Leopoldo de Bulhões-Vianópolis, com o perfil Grav.8 que tem sua origem na mesma rodovia porém deslocado cerca de 6km para leste do Grav.3, e se prolonga até o limite norte da folha.

Esse novo perfil recebeu a denominação de Grav.38 e seu modelamento está mostrado na fig.II.5.7, juntamente com o seu respectivo perfil geológico esquemático.

Nesse modelamento, o bloco com contraste de densidade $\Delta g1 = 0,05$ g/cm^3, representa um corpo granulítico alçado da crosta inferior, com suas faces perpendiculares ao perfil mergulhando 65° em sentidos opostos. O bloco de $\Delta g2 = -0,12$g/cm^3, constitui-se de metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás – (PMa) e, subordinadamente, granitóides. Sua maior espessura ocorre sob a estação 23km quando atinge 2,7km. O corpo do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) que figura no esquema geológico dessa região, pode estar representado pelo suave arqueamento da curva gravimétrica na altura das estações 18-19km. Se isto acontecer, esse corpo granulítico deve ter uma ocorrência superficial, sem apresentar continuidade em profundidade. Neste caso, a superfície topográfica do embasamento de $\Delta g2$ seria mais suave do que a modelada neste ponto.

O bloco de $\Delta g3 = -0,15$g/cm^3, está representado, essencialmente, por rochas granitóides, enquanto no bloco de $\Delta g4$, existe uma contribuição de rochas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), onde o bloco de $\Delta g5$ representa uma rocha metavulcânica básica com densidade muito próxima dos granulitos. A maior espessura do bloco de $\Delta g3$ é observada sob a estação 67km, onde alcança 2,4km.

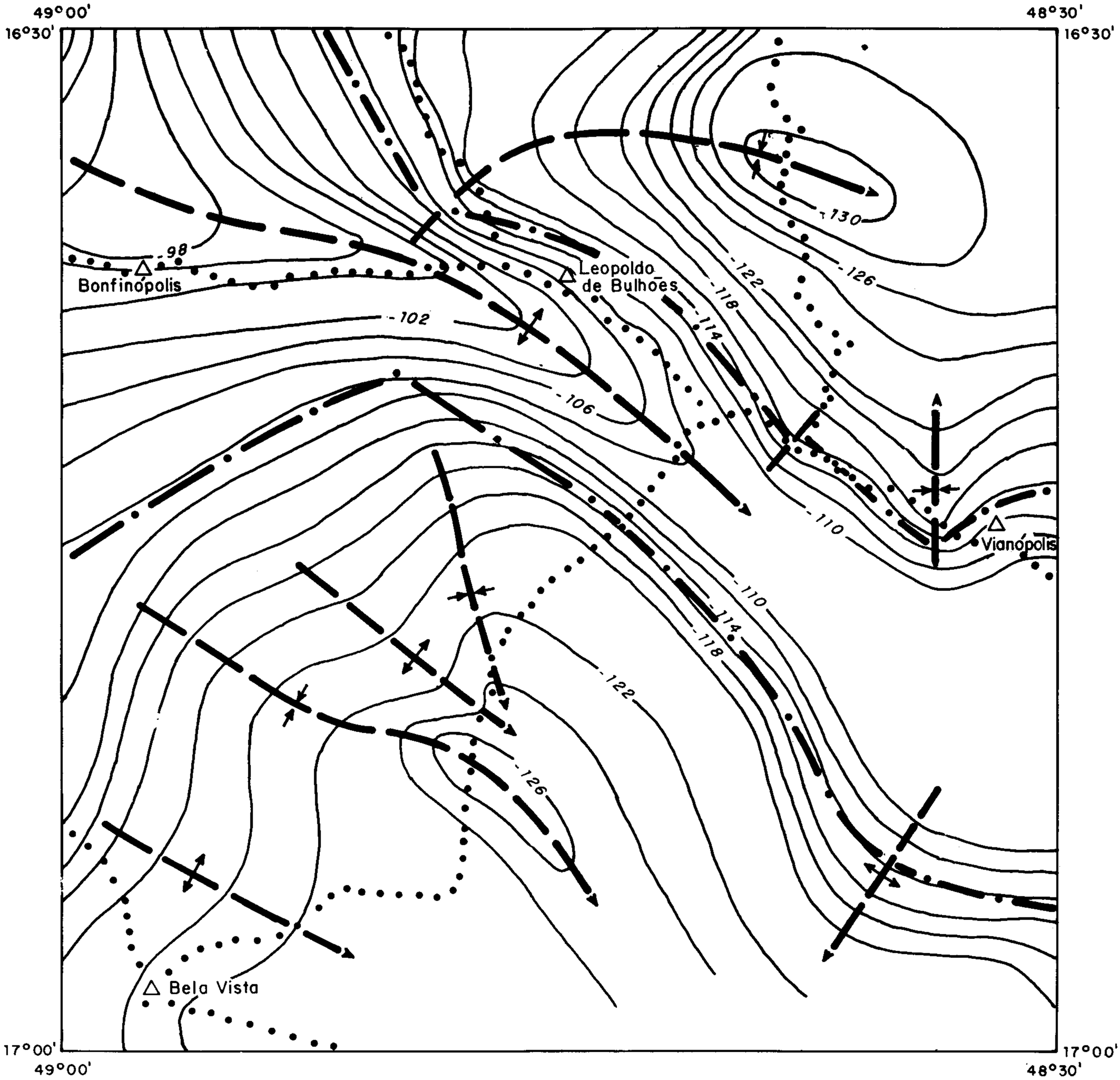


Figura IL5.6 – Integração Mapa gravimétrico.

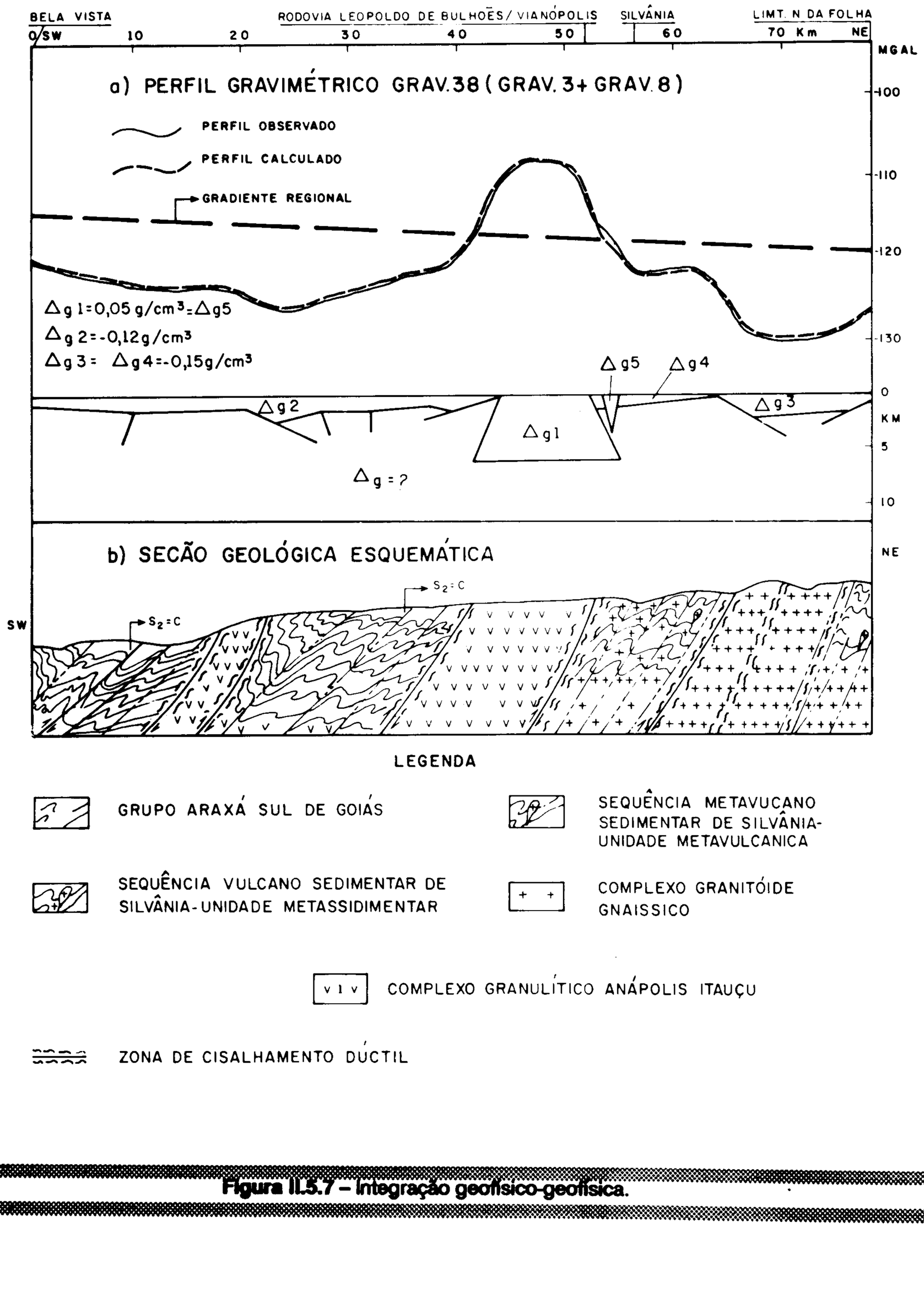


Figura II.5.7 – Integração geofísico-geofísica.

Capítulo 6
Geologia Econômica

Cipriano Cavalcante de Oliveira

6.1 Panorama Mineral

A área da Folha Leopoldo de Bulhões é provida de pouca atividade mineral, restringindo-se basicamente a extração de material de construção, como areia, argila e brita.

Entre os principais recursos minerais da área destacam-se os garimpos de ouro, paralisados desde o século passado, situados na periferia de Silvânia, onde foram abertas enormes trincheiras e escavações que circundam a cidade, fundada no Ciclo de exploração do Ouro, no Período Colonial.

No atual programa Levantamentos Geológicos Básicos em Goiás, foram encontrados indícios de cassiterita em sedimentos de corrente e concentrados de bateia nas aluviões dos rios Preto e dos Bois, bem como pirita, calcopirita, pirrotita e covelita, disseminadas nas rochas anfibolíticas de provável origem vulcano-clástica da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia e nos metagabros granulitizados. Foram ainda registradas ocorrências de cianititos relacionados à zona de falha no Complexo Granitóide Gnáissico e indícios de agalmatolitos cianitíticos a norte de Vianópolis, integrando a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB). E, finalmente, alguns indícios de óxidos de manganês foram detectados na Fazenda Calvo, sudeste da área, associados a pequenas lentes de gonditos, encaixadas entre os termos granulíticos paraderivados.

6.2 Ouro

Ocorre principalmente ao redor da cidade de Silvânia, onde foi intensamente explorado por garimpeiros durante o período colonial, concentrando-se em rochas profundamente alteradas, de composição básica a intermediária da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss).

Seus teores mais significativos provém, no entanto, do ambiente secundário, concentrando-se principalmente nos materiais aluviais, eluviais e coluviais, derivados do intemperismo daqueles litótipos.

Ocorre ainda um garimpo de ouro, recentemente desativado, na cabeceira do córrego Palmito, norte de Bela Vista de Goiás, oriundo de um nível de cascalho composto de fragmentos de quartzo e granada granitóide, situado no domínio das rochas granulíticas paraderivadas, com pouca vocação para mineralizações auríferas. Encontra-se no entanto, sob a influência de extensivas zonas de cisalhamento, permeadas por fluidos hidrotermais, propensas à formação de mineralizações auríferas.

Pintas de ouro foram encontradas na bateia, a norte e a sul da Serra da Manquitera, ligadas provavelmente a veios e vênulas de quartzo, dispostas ao longo das zonas de cisalhamento desenvolvidas próximo aos rios Preto e dos Bois, no quadrante sudeste da folha, encaixadas nas litologias da Unidade B do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaB), localmente constituída por muscovita xistos e granada-muscovita-quartzo xistos, com intercalações de muscovita quartzitos. Podem também estar associadas aos granitóides ($\gamma 3$), no domínio das zonas de cisalhamento.

6.3 Cassiterita

Vários indícios de cassiterita foram encontrados em concentrados de bateia e sedimentos de corrente no levantamento geoquímico realizado, principalmente no quadrante sudeste da folha (bacias dos rios Preto e dos Bois) e no córrego São Bento, a NE de Bela Vista de Goiás, que se acham relacionados com os granitóides ($\gamma 3$), formados por granitos a duas micas, intrusivos nos metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa).

Esses granitóides acham-se confinados às zonas de cisalhamentos transcorrente e transpurrão, com direção NW-SE, desenvolvidas nos rios Preto e dos Bois, onde se tornaram permeáveis à veiculação de fluídos pneumatolíticos/hidrotermais, realçados pela ocorrência de pegmatitos com turmalina preta e *greisen* mineralizados em cassiterita, conferindo a esses granitóides potencialidades para Sn, W, Ta, Nb, Mo, U e Th.

6.4 Sulfetos

Foram encontrados indícios de sulfetos disseminados em rochas anfibolíticas, de provável origem vulcano-

clástica, integrantes da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB), situados no córrego Palmito a 1km de sua descarga no rio das Caldas.

Análises calcográficas efetuadas revelaram a presença de pirita, pirrotita, calcopirita e neodigenita, com ilmenita e rutilo associados.

Foram também detectados sulfetos disseminados em metagabros granulitizados, a norte de Bela Vista de Goiás, próximos aos córregos Jataí, Bom Jardim e no Ribeirão Passa Quatro. A análise calcográfica de uma amostra revelou a presença de pirita em cristais finos e xenomórficos (com inclusões de calcopirita), covelita e raros e diminutos grãos de neodigenita. Todos esses sulfetos estão geralmente acompanhados por cristais de ilmenita.

6.5 Manganês

Ocorre na Fazenda Calvo, sob a forma de óxidos, numa pequena lente de gondito, que se encontra intercalada em granada gnaisses integrantes dos termos paraderivados do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai). O gondito é constituído principalmente de granada manganesífera, quartzo e óxidos de manganês e ferro, que através de enriquecimento supergenético, proporciona a formação de pequenas concentrações de óxidos de manganês, de cor cinza-escuro, aspecto maciço, frequentemente pulverulento, com alto teor de sílica e sem interesse econômico aparente.

6.6 Cianita

Ocorre principalmente a leste de Silvânia, na Fazendinha, como cianitita, disposto na forma de lente com 30 x 12m, vinculada a uma zona de falha, com direção aproximada N25°E, que intercepta os granitóides (γ1).

Essa rocha tem cor cinza-esverdeado, estrutura maciça, formada essencialmente por cianita (90%), em cristais prismáticos tabulares, parcialmente sericitizados.

Além dessa ocorrência, têm-se alguns indícios de agalmatolito cianitítico, na cabeceira do córrego Natália, norte de Vianópolis, onde constituem um nível estratigráfico bem definido na Unidade Metassedimentar da Sequência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB), prolongando-se descontinuamente em direção a leste até a Folha Caraíba, onde na Fazenda Saturno, município de Vianópolis, a Mineração Montita Ltda; desenvolveu trabalhos de pesquisa mineral nesse material, tendo definido três tipos de agalmatolitos: quartzítico, pirofilítico e cianitítico.

6.7 Material de Construção

A Folha de Leopoldo de Bulhões, devido a sua proximidade de Goiânia, tem a avaliação e o cadastro dos principais bens minerais utilizados na construção civil revestidos de especial interesse, requerendo a implementação de estudos específicos nesse campo.

Na área em foco, a extração de material de construção é feita em escala reduzida, ficando restrita à exploração de areia, argila e brita.

Areia – é extraída principalmente dos rios Piracanjuba e Caldas, destacando-se este último, em função de seu expressivo volume aluvionar e da maior aproximação de Goiânia. A areia é quartzosa, mal classificada, com os grãos de quartzo pouco arredondados, variando desde areia fina até areia muito grossa, com a presença de grânulos e pequenos seixos de quartzo.

Argila – ocorre restrita às margens dos córregos, várzeas ou nascentes de drenos, sendo na maioria das vezes produto da alteração intempérica de rochas quartzo-feldspáticas. É usada principalmente na fabricação de cerâmica vermelha, como telhas e tijolos, produzidos em escala doméstica, servindo apenas às sedes dos municípios mais próximos.

Brita – vários morrotes de micaxistos pertencentes ao Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), extensivamente aflorantes nos arredores de Bonfinópolis, oferecem potencialidade e se prestam ao aproveitamento na obtenção de brita, pois acham-se entre as duas cidades localizados apenas a 30km a leste de Goiânia. A ligação é feita por rodovia asfaltada e ferrovia. Esse material foi largamente usado como brita, na pavimentação da rodovia GO–010, onde foram abertos vários pontos de extração nos arredores de Bonfinópolis.

Capítulo 7
Metalogênese

Cipriano Cavalcante de Oliveira

7.1 Métodos de Trabalho

Os dados obtidos sobre mineralização, estratigrafia, petrologia, geologia estrutural, geomorfologia, geoquímica e geofísica foram integrados e hierarquizados em Carta Metalogenética/Previsional, marcando um novo estágio no tratamento de informações multidisciplinares através do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, cujo objetivo é delimitar, na escala 1:100.000, as áreas com indícios de mineralizações prioritárias à prospecção e à exploração mineral.

Os métodos aplicados na elaboração da Carta Metalogenética/ Previsional, escala 1:100.000, foram fundamentados nos princípios de Orlova & Shatalov (1960), e na execução do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, escala 1:250.000, convênio DNPM/CPRM, implantado a partir de 1982.

A elaboração da legenda resultou de adaptações na simbologia gráfica, utilizada nacional e internacionalmente, segundo critérios de legibilidade e precedência, sendo ajustada à escala 1:100.000, tendo em vista:

a) a necessidade de adaptação gráfica do fundo geológico da carta para torná-la metalogeneticamente significativa;

b) representar o máximo de informações metalogenéticas sobre os jazimentos minerais de forma clara e legível;

c) estabelecer a distinção entre dados econômicos e metalogenéticos; e,

d) valorizar os indícios indiretos de mineralização na sua representação cartográfica.

A Carta Metalogenética/Previsional foi elaborada sobre uma base geológica adaptada ao nível de conhecimento da área. Nesta adaptação fez-se a distinção cronológica e espacial das unidades litoestratigráficas de maior categoria, como complexos, supergrupos e grupos, bem como associações magmáticas consanguíneas ou as séries toleiíticas, calcialcalinas e alcalinas. Foram também realçados os litótipos especiais (metalotectos prováveis e possíveis), enquanto as unidades de menor categoria, tais como formação, membro e seus equivalentes, foram identificados apenas pelo uso de letras-símbolos. Os elementos estruturais da Carta Geológica foram integralmente preservados e, eventualmente, acrescidos de informações geofísicas, como lineamentos, profundidades e contornos do substrato das coberturas.

Na representação dos jazimentos minerais foi estabelecida a distinção entre os caracteres metalogenéticos e os econômicos. Os primeiros, constituem a parte interna do símbolo, de dimensão constante e de forma geométrica variável em função da morfologia. Os dados econômicos são representados por uma circunferência independente, concêntrica ao símbolo morfológico, de acordo com a forma de representação adotada no Mapa Metalogenético da Espanha, escala 1:200.000 (Espanha-PNIN, 1972).

A simbologia representativa dos caracteres metalogenéticos abrange os dados factuais sobre os jazimentos minerais, como a textura do minério, morfologia, orientação do(s) corpo(s) mineralizado(s), quimismo e associação mineralógica. Contém ainda informações sobre a classe do jazimento, adotando uma classificação mais geológica do que genética às concentrações minerais, adaptada das propostas de Wacrenier & Rouveyrol (1977), Stanton (1972) e Routhier (1963), aproximando-se daquela utilizada para os Principais Depósitos Minerais do Brasil (Branco, 1984).

Os dados econômicos dos jazimentos que têm sido alvos de pesquisa e lavra mineral estão representados por uma circunferência externa, contendo informações quanto à sua situação atual (ativo, inativo e intermitente) e seu tamanho (pequeno, médio e grande), que é dado pelo diâmetro dessa circunferência. A base utilizada desses limites foi a mesma do Mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000 (Branco, 1984), ou seja, um traço aposto acima corresponde à mina; abaixo a garimpo; à direita a jazida e à esquerda depósito.

A integração dos dados multidisciplinares permite identificar os metalotectos prováveis e possíveis em função de suas relações com os indícios de mineralizações, obtidos por via direta, estatística ou, ainda, pelo contexto geológico metalogenético. Isto possibilitou a delimitação de áreas mineralizadas prováveis, possíveis e potenciais, de acordo com os critérios pré-estabelecidos na própria carta.

7.2 Considerações Preliminares

Os dados disponíveis sobre as mineralizações na Folha Leopoldo de Bulhões são bastante limitados e acham-se contidos na tabela II.7.1, onde estão discriminadas as ocorrências de ouro(3), cobre(4), manganês(1), turmalina(1) e cianita(1).

A preparação da Carta Metalogenética/Previsional é o resultado de um trabalho multidisciplinar, executado segundo as diretrizes para elaboração de Cartas Metalogenéticas/Previsionais, na escala 1:100.000 do Convênio DNPM/CPRM, efetuado recentemente e ainda em fase de aperfeiçoamento (Delgado, 1987).

Na Folha Leopoldo de Bulhões esse trabalho foi executado contando com as seguintes informações:

– Carta Geológica na escala 1:100.000

– Carta Geoquímica de zonas e estações anômalas na escala 1.100.000

– Seções geofísicas terrestres (magnetometria e cintilometria)

– Estudos petrográficos, petrogenéticos e litoquímicos.

O objetivo final da Carta Metalogenética/Previsional é a delimitação de áreas mineralizadas ou favoráveis à mineralização, com base nas leis que controlam a distribuição das concentrações minerais na natureza. A capacidade de se alcançar com sucesso este objetivo está diretamente ligada à qualidade e ao grau de detalhe dos elementos levantados, pela cartografia geológica, prospecção geoquímica, geofísica, petrologia e cadastramento das ocorrências minerais. Assim, as unidades potencialmente mineralizadas, selecionadas com insuficiência de dados, cujas relações entre os indícios de mineralizações e os metalotectos não estejam bem estabelecidas, requerem a delimitação de áreas maiores, em função da pouca definição e detalhamento dos ambientes geológicos passíveis de abrigarem concentrações minerais significativas.

Na Folha Leopoldo de Bulhões há muita carência de informações e por isso as áreas selecionadas são de grandes dimensões. Além do mais as ocorrências cadastradas são pontuais e de pequeno potencial, sendo que algumas já constituíram locais de extração rudimentar de Au (garimpos inativos).

Apesar dessas limitações, foi elaborada a Carta Metalogenética/Previsional desta folha, com a individualização de seis áreas passíveis de suscitar interesse à prospecção mineral. Uma destas áreas é *comprovadamente* mineralizada (área VI), pois encerra dois garimpos inativos de ouro, aliados a indícios de mineralização aurífera. Foram selecionadas ainda três áreas (II, III e IV) passíveis de conterem mineralizações significativas de cobre, pois denunciaram a presença sistemática de sulfetos de cobre e afins. As áreas restantes (I e V) foram indicadas como potenciais por possuírem apenas indícios indiretos de mineralização – geoquímico e geofísico e raros indícios diretos.

7.3 Contexto Geológico/Metalogenético

Indícios diretos foram detectados nas litologias do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), distribuídos na forma de sulfetos (calcopirita e covelita), disseminados em granulitos ortoderivados (metagabróides e anfibolitos) e Mn em granulitos paraderivados, por enriquecimento supergênico a partir de gonditos.

Os principais indícios diretos de mineralizações na área em foco acham-se, no entanto, distribuídos principalmente no domínio da Sequência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) destacando-se o ouro nas litologias

Tabela II.7.1 – Listagem das ocorrências minerais.

Nº de Referência	Substância	Local	Rocha Encaixante/Hospedeira ou Associada	Dados Econômicos
1	Cobre	Fazenda Jataí-Bela Vista de Goiás	Metagabróides granulitizados	
2	Cobre	Córrego Palmito-Bela Vista de Goiás	Epidoto anfibolito (vulcanoclástica)	
3	Ouro	Cabeceira do córrego Palmito-Bela Vista de Goiás	Aluvião	Garimpo inativo
4	Cobre	Cabeceira do córrego Palmito-Bela Vista de Goiás	Metagabros granulitizados	
5	Cobre	Ribeirão Passa Quatro	Metagabros granulitizados/anfibolitos	
6	Ouro	Silvânia (saída oeste da cidade)	Aluvião/Coluvião/Eluvião	Garimpo inativo
7	Ouro	Silvânia (saída norte da cidade)	Aluvião/Coluvião/Eluvião	Garimpo inativo
8	Turmalina	Rio Preto (sul de Silvânia)	Pegmatitos	
9	Manganês	Fazenda Calvo (sul de Silvânia)	Gonditos	
10	Cianita	Fazenda Calvo (leste de Silvânia)	Cianititos	Dimensões aflorantes: 30m x 12m

metavulcânicas (metabasitos e andesitos), cobre (calcopirita e covelita) nos termos vulcano-clásticos (epidoto anfibolito) estritamente controlados por expressivas zonas de cisalhamento.

Foram encontrados ainda pegmatitos com turmalina, restritos à zonas de cisalhamento, vinculados ao evento formador dos granitóides ($\gamma 3$).

Independente da vocação geológico-metalogenética da unidade mapeada, recomenda-se que todas as zonas de cisalhamento cartografadas mereçam especial atenção na definição e priorização de áreas para a prospecção mineral, devido à ocorrência de um garimpo de Au (córrego Palmito) e inúmeras estações anômalas de As – 1ª ordem, distribuídas em terrenos granulíticos, incompatíveis com mineralização dessa natureza, mas vinculados provavelmente à circulação de fluidos hidrotermais, nessas zonas de cisalhamento, por ocasião da colocação dos granitóides ($\gamma 2$) e ($\gamma 3$).

Os indícios diretos (ocorrência mineral e garimpos), adicionados aos indiretos (contexto geológico-estrutural, anomalias geofísicas e geoquímicas) permitiram selecionar seis áreas que suscitam interesse à propecção mineral. Destas, duas situam-se no Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu/Granitóide ($\gamma 2$); duas na Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia; e duas nos granitóides ($\gamma 3$) e metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Estas áreas serão descritas a seguir, obedecendo um contexto litoestratigráfico, estrutural e metalogenético.

7.3.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu – APIgai

Os indícios diretos reunidos aos indiretos (anomalias geoquímicas, geofísicas e contexto geológico-estrutural) propiciaram a delimitação de duas áreas (III e IV) passíveis de conter mineralizações de Cu, Ni, Co, Zn e Au, ligadas principalmente aos granulitos básicos (metagabróides e anfibolitos), sendo que este último elemento (Au) acha-se confinado às zonas de cisalhamento de alto ângulo, onde houve a percolação de fluidos hidrotermais.

Área III – Localizada na parte centro-oeste da folha, compõe-se, principalmente, de granulitos paraderivados e ortoderivados, que foram atravessados por granitóides ($\gamma 2$) (metagranitóides graníticos, granodioríticos e álcali-granitos porfiríticos).

Mineralizações de sulfetos (calcopirita, pirita e covelita) foram detectadas disseminadas em granulitos básicos (metagabróides e anfibolitos) e metaultrabasitos (metapiroxenitos), distribuídas na Fazenda Jataí e córrego Bom Jardim. Estas ocorrências quando reunidas às anomalias geoquímicas (Cu-2ª ordem, Ni-2ª ordem, Co- 1ª ordem e Zn-2ª ordem, em sedimentos de corrente) e geofísicas (magnéticas) permitiram delimitar essa área como passível de acumular mineralizações significativas para Cu, Ni, Zn, Co e Cr.

Além desses metais básicos, essa área constitui-se num prospecto recomendável à pesquisa de Au, principalmente restrito às zonas de cisalhamento, onde há filões e vênulas de quartzo, possivelmente mineralizadas em Au, associadas a eventos geológicos posteriores, como às intrusões dos granitóides $\gamma 2$ nos litótipos do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu.

Área IV – Acha-se inserida num contexto geológico-estrutural semelhante ao da área anterior, sendo formada principalmente por uma "lasca" de rocha do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, projetada para leste, sobre os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás, mediante expressiva zona de cisalhamento transcorrente (Mata Feia – ribeirão Passa Quatro), com direção aproximada E-W. Na região do ribeirão Passa Quatro, essa transcorrência é conjugada com uma zona de cisalhamento contracional (baixo ângulo), com direção N-S, onde foi encontrada uma ocorrência de sulfetos (calcopirita, pirita e covelita), disseminados em metagabróides e anfibolitos.

Aliada a esta ocorrência de cobre, foram detectadas ainda, nessa área, anomalias geoquímicas (Cu-2ª ordem e Ag-1ª ordem) e geofísicas (magnéticas), conferindo-lhe potencialidade para Cu, Zn, Ni, Cr e Co.

7.3.2 Sequência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – PIvss

Esta unidade destaca-se como a de maior chance de encerrar depósitos minerais significativos, tanto para Au como para sulfetos polimetálicos de metais básicos (Cu, Pb e Zn) ligados às litologias metavulcânicas diferenciadas (Unidade PIvssA) (metabasaltos, metandesitos e quartzo dacitos) e vulcano-clásticas (tufos), e metassedimentos clásticos e químicos (*chert* e xistos grafitosos) da Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB).

Área II – Localiza-se no limite oeste da folha, a sul/sudeste de Bonfinópolis e é constituída integralmente por litologias da Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB) da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), destacando-se micaxistos granatíferos, portadores de alumino-silicatos (andalusita e cianita), onde se intercala uma lente-camada de epídoto + anfibolito que encerra mineralização de sulfetos (calcopirita, pirita, pirrotita e neodigenita). Aliadas a esta ocorrência foram detectadas anomalias geoquímicas de Cu (2ª ordem) e As (1ª ordem), em sedimentos de corrente, revelando-se dessa maneira uma das áreas de maior potencialidade para Cu, em toda folha cartografada, na forma de sulfetos polimetálicos, possivelmente tendo Au como subproduto imediato. O modelado geológico-estrutural, em *nappe* tectônico, dessa unidade, que se projeta para leste sobre as rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, mediante uma zona de cisalhamento contracional, pode constituir peça fundamental no transporte e acumulação de possíveis depósitos de sulfetos de cobre.

Área VI – Está situada no quadrante NE da folha, disposta numa estreita faixa com direção aproximada NW-SE, onde se destaca a cidade de Silvânia. É constituída por anfibolitos e metandesitos da Unidade Metavulcânica (PIvssA) da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), onde, nos arredores de Silvânia, no período colonial, foi extraído Au em garimpos a partir de materiais aluviais, eluviais e coluviais derivados da degradação dos litótipos supracitados somados a vênulas e filões de quartzo, provenientes de zonas de cisalhamento.

Além das ocorrências já citadas, foram detectados indícios indiretos, como pintas de Au em concentrados de bateia e estações anômalas de As (1ª ordem), Cu (2ª ordem) e Co (2ª ordem) em sedimentos de corrente, sobrepostas a uma extensiva anomalia magnética. Isto levou a classificar esta área como provável para a acumulação de depósitos auríferos e metais básicos (Cu, Zn e Pb). O quadro tectônico-estrutural formado por expressiva zona de cisalhamento transcorrente, de direção NW-SE, que assume feição contracional (NE-SW), a oeste de Silvânia, colocando os litótipos do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) sobre as rochas metavulcânicas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), desempenhou papel fundamental na concentração das mineralizações consideradas.

7.3.3 Granitóide $\gamma 3$

Inúmeros indícios indiretos, como cassiteria e ouro em concentrados de bateia – contexto geológico favorável pela ocorrência de pegmatitos com turmalina – permitiram selecionar duas áreas (I e V) potencialmente suscetíveis de hospedar significativas mineralizações de cassiterita e ouro.

Área I – Localizada no quadrante sudoeste da folha, a norte de Bela Vista de Goiás. É formada exclusivamente de granitóides ($\gamma 3$) (metagranitos a duas micas e metagranodioritos), de natureza calcialcalina com alto potássio, essencialmente crustais, que ocorrem confinados a expressivas zonas de cisalhamento transcorrente, com direção aproximada E-W. Nesta área foram detectadas cassiterita em concentrados de bateia e uma ampla anomalia de As (1ª ordem) em sedimentos de corrente, conferindo-lhe potencialidade para prospecção de Sn e Au, notadamente nas zonas cisalhadas, onde, freqüentemente, percolam fluidos pneumatolítico-hidrotermais granitófilos, tornando esses granitos especializados e potencialmente prospectáveis para Sn, W, Ta, Nb, Mo, U e Th.

Área V – Situa-se no quadrante sudeste da folha, no interflúvio dos rios Preto e dos Bois. É formada por metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), destacando-se os xistos feldspáticos e feldspatizados da Unidade A e os muscovita xistos, granada-muscovita-quartzo xistos, quartzo xistos e quartzitos da Unidade B. Intrusivos nesses metassedimentos foram encontrados granitóides ($\gamma 3$) (metagranitos a duas micas e metagranodioritos), foliados, miloníticos, estritamente controlados por zonas de cisalhamento transcorrente e de transpurrão, com direção NW-SE a N-S. Foram encontrados pegmatitos mineralizados a turmalina, vinculados a esses granitóides, em zonas de cisalhamento. Inúmeros indícios indiretos foram detectados nessa área, como cassiterita e ouro em concentrados de bateia, estações anômalas de Sn, W, Be, Ag e Cu em sedimentos de corrente, e algumas anomalias geofísicas dispersas (radiometria e magnetometria). Pegmatitos com turmalina são indicativos de um estágio tardi-magmático, relacionados à intrusão dos granitóides ($\gamma 3$), restritos a zonas de cisalhamento, preferivelmente em locais transtensionados, onde formam sítios propícios à veiculação de fluídos granitófilos, como boro (turmalinização) e Sn (greisenização), tornando esses granitóides especilizados e potencialmente prospectáveis para Sn, W, Ta, Mo e Be.

Expressivas pintas de ouro foram encontradas também em concentrados de bateia, aliadas às inúmeras estações anômalas de 1ª e 2ª ordens para As em sedimentos de drenagem, que parecem derivar de vênulas graníticas e filões de quartzo injetados principalmente nos xistos feldspáticos da Unidade A do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA).

Capítulo 8
Evolução Geológica

Cipriano Cavalcante de Oliveira

Com base nas investigações geológicas, tectono-estruturais e litoquímicas observadas, adotou-se o modelo de evolução crustal de protoplacas tectônicas, proposto por Windley (1982) para explicar a evolução crustal arqueana. Esse autor acredita num desenvolvimento combinado e complementar entre a geração dos *greenstones belts*, que seriam formados em bacias marginais tipo *back-arc*, e os gomplexos gnáissicos de alto grau que se aglutinariam no arco magmático principal.

Marini *et al.* (1979) propuseram um modelo de tectônica de placas continentais para explicar a evolução crustal arqueana na região Centro Oeste, onde os granulitos seriam formados pelo consumo de uma placa oceânica.

Com base no modelo evolutivo de Windley (1982), procurar-se-á explicar a evolução crustal arqueana/proterozóica inferior na região centro-sul de Goiás, (figuras II.8.1 e II.8.2), cujo desenvolvimento esteve ligado à própria formação dos terrenos de alto grau metamórfico (Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu–APIgai) e os de baixo grau (*greenstones belts* Crixás e Goiás).

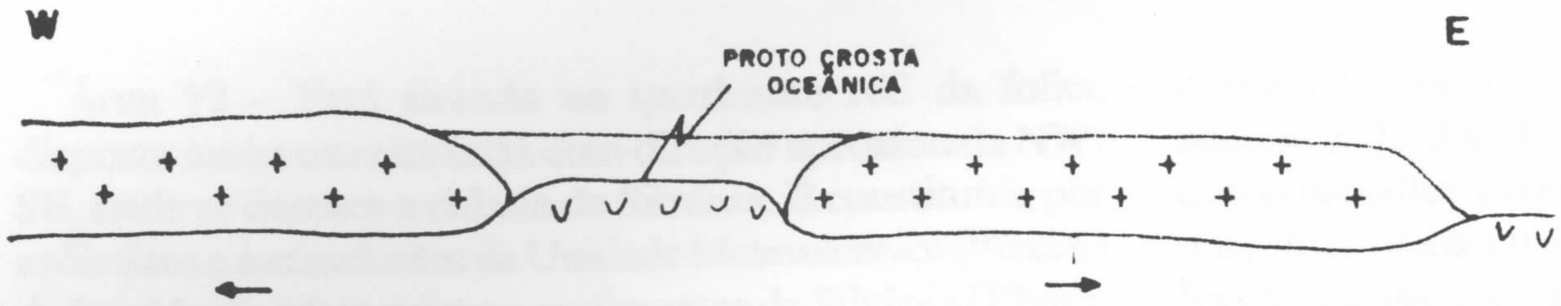
O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) forma um proeminente cinturão de rochas cisalhadas, infracrustais e supracrustais tectonicamente imbricadas, com predominância dos termos paraderivados. Entre as rochas infracrustais destacam-se os corpos de granulitos básico-ultrabásicos de derivação toleítica e alguns corpos ácidos da suíte charno-enderbítica, elevados à fácies anfibolito alto-granulito. Este cinturão de rochas granulíticas acha-se comprimido entre o Cráton do São Francisco, a leste, e o Bloco Porangatu a oeste, podendo ser considerado um "orógeno colisional", que foi submetido aos seguintes estágios evolutivos:

a) Fase inicial distensiva, compreendida entre 3.500-3.000Ma., que atuou sobre uma protocrosta continental, promovendo seu adelgaçamento e rifteamento, resultando desse modo a formação de uma mini-protocrosta oceânica. A geração dessa crosta processou-se de forma muito peculiar, num ambiente de alto gradiente geotérmico, caracterizado por um regime permóvel, tectônica horizontal, e margens continentais ativas, onde foram depositados sedimentos pelíticos e pelítico-arenosos.

b) Durante o estágio subseqüente, compressivo, desenvolvido entre 3.000 e 2.400Ma., ocorreram o fechamento do orógeno e a subducção para oeste daquela protoplaca oceânica, transportando os sedimentos pelíticos e carbonáticos plataformais e algumas rochas vulcânicas associadas às condições da fácies granulito. As associações mineralógicas/petrogenéticas resultantes revelaram condições de média pressão (6-8kbar) e alta temperatura 700°-800°C. Os sedimentos pelíticos/pelítico-arenosos foram transformados, nessas condições, em gnaisses silícico-aluminoso-quartzo-granatíferos e gnaisses quartzo-feldspato granatíferos, amplamente aflorantes na área. Já nas partes mais profundas da crosta oceânica, sucederam-se expressivas intrusões de rochas metagabróides e ultrabásicas diferenciadas, derivadas de um magma toleiítico depletado arqueano (DAT).

Este complexo de rochas granulíticas, na fase deformacional e de soerguimento, sofreu inversão de seus movimentos tectônicos, sendo sistematicamente delaminado e empurrado de oeste para leste, rumo ao Cráton do São Francisco, num regime de cisalhamento simples, dúctil, contracional, de baixo ângulo, gerando estruturas tipo *nappes* complexos, com elevado grau de imbricamento crustal (figura II.8.3). Seus movimentos de ascenção aos níveis crustais superiores iniciaram-se no Ciclo Jequié (2.500–2.000Ma.) e prosseguiram durante os ciclos Transamazônico (2.000–1.900Ma.) e Uruaçuano (1.300–900Ma.). Acredita-se que no Uruaçuano tenha-se iniciado a exumação de parte desse complexo de rochas granulíticas para superfície. Isto é confirmado pela ocorrência de rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), imbricadas com os litótipos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), deformados no Uruaçuano, formando, às vezes, frente de empurrão dos granulitos sobre os metassedimentos desse grupo, como ocorre na parte centro-sul da área, na região do ribeirão Passa Quatro. As sucessivas fases de retrogressão metamórfica, sobrepostas às rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, retrocedendo-as até a fácies xisto-verde de baixo grau, marcam a ascenção dessas fatias infracrustais para a superfície.

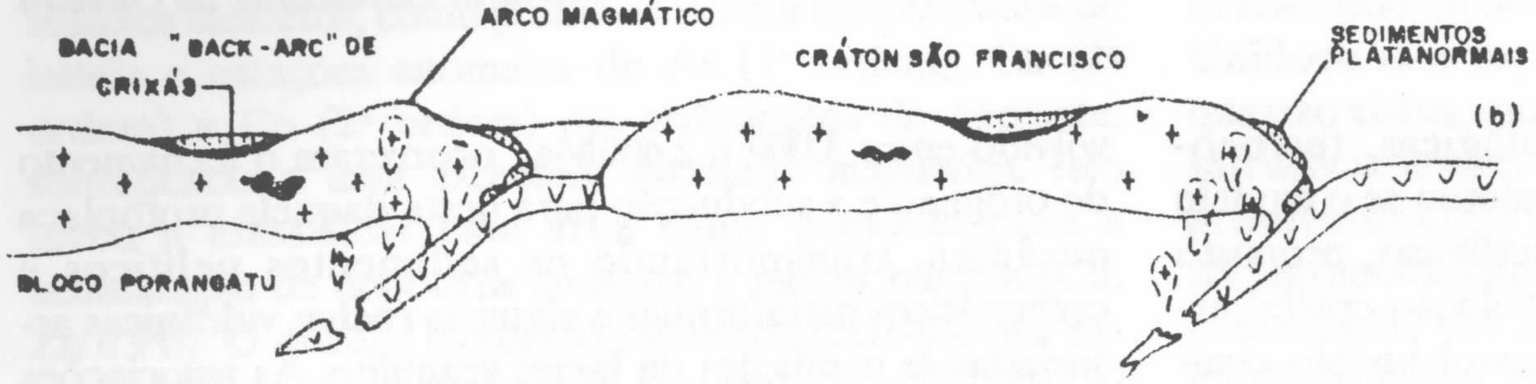
Voltando ao modelo proposto por Windley (1982), os *greenstones belts* de Goiás/Crixás seriam formados a oeste do Cinturão Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), na



(a) ARQUEANO (3.5 - 3.0 G.a.)

(a) ARQUEANO (3.5 - 3.0 G.a.)

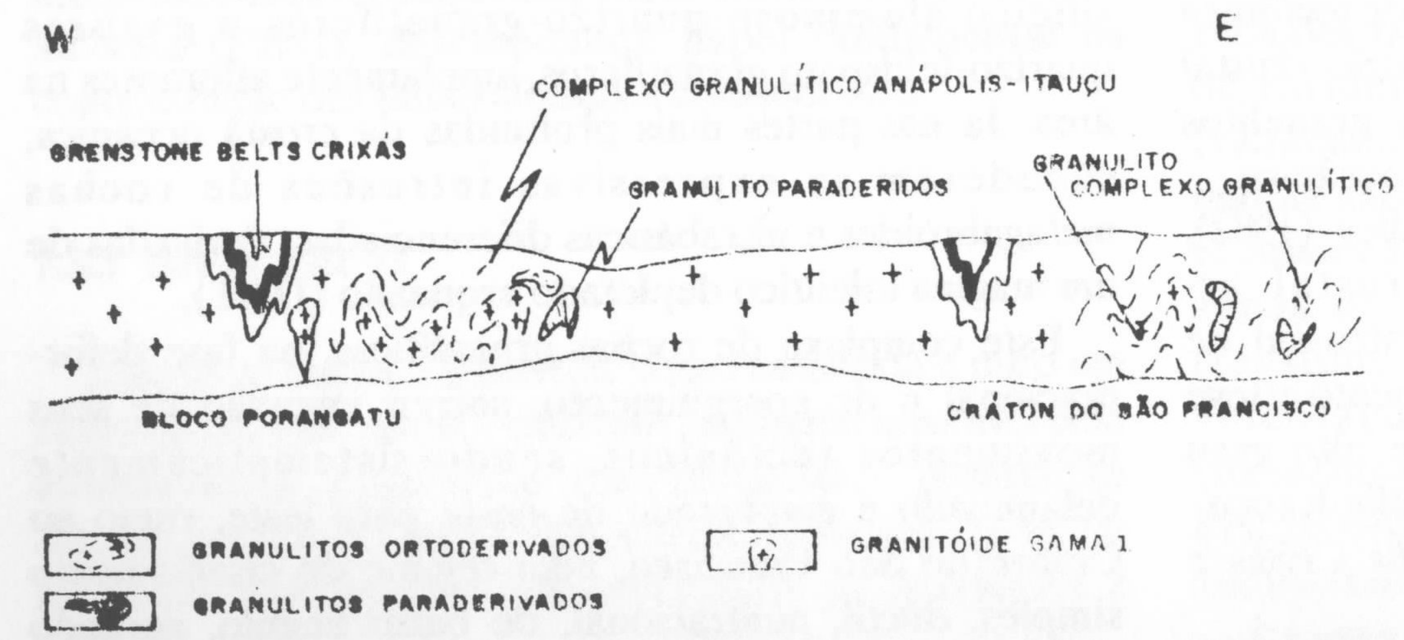
Fase inicial distensiva com adelgaçamento e riftig mento da crosta siálica original e a formação de uma protocrosta oceânica, em regime permóvel.



(b) ARQUEANO PROTEROZÓICO INFERIOR (3.0 - 2.7 G.a.)

(b) ARQUEANO PROTEROZÓICO INFERIOR(3.0-2.7G.a.)

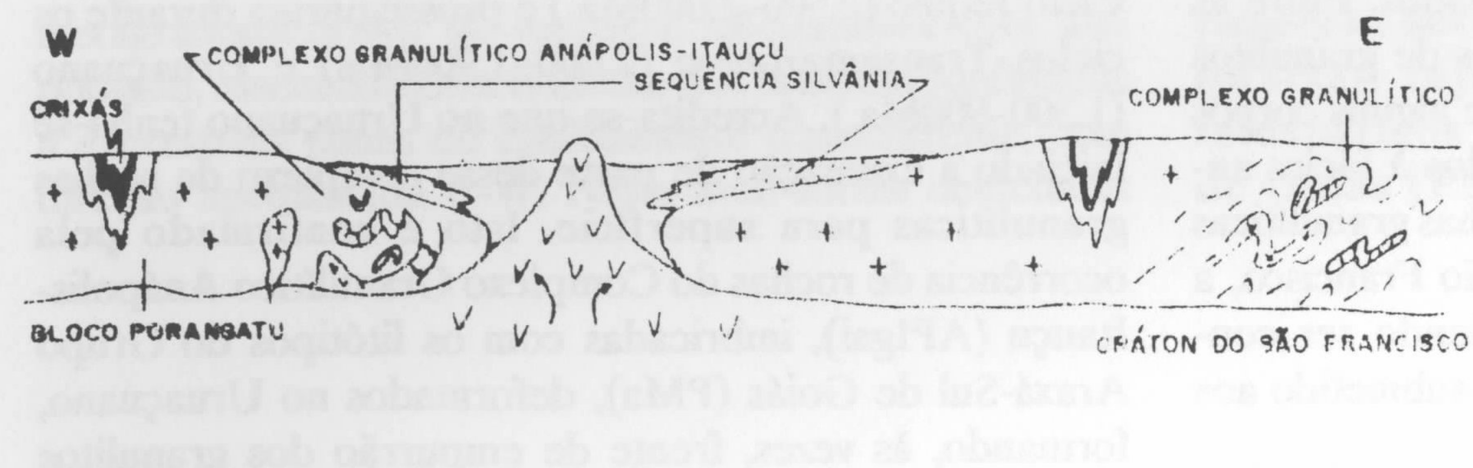
Subducção da protoplaca oceânica de leste para oeste transportando sedimentos plataformais(pe litos), às condições facies anfibolito alto/granu lito. E acompanhada diferenciação magmática, plu - tonismo ácido e básico-ultrabásico e fusão parcial da crosta inferior (granitóides gnaíssico gama 1). De modo quase sincrônico, desenvolveram bacias marginais tipo "back-arc" (greenstone belts de Crixás e Goiás).



(c) ARQUEANO PROTEROZÓICO INFERIOR (2.7 - 2.4 G.a.)

(c) ARQUEANO PROTEROZÓICO INFERIOR(2.7-2.4G.a.)

Fechamento do orógeno e colisão continental com soldadura dos crátons e a formação de uma sutu - ra crítica. Progressivo plutonismo granítico, soer - guimento, imbricamento, crustal, delaminação e empurrão das fatias de granulitos de oeste para leste rumo ao cráton São Francisco, balizados por um cisalhamento simples, dúctil, contracional de baixo ângulo.



(d) PROTEROZÓICO INFERIOR (2.4 - 1.8 G.a.)

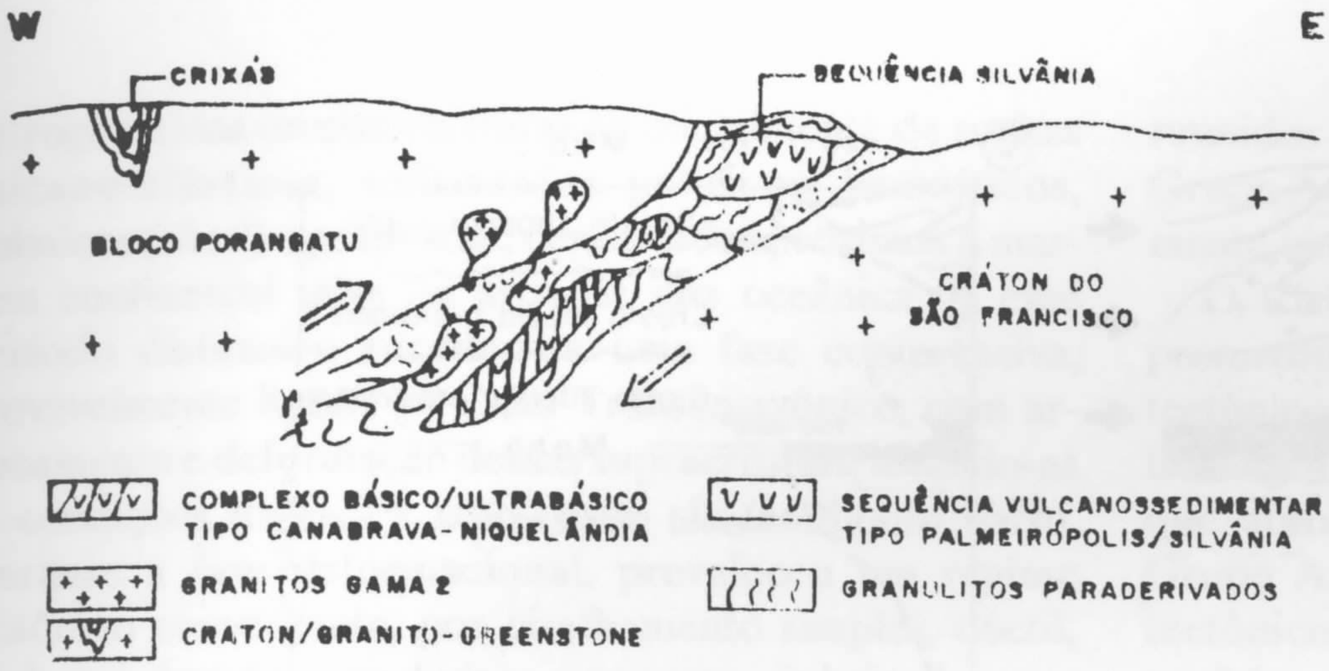
(d) PROTEROZÓICO INFERIOR (2.4 - 1.8 G.a.)

Fase distensiva com separação dos blocos continen tais, nas linhas de fraqueza arqueana com gera - ção de uma crosta oceânica caracterizado por vulcanismo toleiítico a calci-alcalino tipo arco de ilha, associados a deposição de sedimentos quí - micos, clásticos, vulcanoclásticos, análogos aos encontrados nas sequências vulcanossedimenta - res de Silvânio, Rio do Peixe e Palmeirópolis.

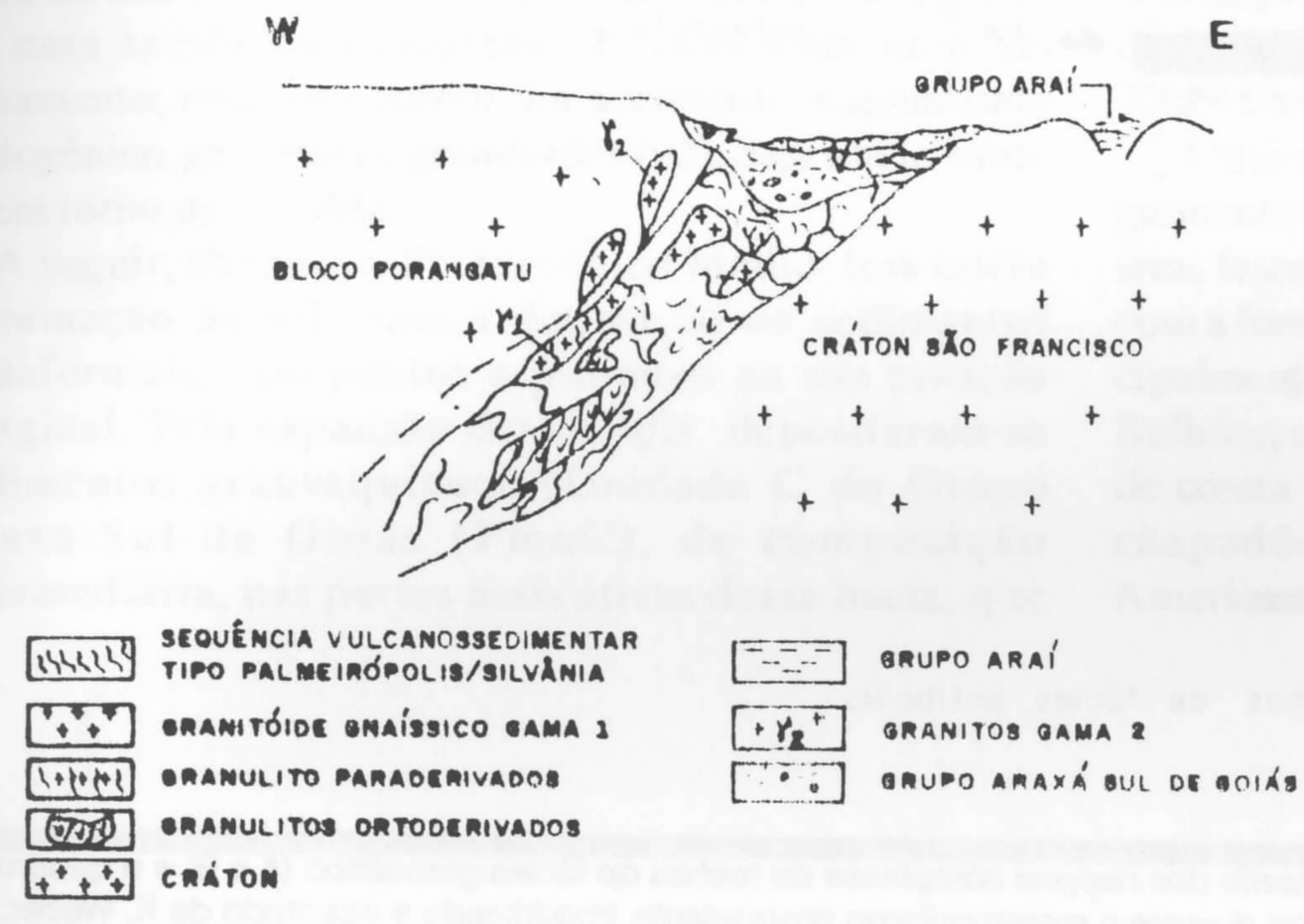
COMPLEXO GRANULÍTICO
GREENSTONE BELT
CRÁTON
GRANITÓIDE
SEQUÊNCIA VULCANOSSEDIMENTAR TIPO PALMEIRÓPOLIS/SILVÂNIA

(d) PROTEROZÓICO INFERIOR (2.4 - 1.8 G.a.)

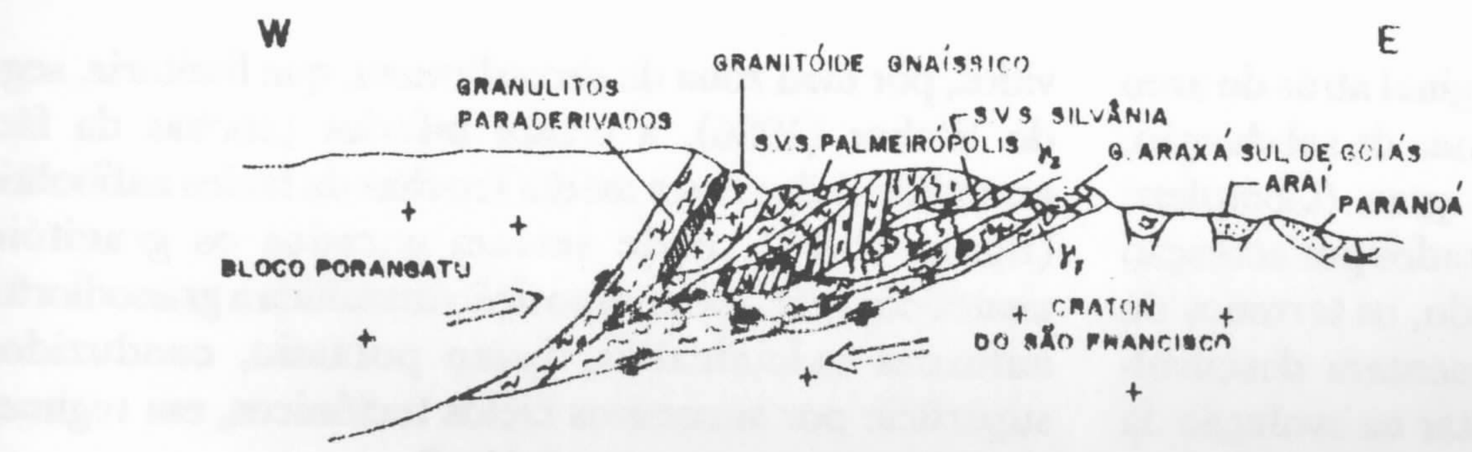
Figura II.8.1 – Evolução geotectônica da região centro-oeste do Arqueano ao Proterozóico Inferior.



(e) INÍCIO PROTEROZÓICO MÉDIO (1.7-1.6 b.a.)



(f) PROTEROZÓICO MÉDIO (1.6-1.2 b.a.)



(g) SITUAÇÃO DOS BLOCOS CRUSTAIS-PROTEROZÓICO MÉDIO-SUPERIOR (1.2-0.6 b.a.)

Figura II.8.2 – Evolução geotectônica da região centro-oeste do Proterozóico Médio a Superior.

(e) INÍCIO DO PROTEROZÓICO MÉDIO (1.8-1.6 G.a.)

Fase de compressão e arqueamento das Sequências Metavulcanossedimentares de Silvânia, acompanhadas de magmatismo cratogênico com a formação de granitóides (gama 2).

(f) PROTEROZÓICO MÉDIO (1.6-1.2 G.a.)

Segue-se uma fase distensiva com separação continental, formação de "rift" e deposição de sedimentos psamíticos marginais e pelítico s distais — (Grupos Serra da Mesa e Araxá Sul de Goiás), numa evolução tipicamente ensiálica sem o desenvolvimento de uma crosta oceânica

(g) PROTEROZÓICO MÉDIO-SUPERIOR (1.2-0.6 G.a.)

Fase compressiva com arqueamento/delaminação crustal, e obducção dos corpos básico-ultrabásicos granulitizados (Niquelândia, Goianésia-Barro Alto e Cana-Brava) conduzidas por zonas de transcorrência e de cisalhamento contracional de baixo ângulo.

PROTEROZÓICO SUPERIOR (1.0-0.7 G.a)

Esta região foi alvo de compressão e arqueamento dos sedimentos formados no período anterior, impondo-lhes um metamorfismo de baixo grau, seguindo por intrusões de corpos graníticos (gama 3) e ascenção tectônica de lascas básico-ultrabásicas. Ocorre ainda o desenvolvimento localizado de uma sedimentação molassóide (Grupo Paranoá).

Já o início do Paleozóico (600-500 m.a.) passa a predominar uma calmaria tectônica, sucedida por processos espirogenéticos e a formação de sinéclise, regida por uma sedimentação epicontinental.

Como registros mesozóicos (120 - 60 m.a.) têm-se diques básicos, originários de um magmatismo fissural toleítico continental.

Finalmente, no cenozóico (60 - 0 m.a.) esta região foi alvo de soerguimento epirogenético e erosão, seguida por sucessivas fases de pediplanização e aplainamento, formando extensos chapadões, com registros localizados de depósitos, lagunares, associados às depressões continentais

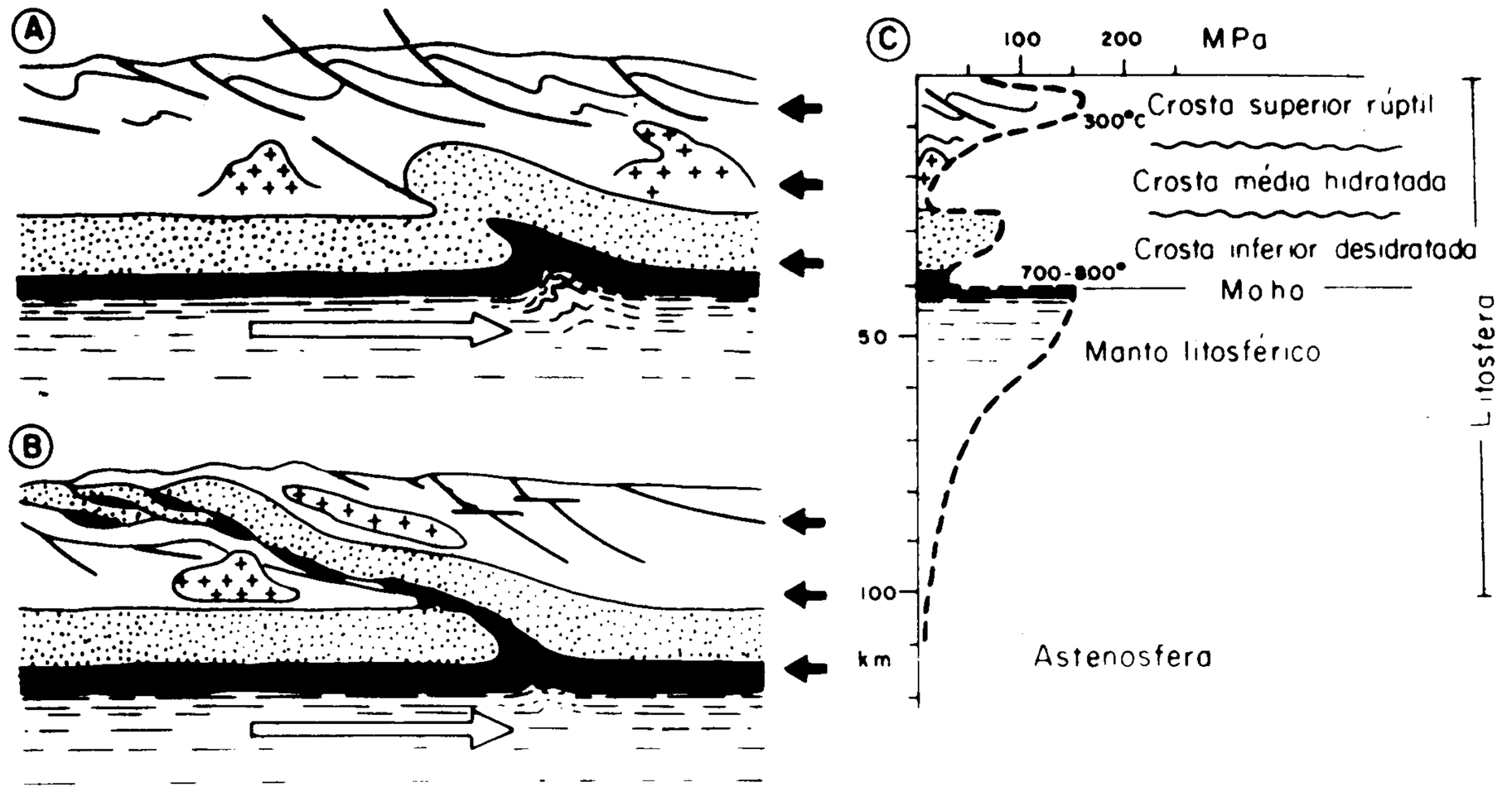


Figura II.8.3 – Diagrama esquemático do desenvolvimento dos *nappes* complexos de rochas do fácies granulítico (A e B) e o quadro completo dos fluxos de esforços na litosfera continental durante o metamorfismo progradante (modificado e adaptado de K. Weber, 1986).

crosta continental, como uma bacia marginal atrás do arco magmático. Neste último e na própria zona de subducção, seriam formados os terrenos de alto grau (Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu) e incorporados por acresção vertical à crosta continental. Desse modo, os terrenos de baixo e alto grau metamórficos apresentam desenvolvimento quase sincrônico e complementar na evolução da crosta arqueana.

A ocorrência de granulitos paraderivados (gnaisses silícico-aluminoso-quartzo-granatíferos) do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) na área, distribuídos na forma de paleossomas encravados nos granitóides ($\gamma 1$), marca uma vinculação direta e um desenvolvimento combinado entre o processo de granulitização e a geração desses granitóides. Evidencia que houve uma evolução sincrônica entre ambos, desde o Arqueano até o Proterozóico Inferior. Acredita-se que esses granitóides ($\gamma 1$) sejam formados por processos anatéticos a partir da fusão parcial de rochas da facies transicional anfibolito alto/granulito. Esta transição faciológica é bem definida, com base nas características reológicas dos litótipos envolvidos, por uma zona de *decoullement*, que limitaria, segundo Weber (1986), a crosta inferior (rochas da fácies granulítica) da crosta média (rochas da fácies anfibolítica) (figura II.8.3), onde seriam gerados os granitóides anatéticos ($\gamma 1$) – de composição tonalítica a granodiorítica, natureza calcialcalina, baixo potássio, conduzidos à superfície por sucessivos ciclos tectônicos, em regime de cisalhamento contracional dúctil.

Entre 2400–2000Ma., iniciou-se uma nova fase distensiva com separação dos blocos continentais, seguindo as linhas de fraqueza, originadas no Arqueano, com a geração de uma limitada crosta oceânica. Neste contexto, foram depositadas as rochas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), formada por uma unidade vulcânica cujos dados litoquímicos e petrogenéticos revelaram tratar-se originalmente de basaltos toleiíticos e calcialcalinos, injetados numa ambiência geotectônica tipo arco de ilha, com desenvolvimento próximo ao continente. A cartografia realizada também separou uma Unidade Metassedimentar/Mista na Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, cujos dados litoquímicos e

petrogenéticos revelaram tratar-se inicialmente de rochas vulcano-clásticas, sedimentos pelíticos, psamíticos, químicos (*chert*) e grauvacas, depositados próximos à margem continental ativa ou arco de ilha oceânica. A esse período distensivo sucedeu-se uma fase compressiva, provavelmente ligada ao Ciclo Transamazônico, com arqueamento e deformação dessas supracrustais, levando-as ás condições da facies xisto-verde alto/anfibolito baixo. Durante a fase deformacional, prevaleceu um regime tectônico convergente, por cisalhamento simples, dúctil, de baixo ângulo, que foram em parte, imbricados aos terrenos granulíticos já formados, sendo ambos projetados rumo ao Cráton do São Francisco.

Já no início do Proterozóico Médio, ainda sob o efeito de uma tectônica compressiva combinada com arqueamento, essa área sofreu um acentuado magmatismo cratogênico, gerando os granitóides ($\gamma 2$), cuja idade situa-se em torno de 1300Ma.

A seguir, durante o Proterozóico Médio, tem início a formação de *rifts* com a deposição de sedimentos plataformais, tipo pelitos e psamitos na sua posição marginal. Pela expansão desses *rifts* depositaram-se sedimentos grauvaquianos (Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PmaC), de composição intermediária, nas partes mais ativas dessa bacia, que reunidos aos primeiros constituem os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), cuja evolução é inteiramente ensiálica.

O Ciclo Brasiliano, que marca o ocaso dos tempos proterozóicos na área, é caracterizado por um regime tectônico compressivo, tangencial, através de um cisalhamento simples, dúctil e dúctil/rúptil de baixo ângulo, que atuou notadamente em nível da Supra-Estrutura, Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa, produzindo *nappes* tectônicos e fatias imbricadas, que foram projetadas também para leste, rumo ao Cráton do São Francisco. Nesse regime tectônico, foram formados e deformados os granitóides ($\gamma 3$), tipo I-SC (Ague & Brimhall 1988) ou S (Chapell & White, 1974), com tendência calcialcalina alto potássio, francamente crustal, de idade em torno de 700-900Ma.

Finalmente, no Cenozóico, a área foi alvo de um soerguimento epirogenético geral e erosão, seguida por sucessivas fases de pediplanização e aplainamento, culminando com a formação de extensos chapadões, que ocorrem principalmente a sul de Silvânia, Vianópolis e Leopoldo de Bulhões, onde se acham sustentados por expressivos níveis de crosta laterítica, com cotas em torno de 1000m. Esses chapadões são registros da antiga superfície Sul-Americana nesta região.

PARTE III
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Capítulo 1
Conclusões

Cipriano Cavalcante de Oliveira, Renato Sales de Andrade e Murilo Machado Pinheiro

Este trabalho, executado pelo Programa Levantamentos Geológicos Básicos (PLGB), compreendeu o mapeamento sistemático, integrado com levantamentos geofísicos e geoquímicos, tendo sido utilizadas técnicas e metolodogia mais atualizadas para a produção das cartas geológica e metalogenética/previsional, com densidade de informações e grau de resolução compatíveis com a escala 1:100.000.

A Folha Leopoldo de Bulhões está integrada a um conjunto de folhas e as interpretações e conclusões aqui formuladas acham-se embasadas em dados multidisciplinares, extraídos dos contextos geológico, estratigráfico, petrográfico, tectono-estrutural, geoquímico, geofísico e metalogenético descritos a seguir:

1) Estendeu-se o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) para a região de Leopoldo de Bulhões, sul de Silvânia/Vianópolis e sudeste de Bonfinópolis, distribuído segundo uma direção preferencial NW-SE, com provável ligação à faixa granulítica em Minas Gerais, formada pelos Complexos Varginha e Campos Gerais.

2) O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) ocupa cerca de 40% da área cartografada e foi subdividido em granulitos ortoderivados e paraderivados com base em dados petrográficos, petrogenéticos, estruturais e litoquímicos.

3) Os granulitos ortoderivados são constituídos de rochas metagabróides, anfibolitos e metapiroxenitos, enderbitos e charno-enderbitos reequilibrados na fácies granulito, cuja associação paragenética inicial diagnostica uma fase anidra da fácies hiperstênio granulito, gerada em média pressão (6-8kbar) e temperatura de 700° a 800°C. Os granulitos básicos, notadamente os metagabróides e ortoanfibolitos, revelaram texturas subofíticas, coroníticas e de *cumulus*, atestando o caráter plutônico dessas rochas, que pela análise dos elementos de terras-raras apresentam características semelhantes aos toleiítos depletados arqueanos (DAT) TH1, de Condie (1981), muito parecidos com os MORB modernos.

4) Os granulitos paraderivados são constituídos por gnaisses aluminosos, quartzo-granatíferos (sillimanita-granada-quartzo-granatífero gnaisse e cianita-granada gnaisse), gnaisses quartzo-feldspático granatíferos, rochas calcissilicáticas, quartzitos impuros e gonditos. Suas relações paragenéticas atestam uma fácies metamórfica alto anfibolito transicional para granulito, indicativa de ambiente de média pressão e alta temperatura.

Os dados litoquímicos revelaram que esses paragnaisses aluminosos são derivados, principalmente, de sedimentos pelíticos, areno-pelíticos e químicos, reequilibrados na fácies alto anfibolito/granulito, cujas relações paragenéticas são indicativas de média pressão e alta temperatura.

5) Os gnaisses hiperstênicos quartzo-feldspáticos (granulitos félsicos da série charnockítica) são de composição predominantemente enderbítica, de possíveis afinidades magmáticas plutônicas.

6) Foram definidas três gerações de granitóides, $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$, relacionadas possivelmente aos ciclos Transamazônico, Uruaçuano e Brasiliano, respectivamente, com base nas poucas datações geocronológicas realizadas e nas suas características texturais, estruturais, composicionais, seu quimismo e na presença ou não de enclaves. Os granitóides ($\gamma 1$), metatonalito com metagranodiorito e metagranito subordinados, de composição calcialcalina, baixo potássio, crustais do tipo I-WC (fracamente contaminado) até I-MC (medianamente contaminado), – são gerados pela anatexia parcial de rochas granulíticas (paraderivadas) da fácies transicional alto anfibolito/granulito. São atribuídas para esses granitóides as idades arqueana a proterozóica inferior. Os granitóides ($\gamma 2$), metagranitóides porfiríticos, de composição granítica, granodiorítica e alcaligranítica, filiação calcialcalina, ricos em potássio, híbrido tipo I-MC (medianamente contaminado), – são formados a partir de processos de *magma mixing*, constituindo um estágio intermediário na remobilização crustal, e tem idade provável de 1.300 a 1.000Ma. Os granitóides ($\gamma 3$) metagranitos a duas micas e metagranodioritos intrusivos em metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), calcialcalinos, com K_2O/Na_2O A 1, leucocráticos, francamente crustais tipo S (Chappel & White, 1974) e I-SC (Ague & Brimhal, 1988) fortemente contaminados, evidenciam padrões de curvas

dos elementos terras-raras, homogêneos tipo "asa de pássaro", sin-tectônicos à fase F2 (desenvolvida no Domínio da Supra-Estrutura), e balizados por extensivas zonas de cisalhamento. Essas zonas são permeadas por fluídos hidrotermais com a formação de pegmatitos e *greisen*, fontes das mineralizações estaníferas e auríferas encontradas na área, bem realçadas pelos altos teores de Sn e Au obtidos no levantamento geoquímico realizado. As ocorrências generalizadas de mica branca e de turmalina, de natureza sin a tardi-tectônica, são indicativas de um evento hidrotermal regionalmente desenvolvido, caracterizando uma associação tardi-magmática pneumatolítica-hidrotermal. Dessa forma, os granitóides, notadamente os da terceira geração possuem uma atraente dimensão metalogenética, podendo constituir plútons precursores de granitos metalogeneticamente especializados, e pontencialmente prospectáveis para Sn, W, Ta, Nb, Mo, U e Th.

7) Foi definida a Sequência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), de provável idade proterozóica inferior, representada por duas unidades: 1) Unidade Metavulcânica (PIvssA) – constituída por anfibolitos, metandesitos e metadacitos, metamorfizados na fácies baixo a médio anfibolito. A análise litoquímica revelou uma derivação toleiítica e calcialcalina ligada a vulcanismo de arco-de-ilha, próximo à margem continental ativa; 2) Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB) – constituída por quartzo-mica xistos granatíferos, com muscovita, biotita, cianita, sillimanita e estaurolita em proporções variadas. Entre esses xistos (aluminosos e para luminosos), destacam-se ainda metassedimentos psamíticos (quartzitos), químicos (*metacherts* e xistos grafitosos) e rochas vulcano-clásticas (epidoto-anfibolito). A análise litoquímica efetuada nos principais litótipos dessa unidade revelou uma derivação protolítica a partir principalmente de margem continental ativa ou de arco de ilha.

8) Foram reunidos, sob a denominação de Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), os metassedimentos relacionados ao Ciclo Uruaçuano, situados na parte meridional da Inflexão dos Pireneus, pertencentes aos grupos Araxá/Canastra e Formação Ibiá, cartografados em trabalhos anteriores, a sudeste de Goiás e noroeste de Minas Gerais, onde a mesma unidade estratigráfica recebeu denominações diferentes nesses estados. No sentido de se promover uma integração e ordenação estratigráfica desses metassedimentos, propõe-se a subdivisão do Grupo Araxá-Sul de Goiás em quatro unidades; A,B,C e D, embasadas nos aspectos transicionais de seus constituintes, que apesar de evidenciarem características litoambientais distintas, parecem derivar de um mesmo ciclo sedimentar.

9) Foi definido, com base em feições meso e microestruturais, um modelo deformacional por cisalhamento simples, progressivo, dúctil, em regime de transcorrência, atuando sobre as rochas da Infra-Estrutura (Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) e Granitóide ($\gamma 1$). No domínio das rochas da Supra-Estrutura (Grupo Araxá Sul de Goiás (PMa), Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) e Granitóide ($\gamma 3$) predominou um modelo deformacional por cisalhamento simples, progressivo, de baixo ângulo, em regime tangencial, que gerou uma estruturação de imbricamento crustal e *nappes* tectônicos.

10) Foram estabelecidas, em nível das rochas da infra-estrutura, três gerações de superfícies miloníticas: Fn primeira geração, com direção preferencial N50°-60°W, contendo uma lineação de estiramento mineral – Lx= 20°/295; Fn + 1 – segunda geração, que corresponde à foliação de transposição Fn + 1, gerando um bandamento milonítico de direção E-W e lineação de estiramento mineral – Lx-15°/275; e Fn + 2 – terceira superfície, com direção predominante N30°E, apresentando características deformacionais rúpteis. Tem-se ainda, em nível da Infra-Estrutura a sobreposição de um cisalhamento de baixo ângulo, reflexo da tectônica atuante na Cobertura Metassedimentar.

11) O quadro deformativo geral da Supra-Estrutura está representado basicamente por três fases: F1, F2 e F3, que se sucederam temporalmente numa evolução tectônica progressiva, em que as duas primeiras fases (F1 e F2) são marcadas, predominantemente, por um cisalhamento simples, tangencial, de natureza dúctil, que redundou na geração de estruturas em *nappes* tectônicos, escamação, delaminação e repetição das unidades litoestratigráficas, segundo superfícies miloníticas de baixo ângulo, com vergência neutra ou dirigidas para leste, rumo ao Cráton de São Francisco.

12) Os resultados da análise de agrupamento (*cluster*), associados aos dados do mapeamento geológico, configuraram um bom método para individualização de populações-alvo.

13) Na seleção de áreas prospectivas, foi de fundamental importância a integração dos dados geológicos com os resultados de geoquímica e de geofísica.

14) Os teores anômalos de estanho e ouro estão sempre associados aos granitóides ($\gamma 3$) que ocorrem relacionados às zonas de cisalhamento.

15) As pintas de ouro e os teores anômalos de arsênio, encontrados nos arredores da cidade de Silvânia, estão relacionadas às rochas básicas profundamente intemperizadas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss).

16) A associação mineralógica entre rutilo, monazita e zircão ocorre com frequência, refletindo os corpos granitóides e veios pegmatóides associados, notadamente nos locais onde ocorrem os cinturões de cisalhamento.

17) Nas áreas onde predominam as extensas coberturas de latossolos, os resultados apresentados nos perfis magnetométricos terrestres forneceram valiosas informações, que contribuíram para a cartografia dos terrenos granulíticos, especialmente os de natureza básico-ultrabásica.

18) Ao norte de Bela Vista de Goiás, foi delineada uma zona magnética com direção WNW-ESE, situada no domínio dos corpos granitóides $\gamma 1$, que são enriquecidos em magnetita.

19) O alinhamento de anomalias cintilométricas com níveis radiométricos maiores que 100cps acompanham as faixas de cisalhamento em nível dos granitóides com pegmatitos associados.

20) O levantamento gravimétrico realizado delineia uma estreita faixa de alto *Bouguer*, com direção NW-SE, definindo o Alto Gravimétrico de Leopoldo de Bulhões, considerado como parte da crosta inferior, representada por granulitos. Esse alto gravimétrico constitui o divisor de dois baixos gravimétricos, situados um no quadrante NE da folha, no domínio da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) e os granitóides $\gamma 1$ e $\gamma 2$, e o outro na porção meridional da folha, onde predominam os metassedimentos do Grupo Araxá Sul de Goiás (PMa).

Capítulo 2
Recomendações

Cipriano Cavalcante de Oliveira, Renato Sales de Andrade e Murilo Machado Pinheiro

Em função dos resultados obtidos e dos problemas de ordem técnico-científica e econômica, que ainda persistem, torna-se necessária a implementação de levantamentos geológicos em escala de maior detalhe, que devem ser assumidos em primeira instância por entidades governamentais ligadas ao setor mineral, para supri-lo de elementos geológicos essenciais e atrair os investimentos privados para o setor mineral.

2.1 Recomendações ao DNPM

Execução de levantamentos geológicos básicos, na escala 1:50.000, em nível da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, (PIvss), com ênfase especial para elucidação das dúvidas geradas na cartografia da Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB) dessa seqüência e da Unidade A do Grupo Araxá- Sul de Goiás (PMaA), pela similaridade dos litótipos envolvidos. Uma litoquímica sistemática, direcionada aos termos vulcânicos e vulcanoclásticos deve merecer especial atenção.

Caracterização com maior grau de detalhe das três gerações de granitóides, ($\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$), no sentido de defini-los melhor em um nível de resolução cartográfica na escala 1:25.000. Dessa forma, deverá ser dado maior ênfase às datações geocronológicas e a elaboração de um programa de litogeoquímica sistemática, com análises de terras-raras e elementos maiores.

Reestudo e integração da cartografia das unidades metassedimentares, ligadas ao Ciclo Uruaçuano, no sudeste de Goiás e noroeste de Minas Gerais, unificando a taxonomia estratigráfica das unidades envolvidas.

Cartografia geológica básica, escala 1:25.000, nos litótipos pertinentes ao Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), com enfoque especial na suíte de rochas básico-ultrabásicas, submetidas ao metamorfismo da fácies alto anfibolito a granulito, potencialmente suscetíveis de acumular depósitos de sulfetos de metais básicos (Cu, Ni, Cr, Co e Zn).

Estudo orientativo de prospecção geoquímica em ouro e terras-raras, nas coberturas lateríticas com vistas à obtenção e avaliação de parâmetros analíticos e de amostragem.

Uso rotineiro e sistemático da análise mineralógica semiquantitativa nos concentrados de bateia, em levantamentos geoquímicos regionais, como ferramenta auxiliar à cartografia geológica básica e à metalogenia.

Pela alta variância nos dados de espectrografia de emissão, sugere-se seu uso apenas de modo complementar aos dados de absorção atômica.

Proceder a estudos geológicos e geoquímicos na Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), para avaliação de sua potencialidade econômica em metais básicos (Cu, Pb e Zn) e ouro.

Realizar estudos detalhados de geologia e geoquímica nas zonas de cisalhamento cartografadas, para avaliação de suas reais potencialidades econômicas.

Executar levantamentos aerogeofísicos, magnetometria e gamaespectrometria na área situada ao sul da região do Projeto Geofísico Brasil-Canadá, onde se inclui a Folha Leopoldo de Bulhões. Tal levantamento se constituiria na própria reativação do Projeto Aerogeofísico Alto Paranaíba, cujos resultados práticos imediatos seriam o delineamento dos domínios magnéticos e das zonas radiométricas, ferramentas indispensáveis à cartografia das unidades geológicas, e sobretudo dos elementos tectono-estruturais, com maior grau de precisão.

Instituir e manter um banco de dados gravimétricos com o objetivo de reunir e padronizar todas as informações resultantes dos levantamentos gravimétricos realizados no Brasil, e ao mesmo tempo, promover a aquisição de novos dados, principalmente a sul da Folha Leopoldo de Bulhões, pela avaliação dos dados coletados na Missão Franco-Brasileira e no I.B.G.E., visando a um melhor estudo do Alto Gravimétrico de Pires do Rio, bem como do Baixo *Bouguer* de Bela Vista.

2.2 Recomendações às Universidades

A área cartografada oferece amplo campo de ação para pesquisadores e pós-graduandos ligados às geociências, notadamente na área de petrologia, geotectônica, geocronologia, pedologia e litogeoquímica.

Alguns desses temas podem ser sugeridos para investigações científicas, tais como:

– Caracterização petrogenética e evolução tectono-estrutural dos terrenos granulíticos e obtenção de parâmetros geotérmicos e geobarométricos peculiares ao metamorfismo de alto grau do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) e suas relações com a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss).

– Estudo das transformações químicas e mineralógicas que ocorrem nas zonas de cisalhamento, já definidas, avaliando a intensa ação hidrotermal de fluidos mineralizantes que permeiam essas áreas cisalhadas.

– Em função das espessas e extensivas coberturas de latossolos distribuídas na área, sugere-se a realização de estudos pedológicos, incluindo a definição de critérios para o reconhecimento de saprólitos em vias de lateritização, visando o estabelecimento de parâmetros que possam auxiliar na difícil tarefa de se executar a cartografia geológica básica em amplas regiões aplainadas e lateritizadas do Brasil Central.

– Estudo das suítes charnockíticas, charno-enderbíticas e enderbíticas, delineando suas características estruturais, texturais, petrológicas e litoquímicas e determinando suas protolitologias e suas relações temporais com outros tipos de terrenos granulitizados.

2.3 Recomendações a Fundações, Autarquias e Órgãos Governamentais.

Integrar os dados geológicos básicos contidos neste levantamento, buscando os elementos infra-estruturais necessários ao delineamento de programas e empreendimentos ligados à agro-indústria, à construção de rodovias, ferrovias, estradas vicinais, conservação e manutenção do solo, prevenção contra erosão, localização e definição de jazidas de materiais usados na construção civil, controle do meio ambiente e demais atividades direta ou indiretamente vinculadas ao levantamento geológico básico.

2.4 Recomendações ao Setor Mineral Privado

Priorizar as áreas selecionadas na carta metalogenética que apresentam maiores chances de encerrarem depósitos minerais potenciais e significativos, suscetíveis de justificarem investimentos, com uma boa margem de lucratividade ao capital imobilizado.

Dentre essas áreas pode-se ressaltar a zona anômala para Au situada ao redor da cidade de Silvânia, que foi parcialmente explorada por garimpeiros na época colonial. O ouro acha-se vinculado às rochas básicas profundamente alteradas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss).

Devem merecer especial atenção também, as áreas localizadas nas bacias dos rios Bois e Preto, quadrante SE da folha e córrego São Bento – NE de Bela Vista de Goiás, onde foram detectados indícios de cassiterita e Au em concentrados de bateia, e estações anômalas para Sn, W, Be, Ag e Cu em sedimentos de corrente provenientes da área de influência dos granitóides ($\gamma 3$), pegmatitos e *greisens*, nas zonas de cisalhamento.

Merecem destaque ainda os indícios de sulfetos – pirita, calcopirita, pirrotita, neodigenita – disseminados em epidoto anfibolitos (vulcano-clástica) intercalados nos metassedimentos da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), encontrados próximo à confluência do córrego Palmito/rio das Caldas. Aliada a esta ocorrência, foram detectadas anomalias de Cu (2ª ordem) e As (1ª ordem), em sedimentos de corrente, revelando-se desse modo uma área com potencialidade para Cu e Au.

Capítulo 3
Informações Geradas

Gilberto Scislewski

Os levantamentos realizados propiciaram a obtenção dos dados listados a seguir, que se encontram disponíveis neste relatório, nos distritos do DNPM e nos escritórios da CPRM.

3.1 Dados Físicos de Produção

Mapeamento Geológico

Área mapeada (km^2)	2970
Afloramentos descritos	556
Análise petrográfica	193

Geoquímica (Prospecção e Litogeoquímica)

Sedimento de corrente	468
Concentrado de bateia	181
Rocha	84

Determinações Analíticas

Espectrografia de emissão (30 elementos-padrão)	537
Análise de Terras Raras	58
Fluorescência de raio x	19
Quantitativa para óxidos	65

Geofísica

Levantamento magnetométrico (km)	613
Levantamento cintilométrico (km)	613
Levantamento gravimétrico (km)	160

3.2 Documentos Produzidos Inseridos no Texto do Relatório

Figuras e gráficos
Fotografias de afloramentos
Esboço geológico-geoquímico
Diagrama de correlação;
Mapas geofísicos reduzidos
Dados físicos de produção

3.3 Documentos Anexos ao Relatório

Carta Geológica Escala 1:100.000;
Carta Metalogenética/Previsional Escala 1:100.000

3.4 Documentos Disponíveis em Arquivos Eletrônicos

Cadastro Geoquímico com dados de campo e analíticos de todas as amostras analisadas quimicamente
Fichas de afloramentos
Fichas de análises petrográficas
Fichas de cadastramento de recursos minerais

3.5 Documentos Disponíveis na CPRM (Escala 1:100.000)

Carta de Afloramentos
Carta Geoquímica
Carta de Pontos de Amostragem de Sedimentos de Corrente
Concentrados de Bateia, amostras de Solo e de Rocha
Síntese dos Resultados Geofísicos
Mapa Gravimétrico *Bouguer*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.A.A. *et al*. Tectônica de *nappes* na região de Ouro Fino, Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo **18** (2): 141-148. Jun. 1988.

AGUE, J.J. & BRIMHALL, G.H. Regional variations in bulk chemistry, mineralogy and the compositions of mafic and acessory minerals in the batholits of California. *B. Geological Society of America.* **100** :891-911, june 1988.

ALMEIDA. F.F.M. de. Observações sobre o Pré-Cambriano da região central de Goiás. Curitiba. *B. Paranaense de Geociências,* **26**: 19-22, 1967a.

ALMEIDA, F.F.M. de. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, *B. Divisão de Geologia e Mineralogia,* **241**, 36p, 1967b.

ALMEIDA, F.F.M. de. Evolução tectônica do Centro-Oeste brasileiro no Proterozóico Superior. Rio de Janeiro, *An. Acad. Bras. Ciê.*, Rio de Janeiro, **40**: 285-95, jun. 1968. Suplemento.

ALMEIDA, F.F.M. de O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, 1979. *Anais do...*, Salvador, *Soc. Bras. Geol./Coord. Prod. Min./CBPM,* 1981. p. 1-10.

ALMEIDA, F.F.M. de *et al*. The Upper Precambrian of South America. *Bol. Inst. Geociênc.*, São Paulo, **7**: 45-80, 1976.

ANDRADE RAMOS, J.R.de Folha Geológica da Nova Capital. In: Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., *Div. Geol. Min. Relatório Anual do Diretor*. 1956. p.55-58.

ANGEIRAS, A.G. A faixa de serpentinitos da Região Central de Goiás. Rio de Janeiro, *An. Acad. Bras. Ciê.*, **40**:129-36, 1968.

ARAUJO FILHO, J.O. Contribuição à estratigragia e tectônica da região da Mega-Inflexão dos Pireneus-Goiás Centro Meridional. In: Simpósio de Geologia do Centro-oeste, 1. Goiânia, 1981. Geologia do Pré-Cambriano, resumos, Goiânia, *Sociedade Brasileira de Geologia*, 1981. p.24-26.

ARAÚJO, V.A. *et al*. *Projeto Pontalina*. Relatório Final Integrado. Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1980.

ARNDT, N.T. et al. Komatiitic and iron rich tholeiitic lavas of Munro Township, northeast Ontario. *Journal of Petrology,* **18**, (2): 319-69, 1977.

ARTHAUD, M.H. A Falha da Taua (CE) Zona de Cisalhamento Dúctil de Alto Ângulo de Rejeito Múltiplo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986. *Anais do...* Goiânia, *Soc. Bras. Geol.* 1986. v.3, p.1260-68.

ASSUMPÇÃO, M. *et al*. Levantamento gravimétrico no oeste de Goiás e no Distrito Federal. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986. *Anais do...* Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*. v.6, p.2667-2672.

BAÊTA JUNIOR, J.D.A. *et al*. *Projeto Manganês no Centro-Sul de Goiás*. Relatório Final, etapa II, Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1978. 97p.

BAÊTA JUNIOR, J.D.A. *et al. Projeto Goianésia-Barro Alto*, Relatório Final. Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1972. 3v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 1979)v.1.

BARBOSA, J. *Constitution lithologique et metamorphique de la region Granulitique du Sud de Bahia* Brésil. Tese de Doutorado Université Pierre et Marie Curie France, dez. 1986, 401p.

BARBOSA, O. Guia das Excursões. do IX Congresso Brasileiro de Geologia, p.3-5. *Notic.*, São Paulo **3**: 3-5,1955.

BARBOSA, O. *Geologia econômica e aplicada a uma parte do planalto central brasileiro*. Petrópolis, Dep. Nac. Prod. Min./PROSPEC, 1963. 70p.

BARBOSA, O. *Geologia Estratigráfica, Estrutural e Econômica da Área do Projeto Araguaia*. Rio de Janeiro, Div. Geol. Min./Dep. Nac. Prod. Min., 1966. 94p. (monografia 19).

BARBOSA, O. *et al. Projeto Brasília-Goiás. Geologia e Inventário dos Recursos Minerais*. Goiânia, PROSPEC S.A/Dep. Nac. Prod. Min., 1969. 225p (Inédito).

BARBOSA, O. *et al.* Geologia da Região do Triângulo Mineiro, *Boletim da Divisão de Formento da Produção Mineral*, Rio de Janeiro (136):1-140, 1970a.

BARBOSA, O. *et al.* Projeto Goiânia Relatório Preliminar. Goiânia, PROSPEC/Dep. Nac. Prod. Min., 1970b. 75p. (*Relatório do Arquivo Técnico da DGM*, 511).

BARKER, F. et al. The 1.7 to 1.8 by old trondhjemites of southwestern Colorado and northern New Mexico: geochemistry and depths of genesis. *B. Geological Society of America*, **87: 189-98, 1976.**

BARREIRAS, C.F. & DARDENNE, M.A. A Seqüência Vulcano-sedimentar Rio do Côco. In: Simpósio de Geologia do Centro-oeste, 1. Goiânia. 1981. *Ata do*...Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*,1981.p.241-264.

BERBERT, C.O. Complexo Basal Goiano. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31. Balneário de Camboriú, 1980. *Anais do*...Florianópolis,*Soc. Bras. Geol.*, 1980. v.5, p.2837-2849.

BERTHÉ, D. *et al.* Orientations preferéntielles du quartz et orthogneissification progréssive en regime cisaillant. L. exemple du cisaillement Sud Armoricain. *Bull Minéral.*, **102**: 265-272, 1979.

BERTHÉ, D. & BRUN, J.P. Evolution of folds during progressive shear zone. *J. Struct. Geol.*, 1:34-42, 1980.

BESWICK, A. E. & SOUCIE, G. A correction procedure for metasomatism in an archean greenstone belt. *Precambrian Research*, **6**: 235-48, 1978.

BHATIA, M.R. Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic graywakes and mudrocks. Provenance and tectonic control. *Sedimentary Geology*, **45**, 97-113, 1985.

BITTENCOURT, C.M. & CORRÊA, J.A. A geologia da área Goiânia Bonfinópolis-Go. *B. Div. Fom. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, (134): 1-50, 1970.

BOULLIER, A.M. & BOUCHEZ, S.L. Le quartz en rubans dans les mylonites. S.L., *Bull. Soc. Geol. France*, **20** (3): 253-62, 1978.

BRANCO, P.C. de A. Principais depósitos minerais: conceitos, metodologia e listagem. In: SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G. R.; ASMUS, A.E.: *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, 1984 501 p.il.

BRANCO, P. de M. *Dicionário de Mineralogia*. 2ª Ed. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRGS, 1982. 254p.

BRANDALISE, L.A. *et al. Projeto Folha do Rio de Janeiro.* Relatório Final Integrado. Belo Horizonte, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1971.

BRAUN, O.P.G. Contribuição à estratigrafia do Grupo Bambuí. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 22, Belo Horizonte, 1968. *Anais do... Soc. Bras. Geol.* 1968. 289p., p.155-66.

BRAUN, O.P.G. Geologia da área Caldas Novas, Ipameri e arredores, no estado de Goiás. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 24 Brasília, 1970. *Resumo das Conferências e Comunicações*. Brasília, Soc. Bras. Geol., 1970. p.205-207. (*Boletim Especial*, 1).

BRAUN, O.P.G. Revisão Estratigráfica na área Central de Goiás. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, 1980, *Anais do*... Florianópolis, *Soc. Bras. Geol.*, 1980. v.2, p.705-19.

BRAUN, O.P.G. & BATISTA, M.B. Considerações sobre a geologia pré-cambriana da Região Sudeste e parte da Região Centro-Oeste do Brasil. In: Reunião Preparatória Para o Simpóso Sobre o Cráton do São Francisco e Suas Faixas Marginais. Salvador, 1978. (3): 225-368.

BRAUN, O.P.G. & BAPTISTA, M.B. O denominado Cráton do São Francisco, a sua Faixa Araçuaí e a evolução estrutural do Brasil In: Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco e Suas Faixas Marginais, 1, Salvador, 1979. *Anais do*... Salvador, *Soc. Bras. Geol./Coord. Prod. Min.*, 1981. 207p., p.180-98.

Bureau de Recherches Geologiques Et Minieres – BRGM. *Carte Metallogénique des Massifs des Vosques et de la Foret Noire,* Escale 1:400.000. France, Serviçe Geologique Nationel, 1975.

CAMPOS, E.C. *et al. Projeto Estudo Hidrológico da Região de Caldas Novas.* Relatório Final. Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min/Comp. Pesq. Rec. Min., 1980. v.6. (Inédito).

CHAOQUN, Y. On specialization of granitoids of different genetic types in south China. In: *The Crust - The significance of granites gneisses in the lithosphere*. Athens, Theophrastus Publ., 1985, p.365-87.

CHAPPELL, B.W. & WHITE, A.J.R. Two Contrasting granite types. *Pacific Geology*, (8): 173-174, 1974.33

CONDIE, K.C. Geochemistry of early Precambrian graywackes from Wyoming. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 31: 2135-149, 1967.

CONDIE, K.C. *Archean greenstone belts*. Amsterdam, Elsevier, 1981. 434p. (Developments in Precambrian Geology, 3).

CONDIE, K.C.; ALLEN, P.; ANARAYANA, B.L. Geochemistry of the Archean low to high grade transition zone, Southern India. *Contrib. Mineral. Petrol.* **81**:157-167, 1982.

CONDIE, K. C. & HUNTER, D. R. Trace elements geochemistry of archean granitic rocks from the Barberton region, South Africa. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **29**: 389-400., 1976.

CORDANI, V.G. & HASUI, Y. Comentários sobre os dados geocronológicos disponíveis para a Folha Goiás. In: SCHOBBENHAUS FILHO, C. *et al. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo*, folha Goiás SD.22. Brasília, Dep. Nac. Prod. Min., 1975.p. 85-95.

CORREIA FILHO, F.C.L. & SÁ, A.M. de. *Projeto Natividade*; Relatório Final Integrado. Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1980. 6v.

COSTA, L.A.M. da & ANGEIRAS, A.G. Geosynclinal evolution of the epi-Baykalian plataform of Central Brazil. *Geologis chen Rundschau*, Stuttgart, **60**(3): 1024-50, Jun. 1971.

COSTA, L.A.M. da *et al. Projeto Leste do Tocantins-Oeste do São Francisco*; Relatório Final Integrado. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1976. v.1.

COSTA L.A.M. & MARCHETO, C.M.L. Evolução textural dos granulitos de São Fidélis-RJ. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, 1978. *Anais do...*, Recife, *Soc. Bras. Geol.* 1978. v.3, p.1250-1264.

COWARD, M.P. Thrust tectonics thing-skinned or thick-skinned and the continuation of thrust to deep in the crust. *J. Struct. Geol.* 5:113-123, 1983.

COWARD, M.P. Major Shear zones in the precambrian crust: examples from NW Scotland and Southern Africa and their significance. In: KRONNER A. & GREILING, R. Ed. *Precambrian Tectonics Illustraded*, 1984. p.207-236.

COWARD, M.P. & DALY, M.C. Crustal lineaments and shear zones in Africa. Their relationship to plate movements. *Precambrian Research.*, **24**:27-45, 1984.

CUNHA, B.C.C. *et al.* Geologia. In: Brasil, Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral. Projeto RARAMBRASIL, *Folha SC-22. Tocantins*, Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

DANNI, J.C.M. & FUCK, R.A. Excursão n°4. Regiões de Morro Feio e Ipameri, Trecho Morrinho-Ipameri. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 24, Brasília, 1970. *Resumo das Excursões*, Brasília, Soc. Bras. Geol., 1970. p.73-87. (Boletim Especial, 2).

DANNI, J.C.M. & FUCK, R.A. Unidades Tectono-estratigráficas do embasamento das faixas dobradas da margem ocidental do Cráton do São Francisco. In: Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco e Suas Faixas Marginais, 1, Salvador, 1979. *Anais do...*, Salvador, *Soc. Bras. Geol.*, 1981. p.130-139.

DANNI, J.C.M. & LEONARDOS, O.H. As seqüências granulítica, anortosítica-anfibolítica e ultramáfica da região de Niquelândia-GO. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, 1978. *Resumos das Comunicações*, Recife, *Soc. Bras. Geol.*, 1978. p.45.

DANNI, J.C.M. & LEONARDOS, O.H. Granulite ultramorphism and deformation in ancient composite layered intrusion: the Niquelândia complex. Brazil. In: Congr. Geol. Int. 26, Paris, 1980a. *Abstracts*, Paris, 1980a, v.1, p.35.

DANNI, J.C.M. & LEONARDOS, O.H. The Niquelândia Mafic-Ultramafic granulites and gabro-anorthosites - metavolcanic associations. Submetido a *Precambrian Research*, 1980b.

DANNI, J.C.M. & RIBEIRO, C.C. Caracterização estratigráfica da seqüência vulcanossedimentar de Pilar de Goiás e Guarinos (GO) In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30. Recife, 1978 *Anais do...*, Recife, *Soc. Bras. Geol.*, 1978. v.2, p.582-96.

DANNI, J.C.M. & TEIXEIRA, N.A. Características e sistematização das associações de rochas máficas e ultramáficas Pré-Cambrianas do Estado de Goiás. In: Simpósio de Geologia Do Centro-Oeste, 1. Goiânia, 1981 Geologia do Pré-Cambriano: *Ata*, Goiânia, 1981. p.376-401.

DANNI, J.C.M. *et al.* Geologia da extremidade sudoeste da Serra Dourada-GO. *Rev. Bras. Geoc.* São Paulo, 3(3): 160-80, set.1973.

DAVIS, G.H. *et al.* Shear zone origin of quartzite, mylonite and mylonitic pegmatite in the Cayote Mountains metamorphic core complex. *Journal of Structural Geology*, Arizona, **9** (3): 289-94, 1987.

DEBON, F. & LE FORT, P. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations *Transactions of the Royal Society of Edinburgh Earth Sciences*, **73**: 135-49, 1983.

DELGADO, I. de M. *Diretrizes para representação litológica em mapas "Metalogenéticos-Previsionais" na escala de 1:100.000.* Versão 001-1987. 50p. Convênio DNPM-CPRM. Relat. Interno.

Departamento Nacional Da Produção Mineral. *Mapa Geológico do estado de Goiás*, 1987. (escala de 1:1.000.000).

DE WAARD, D. A proposed subdivision of the granulites facies *American Journal of Sciences*. **263**:455-461, 1965.

DRAGO, V.A. *et al.* Geologia. In: Projeto RADAMBRASIL *Folha SD.22 Goiás*. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., 1981. 640p., p.27-300. (Levantamento de Recursos Minerais, 25).

DRAKE JUNIOR, A.A. Tectonic studies in the Brazilian shield. *Prof. Pap. U.S. Geol. Surv.*, Washington (**1119 -AB**): 1B-19B, 1980.

ESCOBAR, I.P. Métodos de levantamento e ajustamento de observações gravimétricas visando a implantação da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira. *Publ. Observatório Nacional*, 1, Rio de Janeiro, 57 pp.

ESPANHA. Ministério de Indústria. Plan Nacional de la Mineria. *Programa Nacional de Investigacion Minera*; mapa metalogenético. s.l., 1972. 157p. il.

EVENSEN, M.N. et al. Rare earth abundances in chondritic meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **42**: 1203, 1978.

FERRARI, P.G. & BRANDALISE, L.A. *Projeto Folha do Rio de Janeiro; geologia da região do médio rio Grande, Minas Gerais, na escala 1:100.000.* Belo Horizonte. Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1971. v. 2. (Inédito).

FLEET, A. J. Aqueous and sedimentary geochemistry of the rare earth elements. In: HENDERSON P. *Rare earth element geochemistry*. Amsterdam, Elsevier, 1984. 510p. p. 343-73.

FLOYD, P.A. & WINCHESTER, J.A. Magma tipe and tectonic setting discrimination using immobile elements. *Earth and Planetary Science Letters,* **27**: 211-18, 1975.

FREY, M. *et al.* Equilibrium Disequilibrium relations in the Monte Rosa Granite, Wester Alps: Petrological, Rb-Sr and stable isotope data. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **55**:147-79, 1976.

FUCK, R.A. & MARINI, O.J. O Grupo Araxá e unidades homotaxiais.In: Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco e Suas Faixas marginais, 1. Salvador, 1979. *Anais do*...,Salvador, *Soc. Bras. Geol./Coord. Prod. Min.*, 1981 - 207p., p.118-30.

FUCK, R.A. et al. Geologia da Região de Goianésia. In:Simpósio de Geologia do Centro-oeste, 1, Goiânia,1981. *Geologia do Pré-Cambriano*; resumos, Goiânia, Soc. Bras. Geol., 1981. 26p., p.16-17.

FYFE, W.S. & LEONARDOS JUNIOR, O.H. Ancient metamorphic migmatic belts of the Brasilian Atlantic Coast; the African conection. *Rev. Bras. Geoc.* **4**(4): 247-51, 1974.

GILLIGAN, L.B. *Part. 1: Mine data sheets to accompany metallogenic map Camberra 1:250.000 sheet. S.l.* Geological Survey of New South Wales, 1975.

GLICKSON, A.Y. *Stratigraphy and evolution of primary and secondary greenstones: Significance of data from shields of the earth*. S.L., J. Willey & Sons, 1976. p.257-78.

GIRARDI, V. A. V. *Metamorfismo e seus produtos*. São Paulo, Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências da USP, 1979. 116p.

GRANT, F.S. Gamma Ray spectrometry for geological mapping and for prospecting. In: Macleod, Ied. *Paterson, Grant and Watson. Consulting Geophysicists*. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1985-1986. Seminar. 13, 27p.

GREEN, O.H. & RINGWOOD, A.I. An experimental investigation of the gabro to eclogite transformation and its petrological applications. *Geoch. Cosmoch. Acta*, **31**:767-833, 1967.

GRIFFIN, W.L. & HEIR, K.S. Petrological implication of some corona structures., *Lithos*, **6**:315-35, 1973.

HACKSPACHER, P.C. Problemas na interpretação de feições de deformação e recristalização. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34. Goiânia, 1986. *Anais do*...,Goiânia, *Soc. Bras. Geol.,* 1986, v.3, p.1260-68.

HANSON, G. N. The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition. *Earth and Planetary Science Letters*, **38**: 26-43, 1978.

HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y. Anomalias gravimétricas e estruturas maiores do sul de Goiás. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 1., Goiânia, 1981. Geologia do Pré-Cambriano: Ata, Goiânia, Soc. Bras. Geol., 1981. p.73-90.

HARRIS, N. B. W. *et al*. Geochemical caracteristics of collision-zone magmatism. In: COWARD, M.P., RIES, A. C. eds. *Collision Tectonics*. Oxford, Blackwell, 1986. 415p. il. (Geological Publications, 19). p. 212-221.

HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M. de. Geocronologia do Centro-Oeste Brasileiro. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, São Paulo, **19** (1): 5-26, set. 1970.

HASUI, Y. & HARALYI, N.L.E. A megaestruturação de Goiás. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 2, Goiânia, 1985. Geologia do Pré-Cambriano: *Ata, Soc. Bras. Geol.*, 1986. p.120-144.

HASUI, Y et al. Datações Rb-Sr e K-Ar do centro-norte do Brasil e seu significado geológico geotectônico. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Balneário de Camburiú, 1980. *Anais do*...,Florianópolis, *Soc. Bras. Geol.*, 1980. v.5, p.9-10.

HIGGINS, M.W. Cataclastic Rocks. *Geological Survey Professional Papers*, Washington, **687**: 97p, 1971.

HYNDMANN, D.W. *Petrology of igneous and Metamorphic Rocks*. Amsterdam, Mc Graw. Hills. 1972. 533p.

IANHEZ, A.C. *et al*. Geologia. In: Projeto RADAMBRASIL. *Folha* SE-22-Goiânia, Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., 1983, 768p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).

IDEN, K. Geochemistry of precambrian basal gneisses in Lototen Vesteralen. Northern Norway. *Precambrian Research*, v. 14, p.135-66, 1981.

IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **8**: 523-47, 1971.

ISHIHARA, S. The magnetite-series and ilmenite series granitic rocks. *Minning Geology,* Tokyo, **27**: 293-305, 1977.

ISHIHARA, S. The granitoid series and mineralization. *Economic Geology*, **75**:458-484, 1981.

JAKES, P. & GILL, J. Rare earth elements and the island arctholeíític series. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 9,p. 17-28, 1970.

JAKES, P. & TAYLOR, S. R. Excess europium content in precambrian sedimentary rocks and continental evolution. *Geochemical et Cosmochimica Acta*, **38**: 739-745, 1974.

JARDIM DE SÁ, E.F. *et al*. Tectonica tangencial na faixa Sergipana. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986. *Anais do*...,Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*, 1986. v.3,p.1246 1259.

KERRICH, R. *et al.* Microstructural and chemical transformations accompanying deformation of granite in a shear zone at Mieville, Switzerland, with implications for stress corrosion, cracking and superplastic flow. *Contrib. Mineral Petrol*.,73:221-242, 1980

KING, L.C. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, **18** (2): 147.263, abr/jun. 1956.

KOEPPEN, W. *Climatologia: Con Un Estudio de Los Climas de la Tierra*. México, Fondo de Cultura Econômica, 1948. 467p.

KORSTGARD, J.A. *et al*. Archaern and early proterozoic tectonics of the Hopedale Block, Labrador, Canada. In: KRONER, A. & GREILING, R. ed. *Precambrian Tectonics Ilustraded*, 1984. p.295-318.

KRUMBEIN, W.C. & SLACK H.A. Statistical analysis of low level radioactivity of Pennsylvania black fissile shale in Illinois. *Bulletim of the Geological Society of America*, 67 (6): 739-962, Jun. 1956.

KUNO, H. Differentiation of basaltic magmas. In: HESS, H.H. & POLDERVAART, A. ed. *The poldervaart treatise on rocks of basaltic composition*. New York, J. Willey, 1968. v.2, p.623-88.

LACERDA, H. Nota sobre a ocorrência de chumbo-zinco do Ribeirão Colônia, Luziânia, Goiás. *Bol. Inf. Soc. Bras. Geol. Núcleo Centro-Oeste*, Goiânia. (12): 4-9, 1983.

LAMEYERE, J. G. & BOWDEN, P. Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series anrelated rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal-Research*, 14: 169-186, 1982.

LECOMTE, P. Stone line profiles: Importance in geochemical exploration. *Journal Geochem. Explora*, Amsterdam, 30:35-61. Amsterdan. 1988.

LEONARDOS, O.H. Rutilo em Goiás. *Bol. Fom. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, 30:1-96, 1938.

LESQUER, A. *et al.* Signification struturale des anomalies gravimetriques de la partie sud du craton de São Francisco (Brésil). *Tectonophys*, 76:273-293, 1981.

LINDENMAYER, D.H. *Sobre a Geologia do Estado de Goiás*. Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min., 1970. 17p.

LINDENMAYER, Z.G. *Sobre a Geologia do Estado de Goiás*. Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min., 1972. 43p.

LISTER, G.S & SNOKE, A.W. S-C mylonites. *Journal of Structural Geology* 6(6): 617-38, 1984.

MACHADO FILHO, L. *et al.* Geologia. In: *Projeto RADAMBRASIL*. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 32).

MARINI, O.J. *et al. Projeto Serra Dourada*. Relatório Final Brasília, Dep. Nac. Prod. Min./Fund. Univ. Brasília, 1974.v.2.

MARINI, O.J. *et al.* Contribuição à Geologia do précambriano da porção central de Goiás. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, 7(4): 304-24, dez. 1977.

MARINI, O.J. *et al.* Dobramentos da borda oeste do Cráton São Francisco. In: Reunião Preparatória Para o Simpósio Sobre o Cráton São Francisco e Suas Faixas Marginais. Salvador, 1977. *Anais do...*, Salvador, *Soc. Bras. Geol.*, 1978. 466p. (Publ. Esp., 3). p.155-204.

MARINI, O.J. *et al.* A Geotectônica da Faixa Brasília e do seu embasamento. In: Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador, 1979. *Anais do...*,Salvador, *Soc. Bras. Geol.*, 1981. p.100-15.

MARINI, O.J. *et al.* As faixas de dobramentos Brasília, Uruaçu e Paraguai Araguaia e o Maciço de Goiás. In: SCHOBBENHAUS FILHO, C. *et al.* ed. *Geologia do Brasil*. Brasília, Dep. Nac. Prod. Min., 1984. Cap. 6, p.251-303.

MARTIN, H. Archean and modern granitoids as indicators of changes in geodinamic process. *R. Brasileira de Geociências*, v. 17, 4:360-365, 1987.

McLENNAN, S. M. & TAYLOR, S. R. Archean sedimentary rocks and their relations to the composition of the archean crust. In: KRONNER, A. *et al. Archean Geochemistry*. Amsterdam, Springer – Verlag, 1984. 286pp. 47-72.

MELLO, J.C.R. & BERBERT, C.O. Investigação geológico-econômica da área do Morro Feio Hidrolândia, Goiás. *Bol.Div. Fom. Prod.Min.*, Rio de Janeiro, 132:1-73, 1969.

MIYASHIRO, A. *Metamorphism and Metamorphic Belts*. London, George Allen & Unwin, 1973. 492p.

MIYASHIRO, A. & SHIDO, F. Tholeiitic and calc-alcalic series in relation to the behaviors of titanium, vanadium, chromium and nickel. *American Journal of Science*, New Haven, v. 275, p.265-77, march 1975.

NANCE, W.B. & TAYLOR, S.R. Rare earth element patterns and crustal evolution I. Australian post-Archean sedimentary rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 40:1539-551, 1976.

NEWTON, R.C. & HANSEN, E.C. The origin of proterozoic and late archean charnockites evidences from field relations and experimental petrology. In: MEDARIS Jr. *et al.*ed. Proterozoic Geology. Selected Papers From An International Proterozoic Symposium. *The Geol. Soc. Am. Memoir*. 161: 167-178. 1983.

NILSON, A.A. & MOTTA J. Geologia da área de Goianira-Trindade-GO. *Bol. Div. Fom. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, 133. 108 p., 1969.

OLIVEIRA, C.C. de & BITTAR, N. *Projeto Bandeirante*. Geologia das folhas de Itauçu, Palmeiras de Goiás e Cesarina, e cadastramento de materiais de construção da área Goiânia-Trindade. Goiânia. Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq.Rec. Min. 1971. 63p.

ORLOVA, A. V. & SHATALOV, C. T. *Principes methodiques de l'etáblissement des cartes metallogeniques et des cartes de Prevision des regions miniéres*. Trad. M. Markovic. Paris, BRMG, 1960, 24p.

PAULSEN, S. *et al. Relatório de Reconhecimento Geológico-Geoquímico Pratinha – Argentina – Caipira – Serra da Canastra*; Relatório Final. Belo Horizonte, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min. 1974.

PEARCE, J. A. & CANN, J. R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 19, p. 290-300, 1973.

PEARCE, J.A. & GALE, G.H. Identification of ore-deposition environment from trace-element geochemistry of associated igneous host rocks. In: *Vol-Canic Processes In Ore Genesis*. London, Geological Society of London, 1977. p. 14-24 (Special Publication).

PEARCE, J.A. *et al.* Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of Granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25 (4): 956-83, 1984.

PENA, G.S. *et al. Projeto Goiânia II*. Relatório Final, Goiânia, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1975. v.5.

PONCE DE LEON, M.I. & CHOUKROUNE, P. Shear zones in the Iberian arc. *J. Struct. Geol.* 2:63-68, 1980.

Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.22 – *Goiânia*. Rio de Janeiro, 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 1).

RAITH, M. & RAASE, P. High grade metamorphism in the granulite belt of Finnish Lapland. In: DAWSON, J. B.; HALL, J. & WEDEPOHL, K. H. *The Nature of the* Lower Continental Crust, *Geological Society Special Publications*, nº 24. pp. 283-295.

RAMSAY, J.G. & HUBBER, M.J. *The Techiniques of Modern Structural Geology: Strain Analisis*. London, Academic Press, 1983. v.1, p. 307.

RAPELA, C.W. & CAMINOS, R. Geochemical characteristics of the upper Paleozoic magmatism in the Eastern Sector of North Patagonian Massif. *Revista Brasileira de Geociências*, 14(4): 535-543, 1987.

RIBEIRO FILHO, E.B. & GONÇALVES, J.H. *Geologia da Região da Mega-Inflexão dos Pirineus*. Área serra do Bonito. Univ. dc Brasília. Relatório dc Graduação. 1981. (Inédito).

RIBEIRO FILHO, W. Reavaliação da geologia de Pilar-Mara Rosa. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 1, Goiânia, 1981. *Geologia do Pré-Cambriano,Ata, Goiânia, Soc. Bras. Geol., 1981.775 p., p.281.*

RIBEIRO FILHO, W. & TEIXEIRA, N.A. Sequência vulcanossedimentar da borda oeste dos complexos de Niquelândia e Canabrava. *Bol. Inf. Soc. Bras. Geol. Núcleo Centro-Oeste*, Goiânia, (10): 33-88. 1980.

RIDLEY, J. Parallel stretching lineation and fold axes oblique to a shear displacement direction a model and observations. *Journal of Structural Geology*, 8(6):6-47, 1986.

ROSER, B.P. & KORSCH, R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO_2 content and K_2O/Na_2O ratio. *The journal of Geology*, 94 (5): 635-50, 1986.

ROUTHIER, P. *Les gisements metalliféres*. Paris, Masson, 1963.Tomos I e II.

SABÓIA, L.A. Os *Greenstone belts* de Crixás e Goiás-GO. Goiânia. *Bol. Inf. Soc. Bras. Geol. Núcleo Centro-Oeste*, Goiânia, (9):43-72, 1979.

SCHOBBENHAUS FILHO, C. *et al. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha SE.22-Goiânia.* Brasília, *Dep. Nac. Prod. Min., 1975a.87p.*

SCHOBBENHAUS FILHO, C. *et al. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo*. Folha SD.22-Goiás, Brasília, Dep. Nac. Prod. Min., 1975b. 56p.

SCHOBBENHAUS FILHO, C. *et al. Mapa Geológico do Brasil*. Escala 1:2.500.000. Dep. Nac. Prod. Min., 1981. (Escala 1:250.000).

SCHOBBENHAUS FILHO, C. *et al. Geologia do Brasil*. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Occânica Adjacentc incluindo Depósitos Minerais. Esc. 1:2.500.000. Dep. Nac. Prod. Min., Brasília, 1984.

SHAW, D.M. The origin of thc Apsley gneiss, Ontario. *Canadian Journal Earth Science*, 9: 18-35, 1971.

SHERATON, J.W. & BLACK, L.P. Chemical evolution of granitic rocks in the East Antartic Shield with particular reference to post-orogenic granites. *Lithos*, **21: 37-52, 1988.**

SHIMIDT, W. & FLEISCHER, R. Estilo estrutural do Pré-cambriano no sudeste de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30. Recife, 1978. *Anais do...* Recife, *Soc. Bras. Geol.*, 1978. vol.1, p.431-34.

SIBSON, R.H. Fault rocks and fault mechanisms. *J. Geol. Soc. Lond.*, 133:191-213, 1977.

SILVA, J.N. et al. *Projeto Mantiqueira– Furnas*; RelatórioFinal. Belo Horizonte, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1978. 7v.

SILVA, L.C. da & DIAS, A.A. *Projeto Timbó-Barra Velha*. Brasil. Convênio Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min. Porto Alegre. 1981., 282p. (Ref. Inde.).

SIMPSON, C. Strain and shape-fabric variations associated with ductile shear zones. *J. Struct. Geol.*, 5:61-72, 1983.

SIQUEIRA, L.P. de & DALTON DE SOUZA, J. *Legenda parcial para uso nas cartas metalogenéticas 1:250.000*. Dados e metalogênese. Salvador, Comp. Pesq. Rec. Min., 1982. 13p. (Rel. Interno).

SPRY, A. *Metamorphic textures*. Pergamon Press, Oxford, 1969. 305p.

STANTON, R. L. *Ore petrology*. New York, McGraw-Hill, 1972, 713p. il.

STRECKEISEN A. How should charnockitic rocks be named? In: *Geologie des Domains Cristallins*, Liége, Societé Geologique de Belgique, 1974. p.349-360.

STRECKEISEN, A. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, Amsterdam, 12:1-33, 1975.

SUSZCZYNSKI, E.F. Considerações sobre a Evolução Tectônica, Orogenética da Parte Oriental do Escudo Brasileiro. Recife, *Sup. Desenv. Nord. – DRN*, 1966. (*Boletins* 3 e 4).

SUSZCZYNSKI, E.F. La Geologie et la Tectonique de la Partie Orientale du Bouclier Brésilien. *Bol. Soc. Geol. de France*, Paris, 7(9): 147-152, 1967.

SUSZCZYNSKI, E.F. Carte Metallogénique Preliminaire du Brésil. *An. Acad. Brasil. Ciên.*, Rio de Janeiro, 40: 63-74,1968. Suplemento.

TASSINARI, C.C.G. *et al.* Panorama geocronológico do Centro-Oeste Brasileiro. Soluções problemáticas e sugestões. In:Simpósio de Geologia do Centro-oeste, 1, Goiânia, 1981. *Geologia do Pré-Cambriano*, Ata, Goiânia, Soc. Bras. Geol. 1981. p.93-116.

TASSINARI, C.C.G & MONTALVÃO, R.M.G. de. Estudo geocronológico do *greenstone belt* Crixás. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Balneário de Camboriú, 1980. *Anais do*...Balneário de Camboriú, *Soc. Bras. Geol.*, 1980. v.5. p.2752-9.

TASSINARI, C.C.G. *Comentários sobre a geocronologia das folhas 1:100.000 do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. (Projeto Sudeste de Goiás). Relatório Interno. 1988.

TAYLOR, S.R. Chemical composition and evolution of the continental crust: the rare earth element evidence. In: MCLHINNY, M.W. ed. *The Earth: its origin, structure and evolution.* London, Academic Press, 1979. p.353-76.

TEIXEIRA, N.A. & DANNI, J.C.M. Contribuição à estratigrafia do Grupo Araxá na região de Passos-MG. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30. Recife, 1978. Anais do..., Recife, *Soc. Bras. Geol.*, 1978. v.3, p.700-11.

THORTON, C.P. & TUTTLE, O.F. Chemistry of igneous rocks: I-Diferentation index. *American Journal of Science*, New Haven, 258: 664-684, 1964.

TRESCASSES, J.J. & OLIVEIRA, S.M.B. Alteração des serpentinitos do Morro do Níquel (MG). In: Congresso Brasileriro de Geologia, 30, Recife, 1978. *Anais do...*,Recife, *Soc. Bras. Geol.*,1978. v.4, 1655-1670.

TURNER, F. D. & VERHOOGEN, D. *Igneous and Metamorphic Petrology*. New York, Mac.Graw-Hill Book Co. 1960, 694p.

VALENTE, C.R. *Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais. Folha Goiânia, SE.22-X-D.* Brasília, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1986.

VALENTE, C.R. & VENEZIANI, P. Mapeamento geológico em áreas de espessa cobertura de latossolo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5, Natal, 1988. *Anais do...*,Natal, 1988.p.381-389.

VEIGA, A.T.C. *et al.* Síntese da Geologia do sul de Goiás. Proposta de revisão estratigráfica e conseqüente reformulação de diretrizes exploratórias. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986. *Anais do...*,Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*, 1986. v.2, p.876-90.

VERNON, R.H.; WILLIAMS, V.A.; DARCY, W.F. Grain-size reduction and foliation development in a deformed granitoid batholith. *Tectonophysics*, 92:123-45, 1982.

VILJOEN, M.J. & VILJOEN, R.P. The geology and geochemistry of the lower ultramafic unit of the Onverwacht Group and a proposed new class of igneous rocks. *Geological Society of South African. Special Publication*, 2: 55-86, 1969.

WACRENIER, P. P. & ROUVEYROL, P. T. Thémes de recherche liés à la prospection des gisements: 1er partie: chronnique de la Recherche Miniére, BRGM, (473): 3-10, mai-june, 1977.

WAHLSTROM, E.E. & KIM, O.J. Precambrian rocks of the Hall Valley area, Front Range, Colorado. *B. Geological Society of America*, 70: 1217-244, 1959.

WEBER, K. Metamorphism and crustal rheology implications of the strutural development of the continental crust during prograde metamorphism. In: DAWSON, J.B. *et al.* The Nature of the Lower Continental Crust. *Geological Society Special Publication* (24): 95-106, 1986.

WENRONG, H. & HONGNIAN, Z. Characteristics of petrochemistry of the different genetic types of granites in the Fujian, China. In: *The Crust.-The significance of granites gneisses in the lithosphere*. Athens, Theophrastus Publ., 1985. 714p. p.319-44.

WINDLEY, B.F. *The evolving continents*. Chichester, J. Wiley & Sons,1982. 385p.

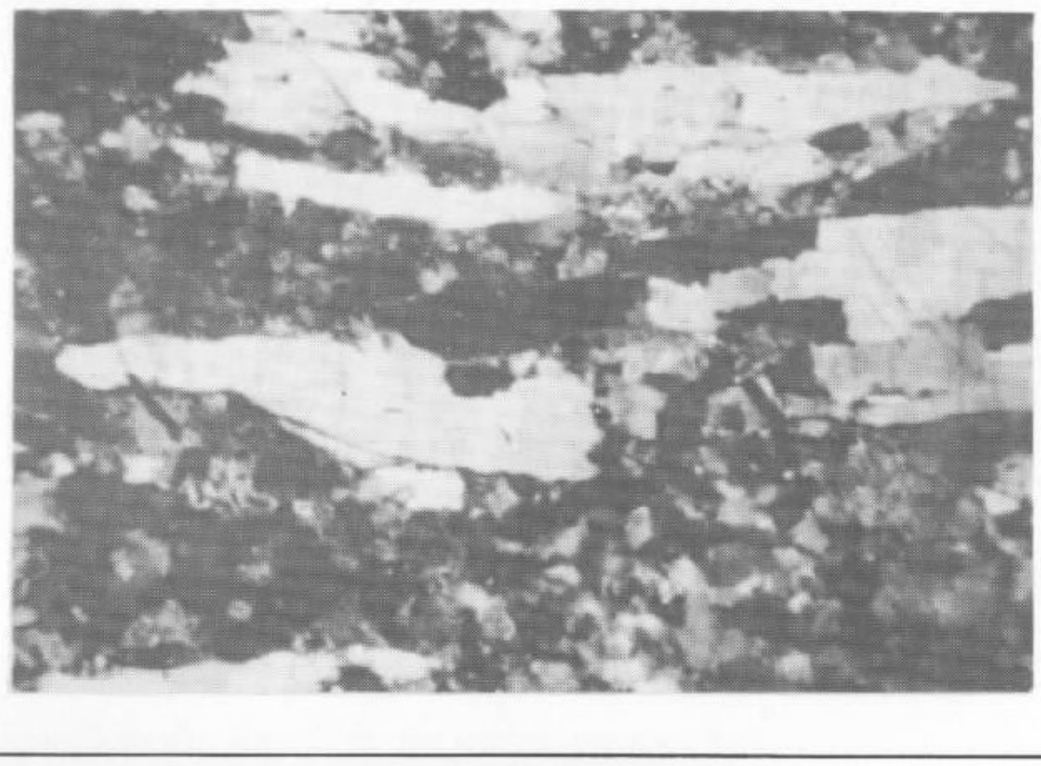
WINKLER, H. *Petrogênese das rochas metamórficas*. Porto Alegre, Edgar Blücher, 1977. 258p.

ZHONGGANG, W. The ree distribuition patterns of granitoids In: KEQIN, XU, GUANGCI, Tv. *Geology of granites and their metallogenetic relations*. Beijing, China, Science Press, 1984. 954p. p.787-96 (International Symposium Held At Nanjing University, Nanjing, China, 26-30 oct. 1982)

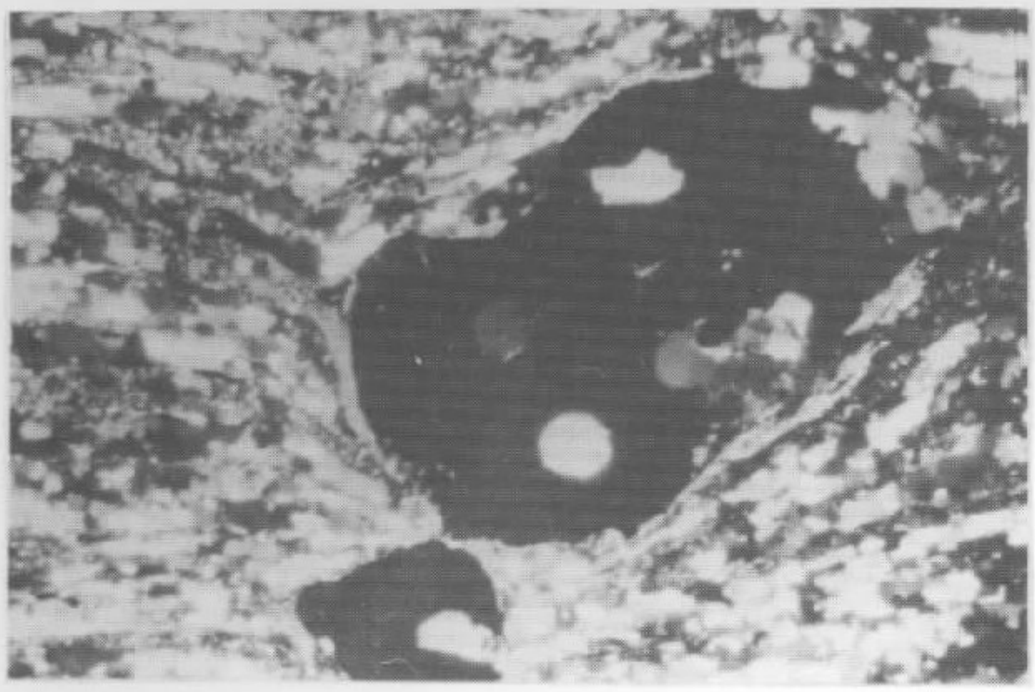
ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

Fotomicrografia 1

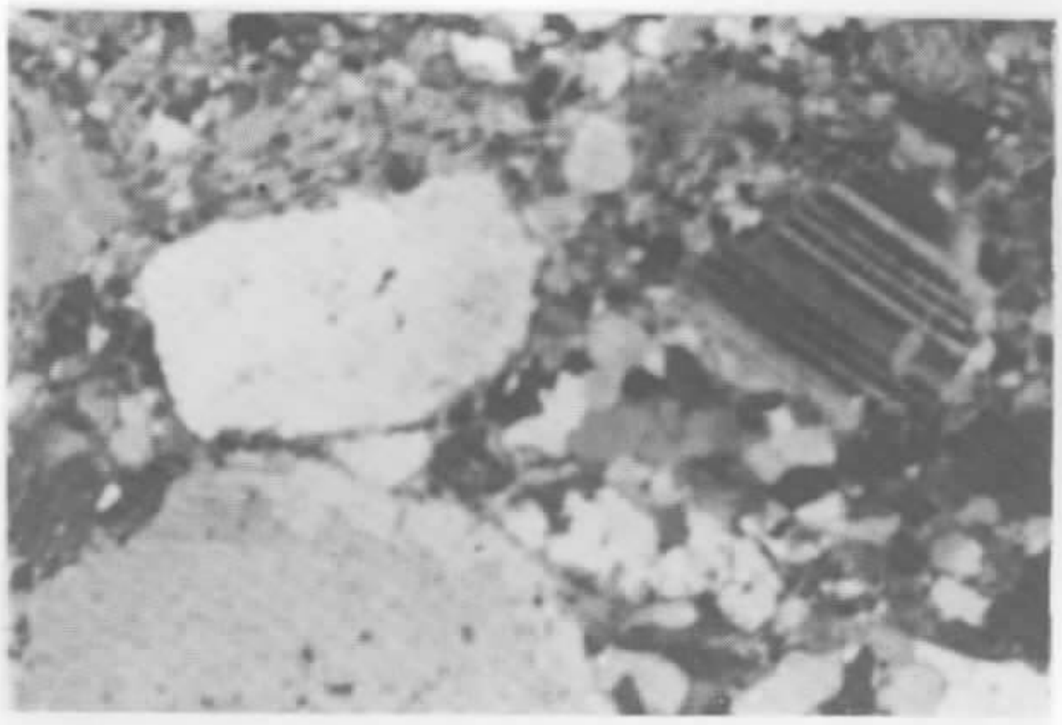
Fotomicrografia 1 – Amostra JD-21 – Gnaisses de alto grau - (leucogabro, norítico) textura de equilíbrio pós-tectônico. Plagioclásio (andesina) em mosaico granoblástico/poligonal. Nicóis X. **Fotomicrografia 2** – Amostra CV-136 – Gnaisses de alto grau (cianita-granada gnaisse tonalítico) – Estrutura *flaser*, com diversos ribbons alongados de quartzo em matriz fina, poligonizada, constituída essencialmente de plagioclásio. Nicóis X. **Fotomicrografia 3** – Amostra CV-160B – Gnaisses de alto grau (sillimanita-granada gnaisse) – Estrutura *flaser*, com evidências de taxas deformacionais mais altas, relativamente à foto anterior. Notar o caráter pré-tectônico-porfiroclástico da granada, dado pela deflecção dos finíssimos *ribbons* em seu contorno, bem como pela assimetria acentuada de sua sombra de pressão. Nicóis X.



Fotomicrografia 2



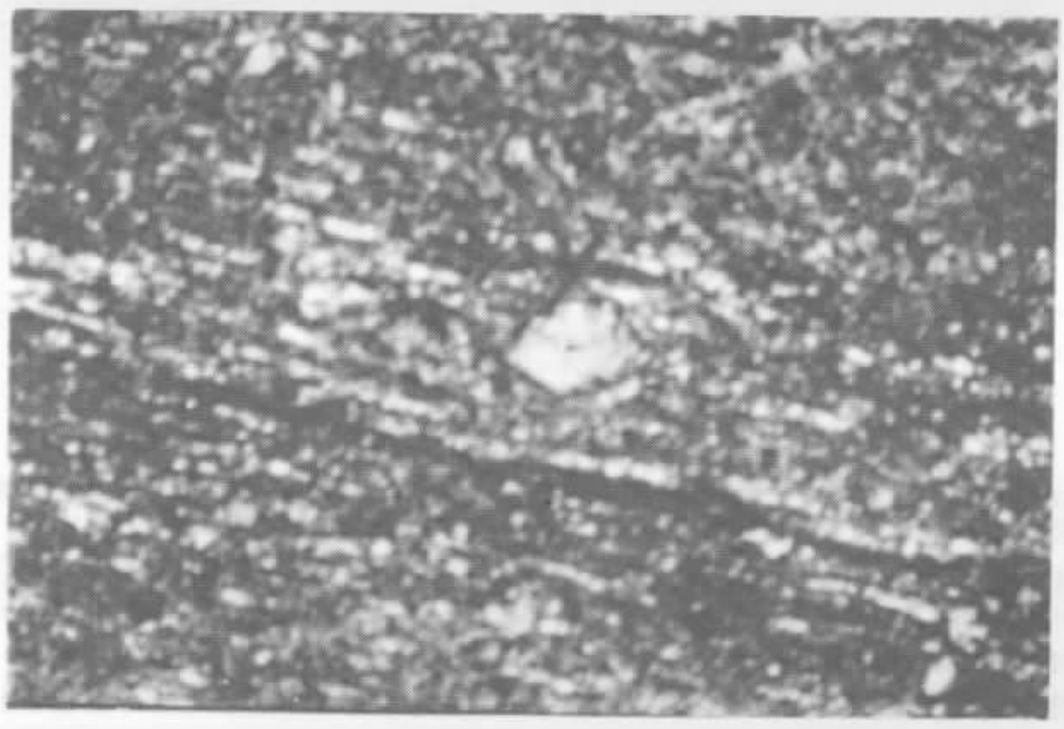
Fotomicrografia 3



Fotomicrografia 4

Fotomicrografia 4 – Amostra CV-10E – Ortognaisses-tonalito com textura protomilonítica com numerosos *augens* (porfiroclastos) de plagioclásio, com bordas arredondadas por cominuição em matriz recristalizada, discretamente foliada. **Fotomicrografia 5** – Amostra CV-179B – Ortognaisses-granito-ultramilonito com abundante matriz cominuída de composição quartzo-feldspática, fortemente foliada, com raros porfiroclastos lenticularizados com composição do granito original. **Fotomicrografia 6** – Amostra CV-79A – Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (metabasalto) – Epídoto-plagioclásio-actinolita xisto de estágio final milonitização de basalto (ultramilonito), com bandamento fino, descontínuo, lenticularizado, e raros porfiroclastos de plagioclásio (centro). Todo o quartzo original acha-se segregado nos finíssimos *ribbons*. Amostra proveniente de uma zona de cisalhamento de alto ângulo.

Fotomicrografia 5



Fotomicrografia 6

Foto 1

Foto 2

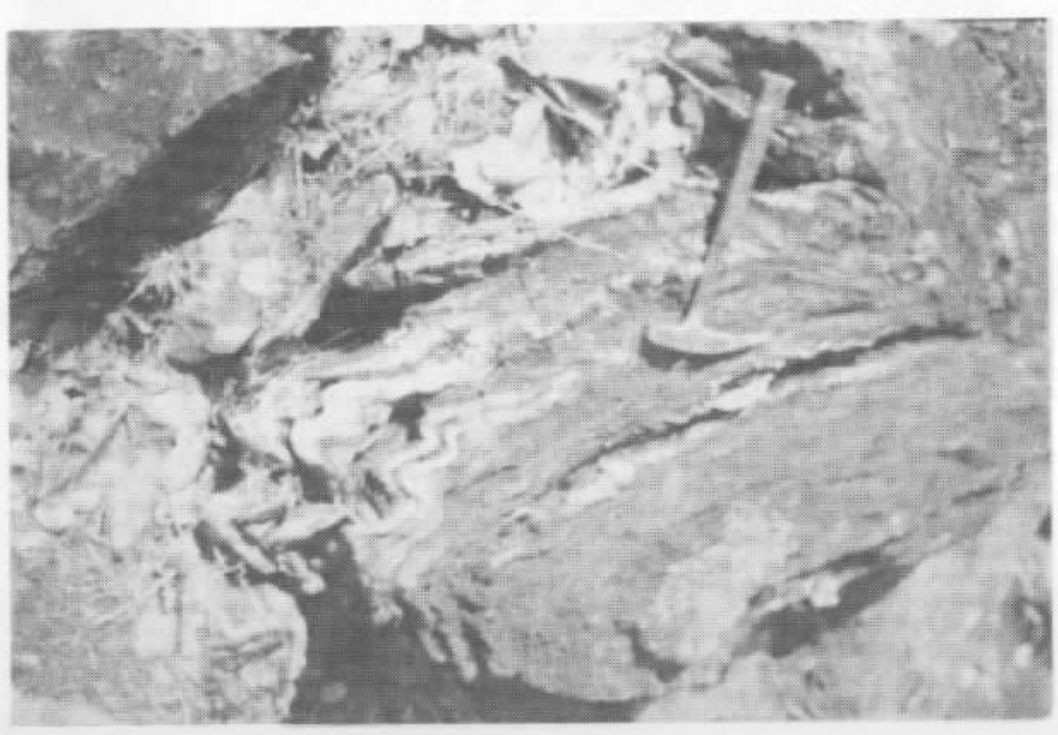


Foto 3

Foto 4

Foto 1 – Estruturas sigmoidais, em quartzo-feldspato em granodiorito milonítico–granitóide da 2ª geração (γ2), indicativas de um cisalhamento dúctil sinistral. Afloramento CV-23 – Serra Quebra Canga, Silvânia. **Foto 2** – Estruturas S/C indicando um cisalhamento dúctil progressivo, de direção NW-SE (Fn). Continuação do afloramento anterior. **Foto 3** – Dobras acilíndricas na foliação milonítica (Sm) – granodiorito do afloramento CV-23. **Foto 4** – Estreita zona de cisalhamento sinistral, formada por uma superfície milonítica da 3ª geração (Fn + 2), com atitude N3O°E/subvertical. Detalhe do afloramento CV-23.

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

Foto 5 – Xenólitos de rocha básica em granitóide ($\gamma 2$), transpostos e transformados em *boudins* assimétricos pelo cisalhamento dúctil progressivo de direção E-W (Fn + 1). Afloramento CV-76, corte na estrada Silvânia-Anápolis, próximo do Ribeirão Jurubatuva, Silvânia. **Foto 6** – Lineação de estiramento mineral - Lx, dada por vênulas de quartzo em muscovita quartzitos, intensamente delaminados pela foliação milonítica S2(F2) Grupo Araxá-Sul de Goiás – Unidade B. Afloramento CC-4 (facfe xy do elipsóide), estrada Vianópolis-São Miguel Passa Quatro. **Foto 7** – Calci-clorita-muscovita-biotita xisto feldspático da Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás, formando dobras reclinadas. Afloramento CC-122, próximo do córrego Boa Vista. **Foto 8** – Contato brusco e concordante do biotita-muscovita granodiorito ($\gamma 3$), com xistos feldspáticos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA). Afloramento CC-23 - Rio Preto.

Foto 9

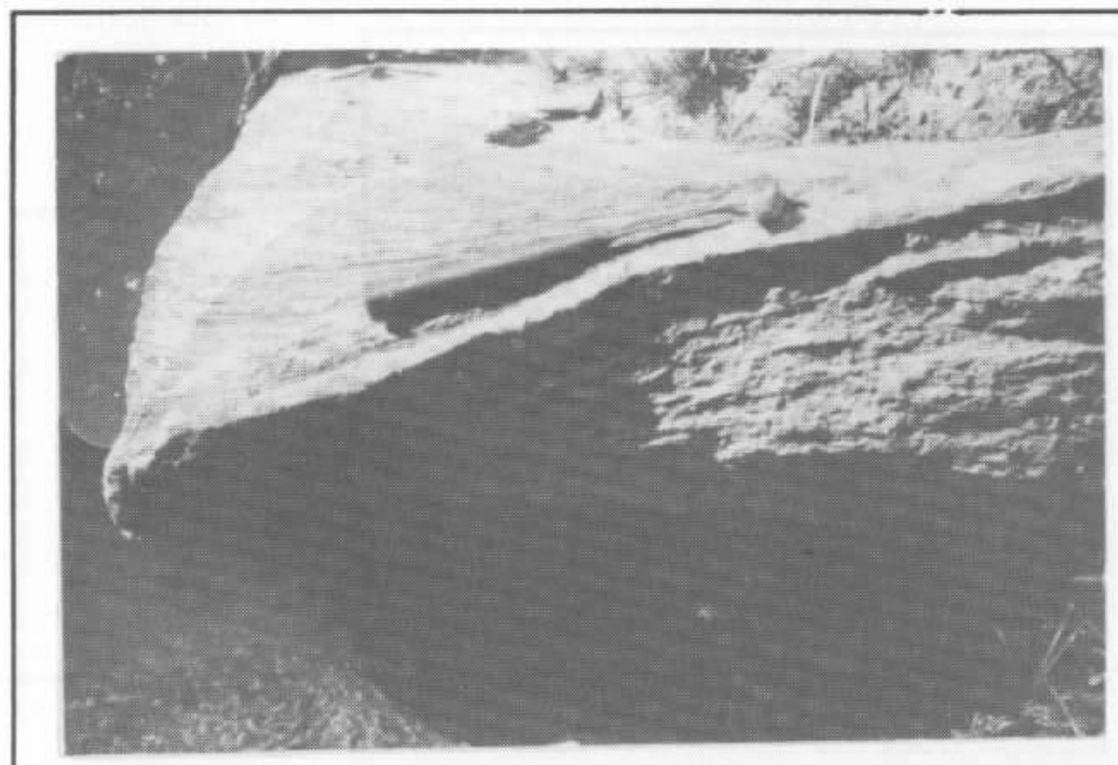


Foto 10

Foto 11

Foto 12

Foto 9 – Estrutura sigmoidal em granitóide ($\gamma 2$), ultramilonitizado, domínio de uma zona de cisalhamento transcorrente dextral (Fn). Afloramento CV-80, córrego da Areia, estrada Silvânia-Anápolis. **Foto 10** – Granitóide foliado ($\gamma 2$), com vênulas de pegmatito, dispondo-se em forma sigmoidal, indicativa de um cisalhamento dúctil progressivo. Afloramento CC-89 – ribeirão Passa Quatro. **Foto 11** – Xistos feldspáticos da Unidade A – Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaA), evidenciando estruturas tipo **pull apart** em vênulas de quartzo, indicando um cisalhamento dúctil sinistral (F2). Afloramento CC-65, Fazenda Alegria - rio dos Bois. **Foto 12** – Estruturas sigmoidais em granodiorito foliado da 2ª geração de granitóide ($\gamma 2$), indicando um cisalhamento dúctil sinistral. Serra Quebra Canga, NE de Silvânia.

Foto 13

Foto 14

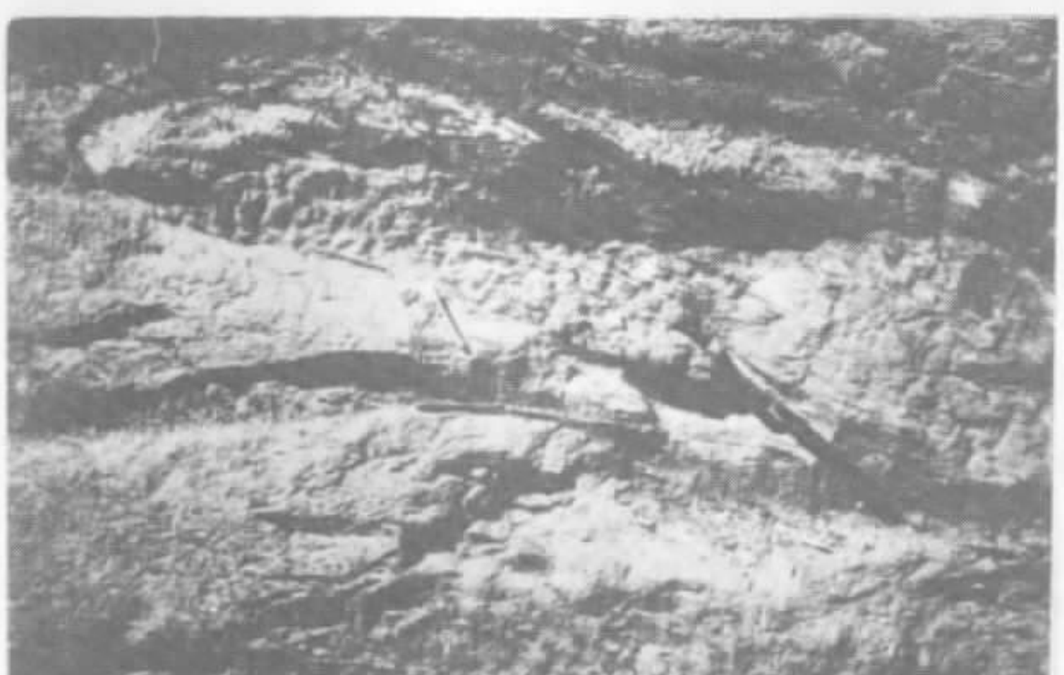


Foto 17

Foto 15

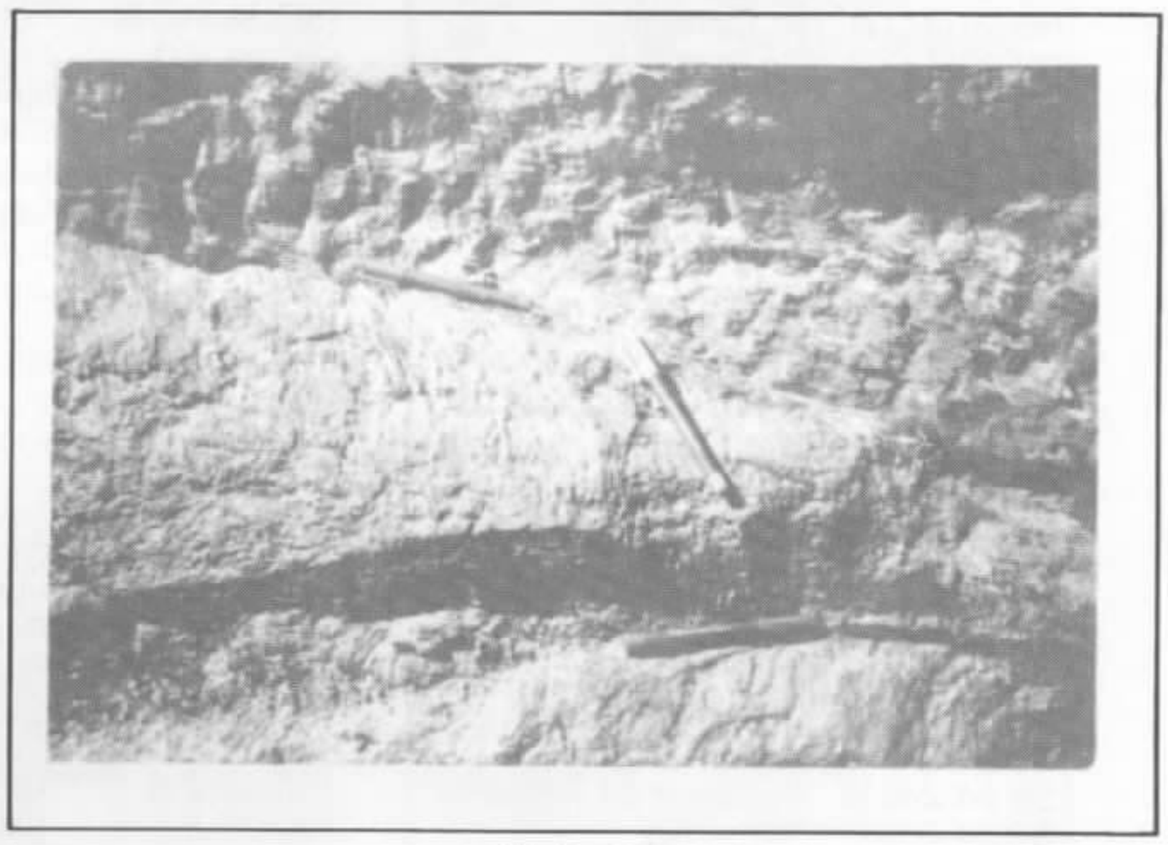


Foto 16

Foto 13 – Dobra intrafolial rompida e transposta (F2), em vênulas de quartzo, nos xistos feldspáticos da Unidade A – Grupo Araxá-Sul de Goiás. Vale do rio dos Bois. **Foto 14** – Granada granitóide da 1ª geração (γ1), exibindo a foliação milonítica (Sm) dobrada. Afloramento CC-186 – córrego Mata Feia (norte de Bela Vista). **Foto 15** – Dobra acilíndrica em quartzito da Unidade Metassedimentar (PIvssB) da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia. Fazenda Gameleira, norte de Vianópolis. **Foto 16** – Cisalhamento de baixo ângulo (F2), reflexo da tectônica imposta aos metassedimentos do Grupo Araxá, impressa nos granulitos paraderivados (APOgaip), intercepitando a foliação milonítica de alto ângulo com direção E-W (Fn + 1), própria dos terrenos granulíticos. Afloramento CC-156 (corte de estrada), Vila Conceição, Bela Vista de Goiás. **Foto 17** – Continuidade do afloramento anterior, onde se observa a anastomose da foliação milonítica de baixo ângulo.

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (Período 1985 a 1993)

Folhas em Execução

NA.19-X	Alto Rio Negro[1]
NA.19-X-C	Sem denominação
NA.19-X-D	Sem denominação
NA.19-Y	Alto Rio Negro[1]
NA.19-Y-B	Rio Aiari[1]
NA.19-Y-D	Rio Iauaretê
NA.19-Z	Alto Rio Negro[1]
NA.19-Z-A	Rio Içana[1]
NA.19-Z-B	Cucuí[1]
NA.19-Z-C	Rio Uaupés[1]
NA.19-Z-D	Pico da Neblina[1]
NA.20-V	Rio Parima[1]
NA.20-X	Boa Vista[1]
NA.20-Y	Serra do Imeri[1]
NB.20-Z	Vila Surumu[1]
SA.19-V	Alto Rio Negro[1]
SA.19-V-B	Sem denominação
SA.19-X	Alto Rio Negro[1]
SA.19-X-A	Rio Curicuriari[1]
SA.19-X-B	São Gabriel da Cachoeira[1]
SA.20-V	Santa Isabel do Rio Negro[1]
SA.22-X-D	Belém[4]
SA.23	São Luís[8]
SA.23-V-C	Castanhal[4]
SA.24-Y-D-V	Irauçuba[3]
SB.23-V-A	Rio Cajuapara[4]
SB.23-X-B	Caxias[4]
SB.24	Jaguaribe[8]
SB.24-Y-B	Iguatu[1]
SB.24-Z-B	Caicó[1]
SB.24-Z-D-III	Boqueirão[1]
SB.24-Z-D-V	Sumé[1]
SB.24-Z-D-VI	Santa Cruz do Capibaribe[1]
SC.20-Z-C-V	Paulo Saldanha[1]
SC.24-Z-C-VI	Rio Pardo[1]
SC.22-X-A	Redenção[4]
SC.23-X-B-VI	Barragem[1]
SC.23-X-D-II	São Raimundo Nonato[1]
SC.23-X-D-IV	Campo Alegre de Lourdes[1]
SC.23-Y-D-VI	Cariparé[1]
SC.23-Z-A/Y-B	Curimatã/Corrente[1]
SC.23-Z-C-IV	Riachão das Neves[1]
SC.24	Aracaju[8]
SC.24-V-A	Paulistana[1]
SC.24-V-A-I	Riacho Queimadas[1]
SC.24-V-C	Petrolina[1]
SC.24-X-D-V	Arapiraca[1]
SC.24-Y-C	Jacobina[1]
SC.24-Y-C-V	Morro do Chapéu[1]
SC.24-Y-D	Serrinha[1] (rev.)
SD.22-Z-C-V	Goiás[1]
SD.23-X-C-V	Coribe[1]
SD.24-V-A-I	Seabra[1]
SD.24-Y-B-IV	Poções[1]
SE.21-Y-D	Corumbá[1]
SE.22	Goiânia[6]
SE.22-X-A-II	Sanclerlândia[1]
SG.22-X-B	Goiânia[1] (rev.)
SE.23-Z-B-IV	Serro[1]
SE.23-Z-C-VI	Belo Horizonte[1]
SE.23-Z-D-I	Conceição do Mato Dentro[1]
SE.23-Z-D-IV	Itabira[1]
SE.24-V-A	Almenara[1]
SF.21-V-B	Aldeia Tomazia[1]
SF.21-V-D	Porto Murtinho[1]
SF.21-X-A	Aquidauana[1]
SF.23	Rio de Janeiro[8]
SF.24-V-A	Cachoeiro de Itapemirim[1]
SG.22-X-C-III-4	Campo Largo[7]
SG.22-X-C-VI-2	Contenda[7]
SG.22-X-D-I-1	Rio Branco do Sul[7]
SG.22-X-D-I-3	Curitiba[7]
SG.22-X-D-I-4	Piraquara[7]
SG.22-X-D-IV-1	Araucária[7]
SG.22-X-D-IV-2	São José dos Pinhais[7]
SG.22-X-D-IV-3	Mandirituba[7]
SG.22-Z-D	Florianópolis[1]
SH.22-V-C-IV	Santa Maria[3]
SH.22-X-B-I	Tubarão[1]
SH.22-X-B-II	Laguna[1]
SH.22-X-B-IV	Criciúma[1]
SH.22-Y-B	Porto Alegre[1]
SH.22-Y-C	Pedro Ósorio[1]

Folhas Impressas

NA.20-Z-B-V	Monte Roraima[1]
NB.20-Z-B-VI	Monte Caburaí[1]
NB.20-Z-D-II	Rio Quinô[1]
NB.20-Z-D-III	Rio Cotingo[1]
NB.20-Z-D-V	Vila Pereira[1]
NB.20-Z-D-VI	Rio Viruquim[1]
NB.21-Y-A-IV	Sem denominação
NB.21-Y-C-I	Sem denominação
SA.22-Y-D	Altamira[4]
SA.23-Y-D	Santa Inês[4]
SB.20-Z-B-VI	Mutum[1]
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás[4]
SB.22-Z-D	Araguaína[4]
SB.23-V-B	Vitorino Freire[4]
SB.23-V-C	Imperatriz[4]
SB.24-D-V	Mombaça[1]
SB.24-X-B-/D	Areira Branca/Mossoró[2]
SB.24-Y-B-II	Catarina[1]
SB.24-Y-C-V	Patos(PI)[1]
SB.24-Y-C-VI	Simões[1]
SB.24-Z-B-II	Currais Novos[3]
SB.24-Z-B-V	Jardim do Seridó[3]
SB.24-Z-C	Serra Talhada[2]
SB.24-Z-C-VI	Afogagos da Ingazeira[1]
SB.24-Z-D-I	Patos(PB)[1]
SB.24-Z-D-II	Juazeirinho[1]
SB.24-Z-D-IV	Monteiro[1]
SB.25-V-C	Natal[2]
SB.25-V-C-IV	João Câmara[1]
SB.25-Y-C-V	Limoeiro[1]
SC.20-V-B-V	Porto Velho[1]
SC.20-V-C-V	Abunã[1]
SC.20-V-C-VI	Mutumparaná[1]
SC.20-V-D-I	Jaciparaná[1]
SC.22-X-B	Conceição do Araguaia[4]
SC.24-V-A-II	Paulistana[1]
SC.24-V-A-III	Santa Filomena[1]
SC.24-V-A-IV	Barra do Bonito[1]
SC.24-V-A-V	Afrânio[1]
SC.24-V-A-VI	Riacho do Caboclo[1]
SC.24-V-B-IV	Cristália[1]
SC.24-V-C-III	Petrolina[1]
SC.24-V-D	Uauá[2]
SC.24-V-D-I	Itamotinga[1]
SC.24-X-C-V	Santa Brígida[1]
SC.24-X-C-VI	Piranhas[1]
SC.24-Y-B	Senhor do Bonfim[2]
SC.24-Y-B-VI	Euclides da Cunha[3]
SC.24-Y-C	Jacobina[2]
SC.24-Y-D	Serrinha[2]
SC.24-Y-D-II	Gavião[1]
SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo[1]
SC.24-Y-D-V	Pintadas[1]
SC.24-Y-D-VI	Serrinha[1]
SC.24-Z-A-II	Jeremoabo[1]
SC.24-Z-A-III	Carira[1]
SC.25-V-A-II	Vitória de Santo Antão[1]
SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda[1]
SD.21-Z-A	Rosário do Oeste[2]
SD.21-Z-C	Cuiabá[2]
SD.22-X-D	Porangatu[2]
SD.22-Z-B	Uruaçu[2]
SD.22-Z-C	Ceres[2]
SD.22-Z-D	Goianésia[2]
SD.22-Z-D-IV	Jaraguá[1]
SD.22-Z-D-V	Pirenópolis[1]
SD.23-X-B	Ibotirama[2]
SD.23-X-D	Bom Jesus da Lapa[2]
SD.23-Y-C	Brasília[2]
SD.23-Y-D	Buritis[2]
SD.23-Z-D-IV	Janaúba[3]
SD.24-V-A-II	Utinga[1]
SD.24-V-A-V	Lençóis[1]
SD.24-V-C	Livramento do Brumado[2]
SD.24-V-C-II	Mucugê[1]
SD.24-Y-A	Vitória da Conquista[2]
SD.24-Y-B-V	Ibicaraí[1]
SD.24-Y-B-VI	Itabuna[1]
SE.22-V-B	Iporã[2]
SE.22-X-A	São Luís de Montes Belos[2]
SE.22-X-A-VI	Nazário[1]
SE.22-X-B	Goiânia[2]
SE.22-X-B-I	Nerópolis[1]
SE.22-X-B-II	Anápolis[1]
SE.22-X-B-IV	Goiânia[1]
SE.22-X-B-V	Leopoldo de Bulhões[1]
SE.22-X-B-VI	Caraíba[1]
SE.22-X-D	Morrinhos[2]
SE.23-V-B	São Romão[2]
SE.23-Z-B	Guanhães[2]
SE.23-Z-C	Belo Horizonte[2]
SE.23-Z-D	Ipatinga[2]
SE.24-Y-C-V	Baixo Guandu[1]
SE.24-Y-C-VI	Colatina[1]
SF.23-V-D-V-4	São Gonçalo de Sapucaí[1]
SF.23-X-B-I	Mariana[1]
SF.23-X-B-II	Ponte Nova[1]
SF.23-X-B-IV	Rio Espera[1]
SF.23-X-C-III	Barbacena[1]
SF.23-X-C-VI	Lima Duarte[1]
SF.23-X-D-I	Rio Pomba[1]
SF.23-Y-B-II-2	Heliodora[1]
SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio[1]
SF.24-V-A-III	Domingos Martins[1]
SF.24-V-A-V	Cachoeiro de Itapemirim[1]
SF.24-V-A-VI	Piúma[1]
SG.22-Z-B	Joinville[2]
SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul[2]

Folhas em Editoração

NA.20-X-C-III	Paredão[1]
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani[1]
SA.23-V-D	Turiaçu[4]
SA.23-X-C	Cururupu[4]
SA.23-Y-B	Pinheiro[4]
SA.23-Z-A	São Luís[4]
SA.23-Z-C	Itapecuru-Mirim[4]
SB.22-X-C	Serra Pelada[4]
SB.22-X-D	Marabá[4]
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu[4]
SB.22-Z-B	Xambioá[4]
SB.22-Z-C	Xinguara[4]
SB.23-V-D	Barra do Corda[4]
SB.23-X-A	Bacabal[4]
SB.23-X-C	Presidente Dutra[4]
SB.24-V-C-III	Crateús[3]
SC.23-Y-D	Formosa do Rio Preto[1]
SC.23-Z-C	Santa Rita de Cássia[1]
SD.22-Z-C-VI	Itaguaru[1]
SD.23-Z-D-II	Monte Azul[3]
SD.23-Z-D-IV	Rio Pardo de Minas[3]
SE.22-X-A-III	Itaberaí[1]
SG.22-Z-D-I-2	Botuverá[1]
SG.22-Z-D-II-1	Brusque[1]
SG.22-Z-D-V	Florianópolis[1]
SH.22-Y-A-I-4	Passo do Salsinho[1]
SH.22-Y-C-II	Piratini[1]

[1] Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético nas escalas 1:500:000, 1:250:000, 1:100:000, 1:50:000; [2] Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais escala 1:250:000; [3] Mapas de Previsão de Recursos Hídricos Subterrâneos escala 1:100:000; [4] Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, de Solos e de Vegetação para a Área do Programa Grande Carajás - Subprojeto Recursos Minerais; [5] Levantamento geológico visando ao meio ambiente; [6] Levantamentos aerogeofísicos; [7] Integração geológico/geoquímica de regiões metropolitanas

Folhas Concluídas

Disponíveis para consulta

NA.20-X-B/ Uriracoera [2]
NA.21-V-A Conceição do Maú [2]
NA.20-X-D Boa Vista [2]
NA.20-Z-B Caracaraí [2]
NB.20-Z-B e
NB.21-Z-A/ Monte Roraima [2]
NB.20-Z-D/ Vila Surumu/ [2]
NB.21-Y-C Rio Maú [2]
NA.21-Z-B Rio Citaré [2]
NA.22-V-B/ Rio Oiapoque [2]
NB.22-Y-D Cabo Orange [2]
NA.22-V-D Lourenço [2]
NA.22-Y-A Serra do Tumucumaque [2]
NA.22-Y-B Rio Araguari [2]
NA.22-Y-D Macapá [2]
SA.21-X-B Rio Maicuru [2]
SA.24-Y-A Parnaíba [2]
SA.24-Y-B Acarau [2]
SA.24-Y-C Granja [2]
SA.24-Y-D Sobral [2]
SA.24-Z-C Fortaleza [2]
SB.22-X-C Rio Itacaiúnas [2]
SB.22-X-D Marabá [2]
SB.22-Z-A Rio Paraopebas [2]
SB.24-V-A Piripiri [2]
SB.24-V-B Quixadá [2]
SB.24-V-C Crateús [2]
SB.24-V-D Quixeramubim [2]
SB.24-X-A Aracati [2]
SB.24-X-C Morada Nova [2]
SB.24-Y-A Valença do Piauí [2]
SB.24-Y-B Iguatu [2]
SB.24-Y-C Picos [2]
SB.24-Y-D Juazeiro do Norte [2]
SB.24-Z-A Souza [2]
SB.24-Z-B Caicó [2]
SB.24-Z-D Patos [2]
SB.25-Y-A Cabedelo [2]
SB.25-Y-C João Pessoa [2]
SC.20-V-C Abunã [2]
SC.20-V-D Ariquemes [2]
SC.20-Y-B Alto Jamari [2]
SC.20-Y-D Serra dos Uopianes [2]
SC.20-Z-A Rondônia [2]
SC.20-Z-B Rio Branco [2]
SC.20-Z-C Presidente Médici [2]
SC.20-Z-D Pimenta Bueno [2]
SC.21-Z-B Vila Guarita [2]
SC.22-X-D Miracema do Norte [2]
SC.22-Z-B Porto Nacional [2]
SC.22-Z-D Gurupi [2]
SC.23-X-D São Raimundo Nonato [2]
SC.23-Y-C Natividade [2]
SC.23-Z-B Xique-Xique [2]
SC.23-Z-D Barra [2]
SC.24-V-A Paulistana [2]
SC.24-V-B Salgueiro [2]
SC.24-X-A Floresta [2]
SC.24-X-B Garanhuns 2
SC.24-X-C Paulo Afonso [2]
SC.24-X-D Santana do Ipanema [2]
SC.24-Y-A Mirangaba [2]
SC.24-Z-A Jeremoabo [2]
SC.24-Z-B/D Aracaju/Estância [2]
SC.24-Z-C Tobias Barreto [2]
SC.25-V-A Recife [2]
SC.25-V-C Maceió [2]
SD.20-V-B Príncipe da Beira [2]
SD.20-X-A Pedras Negras [2]
SD.20-X-B Vilhena [2]
SD.20-X-C Ilha do Sossego [2]
SD.20-X-D Pimenteiras [2]
SD.21-Y-C Mato Grosso [2]
SD.21-Y-D Barra do Bugres [2]
SD.22-X-A Araguaçu [2]
SD.22-X-B Alvorada [2]
SD.22-X-C São Miguel do Araguaia [2]
SD.22-Y-D Barra do Garças [2]
SD.22-Z-A Mozarlândia [2]
SD.23-V-A Arraias [2]
SD.23-V-C Campos Belos [2]
SD.23-X-A Barreiras [2]
SD.23-X-C Santa Maria da Vitoria [2]
SD.23-Y-A São João d'Aliança [2]
SD.23-Z-A Manga [2]
SD.23-Z-B Guanambi [2]
SD.24-V-A Seabra [2]
SD.24-V-B Itaberaba [2]
SD.24-V-D/ Jequié/ [2]
SD.24-X-C Jaguaribe [2]
SD.24-X-A Salvador [2]
SD.24-Y-B/ Ilhéus/ [2]
SD.24-Z-A Itacaré [2]
SD.24-Y-C Rio Pardo [2]
SD.24-Y-D/ Itapetinga/ [2]
SD.24-Z-C Canavieiras [2]
SE.21-V-D-V Morraria do Ínsua [1]
SE.21-Y-B-II Lagoa de Mandioré [1]
SE.21-Y-B-III Amolar [1]
SE.23-V-A Unaí [2]
SE.23-V-C Paracatu [2]
SE.23-V-D João Pinheiro [2]
SE.23-X-A Montes Claros [2]
SE.23-X-B Araçuaí [2]
SE.23-X-C Pirapora [2]
SE.23-X-D Capelinha [2]
SE.23-Y-A Patos de Minas [2]
SE.23-Y-B Três Marias [2]
SE.23-Y-C Uberaba [2]
SE.23-Y-D Bom Despacho [2]
SE.23-Z-A Curvelo [2]
SE.24-V-C Teófilo Otoni [2]
SE.24-Y-A Governador Valadares [2]
SE.24-Y-C Colatina [2]
SF.21-V-B Baía Negra [2]
SF.21-X-A Miranda [2]
SF.23-V-A-II.2 Rio São Lourensinho [7]
SF.23-V-A-III.1 Itanhaem [7]
SF.23-V-A-III.2 Mangagua [7]
SF.23-Y-A-V.4 Campinas [7]
SF.23-Y-A-VI.3 Valinhos [7]
SF.23-Y-C-II.2 Indaiatuba [7]
SF.23-Y-C-II.4 Cabreúva [7]
SF.23-Y-C-III.1 Jundiaí [7]
SF.23-Y-C-III.2 Atibaia [7]
SF.23-Y-C-III.3 Santana do Parnaíba [7]
SF.23-Y-C-III.4 Guarulhos [7]
SF.23-Y-C-V.2 São Roque [7]
SF.23-Y-C-V.4 Juquitiba [7]
SF.23-Y-C-VI.1 Itapecerica da Serra [7]
SF.23-Y-C-VI.2 São Paulo [7]
SF.23-Y-C-VI.3 Imbu-Guaçu [7]
SF.23-Y-C-VI.4 Riacho Grande [7]
SF.23-Y-D-I.1 Piracaia [7]
SF.23-Y-D-I.2 Igaratá [7]
SF.23-Y-D-I.3 Itaquaquecetuba [7]
SF.23-Y-D-I.4 Santa Isabel [7]
SF.23-Y-D-II.3 Jacareí [7]
SF.23-Y-D-IV.1 Suzano (Mauá) [7]
SF.23-Y-D-IV.2 Mogi das Cruzes [7]
SF.23-Y-D-IV.3 Santos [7]
SF.23-Y-D-IV.4 Bertioga [7]
SF.23-Y-D-V.1 Salesópolis [7]
SF.23-Y-D-V.2 Pico do Papagaio [7]
SF.23-V-A Franca [2]
SF.23-V-B Furnas [2]
SF.23-V-C Ribeirão Preto [2]
SF.23-V-D Varginha [2]
SF.23-X-A Divinópolis [2]
SF.23-X-B Ponte Nova [2]
SF.23-X-C Barbacena [2]
SF.23-X-D Juiz de Fora [2]
SF.23-Y-A Campinas [2]
SF.23-Y-B Guaratinguetá [2]
SF.23-Y-C São Paulo [2]
SF.23-Y-D Santos [2]
SG.22-X-A Telêmaco Borba [2]
SG.22-X-B/ Itararé/ [2]
SG.22-X-C Ponta Grossa [2]
SG.22-X-D/ Curitiba/ [2]
SG.23-V-C Cananéia [2]
SG.23-V-A Iguape [2]
SG.22-Z-D Florianópolis [2]
SH.21-Z-D Bagé [2]
SH.21-Z-B São Gabriel [2]
SH.22-X-B Criciúma [2]
SH.22-Y-D/ Pelotas/ [2]
SH.22-Z-C Mostarda [2]
SI.22-V-A/ Jaguarão/ [2]
SI.22-V-B Rio Grande [2]

Memória Técnica

- Mapas de serviço disponíveis para cópias heliográficas (*)
- Disquetes de computador com análises químicas, petrográficas, mineralógicas etc (*)
- Sistema de Informações Geológicas do Brasil – SIGA (**)
- Bases de Dados:

GEOB e GTM – Bibliografia
META – Ocorrências Minerais
AFLO – Descrição de Afloramento
PETR – Análises Petrográficas
SIGEO – Projetos de Geologia, Geoquímica, Geofísica
SISON – Dados de Sondagem
DOTE – Acervo Bibliográfico da CPRM
PROJ – Carteira de Projetos da CPRM

Locais de Acesso: (*) DNPM: Brasília e Distrito Regional; (**)Brasília e Distritos Regionais e CPRM: Rio de Janeiro

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
FOLHA LEOPOLDO DE BULHÕES, SE.22-X-B-V
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1992

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA EXECUTIVA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

LEOPOLDO DE BULHÕES — SE.22-X-B-V

CONVENÇÕES METALOGENÉTICAS

CARACTERES DOS JAZIMENTOS

SUBSTÂNCIA MINERAL

Au – ouro
Cu – cobre
Mn – manganês
ci – cianita
tu – turmalina

QUIMISMO

Não sublinhados: óxidos, metais nativos (Ex.: Au)
Sublinhados simples: sulfetos
Sublinhado duplo: carbonatos, fosfatos, sulfetos, halóides, tungstatos (Ex.: Ba)
Sublinhados com traços: silicatos (ex. Zr)

ASSOCIAÇÃO MINERALÓGICA (minerais-minério sublinhado)

Au : ouro + quartzo
Cu : calcopirita + pirita ± pirrotita ± covelita ± neodigenita
Mn: psilomelana + goethita + quartzo + granada manganesífera
ci : cianita + sericita + quartzo
tu : turmalina + cassiterita + moscovita + biotita + quartzo + albita

MORFOLOGIA (orientada na direção dos corpos)

estratiforme; lenticular; colunar "pipe", chaminé; filoniana; irregular "amas"; indeterminada ou não conhecida

O símbolo morfológico, quando tracejado, representa jazimento subaflorante.

TEXTURA

bandada, laminada, xistosa
nodular, pisolítica, oolítica
disseminada, rede
maciça, granular brechoide
multivenulada, "stockwork", "stringer"
"boxwork", pulverulenta, terrosa

CLASSE DOS JAZIMENTOS

detríticos, aluvionar
de alteração superficial
sedimentares e/ou associados a seqüências sedimentares
vulcanogênicos e/ou associados a seqüências vulcanossedimentares
ligados a rochas básico-ultrabásicas
ligados a rochas alcalinas, carbonatitos e quimberlitos
associados a rochas granitóides
ligados a pegmatitos
filonianos-hidrotermais
metamórfico-metassomáticos

INDÍCIOS INDIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

INDÍCIOS GEOQUÍMICOS

Zonas Anômalas (Índice numérico indicativo do grau da anomalia 1 – 1ª ordem, 2 – 2ª ordem).

Cu2As1 – em sedimento de corrente para cobre (Cu), arsênio (As), Níquel (Ni), cromo (Cr), zinco (Zn), chumbo (Pb), estrôncio (Sr), cobalto (Co), vanádio (V).

Estações Anômalas

Au, cs em concentrados de bateia para ouro (Au), cassiterita (cs), rutilo (rt).

Em sedimentos de corrente para estanho (Sn) e wolfrâmio (W), cobre (Cu), níquel (Ni), cromo (Cr), prata (Ag), berilo (Be), molibdênio (Mo), ítrio (Y), escândio (Sc), zinco (Zn), cobalto (Co), arsênio (As), boro (B), lântanio (La), rutilo (rt), chumbo (Pb).

INDÍCIOS GEOFÍSICOS

Contorno de zona magnética anômala.
Contorno de zona radiométrica anômala.

OUTROS ÍNDICIOS

pegmatitos (pg).

DADOS ECONÔMICOS

TAMANHO	SITUAÇÃO ATUAL
pequeno, médio, grande	mina, jazida, ativo, garimpo (lavra rudimentar), depósito, inativo, intermitente

ÁREAS MINERALIZADAS/PREVISIONAIS

PROVÁVEL: relação entre jazimento e contexto geológico claramente definida, identificação de metalotectos comprovados e prováveis; presença de indícios diretos e indiretos de mineralizações.

POSSÍVEL: contexto geológico favorável, identificação e/ou continuidade de metalotectos possíveis, raridade de indícios diretos de mineralizações e presença de indícios indiretos.

POTENCIAL: contexto geológico favorável, presença de indícios indiretos de mineralização e ausência de indícios diretos.

CARACTERÍSTICAS

ÁREA I – Indícios de cassiterita nos concentrados de bateia e anomalias de arsênio de 1ª ordem, em sedimentos de correntes, vinculadas à zonas de cisalhamento de alto ângulo com direção predominante E-W e variação NW-SE, que limitam os granitóides gama 3 (granitos e granodioritos aduasmicas), leucocráticos, crustais e de natureza cálcio-alcalina, alto potássio. Área potencialmente indicada à prospecção de cassiterita, ouro, W, Ta, Nb, Mo, U e Th.

ÁREA II – Presença de duas ocorrências de cobre, a primeira é formada por calcopirita associada à pirita, disseminadas em rochas metagabróides e anfibolitos do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, ligadas à zonas de cisalhamento. A outra ocorrência é constituída de calcopirita e covelita associadas à pirita, pirrotita e ilmenita, que aparecem relacionadas a uma lente-camada de epidoto-anfibolito (vulcanoclástica), encaixada em cianita-quartzo-estaurolita-granada-moscovita xistos da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia, estruturadas numa zona de cisalhamento de baixo ângulo. Esta área é bastante favorável à prospecção de sulfetos polimetálicos (Cu, Zn, Ni e Co), abrigando Au como subproduto, haja visto as anomalias de cobre – 2ª ordem e arsênio – 1ª ordem, detectadas em sedimentos de corrente.

ÁREA III – Garimpo inativo de ouro em sedimentos detríticos aluvionares possivelmente derivados de filões de quartzo, vinculados a fluidos pneumatolíticos, veiculados nas zonas de cisalhamento transcorrente, na periferia dos granitóides gama 2, situados um pouco a leste desse ponto. Ocorrem ainda, sulfetos (calcopirita, pirita e covelita) disseminados em granulitos básicos (metagabróides e anfibolitos) e metaultrabasitos (metapiroxenitos), acompanhados de anomalias geoquímicas de Cu – 2ª ordem, Co – 1ª ordem e Zn – 2ª ordem em sedimentos de corrente e anomalias geofísicas (magnéticas).

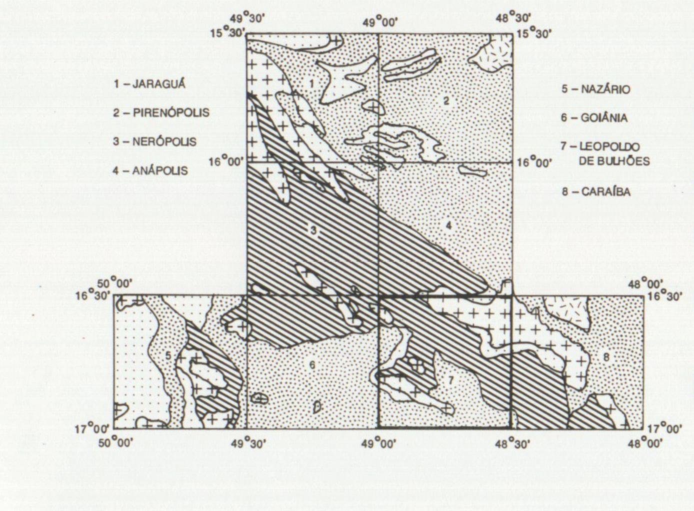
ÁREA IV – Foram encontradas calcopirita e pirita, disseminadas em metagabróides e anfibolitos de Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, ligadas à zonas de cisalhamento contracional do ribeirão Passa Quatro. Associam-se ainda, anomalias de cobre de 2ª ordem e prata – 1ª ordem, em sedimentos de corrente, e anomalias magnéticas.

ÁREA V – Presença de cassiterita e ouro em concentrados de bateia ligados provavelmente aos granitóides gama 3 (granitos e granodioritos a duas micas), crustais, cálcio-alcalinos, alto potássio e intrusivos nos metassedimentos do Grupo Araxá Sul de Goiás. Esses granitóides são confinados à expressivas zonas de cisalhamento de alto ângulo, direção NW-SE, que localmente serviram de conduto à percolação de fluidos hidrotermais, propiciando à formação de pegmatitos enriquecidos em turmalina, e de "greisen", contendo cassiterita. Foram observadas ainda anomalias de Sn, W, Cu, Ag e As (1ª e 2ª ordem) em sedimentos de drenagem. As pintas de Au em concentrados de bateia e as anomalias de As nos sedimentos de corrente encontradas nessa área, conferem-lhe potencialidade à concentração de mineralização de Au, notadamente em filões de quartzo na periferia dos granitóides, ou encaixadas na forma de vênulas de quartzo em xistos feldspáticos do Grupo Araxá Sul de Goiás, atravessados pelas às zonas de cisalhamento citadas acima.

ÁREA VI – Garimpos de Au em depósitos aluviais, coluviais e eluviais distribuídos em torno da cidade de Silvânia, no domínio das rochas metavulcânicas básicas e intermediárias (andesitos e quartzo dacitos) da Seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia, que localmente se encontram em avançado estágio de alteração intempérica. A mineralização de Au pode estar ligada às zonas de cisalhamento que colocam em contato os litotipos do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu com as rochas metavulcânicas citadas acima. Foram detectadas ainda, expressivas anomalias de Au, As (1ª ordem), Cu (2ª ordem) e Co (2ª ordem), em sedimentos de corrente, sobrepostas por uma extensiva anomalia magnetométrica.

LISTAGEM DE JAZIMENTOS MINERAIS

Nº DE REFERÊNCIA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	ROCHAS ASSOCIADAS E/OU HOSPEDEIRA	DADOS ECONÔMICOS
01	cobre	Fazenda Jataí-Bela Vista de Goiás	metagabróides granulitizados	
02	cobre	Córrego Palmito-Bela Vista de Goiás	epidoto anfibolito (vulcanoclástica)	
03	ouro	Cabeceira do córrego Palmito-Bela Vista de Goiás	aluviões	Garimpo inativo
04	cobre	Cabeceiras do córrego Palmito-Bela Vista de Goiás	metagabros granulitizados	
05	cobre	Ribeirão Passa Quatro	metagabros granulitizados/anfibolitos	
06	ouro	Silvânia (saída oeste da cidade)	aluvião/coluvião/eluvião	Garimpo inativo
07	ouro	Silvânia (saída norte da cidade)	aluvião/coluvião/eluvião	Garimpo inativo
08	turmalina	Rio Preto (sul de Silvânia)	pegmatitos	
09	manganês	Fazenda Calvo (sul de Silvânia)	gonditos	
10	cianita	Fazendinha (leste de Silvânia)	cianititos	dimensões aflorantes: 30m x 12m



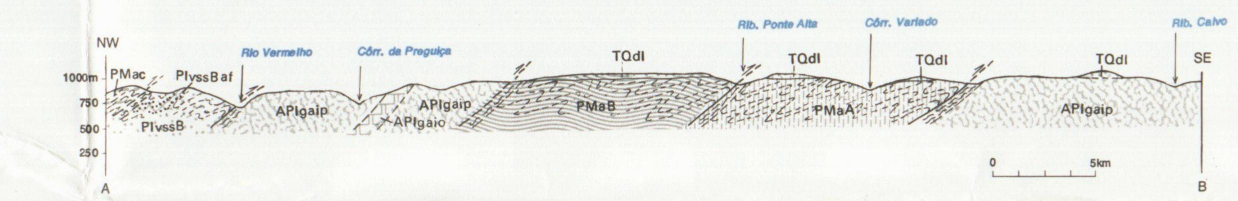
DIVISÃO EM DOMÍNIOS REGIONAIS

Sistema de dobramentos Brasiliano
Sistema de dobramentos Uruaçuano
Seqüências vulcanossedimentares Proterozóicas
Suíte Plutônica (Granitóides)

NÚCLEO ANTIGO

Complexo gnáissico de médio a alto grau (granulitos)

SEÇÃO GEOLÓGICA-ESQUEMÁTICA



ERA	PERÍODO	CICLO TECTÔNICO (m.a).	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SIMBOLOGIA	ROCHAS	METAMORFISMO	LITOAMBIÊNCIA/ GEOTECTÔNICA	POTENCIALIDADE ECONÔMICA	PLUTONISMO	MAGMATISMO
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	—	DEPÓSITOS ALUVIONARES	Qa	Cascalhos, areias finas e grossas, silte e argilas e pequenas turfeiras associadas.	—	Leitos de rios, ribeirões, córregos e lagoas	Ouro, cassiterita, rutilo, ilmenita, areia, argila e turfa	—	—
CENOZÓICO	TERCIÁRIO	—	COBERTURAS TÉRCIO-QUATERNÁRIAS – COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS	TQdl	Coberturas detrito-arenosas, com formação de latossolos, com ou sem desenvolvimento de crostas lateríticas.	—	Depósitos elúvio-coluvionares	Ouro, cassiterita, rutilo, cianita e material para fundação	—	—
CENOZÓICO	TERCIÁRIO	—	COBERTURAS TÉRCIO-QUATERNÁRIAS – SEDIMENTOS TERCIÁRIOS CONTINENTAIS	Tc	Sedimentos argilosos, síltico-arenosos, laterizados ou não, de coloração rósea avermelhada a cinza escuro, com perfurações de organismo.	—	Sedimentos continentais lagunares, laterizados	—	—	—
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	BRASILIANO	GRANITÓIDE	γ3	Biotita-moscovita granitos e granodioritos de cor cinza clara, turmalina granodiorito, "greisens" e pegmatitos.	Fácies xisto verde alto	Granitóide crustal tipo I-SC, leucocrático, não depletado, sincolisional	Cassiterita, ouro, Be, Nb, Ta, Mo, U e W		—
PROTEROZÓICO	SUPERIOR		ROCHAS ULTRABÁSICAS SERPENTINIZADAS	ν1	Fatias tectônicas de meta-ultramafitos, transformados em serpentinitos, serpentinitos talcificados, talco-clorita xistos e talco xistos.	Fácies xisto verde	—	Cromita, talco e platinóides		
PROTEROZÓICO	MÉDIO	URUAÇUANO	GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS – UNIDADE C	PMaC (qt)	Calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-moscovita biotita xistos feldspáticos com granada e calcixistos com intercalações de moscovita quartzitos e quartzo-moscovita xistos.	Fácies xisto verde médio	Sedimentos grauvaquianos, composição intermediária, proveniência granodiorítica. Ambiente tipo margem ativa	Ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco	γ3	
PROTEROZÓICO	MÉDIO	URUAÇUANO	GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS – UNIDADE B	PMaB	Moscovita xistos, moscovita-quartzo xistos, granada-moscovita-quartzo-xistos com intercalações de moscovita-quartzito (qt).	Fácies xisto verde alto	Sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltáico	—		
PROTEROZÓICO	MÉDIO	URUAÇUANO	GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS – UNIDADE A	PMaA	Granada-biotita-xistos feldspaticos, biotita-moscovita xistos feldspáticos e granada-biotita-quartzo xistos feldspatizados quando assumem aspecto bandado, pela coloração de vênulas graníticas entre a foliação milonítica.	Fácies xisto verde alto (zona da granada)	Sentimentos maturos plataformais, tipo margem passiva	Ouro e cassiterita		
PROTEROZÓICO	MÉDIO		GRANITÓIDE	γ2	Biotita metagranito pórfiro, metagranodiorito e álcali granito.	Fácies anfibolito baixo	Crustal, cálcioalcalino, (k20/Na20 > 1), leuco a mesocrático, tipo I-SC/I-MC, híbrido	Be, Nb, Ta, W, Mo, Sn		
PROTEROZÓICO	INFERIOR	TRANSAMAZÔNICO	SEQÜÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA – UNIDADE METASSEDIMENTAR MISTA	PlvssB (qt, xt, af)	Quartzo-mica xistos granadíferos, cianita-quartzo-estaurolita-clorita-granada-moscovita xistos, moscovita-quartzo-xistos, moscovita-cianita-quartzo xisto, granada-moscovita xistos com intercalações de quartzitos (qt). Ocorrem ainda moscovita-quartzo xistos (xt) com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito cianitífico. Associam-se grafita xistos, clorita-quartzo xistos e lentes de anfibolitos (af) nematoblásticos (vulcanoclástica). Ocorrem também metatufos com intercalações centimétricas a métricas de níveis de clasto-químicos, xistos grafitosos, chersts e clorita-talco xisto.	Fácies anfibolito baixo a xistos verdes alto (zona da granada)	Grauvacas intermediárias tipo (2) com 68-74% SiO_2 e $k_2O/Na_2O<1$, com componentes vulcânicos. Ambiente tipo margem continental ativa	agalmatolito, cianita, ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco; cobre, chumbo, zinco e ouro		ν1
PROTEROZÓICO	INFERIOR	TRANSAMAZÔNICO	SEQÜÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA – UNIDADE METAVULCÂNICA	PlvssA	Anfibolitos e metaandesitos, granada anfibolito (meta basaltos, metaandesitos, dacitos e quartzo andesitos).	Fácies epidoto anfibolito	Vulcanismo basáltico toleiítico a cálcio-alcalino, tipo margem ativa com formação crosta oceânica incipiente	cobre, chumbo, zinco e ouro	γ2	
PROTEROZÓICO	INFERIOR	JEQUIÉ	GRANITÓIDE	γ1	Metagranitóides (γ1): metatonalitos, metagranitos e granada granitóides, augen-granitóides foliados, às vezes com estrutura gnáissica e restitos de rochas supracrustais granulitizadas.	Fácies anfibolito alto	Cálcio-alcalino, baixo K, crustal contaminado, tipo I-MC/I-WC - crosta inferior	Pegmatitos, Ta, Nb e Sn		
PROTEROZÓICO	INFERIOR	JEQUIÉ	COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU – GRANULITOS PARADERIVADOS	APIgaip (qt)	Granulitos paraderivados: gnaisses sílico-aluminosos (quartzo-granadíferos) granada gnaisses, biotita-granada gnaisses, sillimanita-granada-quartzo gnaisses, biotita-sillimanita-granada gnaisse, cianita-granada gnaisse, granada quartzito (qt), gondito e rochas calciossilicáticas. Intercalam-se tectônicae subordinadamente granulitos ortoderivados (anfibolitos e metagabróides).	Fácies anfibolitos; Fácies verde baixo; METAMORFISMO PROGRADANTE MÉDIA PRESSÃO (6 A 8kb) ALTA TEMPERATURA (750°-850°); METAMORFISMO RETRÓGRADO > H_2O < T; Fácies granulito	Sedimentos clásticos (pelitos e arenopelíticos), químicos-ambiente estável-evoluindo para margem continental ativa	Manganês	γ1	
ARQUEANO	SUPERIOR	—	COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU – GRANULITOS ORTODERIVADOS	APIgaio (mgb, af, γ)	Granulitos ortoderivados: enderbitos e charno-enderbitos, metagabróides e metanorito (mgb); anfibolito (af) metapiroxadosos e metaultrabasitos (Y) transformo em serpentinitos, talco-xistos, talco-tremolita xistos. Intercalam-se tectônicas e subordinadamente granulitos paraderivados (cianita-granada gnaisses).		Magma basáltico toleiítico com leve tendência cálcioalcalina-"margem continental ativa" - "Faixa Móvel"	Níquel, cromo, cobalto, titânio, vanádio, cobre, zinco e platinóides		ν1

Limites em m.a. indicados na tabela: 1,8 – 65 – 570 – 700 – 900 – 1.000 – 1.300 – 1.800 – 1.900 – 2.000 – 2.500.

* Dados Geocronológicos Rb/Sr (isócronas de referência biotita metagranito pórfiro (γ2), estação GM-13-990 m.a. ± 46 m.a. com razão inicial 0,712 ± 0,002 e granitóide da estação JV-R-12 – (Folha Caraíba) 1.300 m.a. – 100 m.a. com razão inicial 0,7106 ± 0,002).

Contato
Contato aproximado
Contato transicional ou gradativo
Contato aproximado obtido por magnetometria
Falha
Falha aproximada
Falha transcorrente dextral
Falha contracional
Falha aproximada obtida por magnetometria
Zona de cisalhamento
Zona de cisalhamento contracional (empurrão)
Zona de cisalhamento transcorrente dextral
Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
Zona de cisalhamento contracional compressional
Antiforme invertido com caimento indicado
Lineamentos estruturais
Foliação com mergulho medido
Foliação com mergulho indicado
Foliação vertical
Foliação milonítica com mergulho indicado
Foliação milonítica com mergulho medido
Foliação milonítica vertical
Foliação S2 com mergulho medido
Foliação S2 com mergulho indicado
Lineação B com caimento medido
Lineação B da segunda fase
Lineação de estiramento (Lx)
Lineação de estiramento com caimento medido
Lineação de estiramento com representação do movimento transcorrente dextral
Lineação de estiramento com representação do movimento transcorrente sinistral
Lineação de estiramento com representação do sentido do movimento tangencial: mergulho acima (dip up)
Junta de cisalhamento com mergulho medido
Junta de cisalhamento com mergulho indicado
Junta de cisalhamento vertical
Veio de quartzo

CIDADE
Vila
Povoado e outras localidades
Estrada pavimentada
Estrada não pavimentada de tráfego permanente
Estrada nãopavimentada de tráfego periódico
Caminho
Estrada de ferro
Curso de água permanente
Curso de água periódico

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
FOLHA LEOPOLDO DE BULHÕES

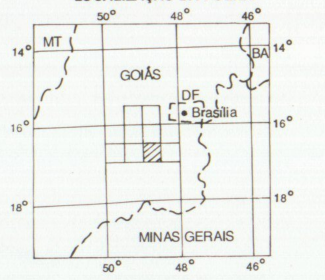
ESCALA 1: 100 000

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1993

Base planimétrica processada por tecnologia digital. Dados disponíveis em arquivos magnéticos, armazenados no Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR.
Tratamento e processamento digital a cargo do Departamento de Informática – DEPIN / CPRM.
Coordenação geral: Carlos Alfredo Guimarães da Vinha.
Controle técnico e manutenção: Gilberto da Vinha e João Batista V. Dias Junior.
Base cartográfica gerada a partir da digitalização da folha SE.22-X-B-V, Leopoldo de Bulhões, escala 1:100.000, 1ª ed., 1ª imp., DSG, 1973.
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 51° W.Gr., acrescidas as constantes: 10000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre – MG.
Declinação magnética do centro da folha em 1992: 18°13'W. Cresce 8,8' anualmente.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica foram transferidos pelos técnicos da SUREG/GO, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia – CECAR/CPRM.
Chefia: Célio Lima de Macedo.
Planejamento cartográfico geral: Célio Lima de Macedo.
Preparo da base para digitalização: Manoel Leite de Sá.
Orientação e preparo dos originais de compilação: Renivan Bartolomeu Rodrigues.
Especificações e revisão da execução cartográfica: Wilhelm Petter de Freire Bernard, Marilia Gomes dos Santos, Carlos Alberto da Silva Copolillo e Maria Luiza Poucinho.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento S/A.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

NERÓPOLIS SE.22-X-B-I	ANÁPOLIS SE.22-X-B-II	GAMA SE.22-X-B-III
GOIÂNIA SE.22-X-B-IV	LEOPOLDO DE BULHÕES SE.22-X-B-V	CARAÍBA SE.22-X-B-VI
PIRACANJUBA SE.22-X-D-I	CRISTIANÓPOLIS SE.22-X-D-II	PIRES DO RIO SE.22-X-D-III

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, sob a coordenação geral de Valter José Marques, é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, desde setembro de 1985.
Coordenação na Superintendência Regional de Goiânia: Gilberto Scislewski.
Técnicos responsáveis por esta folha:
Metalogenia: Cipriano Cavalcante de Oliveira.
Geoquímica: Renato Sales de Andrade.
Geofísica: Murilo Machado Pinheiro.
Cadastramento Mineral: Cipriano Cavalcante de Oliveira.
Para a compilação deste tema foi utilizado, como base, o mapa geológico desta folha.

CARTA GEOLÓGICA
FOLHA LEOPOLDO DE BULHÕES, SE.22-X-B-V
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1992

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA EXECUTIVA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

LEOPOLDO DE BULHÕES

SE.22-X-B-V

GEOLOGIA REGIONAL

Fonte: DNPM – Mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000, 1981.

QUATERNÁRIO

Qp – Coberturas aluvionares e eluvionares

CRETÁCEO

Kb – Formação Bauru-arenito, siltico, argilito e conglomerado

JURÁSSICO–CRETÁCEO

JKβsg – Formação Serra Geral-basalto toleítico com intercalações de arenito

CARBONÍFERO–PERMIANO

CPa – Formação Aqüidauana-arenito, siltito, arcóseo, conglomerado

PROTEROZÓICO SUPERIOR

PSi – Formação Ibiá
PSb – Grupo Bambuí
PSγ – Granitóides
PSjq – Formação Jequitaí

PROTEROZÓICO MÉDIO

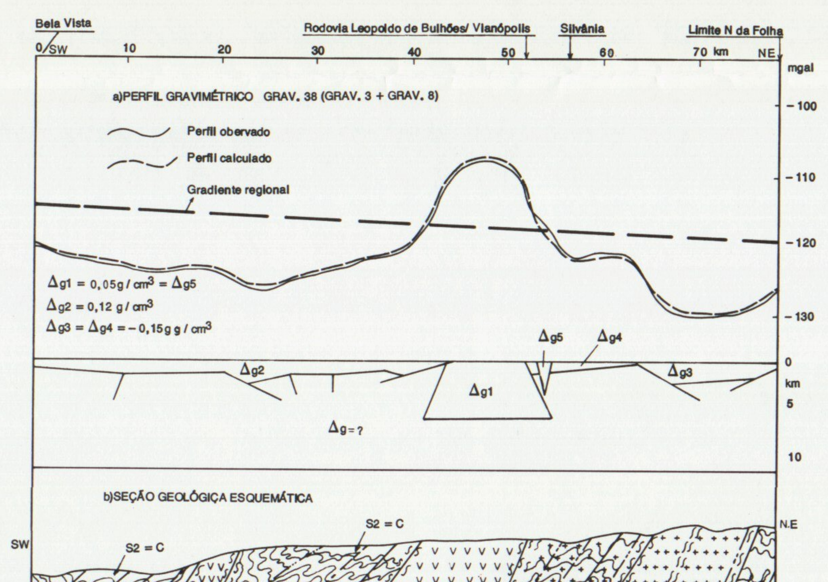
PMax – Grupo Araxá
PMca – Grupo Canastra
PMpa – Grupo Paranoá

PROTEROZÓICO INFERIOR

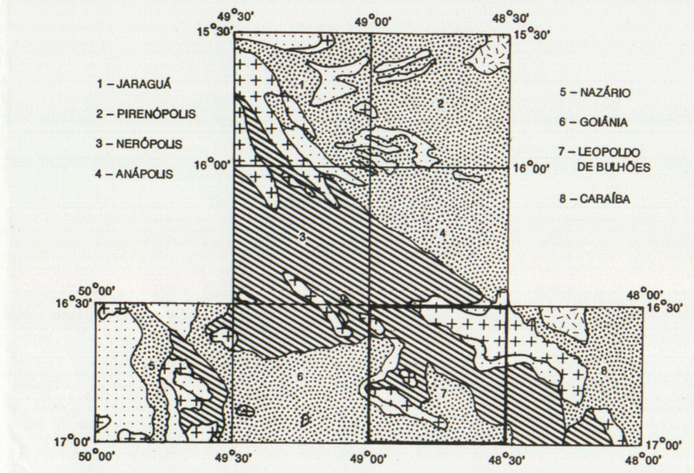
Pl (γ, g, βsm, j)
Plγ – Complexo diferenciado máfico-ultramáfico de Americano do Brasil
Plg – Seqüência Goiás
Plβsm – Complexo diferenciado gabro-anortosístico-Serra da Malacacheta
Plj – Seqüência vulcano-sedimentar de Juscelândia

ARQUEANO

A (B) – Complexo granito gnáissico
A (Pl, c, sr) – Seqüência vulcano sedimentar
Ac – Crixás
Asr – Serra Santa Rita
Apl – Pilar-Guarinos, Hidrolândia
An (al, b) – Anb – Complexo de Barro Alto; Anal – Complexo Anápolis-Itauçu
Aγ – Granitóides



- Grupo Araxá Sul de Goiás
- Seqüência metavulcano sedimentar de silvânia-Unidade Metavulcânica
- Seqüência vulcano sedimentar de silvânia-Unidade Sedimentar
- Complexo granitóide gnáissico
- Complexo granulítico Anápolis / tauçu
- Zona de cisalhamento dúctil



DIVISÃO EM DOMÍNIOS REGIONAIS

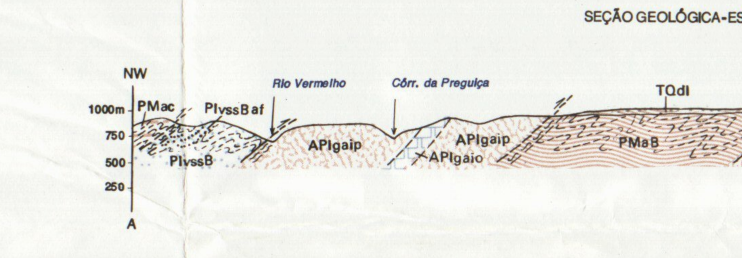
- Sistema de dobramentos Brasiliano
- Sistema de dobramentos Uruaçuano
- Seqüências vulcanossedimentares Proterozóicas
- Suíte Plutônica (Granitóides)

NÚCLEO ANTIGO

- Complexo gnáissico de médio a alto grau (granulitos)

0 – 50km

SEÇÃO GEOLÓGICA-ESQUEMÁTICA



GEOCRONOLOGIA ERA	PERÍODO m.a	CICLO TECTÔNICO (m.a).	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SIMBOLOGIA	ROCHAS	METAMORFISMO	LITOAMBIÊNCIA/ GEOTECTÔNICA	POTENCIALIDADE ECONÔMICA	PLUTONISMO	MAGMATISMO
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO (1.8)	—	DEPÓSITOS ALUVIONARES	Qa	Cascalhos, areias finas e grossas, silte e argilas e pequenas turfeiras associadas.	—	Leitos de rios, ribeirões, córregos e lagoas	Ouro, cassiterita, rutilo, ilmenita, areia, argila e turfa	—	—
	TERCIÁRIO	—	COBERTURAS TÉRCIO-QUATERNÁRIAS: COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS	TQdl	Coberturas detrito-arenosas, com formação de latossolos, com ou sem desenvolvimento de crostas lateríticas.	—	Depósitos elúvio-coluvionares	Ouro, cassiterita, rutilo, cianita e material para fundação	—	—
	(65 – 570)		SEDIMENTOS TERCIÁRIOS CONTINENTAIS	Tc	Sedimentos argilosos, síltico-arenosos, laterizados ou não, de coloração rósea avermelhada a cinza escuro, com perfurações de organismo.	—	Sedimentos continentais lagunares, laterizados	—	—	—
PROTEROZÓICO	SUPERIOR (570)	BRASILIANO (570 – 700)	GRANITÓIDE	γ3	Biotita-moscovita granitos e granodioritos de cor cinza clara, turmalina granodiorito, "greisens" e pegmatitos.	Fácies xisto verde alto	Granitóide crustal tipo I-SC, leucocrático, não depletado, sincolisional	Cassiterita, ouro, Be, Nb, Ta, Mo, U e W	↑	—
		(900)	ROCHAS ULTRABÁSICAS SERPENTINIZADAS	ν1	Fatias tectônicas de meta-ultramafitos, transformados em serpentinitos, serpentinitos talcificados, talco-clorita xistos e talco xistos.	Fácies xisto verde	—	Cromita, talco e platinóides		↑
	MÉDIO (1.000)	URUAÇUANO	GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS – UNIDADE C	PMaC (qt)	Calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-moscovita biotita xistos feldspáticos com granada e calcixistos com intercalações de moscovita quartzitos e quartzo-moscovita xistos.	Fácies xisto verde médio	Sedimentos grauvaquianos, composição intermediária, proveniência granodiorítica. Ambiente tipo margem ativa	Ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco	γ3	
			GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS – UNIDADE B	PMaB	Moscovita xistos, moscovita-quartzo xistos, granada-moscovita-quartzo-xistos com intercalações de moscovita-quartzito (qt).	Fácies xisto verde alto	Sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltáico	—		
			GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS – UNIDADE A	PMaA	Granada-biotita-xistos feldspaticos, biotita-moscovita xistos feldspáticos e granada-biotita-quartzo xistos feldspatizados quando assumem aspecto bandado, pela coloração de vênulas graníticas entre a foliação milonítica.	Fácies xisto verde alto (zona da granada)	Sentimentos maturos plataformais, tipo margem passiva	Ouro e cassiterita		
	(1.800)	(1.300)	GRANITÓIDE	γ2	Biotita metagranito pórfiro, metagranodiorito e álcali granito.	Fácies anfibolito baixo	Crustal, cálcioalcalino, (k20/Na20 > 1), leuco a mesocrático, tipo I-SC/I-MC, híbrido	Be, Nb, Ta, W, Mo, Sn	↑	
	INFERIOR	TRANSAMAZÔNICO (1.900)	SEQÜÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA – UNIDADE METASSEDIMENTAR MISTA	qt, xt, PlvssB, af	Quartzo-mica xistos granadíferos, cianita-quartzo-estaurolita-clorita-granada-moscovita xistos, moscovita-quartzo-xistos, moscovita-cianita-quartzo xisto, granada-moscovita xistos com intercalações de quartzitos (qt). Ocorrem ainda moscovita-quartzo xistos (xt) com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito cianítico. Associam-se grafita xistos, clorita-quartzo xistos e lentes de anfibolitos (af) nematoblásticos (vulcanoclástica). Ocorrem também metatufos com intercalações centimétricas a métricas de níveis de clasto-químicos, xistos grafitosos, chersts e clorita-talco xisto.	Fácies anfibolito baixo a xistos verdes alto (zona da granada)	Grauvacas intermediárias tipo (2) com 68-74% SiO_2 e $k_2O/Na_2O<1$, com componentes vulcânicos. Ambiente tipo margem continental ativa	agalmatolito, cianita, ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco; cobre, chumbo, zinco e ouro		ν1
			SEQÜÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA – UNIDADE METAVULCÂNICA	PlvssA	Anfibolitos e metaandesitos, granada anfibolito (meta basaltos, metaandesitos, dacitos e quartzo andesitos).	Fácies epidoto anfibolito	Vulcanismo basáltico toleiítico a cálcio-alcalino, tipo margem ativa com formação crosta oceânica incipiente	cobre, chumbo, zinco e ouro	γ2	
		(2.000)	GRANITÓIDE	γ1	Metagranitóides (γ1): metatonalitos, metagranitos e granada granitóides, augen-granitóides foliados, às vezes com estrutura gnáissica e restitos de rochas supracrustais granulitizadas.	Fácies anfibolito alto	Cálcio-alcalino, baixo K, crustal contaminado, tipo I-MC/I-WC - crosta inferior	Pegmatitos, Ta, Nb e Sn	↑	
		JEQUIÉ	COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU – GRANULITOS PARADERIVADOS	qt, APIgaip	Granulitos paraderivados: gnaisses sílico-aluminosos (quartzo-granadíferos) granada gnaisses, biotita-granada gnaisses, sillimanita-granada-quartzo gnaisses, biotita-sillimanita-granada gnaisse, cianita-granada gnaisse, granada quartzito (qt), gondito e rochas calciossilicáticas. Intercalam-se tectônicas e subordinadamente granulitos ortoderivados (anfibolitos e metagabróides).	Fácies anfibolitos / Fácies verde baixo; METAMORFISMO PROGRADANTE MÉDIA PRESSÃO (6 A 8kb) ALTA TEMPERATURA (750°-850°); METAMORFISMO RETROGRADO >H2O<T	Sedimentos clásticos (pelitos e arenopelíticos), químicos-ambiente estável-evoluindo para margem continental ativa	Manganês	γ1	
ARQUEANO	SUPERIOR (2.500)	— (2.500)	COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU – GRANULITOS ORTODERIVADOS	APIgaio, mgb, af, γ	Granulitos ortoderivados: enderbitos e charno-enderbitos, metagabróides e metanorito (mgb); anfibolito (af) metapiroxadosos e metaultrabasitos (Y) transformo em serpentinitos, talco-xistos, talco-tremolita xistos. Intercalam-se tectônicas e subordinadamente granulitos paraderivados (cianita-granada gnaisses).	Fácies granulito	Magma basáltico toleiítico com leve tendência cálcioalcalina-"margem continental ativa" - "Faixa Móvel"	Níquel, cromo, cobalto, titânio, vanádio, cobre, zinco e platinóides		ν1

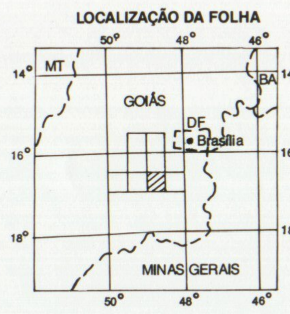
* Dados Geocronológicos Rb/Sr (Isócronas de referência biotita metagranito pórfiro (γ2), estação GM-13-990 m.a. ± 46 m.a. com razão inicial 0,712 ± 0,002 e granitóide da estação JV-R-12 – (Folha Caraíba) 1.300 m.a. – 100 m.a. com razão inicial 0,7106 ± 0,002).

- Contato
- Contato aproximado
- Contato transicional ou gradativo
- Contato aproximado obtido por magnetometria
- Falha
- Falha aproximada
- Falha transcorrente dextral
- Falha contracional
- Falha aproximada obtida por magnetometria
- Zona de cisalhamento
- Zona de cisalhamento contracional (empurrão)
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento contracional compressional
- Antiforme invertido com caimento indicado
- Lineamentos estruturais
- Foliação com mergulho medido
- Foliação com mergulho indicado
- Foliação vertical
- Foliação milonítica com mergulho indicado
- Foliação milonítica com mergulho medido
- Foliação milonítica vertical
- Foliação S2 com mergulho medido
- Foliação S2 com mergulho indicado
- Lineação B com caimento medido
- Lineação B da segunda fase
- Lineação de estiramento (Lx)
- Lineação de estiramento com caimento medido
- Lineação de estiramento com representação do movimento transcorrente dextral
- Lineação de estiramento com representação do movimento transcorrente sinistral
- Lineação de estiramento com representação do sentido do movimento tangencial: mergulho acima (dip up)
- Junta de cisalhamento com mergulho medido
- Junta de cisalhamento com mergulho indicado
- Junta de cisalhamento vertical
- Veio de quartzo
- Afloramento descrito
- Ocorrência mineral
- Garimpo inativo
- Au – ouro
- Cu – cobre
- Mn – Manganês
- cl – cianita
- cs – cassiterita
- tu – turmalina (afrisita)
- CIDADE
- Vila
- Povoado e outras localidades
- Estrada pavimentada
- Estrada não pavimentada de tráfego permanente
- Estrada não pavimentada de tráfego periódico
- Caminho
- Estrada de ferro
- Curso de água permanente
- Curso de água periódico

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

Base planimétrica processada por tecnologia digital. Dados disponíveis em arquivos magnéticos, armazenados no Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR.
Tratamento e processamento digital a cargo do Departamento de Informática – DEPIN / CPRM.
Coordenação geral: Carlos Alfredo Guimarães da Vinha.
Controle técnico e manutenção: Gilberto da Vinha e João Batista V. Dias Junior.
Base cartográfica gerada a partir da digitalização da folha SE.22–X–B–V, Leopoldo de Bulhões, escala 1:100.000, 1ª ed., 1ª imp., DSG, 1973.
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 51° W.Gr., acrescidas as constantes: 10000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre – MG.
Declinação magnética do centro da folha em 1992: 18°13'W. Cresce 8,8' anualmente.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica foram transferidos pelos técnicos da SUREG/GO, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia – CECAR/CPRM.
Chefia: Célio Lima de Macedo.
Planejamento cartográfico geral: Célio Lima de Macedo.
Preparo da base para digitalização: Manoel Leite de Sá.
Orientação e preparo dos originais de compilação: Renivan Bartolomeu Rodrigues.
Especificações e revisão da execução cartográfica: Wilhelm Petter de Freire Bernard, Marilia Gomes dos Santos, Carlos Alberto da Silva Copolillo e Maria Luiza Poucinho.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento S/A.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



CARTA GEOLÓGICA
FOLHA LEOPOLDO DE BULHÕES

ESCALA 1: 100 000

2km 0 2 4 6km

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1993

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

	49°30'	49°00'	48°30'	48°00'
16°00'	NERÓPOLIS SE.22-X-B-I	ANÁPOLIS SE.22-X-B-II	GAMA SE.22-X-B-III	
16°30'	GOIÂNIA SE.22-X-B-IV	LEOPOLDO DE BULHÕES SE.22-X-B-V	CARAÍBA SE.22-X-B-VI	
17°00'	PIRACANJUBA SE.22-X-D-I	CRISTIANÓPOLIS SE.22-X-D-II	PIRES DO RIO SE.22-X-D-III	
17°30'				

CPRM

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, sob a coordenação geral de Valter José Marques, é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, desde setembro de 1985.
Esta folha foi executada pela Superintendência Regional de Goiânia, tendo sido concluída em maio de 1992.
Responsável técnico: Cipriano Cavalcante de Oliveira.
Supervisor: Lorenzo Jorge Eduardo Cuadros Justo.
Coordenador regional: Gilberto Scislewski.
As informações cartográficas e demais dados gerados e utilizados para execução deste documento estão disponíveis em meios convencionais e magnéticos, no Sistema de Cartografia Digital – SCD e no Sistema de Informações Geológicas do Brasil – SIGA, ambos concebidos e implantados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.