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*

# CARAÍBA

# FOLHA SE.22-X-B-VI

**– ESTADO DE GOIÁS–**

TEXTO EXPLICATIVO

*Organizado por*
*Joffre Valmório de Lacerda Filho*

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 Oiti 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

*Luiz 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

CPRM
BIBLIOTECA
2228-S

# CARAÍBA

# FOLHA SE.22–X–B–VI

**ESCALA 1:100.000**

CPRM – DIPOTE
ARQUIVO
Relatório n.º 2228S
N.º de Volumes 1 v.
PA-01241

**PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL**
**ESCALAS 1:250.000 – 1:100.000 – 1:50.000**
**(período 1985 – 1989)**

## COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

*Valter José Marques*
*Inácio de Medeiros Delgado*

## COORDENACÕES TEMÁTICAS

### NACIONAL

**Análises Minerais**
*Vânia N. de Araújo Mello*
**Bases de Dados**
*Ernesto von Sperling*
**Biblioteca**
*Tânia R.B. de M. Freire*
**Cartografia**
*Célio Lima de Macedo*
Regina Célia G. Armesto
**Cartografia Digital**
*Manoel Leite de Sá*
Carlos Alfredo G. da Vinha
João B. de Vasconcellos

**Editoração**
*Afonso H. de Souza Lobo*
Jurema Ferreira da Silva
**Financeira**
*Idelmar da Cunha Barbosa*
**Estratigrafia**
*Augusto José Pedreira*
Amadeu Paiva Santos
**Geofísica**
*Mário J. Metello*
**Geologia Estrutural**
*Reginaldo Alves dos Santos*
Atahualpa Valença Padilha

**Geologia Econômica**
*Ódimo Francisconi*
**Geoquímica**
*Carlos Alberto C. Lins*
Raymundo J. Portella Brim
**Geotectônica**
*Atahualpa Valença Padilha*
**Hidrogeologia**
*Antônio de Souza Leal*
**Litogeoquímica**
*Emiliano Cornélio de Souza*
**Metalogenia**
*Inácio de Medeiros Delgado*

**Petrologia**
*Luiz Carlos da Silva*
Emiliano Cornélio dos Santos
**Processamento de Dados**
*Gilberto G. da Vinha*
**Programa Grande Carajás**
*Orlando José B. de Araújo*
**Sensoriamento Remoto**
*Sérgio M. S. Guerra*
**Treinamento**
*Antônio José D. Rocha*
Eduardo Camozzato

### REGIONAL
**Superintendência Regional de Gôiania**

**Coordenador**
*Gilberto Scislewski*

**Estrutural**
*Cipriano C. Oliveira*

**Supervisor**
*Lourenzo J. E. C. Justo*

Geoquímica
Renato Sales de Andrade

Petrologia
Maria A. Camargo

**Geofísica**
*Murilo Machado Pinheiro*

## FOLHA CARAÍBA

Os nomes em itálico referem-se aos atuais responsáveis pelas Coordenações Nacionais.

# CRÉDITOS DE AUTORIA

TEXTO EXPLICATIVO:

PARTE I
Capítulo 1 — Gilberto Scislewski

PARTE II
Capítulo 1, 2 e 3 — Joffre Valmório de Lacerda Filho
Capítulo 4 — Renato Sales de Andrade
Capítulo 5 — Murilo Machado Pinheiro
Capítulo 6 e 7 — Joffre Valmório de Lacerda Filho
Capítulo 8 — Joffre Valmório de Lacerda Filho, Cipriano Cavalcante de Oliveira, e Vanderlei Antônio de Araújo

PARTE III
Capítulo 1 — Joffre Valmório de Lacerda Filho, Renato Sales de Andrade, e Murilo Machado Pinheiro
Capítulo 2 — Joffre Valmório de Lacerda Filho, Murilo Machado Pinheiro, e Renato Sales de Andrade
Capítulo 3 — Gilberto Scislewski

CARTAS:

**Carta Geológica:**
Nicola Signorelli

**Carta Metalogenética-Previsional:**
Inácio Medeiros Delgado
João Bosco Viana Drumond

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO
Mário Jorge G. Fonseca
DNPM/Rio de Janeiro

Consultores
Michael Henri Arthand – UFCe
Colombo Celso Gaeta Tassinari – USP

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

FILHO, Joffre Valmório de Lacerda

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Caraíba. Folha SE.22-X-B-VI. Estado de Goiás. Escala 1:100.000. Org. por Joffre Valmório de Lacerda Filho. Brasília, DNPM/CPRM, 1994.

168p. ilust., 2 mapas dobr.

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais através de Convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral.

1. Geologia. – Goiânia – Mapas. 2. Geologia – Goiânia – Mapas. I. Brasil. 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 . . . . . 4
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 . . . . . 21
1.2.2 Faixa de Dobramentos Uruaçu . . . . . 21
1.2.3 Faixa de Dobramentos Brasília . . . . . 21
1.3 Modelo de Evolução Geotectônica da Região Centro-Oeste . . . . . 25

**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 . . . . . 28
2.2.3 Rochas e Metamorfismo . . . . . 28
2.2.3.1 Granulitos Ortoderivados – APIgaio . . . . . 28
2.2.3.2 Granulitos Paraderivados – APIgaip . . . . . 31
2.2.4 Petrogênese/Litoquímica . . . . . 33
2.2.4.1 Granulitos Ortoderivados – APIgaio . . . . . 33
2.2.4.2 Granulitos Paraderivados – APigaip . . . . . 35
2.2.5 Idade e Correlação . . . . . 40
2.3 Granitóide γ1 . . . . . 41
2.3.1 Comentários Gerais . . . . . 41
2.3.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . . . 41
2.3.3 Rochas e Metamorfismo . . . . . 41
2.3.4 Petrogênese/Litoquímica . . . . . 42
2.3.5 Idade e Correlação . . . . . 45
2.4 Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, Unidade Metassedimentar – PIvssB . . . . . 46
2.4.1 Comentários Gerais . . . . . 46

2.4.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . 48
2.4.3 Rochas e Metamorfismo . . . 49
2.4.4 Petrogênese/Litoquímica . . . 53
2.4.5 Idade e Correlação . . . 56
2.5 Granitóide γ2 . . . 56
2.5.1 Comentários Gerais . . . 56
2.5.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . 56
2.5.3 Rochas e Metamorfismo . . . 56
2.5.4 Petrogênese/Litoquímica . . . 58
2.5.5 Idade e Correlação . . . 59
2.6 Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa . . . 64
2.6.1 Comentários Gerais . . . 64
2.6.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . 66
2.6.3 Rochas e Metamorfismo . . . 69
2.6.3.1 Unidade B . . . 69
2.6.3.2 Unidade C . . . 70
2.6.3.3 Unidade D . . . 70
2.6.4 Petrogênese/Litoquímica . . . 71
2.6.5 Idade e Correlação . . . 74
2.7 Granitóide γ3 . . . 75
2.7.1 Comentários Gerais . . . 75
2.7.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . 75
2.7.3 Rochas e Metamorfismo . . . 76
2.7.4 Petrogênese/Litoquímica . . . 78
2.7.5 Idade e Correlação . . . 80
2.8 Grupo Paranoá – PSpa . . . 80
2.8.1 Comentários Gerais . . . 80
2.8.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . 81
2.8.3 Rochas e Metamorfismo . . . 81
2.8.4 Petrogênese/Litoquímica . . . 83
2.8.5 Idade e Correlação . . . 84
2.9 Intrusões Básicas – Jdb . . . 84
2.9.1 Comentários Gerais . . . 84
2.9.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato . . . 84
2.9.3 Rochas e Metamorfismo . . . 84
2.9.4 Idade e Correlação . . . 84
2.10 Coberturas Tércio-Quaternárias . . . 85
2.10.1 Sedimentos Terciários Continentais – Tc . . . 85
2.10.2 Coberturas Detrítico-Lateríticas – TQdl . . . 85
2.11 Depósitos Aluvionares – Qa . . . 85
**Capítulo 3 – Geologia Estrutural** . . . 87
3.1 Introdução . . . 87
3.2 Domínio da Infra-Estrutura . . . 87
3.3 Domínio da Supra-Estrutura . . . 87
3.4 Análise Estrutural . . . 92
**Capítulo 4 – Prospecção Geoquímica** . . . 97
4.1 Sistemática Adotada . . . 97
4.1.1 Planejamento . . . 97
4.1.2 Amostragem . . . 97
4.1.3 Análises de Laboratório . . . 97
4.1.3.1 Preparação das Amostras . . . 97
4.1.3.2 Métodos Analíticos . . . 97
4.1.4 Interpretação dos Dados . . . 98
4.1.4.1 Sedimentos de Corrente . . . 98
4.1.4.2 Concentrados de Bateia . . . 98

4.1.5 Apresentação dos Resultados . . . . . 98
4.2 Resultados Obtidos . . . . . 99
4.2.1 Consistência dos Dados . . . . . 99
4.2.2 Correlações . . . . . 99
4.2.3 Estimadores Geoquímicos . . . . . 100
4.2.4 Discussão das Anomalias . . . . . 101
**Capítulo 5 – Geofísica** . . . . . 105
5.1 Sistemática Adotada . . . . . 105
5.2 Dados Utilizados . . . . . 105
5.3 Interpretação e Correlação de Dados . . . . . 106
5.3.1 Magnetometria e Cintilometria . . . . . 106
5.3.2 Gravimetria . . . . . 106
**Capítulo 6 – Geologia Econômica** . . . . . 117
6.1 Panorama Mineral . . . . . 117
6.2 Materiais de Construção . . . . . 117
6.2.1 Areia . . . . . 117
6.2.2 Argila . . . . . 117
6.3 Rochas Ornamentais . . . . . 117
6.3.1 Granito . . . . . 117
6.3.2 Quartzito . . . . . 117
6.4 Agalmatolito . . . . . 118
6.5 Cianita . . . . . 118
6.6 Ouro . . . . . 118
6.7 Estanho . . . . . 118
6.8 Sulfetos (Cobre, Chumbo e Zinco) . . . . . 118
6.9 Manganês . . . . . 118
6.10 Metacalcário . . . . . 119
6.11 Turfa . . . . . 119
**Capítulo 7 – Metalogênese** . . . . . 121
7.1 Introdução . . . . . 121
7.2 Metodologia de Execução . . . . . 121
7.3 Considerações Preliminares . . . . . 122
7.4 Contexto Geológico/Metalogenético . . . . . 122
7.4.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu – APIgai . . . . . 122
7.4.2 Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – PIvssB . . . . . 122
7.4.3 Granitóides γ1 e γ2 . . . . . 123
7.4.4 Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa . . . . . 124
**Capítulo 8 – Evolução Geológica** . . . . . 125

**PARTE III – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

**Capítulo 1 – Conclusões** . . . . . 133
**Capítulo 2 – Recomendações** . . . . . 135
2.1 Recomendações ao DNPM . . . . . 135
2.2 Recomendações às Universidades . . . . . 136
2.3 Recomendações a Fundações, Autarquias e Órgãos Governamentais . . . . . 136
2.3.1 Recomendações às Prefeituras . . . . . 136
2.4 Recomendações ao Setor Mineral Privado . . . . . 136
**Capítulo 3 – Informações Geradas** . . . . . 137
3.1 Dados Físicos de Produção . . . . . 137
3.2 Documentos Produzidos Inseridos no Texto do Relatório . . . . . 137
3.3 Documentos Anexos ao Relatório . . . . . 137
3.4 Documentos Disponíveis em Arquivos Eletrônicos . . . . . 137
3.5 Documentos Disponíveis na CPRM . . . . . 137

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** . . . . . 139

**ANEXOS**

- Carta Geológica
- Carta Metalogenética/Previsional

# RESUMO


Este texto apresenta o resultado do levantamento geológico sistemático na escala de 1:100.000, executado pela CPRM, dentro do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, na Folha Caraíba (SE.22-X-B-VI), abrangendo uma área de 2.970km$^2$, situada na porção sudeste do estado de Goiás, limitada pelos paralelos 16°30' e 17°00'S e pelos meridianos 48°00' e 48°30'WGr.

A área investigada está inserida no domínio do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e dos metassedimentos atribuídos aos ciclos Uruaçuano e Brasiliano.

Os metamorfitos do Complexo Granulítico são caracterizados por gnaisses de médio a alto grau metamórfico, e foram, aqui subdivididos em granulitos ortoderivados (metagabróides, metanoritos, enderbitos e charno-enderbitos) e paraderivados (gnaisses sílico-aluminosos, e gonditos) de provável idade arqueana e proterozóica inferior.

Em relação aos metassedimentos proterozóicos, individualizou-se uma porção inferior como pertencente à Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, representada por metassedimentos pelito-psamíticos aluminosos, metamorfizados na fácies xisto-verde alto.

Na porção intermediária, individualizou-se o Grupo Araxá-Sul de Goiás, compreendendo metassedimentos do Proterozóico Médio, subdivididos em quatro unidades com características litoambientais distintas, constituídas por metassedimentos psamo-pelíticos e pelito carbonáticos na fácies xisto-verde baixo a médio.

O Grupo Paranoá ocorre de forma restrita na porção norte da área, representado por uma seqüência de metarritmitos arenosos do Proterozóico Superior.

Os granitóides da área foram individualizados em três gerações denominados $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$, com características litológicas, petroquímicas e estratigráficas bem definidas.

A estruturação tectônica da área desenvolveu-se através de um processo deformacional por cisalhamento simples, progressivo, em regime transcorrente com o desenvolvimento de estruturas de imbricamento crustal.

Estes movimentos cisalhantes tiveram início, provavelmente, no Ciclo Jequié, prosseguindo até o Brasiliano.

No Domínio da Infra-Estrutura, observam-se três ge-rações de superfícies miloníticas $F_{n-1}$, $F_n$ e $F_{n+1}$, rela-cionadas, principalmente, com movimentos cisalhantes transcorrentes.

No Domínio da Supra-Estrutura, a área foi afetada pelas fases $F_1$, $F_2$ e $F_3$, respectivamente, de forma progressiva, caracterizando uma tectônica típica de *nappe*.

Os levantamentos da área foram complementados com a interpretação e integração dos dados geoquímicos e geofísicos obtidos de concentrados de bateia e sedimentos de corrente, bem como dados radiométricos, magnetométricos e gravimétricos.

Compatibilizando todas as informações disponíveis, elaborou-se uma Carta Metalogenética/Previsional, na escala de 1:100.000, onde são apresentadas as áreas mineralizadas, caracterizadas como depósitos e/ou ocorrências de agalmatolito, cobre, manganês, calcário, areia e argila.

# ABSTRACT

This report deals with geological mapping of the Caraíba Sheet (SE.22-X-B-VI) in a scale of 1:100.000, carried out by CPRM for the Programa de Levantamentos Básicos do Brasil – PLGB.

The area is located in the southeast of Goiás State and the main geological units are Anápolis Itauçu Granulitic Complex and the metassediments of Uruaçuano and Brasiliano Tectonic cycles.

The granulitic rocks are characterized by gneisses of medium to high metamorphic grade and were divided up into rocks of igneous origin (metagrabos, metanorites, enderbites and charnoenderbites) and those of metassedimentary origin (alumious-silicate gneisses and gondites) both problably of Archean to Early Proterozoic ages.

The proterozoic metassediments include three units. The Early, called Silvania Metavolcanic-sedimentary Sequence is composed by alumious pelitic-psamitic rocks, metamorphosed to high greenschist facies.

The second unit of Middle Proterozoic age is the Araxá-Sul de Goiás Group, consisting of four subunits with distinct lithological environment characteristics, generally consisting of psamitic-pelitic and pelitic-carbonatic rocks low to middle greenschist facies.

The Paranoá Group, which occurs only in the northern part of the area, is composed of a sequence of metamorphic sandstones, with rhythmic layering, of Late Proterozoic age.

In this area was also individualized three of granitoids generations ($\gamma 1$, $\gamma 2$ and $\gamma 3$) which show distinct lithological, petrochemical, and stratigraphic characteristics. The tectonics of these rocks was developed through a progressive simple shear process, with strike-slip faults and crustal imbrication. These shear process started probably in the Jequié Cycle, developing until the Brasiliano Cycle.

The rocks of the infrastructure show three generations of mylonitic foliation ($F_{n-1}$, $F_n$ and $F_{n+1}$), mainly related to strike-slip shear zones.

On the other hand, the rocks of the superstructure were deformed and presented three progressive events ($F_1$, $F_2$ and $F_3$) of nappe structure nature.

The works performed in the area also involved geological information integrated with geochemical data, obdtained from pan-concentrated and stream-sediments sampling as well as radiometric, magnetometric and gravimetric data.

All this information provided a Metallogenetic/Previsional Chart in a scale of 1:100.000 with mineralized zones characterized.

Deposits and/or occurrences of agalmatolite, copper, manganese, limestone, sand and clay, are also located.

# PARTE I

# INTRODUÇÃO

# Capítulo1
# Introdução

*Gilberto Scislewski*

## 1.1 Histórico e Justificativas

A Folha Caraíba faz parte de um bloco composto por 10 folhas 30' x 30' selecionadas pela comunidade geológica de Goiás para serem mapeadas na escala de 1:100.000, sendo o geólogo Joffre Valmório de Lacerda Filho o principal responsável pelo mapeamento, auxiliado em parte da área pelo geólogo Alberto Martins de Sá. Participaram, ainda, um geoquímico, Renato Sales de Andrade e um geofísico, Murilo Machado Pinheiro, ambos com tempo parcial.

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. Foram a partir desta integração, 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, Granitóide $\gamma 1$, Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, Grupo Araxá-Sul de Goiás e Grupo Paranoá, além de coberturas detrítico-lateríticas e aluvionares.

São conhecidas na região mineralizações de agalmatolitos cianíticos e pirofilíticos, 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 preexistentes 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 conhecimendo 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.

– 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 Caraíba a metodologia utilizada obedeceu 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 a aquisição de fotografias aéreas da USAF na escala 1:60.000 com os fotoíndices correspondentes, mosaicos semi-controlados de radar na escala de 1:250.000, imagens do Satélite Landsat, canais 3 e 7 na escala de 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 petrográficas e petroquímicas; fichas de descrição de ocorrências minerais e outros dados metalogenéticos; informações geocronológicas; resultados de análises químicas-geoquímicas; cartas geológicas, geoquímicas, metalogenéticas e pre-

visionais; mapas de caminhamento; consultas aos relatórios de pesquisa postos em disponibilidade pelo DNPM; levantamento junto aos órgãos competentes da administração estadual e federal los mapas de infra-estrutura atual e planejada.

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

Cumprida a fase de compilação bibliográfica, passou-se para a fase de fotointerpretação, realizada em dois estágios. No primeiro, foi elaborada uma carta contendo as estruturas maiores obtidas a partir da análise das imagens de radar e de 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 posterior, Reconhecimento Geológico, visou, fundamentalmente, a fornecer a equipe da execução, uma visão da geologia regional, propiciando com isso, a uniformização da linguagem, além de identificar os principais traços geológicos estruturais fotointerpretados.

Posteriormente, realizou-se uma revisão da fotointerpretação e reprogramação dos perfis à serem executados nas etapas seguintes.

O Mapeamento Geológico foi desenvolvido através de perfis geológicos anteriormente estabelecidos e, em geral, perpendiculares as 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, sem haver 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 de laboratório obtidos entre as etapas de campo foram integrados na atividade Interpretação e Consolidação dos Dados, com a preocupação constante de reproduzir-se um quadro geológico atualizado, à medida que se avançava nos conhecimentos geológico/geoquímico/geofísico/metalogenético 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 de aluvião 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 semi-quantitativa, 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 determinação quantitativas de 13 óxidos e espectrografia ótica de emissão para 30 elementos, visando a 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 con 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 de execução e 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 apresenta um texto explicativo ilustrado sobre os trabalhos realizados e os resultados obtidos durante as campanhas 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°C nos meses de maio, junho e julho que correspondem ao inverno. No verão, a temperatura se eleva até atingir a casa de 30°C aproximadamente.

A vegetação da área é representada por campos cerrados e matas-galeria, que em sua maioria foram substituídos por pastagens e culturas cíclicas, principalmente 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 por arbustos e árvores baixas, retorcidas, geralmente com casca grossa e suberosa, apresentando sob o estrato arbóreo um tapete de gramíneas. As espécimes mais comuns são: lixeira (*Curatella americana*), pau-terra (*Qualea cordata*), pequizeiro (*Caryocar brasiliensis*), jacarandá (*Dalbergia violácea*) e tingui (*Magonia pubescens*).

As matas-galeria ocorrem ao longo das drenagens, sendo constituídas 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. Os principais ribeirões têm direção noroeste-sudeste e fazem parte da microbacia do rio Piracanjuba, o principal da área, que por sua vez pertence à sub-bacia do rio Corumbá, que desagua no rio Paranaíba. Os principais afluentes do rio Piracanjuba são os ribeirões Água Branca, Vermelho e Santana.

Na área ocorrem três classes de solos, cujos componentes podem ser vistos na figura I.3.1. Estas classes são:

1 – Solos com Horizonte B Latossólico.

2 – Solos com Horizonte B Câmbico.

3 – Solos pouco desenvolvidos.

Na primeira classe, os principais componentes que ocorrem são: latossolo vermelho-escuro distrófico com o horizonte A moderado, horizonte B latossólico, e latossolo vermelho-amarelo distrófico com o horizonte A moderado a fraco, de textura argilosa.

Na segunda classe o principal componente que ocorre é o cambissolo distrófico, em geral pouco desenvolvido, raso, com a presença de minerais primários parcialmente intemperizados. São os solos predominantes na região.

Na terceira classe predomina o podzólico vermelho-amarelo distrófico, cascalhento de textura média a argilosa.

## 1.4 Localização e Acesso

A área objeto do presente trabalho localiza-se na região sudeste do estado de Goiás, entre os meridianos 48° e 48°30' de longitude oeste de Greenwich e os paralelos 16°30' e 17° de latitude sul (figura I.4.1) ocupando uma superfície de aproximadamente 2.970km$^2$, correspondente à folha topográfica Caraíba no padrão cartográfico para a escala de 1:100.000.

A folha abrange parte dos municípios de Silvânia, Vianópolis, Luziânia e Orizona, sendo que nenhum deles tem sua sede situada nos limites da mesma.

O sistema viário é constituído por várias rodovias federais, estaduais e vicinais, entre as quais destacam-se BR–457, (Goiânia–Cristalina) GO–330 (Anápolis–Catalão), GO–217 (Orizona–Cristalina), GO–424 (Orizona–Luziânia) GO–010 (Vianópolis–Luziânia) (figura I.4.2).

## 1.5 Geomorfologia

### 1.5.1 Unidades Geomorfológicas

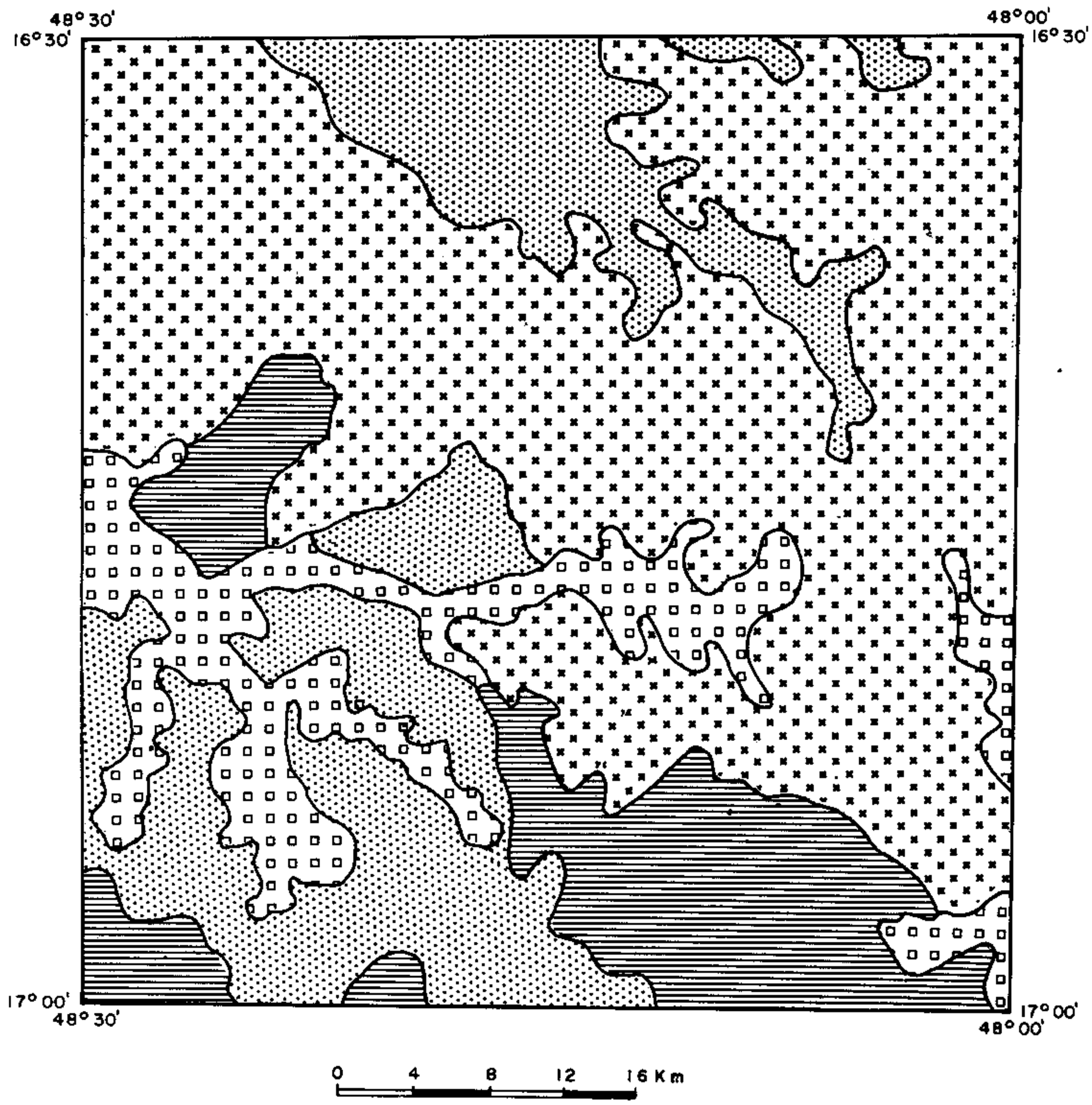
No âmbito regional, a Folha Caraíba situa-se no domínio da subunidade morfoestrutural identificada e denominada pe-lo Projeto RADAMBRASIL – Folha Goiânia, (1983), como Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, o qual faz parte da unidade reconhecida por Planalto Central Goiano de Pena *et al.* (1975).

As feições geomorfológicas existentes no contexto da folha (figura I.5.1) apresentam predominância de formas dissecadas que se distribuem 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 algumas elevações residuais conservadas, com topos tabulares e limitadas por escarpas com desníveis de até 150 m, formando o que regionalmente é denominado de chapada.

Dessas chapadas, as que mais se destacam na área são: Chapada das Covas, a de Deus-Me-Livre e a Pega-Me-Larga. A Chapada das Covas é a de maior extensão formando uma superfície estrutural tabular, delimitada por escarpas entalhadas em metassedimentos do Grupo Paranoá. O topo da chapada encontra-se recoberto por um capeamento sedimentar terciário que apresenta na base uma camada de material concrecionado e acima dela, o laterito já intemperizado que origina os latossolos vermelho-escuro distróficos.

Também as chapadas Deus-Me-Livre e Pega-Me-Larga apresentam relevos tabulares, delimitados por escarpas. Porém, foram moldadas em quartzitos da aqui denominada Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Parecem constituir um prolongamento da Chapada das Covas da qual foram seccionadas e separadas por um ciclo de erosão pretérito, passando a representar formas erosivas próprias.

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




Ca – Cambissolo Distrófico

lEd – Latossolo Vermelho-escuro distrófico

LVd – Latossolo Vermelho-amarelo distrófico

PVd – Podszólico Vermelho-amarelo distrófico

**Figura I.3.1** – Domínios de solos (baseado no Mapa de Solos do Projeto RADAMBRASIL – Folha Goiânia, 1983).

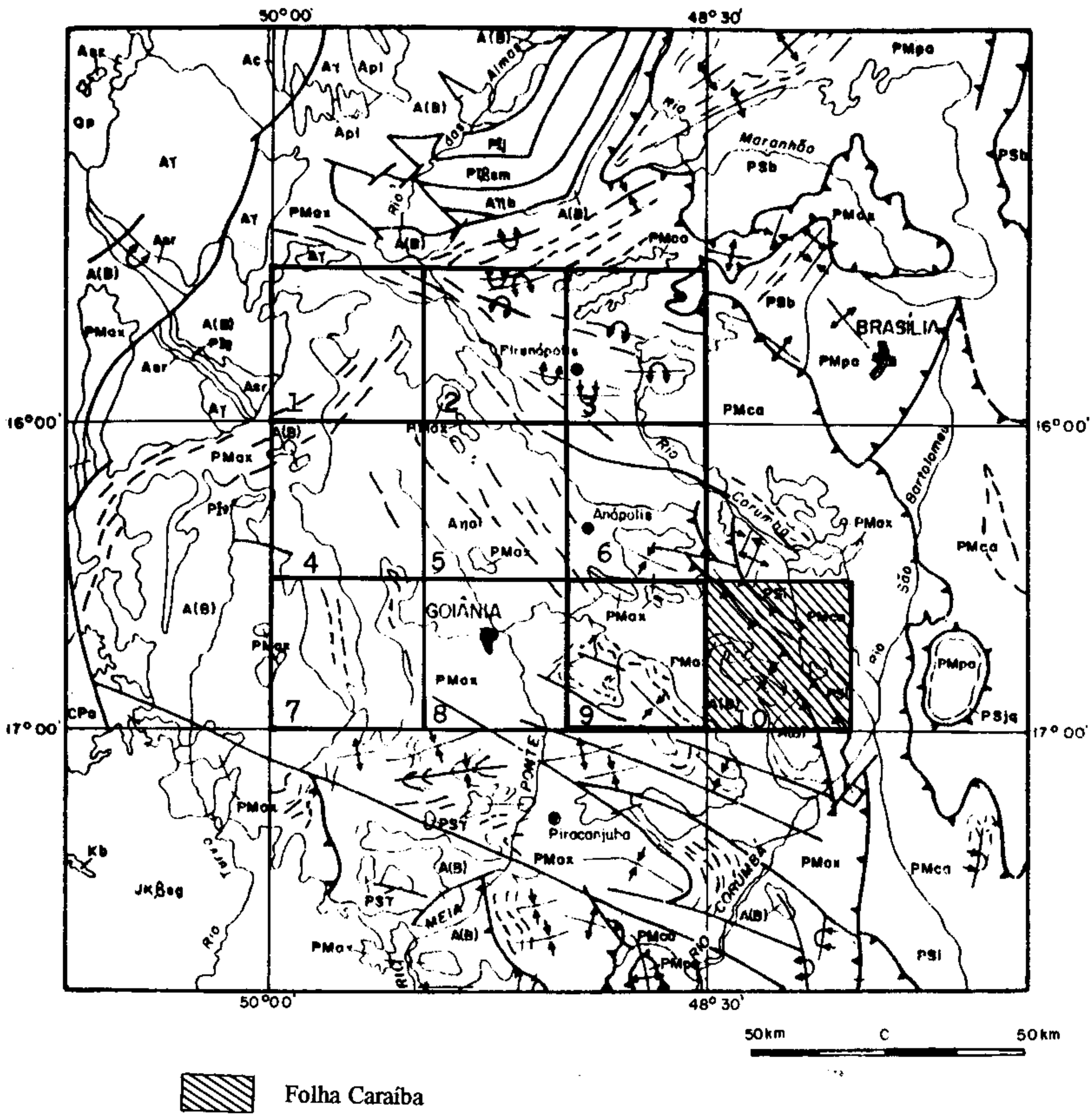



**Figura I.4.1** – Localização da folha.

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

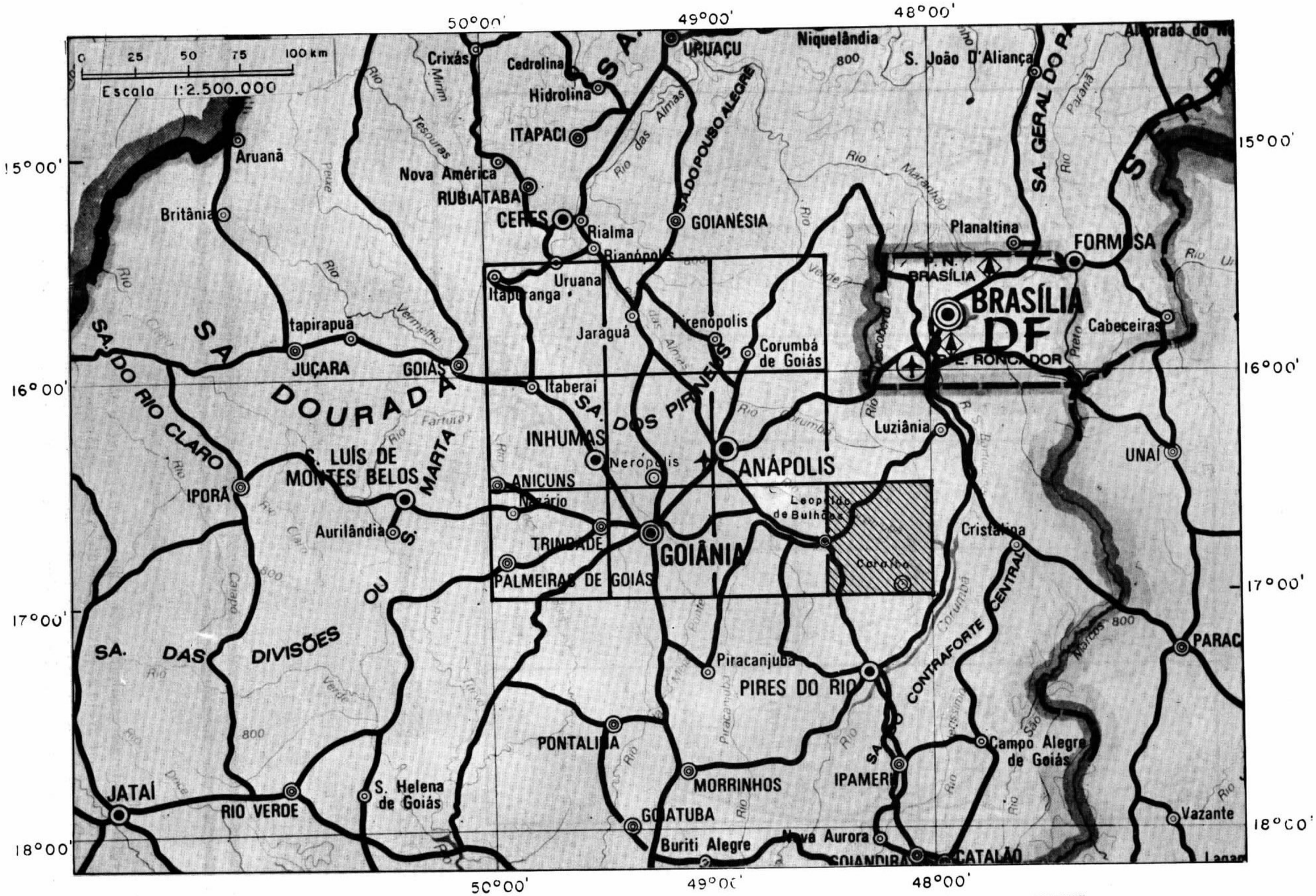
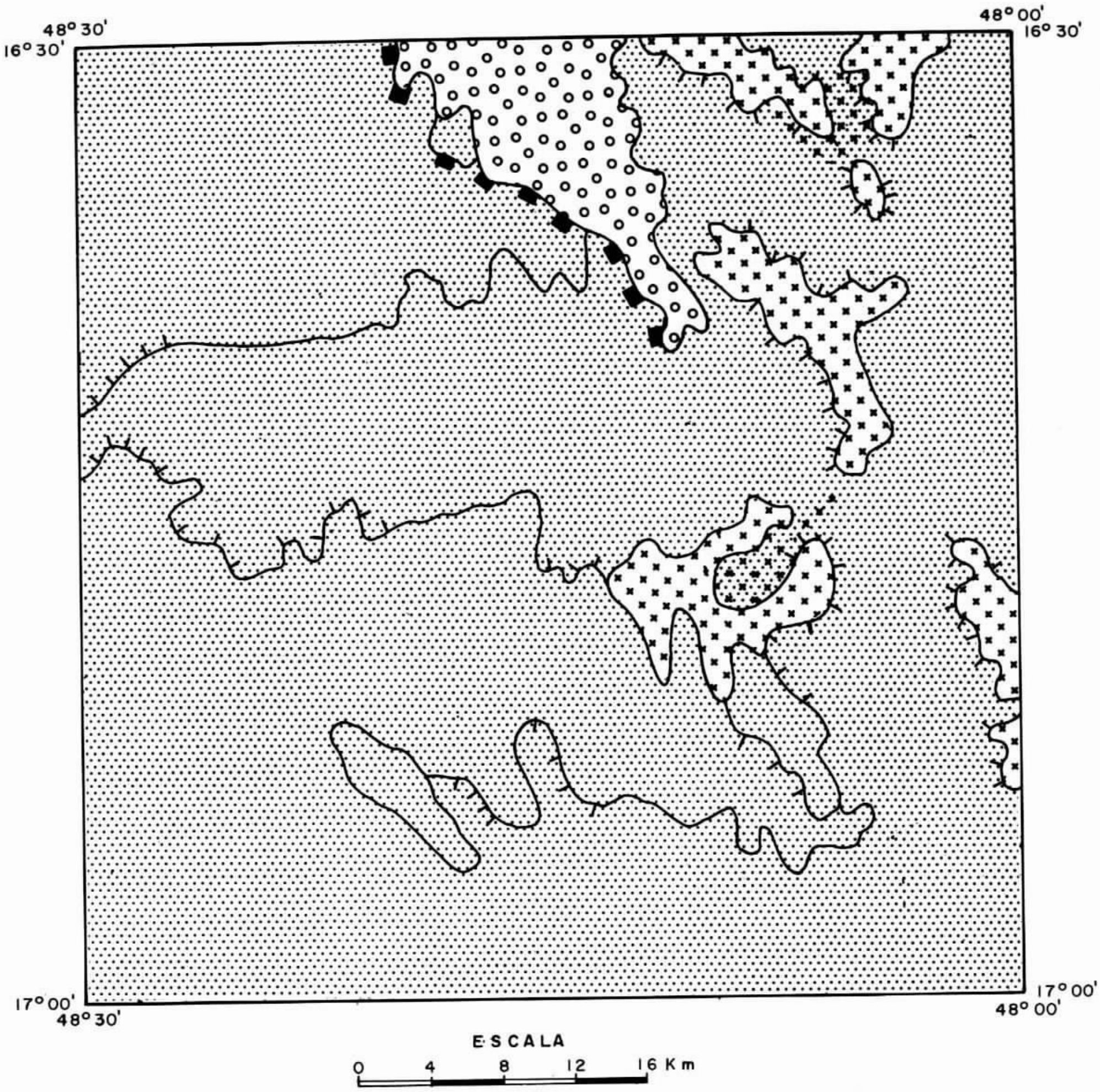



Figura I.4.2 - Mapa de vias de acesso.




Superfície estrutural tabular, superfície aplanada, com topo parcialmente concordante com a estrutura geológica.

Superfície erosiva tabular. Relevo residual de topo aplanado.

Formas tabulares, convexas e aguçadas, relevos de topo aplanado ou convexo, com diferentes ordens de grandeza e aprofundamento de drenagem.

Escarpa estrutural acima de 150 m

Escarpa erosiva

Crista abaixo de 150 m.

**Figura I.5.1 – Aspectos geomorfológicos (modificado do Projeto RADAMBRASIL – Folha Goiânia, 1983).**

# PARTE II
# GEOLOGIA

# Capítulo 1
# Geologia Regional

*Joffre Valmório de Lacerda Filho*

## 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 rochas, antes agrupadas no Pré-Cambriano Indiferenciado. Barbosa *et al.*, 1966, denominam de Araxá aos ectinitos e migmatitos que separam as faixas geossinclinais e de Grupo Canastra às 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 e 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 no Grupo Araxá duas subunidades, sendo uma inferior (A) constituída essencialmente de micaxistos e quartzitos e outra superior (B) formada por calcixistos 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 xistos calcíticos denominando-os de Formação Ibiá, posicionados na base do Grupo Canastra estando os xistos Araxá em posição de empurrão sobre eles.

Através de trabalhos realizados no sul de Goiás e oeste de Minas Gerais, foi constatado 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; Schimidt & 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 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 Filho & Teixeira, 1980).

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 a sul da inflexão dos Pirineus 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 Schimidt & Fleischer (1978).

Araújo *et al.* (1980), Projeto Pontalina, (Convênio CPRM/DNPM) observaram a presença de corpos intrusivos básicos-ultrabásicos no Grupo Araxá e reconheceram a

atuação de pelo menos dois eventos termais na área, sendo que o mais antigo granulitizou e migmatizou 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.

Fuck & Marini (1981) 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 zona de dobramentos com muitas das características dos cinturões barrowianos. Na região da Inflexão dos Pireneus esta faixa dividir-se-ia em duas, sendo que o segmento norte compreenderia os grupos Serra da Mesa, Araí e Natividade e o sul os grupos Araxá e Canastra.

Lacerda (1983), em trabalhos de prospecção na região do Ribeirão Colônia situada a noroeste da Folha Caraíba, reconheceu três unidades litoestratigráficas, colocando na base os calcixistos 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 superimpostas: 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 a 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 4 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: Áreas de Embasamento Arqueano, representados 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 grauvaquiana, 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 eugeoclinal. Atribui aos metassedimentos da Formação Ibiá e o 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-Gnáissico 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.

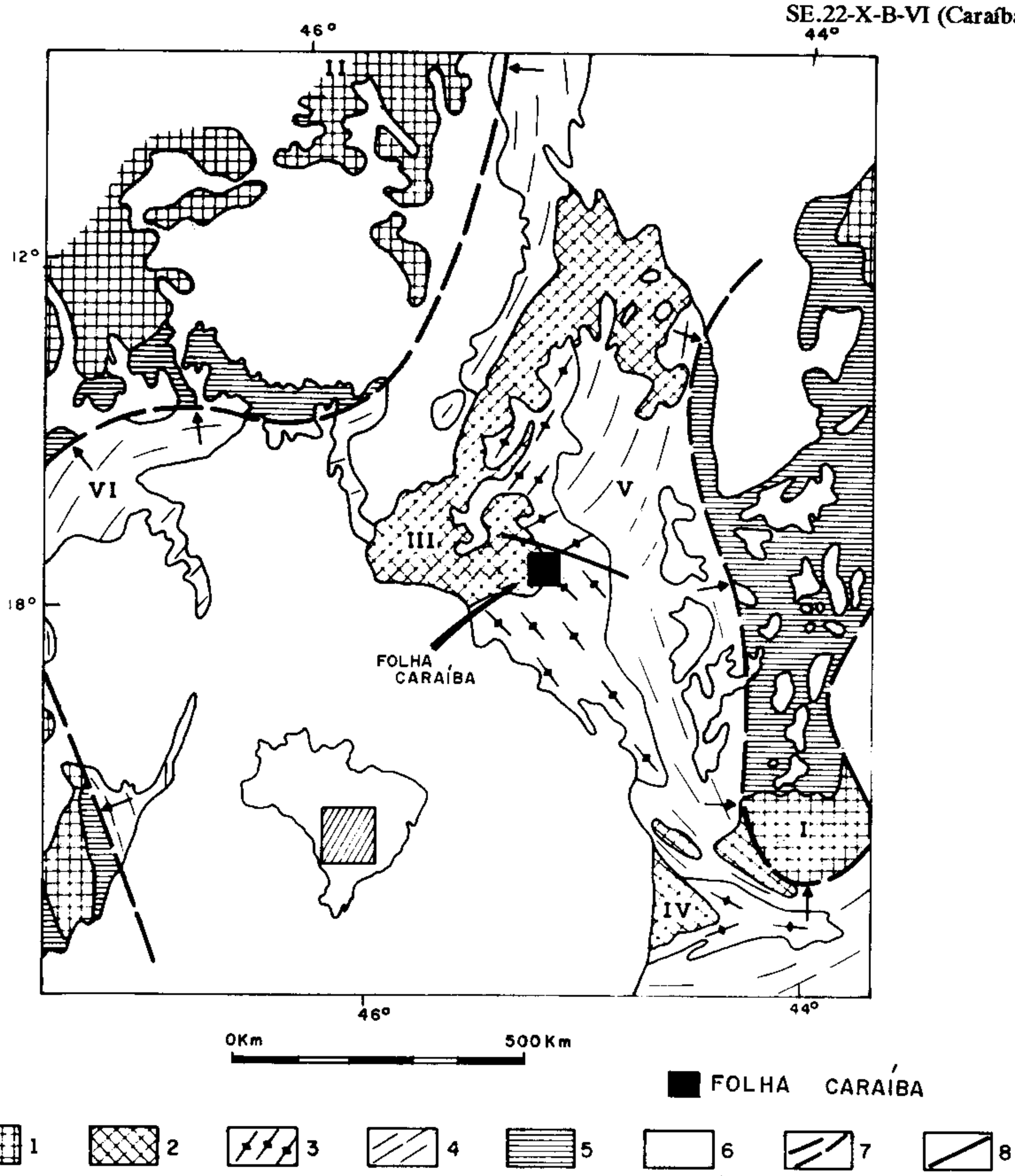
### 1.2 Contexto Geotectônico

A compartimentação geotectônica da Região Centro-Oeste é apresentada na proposta de Almeida (1967a), sugerindo durante o Ciclo Brasiliano (550-700Ma.) 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 porção leste metassedimentos pertencentes aos ciclos Uruaçuano (1.100-1.300Ma.) e Brasiliano (550-900Ma.).

A área da Folha Caraíba, segundo esta proposição, situa-se no âmbito dos seguintes domínios geotectônicos: Maciço Mediano de Goiás, Faixa de Dobramentos Uruaçu e Faixa de Dobramentos Brasília.

#### 1.2.1 Maciço Mediano de Goiás

O Maciço Mediano de Goiás, corresponde a uma área estreita e alongada, distribuída submeridianamente no inter-




1 – CRÁTONS SÃO FRANCISCO (I) E AMAZÔNICO (II); 2 – MACIÇOS GOIÁS (III) E GUAXUPÉ (IV); 3 – FAIXAS DE DOBRAMENTO URUAÇU; 4 – FAIXAS DE DOBRAMENTOS 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

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

flúvio Tocantins-Araguaia. Constitui-se em um alto do embasamento antigo, formado por um conjunto de rochas agrupadas em unidades de idade atribuída ao Arqueano, e situado entre as faixas metassedimentares geradas e deformadas nos ciclos Uruaçuano (Araxá-Canastra) e Brasiliano (Paranoá, Bambuí).

As principais unidades arqueanas aflorantes no âmbito do Maciço Mediano de Goiás, que constituem o embasamento das faixas metamórficas supracrustais são os granitóides $\gamma 1$, o Cinturão Granulítico e as Seqüências Vulcano-sedimentares tipo *greenstone belts*. (figura II.1.2).

Os granitos-gnaisses ocupam a maior parte dos terrenos arqueanos expostos no oeste de Minas Gerais e sul de Goiás, segundo Schobbenhaus *et al.* (1984). Predominam ortognaisses calcissódicos, tonalíticos e granodioríticos, geralmente milonitizados e ultramilonitizados, expondo em Goiás extensas faixas de cisalhamentos, destacando-se como expressivos lineamentos estruturais, com direção E-W a NW-SE. Em Goiás, ocorrem associados a estas rochas granitóides gerados em diferentes eventos magmáticos.

As datações realizadas no âmbito dessa unidade revelaram, nitidamente, os efeitos do Evento Brasiliano (550-700Ma.),

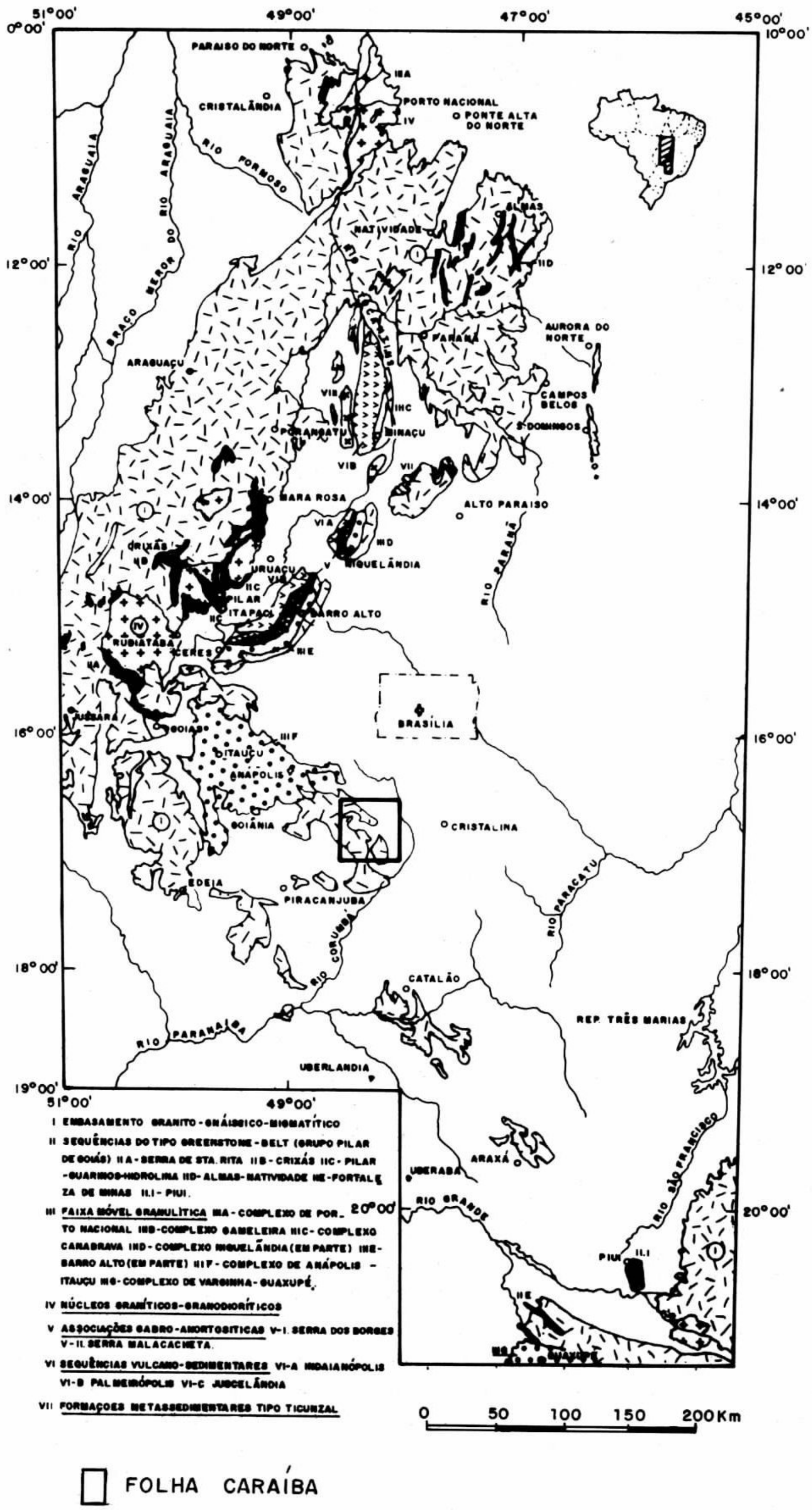



**Figura II.1.2** – Principais unidades do Arqueano e Proterozóico Inferior de Goiás e do oeste de Minas Gerais (segundo Marini *et al.*, 1984).

e menos evidentemente, os eventos Uruaçuano (900-1.300Ma.) e Transamazônico (1.900-2.000Ma.).

Os terrenos granulíticos que integram o embasamento arqueano, no interior do Maciço Mediano de Goiás, prolongam-se até o extremo-sul, no Maciço de Guaxupé, no estado de Minas Gerais, segundo uma faixa descontínua, com características litoestruturais de *mobile belts* de idade arqueana.

Esta faixa de rochas de alto grau metamórfico 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).

Na região sul de Goiás, onde se situa a área cartografada, ocorre o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (Marini *et al.*, 1981) que compreende uma ampla faixa de rochas granulíticas, com grande diversidade litológica: hornblenda-piroxênio gnaisses, granulitos básicos bandados, gabro-piroxenitos granulitizados, enderbitos e charnockitos. Ocorrem, também, metassedimentos como: quartzitos impuros, rochas calcissilicáticas, mármores impuros, gonditos e gnaisses sílico-aluminosos e hiperaluminosos (granada gnaisses e granada-sillimanita gnaisses) que atingiram seu equilíbrio em condições da transição anfibolito-granulito.

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. No Maciço de Cana-Brava, pelo método Rb/Sr obteve-se idade de 3.900M.a. relacionada ao Evento termo-tectônico Jequié. Estes dados revelam o envolvimento desta unidade em diferentes eventos termo-tectônicos, não deixando dúvidas quanto a sua origem arqueana.

Quanto às seqüências metavulcano-sedimentares do tipo *greenstone belts* incorporadas ao Maciço Mediano de Goiás, as mesmas possuem extensão e características litoestratigráficas e tectônicas bem 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).

As datações radiométricas disponíveis provêm de granitóides associados a essas seqüências metavulcano-sedimentares da região de Crixás-Pilar de Goiás-Hidrolina, efetuadas por Tassinari & Montalvão (1980), que forneceram uma isócrona de 2.929Ma., com razão inicial de 0,701; valor que atesta sua idade arqueana e atribuída aos *greenstone belts* de Goiás.

Finalmente, fazem parte do Maciço Mediano de Goiás os terrenos originados no Proterozóico Inferior, tais como: complexos diferenciados máfico-ultramáficos tipo Americano do Brasil, embutidos nos terrenos granulíticos do Complexo Anápolis-Itauçu; 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 através de falhas inversas. Esses últimos complexos em direção ao topo passam para uma seqüência de rochas metavulcano-sedimentare. situadas imediatamente a oeste dos grandes maciços (Niquelândia, Barro Alto e Cana-Brava) – (figura II.1.2); são denominadas de seqüências de Indaianópolis (Danni & Leonardos, 1978,1980a,1980b), 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 com as seqüências acima, ocorrendo na área da Folha Caraíba apenas a sua porção metassedimentar.

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 em tempos arqueanos e sofreram remobilizações em vários ciclos tectônicos do Proterozóico, sendo mais efetivas no Ciclo Brasiliano.

Haralyi & Hasui (1981), embasados em levantamento geofísico realizado no sul de Goiás, identificaram várias feições gravimétricas com real significado tectono-geológico, corroborando em parte a compartimentação geotectônica, de Almeida (1976), e Marini *et al.* (1981), realizada com base em informações geológico-estruturais e algumas datações radiométricas (Hasui & Almeida, 1970). A feição gravimétrica de maior destaque é uma anomalia linear negativa (figura II.1.3), que separa em dois setores gravimétricos distintos, individualizando domínios tectono-geológicos diferentes (figura II.1.4).

Esta descontinuidade estende-se desde a região de Lavras (MG) adentrando o sul de Goiás, onde com uma distribuição submeridiana, atravessa o estado desde Itumbiara até Goiânia, infletindo na altura de Anápolis devido a uma zona de cisalhamento contracional com deslocamento destral dos blocos, para assumir uma direção EW e NNW-ESE passando por Itauçu e Goiás Velho. Esta feição forma um grande arco com a concavidade, voltada para NNE (Haralyi & Hasui, *op. cit.*). O domínio da parte côncava é representado pelo Cráton do Paramirim que segundo Almeida (1981), constitui um segmento crustal do Cráton do São Francisco, estabilizado após o Evento Jequié (2.700 a 2.900Ma.) e parcialmente remobilizado no Proterozóico (figura II.1.5). Este domínio é formado por terrenos granito-gnáissicos, cujo limite externo é representado pelo Cinturão Móvel de Alfenas definido por Almeida (1981), caracterizando-o por terrenos de alto grau metamórfico. O presente levantamento executado permitiu a identificação de uma faixa de rochas granulíticas na porção mais intensa deste arco, bem como na continuidade para a região sudeste do estado de Goiás, e denominado de Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, representando nesta região a extensão daquele cinturão móvel.

Segundo Almeida (1981), o Cinturão Móvel 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.), acabando por se ocultar na Bacia do Parnaíba. Esta articu-

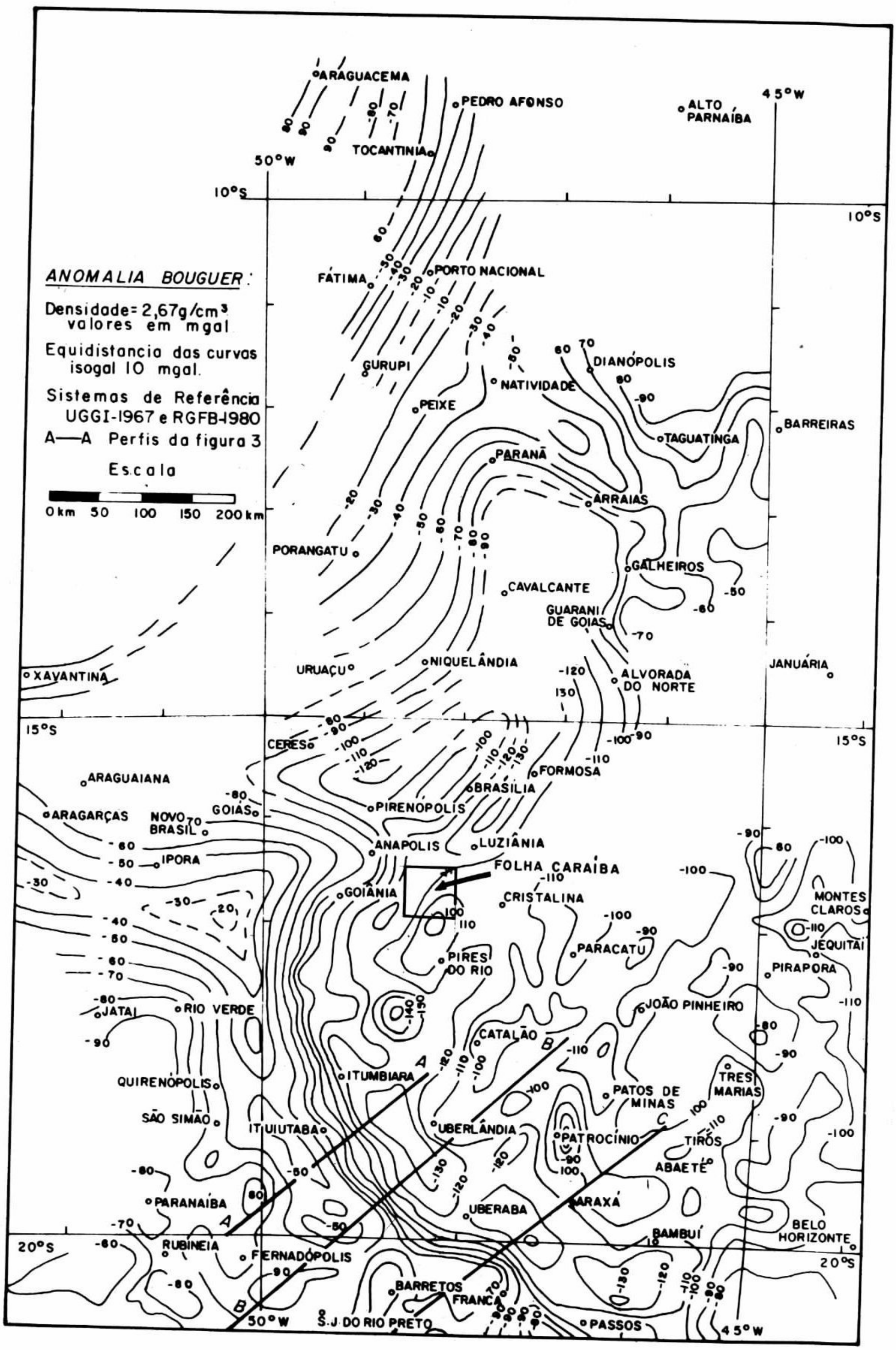



**Figura II.1.3** – Carta gravimétrica *Bouguer* de Goiás e oeste de Minas Gerais (segundo Haralyi e Hasui, 1981).

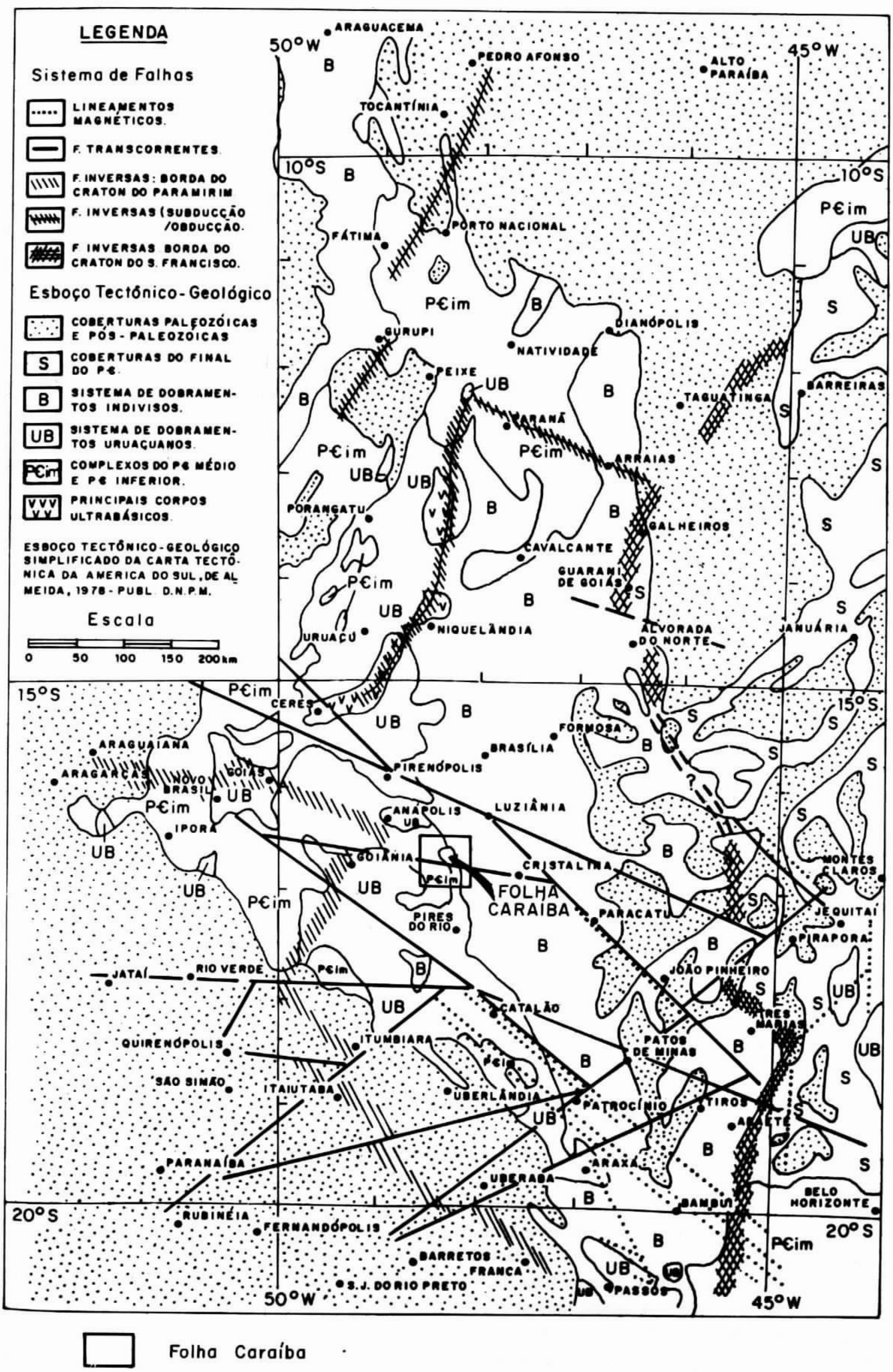



**Figura II.1.4** – Falhas definidas pela gravimetria (segundo Haralyi e Hasui, 1981).

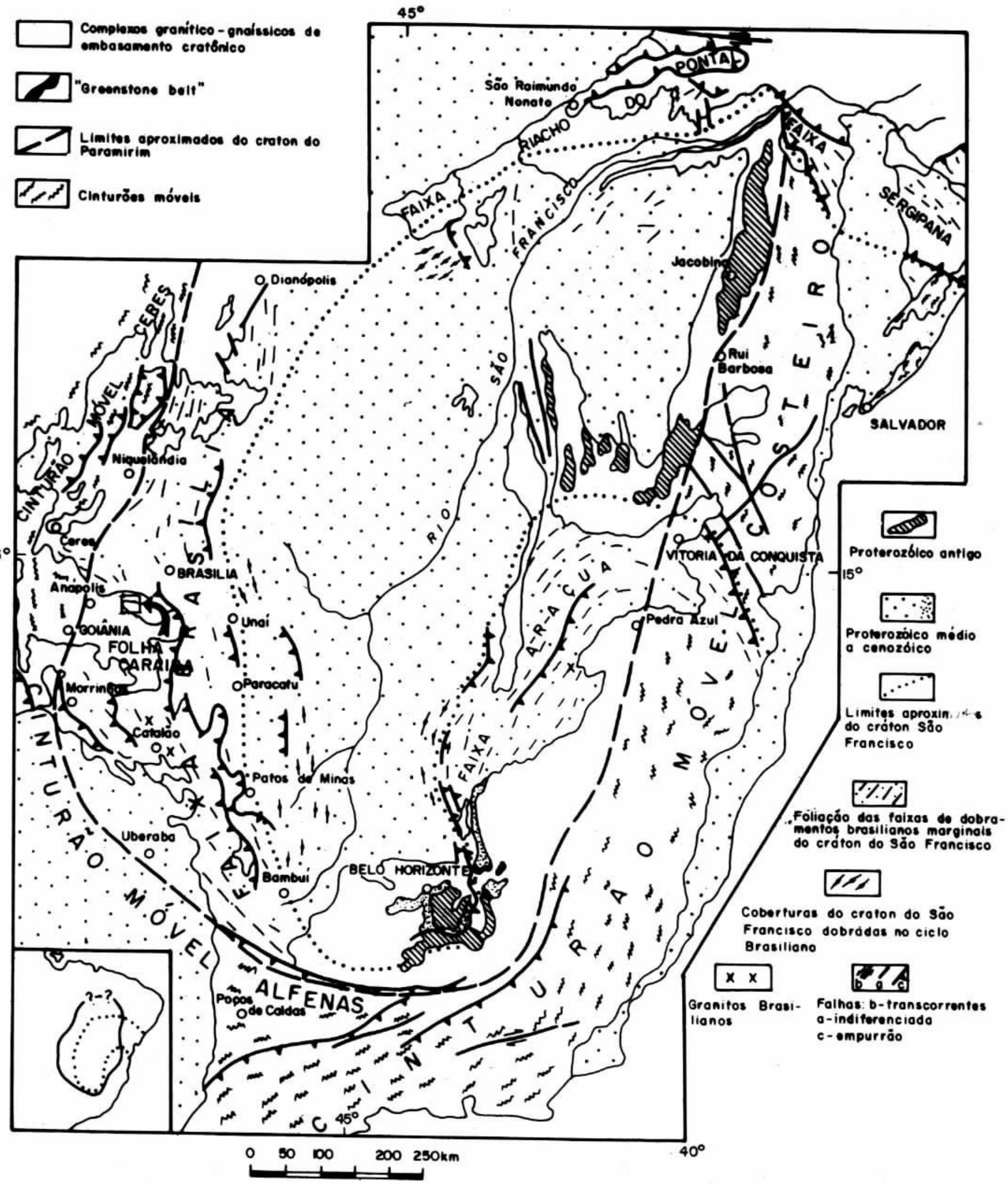



**Figura II.1.5** – Distribuição do Cinturão Alfenas (segundo Almeida F.F.M., 1981).

lação é bastante plausível, sendo que a separação e desvio desse 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* contracional, 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 para quase 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.

Este embasamento antigo, que constitui o Maciço, certamente remonta ao arqueano, como é atestado pela presença dos *greenstone belts* de Crixás, Hidrolina, Pilar de Goiás e Goiás Velho, bem como pelos terrenos de alto grau metamórfico, como os complexos básico-ultrabásicos granulíticos de Goianésia-Barro Alto, Niquelândia e Cana-Brava. Marini *et al.* (*op. cit.*) atribuem uma conotação espaço-temporal a evolução do Maciço Mediano de Goiás e propõem que ao término do Ciclo Uruaçuano, os metassedimentos gerados durante este ciclo, no Proterozóico Médio, seriam agregados ao mesmo, constituindo parte da faixa cratonizada. No entanto, essas áreas estabilizadas teriam vida efêmera, com o desenvolvimento de novas bacias, já no início do Proterozóico Superior, respondendo pela distribuição atual das faixas Brasília a leste e Paraguai-Araguaia e oeste do Maciço, evoluídas no Ciclo Brasiliano.

### 1.2.2 Faixa de Dobramentos Uruaçu

Esta faixa é constituída essencialmente por metassedimentos tidos como pertencentes ao Proterozóico Médio, cuja sedimentação, estruturação e metamorfismo se processaram durante o Evento termo-tectônico Uruaçuano (1.300-1.100Ma.) segundo Almeida *et al.* (1976). 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, geralmente delaminados, arranjados estruturalmente em *nappes* tectônicos, onde os blocos evidenciam uma pronunciada aloctonia, com deslocamento de massa direcionada ao Cráton 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.

Estendem-se longitudinalmente desde a borda da Bacia do Parnaíba, extremo norte da faixa, até o Maciço Guaxupé, no extremo-sul.

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.

Costa & Angeiras (1971), ao analisarem regionalmente o arcabouço tectônico da Região Centro-Oeste, também observaram uma brusca mudança das direções estruturais na região de Pirenópolis, denominando esta zona anômala de Megaflexura de Pirenópolis. Segundo Marini *et al.* (*op. cit.*) trata-se de uma estrutura herdada do Arqueano e que teria persistido como zona de fraqueza dos eventos tectono-orogenéticos posteriores, descrevendo esta megaflexura como duas falhas regionais paralelas, e que distam entre si cerca de 10km. Estas falhas iniciam-se sob as aluviões do rio Araguaia e morrem próximas a Brasília. Interessante observar a menção de que as falhas regionais (somente observáveis nos mapas aerogeofísicos do Convênio Brasil-Canadá), não constavam dos mapas geológicos regionais por estarem situadas paralelamente aos eixos das principais dobras da região. Ao tentar explicar o relacionamento entre estes fenômenos (eixo de dobras paralelas a falhas regionais), os trabalhos regionais admitiam movimentos compressivos que teriam condicionado a evolução geológico-estrutural da região. Tal processo deve-se de fato, à extraordinária movimentação de massa em zonas regionais de cisalhamento dúctil dextrais, que seriam responsáveis pela movimentação diferenciada dos blocos em direção ao Cráton do São Francisco, e pela estruturação atual dos maciços básico-ultrabásicos de Niquelândia/Barro Alto.

A área cartografada localiza-se no compartimento meridional da Faixa de Dobramentos Uruaçu, a qual estendende-se desde o sul de Goiás até o Triângulo Mineiro, em ocorrência descontínua desde a Inflexão dos Pirineus até a região da represa de Furnas, com direção predominante NW-SE (figura II.1.7). É caracterizada por metassedimentos do Grupo Araxá/Canastra, constituindo extensas áreas cobertas por micaxistos e subordinadamente quartzitos e rochas carbonáticas. São constatados ainda, plutonitos graníticos e granodioríticos intrusivos além de corpos básicos e ultrabásicos metamorfizados, tidos como do tipo alpino.

### 1.2.3 Faixa de Dobramentos Brasília

Acha-se confinada entre a Faixa Uruaçu a oeste, e o Cráton São Francisco, a leste. Admite-se que a mesma tenha se desenvolvido durante o Ciclo Brasiliano.

A faixa é formada por metassedimentos dos grupos Paranoá e Bambuí, cujos metassedimentos são tidos como de idade proterozóica superior. O metamorfismo chega a fácies xisto-verde. As condições de metamorfismo e a deformação tendem a diminuir para leste, que é o mesmo sentido de vergência.

O contato entre a faixa e o cráton só é possível ser determinado através da gravimetria.

Os dobramentos são holomórficos lineares, com dobras assimétricas, mais abertas para leste. A atitude dos eixos são N10°-20°E a norte e N10°-20°W a sul. Ocorrem ainda, dobras assimétricas EW e NS e duas fases de *kinking*. Padrões secundários aparecem localizadamente, como os *nappes* de Caldas Novas, os braquianticlinais ao norte dos Pireneus e os domos cretáceos da borda da Bacia do Paraná.

O sistema de falhamentos é representado por falhas com ângulos superiores a 45°. A principal delas é a Falha de São Domingos, com direção NNE (NNW nos Pireneus), que limita esta faixa de dobramentos a leste.

## 1.3. Modelo de Evolução Geotectônica da Região Centro-Oeste

Para a Região Centro-Oeste, uma evolução geotectônica foi apresentada por Marini *et al.* (1979) que sugere a seguinte sucessão de eventos:

a) 3.500Ma. – Formação de crosta oceânica e protocrosta continental magmática.

b) 3.500 a 3.000Ma. – Diferenciação do manto superior, espessamento da crosta continental e vulcanismo básico-ultrabásico.

c) 3.000 a 2.700Ma. – Consumo da placa oceânica, granulitização na zona de subducção com vulcanismo e plutonismo na placa continental.

d) 2.700 a 2.500Ma. – Colisão continental, plutonismo granítico, dobramento e metamorfismo da crosta oceânica e fraturamento e milonitização da crosta continental.

e) 2.500 a 1.800Ma. – Instalação de seqüências metavulcano-sedimentares, plutonismo granítico e básico anortosítico.

f) 1.700 a 1.200Ma. – Separação continental, preenchimento de *rifts* e vulcanismo.

g) 1.200 a 1.100Ma. – Fechamento do *rift*, metamorfismo em facies anfibolito e diapirismo granítico.

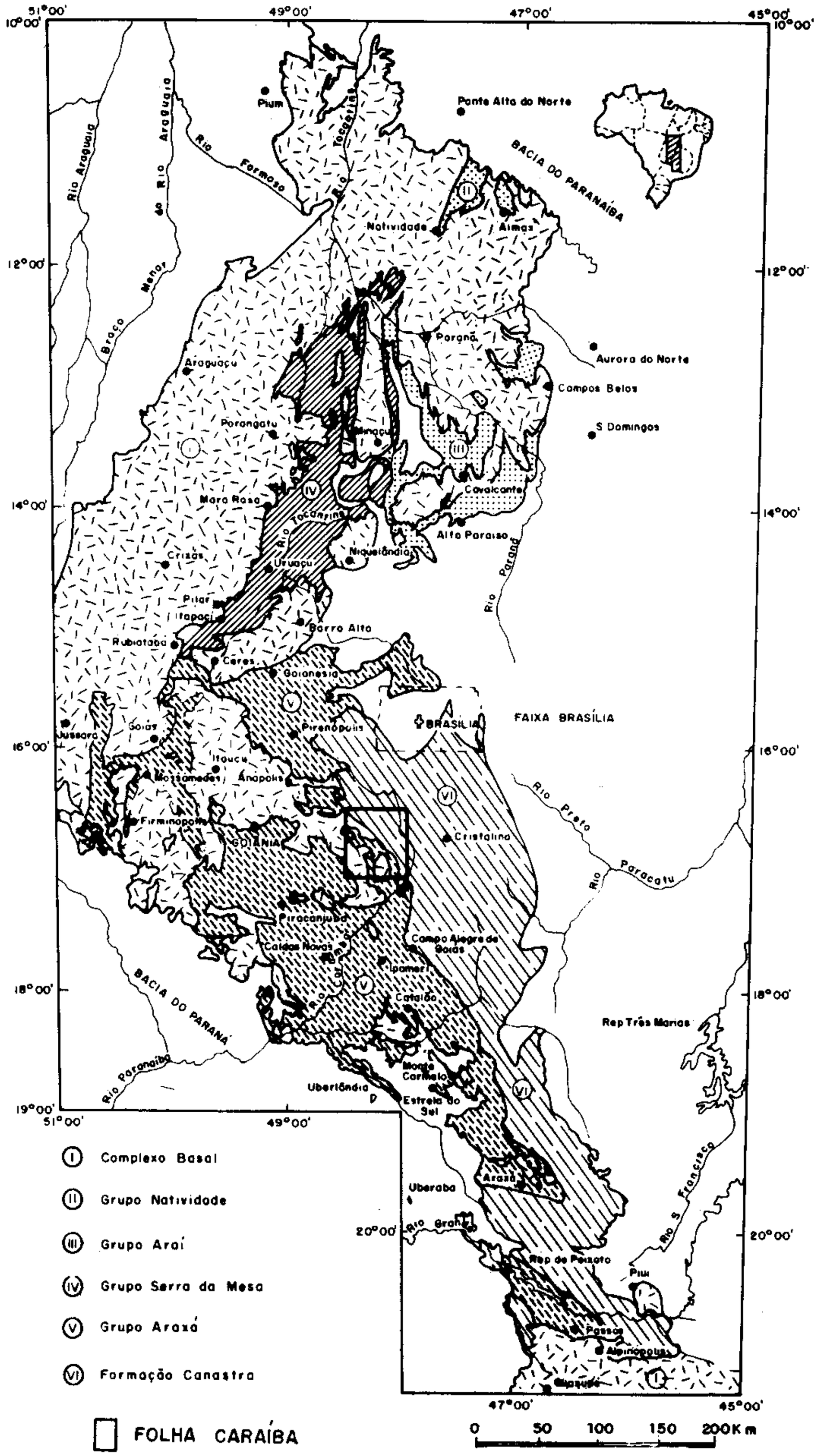



Figura 2.1.6 – Unidades do Proterozóico Médio nas regiões oriental de Goiás e ocidental de Minas Gerais (Segundo Marini *et al.*, 1984).

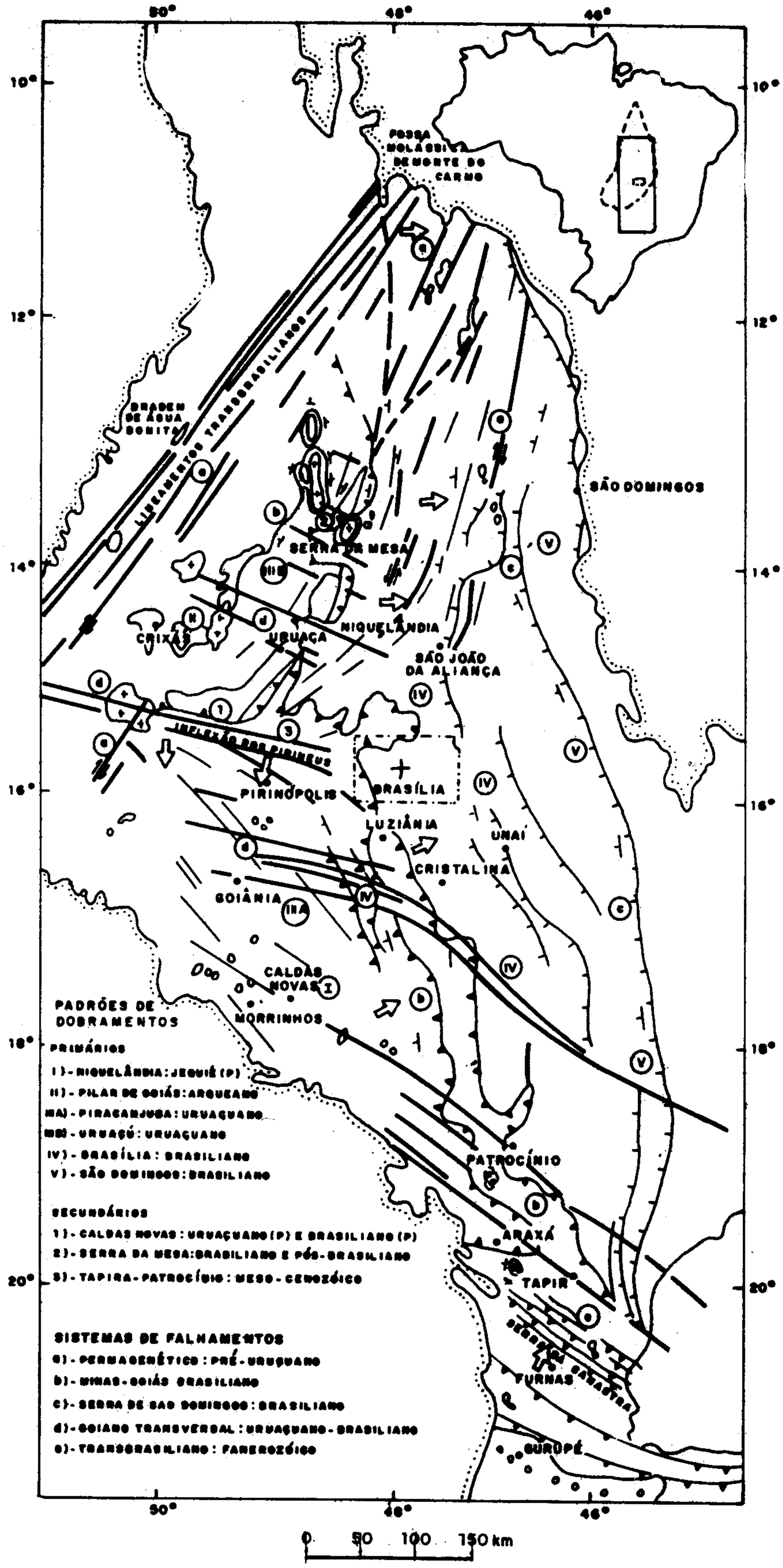



**Figura II.1.7** – Principais feições megaestruturais da Faixa Brasília e do seu embasamento (Marini, 1981).

h) 1.000 a 700Ma. – Reabertura do *rift* e sedimentação plataformal.

i) 650 a 600Ma. – Fechamento do *rift*, diapirismo granítico, ascenção tectônica da cunha básico-ultrabásica arqueana e sedimentação molássica.

No presente estudo, propõe-se uma hipótese de evolução geotectônica para a Região Centro-Oeste do Brasil, utilizando-se a atuação dos processos de tectônica de placas, de maneira análoga a proposta por Marini *et al*. (1979).

# Capítulo 2
# Estratigrafia

*Joffre Valmório de Lacerda Filho*

## 2.1 Introdução

Situada na região sudeste do estado de Goiás, a Folha Caraíba abrange o domínio dos terrenos metamórficos de evolução policíclica na borda ocidental do Cráton do São Francisco.

Nestes terrenos, os elementos estratigráficos, estruturais, texturais e mineralógicos primários estão transformados pelas deformações sucessivas dos eventos tectono-metamórficos que atuaram na região, o que dificulta a observação do empilhamento estratigráfico.

Tais eventos deformacionais produziram transposição de foliações e/ou acamamentos, superposição de dobramentos progressivos, cisalhamentos dúcteis e dúctil-rúpteis, de alto e baixo ângulo, produzidos por uma tectônica de imbricamento crustal, associados a processos de plutonismo, metamorfismo e diaftorese em diferentes estágios, resultando produtos litológicos de extrema complexidade geológica.

Dentre os levantamentos geológicos de reconhecimento existentes na área, destaca-se o Projeto Goiânia I, executado pelo Convênio DNPM/CPRM (1970), que constitui o primeiro mapeamento geológico sistemático realizado na escala de 1:250.000. A estratigrafia proposta para a seqüência de rochas aflorantes na área da Folha Caraíba vem servindo de base para os trabalhos posteriores de cunho regional. Uma síntese das propostas estratigráficas para a Folha Caraíba, encontradas nos trabalhos anteriores, é apresentada na figura II.2.1.

Neste contexto, e dadas as peculiaridades naturais da área, procurou-se estabelecer o seu arcabouço litoestratigráfico através das informações de campo, acrescidas dos resultados petrográficos e litoquímicos, complementados com os dados obtidos nos trabalhos anteriores. Desta forma, foi possível estabelecer a seguinte coluna litoestratigráfica para área da Folha Caraíba (figura II.2.2):

1 – Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) – de provável idade arqueana a proterozóica inferior, subdividido em duas unidades com predominância de granulitos ortoderivados e paraderivados.

2 – Granitóide $\gamma 1$ – relacionado ao Proterozóico Inferior, crustal, contaminado, tipo I-MC/I-WC, calcialcalino com baixo potássio.

3 – Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – Unidade Metassedimentar (PIvssB), posicionada no Proterozóico Inferior. Associado a esta seqüência, ocorre uma segunda geração de granitóide denominado de $\gamma 2$, crustal, híbrido, tipo I-MC leuco a mesocrático.

4 – Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) – Caracterizado por uma seqüência tipicamente metassedimentar do Proterozóico Médio, associada à terceira geração de granitóides $\gamma 3$ crustal, tipo I-SC, leucocrático e não depletado.

Relacionados à fase final do cisalhamento dúctil-rúptil regional, observa-se uma grande variedade de veios pegmatíticos, e veios de quartzo, bem como um dique de diabásio, colocados ao longo das zonas de fraqueza, possivelmente associados à tectônica brasiliana, que afetou as rochas da área.

5 – Grupo Paranoá (PSpa) – constituído de metapelitos e psamitos do Proterozóico Superior.

6 – Coberturas Tércio-Quaternárias – representadas por sedimentos argilosos (Tc) e Coberturas Detrítico-Lateríticas (TQdl).

7 – Depósitos Aluvionares (Qa), constituídos de sedimentos arenosos e areno-argilosos, condicionados à calha dos principais drenos.

## 2.2 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu – APIgai

### 2.2.1 Comentários Gerais

Os terrenos granulíticos de Goiás encontram-se inseridos no conjunto de rochas denominadas de Complexo Basal, (Barbosa, 1966), ou com outras denominações locais, acrescentando nestas o termo Goiano, como Marini *et al.* (1974) e Cunha *et al.* (1981). Drago *et al.* (1981b) & Ianhez *et al.* (1983) abandonaram os termos Complexo Basal, Complexo Basal Goiano e Pré-Cambriano Indiferenciado e adotaram o termo Complexo Goiano.

Marini *et al.* (1984) incluiram estas rochas granulíticas da região central de Goiás no Maciço Mediano de Goiás e definindo uma faixa denominada de Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), como pertencente ao embasamento arqueano.

Posteriormente, Valente (1986) denomina de Cinturão Granulítico as rochas de alto grau que ocorrem na Folha Goiânia, e na área da Folha Caraíba de Seqüência Metamórfica Vulcano-sedimentar, a faixa ora cartografada como Complexo Granulítico.

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PRÉ-CAMBRIANO | SUPERIOR | GRUPO BAMBUÍ FORMAÇÃO PARANOÁ |
| | | FORMAÇÃO IBIÁ |
| | | GRUPO CANASTRA |
| | | GRUPO ARAXÁ |
| | INFERIOR | PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO |

PROJETO GOIÂNIA
DNPM/CPRM - 1970
ESCALA 1:250.000
BARBOSA, O.

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PRÉ-CAMBRIANO | PRÉ-CAMBRIANO A | GRUPO BAMBUÍ FORMAÇÃO PARAOPEBA |
| | | FORMAÇÃO IBIÁ |
| | PRÉ-CAMBRIANO B | GRUPO ARAXÁ FORMAÇÃO CANASTRA |
| | INDIFERENCIADO | PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO |

CARTA GEOLÓGICA DO BRASIL
AO MILIONÉSIMO FOLHA GOIÁS
DNPM - 1976
ESCALA 1:1.000.000
SCHOBBENHAUS Fº E

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PROTEROZOICO | SUPERIOR | FORMAÇÃO IBIÁ |
| | MÉDIO | GRUPO CANASTRA |
| | | GRUPO ARAXÁ |
| ARQUEANO | | COMPLEXO GRANITO-GNAISSICO |

MAPA GEOLÓGICO DO BRASIL
DNPM - 1981
ESCALA 1:2.500.000
SCHOBBENHAUS Fº E ET ALII

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PROTEROZOICO | SUPERIOR | GRUPO BAMBUÍ SUB-GRUPO PARAOPEBA |
| | MÉDIO | FORMAÇÃO PARACATU |
| | INFERIOR | FORMAÇÃO IBIÁ |
| | | GRUPO ARAXÁ |
| ARQUEANO | | COMPLEXO GOIANO |

RADAMBRASIL - FOLHA GOIÂNIA -
ESCALA 1:1.000.000
IANHEZ A.C. ET AL.II

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PROTEROZOICO | SUPERIOR | GRUPO PARANOÁ |
| | MÉDIO | GRUPO CANASTRA |
| | INFERIOR | SEQUÊNCIA META-MÓRFICA VULCANO SEDIMENTAR |
| ARQUEANO | | NÚCLEO ANTIGO COMPLEXO GRANITO-GNAÍSSICO |

MAPAS METALOGENÉTICOS E DE
PREVISÃO DE RECURSOS MINERAIS
DNPM/CPRM - 1985
ESCALA 1:250.000

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PROTEROZOICO | SUPERIOR | FORMAÇÃO IBIÁ |
| | MÉDIO | FORMAÇÃO CANASTRA |
| | | GRUPO ARAXÁ |
| ARQUEANO | | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS/ ITAUÇU |

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO
DE GOIÁS DNPM - 1987
ESCALA 1:1.000.000
CORTES I.M.^ ET ALII

| CRONO-ESTRATI-GRAFIA | | UNIDADE LITOESTRATIGRAFICA |
|---|---|---|
| PROTEROZOICO | MÉDIO | GRUPO PARANOÁ |
| | | GRANITÓIDE $\gamma_3$ |
| | | GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS |
| | | GRANITÓIDE $\gamma_2$ |
| | INFERIOR | SEQUÊNCIA METAVULCANO SEDIMENTAR DE SILVÂNIA UNIDADE B. |
| | | GRANITÓIDE $\gamma_1$ |
| ARQUEANO | | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS/ ITAUÇÚ |

FOLHA CARAÍBA DNPM/CPRM
- 1990
ESCALA 1:100.000

**Figura II.2.1** – Colunas litoestratigráficas propostas.

| GEOCRONOLOGIA ERA | GEOCRONOLOGIA PERÍODO m.a | CICLO TECTÔNICO m.a | UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA | SIMBOLOGIA | ROCHAS | METAMORFISMO | LITOAMBIÊNCIA | POTENCIALIDADE ECONÔMICA | PLUTONISMO | MAGMATISMO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | | DEPÓSITOS ALUVIONARES | | Aluviões recentes arenosas e areno-argilosas, areias com níveis de cascalhos e pequenas turfeiras associadas. | – | Leitos de rios, ribeirões, córregos e lagoas. | Ouro, cassiterita, rutilo, ilmenita, areia, argila e turfa. | | |
| | 1,8 | | COBERTURAS TÉRCIO-QUATERNÁRIAS: COBERTURAS DETRITO LATERÍTICAS | | Coberturas detrito-arenosas-argilosas, de latossolos com ou sem desenvolvimento de crosta laterítica | – | Depósitos elúvio-coluvionares. | Ouro, cassiterita, rutilo, cianita e material para fundação. | | |
| | TERCIÁRIO | 22 SUL | COBERTURAS TÉRCIO-QUATERNÁRIAS: SEDIMENTOS TERCIÁRIOS CONTINENTAIS | | Sedimentos argilosas, siltico-arenosas, laterizadas ou não, de coloração rósea avermelhada, exibindo perfurações de organismos | – | Sedimentos continentais, lagunares, laterizados. | – | | |
| | 65 | | | | | | | | | |
| MESOZÓICO | 141 JURÁSSICO | ATLÂNTIANO | INTRUSÕES BÁSICAS | | Diques de diabásio. | – | Fraturas de distenção no início da abertura do Atlântico. | Material de construção. | | Jdb |
| | 195 | 195 | | | | | | | | |
| | 230 | | | | | | | | | |
| | 570 | 570 | | | | | | | | |
| PROTEROZÓICO | SUPERIOR | BRASILIANO 700 | GRUPO PARANOÁ | | Metarenito, metargilitos, e metassiltitos com intercalações métricas de metarenitos conglomeráticos, metarcósios, e metarenitos piritosos com estratificação cruzada plano-paralela, metarritimitos argilosos (metagilitos, metanilitos) | Facies xisto verde baixo (Zona da clorita). | Sedimentos plataformais ambiente de leque Deltáico Marinho raso. | Manganês. | | |
| | | 900 | GRANITOIDE | | Biotita moscovita metagranito, metagranodiorito pegmatóide, greisen "e pegmatitos (pg) associados a zonas de cisalhamento" | Facies xisto verde alto. | Granito crustal tipo I/SC, leucocrático não depletado Sincolisimal/Sinorogênico. | Cassiterita, Be, La, Y e Zr. | | |
| | 1.000 | URUÇUANO | GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS PMa: UNIDADE D | | Moscovita-quartzo xistos, moscovita-clorita-quartzo-xisto, clorita-grafita-moscovita-quartzo xisto piritosos (xgf), clorita-moscovita xistos, filitos grafitosos (fl), sericita quartzitos (qt) e subordinadamente lentes de meta-calcário (cc), clorita xistos e magnetita-moscovita xistos | Facies xisto verde baixo. | Sedimentos plataformais ambiente litorâneo. | Ouro, arsênio, cobre, chumbo, zinco e manganês. | | |
| | MÉDIO | | UNIDADE C | | Calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-moscovita xisto feldspático, calci-clorita moscovita xisto, com intercalações de grafita-moscovita-quartzo xistos e lentes de metacalcário (cc). | Facies xisto-verde médio. | Sedimentos grauvaqueanos composição int. provenância granodiorítica-ambiente tipo Margem Ativa. | Ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco. | γ3 | |
| | | | UNIDADE B | | Moscovita xisto, moscovita-quartzo xisto, biotita-moscovita-quartzo-xisto, granada-moscovita-quartzo xisto, com intercalações de moscovita-quartzito (qt) e subordinadamente clorita-moscovita xisto, granada-biotita xisto e clorita xisto. | Facies xisto-verde alto. | Sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltáico. | – | | |
| | 1.300 | | GRANITOIDE | | Biotita metagranito porfirítico, metagranodioritos e metatonalitos. | Facies anfibolito baixo. | Crustal calci-alcalino $K_2O/Na_2O$ 1 leuco a mesocrático Tipo I – M (híbrido). | Sn, B, Ba, Y, Zr, Mo, material p/ revestimento. | | |
| | 1.800 | | SEQUÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA: UNIDADE METASSEDIMENTAR MISTA | | Quartzo-mica xistos, moscovita quartzo xisto, moscovita-cianita quartzo xisto, clorita quartzo xisto, biotita-granada moscovita xisto, moscovita xisto com intercalações de quartzito (qt). Ocorrem ainda moscovita-cianita quartzo xisto (xt) com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito cianítico e pirofilítico (alg). Associam-se ainda grafita xistos e clorita quartzo xisto. | Facies xisto-verde alto (Zona de granada). | Grauvacas intermediárias (tipo 2) com 68 – 74% $SiO_2$ e $K_2O/Na_2O$ 1, com componentes vulcânicos. Ambiente tipo margem continental ativo. | Agalmatolito cianita, ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco. | γ2 | |
| | INFERIOR | 1.900 TRANSAMAZÔNICO | | | | | | | | |
| | | 2.000 JEQUIÉ | GRANITÓIDE | | Metagranitóides γ1 metatonalitos, metagranodioritos, metagranitos, granada granitóides, augen granitóides foliados às vezes com estrutura gnáissica e restitos de rochas supracrustais granulitizadas. | Facies anfibolito. | Calcio-álcalino baixo K, origem crustal tipo I-MC/I-WC crosta interior. | Pegmatitos, cassiterita, monazita, titanita (Pb, Zn, La, Y, B, Zr). | γ1 | |
| | | | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU: GRANULITOS PARADERIVADOS | | Granulitos paraderivados: gnaisses silico-aluminosos (quartzo-granadíferos) granada gnaisses, biotita granada gnaisses, cianita granada gnaisse, granada quartzito, gonditos. Intercalam-se tectônica e subordinadamente granulitos ortoderivados (anfibolitos e metagrabróides). | Facie anfibolito alto ↓ Metamorfismo Progradante Média pressão (6 a 8kb) Alta temperatura (750-850°C) ↑ Metamorfismo Retrógrado $> H_2O < T$ Facie xisto-verde baixo. Facies Granulito | Sedimentos clásticos (pelitos, a arenopelíticos e químicos. Ambiente estável evoluindo p/ margem continental ativa. | Manganês. | | |
| ARQUEANO | 2.500 SUPERIOR | 2.500 | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU: GRANULITOS ORTODERIVADOS | | Granulitos Ortoderivados: enderbitos e charnoenderbitos, metagabros, metanoritos, metanortositos, anfibolitos e metapiroxenitos com seus derivados transformados em talco xistos, talco tremolita xistos (tx). Intercalam-se tectônica e subordinadamente granulitos paraderivados (gnaissessilico-aluminosos). | | Magma basáltico toleítico c/ leve tendência-cálcio-álcalina. "Margem Continental Ativa - Faixa móvel." | Níquel, cromo, cobalto, titânio, vanádio, cobre, zinco, platinóides. | | |

* Dados geocronológicos-isócrona de referência tonalito JV–R–12 (Rb/Sr) 1.300 ± 100 m.a. com razão inicial 0.7105 ± 0,0012.

**Figura II.2.2 – Coluna litoestratigráfica.***

Veiga *et al.* (1986) dividem na região sul de Goiás o Complexo Granulítico Arqueano em uma seqüência máfico-ultramáfica infracrustal e outra de natureza ácida supracrustal.

Neste trabalho, adotou-se a denominação de Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, proposta por Marini *et al.* (1984), para reunir todas as rochas da fácies granulítica e da transição anfibolito granulito encontradas na Folha Caraíba, as quais possuem extensa continuidade litológica e estrutural para as folhas vizinhas e exibem direção preferencial NW-SE. Constitui-se de uma variedade de tipos de rochas, tais como: gnaisses sílico-aluminosos e rochas básicas a ultrabásicas, agrupados aqui, informalmente, sem conotação cronológica, em duas subunidades: granulitos ortoderivados (APIgaio) e paraderivados (APIgaip), de acordo com a predominância.

A região do povoado de Caraíba, porção sudoeste da folha, apresenta-se extremamente arrasada, desenvolvendo-se aí espesso latossolo associado a coberturas detrítico-lateríticas, que impedem o afloramento significativo dos litótipos. Razão pela qual, para auxiliar na interpretação geológica, foram executados levantamentos geofísicos terrestres, na forma de perfis de magnetometria e de cintilometria, ortogonais à estruturação geológica regional. Desta forma, foi possível individualizar 3 faixas que correspondem a rochas mais magnéticas, não magnéticas ou fracamente magnéticas. Esses perfis, quando interpretados juntamente com os dados geoquímicos e com as informações dos afloramentos, levaram a concluir que às faixas mais magnéticas correspondem a rochas de provável filiação básico-ultrabásica, pertencentes à unidade dos granulitos ortoderivados (APIgaio), enquanto que as faixas menos magnéticas correlacionam-se à dos granulitos paraderivados (APIgaip), com intercalações de rochas ortoderivadas de composição ácida como enderbitos e charno-enderbitos.

### 2.2.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Esta unidade ocupa a porção sul-sudoeste da folha (figura II.2.3), ocupando aproximadamente 1/3 da sua área. Caracteriza-se por apresentar um relevo aplainado, onde aflora esporadicamente nas margens e no leito dos córregos. Apresenta direção geral NW-SE, com os granulitos orto e paraderivados ocorrendo em faixas subparalelas e afetados por intensa deformação milonítica, cujas foliações originais foram transpostas pela tectônica transcorrente.

Os contatos com as rochas do conjunto de granitóides $\gamma 1$ e $\gamma 2$, Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) e os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) (figura II.2.3) são expressos por zonas de cisalhamento dúctil com faixas miloníticas com importante ação hidrotermal.

Entre as faixas orto e paraderivadas, observa-se intensa deformação milonítica com transposição da foliação, expressivo estiramento mineral e veios pegmatóides.

### 2.2.3 Rochas e Metamorfismo

Incluem-se no Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) todas as rochas que foram afetadas pelo metamorfismo de alto grau da fácies granulito e/ou da transição anfibolito/granulito, correspondendo ao chamado grau forte (Winkler, 1977). Reúne paragênese do chamado grau da sillimanita (granada + sillimanita ou cianita), características da fácies anfibolito superior, transição para a fácies granulito, além de outras exibindo ou não o mineral índice da fácies, ortopiroxênio, e em caso de ausência deste, apresenta textura granoblástica e/ou outras, evidências de granulitização como a presença de plagioclásio antipertítico e feldspato potássico pertítico.

Deve-se ressaltar, entretanto, que são atribuídos a este complexo litótipos cuja associação mineralógica não estabelece a paragênese de equilíbrio da fácies anfibolito alto em transição para a fácies granulito. Estas rochas são encontradas nas faixas onde se desenvolveram expressivas feições miloníticas com retrogressão metamórfica a fácies xisto-verde, associada a intensos processos hidrotermais, com formação de pegmatitos e veios de quartzo.

Desta forma, utilizando-se as informações petrográficas, texturais e composicionais, subdividiu-se os granulitos da área em: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

Os granulitos ortoderivados ocorrem como faixas subparalelas, condicionadas tectonicamente e englobam litótipos plutônicos reequilibrados na fácies granulito, onde se destaca a suíte enderbítica e metagabro. Os termos paraderivados são caracterizados por gnaisses sílico-aluminosos com predominância de granada gnaisses.

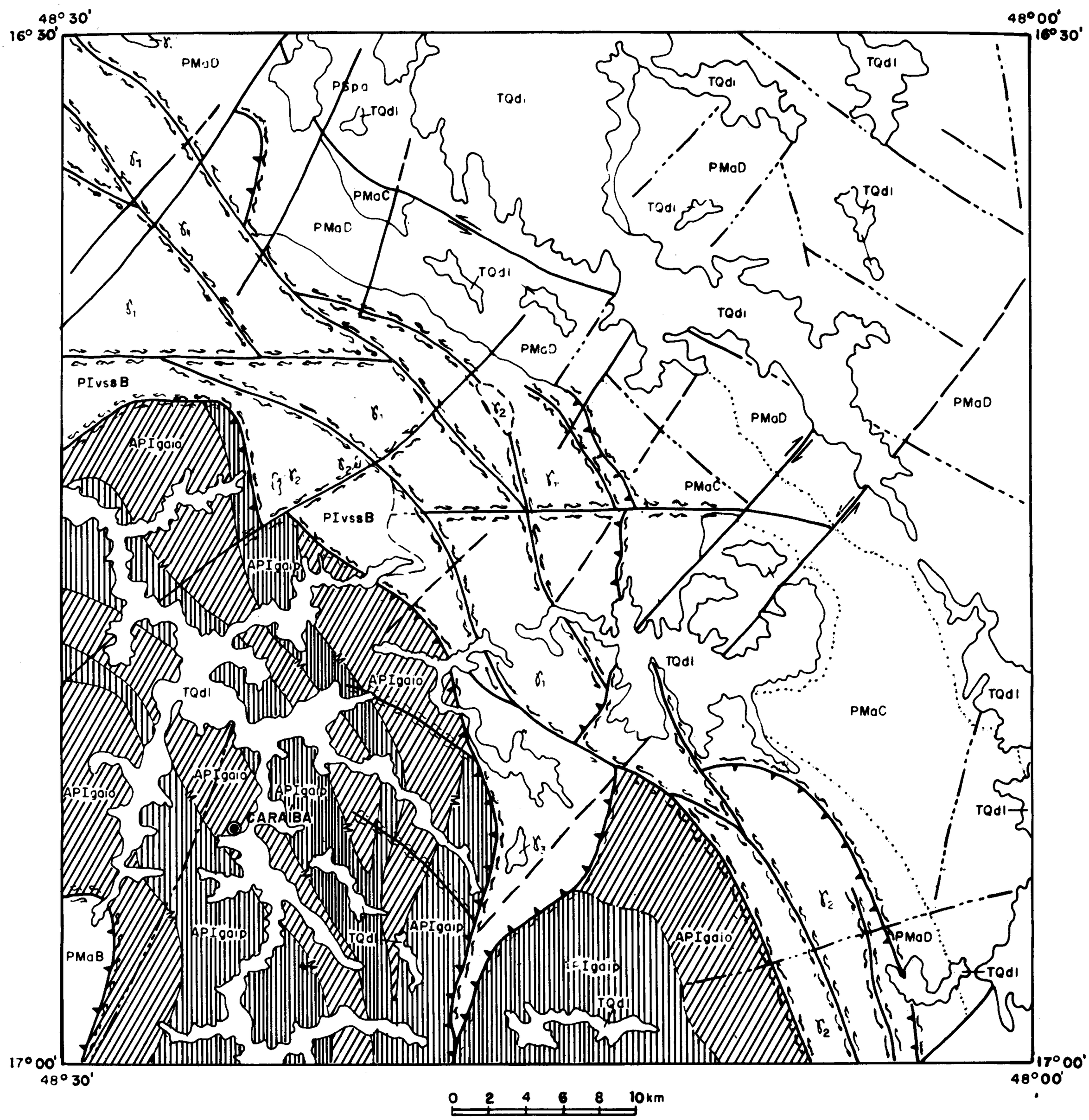
#### 2.2.3.1 Granulitos Ortoderivados – APIgaio

Os granulitos ortoderivados ou ortognaisses granulíticos são constituídos por enderbitos e charno-enderbitos, metagabro, metanorito, metanortosito, anfibolito e metapiroxenito com seus derivados transformados (talco xisto, talco-tremolita xisto).

**Metagabro, Metanorito e Metanortosito** – Este conjunto ocorre em geral exibindo coloração cinza-esverdeado escuro, textura granoblástica média a grossa, foliados, milonitizados, extensivamente retrometamorfizados a fácies xisto-verde (epídoto-anfibolito).

Os melhores afloramentos das rochas representativas deste conjunto estão localizados na porção sul-sudeste da folha, nas fazendas Firmeza, Taquaral de Baixo, Mata Provisória e Peroba, e nos córregos dos Macacos e do Salto, que caracterizam uma faixa dessas rochas básicas, tendo subordinadamente gnaisses sílico-aluminosos.

Além da composição petrográfica gabróide, o grupo é identificado pela textura porfiroclástica bem desenvolvida, caracterizada por uma abundante mesóstase com textura granoblástica-poligonal, constituída exclusivamente por pla-




TQdl – Cobertura detrito-laterítica; PSpa – Grupo Paranoá; $\gamma_3$ – granitóide; PMaB, C e D – Grupo Araxá Sul de Goiás unidade B, C e D; $\gamma_2$ – granitóide; PIvssB – seqüência metavulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar mista, unidade $\beta$; $\gamma_1$ – Granitóide; APIgaio, APIgaip – Complexo granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos ortoderivados (APIgaio) e granulitos paraderivados (APIgaip).

**Figura II.2.3** – Distribuição geográfica do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos paraderivados (APIgaip) e ortoderivados (APIgaio).

gioclásio (andesina), bem geminado (Albita, Albita-Periclina, Carlsbad), constituindo um mosaico com granulação média dos indivíduos entre 0,1 e 0,5 mm. Nessa matriz, ocorrem em quantidades variáveis megacristais milimétricos de andesina, com bordos subgranulados e evidências de deformações intracristalinas como encurvamento das lamelas de geminação e que correspondem aos porfiroclastos. Além do plagioclásio, encontram-se ortopiroxênio e hornblenda verde-escuro em prismas subidiomórficos, com forte arranjo planar paralelo; palhetas de biotita marrom-escura a avermelhado (titanífera), igualmente orientadas e, finalmente, granada em cristais xenoblásticos arredondados. Nas variedades retrometamorfizadas, o piroxênio acha-se total ou parcialmente uralitizado, e o plagioclásio saussuritizado com formação de epídoto, clorita, sericita e carbonato. Como minerais acessórios, tem-se quartzo, titanita, opacos, escapolita, apatita, rutilo e zircão (tabela II.2.1).

Nas amostras menos deformadas e retrometamorfizadas, a hornblenda pode exibir pleocroísmo em tons marrom-avermelhado, característico da fácies granulito (Miyashiro, 1973). Nesses casos, a textura granonematoblástica, a granulação milimétrica, bem como áreas com texturas magmáticas (cumuláticas) preservadas, podem ser localizadas e o caráter ortoderivado, a partir de corpos subvulcânicos (gabróides), pode ser assumido com segurança (fotomicrografia 01). Uma amostra possui quartzo em quantidade suficiente para ser considerada como de natureza quartzo-diorítica. Outra é suficientemente leucocrática para sugerir uma natureza anortosítica para o protólito original.

A paragênese (re)cristalizada: hornblenda (marrom avermelhado) + biotita(marrom-avermelhado)± hiperstênio ± clinopiroxênio ± granada, caracteriza, em associações máficas, a fácies granulito, subfácies hornblenda-hiperstênio granulito (Miyashiro, 1973). A ausência de geobarômetros apropriados, como o par clinopiroxênio + granada em equilíbrio, não favorece inferência direta do tipo bárico de metamorfismo. Por correlação com outros segmentos do mesmo complexo granulítico, e com os granada gnaisses associados, deve pertencer à série de pressão intermediária.

Como no caso dos gnaisses aluminosos, o metamorfismo ocorreu conforme indicam as texturas porfiroclásticas e poligonais, de maneira síncrona à posterior a um evento regional de cisalhamento simples, dúctil.

Em eventos posteriores, possivelmente Uruaçuano/Brasiliano, os metagabros sofreram um processo generalizado de retrometamorfismo, nas condições da fácies xisto-verde inferior e que pode ser identificado pela paragênese: uralita + clorita + epídoto + quartzo.

O retrometamorfismo extensivamente desenvolvido sobre as associações granulíticas, tanto nas de natureza máfica quanto nas de origem aluminosa, indica a interveniência de fenômenos de imbricação crustal, em períodos pós-granulitização e, conseqüentemente, fornece ao complexo um caráter polimetamórfico (tabela II.2.2).

**Enderbito** – Ocorre principalmente ao longo do córrego Taquaral e do rio do Peixe, de forma restrita, exibindo coloração escura, textura granoblástica, grã-média a grossa, estrutura bandada, com desenvolvimento de foliação milonítica, composto essencialmente de plagioclásio (andesina) com textura

**Tabela II.2.1** – Granulitos ortoderivados metagabros (% estimada).

| Nº da Lâmina(JV) / Mineralogia | 1048 | 179 | 200 | 210 | 212 | 221 | 222 | 276 | 288 | 289 | 308 | 313 | 331 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hornblenda | 75 | TR | 20 | – | – | – | – | – | 30 | 03 | 10 | 10 | 35 |
| Plagioclásio | – | 70 | 37 | 25 | 33 | 25 | 46 | – | 30 | 25 | 20 | 35 | 30 |
| Clinopiroxênio | – | TR | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Ortopiroxênio | – | 15 | – | – | – | 22 | – | – | – | – | – | 32 | – |
| Biotita | – | 05 | 15 | – | 10 | 05 | 10 | – | 03 | 12 | 05 | – | TR |
| Granada | – | – | 15 | 32 | 03 | 15 | 20 | – | – | – | 15 | 10 | – |
| Quartzo | 05 | TR | 02 | 15 | 05 | 25 | 10 | 04 | 03 | 09 | 25 | – | 03 |
| Zircão | TR | TR | 01 | TR | TR | TR | – | – | TR | TR | TR | TR | – |
| Rutilo | – | – | – | 02 | 02 | TR | – | – | – | – | – | – | – |
| Apatita | – | TR | 01 | – | TR | TR | – | TR | TR | TR | TR | TR | – |
| Titanita | TR | – | – | – | – | – | – | 02 | – | TR | 01 | – | 03 |
| Talco | – | – | – | – | – | – | – | 03 | – | – | – | 02 | – |
| Mica Branca | – | – | – | 03 | – | 02 | 02 | – | – | – | – | – | – |
| Carbonato | – | – | – | 03 | – | 02 | 02 | – | 05 | – | – | – | TR |
| Epidoto | 15 | – | 03 | 05 | – | 01 | – | 15 | 12 | 25 | 15 | 03 | 20 |
| Uralita | – | – | – | – | 30 | – | 02 | 65 | – | – | – | 03 | 05 |
| Clorita | – | – | 01 | 03 | 10 | – | 03 | 10 | 03 | – | 05 | – | TR |
| Escapolita | – | 05 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Sericita | – | – | – | 05 | – | – | 02 | – | 10 | 10 | 02 | 02 | TR |
| Opacos | 05 | 05 | 05 | 07 | 07 | 03 | 03 | 01 | 04 | 03 | 02 | 02 | 02 |

* Seqüência Granulítica é aqui empregada no sentido amplo, incluindo gnaisses aluminosos, não portadores da mineralogia diagnóstica (hiperstênio).

**Tabela II.2.2** – Polimetamorfismo na Seqüência Granulítica*: evolução mineral retrogressiva.

| | Fácies Metamórfica | Granulito Baixo (HB-granulito) | Anfibolito (não observado) | Xistos-verdes Baixo |
|---|---|---|---|---|
| AMetabasitos | Ortopiroxênio | | | |
| | Clinopiroxênio | | | |
| | Espinélio | | | |
| | Granada | | | |
| | Biotita | marrom-avermelhado | marrom | marrom-claro |
| | Plagioclásio | Labradorita-andesina | Andesina-oligoclásio | |
| | Hornblenda | pardo-avermelhado | verde | verde-claro |
| | Actinolita | | | |
| | Bastita | | | |
| | Clorita | | | |
| | Quartzo | | | |
| Aluminosos | Cianita | | | |
| | Sillimanita | | | |
| | Granada | Ortoclásio | | Microclínio |
| | Feldspato-K | Andesina-oligoclásio | | Albita |
| | Plagioclásio | marrom-avermelhado | | |
| | Biotita | | | |
| | Muscovita | | | |
| | Clorita | | | |
| | Bastita | | | |
| | Quartzo | | | |

Seqüência granulítica é aquí empregada no sentido amplo, incluindo gnaisses aluminosos, não portadores da mineralogia diagnóstica (hiperstênio).

poligonal, quartzo, hiperstênio, granada, e, secundariamente biotita, carbonato, moscovita, epídoto e opacos. Não se observou a presença do feldspato potássico. O quartzo está fitado, com forte extinção ondulante, e a granada é pré-tectônica, com os piroxênios apresentando-se em parte ou completamente alterados para anfibólio (uralitizado).

A paragênese encontrada caracteriza-se por plagioclásio + ortopiroxênio + granada + quartzo ± biotita (marrom-avermelhado), indicando uma associação da subfácies hornblenda-hiperstênio granulito (Miyashiro, 1973).

**Anfibolito** – Exibe coloração verde-escuro, textura muito fina e estrutura orientada, constituído por hornblenda, epidoto e quartzo, aflorando de forma restrita, encaixado nos gnaisses sílico-aluminosos e nas faixas de granulitos ortoderivados.

Trata-se de rochas intensamente retrometamorfisadas, onde não foi possível observar a mineralogia característica das rochas metagabróides.

**Metaultramáfica** – São litótipos de ocorrência localizada, com pequenas extensões, chegando no máximo a dezenas de metros, formando em geral latossolos, subjacentes aos quais ocorrem piroxenitos freqüentemente alterados para seus derivados transformados: talco xistos e talco-tremolita xistos. Ocorrem na maioria das vezes associados às faixas ortoderivadas, embora sejam encontrados subordinadamente nas faixas paraderivadas.

### 2.2.3.2 Granulitos Paraderivados – APIgaip

São constituídos predominantemente por gnaisse sílico-aluminoso a sillimanita e granada; predominam granada gnaisses, biotita-granada gnaisses, biotita-sillimanita-granada gnaisses, cianita-granada gnaisses, granada-quartzito e gonditos.

Subordinadamente, nestas faixas, podem ocorrer, de forma restrita e tectonicamente posicionados, granulitos ortoderivados, bem como o contrário pode ocorrer nas faixas de granulitos paraderivados.

**Gnaisse Sílico-Aluminoso** – Apresenta-se geralmente bem foliado, de cor cinza-claro a escuro, com bandas diferenciadas tanto pela variação na granulometria quanto pela heterogeneidade composicional do protólito. O bandamento é evidenciado pela presença de níveis máficos centimétricos a decimétricos (foto 01). Localmente gradam para granada quartzitos que apresentam-se com granulometria média a grossa, laminados e com tonalidades claras variando do amarelo ao cinza.

É identificado por sua textura predominantemente porfiroclástica, com abundantes porfiroclastos subarredondados ou ovóides de granada, com granulação entre 0,5 e 2,0mm. Os porfiroclastos exibem, comumente, sombra de pressão assimétrica, com longas caudas, compostas por produtos de alteração do porfiroclasto (clorita) ou por quartzo recristalizado.

A matriz é fina a muito fina (0,05 a 0,1mm), constituída por quartzo e palhetas de mica branca, cujo arranjo paralelizado fornece à rocha distinta foliação micácea. O quartzo ocorre principalmente formando extensos e finos cordões, caracterizados por agregados policristalinos, poligonizados, constituindo *ribbons* do tipo B2 de Boullier & Bouchez (1978). Nesses casos, a rocha adquire nítido bandamento composicional e aspecto gnáissico (tabela II.2.3).

Ao menos em parte, a mica branca é proveniente da alteração retrometamórfica do aluminossilicato originariamente presente, quando forma bandas constituídas por agregados finíssimos, de difícil resolução microscópica. Eventualmente, em meio a essas bandas de alteração, são identificados restos de cianita.

A granada pode exibir forte limonitização além da já mencionada cloritização, que substitui parcial ou inteiramente os cristais originais por agregados pseudomórficos feltrosos, de baixa resolução microscópica.

Tabela II.2.3 – Granulitos paraderivados APIgaip (% estimada).

| Mineralogia \ Nº da Lâmina (JV) | 101 | 104A | 104C | 105B | 108 | 182 | 182A | 197 | 205 | 224 | 277 | 312 | 329 | 343 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 40 | 35 | 45 | 05 | 60 | 25 | 20 | 85 | 30 | 20 | 45 | 27 | 30 | 25 |
| Cianita | – | TR | 05 | TR | 25 | – | – | – | – | – | 05 | – | – | – |
| Sillimanita | – | – | – | – | – | – | – | – | 10 | – | – | – | – | – |
| Biotita | – | – | – | – | – | – | – | – | 03 | 05 | – | – | 02 | – |
| Granada | – | 20 | 45 | – | 15 | – | 65 | – | 30 | 25 | 45 | 30 | 30 | 40 |
| Plagioclasio | – | – | – | – | – | – | – | – | 03 | 17 | | – | – | – |
| K-Feldspato | – | – | – | – | – | 05 | – | – | 10 | – | | – | – | – |
| Sericita | 50 | 10 | – | 20 | – | 30 | – | – | 04 | 05 | | – | 15 | – |
| Clorita | – | TR | – | – | TR | 40 | – | – | 03 | 20 | | 05 | 03 | – |
| Opacos/FeO | 10 | 10 | 05 | 65 | – | – | – | – | – | – | | – | – | – |
| Muscovita | – | 25 | – | 10 | – | – | – | 10 | – | – | | – | – | – |
| Opaco | – | – | – | – | TR | TR | TR | 05 | 05 | 03 | | 03 | 05 | 35 |
| Cloritóide | – | – | – | – | – | – | 15 | – | – | – | | 20 | 15 | – |
| Sericita/Muscovita | – | – | – | – | TR | – | – | – | – | – | | 15 | – | – |
| Epidoto | – | – | – | TR | – | TR | – | – | 01 | – | | – | – | – |
| Carbonato | – | – | – | – | – | – | – | – | 01 | – | | – | – | – |
| Zircão | TR | TR | TR | – | TR | TR | – | TR | – | TR | | TR | TR | TR |
| Rutilo | TR | – | TR | – | – | – | – | TR | TR | TR | | TR | TR | – |
| Turmalina | – | – | – | – | TR | – | – | – | – | – | | – | – | 19 |

A título de referência, vale registrar que em uma única lâmina onde o par diagnóstico original: granada + sillimanita está preservado, a estrutura é constituída por numerosos *ribbons* tipo B3 de Boullier & Bouchez (1978). Dessa forma, o gnaisse resultante apresenta estrutura *flaser* (fotomicrografia 02). Nesse caso, a sillimanita em prismas idiomórficos milimétricos alinha-se paralelamente aos *ribbons*. Como na maioria dos gnaisses com estrutura *flaser* de outros contextos geológicos, eventualmente, entre os *ribbons*, ocorrem bandas constituídas por finíssimos (0,01mm) agregados poligonizados quartzo-feldspáticos onde, eventualmente, algum porfiroclasto de plagioclásio submilimétrico até milimétrico sobrevive.

Petrograficamente, algumas amostras exibem a paragênese diagnóstica do grau alto quartzo + granada ± sillimanita ± cianita. As demais encontram-se em avançado estágio de diaftorese, com retrometamorfismo a fácies xisto-verde, preservando do evento metamórfico de alto grau apenas o par não diagnóstico: quartzo + granada. Por relações de campo e aspectos texturais remanescentes, são aqui consideradas como pertencentes a esta unidade (tabela II.2.2).

A paragênese quartzo + sillimanita + granada + biotita (titanífera) caracteriza o grau alto de metamorfismo regional (Winkler, 1977), em seqüências sílico-aluminosas (pelíticas). Corresponde ao que, especificamente, na literatura indiana é tratado como rochas do grau da sillimanita. Seu campo de estabilidade é a fácies anfibolito superior, na transição para a fácies granulito, embora possa transgredir esse limite e ocorrer como paragênese estável por todo o intervalo da facies granulito. Por esse motivo, esses gnaisses granatíferos são corriqueiramente encontrados em terrenos granulíticos.

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 supra, parâmetro que desafortunadamente não pode ser constatado apenas a nível microscópico.

As feições estruturais são indicativas de um evento deformacional com geometria não-coaxial em condições de alta ductibilidade (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.

**Gondito** – Exibem coloração cinza-escuro a preta, textura granoblástica média, constituída de granada, quartzo, óxidos de ferro e manganês, ocorrendo de maneira esparsa e associados a pequenas concentrações manganesíferas, constituídas por blocos soltos em meio ao latossolo. Trata-se de rocha alterada, constituída por pseudomorfos arredondados, milimétricos, caracterizados por uma estruturação interna marcada pela sucessão de finíssimos círculos concêntricos, de óxidos de ferro e manganês, separados por círculos compostos por material silicoso (fotomicrografia 03). Caracteriza o resultado da alteração (meteórica) de agregados granatíferos, cuja estruturação concêntrica, possivelmente de natureza blástica, seria resultado de descontinuidade no processo de recristalização metamórfica.

Estes litótipos podem ter se originado a partir de remobilizações hidrotermais ligadas a zonas de cisalhamento sobre rochas metabásicas, com enriquecimento em sílica e óxidos de ferro e de manganês.

Na seqüência granulítica, verifica-se, em termos regionais, uma marcante orientação NW-SE, dada por uma foliação de transposição generalizada, que provocou uma intensa paralelização e estiramento dos minerais, refletindo os eventos cisalhantes que afetaram as rochas da área (foto 02).

Encravados nesta seqüência, ocorrem expressivos veios de quartzo centimétricos a métricos, localizados ao longo das zonas de cisalhamento e formando pequenas elevações no relevo.

### 2.2.4 Petrogênese/Litoquímica

#### 2.2.4.1 Granulitos Ortoderivados – APIgaio

A natureza ortoderivada dos granulitos máficos é dada por aspectos texturais remanescentes; tais como texturas subofíticas, abundância de plagioclásio complexamente geminado, além da ocorrência local de texturas em corona. Essas últimas, segundo diversos autores (Griffin & Heir, 1973), podem ser atribuídas aos fenômenos reacionais tardi-magmáticos.

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

A distribuição generalizada de quartzo primário, em quantidade acessória e subacessória, 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.

Baseado em Raith & Raase (1986), a associação mineralógica descrita anteriormente como característica dos litótipos desta unidade na área, sugere o desenvolvimento de uma assembléia anidra da fácies hiperstênio, granulítica de média pressão (6-8kbar) e temperatura de 700 a 800°C.

Durante a evolução dos processos tectônicos subseqüentes, o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) foi sucessivamente empurrado através de zonas de cisalhamento contracionais, posicionando-se em níveis crustais mais superiores, ocorrendo um decréscimo de temperatura e aumento da fuga d'água do sistema. Com o movimento progressivo, este bloco crustal inferior alcança níveis mais elevados da crosta, posicionando-se de forma fatiada, fortemente imbricado com as rochas da Supra-Estrutura (Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa), reequilibrando-se, parcialmente, na fácies xisto-verde, nas faixas mais cisalhadas.

A tabela II.2.2 é uma tentativa de representação de relações entre formação mineral e metamorfismo, para os principais grupos de granulitos identificados. Ilustra o caráter polimetamórfico da associação, caracterizado pela recristalização sob condições retrometamórficas da paragênese: actinolita, clorita, epídoto, quartzo e bastita, característica da fácies xisto-verde baixa.

Através do tratamento litoquímico das amostras de rochas metabásicas/metaultrabásicas desta unidade, (tabela II.2.4), constatou-se que, quando plotadas no diagrama de Kuno (1968), que discrimina o somatório de alcális ($K_2O$ x $Na_2O$ *versus* $SiO_2$) (figura II.2.4) e de Kuno (1968), que relaciona o conteúdo dos próprios alcális entre si ($K_2O$ *versus* $Na_2O$) (figura II.2.5), reforçam o caráter de basaltos toleiíticos, como magma original para esta unidade.

Na figura II.2.6, onde se tem a relação IS versus $FeO+Fe_2O_3$ de Kuno (1968), onde $IS=MgO \times 100/FeO + Fe_2O_3 + MgO + Na_2O + K_2O$, também constata-se o caráter toleiítico destas amostras, onde a maioria encontra-se no campo da série pigeonítica.

Baseado no diagrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971) (figura II.2.7), identificou-se também um caráter toleiítico para essa unidade, exibindo leve tendência calcial-calina. Já o diagrama $CaO - MgO - Al_2O_3$ de Viljoen & Viljoen (1969) e Arndt *et al.* (1977), figura II.2.8, evidencia que todas as amostras analisadas deste conjunto litológico concentraram-se no campo dos toleiítos puros, rejeitando uma provável filiação komatiítica.

Analisando-se os elementos mais imóveis, como observado no diagrama de Nb/Y *versus* $Zr/P_2O_5$ de Floyd & Winchester (1975), figura II.2.9, constata-se o caráter toleiítico, já observado nos diagramas anteriores.

Em relação à distribuição das terras-raras, as amostras desta unidade, quando normalizadas segundo o padrão condrito de Evensen (1978), revelaram dois grupos bem distintos: o primeiro, constituído por 4 amostras, que, dentro da

**Tabela II.2.4 – Dados químicos dos granulitos básicos – APigaio.**

| Amostras / Óxidos | JV-R-179 | JD-52 | CV-R-087 | CV-R-169 | CC-R-90 | CC-R-90A | CC-R-109 | CC-R-109F | CC-R-129C | CV-131 | JD-02 | JD-12B | JD-29 | JD-32A | JD-32B | JD-35 | JD-92 | JD-94A | JD-95 | JV-R-222 | JV-R-210 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 52,00 | 48,30 | 48,10 | 53,00 | 45,70 | 41,00 | 45,50 | 47,70 | 49,60 | 43,40 | 51,50 | 45,70 | 45,40 | 47,20 | 45,00 | 47,20 | 47,19 | 47,10 | 45,10 | 46,67 | 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 | 21,79 |
| $Fe_2O_3$ | 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 | 9,70 | 9,70 | 7,30 | 6,10 | 6,70 | 12,70 | 6,30 | 10,80 | 7,00 | 8,80 | 9,20 | 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 | 0,33 | 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 | 8,40 | 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 | 2,30 | 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 | 2,08 | 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 |
| Unidade | 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 | 0,19 | 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 | 00,97 | 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 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Ca | – | 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 | 103,00 | 40,00 | 80,00 |
| Sr | 1.420,57 | – | – | 328,00 | 129,00 | 100,00 | 238,00 | 26,00 | – | – | 189,00 | 1.420,57 | 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 | 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 | 231,00 |
| Y | 25,00 | – | 0,80 | 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 | 2,20 | 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 | 290,00 | 120,00 | – | – | 380,00 | 220,00 | 300,00 | 320,00 | 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 | 5.509,00 | 1.500,00 | 1.150,00 | 1.400,00 | 1.600,00 | 2.050,00 | 2.400,00 | 3.000,00 | – | – |
| Ti | 1,25 | 779,00 | 0,72 | 1,44 | 1,26 | 2,23 | 1,98 | 0,44 | – | – | 1,26 | 1,62 | 1,86 | 0,96 | 0,96 | 0,72 | 1,62 | 1,00 | 0,72 | 0,96 | 0,72 |
| Nb/Y | 0,20 | – | – | 0,26 | 0,10 | 0,12 | 0,68 | 0,16 | – | – | 0,10 | 0,13 | 0,22 | 0,19 | 0,26 | 0,17 | – | – | – | 0,52 | 0,09 |
| 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 |

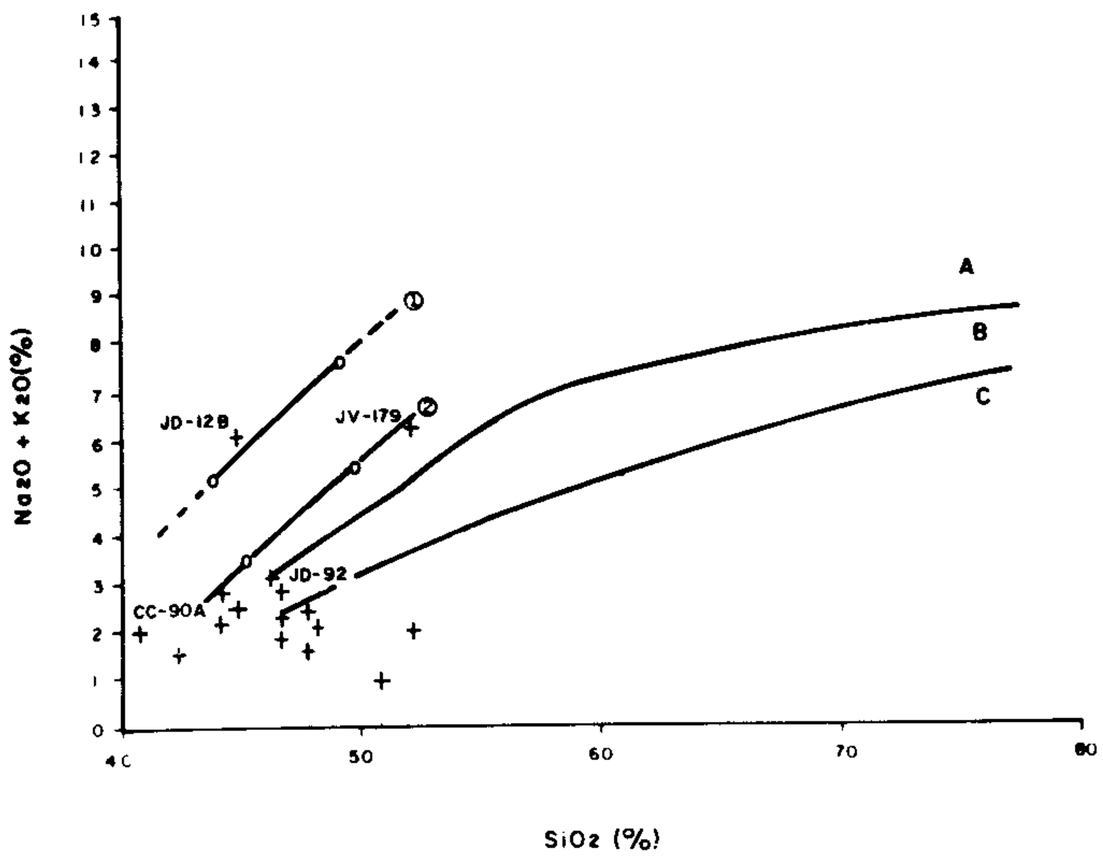



**Figura II.2.4** – Diagrama somatório dos álcalis *versus* sílica, aplicado por Kuno (1968), McDonald & Matsura (1964), e Irvine & Baragar (1971), caracterização química dos magmas basálticos primários. Pontos dos granulitos básicos – APIgaio.

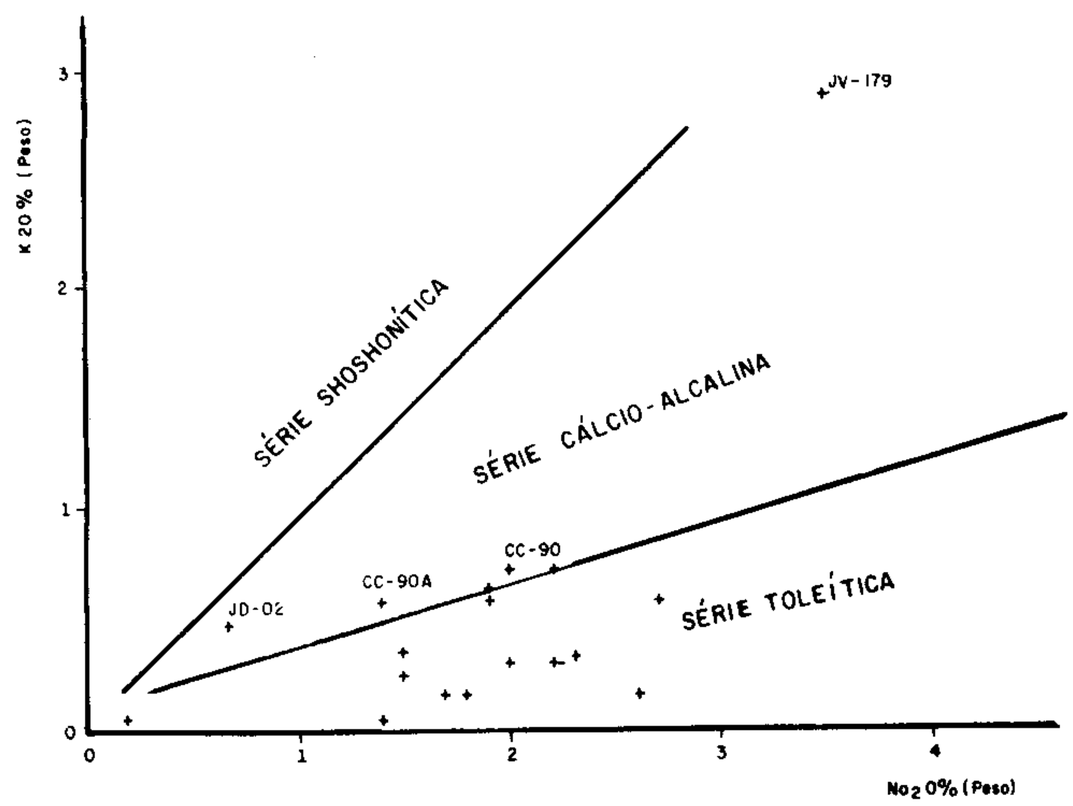



**Figura II.2.5** – Diagrama $K_2O$ *versus* $Na_2O$ de Kuno (1967), indicando as principais divisões das rochas vulcânicas. Pontos dos granulitos básicos – APIgaio.

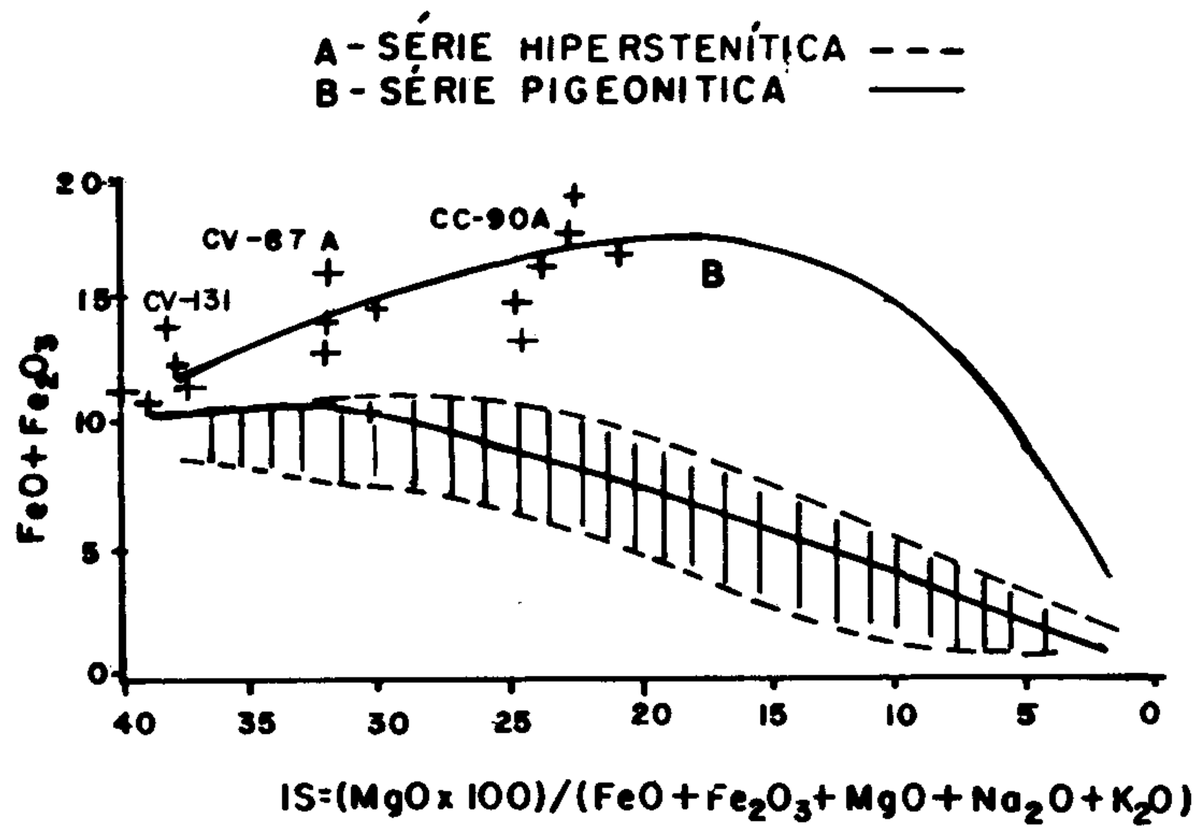



**Figura II.2.6** – Diagrama IS *versus* $FeO + Fe_2O_3$ de Kuno (1968), mostrando os campos dos basaltos das séries hiperstênica e pigeonítica. Pontos dos granulitos básicos –

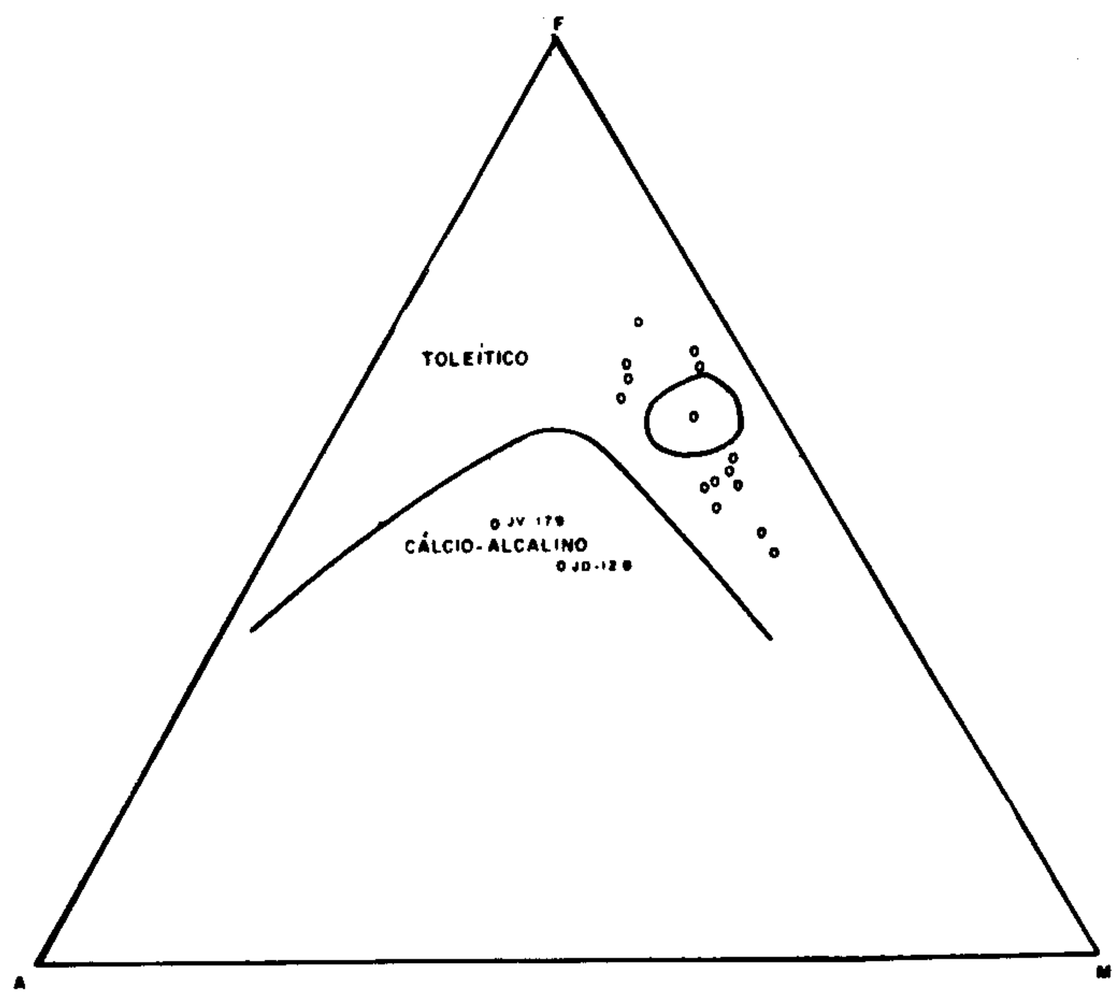



**Figura II.2.7** – Diagrama A-F-M com trend e campos toleítico e calcialcalino segundo Irvine & Baragar, (1971), para as rochas vulcânicas. Pontos dos granulitos básicos – APIgaio.

população dos granulitos básicos, são as que apresentaram os menores valores do somatório 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 quase não há fracionamento das terras-raras, uma vez que as curvas da figura II.2.10A são praticamente horizontais, o que é confirmado pelas relações (La/Yb)N e ETRL/ETR. A relação Eu/Eu* em torno de 1, sugere um comportamento inerte, sem enriquecimento nem depleção. Estas características são bastante semelhantes àquelas definidas para os toleíitos depletados arqueanos (DAT)-TH1 de Condie (1981) (tabela II.2.6), cuja composição semelhante aos MORB modernos.

O segundo grupo de amostras (3), constituído de metagabróides/metapiroxênio hornblendito, revelou um maior en-

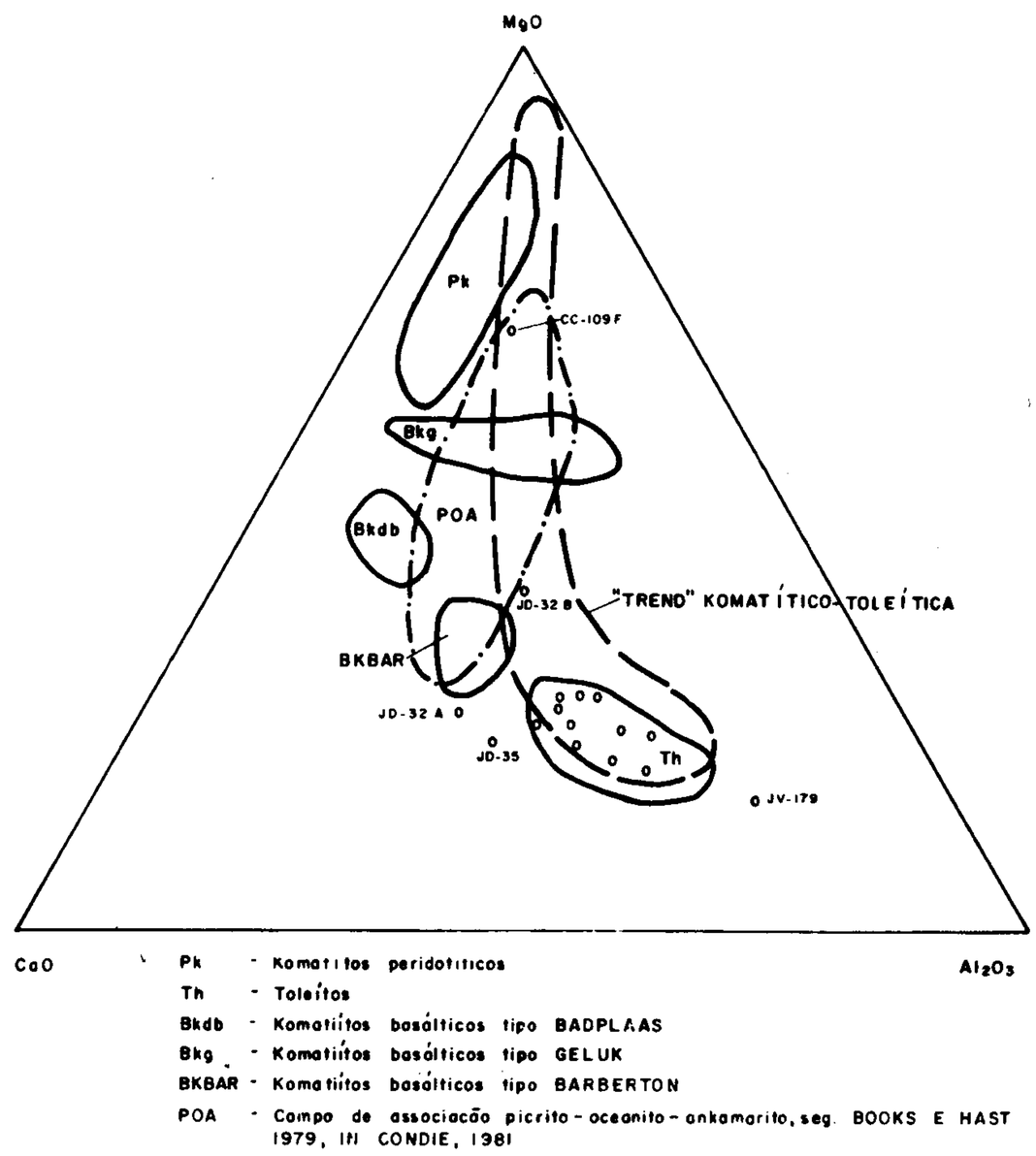



**Figura II.2.8** – Diagrama CaO – $Al_2O_3$O – MgO, segundo Viljoen & Viljoen (1969) e Arndt *et al.* (1977) (*in*: Condie, 1981, p.71). Pontos das amostras da unidade Granulitos Básicos – APIgaio.

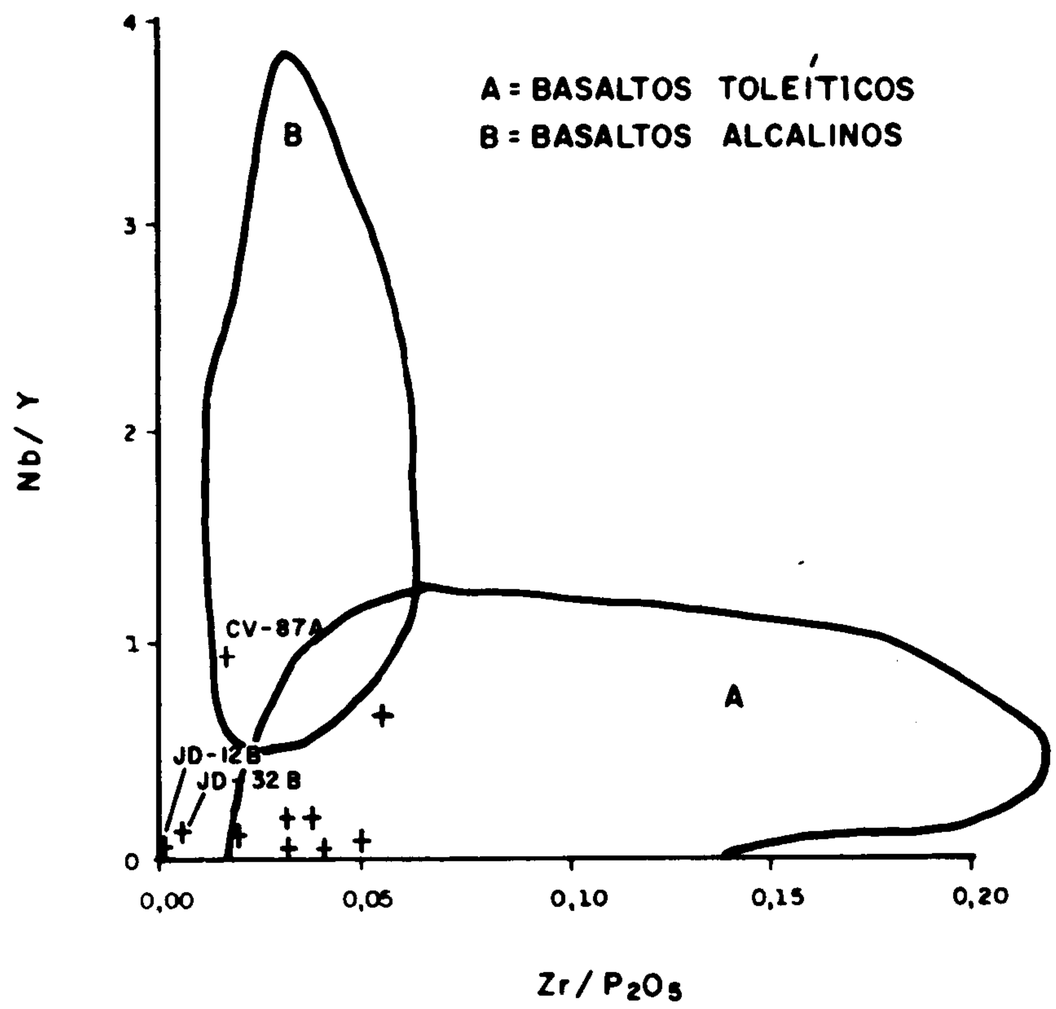



**Figura II.2.9** –Diagrama Nb/Y *versus* $Zr/P_2O_5$ de Floyd & Winchester 1975. Pontos das amostras dos granulitos básicos – APIgaio.

riquecimento em elementos de terras-raras, com o somatório do ETR variando de um mínimo de 44 a um máximo de 94 (tabela II.2.5).

As curvas normalizadas segundo o padrão condrito de Evensen, (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 é bem caracterizado, também, pela razão La/Yb, que apresentou um mínimo de 8,80 e máximo de 12,18. Estas características se assemelham bastante com as encontradas para os toleiítos arqueanos enriquecidos (EAT)-TH2 de Condie, (1981), cuja composição é comparada aos toleíiíos de arcos-de-ilha, com leve tendência a calcialcalina, tipo ambiente de margem continental ativa.

Desta forma, com base nos dados obtidos, sugerimos que estes granulitos orderivados tenham se desenvolvido em ambiente geotectônico de margem continental ativa, com formação de crosta oceânica incipiente.

### 2.2.4.2 Granulitos Paraderivados – APIgaip

Com relação à ambiência pré-granulitização dessa associação, sugere-se que uma natureza supracrustal pode ser assumida para a maior parte da mesma, a partir de metassedimentos pelíticos e areno-pelíticos.

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

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

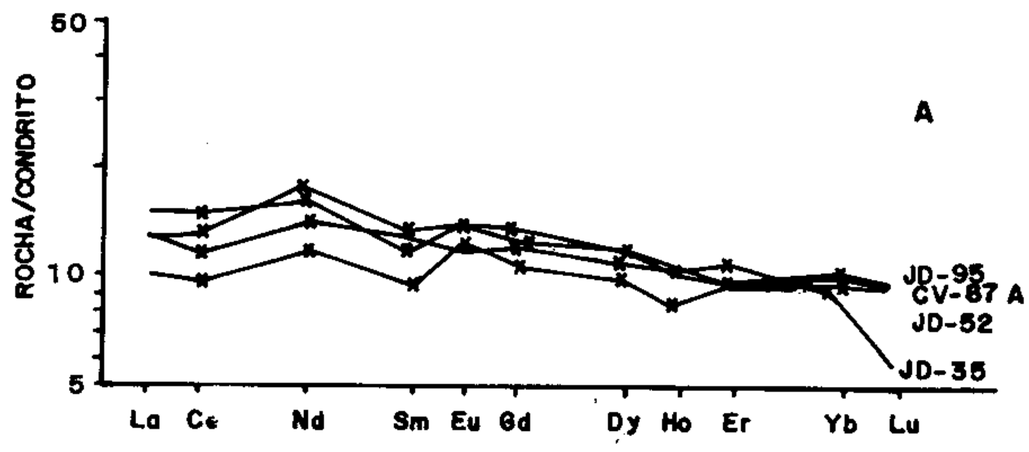
Objetivando definir a natureza pré-metamórfica dessas rochas, utilizou-se o índice de Shaw (1971), que consiste numa análise discriminatória. Usando-se esta função, os valores positivos são indicativos de rochas ígneas e os valores negativos são de rochas sedimentares. Na população amostrada, todos os valores se revelaram negativos (tabela II.2.7), sugerindo uma origem sedimentar para esses granulitos, com exceção de duas amostras que na verdade 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 encontram-se relativamente dispersas, embora haja alguma concentração próxima aos campos dos pelitos, arcósios e ortoquartzitos, descartando a presença de amostras no campo das grauvacas.

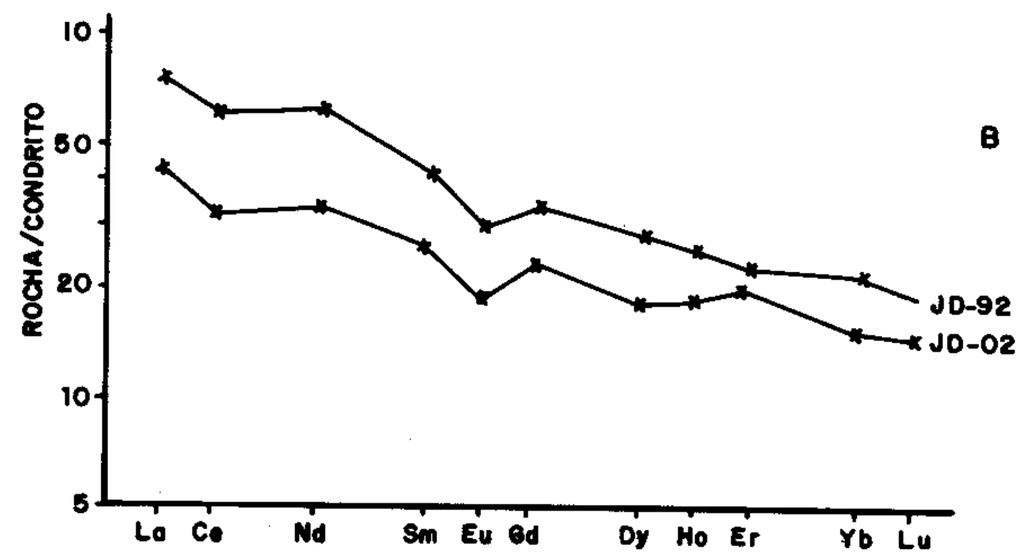
A confirmação de que a população dos granulitos paraderivados não tem derivação a partir de grauvacas é dada pela ajuda dos triângulos CaO – $Na_2O$ – $K_2O$ (figura II.2.13) e $Fe_2O_3$ (total) – MgO-$TiO_2$ de Condie (1967) (figuras II.2.13 e II.2.14). Observa-se, também, uma certa proveniência desses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

Comparando-se as composições médias de 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 em favor de uma origem para esse granulitos, a partir de pelitos e argilitos.

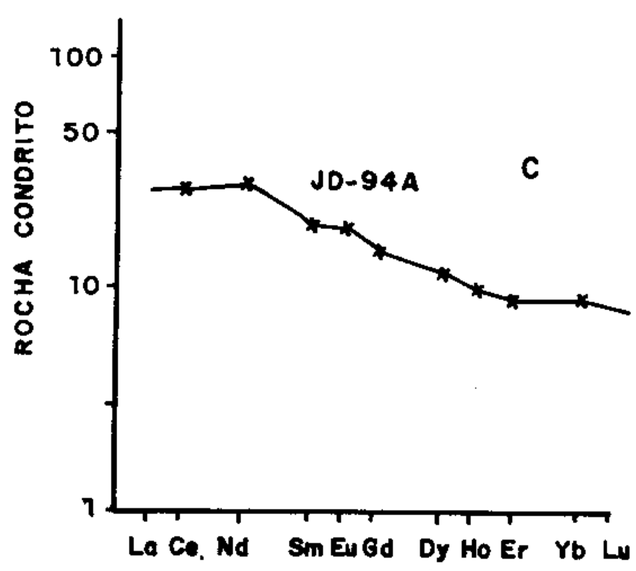
Visando a estabelecer o provável ambiente geotectônico para a deposição desse sedimentos, buscou-se o diagrama $SiO_2$ *versus* a razão $K_2O/Na_2O$ de Roser & Korsch (1986),



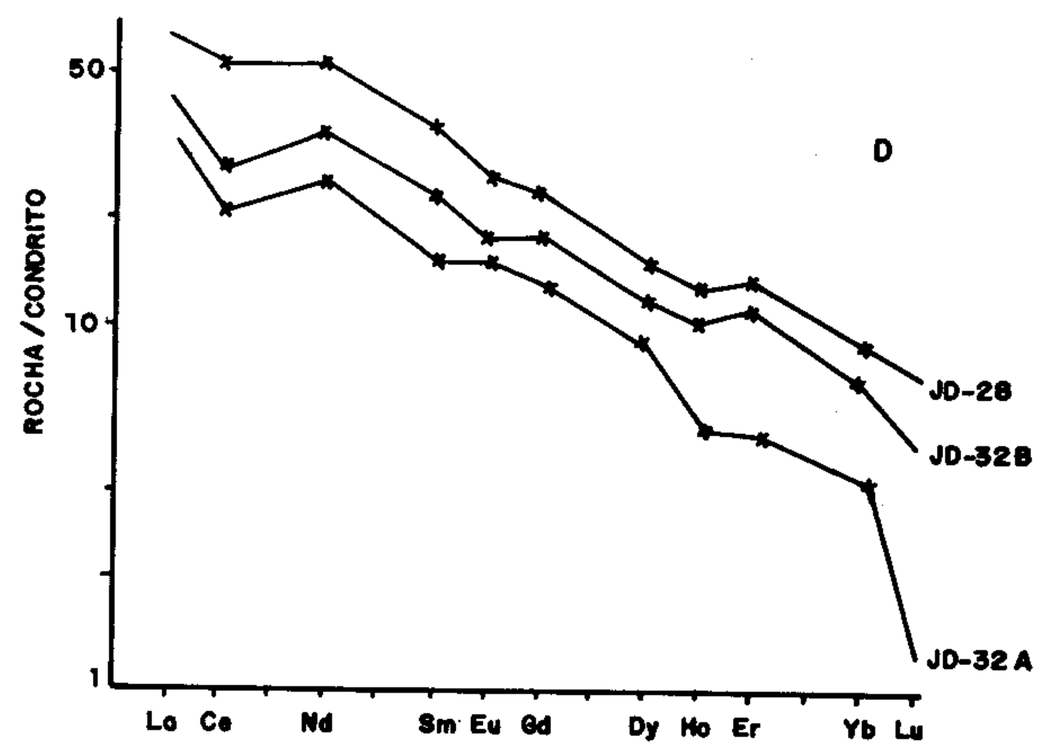

JD-95: EPIDOTO-TREMOLITA ANFIBOLITO
CV-87A: HORNBLENDA GRANOBLASTITO BÁSICO
JD-52: Cpx-Opx-HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO GRANULITO
JD-35: HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO-CLINOPIROXÊNIO GRANULITO



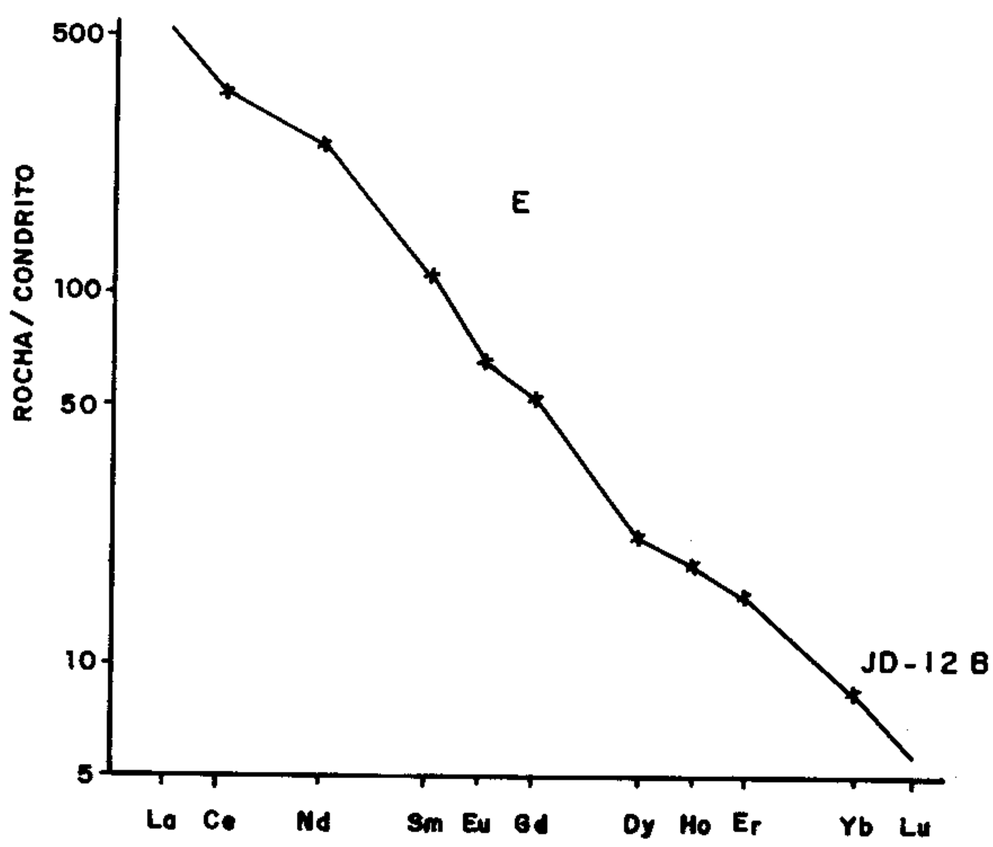

JD-92: TITANITA-ANFIBOLIO
JD-02: BIOTITA-QUARTZO-ORTOPIROXÊNIO-GRANADA GNAISSE GRANULÍTICO




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




JD-28: ORTOPIROXÊNIO-HORNBLENDA-CLINOPIROXÊNIO-PLAGIOCLÁSIO GRANULITO (METAGABRO)
JD-32B: ORTOPIROXÊNIO-PLAGIOCLASIO-CLINOPIROXÊNIO-HORNBLENDA GRANULITO (METAPIROXÊNIO-HORNBLENDITO)
JD-32A: HORNBLENDA-PLAGIOCLÁSIO-CLINOPIROXÊNIO-GRANULITO




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

**Figura II.2.10(A-E)** – Aranhogramas dos elementos de terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito de Evensen (1978), conforme os valores apresentados na tabela 1, amostras da Unidade Granulitos Básicos – APIgaio.

**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 | JD-CONDRITO DE EVENSEN 1978 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | A | A | A | B | B | C | D | D | D | E | |
| 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 |
| Sn | 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 |
| Ho | 0,51 | 0,59 | 0,64 | 0,63 | 1,49 | 1,087 | 0,60 | 0,74 | 0,32 | 0,59 | 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 |
| 0,1651Lu | 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 | 9,720 | 10,46 | 24,13 | 17,07 | 10,25 | 13,70 | 7,10 | 10,26 | 22,16 | – |
| ETRL/ETRP | 1,94 | 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/Sn)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/Sn)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 | – |

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

| AMOSTRAS / PARÂMETROS GEOQUÍMICOS | TH1 | TH2 | MORB MODERNO | RIFT MODERNO | A | A | A | A | B | B | C | D | D | D | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | JD-52 | JD-35 | CV-87A | JD-95 | JD-02 | JD-92 | JD-94 | JD-28 | JD-32B | JD-32A | JD-12B |
| Al2O3 | 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 | 8,20 | 14,50 | 8,10 | 12,70 | 11,20 | 9,40 | 10,80 | 8,00 | 7,00 | 6,30 |
| Fe2O3 | 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 | 5,60 | 9,50 | 7,10 | 13,70 | 8,60 | 6,70 |
| TiO2 | 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 |
| KeO | 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 |
| Na2O/K2O | 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/Al2O3 | 0,75 | 0,58 | 0,70 | 0,68 | 0,94 | 1,15 | 0,83 | 0,82 | 0,59 | 0,76 | 0,73 | 0,77 | 1,01 | 1,40 | 0,50 |
| FeO/Fe2O3 | 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 | 1.850,00 | 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 | 90,00 | 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/Se)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 | 1,85 | 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 | 1,96 | 3,94 | 4,82 | 4,32 | 10,36 | 8,80 | 12,18 | 91,37 |
| (Ce/Se)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 |

**TABELA II.2.7 – Dados litoquímicos das rochas da unidade granulitos paraderivados –APigaio.**

| Óxidos \ Amostras | 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-98 | CV-141B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 74,00 | 61,80 | 61,90 | 95,80 | 71,70 | 76,90 | 26,50 | 67,50 | 73,90 | 65,50 | 64,80 | 62,10 | 67,00 | 69,20 | 73,80 | 70,30 |
| Al2O3 | 10,40 | 16,10 | 7,80 | 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 |
| Fe2O3 | 2,80 | 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 | 0,06 | 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 | 0,67 |
| Na2O | 0,94 | 1,10 | 0,16 | 0,05 | 1,20 | 1,20 | 0,94 | 1,50 | 1,60 | 0,88 | 1,90 | 1,50 | 2,80 | 2,80 | 1,90 | 1,30 |
| K2O | 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 |
| TiO2 | 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 |
| P2O5 | 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 | 0,80 | 0,20 | 0,80 | 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 |
| Na2O / K2O | 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 |
| K2O / Na2O | 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 | 2,82 | 2,95 | 4,08 |
| Al2O3 / Na2O | 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 / Fe2O3 | 1,88 | 3,75 | 0,45 | 0,02 | 3,67 | 3,00 | 1,89 | 1,27 | 4,06 | 3,47 | 5,67 | 6,84 | 1,33 | 1,33 | 3,13 | 0,91 |
| Fe2O3 (t) + MgO | 10,11 | 15,62 | 5,82 | 2,41 | 9,69 | 6,55 | 26,17 | 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 |
| DF** | -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 | – | 61,00 | 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 | – | 406,00 | 420,00 | 428,00 | – | 350,00 | – | – | 413,00 | – | 582,00 | 232,00 | – |
| Li | – | – | – | – | 8,00 | 10,00 | 11,00 | – | – | – | – | – | – | 24,00 | – | – |
| Rb | – | – | 61,00 | – | – | 93,00 | 10,00 | – | 7,00 | – | – | 100,00 | – | 336,00 | – | – |
| 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 | 23,96 | 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 | 0,46 | 1,01 | – | – | 0,33 | – | – |
| Er | – | – | 0,91 | – | 4,28 | 2,66 | 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 | – | – | 0,28 | – | – |
| 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 | 0,06 | 0,12 | – | – | – | – | – |
| (La / Yb) N | – | – | 13,01 | – | 5,56 | 8,56 | 21,57 | – | 15,86 | 11,89 | 8,34 | – | – | 302,16 | – | – |
| TRL | – | – | 71,40 | – | 138,70 | 124,89 | 780,05 | – | 107,92 | 97,53 | 137,92 | – | – | 420,80 | – | – |
| TRP | – | – | 5,85 | – | 28,66 | 16,71 | 88,67 | – | 10,76 | 8,63 | 16,84 | – | – | 8,28 | – | – |
| TR | – | – | 77,80 | – | 166,87 | 142,86 | 876,50 | – | 120,00 | 106,76 | 156,07 | – | – | 430,90 | – | – |
| TRL / TRP | – | – | 4,66 | – | 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 | 1,89 | – | – | – | – | – |
| (La /Lu) N | – | – | 13,01 | – | 5,73 | 6,42 | 28,86 | – | 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 | – | – | 208,26 | – | – |

OBS.: Óxidos dos elementos maiores em (%); elementos traços e terras raras em ppm.

Q(%)*–valor do CIPW

DF** = Índice de Show (Show, D.M., 1071) = 10.44–0.21SiO2–0.32(Fe total)–0.98MgO+0.55CaO+1.46Na2O+0.54K2O

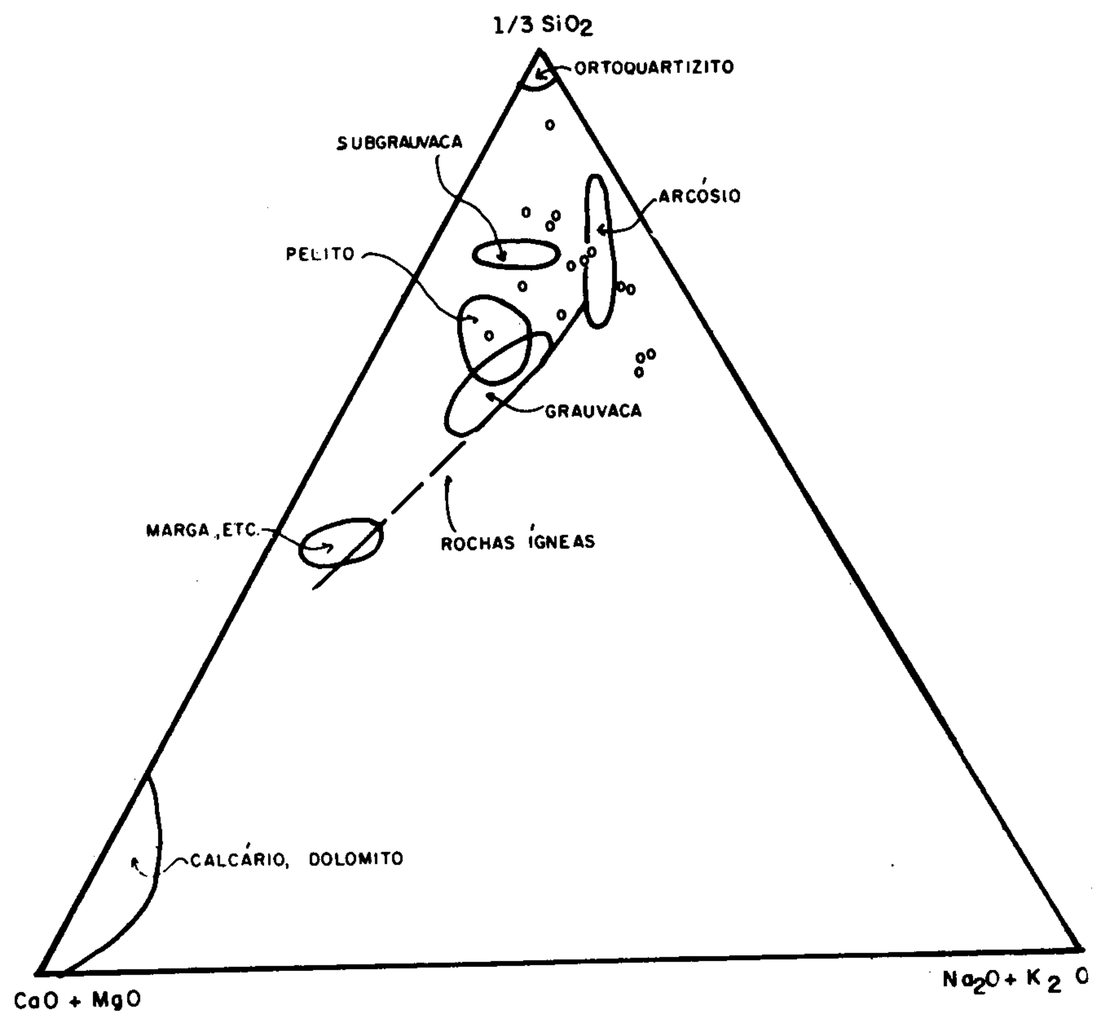



**Figura II.2.11** – Diagrama 1/3 $SiO_2$ – CaO + MgO – $Na_2O$ + $K_2O$, segundo Wahlstrom e Kim (1959), com os campos de composição química das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas. Aplicado à população granulitos paraderivados –

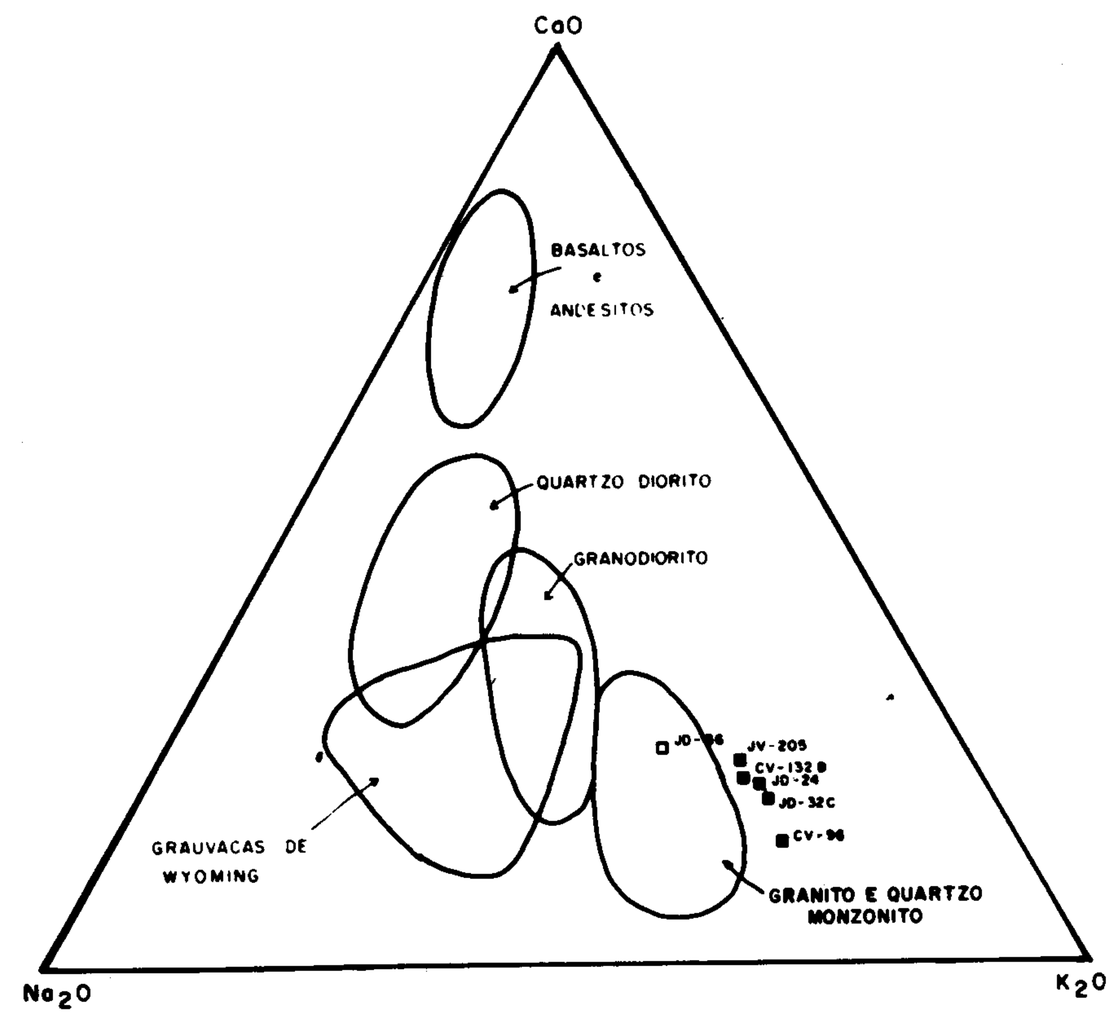



**Figura II.2.13** –Diagrama CaO – $Na_2O$ – $K_2O$ segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das rochas ígneas e das grauvacas de Wyoming. Aplicado aos granulitos paraderivados – APIgai.

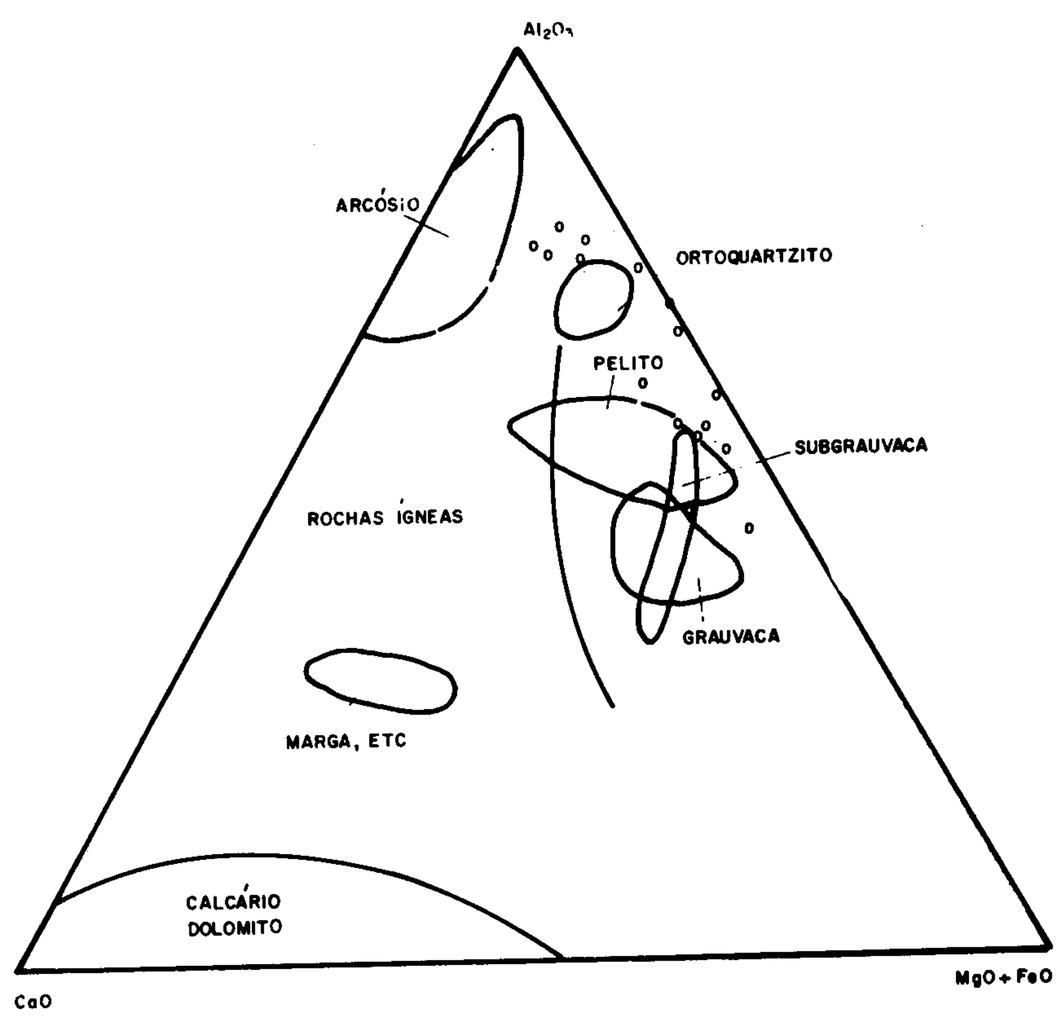



**Figura II.2.12** – Diagrama $Al_2O_3$ – CaO – (MgO + FeO), segundo Wahlstrom & Kim (1959), com os campos de composição química das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas. Aplicado à população dos granulitos paraderivados – APIgaio.

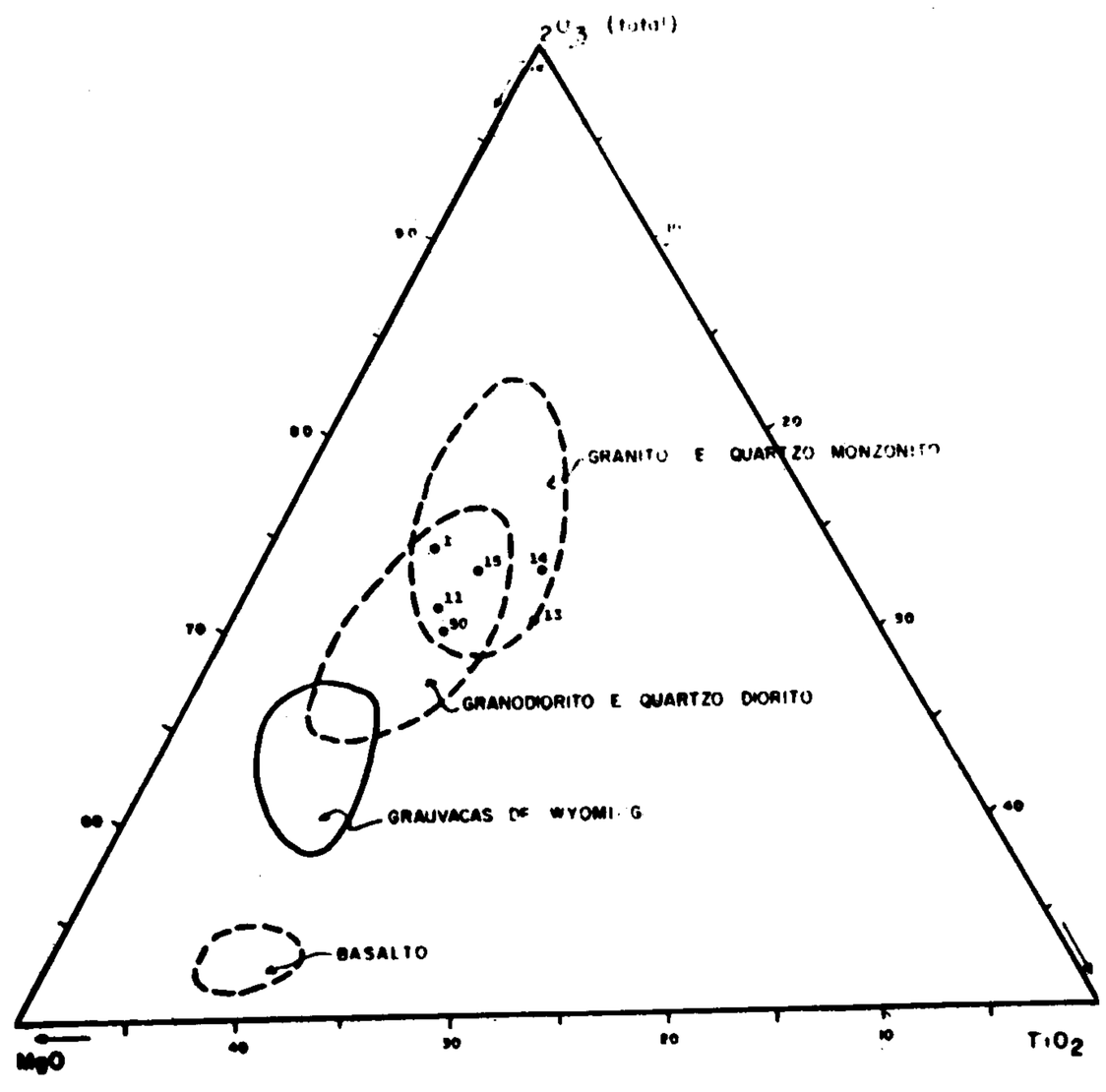



**Figura II.2.14** – Diagrama $Fe_2O_3$ (total) – $TiO_2$ – MgO, segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das grauvacas de Wyoming e de alguns tipos de rochas ígneas. Aplicado à população dos granulitos paraderivados – APIgaip.

(figura II.2.15), tendo-se observado que uma parte das amostras ficou 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 melhores respostas ajuda no diagrama $Fe_2O_3$ (total) + MgO x $TiO_2$ (figura II.2.16) de Bhatia (1985), onde se constatou que a população amostrada situou-se predominantemente no campo do arco oceânico e orógeno colisional.

No domínio desses granulitos paraderivados, foram selecionadas e analisadas oito amostras, para determinação do nível de terras-raras, cujos valores analíticos foram lançados em curvas normalizadas pelo padrão condrito de Evensen (1978).

As curvas encontradas no aranhograma (figura II.2.17) contemplam a maior parte da população amostrada (5) e revelam um acentuado fracionamento dos elementos de terras-raras leves (ETRL) e depleção em elementos de terras-raras pesadas (ETRP). As razões (La/Yb)N variam entre 5 e 13. Apresenta uma pronunciada anomalia negativa de európio (Eu/Eu* variam de 0,425 a 0,639), cujos valores são característicos de rochas sedimentares de granulação fina e idade pós-arqueana.

Jakes & Taylor (1974) sugerem que a depleção de Eu em sedimentos pós-arqueanos (em relação aos sedimentos arqueanos) foi desenvolvida em resposta ao crescimento da crosta continental.

Propõem uma fusão parcial da crosta inferior, resultando um magma granodiorítico, que ascenderia às porções superiores da crosta, deixando um resíduo enriquecido em plagioclásio na crosta inferior, e como o plagioclásio tem a capacidade de reter o európio, este processo, ao longo do tempo geológico, tornaria a crosta superior depletada em európio, bem como os sedimentos provenientes da erosão destas rochas (granodioríticas).

Este fato pode, em parte, explicar que o processo de granulitização iniciou-se no Arqueano e evoluiu até os tempos pós-arqueanos (Proterozóico Inferior).

Em relação a estes granulitos paraderivados, propõem-se neste estudo uma provável origem pelítica com matriz arenosa.

### 2.2.5 Idade e Correlação

São atribuídas idades arqueana e proterozóica inferior, às rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) com base nos dados disponíveis e semelhança com os terrenos de alto grau da Bahia, sul de Minas Gerais, bem como por analogia com os estudados em várias partes do mundo, como Groenlândia, Índia e África do Sul.

Nos granulitos do sul da Bahia (Barbosa, J., 1986), foram obtidas pelo método Rb/Sr, idades entre 2.700 e 2.800Ma. associadas à fase de granulitização. Entretanto, foram também detectadas idades de 3.200Ma. pelo método Rb/Sr em rochas do Domínio Jequié/Mutuipé, sendo atribuída como sendo a idade de formação dos seus protólitos.

Na Folha Nerópolis, Hasui & Almeida (1970), desenvolvem análises geocronológicas em granulitos félsicos deste complexo, obtendo uma isócrona de 950Ma. ± 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 970Ma. ± 24Ma., e razão

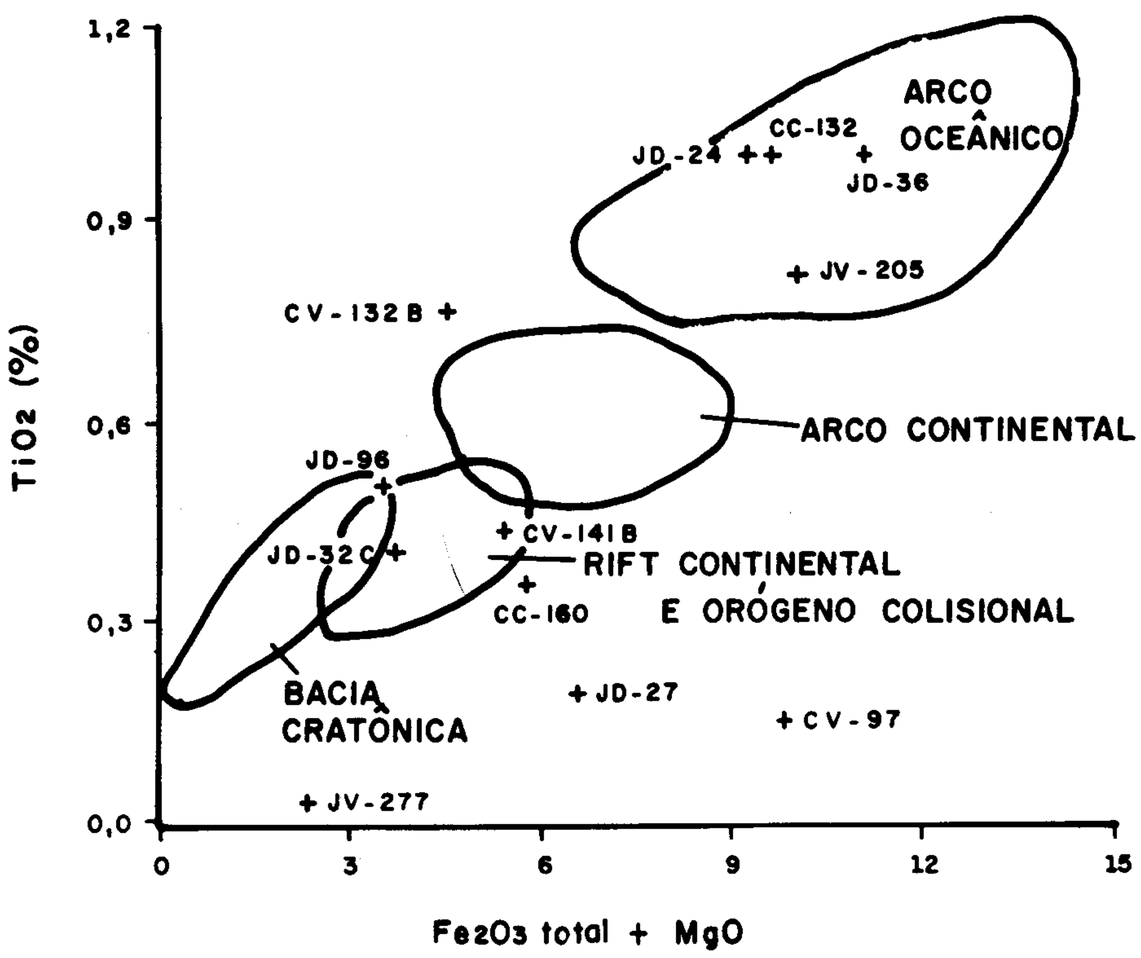



**Figura II.2.16** – Diagrama $Ti_2O$(%) *versus* $Fe_2O_3$ (total) + MgO, segundo Bhatia (1985), para discriminar os ambientes geotectônicos de rochas sedimentares. Aplicado às amostras da Unidade Granulitos Paraderivados – APIgaip.

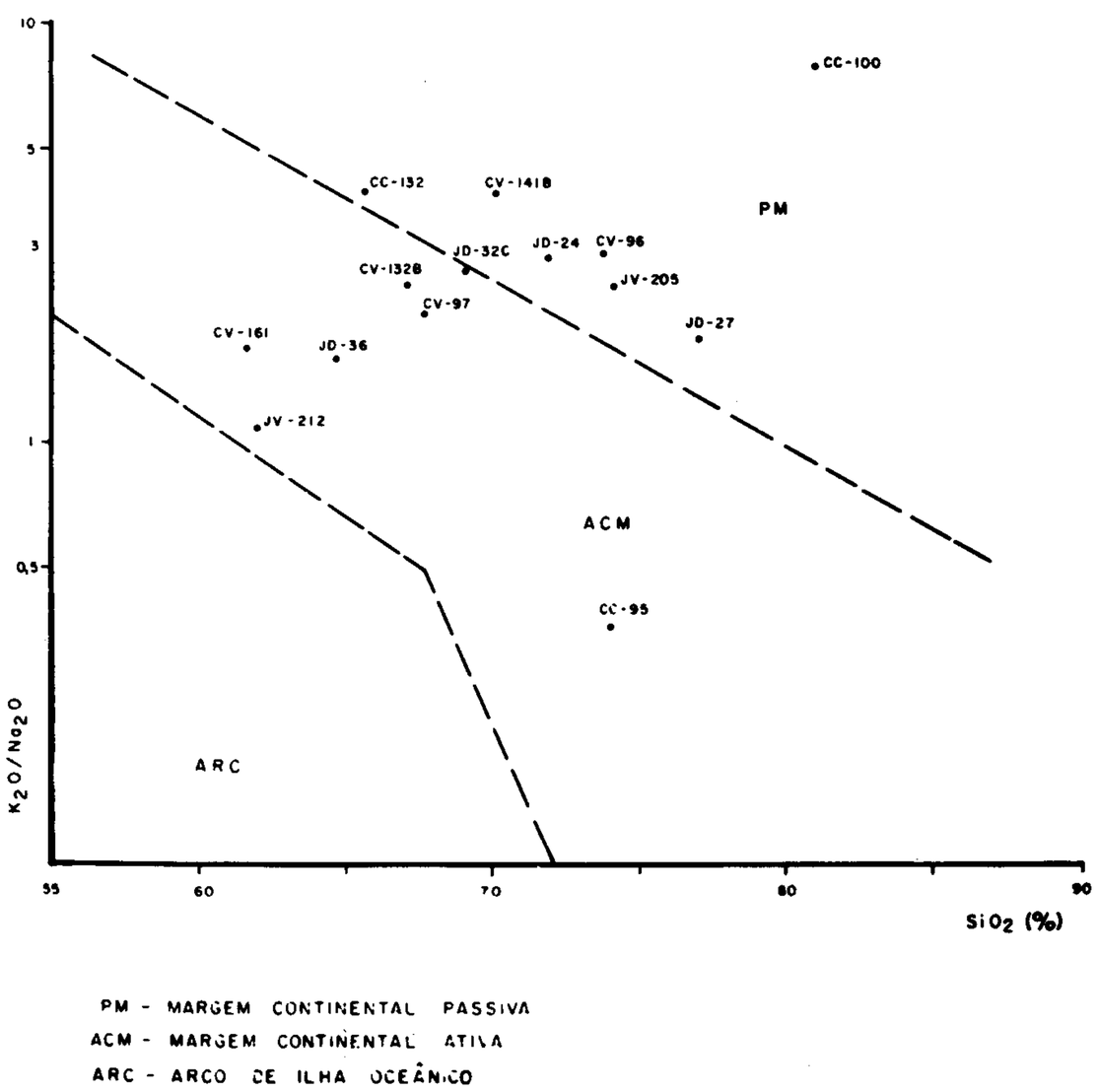



**Figura II.2.15** – Diagrama $K_2O/Na_2O$ *versus* $SiO_2$ (%), segundo Roser & Korsch (1986), para discriminar os ambientes tectônicos de arenitos e argilitos. Aplicado às amostras da Unidade Granulitos Paraderivados – APIgaip.

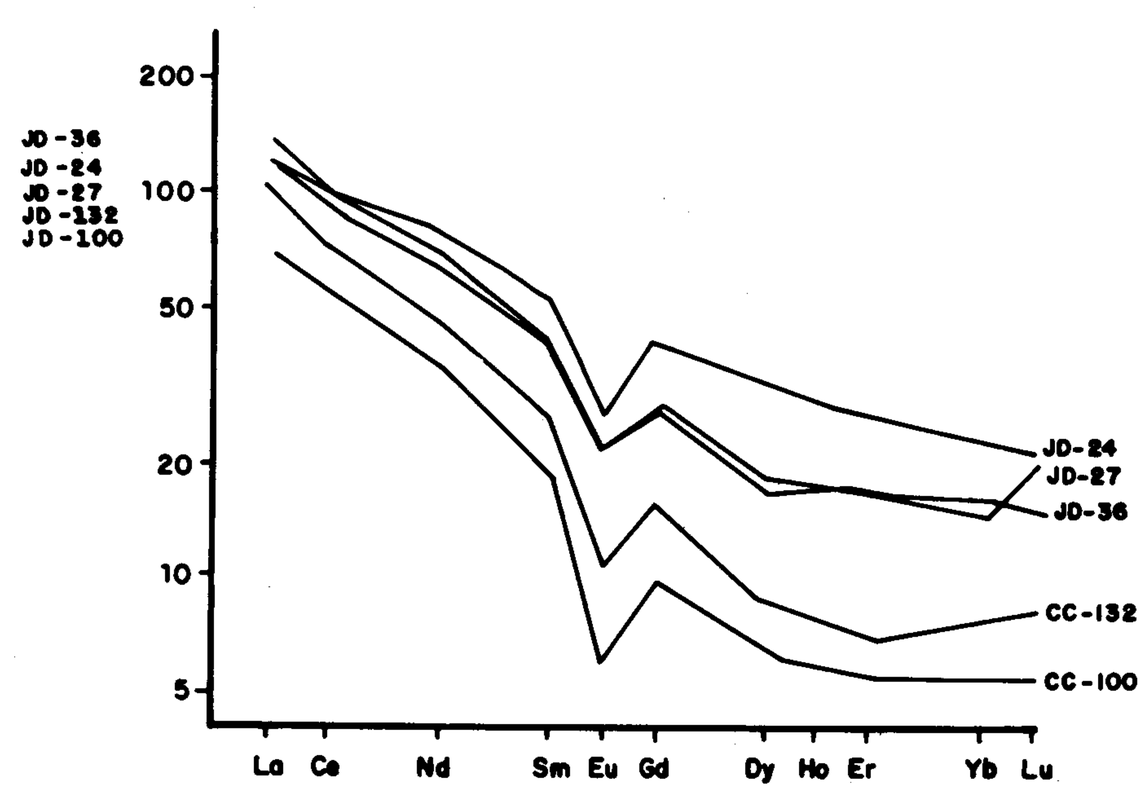



**Figura II.2.17** – Padrões dos elementos de terras-raras (ETR), normalizados segundo o padrão condrito C1 de Evensen (1978), aplicados à população dos granulitos paraderivados – APIgaip.

inicial 0,7102 ± 0,0002, em granada gnaisses. Essas datações são interpretadas como relacionadas a processos de rejuvenescimento isotópico, ligados, provavelmente, ao cisalhamento transcorrente dúctil progressivo, que marcou profundamente as rochas desta região.

Ianhez *et al.* (1983) dataram granulitos bandados pertencentes a Unidade Paraderivada (APIgaip), Pedreira Santa Bárbara, nas proximidades da rodovia Goiânia-Anápolis (BR-060), pelo método Rb/Sr em rocha total e determinaram uma isócrona de 2.450Ma., com razão inicial de 0,701. Posteriormente, durante a cartografia da Folha Goiânia, coletaram-se novas amostras e reinterpretaram-se os dados anteriores, concluindo-se que a provável idade de formação destas rochas é aproximadamente 2.600Ma. Esta interpretação permitiu enquadrar a idade de formação desta unidade como Arqueano Superior, tendo a sua consolidação final avançado até o Proterozóico Inferior.

## 2.3 Granitóide γ1

### 2.3.1 Comentários Gerais

Esta unidade compreende um conjunto de rochas gnáissicas e graníticas, anteriormente relacionadas ao embasamento arqueano e denominadas de Pré-Cambriano Indiferenciado, Complexo Granito-Gnaisse ou Complexo Goiano.

No presente estudo, propõe-se a denominação informal de Granitóide Gnáissico (γ1) para uma geração de granitóides de filiação calcialcalina de baixo potássio (tabela II.2.8), de composição predominantemente tonalítica, com termos graníticos e granodioríticos.

Associados a este conjunto, encontram-se enclaves de granada gnaisses granulíticos, sugerindo para estes granitóides derivação por anatexia parcial ou total das rochas do Complexo Granulítico.

**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<br>Metamorfismo de contato<br>Migmatização/outros | Concordante<br><br>Migmatização parcial | Brusco<br><br>Ausente | Brusco<br><br>Ausente |
| INTRUSÃO | Nível crustal intrusão Tipo de intrusão | Catazona<br>Forçada | Mesozona<br>Diapírica | Epizona<br>Forçada ao longo de zona de cizalhamento |
| | Granulometria/textura<br>Foliação/Lineação-internas<br><br>Estruturas encaixantes<br><br>Controle estrutural de intrusão | Fina média<br>Tectônica<br><br>Regional<br><br>FN<br>FN + 1 | Porfirítica/augen<br>Tectônica<br><br>Regional<br><br>FN<br>FN + 1 | Fina equigranular<br>Tectônica<br><br>Regional<br><br>F2 |
| ENCLAVES | Natureza/composição<br>Distribuição/densidade<br>Forma | Granulitos<br>Freqüente<br>Irregular | Anfibólitos<br>Freqüente<br>Irregular | Ausente<br>–<br>– |
| | Espectro composicional<br>Minerais característicos (acessórios importantes)<br>Classificação<br>Quimismo relacionado: álcalis/cálcio<br>Quimismo relacionado: alumínio<br>Quimismo relacionado:ETR (elementos de terras raras)<br>Linhagem Petrogenética | Metatonalitos a metagranodioritos. "Trend" trondhjemito tonalito<br>Biotita, granada, silimanita e cianita<br>IMC/I-WC (híbrido)<br>Cálcio-alcalinobaixo potássio<br>Peraluminoso, mesocrático<br>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)<br>Crustal | Metagranitos porfirítico /metagranodiorito a álcali-granito<br>Biotita e hornblenda sódica e granada<br>IMC (híbrido)<br>Cálcio-alcalino alto potássio<br>Meta a peraluminoso, mesocrático<br>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)<br>Crustal | Granito a granodiorito<br><br>Biotita e muscovita<br><br>I-SC<br>Cálcio-alcalino alto potássio<br><br>Peraluminosos, leucrocático<br><br>Enriquecimento de ETRL e ETRP (RTRL/ETRP = 0,77 a 3,37). Forte depleção em európio (Eu/Eu* = 0,14 – 0,48)<br><br>Crustal |
| | Anomalias geoquímicas<br>Meio secundário<br>Alterações Pós-cristalização | Ta, Nb, Sn<br><br>Muscovita | Be, Nb, Ta, W, Mo, Sn<br><br>Muscovita-clorita | Au, Sn, Be, Nb, Ta, W, U, Tr<br><br>Muscovita-clorita |

Nas áreas de ocorrência destes granitóides, constata-se a presença de granitóides tipo γ2 de uma geração mais nova, originados a partir de remobilizações dos granitóides γ1 (foto 03).

### 2.3.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

A unidade ocorre na porção central da folha, ocupando uma faixa alongada na direção NW-SE (figura II.2.18). Caracteriza-se por apresentar um relevo bastante arrasado, com o desenvolvimento de espessos latossolos, sendo restritas as áreas de boas exposições.

Os contatos com as unidades vizinhas se processam através de zonas de cisalhamento, ocorrendo, associada, importante ação hidrotermal.

### 2.3.3 Rochas e Metamorfismo

Este conjunto de metagranitóides é representado, principalmente, por metatonalito, metagranito e metagranodiorito em avançado estágio de deformação e recristalização, produzido pelos fenômenos de cisalhamento que imprimiram nestas rochas um aspecto gnáissico característico, com o desenvolvimento de expressiva lineação de estiramento mineral e apresentando toda gama de variações texturais de termos miloníticos a ultramiloníticos, predominando os termos primeiros no sentido de Sibson (1977).

Trata-se de granitóide calcialcalino de baixo potássio, de origem crustal inferior, fracamente a medianamente contaminado, tipo I-WC e I-MC de Ague & Brimhall (1988), gerados concomitantemente com os processos de granulitização observada na área.

A composição modal estimada destes granitóides está representada na figura II.2.19 e tabela II.2.9.

**Metatonalito** – Constitui rocha de cor cinza a cinza-escuro com manchas claras, milonítica e protomilonítica, com granulação média entre 2 e 3mm, mais raramente com granulação fina em torno de 0,5mm. As texturas são dominantemente reliquiares do tipo hipidiomórfico-granular (fotomicrografia 4).

A mineralogia essencial representativa destas rochas é caracterizada por plagioclásio-oligoclásio, andesina com fina geminação do tipo Albita e inclusões eventuais de quartzo e biotita.

Os porfiroclastos apresentam 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. Alteram-se principalmente a finos agregados de mica branca nas bordas e em planos preferenciais de fraqueza; o quartzo é quase totalmente subgranulado, com contatos edentados, recuperados, formando com a albita uma fina matriz (0,05-0,1mm) e podendo ocorrer na forma de *ribbons*; a biotita é marrom-avermelhado, sob a forma de palhetas subidiomórficas, estiradas, eventualmente microfraturadas, com retrometamorfismo à clorita. Podem apresentar inclusões de rutilo. As palhetas nos casos de maior grau de recristalização exibem discreto a forte arranjo planar orientado, caracterizando uma foliação de fluxo que contorna os porfiroclastos; granada em cristais xenomórficos, arredondados, eventualmente poiquiloblásticos, englobando as demais fases. Altera-se à clorita.

Entre os acessórios incluem-se: rutilo, titanita, apatita, zircão, além de opacos.

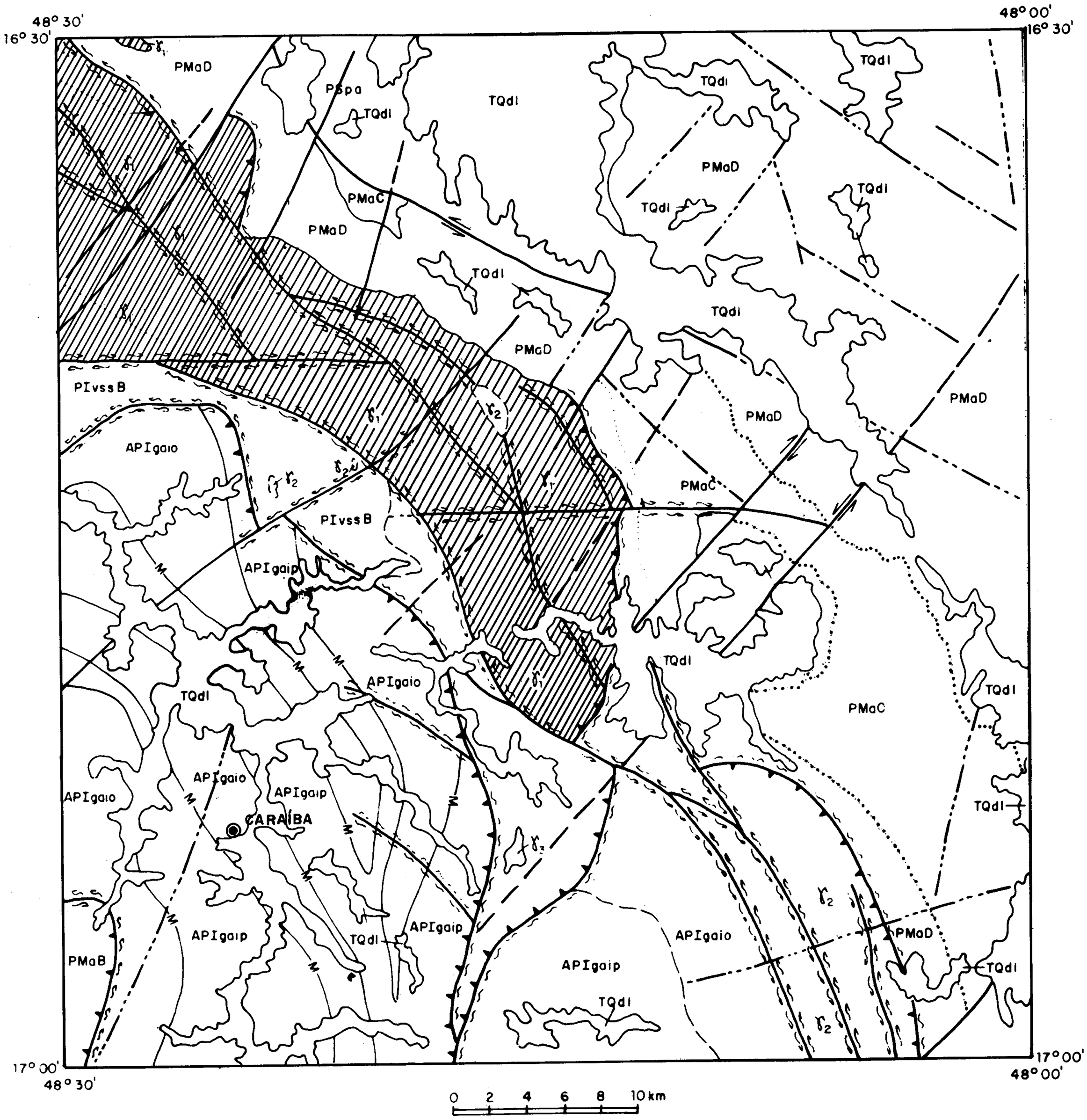
**Metagranito e Metagranodiorito** – São rochas de coloração cinza médio, foliadas, miloníticas a protomiloníticas, de composição e estruturas muito semelhantes aos tonalitos, caracterizados por plagioclásio, quartzo, biotita e granada e com a presença de feldspato potássico (microclínio) fortemente maclado (Albita-Periclina), ocorrendo na forma de porfiroclastos, similar ao plagioclásio.

A paragênese primária dos granitóides do tipo γ1 é dada por plagioclásio (oligoclásio-andesina) + biotita (marrom-avermelhado) + granada + quarzto, indicativa da fácies anfibolito alto, e em função dos efeitos de cisalhamento que afetaram estas rochas, obtem-se a paragênese metamórfica recristalizada quartzo + albita + clorita + mica branca + epídoto ± titanita, permitindo inferir as condições operantes de P/T como limitadas no intervalo da fácies xisto-verde inferior.

Associados a áreas de ocorrência destes granitóides, constatou-se a presença de granitóides tipo γ2 de uma geração mais nova e originados a partir de remobilizações dos granitóides da primeira geração, cuja cartografia foi dificultada em função da escassez de afloramentos, tamanho dos corpos, intenso processo de cisalhamento e alteração, que atuaram indistintamente sobre estes litótipos, produzindo milonitos e ultramilonitos. Deste modo, nos locais onde se defrontou com estes fatores, agruparam-se esses granitóides dentro da Unidade Granitóide γ1.

**Tabela II.2.9** – Granitóide γ1 (%estimada).

| Minerais | JV-02 | JV-06 | JV-12 | JV-82B | JV-91 | JV-260 | JV-264 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 15 | 25 |
| Microclina | – | 30 | | 05 | – | – | 22 |
| Plagioclásio | 50 | 25 | 20 | 40 | 55 | 39 | 30 |
| Biotita | 15 | 10 | 40 | 10 | 20 | 15 | 05 |
| Granada | 05 | – | 10 | 10 | – | – | – |
| Muscovita | – | 05 | – | – | – | – | 05 |
| Sericita | TR | TR | TR | 05 | TR | 05 | 05 |
| Clorita | TR | – | TR | TR | TR | 03 | 05 |
| Epidoto | TR | TR | TR | – | TR | 05 | 03 |
| Opaco | TR | TR | TR | TR | TR | 05 | TR |
| Titanita | TR | TR | TR | TR | TR | TR | – |
| Zircão | TR | TR | TR | TR | TR | – | TR |
| Rutilo | TR | – | TR | TR | TR | TR | TR |
| Apatita | – | – | TR | – | TR | TR | – |
| CArbonato | – | – | TR | – | – | 03 | – |
| Cordierita | – | – | – | TR | – | – | – |
| Sillimanita | – | – | – | TR | – | – | – |
| Tremolita/actinolita | – | – | – | – | – | 10 | – |
| Allanita | – | – | – | – | – | TR | – |




TQdl - cobertura detrito-laterítica; PSpa - grupo paranoá; $\gamma_3$ - granitóide; PMaB, C e D - Grupo Araxá Sul de Goiás B, C e D; $\gamma_2$ - granitóide; PIvssB - seqüência metafvulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar/mista, unidade B; $\gamma_1$ - Granitóide; APIgaio, APIgaip - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos

**Figura II.2.18** – Distribuição geográfica do Granitóide $\gamma 1$.

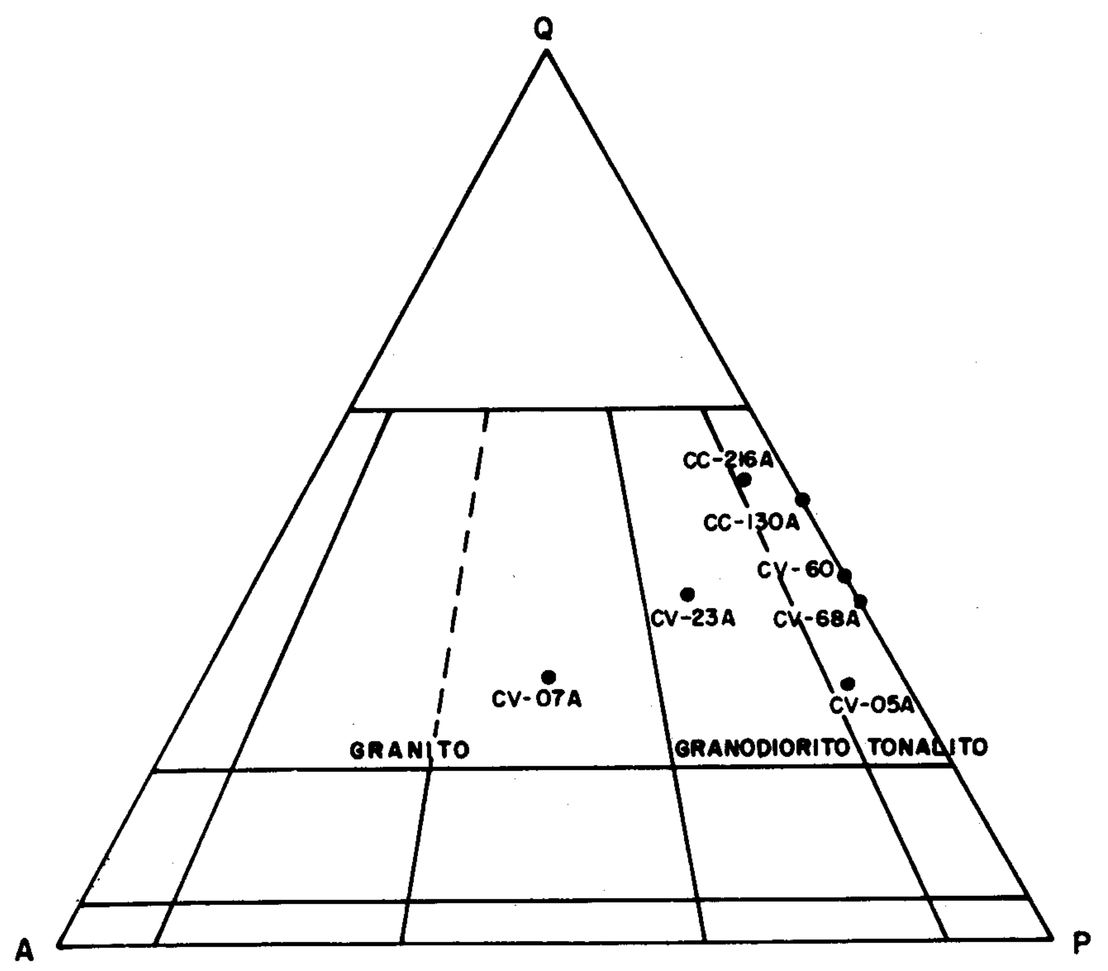



Figura II.2.19 – Diagrama triangular QAP (Streckeisen, 1975).

As rochas destes granitóides encontram-se intensamente afetadas pelos fenômenos de cisalhamento dúctil, em diversos estágios deformacionais, com total destruição das feições características dos protólitos, com o desenvolvimento de uma fóliação milonítica em geral verticalizada e exibindo expressivas lineações de estiramento de baixo *rake*, com cristais de feldspato deformados, apresentando formas sigmoidais, sombras de pressão e rotação das superfícies C e S, indicando predominantemente movimentos sinistrais, embora encontre-se localmente indicações de movimentos destrais.

Estas zonas de cisalhamento distribuem-se em faixas alongadas, com larguras variadas, em torno de 1km, e extensões consideráveis, onde são encontrados restos de xistos da Cobertura Metassedimentar, extremamente milonitizados, juntamente com granitóides cisalhados, observando-se, também, profundas alterações hidrotermais, bem como a presença de veios de quartzo e pegmatitos (quartzo + feldspato + muscovita + turmalina) (foto 04).

Em determinados locais, encontram-se associados a estas zonas veios grafitosos, cuja origem é bastante duvidosa, especulando-se uma gênese a partir das rochas metassedimentares milonitizadas ou a partir de grafita primária, relacionada aos fenômenos hidrotermais, fato este melhor observado no afloramento JV-234 (foto 05), onde ocorre associado a veios pegmatíticos.

### 2.3.4 Petrogênese/Litoquímica

Constatou-se uma íntima relação desses granitóides com os granulitos paraderivados (gnaisses sílico-aluminosos quartzo granatíferos) e charno-enderbitos, detentores de alguns minerais hidratados, sendo encontrados como restitos, preservados na forma de paleossoma, com tamanho variado, envoltos por leocossoma de composição metatonalítica. Isto permite admitir uma provável derivação crustal para esses granitóides, que se originaram através do processo de anatexia parcial em rochas granulíticas (paraderivadas) da fácies transicional anfibolito alto-granulito, possivelmente durante os últimos estágios do processo de granulitização.

A paragênese original deste conjunto é degradada nos níveis crustais mais superiores, atingindo a fácies xisto-verde pela ascendência destes corpos através de uma tectônica contracional de imbricamento.

Através das análises químicas dos elementos maiores, traços e terras-raras efetuadas nestes granitóides (tabelas II.2.10 e II.2.11), conseguiu-se determinar que do ponto de vista químico-mineralógico, utilizando-se o diagrama Q-P de Debon & Lefort (1983), apresentam uma predominância dos tipos tonalitos e granodioritos com leve tendência a quartzo-monzodiorito (figura II.2.20). A tendência química desses granitóides também é constatada no diagrama ternário CaO-$Na_2O$-$K_2O$ (figura II.2.21) de Condie & Hunter (1976) onde se confirma o *trend* tonalito-trondhjemito, rico em Ca e a relação $K_2O/Na_2O < 1$ nos diagramas de Debon & Lefort (1983), (figura II.2.22) e Rapela & Caminos (1987) (figura II.2.23). Na tabela II.2.11, constata-se que este conjunto apresenta um caráter peraluminoso dominante a metaluminoso com tendência mesocrática.

As relações $Fe^{+2}/Fe^{+3}$, apresentadas no diagrama de Ishihara (1977) (figura II.2.24), evidenciam que os granitóides ($\gamma 1$) plotam o campo da série ilmenita. Este dado, aliado à presença constante de coríndon normativo, biotita, e baixa quantidade de diopsídio e hornblenda confirma o caráter essencialmente crustal desses granitóides. Os teores de Rb, Sr, Cu e Zn ou as relações Rb/Sr indicam, segundo a classificação de Ague & Brimhall (1988) como associações do tipo I-WC (granitóides fracamente contaminados) até I-MC (granitóides medianamente contaminados).

A análise da participação do Y (ítrio) *versus* $SiO_2$ nessas amostras, diagrama de Sheraton & Black (1988) (figura II.2.25), evidenciam que os granitóides $\gamma 1$ são predominantemente do tipo depletados.

Com a análise dos elementos das terras-raras, verificou-se, através da figura II.2.26, que esses granitóides mostram padrões de forte fracionamento dos elementos de terras-raras – ETR, marcados pela forte inclinação das curvas para a direita, devido ao enriquecimento dos elementos terras-raras leves /ETRL e depleção dos elementos terras-raras pesadas – ETRP, acompanhados geralmente por uma expressiva anomalia negativa de európio.

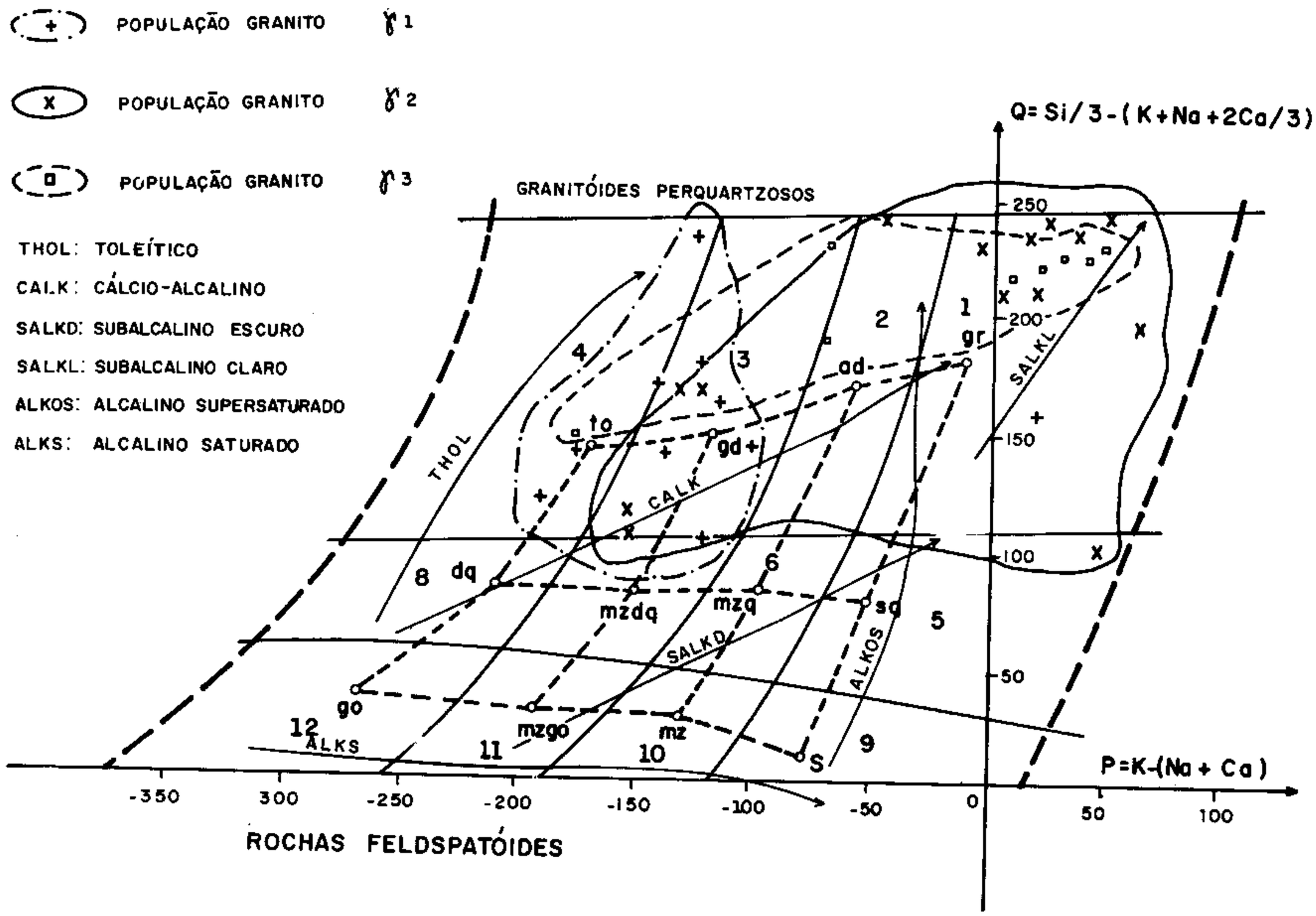
Com exceção de duas amostras analisadas que se acham enriquecidas em ETR, com valores superiores a 500 vezes o valor dos condritos (tabela II.2.10), que se incluiram na categoria dos álcali-feldspato granitos, formados no estágio final da série granítica, em ambiente de crosta superior, as demais amostras 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.

**Tabela II.2.9 – Granitóide γ1 (%estimada).**

| Minerais | JV-02 | JV-06 | JV-12 | JV-82B | JV-91 | JV-260 | JV-264 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 15 | 25 |
| Microclina | – | 30 | | 05 | – | – | 22 |
| Plagioclásio | 50 | 25 | 20 | 40 | 55 | 39 | 30 |
| Biotita | 15 | 10 | 40 | 10 | 20 | 15 | 05 |
| Granada | 05 | – | 10 | 10 | – | – | – |
| Muscovita | – | 05 | – | – | – | – | 05 |
| Sericita | TR | TR | TR | 05 | TR | 05 | 05 |
| Clorita | TR | – | TR | TR | TR | 03 | 05 |
| Epidoto | TR | TR | TR | – | TR | 05 | 03 |
| Opaco | TR | TR | TR | TR | TR | 05 | TR |
| Titanita | TR | TR | TR | TR | TR | TR | – |
| Zircão | TR | TR | TR | TR | TR | – | TR |
| Rutilo | TR | – | TR | TR | TR | TR | TR |
| Apatita | – | – | TR | – | TR | TR | – |
| CArbonato | – | – | TR | – | – | 03 | – |
| Cordierita | – | – | – | TR | – | – | – |
| Sillimanita | – | – | – | TR | – | – | – |
| Tremolita/actinolita | – | – | – | – | – | 10 | – |
| Allanita | – | – | – | – | – | TR | – |

**TABELA II.2.10 – Médias aritméticas dos grupos de granitóides γ 1, 2 e 3**

| 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 |




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 e Le Fort (1983).

As figuras II.2.27 e II.2.28, representando respectivamente os diagramas que relacionam as anomalias de Eu com o índice de diferenciação de Thornton & 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, estabelecidos por estes últimos autores.

### 2.3.5 Idade e Correlação

Atribui-se idade proterozóica inferior a essa geração de granitóides, com base principalmente em duas isócronas Rb/Sr obtidas na Folha Jaraguá, onde as rochas apresentam o mesmo posicionamento estratigráfico. A primeira, proveniente de uma pedreira situada próxima à cidade de Jaraguá, estação LC-360, revelou uma isócrona com 2.000 ±70Ma., com razão inicial de 0,7007 ± 0,0023, sugerindo uma provável origem mantélica, enquanto a segunda, localizada aproximadamente 6km a sul da Arturlândia, apresentou isócrona 2.160 ± 130Ma., e razão inicial de 0,719 ± 0,006, inclinando-se em favor de uma origem de fusão parcial de uma crosta continental, constituída supostamente por rochas do Complexo Granulítico (APIgai).

Desta forma, constata-se que estas rochas foram formadas na mesma orogênese, a partir da fusão parcial da crosta continental preexistente.

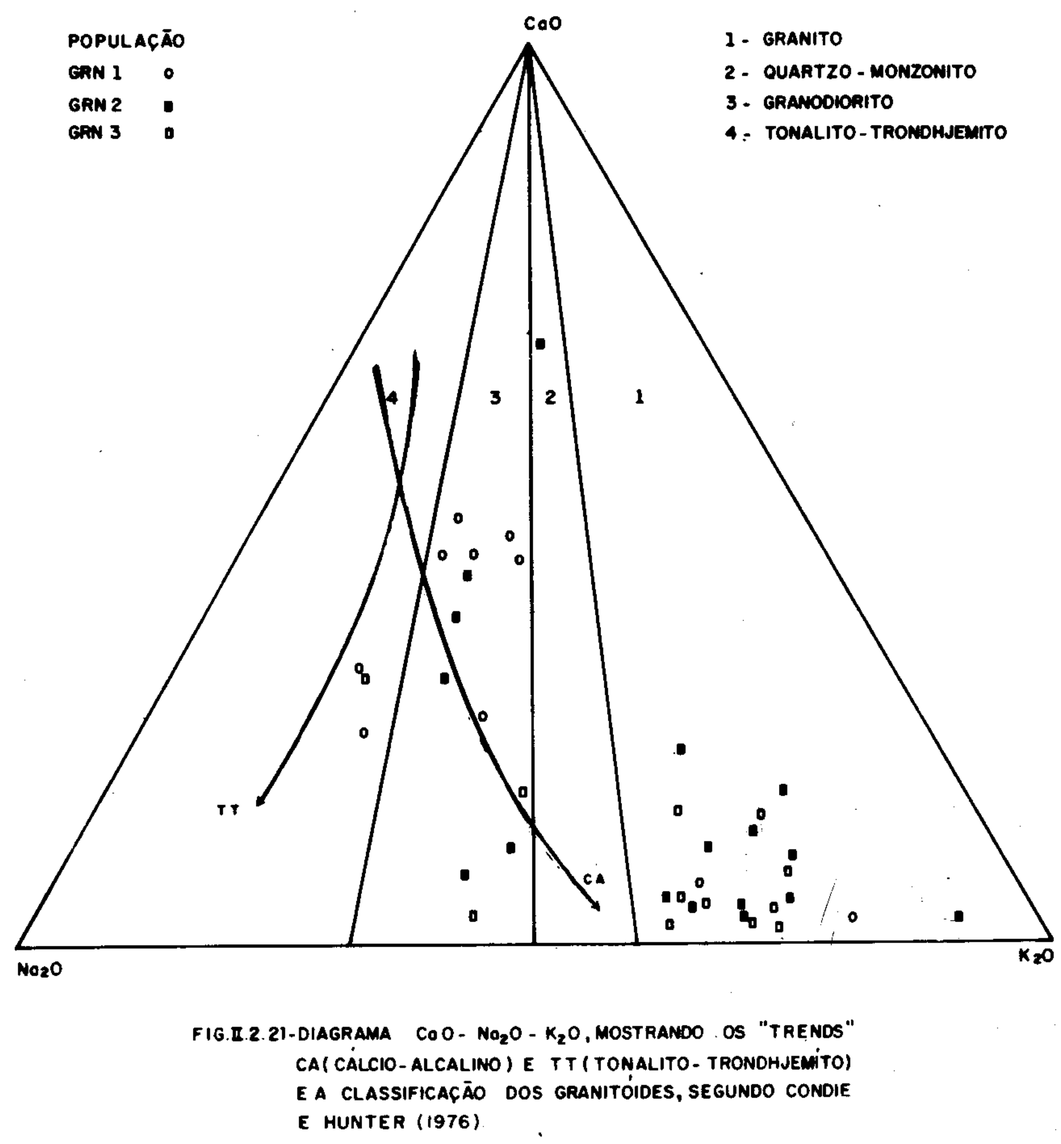



**Figura II.2.21** – Diagrama CaO – Na2O, mostrando os *trends* CA (calcialcalino) e TT (tonalito-trondhjemito) e a classificação dos granitóides, segundo Condie e Hunter (1976).

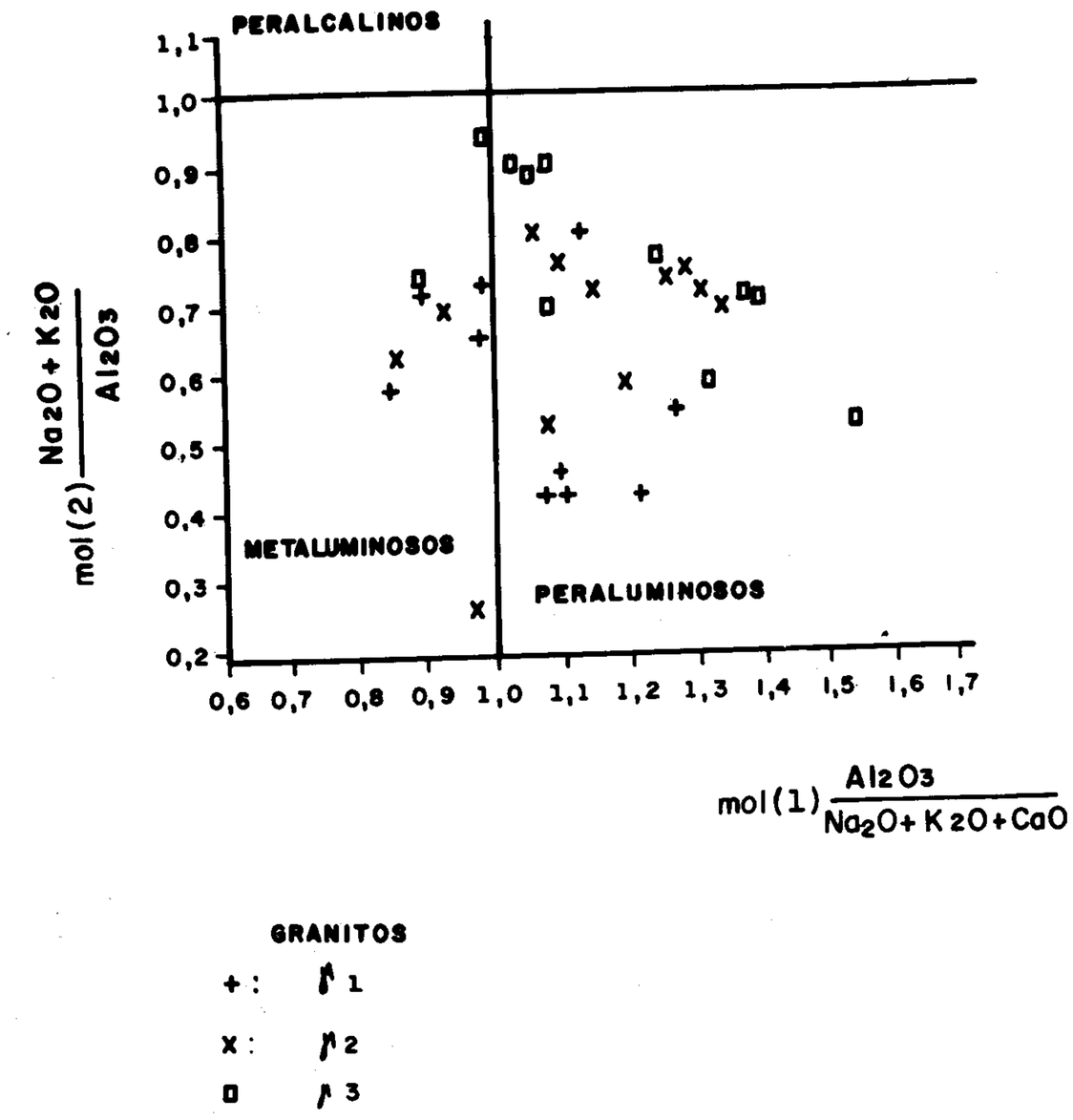



**Figura II.2.3** – Diagrama Mol (2) *versus* Mol (1) de Rapela e Caminos (1987), indicando o grau de aluminosidade das rochas graníticas γ1, γ2 e γ3.

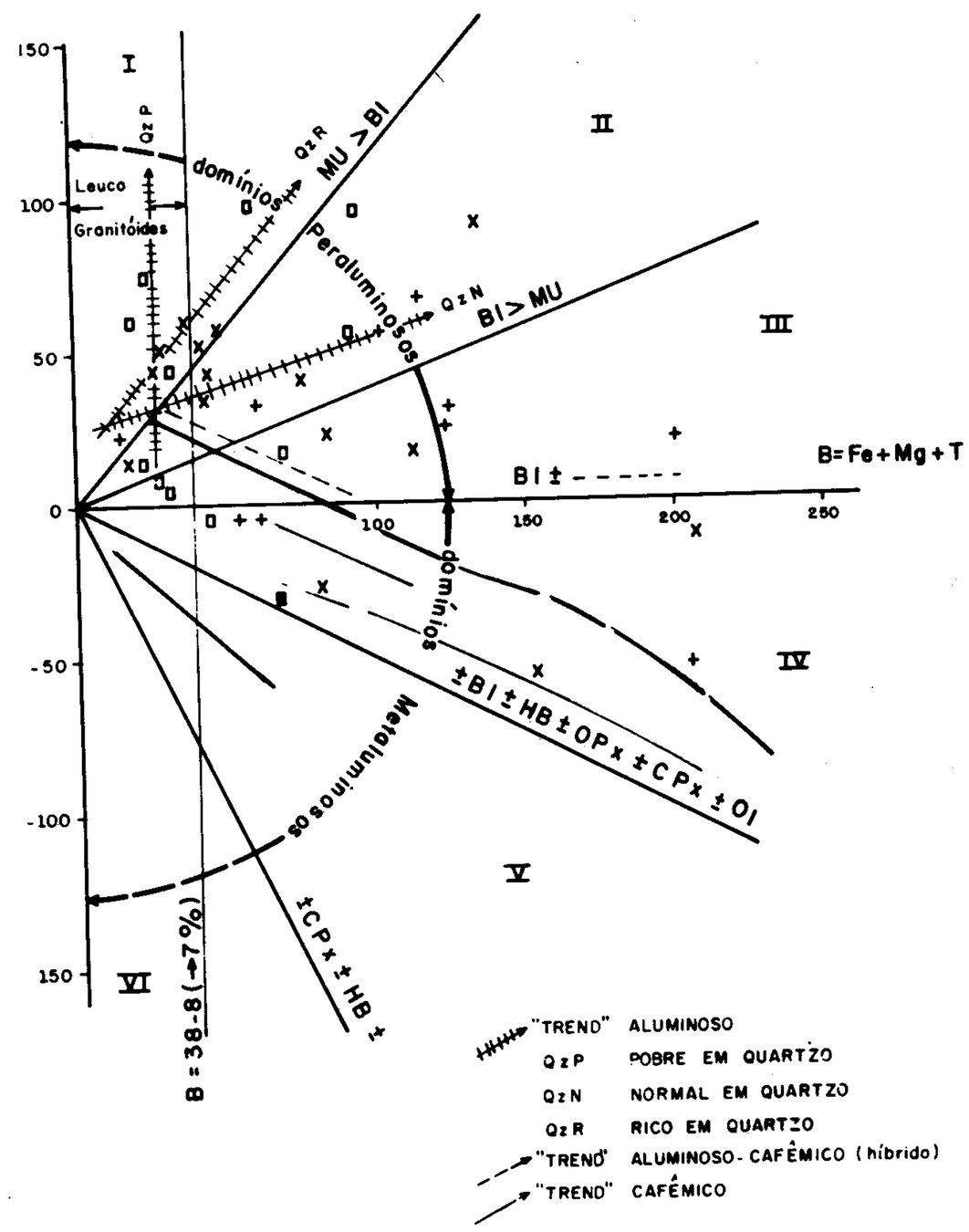



**Figura II.2.22** – Diagrama dos minerais característicos selgundo Debom & Le Fort (1983), apoicado para os granitos γ1, γ2 e γ3.

**Tabela II.2.10** – Medidas aritméticas dos grupos de granitóides γ1, 2 e 3.

| 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 γ1 – 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 | 66,90 | 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 Traços(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 | 0,36 | 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 | 0,36 | 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 | 10,56 | 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 espectográfica padrão 30 elementos

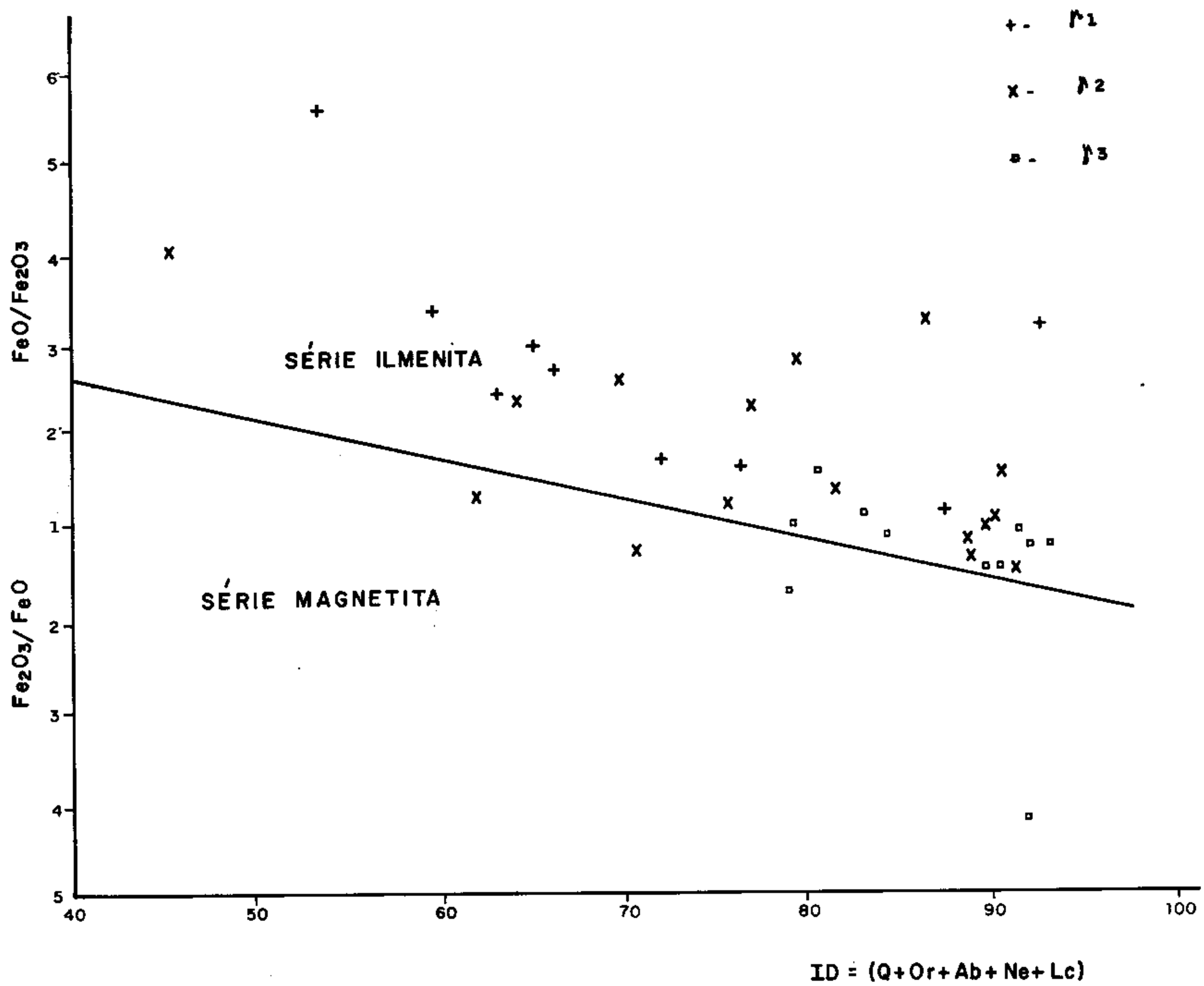



**Figura II.2.4** – Diagrama $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ *versus* ID de Ishihara (1977).

## 2.4 Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, Unidade Metassedimentar – PIvssB

### 2.4.1 Comentários Gerais

As primeiras referências às rochas desta unidade foram apresentadas por Valente (1986), através do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, da Folha Goiânia, sob a denominação de Seqüência Vulcano-sedimentar, representada por um conjunto de rochas que ocorrem na região de Silvânia e que eram atribuídas, em trabalhos anteriores, como pertencentes ao Complexo Basal e à porção inferior do Grupo Araxá. Esta seqüência foi dividida em três subunidades: Unidade Metavulcano-sedimentar com predominância de metassedimentos; Unidade Metavulcano-sedimentar, com rochas vulcânicas ácidas a intermediárias e Unidade Metavulcano-sedimentar Indivisa.

Veiga *et. al.* (1986), descrevem na região uma seqüência vulcano-sedimentar denominada de Seqüência Meia Ponte, a qual difere da proposta de Valente (*op. cit.*), por conter apenas as unidades pelíticas aluminosas e psamo-pelíticas do topo, sem incluir os talco xistos e os xistos hiperaluminosos. Consideram, também, como pertencentes a esta seqüência, rochas do Complexo Granulítico, sugerindo que parte desta seqüência esteja granulitizada. Difere também no quadro tectono-estrutural, onde propõem uma tectônica predominantemente rúptil (indivisa), contrastando com a tectônica dúctil cujas evidências são aqui expostas.

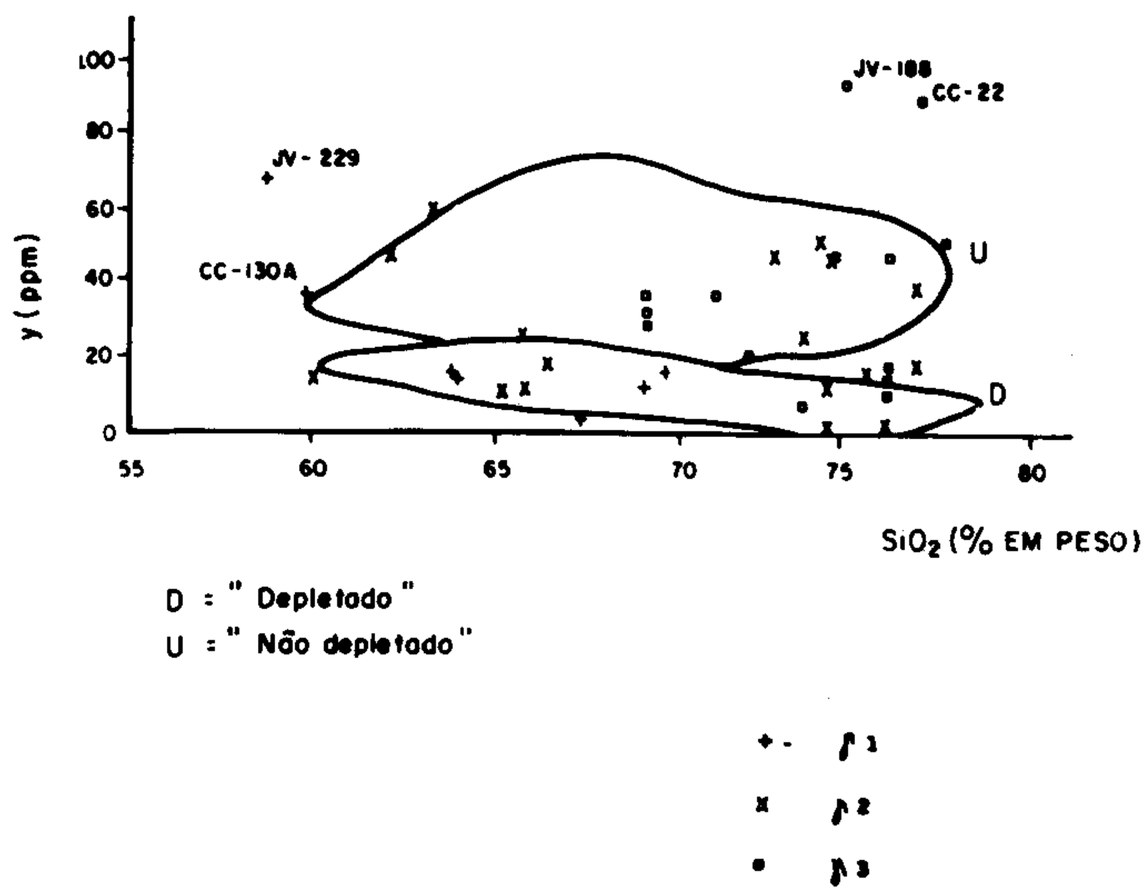



**Figura II.2.25** – Diagrama Y *versus* $SiO_2$ de Sheraton e Black (1988), aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

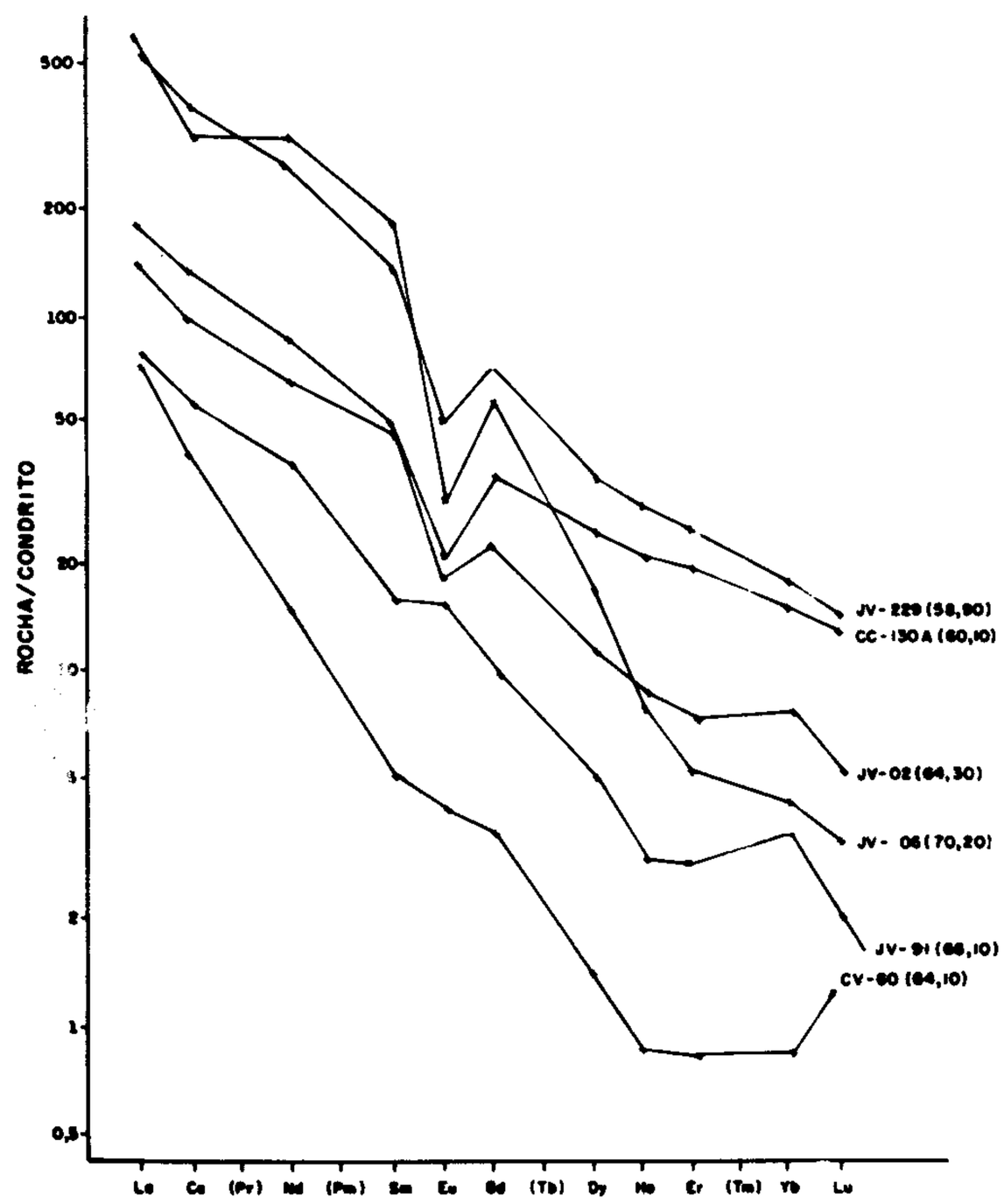



**Figura II.2.26** – Padrão de terras-raras para os granitos $\gamma 1$, normalizado segundo o condrito de Evensen, 1978. Os valores entre parênteses são os percentuais em peso de $SiO_2$.

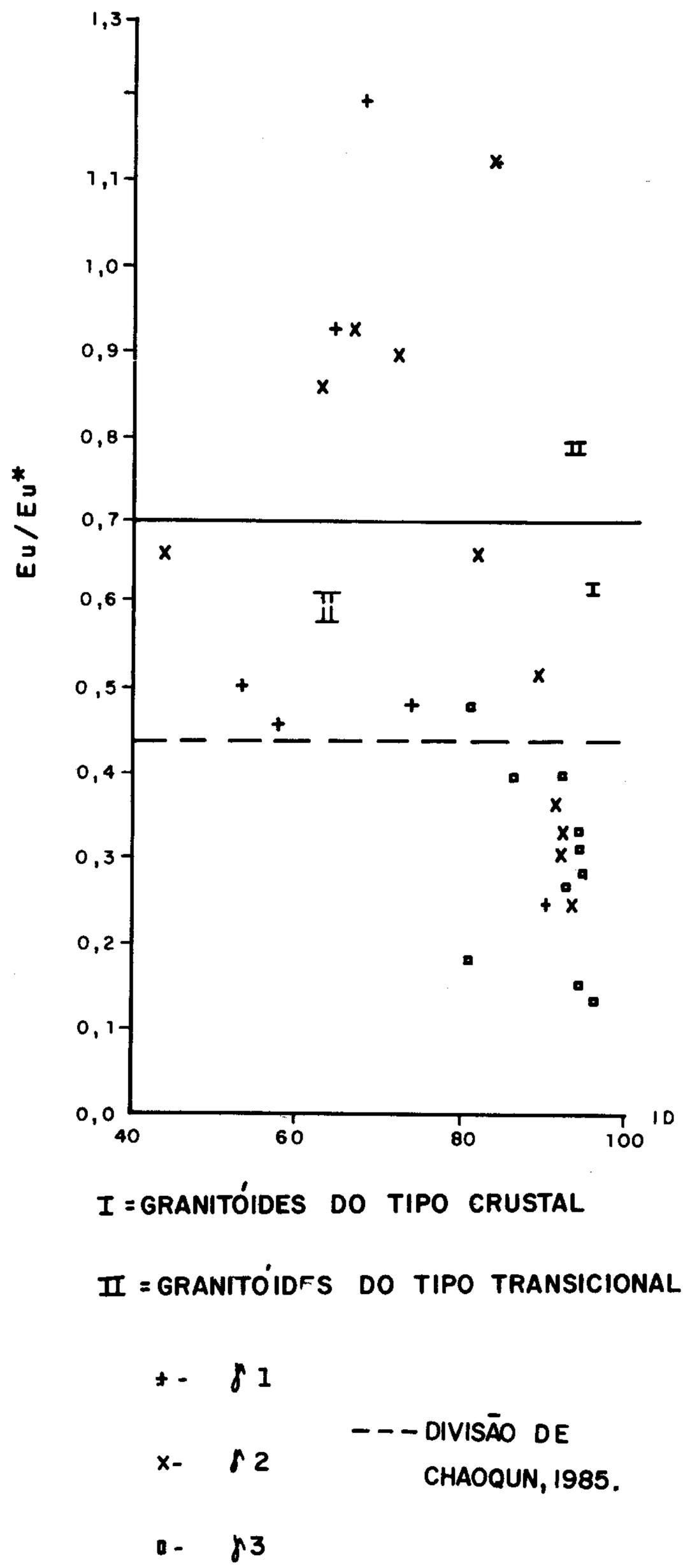



**Figura II.2.27** – Diagrama Eu/Eu* *versus* ID (índice de diferenciação) de Shen Jili e Liu Jiayuan, (1985), aplicado aosgranitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

A proposição de Valente (*op. cit.*) foi ratificada e ampliada pelo mesmo autor durante os trabalhos de levantamento geológico da Folha Leopoldo de Bulhões, para a denominação informal de Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), caracterizada por um conjunto de rochas atribuídas possivelmente a uma ambiência vulcânica, e subdividida em três unidades: Unidade Metavulcânica, constituída por anfibolitos, metabasaltos e metandesitos; Unidade Mista repre-

sentada por metatufos básicos a intermediários, com intercalações métricas a centimétricas de níveis clasto-químicos, xistos grafitosos, *cherts* puros e turmaliníferos, e Unidade Metassedimentar, contendo uma seqüência de xistos aluminosos, micáceos ricos em cianita e granada, com lentes e bolsões de agalmatolito cianítico e pirofilítico, e subordinadamente, grafita xistos, clorita xistos e intercalações de lentes de anfibolito e talco xisto.

Valente & Veneziani (1988), desenvolvendo trabalho específico de sensoriamento remoto como auxiliar na cartografia geológica, em uma área teste na região de Silvânia, adotam a mesma classificação anteriormente citada.

Na etapa final da cartografia da Folha Leopoldo de Bulhões, esta subdivisão é modificada, separando-se a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia em apenas duas unidades: metavulcânica e metassedimentar.

Neste trabalho, adota-se a proposição acima, ressaltando que na Folha Caraíba só ocorre a Unidade Metassedimentar da Seqüência Silvânia, sem a presença dos termos vulcano-clásticos.

A individualização das rochas da Unidade Metassedimentar da Seqüência de Silvânia, das rochas da Unidade B do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaB) é bastante dificultada pela sua semelhança litológica. Entretanto, diferenciam-se pela presença, na primeira, de xistos hiperaluminosos com formação de bolsões de agalmatolito pirofilítico e cianitítico e presença de grafita xisto. Na continuidade desta unidade para a Folha Leopoldo de Bulhões, encontram-se intercalações de anfibolitos e a passagem transicional para uma seqüência químico-clástica associada com rochas básicas compostas de anfibolitos, metabasaltos a metandesitos.

Outro fato que possibilita esta individualização é a presença de granitóides tipo γ2, contendo xenólitos de anfibolitos encontrados dentro da Unidade Metassedimentar de Silvânia, sugerindo tratar-se de um nível crustal mais inferior.

### 2.4.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Na área, a seqüência ocorre de forma restrita (figura II.2.29) na porção centro-oeste da folha, ocupando uma faixa de largura variável com extensão aproximada de 15 a 20km, que constitui a Serra do Bugre.

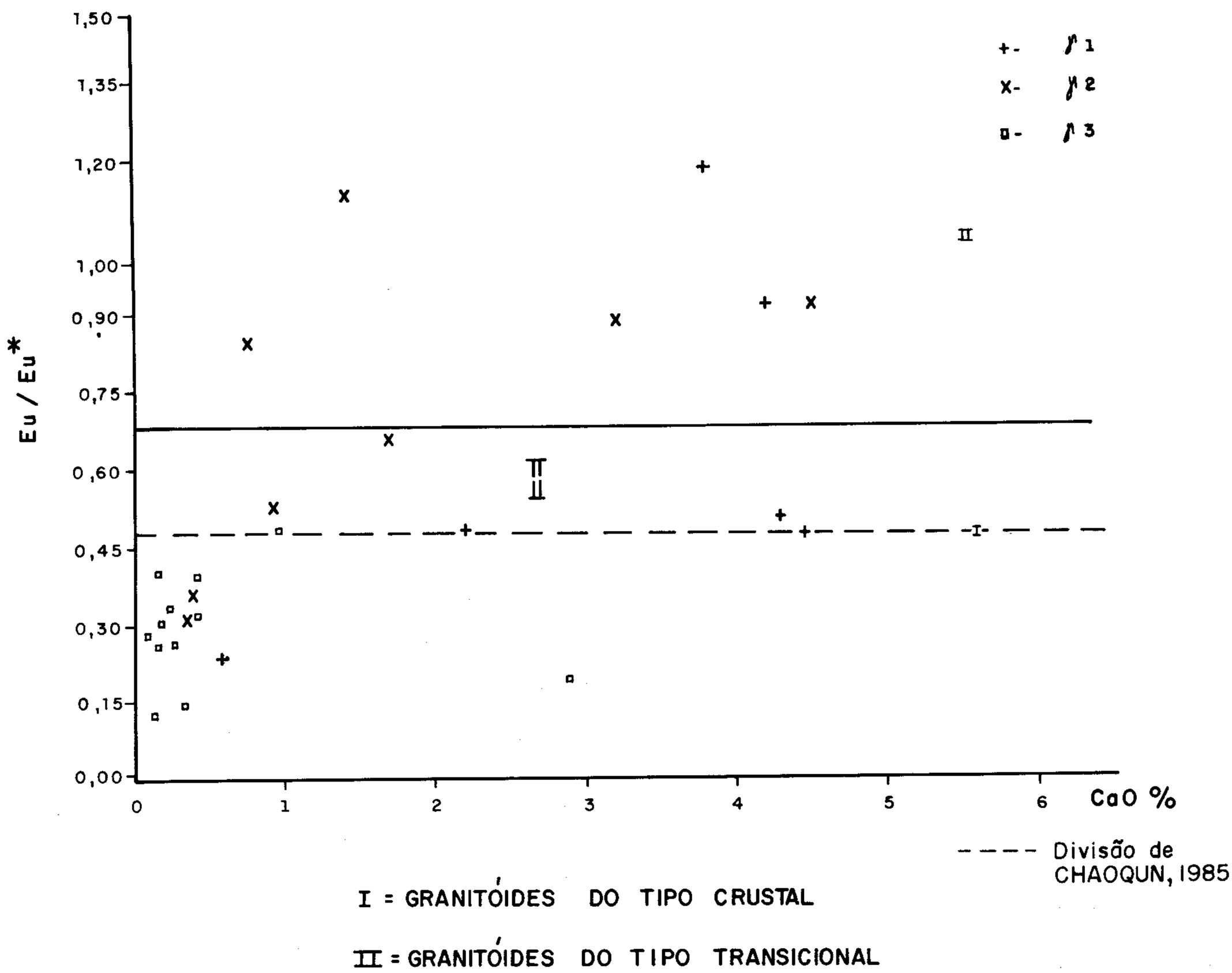
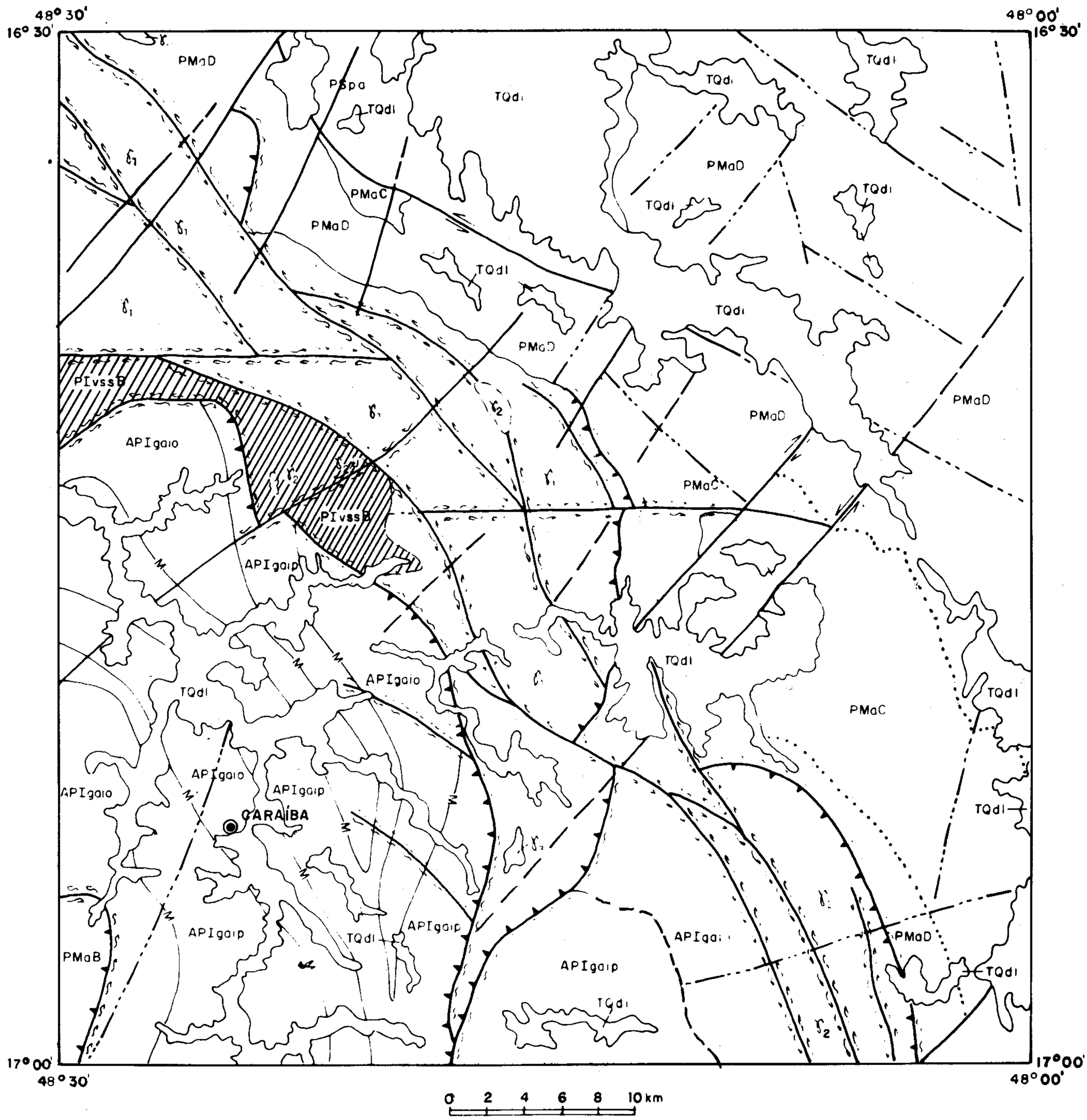



**Figura II.2.28** – Diagrama CaO *versus* Eu/Eu* segundo Shen Jili & Liu Jiayuan (1985), aplicado aos granitos γ1, γ2 e γ3.




Contato definido

Contato aproximado

Contato transicional

Falha e ou Fratura

Zona de cisalhamento

Zona de cisalhamento contracional

Zona de cisalhamento transcorrente dextral

Zona de cisalhamento transcorrente sinistral

TQdl - cobertura detrito-laterítica; PSpa - grupo paranoá; $\gamma_3$ - granitóide; PMaB, C e D - Grupo Araxá Sul de Goiás B, C e D; $\gamma_2$ - granitóide; PIvssB - seqüência metafvulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar/mista, unidade B; $\gamma_1$ - Granitóide; APIgaio, APIgaip - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos

**Figura II.2.29**– Distribuição geográfica da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia: Unidade Metassedimentar (PIvssB).

Os contatos com as unidades adjacentes são geralmente tectônicos, como é observado na passagem para os granulitos e o Granitóide γ1 que se faz através de zonas de cisalhamento contracional e frontal, de baixo ângulo, que colocam as rochas do Complexo Granulítico sobre as rochas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, e estas, sobre as rochas do Granitóide γ1.

### 2.4.3 Rochas e Metamorfismo

A seqüência, conforme anteriormente mencionado, ocorre na área apenas a Unidade Metassedimentar (PIvssB), representada por moscovita-quartzo xisto, muscovita-cianita-quartzo xisto, granada-biotita-moscovita-quartzo xisto, e, subordinadamente, clorita-quartzo xisto, clorita-granada-muscovita xisto, grafita xisto, muscovita quartzito e intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito (alg).

Na Serra do Bugre, foi individualizada uma seqüência predominantemente psamo-pelítica (PIvssBxt) caracterizada por granada-moscovita-quartzo xisto e cianita-moscovita-quartzo xisto com intercalações de quartzitos (qt).

**Quartzo Micaxisto** – É uma rocha de coloração cinza-esbranquiçado, avermelhado pela alteração, com xistosidade bastante desenvolvida e estiramento mineral bem marcante. Trata-se de uma seqüência metapelítica aluminosa, exibindo sutis variedades faciológicas determinadas pelo conteúdo relativo de seus componentes mineralógicos essenciais, tais como: quartzo, granada, biotita, muscovita, cianita, sericita e clorita, assim como pela variação granulométrica e presença ou não de remobilizados de quartzo.

É um xisto diaftorético, caracterizado por uma paragênese retrometamórfica sobre xisto granatífero. Ao microscópio revela textura granolepidoblástica, estrutura orientada com anastomosamento das foliações S e C, exibindo bandas mais ricas em quartzo e outras com predominância de minerais micáceos. A granada está parcialmente cloritizada. A muscovita é em parte derivada da desferrificação da biotita. A cianita apresenta-se maciça, em prismas alongados, materializando a lineação de estiramento ou sendo completa ou parcialmente substituída por muscovita/sericita, mantendo o idiomorfismo dos cristais. Da paragênese original, resta apenas o quartzo em finos agregados poligonizados na matriz (tabela II.2.12).

**Grafita Xisto** – Ocorre de maneira restrita sob forma de intercalações centimétricas a métricas, constituindo lentes geralmente concordantes com a foliação milonítica nas zonas mais cisalhadas, exibindo coloração escura e uma estruturação interna complexa e marcante lineação de estiramento. É constituído de quartzo, sericita, muscovita e grafita.

**Quartzito (qt)** – Ocorre intercalado no granada-muscovita-cianita-quartzo xisto, principalmente na serra do Bugre e na margem esquerda do ribeirão Extrema. Apresenta cores variadas (amarelo, creme, branco), granulação média, entre 0,3 a 0,7mm, textura granoblástica, composto de quartzo, muscovita, biotita, sericita e clorita. O quartzo apresenta forte disposição planar orientada, com os cristais estirados, com evidências de deformação intracristalina, como extinção ondulante e subgranulação. Nas variedades mais grosseiras, milimétricas, esse mineral pode constituir destacados porfiroclastos em matriz subgranulada. A mica, biotita e biotita muscovitizada ocorrem em palhetas milimétricas igualmente orientadas na direção do alongamento do quartzo. A muscovita pode, eventualmente, ocorrer sob a forma de porfiroclastos deformados, sigmoidais (*mica fishes*) e a rocha pode ser considerada como um milonito SC tipo II, no sentido

**Tabela II.2.12** – Associação pelítico-psamítica da seqüência metavulcanossedimentar de Silvânia – (% estimada).

| Mineralogia / Nº da Lâmina (JV) | 105C | 112 | 1688 | 184 | 186A | 187A | 187C | 203A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 75 | 50 | 90 | 50 | – | 90% | 19% | 15% |
| Muscovita | 15 | 30 | – | 25 | – | – | 15% | 32% |
| Biotita | 10 | – | 10 | – | – | – | – | 10% |
| Clorita | – | 10 | – | – | – | – | – | 10% |
| Sericita | – | – | – | 15 | – | – | – | 05% |
| Cianita | – | – | – | – | 0,1% | – | – | 05% |
| Granada | – | – | – | – | TR | – | – | 20% |
| Epidoto | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Opacos | – | – | – | 05 | 04% | – | 01% | 03% |
| Opacos (graf.) | – | – | – | – | – | 05% | – | – |
| Opacos (FeO) | TR | 10 | TR | – | – | – | – | – |
| CArbonato | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Zirão | TR | TR | – | TR | – | – | – | – |
| Pirofilita | – | – | – | – | 95% | – | 65% | – |
| Turmalina | – | – | – | TR | – | 05% | TR | – |
| Apatita | – | – | – | – | – | TR | – | 16% |

de Lister & Snoke (1984). Entretanto, o melhor exemplo de milonito SC tipo II é dado pelos muscovita quartzitos finos (fotomicrografias 05 e 06). Nesses casos, o quartzo ocorre em finíssimos *ribbons* com 0,1mm de espessura e comprimento milimétrico a centimétrico. São compostos de agregados irregulares e retangulares, menores que 0,1mm *ribbons* tipo B4 de Boullier & Bouchez (1978). Entremeado nos *ribbons* ocorre uma fina mesóstase (0,01mm) de quartzo e sericita. A muscovita ocorre na forma de porfiroclastos de 0,5 a 2,0mm de comprimento. Além da forma sigmoidal, os porfiroclastos exibem diversas evidências de deformações intracristalina, como: *kinking*, extinção anômala, além de sombras de pressão assimétricas. (fotomicrografia 06). Constituem, assim, produtos de boudinamento e microfalhamento de pa-lhetas preexistentes, num regime deformacional não coaxial, em condições dúcteis, e sob regime decrescente de temperatura (Lister & Snoke, 1984).

Nos casos identificados, a clivagem (001) dos *fishes* apresenta-se fracamente inclinada contra o sentido do cisalhamento (fotomicrografias 05 e 06), tornando-se de utilidade duvidosa como indicador cinemático (do sentido de vorticidade). De toda a maneira, essas texturas são da maior importância por permitirem identificar duas foliações anastomosadas: a foliação S, representada pela direção de alongamento dos *fishes* (clivagem 001) e uma foliação C dominante e única passível de ser identificada mesoscopicamente que caracteriza uma superfície de cisalhamento e transposição geral (Sn=C).

Finalmente, é importante lembrar que a relação temporal entre o desenvolvimento das foliações nem sempre pode ser determinado. Em geral, as duas foliações são geradas em um mesmo episódio progressivo, tendo as duas caráter simultâneo, ou a foliação S, antecedendo ligeiramente à foliação C, sempre sob regime descendente de temperatura Lister & Snoke (1984) Davis *et. al.* (1987).

**Agalmatolito (alg)** – É uma rocha xistosa, composta essencialmente de pirofilita e cianita, pinita e quartzo, untuosa ao tato, granulação arenito fino, exibindo uma variedade de coloração, em função de sua composição, sendo branco-esverdeado a cinza-esverdeado, e quando predomina a pirofilita é acastanhado a amarelado quando apresenta-se mais quartzoso.

É encontrado principalmente na Fazenda Saturno, na margem esquerda do ribeirão Extrema; forma lentes e bolsões centimétricos a dezenas de metros, aflorando como blocos mais ou menos *in situ*, pouco salientes na superfície, constituindo, às vezes, pequenos amontoados de blocos e fragmentos em elúvio pouco espesso, originando morrotes alinhados (foto 06).

Segundo Dana (1949), o termo agalmatolito inclui termos variados como pinita, pirofilita e esteatita de textura amorfa maciça, contendo sílica na forma de quartzo livre e/ou feldspato. É parecido com a pinita maciça em sua textura amorfa, bem como outras características físicas, mas contém mais sílica. O agalmatolito chinês é constituído basicamente de pinita e alguma pirofilita, apresentando maior ou menor grau de impurezas.

O agalmatolito da área é muito semelhante ao chinês, apresentando-se impuro, associado com cianita, turmalina, sericita, muscovita e quartzo, encaixado nos muscovita-quartzo xistos da Unidade Metassedimentar (foto 07).

Trata-se de xisto pelítico extremamente aluminoso com profunda alteração hidrotermal. Sua paragênese original foi quase que totalmente substituída por finíssimo agregado filitoso de baixa resolução microscópica, composto de pinita e pirofilita. Exibem porfiroblastos de cianita e na forma de prismas alongados e em menor quantidade cristais de turmalina em prismas idiomórficos dispersos na matriz.

Em meio aos agregados, ocorrem, muitas vezes, remanescentes de grandes (0,5mm) palhetas subidiomórficas de mica branca em vários estágios de retrogressão ao agregado pinítico.

O caráter pré-tectônico, porfiroclástico da mica branca é evidenciado pela deformação intracristalina das palhetas, especialmente: extinção anômala e *kinking*. Em meio aos agregados, ocorrem, eventualmente, lentes constituídas por finos agregados poligonizados de quartzo.

Associados a estas faixas de agalmatolito, encontram-se veios pegmatóides contendo quartzo, feldspato, muscovita em placas centimétricas e turmalina preta (afrizita). Os quais são também encontrados associados às zonas de *shear* no contato com as unidades adjacentes.

As características acima ressaltam a interveniência de um processo metamórfico-hidrotermal, responsável pela pinitização/ pirofilitização do cianita-muscovita-quartzo xisto da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB). Esse processo implica, necessariamente, em aporte externo de fluidos hidrotermais, o que ocorreu em período sin- deformacional, associado às zonas de cisalhamento dúctil.

Algumas amostras apresentam em meio à massa pinitizada remanescentes prismáticos que lembram fantasmas de aluminossilicato (cianita?)

Em outras, por sua vez, o processo de sericitização foi acompanhado igualmente por introdução de boro, conforme se pode deduzir da presença de prismas idiomórficos de turmalina.

A presença da turmalina e da cianita, minerais formados a temperaturas relativamente altas durante os processos hidrotermais, sugere uma relação próxima entre os algamatolitos e uma possível fonte ígnea. O processo acima descrito genericamente como hidrotermal pode sugerir, assim, de uma maneira mais específica, a geração dos fluídos metassomáticos, a partir de possíveis corpos graníticos sin-tectônicos, com extensiva alteração das encaixantes: fenômeno para o qual a designação de greisenização é apropriada. Em áreas localizadas da folha, esse algamatolito pode ocorrer em escala considerável, passível de constituir depósitos de interesse econômico.

O grau metamórfico atingido pelas rochas desta unidade situa-se no intervalo superior da fácies xisto-verde, zona da granada (Miyashiro, 1973), atestado pela paragênese metamórfica quartzo + biotita + granada, observada nos quartzo-mica xistos.

Esse evento metamórfico ocorreu simultaneamente a um episódio deformacional de caráter não-axial; sob condições dúcteis (cisalhamento simples), conforme pode ser deduzido por indicadores cinemáticos como *mica fishes* em quartzitos e sistemas de porfiroclastos com sombra de pressão assimétrica.

A paragênese metamórfica foi retrometamorfizada em evento posterior, possivelmente de caráter dúctil/rúptil, com neoformação de quartzo + clorita + mica branca, característica do intervalo inferior da fácies xisto-verde. Esse novo evento metamórfico não deixou, a nível das seções delgadas observadas, registro de nenhuma superfície planar associada.

### 2.4.4 Petrogênese/Litoquímica

A natureza aluminosa da paragênese encontrada para esta unidade sugere uma derivação supracrustal, a partir de sedimentos pelíticos.

Este xisto aluminoso (agalmatolito) foi formado a partir de profundas alterações em xistos peraluminosos condicionados às zonas de cisalhamento dúctil, onde ocorreu intensa percolação de fluidos hidrotermais, que provocaram uma redistribuição e concentração do alumínio originalmente disponível nestas rochas.

Dentro desta Unidade Metassedimentar da Seqüência Silvânia (PIvssB), foi selecionada uma população de 9 amostras, duas de agalmatolito; duas de granada-biotita-quartzo xisto; três de granada-cianita-estaurolita xisto; uma de hornblenda-biotita-clorita-granada-muscovita-quartzo xisto e uma de xisto feldspático, e pelo índice de Shaw (1971), todas elas exibiram DF-negativo, confirmando desta forma a origem sedimentar (tabela II.2.13).

Objetivando confirmar a origem sedimentar destas rochas, utilizou-se os diagramas triangulares ACF e A'KF (figura II.2.30 A e B) de Winkler (1977). No diagrama ACF, cinco amostras se dispuseram relativamente espalhadas, enquanto as demais se localizaram próximo ao campo das grauvacas. No diagrama A'KF, duas amostras localizam-se no campo das grauvacas, 3 amostras situam-se no campo das grauvacas superpondo-se também ao domínio dos pelitos+margas e 5 amostras acham-se distribuídas no campo pelito + marga.

Pretendendo conseguir outras informações sobre o comportamento sedimentar desse litótipos, elaborou-se os diagramas triangulares de Wahlstrom & Kim (1959) – 1/3 – $SiO_2$ – ($CaO+MgO$) – ($Na_2O+K_2O$) $Al_2O_3$ – $CaO$ – ($MgO$ +$FeO$). (figuras II.2.31 e II.2.32), que revelaram uma distribuição muito espalhada das amostras, mas sempre próxima ao campo das rochas sedimentares, não havendo amostras no *trend* ígneo. No triângulo 1/3 $SiO_2$ – ($CaO+MgO$) – ($Na_2O+K_2O$). figura II.2.31, verifica-se uma tendência das amostras em se agruparem próximo ao campo das grauvacas.

Visando à melhor definição da natureza das grauvacas dessa unidade, foram aplicados os diagramas $CaO$ – $Na_2O$ – $K_2O$ (figura II.2.33) e $Fe_2O_3$ (total) – $MgO$ – $TiO_2$ de Condie (1967), onde se constatou que essas rochas têm uma *provenance* granodiorítica a quartzo monzogranítica.

Comparando as médias composicionais das grauvacas de Wyoming e das rochas granodioríticas, graníticas e quartzo dioríticas (Condie, 1967), com as amostras aqui analisadas, nota-se uma aproximação dessas amostras com as rochas de composição granodiorítica e das grauvacas de Wyoming, embora com teores de $Na_2O$ mais baixos.

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

No sentido de se determinar sua ambiência geotectônica, aplicou-se o diagrama de Roser & Korsch (1986), usando $SiO_2$ *versus* a razão $K_2O/Na_2O$ (figura II.2.34), onde se observou que a maioria das amostras plotam os campos: margem continental ativa e arco-de-ilha oceânico.

Das rochas desta unidade, apenas quatro amostras foram analisadas para os elementos de terras-raras – ETR, cujos padrões de curvas são mostrados no aranhograma da figura II.2.35, onde se pode observar um forte fracionamento em

**Tabela II.2.13** – Características químicas dos grupos formados a partir do dendograma gerado com as matrizes de distância euclidiana dos óxidos dos elementos maiores nas amostras da seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia – PIvssB.

| Dados Químicos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grupos | Amostras | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $MgO$ | $CaO$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | $TiO_2$ | $K_2O/Na_2O$ | Q(%) | Co | Ni | Sr | Y | DF | $Fe_2O_3(t)$ |
| GR I | JV-126A | 63,90 | 28,00 | 0,80 | 0,14 | 0,49 | 0,31 | 0,29 | 0,63 | 63,68 | – | 10 | 20 | 20 | -2,25 | 0,19 |
| | JV-126D | 64,20 | 26,20 | 0,25 | 0,14 | 0,84 | 0,22 | 1,00 | 0,26 | 62,61 | – | – | – | – | -1,94 | 0,25 |
| GR II | CV-91C | 58,20 | 17,00 | 3,70 | 2,50 | 2,30 | 3,30 | 0,73 | 1,43 | 19,00 | – | 30 | 169 | 45 | -2,19 | 10,29 |
| | JD-69 | 62,90 | 16,10 | 3,30 | 2,80 | 3,50 | 2,30 | 0,94 | 0,66 | 23,00 | 20 | 55 | – | – | -0,49 | 7,44 |
| | JD-62 | 63,60 | 16,10 | 3,10 | 2,80 | 3,10 | 2,50 | 0,62 | 0,81 | 24,50 | – | – | – | – | -0,93 | 7,55 |
| | JD-48 | 65,10 | 15,00 | 2,10 | 1,10 | 2,00 | 3,00 | 0,94 | 1,50 | 34,00 | 20 | – | 109 | 41 | -2,63 | 7,92 |
| GR III | JV-184 | 78,20 | 13,2 | 0,55 | 0,10 | 0,36 | 3,7 | 0,42 | 10,28 | 63,30 | – | 15 | 5 | 50 | -4,32 | 1,18 |
| | CV-67A | 74,50 | 13,2 | 0,62 | 0,98 | 1,8 | 3,5 | 0,17 | 1,94 | 44,30 | – | – | 53 | 56 | -1,61 | 2,66 |
| GR IV | CV-91E | 44,60 | 19,8 | 5,00 | 1,20 | 0,67 | 2,9 | 3,10 | 4,33 | 10,99 | – | 35 | 7 | 62 | -7,22 | 20,61 |
| | JV-203A | 45,40 | 24,1 | 3,30 | 0,35 | 0,65 | 5,1 | 1,70 | 7,05 | 11,42 | 35 | 45 | 37 | 47 | -3,20 | 14,89 |

elementos de terras-raras leves – ETRL (La-Sm), enquanto os elementos de terras-raras pesadas (Gd-Lu) apresentam-se menos fracionados. As razões ETRL/ETRP estão entre 2,8 a 5, anomalias de La/Yb têm ampla faixa de variação de 7 a 27. Essa acentuada oscilação dessas razões demonstra uma substancial variação quanto à natureza (*provenance*) dos protólitos das amostras analisadas. Segundo McLennan & Taylor (1984), as amostras que revelaram maiores valores dessas razões representam produtos provenientes de rochas plutônicas ricas em Na (tonalitos e trondhjemitos).

Todas as amostras revelaram anomalias negativas em Eu, variando de 0,48 a 0,70 ppm e anomalias positivas de Gd, variando de 4,54 a 11,21ppm. Essas anomalias negativas de européio podem estar refletindo, segundo Nance & Taylor (1976), um padrão de anomalia oriundo de rochas supracrustais de idade pós-arqueana.

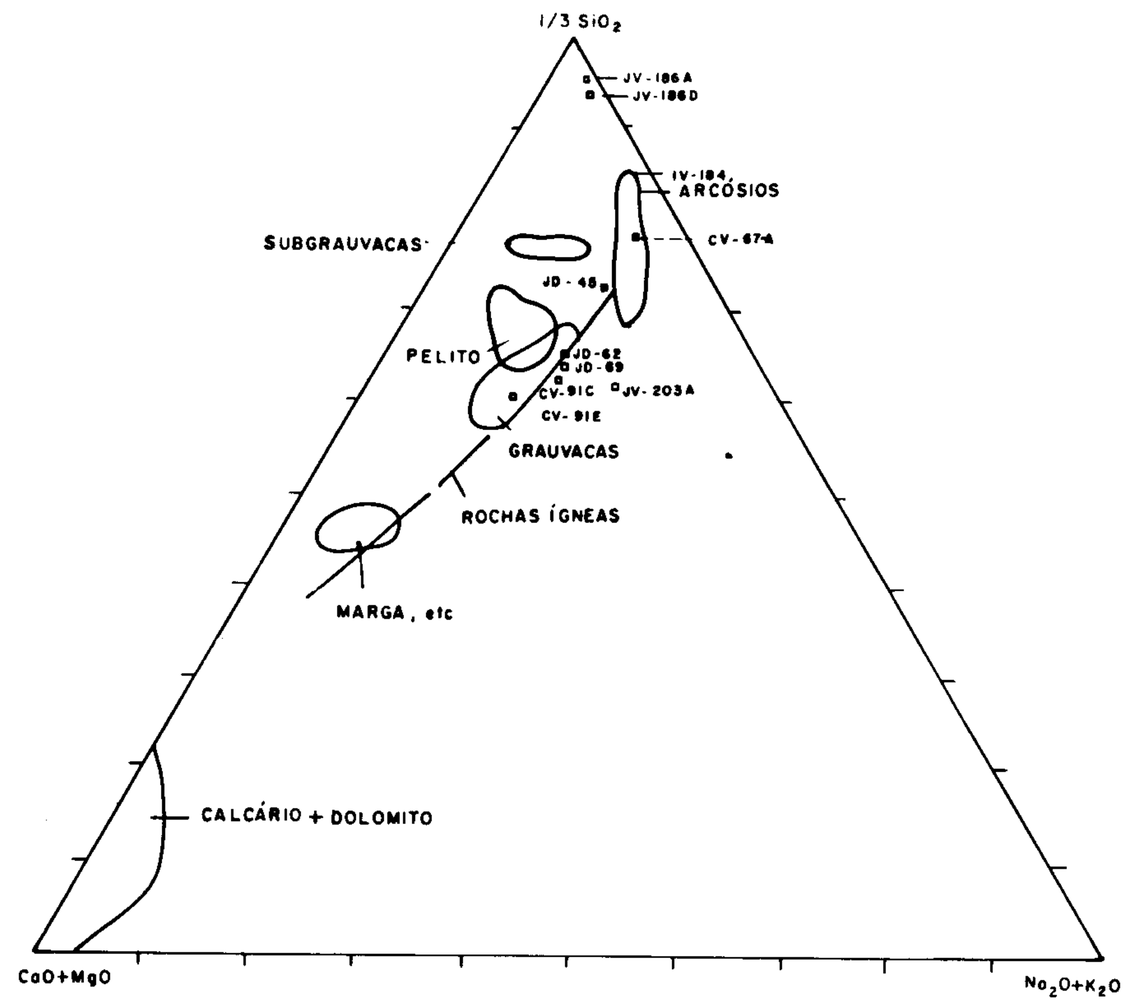



**Figura II.2.31** – Diagrama 1/3 $SiO_2$ – $CaO + MgO$ - $Na_2O + K_2O$ segundo Wahlstrom e Kim (1959), com os campos de composição química das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

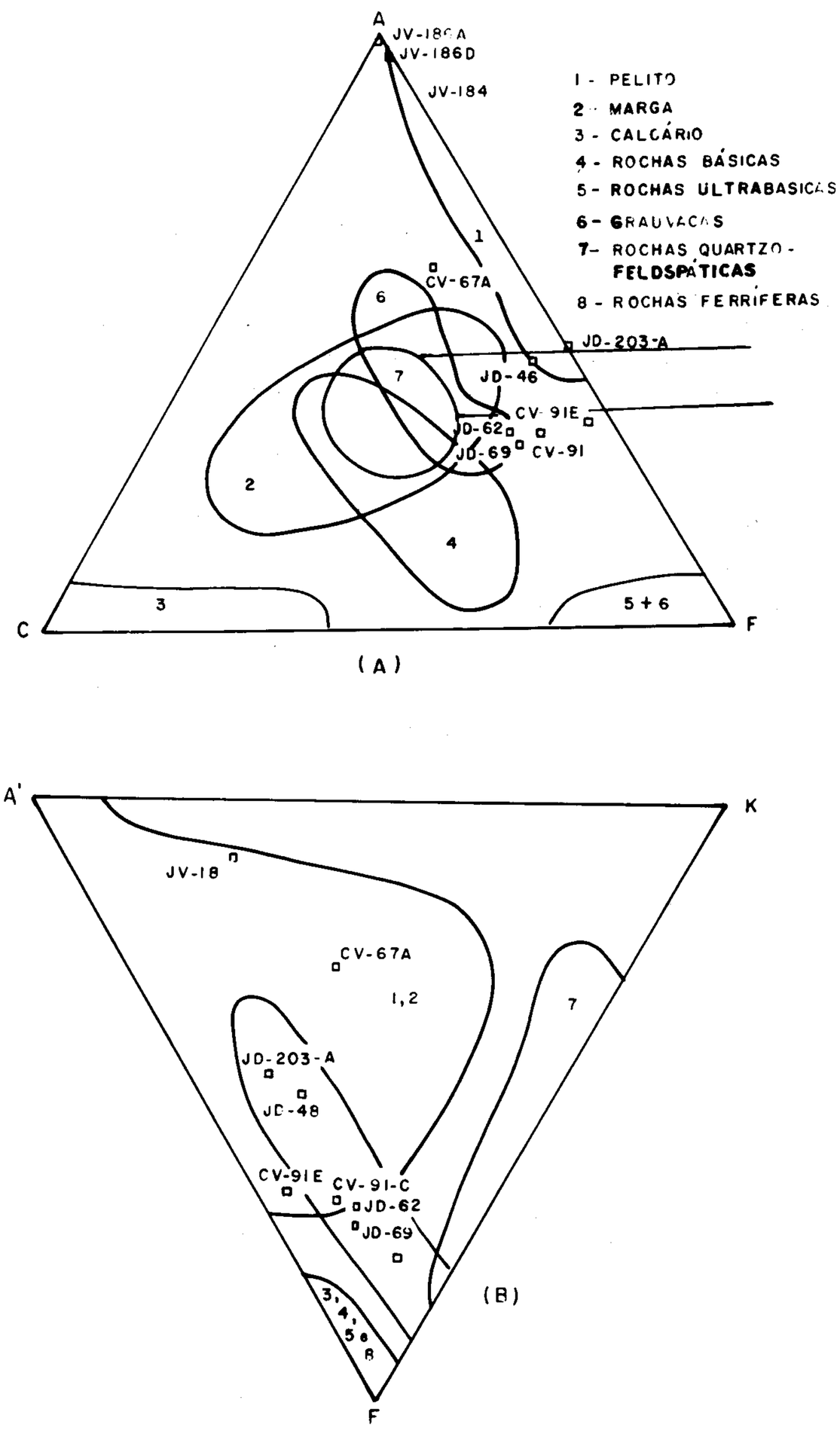



**Figura II.2.30** – Diagramas ACF e A'KF de Winkler (1979) e Eskola (1939) com os campos de composição química das rochas ígneas e sedimentares segundo Girardi (1979), aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

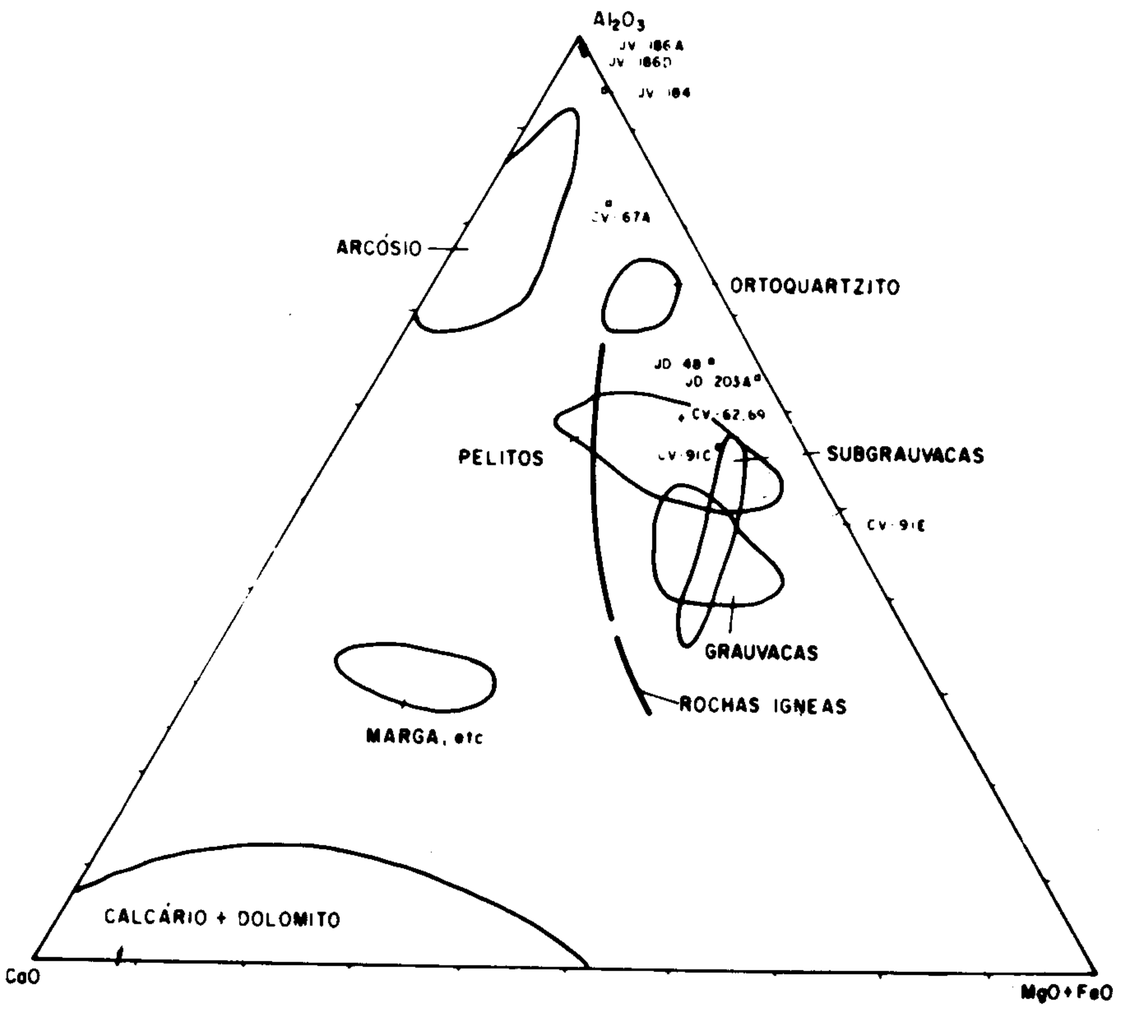



**Figura II.2.32** – Diagrama $Al_2O$ – $CaO$ – $(MgO + FeO)$ segundo Wahlstrom e Kim (1959), com os campos de composição química das rochas sedimentares e o trend das rochas ígneas aplicado à população da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

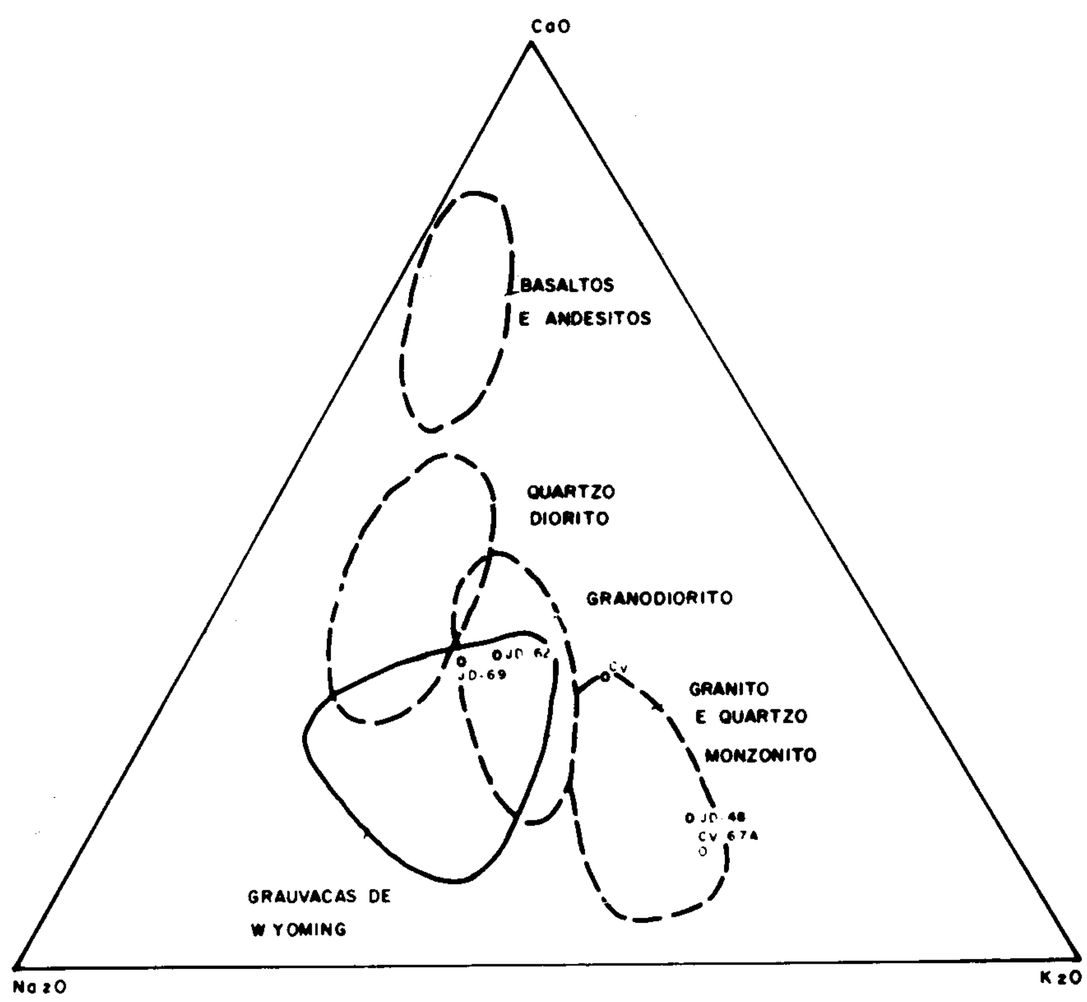



**Figura II.2.33** – Diagrama CaO – $Na_2O$ – $K_2O$ segundo Condie (1967), mostrando os campos composicionais das rochas ígneas e das grauvacas de Wyoming aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

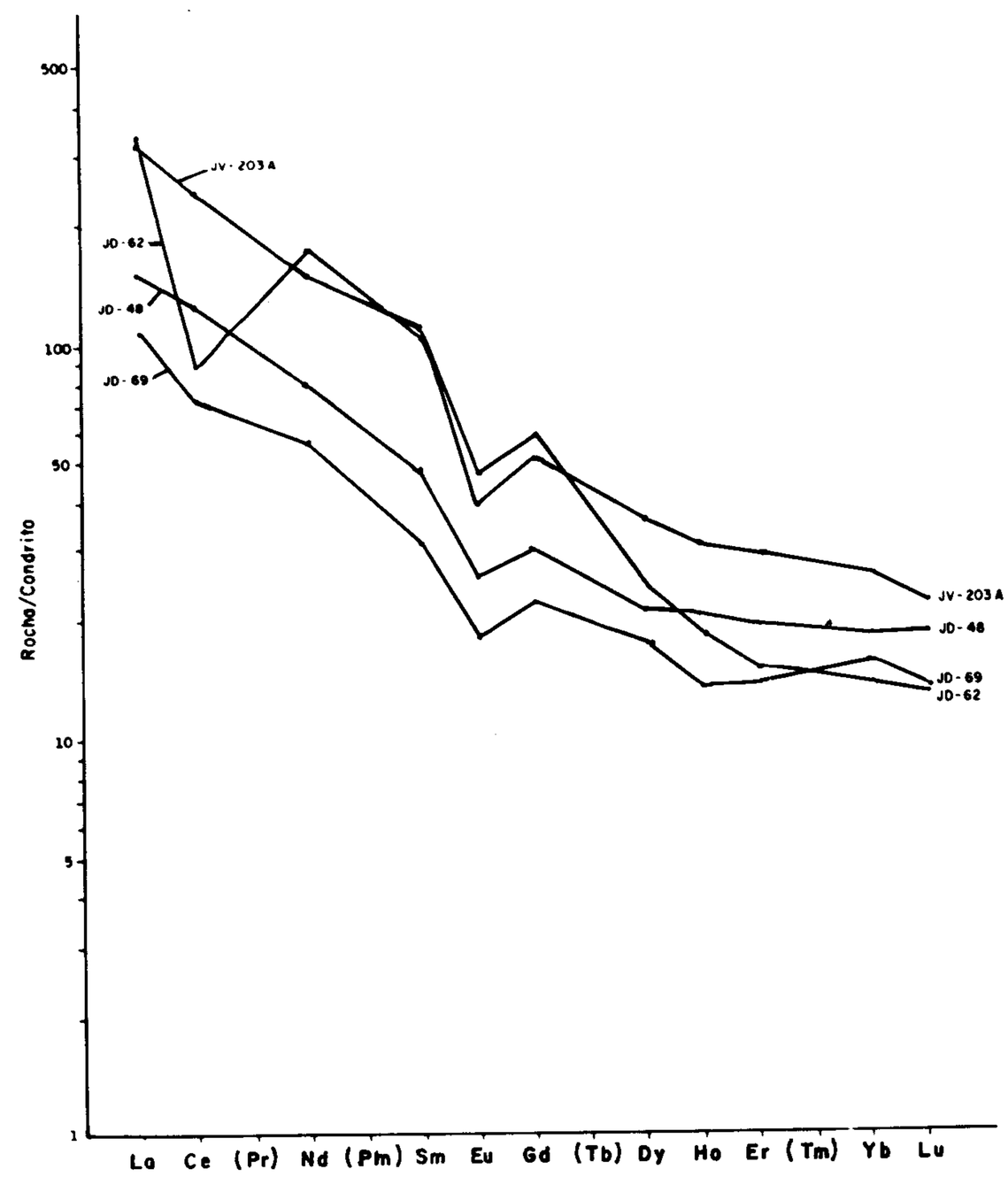



**Figura II.2.35** – Aranhograma dos elementos de terras-raras normalizados segundo o padrão condrito de Evensen, 1978. Amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

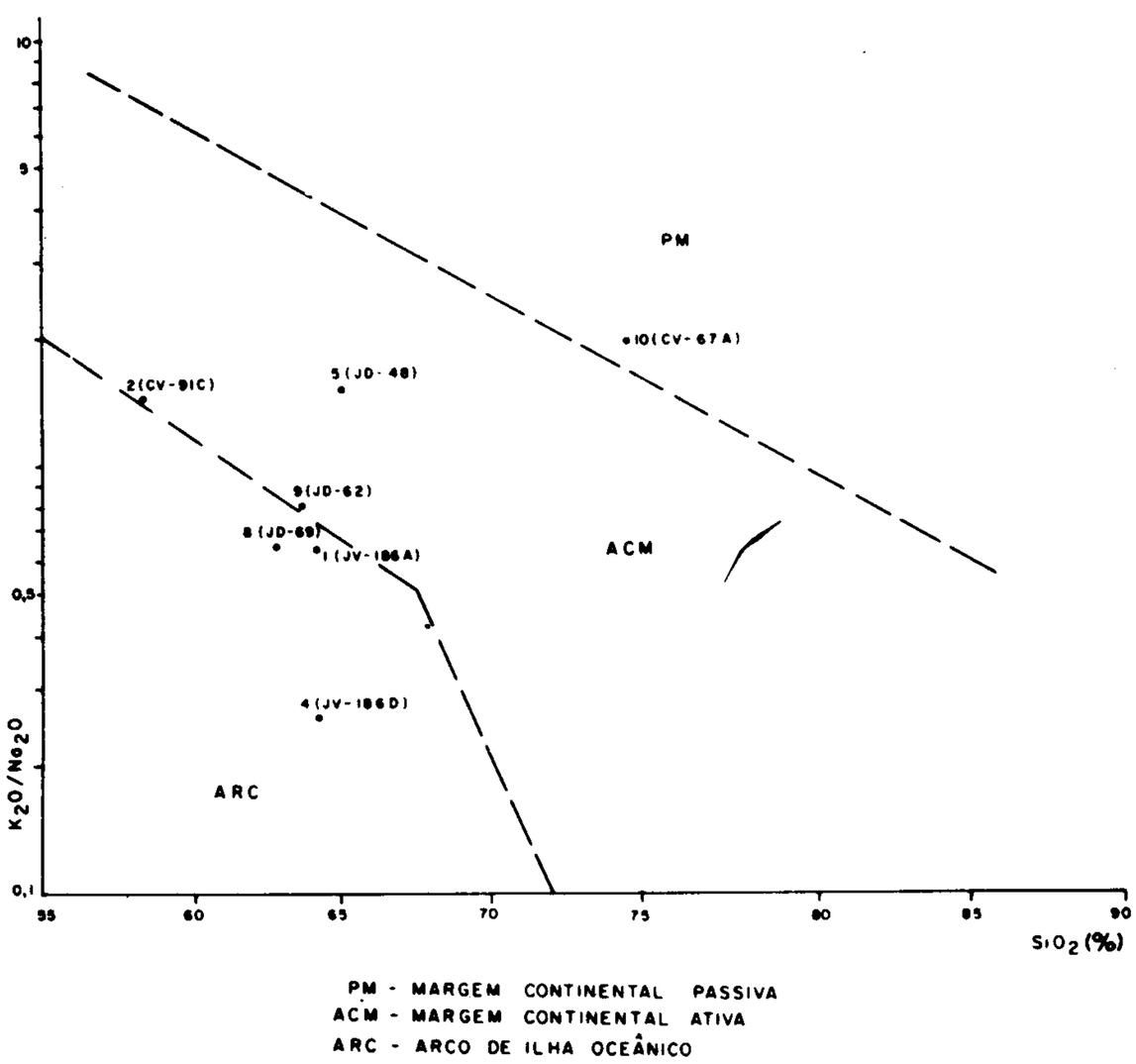



**Figura II.2.34** – Diagrama $K_2O/Na_2O$ x $SiO_2$ (%) segundo Roser e Korsch (1986), para discriminar os ambientes geotectônicos de deposição de arenitos e argilitos, aplicado às amostras da Unidade Metassedimentar da Seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia.

O padrão de paralelismo das curvas encontradas para as amostras JD-48, JD-69 e JV-203A evidencia uma certa cogeneticidade na formação dessas amostras, fato destoante da amostra JD-62. Nota-se pela tabela II.2.13 que as amostras mais ricas em CaO, são as que se encontram mais empobrecidas em ETR, enquanto as mais ricas em $Al_2O_3$ (JV-203A), apresentam-se com os valores mais altos de lantanídeos. Essas relações são coerentes com as proposições de Fleet (*in* Henderson, 1987), em que rochas argilosas são mais enriquecidas em lantanídeos quando comparadas com as rochas quartzosas e carbonáticas.

Uma amostra evidencia uma forte anomalia negativa de Ce, além de apresentar-se mais fracionada em ETR, é provável que seu protólito tenha origem em rocha vulcânica félsica alcalina em ambiente marinho.

Desta forma, considerando o marcante fracionamento dos ETRL, bem como as anomalias negativas de európio, presume-se que as amostras dessa unidade depositaram-se num ambiente de margem continental ativa/arco-de-ilha.

## 2.4.5 Idade e Correlação

A partir dos dados litológicos, texturais e estruturais, acredita-se que esta seqüência possa ser correlacionada a outras seqüências vulcano-sedimentares situadas a oeste dos maciços básico-ultrabásicos de Niquelândia e Barro Alto, e outras faixas proterozóicas em Goiás, tais como Palmeirópolis, Juscelândia, Indaianópolis e Mara Rosa.

Atribui-se à Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB) uma provável idade proterozóica inferior, em comparação com as outras unidades acima mencionadas, bem como por encontrar-se cortada por granitóides da segunda geração (γ2), contendo enclaves de rochas desta seqüência, e o fato destes granitóides apresentarem idade do Proterozóico Médio.

## 2.5 Granitóide γ2

### 2.5.1 Comentários Gerais

Constituem a segunda geração de granitóides da área, sendo caracterizados por metagranitóides de composição granítica a granodiorítica, porfiríticos, de composição calci-alcalina ($K_2O > 1$), leuco a mesocráticos tipo I-MC (híbrido) (Ague & Brimhall, 1988) (tabela II.2.8.).

São granitóides crustais, gerados a partir da remobilização dos granitóides da primeira geração γ1 (foto 03).

### 2.5.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Ocorrem preferencialmente na porção sudeste da folha, nos vales do ribeirão Cachoeira, do córrego do Buriti e do rio Piracanjuba, onde posicionam-se imbricados tectonicamente, entre as rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) e os metassedimentos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), sendo estes contatos através de zonas de cisalhamento dúctil (figura II.2.36).

Subordinadamente, são encontrados na área de ocorrência dos granitóides γ1, e da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, Unidade Metassedimentar (PIvssB), (foto 08), onde exibem xenólitos de anfibolitos possivelmente pertencentes a esta seqüência.

Onde são observados, os contatos com os litótipos do Granitóide γ1 são abruptos (foto 03) ou gradativos, estando geralmente encobertos ou obliterados pelos fenômenos do cisalhamento.

### 2.5.3 Rochas e Metamorfismo

Este conjunto compreende, predominantemente, biotita metagranito porfirítico, metagranodioritos, e, subordinadamente, metatonalitos, encontrando-se extremamente afetados pelos efeitos de cisalhamento dúctil, com o desenvolvimento de texturas protomiloníticas a ultramiloníticas, dando à rocha aspecto gnáissico ou mesmo *augen* gnáissico nos litótipos porfiríticos, (fotomicrografias 07, 08 e 09).

A composição modal estimada destes granitóides está representada na figura II.2.37 e tabela II.2.14.

**Biotita Metagranito Porfirítico** – São plutonitos de coloração cinza-claro com manchas verde-escuro, textura protomilonítica milonítica/*augen* (blastoporfirítica) com porfiroblastos de até 5cm de comprimento, de feldspato potássico esbranquiçado (Foto 09), estrutura orientada a fracamente orientada, exibindo variação composicional e variando localmente a granodioritos ou quartzo sienitos.

São constituídos por plagioclásio (oligoclásio) xenomórfico, em porfiroclastos subarredondados por microgranulação nas bordas (textura *augen*); raramente geminado, com abundantes inclusões de quartzo; feldspato potássico, microclínio fortemente maclado tipo Albita-Periclina, pertítico com forma de ocorrência (porfiroclastos), similar à do plagioclásio (fotomicrografia 09); quartzo em porfiroclastos com forte extinção ondulante ou, mais comumente, subgranulado, constituindo a matriz fina com granulação na ordem de 0,1mm; biotita marrom, em sua quase totalidade desferrificada, transformada em mica branca, com palhetas deformadas, estiradas, eventualmente com formas sigmoidais (porfiroclásticas). Entre os acessórios, incluem-se zircão, apatita, opacos e allanita.

Nas variedades mais deformadas, os porfiroblastos de plagioclásio e feldspato potássico apresentam-se de forma assimétrica, dispersos em uma matriz fina, formada de agregados de albita, quartzo e minerais micáceos. O quartzo pode ocorrer na forma de *ribbons* nas variedades ultramiloníticas (fotomicrografia 09).

**Hornblenda-Biotita Tonalito** – Caracteriza-se por ser um granitóide semelhante ao anterior, porém com a deficiência de feldspato potássico e a presença de hornblenda verde escura em prismas subdiomórficos paralelos à foliação (foto 08).

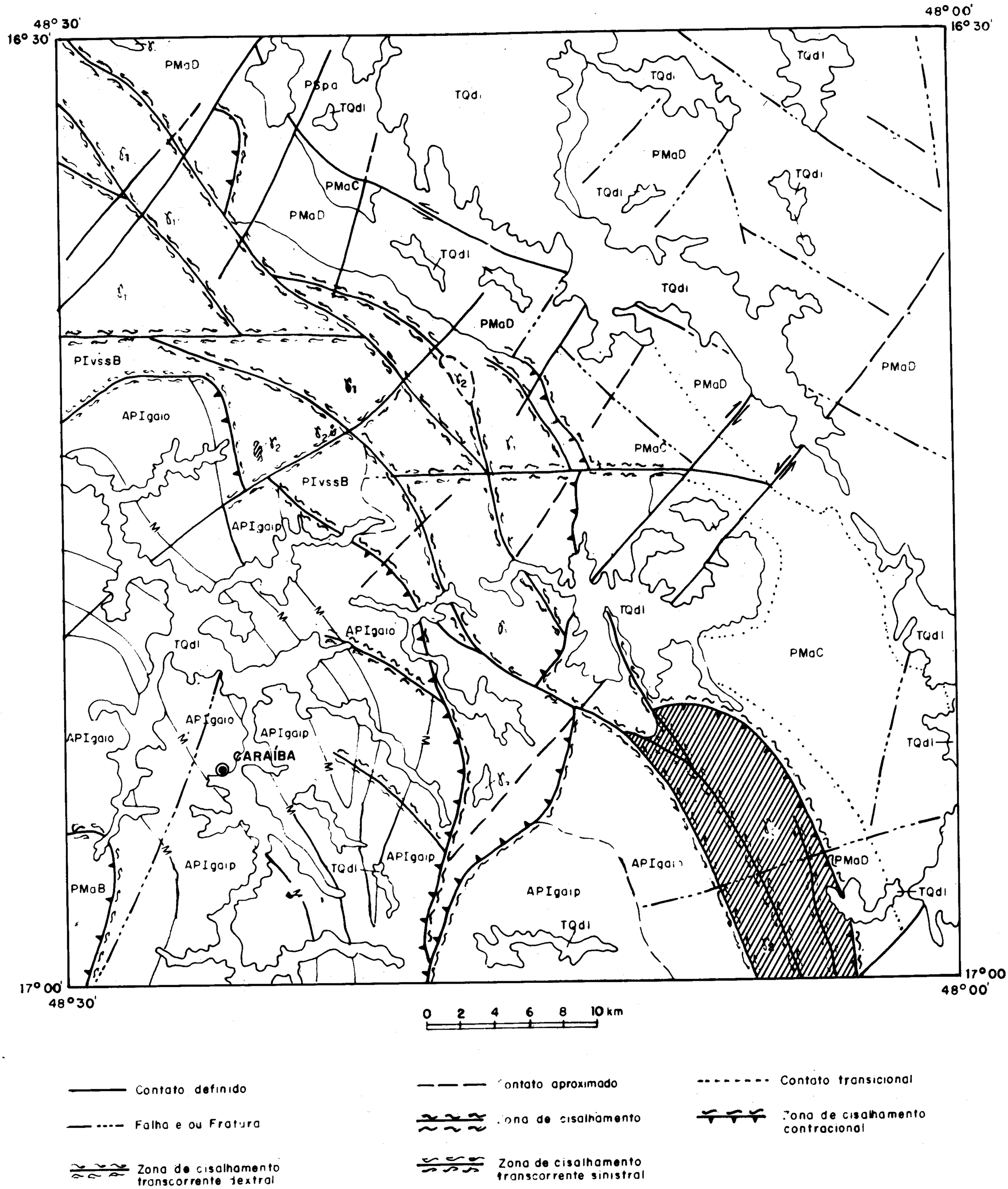
Exibe coloração cinza-claro com faixas escuras, textura hipidiomórfica granular, granulação média, estrutura orientada, às vezes maciça.

Localmente, englobados nestes granitóides, são encontrados xenólitos de anfibolito (foto 09) de dimensões decimétricas, atingindo até 50cm. Possuem formas angulares a elipsoidais, exibindo contatos bruscos com o metatonalito, podendo às vezes serem observadas faixas centimétricas, digeridas. Estes anfibolitos exibem características semelhantes aos anfibolitos pertencentes à Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB).

Os litótipos desta segunda geração de granitóides, à semelhança daqueles da primeira geração, também encontram-se intensamente afetados pelos fenômenos de cisalhamento dúctil em diversos estágios deformacionais, com o desenvolvimento de faixas miloníticas e expressiva lineação de estiramento mineral, ocorrendo localmente menos orientados (foto 10), ou mesmo maciça.

Nestas rochas são observadas tanto as lineações de estiramento mineral Lx 15°/310° associadas à fase Fn-1, quanto as lineações de estiramento mineral Lx 10°/270 da fase $F_2$ de imbricamento crustal.

Essas feições miloníticas servem de referencial para algumas considerações sobre a dissociação entre taxas deformacionais e taxas de recristalização geralmente observadas nos processos de cisalhamento dúctil. Com efeito, a forte deformação dos milonitos graníticos, relativamente aos protomilonitos tonalíticos, além de não significar necessariamente um evento deformacional de distinta intensidade, não significa um evento metamórfico em grau mais elevado.




TQdl - cobertura detrito-laterítica; PSpa - grupo paranoá; $\gamma_3$ - granitóide; PMaB, C e D - Grupo Araxá Sul de Goiás B, C e D; $\gamma_2$ - granitóide; PIvssB - seqüência metafvulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar/mista, unidade B; $\gamma_1$ - Granitóide; APIgaio, APIgaip - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos

**Figura II.2.36** – Distribuição geográfica do Granitóide $\gamma_2$.

**Tabela II.2.14** – Granitóide γ2 (% estimada).

| Minerais | JV-01 | JV-105A | JV-107A | JV-136 | JV-177 | JV-189 | JV-189B | JV-189C | JV-232A | JV-232C | JV-254 | JV-258 | JV-302 | JV-338 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 25 | 35 | 35 | 23 | 35 | 34 | 40 | 20 | 25 | 30 | 27 | 35 | 30 | 25 |
| Microclínio | 40 | 25 | 25 | 25 | 25 | – | – | 05 | 30 | 25 | 30 | 35 | – | 45 |
| Plagioclásio | 25 | 10 | 10 | 19 | 10 | 40 | 38 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 34 | 11 |
| Biotita | 05 | 05 | 10 | 10 | 05 | 07 | 05 | 10 | 02 | 03 | 10 | 06 | 05 | 04 |
| Muscovita | – | 20 | 15 | – | 15 | 01 | – | – | 03 | 10 | – | 05 | 10 | – |
| Sericita | TR | – | – | 05 | – | 05 | 05 | 03 | 05 | 05 | 10 | 05 | 03 | 02 |
| Epidoto | TR | 05 | TR | 03 | TR | 02 | 05 | 02 | 03 | TR | – | 01 | 10 | 03 |
| Clorita | TR | – | – | – | – | 05 | 05 | 03 | TR | – | – | – | 05 | 03 |
| Opaco | TR | TR | TR | 03 | TR | 02 | TR | TR | TR | TR | 03 | 01 | TR | 01 |
| Zircão | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR |
| Rutilo | TR | – | – | TR | – | 01 | TR | TR | – | TR | – | – | – | – |
| Apatita | – | – | TR | TR | TR | TR | TR | – | TR | – | TR | TR | TR | TR |
| Titanita | TR | TR | TR | 02 | – | – | – | 01 | 02 | 02 | – | 02 | – | – |
| Carbonato | – | – | – | TR | – | 02 | 02 | TR | TR | – | – | – | – | 03 |
| Fluorita | – | – | – | TR | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 02 |
| Cassiterita (?) | – | – | – | TR | – | – | – | – | – | – | – | TR | – | – |
| Granada | – | – | – | – | 05 | – | – | – | – | – | – | – | 03 | – |
| Hornblenda | – | – | – | – | – | – | – | 15 | – | – | – | – | – | – |
| Tremolita | – | – | – | – | – | – | – | 05 | – | – | – | – | – | – |
| Clinopiroxênio | – | – | – | – | – | – | – | 01 | – | – | – | – | – | – |
| Allanita | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 01 |

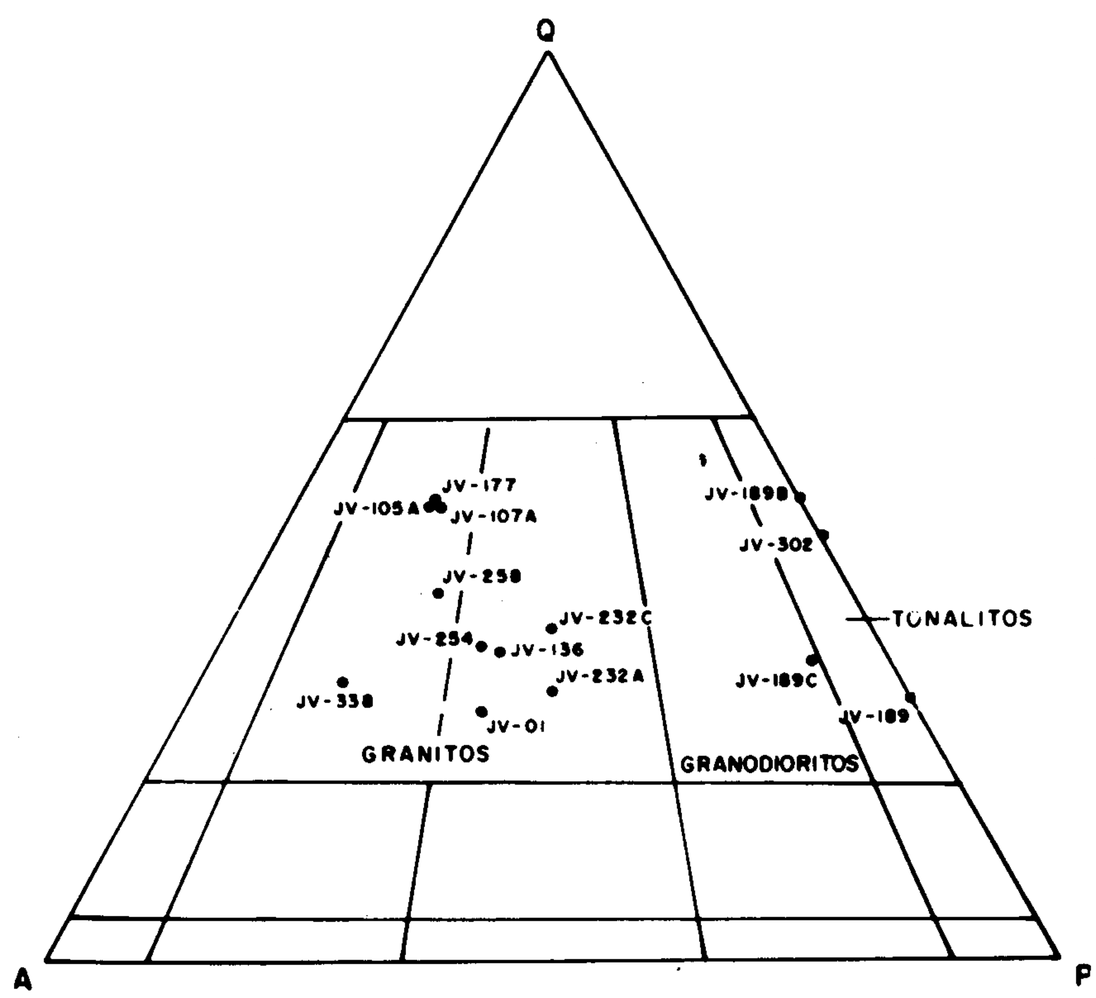



**Figura II.2.37** – Diagrama Triangular QAP (Streckeisen, 1975).

Entretanto, a presença de restos da paragênese primária ainda é observada e é caracterizada por quartzo + biotita (marrom) + plagioclásio (oligoclásio), indicando condições metamórficas da fácies xisto-verde alto a anfibolito baixo. E, nas zonas de cisalhamento, esta paragênese é degradada pelos processos retrometamórficos para quartzo + albita + clorita + mica branca ± titanita + epídoto típica da fácies xisto-verde baixo.

A ocorrência da hornblenda é devida a sua proximidade com xenólitos de anfibolitos parcialmente digeridos, não caracterizando uma mudança no grau metamórfico.

### 2.5.4 Petrogênese/Litoquímica

Segundo a classificação de Ague & Brimhall (1988), as rochas desta unidade são enquadradas como granitóides do tipo I-MC, crustais híbridos, gerados a partir da fusão parcial dos granitóides da primeira geração, constata-se que ainda preservam o caráter aluminoso dos últimos, constituindo um estágio intermediário no processo de remobilização crustal entre a primeira e a terceira gerações de granitóides, apresentando, por vezes, características dos dois conjuntos.

Utilizando-se a classificação químico-mineralógica Q-P de Debon & Le Fort (1985) (figura II.2.20), as amostras desta população posicionaram-se principalmente no campo dos granitos e granodioritos, com adamelito e quartzo sienito subordinados. As amostras distribuídas através do campo dos granodioritos apresentam uma acentuada superposição com os granitóides da primeira geração (γ1), enquanto aquelas espécimes que, situadas nos domínios dos granitos, misturam-se com as amostras relativas ao granitóide da terceira geração (γ3). Este fato vem confirmar a hipótese de que esses granitóides da segunda geração (γ2) são tipicamente híbridos, e formados a partir do processo de *magma mixing*, correspondendo a um estágio intermediário do processo de remobilização da crosta.

O diagrama CaO – $Na_2O$ – $K_2O$ (figura II.2.21) confirma o caráter híbrido dessa geração de granitóides, evidenciando uma tendêndia calcialcalina com a razão $K_2O/Na_2O$ (IP – Índice Petrogenético – Engel *et al.*,1974), com valores acima e abaixo da unidade (tabela II.2.15).

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

Utilizando-se os diagramas de Debon & Le Fort (1983) (figura II.2.22) e Rapela & Caminos (1987) (figura II.2.23) constatou-se uma predominância no *trend* peraluminoso mesocrático para esses granitóides, com leve inclinação para o lado metaluminoso.

As relações $Fe^{+2}$ e $Fe^{+3}$ apresentadas na figura II.2.24 revelam que a maioria das amostras dessa população ocupa o campo dos granitos da série ilmenita de Ishihara (1977). Este fato vem comprovar a suposição de que esses granitóides $\gamma 2$ são essencialmente crustais, fato esse confirmado pela presença constante de coríndon normativo, biotita e baixa freqüência de diopsídio e hornblenda. (tabela II.2.16).

Os teores dos elementos-traço como Rb, Sr, Cu e Zn, bem como as relações Rb/Sr (tabela II.2.17), enquadram esses granitóides como do tipo I-MC (moderadamente contaminado) segundo a classificação de Ague & Brimhall (1988).

O caráter híbrido dessa população é confirmado quando se utiliza o diagrama de Sheraton & Black (1988), que analisa a participação do Y *versus* $SiO_2$ (figura II.2.25), com as amostras distribuindo-se em ambos os campos (depletados e não depletados), embora se verifique uma tendência a predominar o caráter não depletado desses granitóides.

Em termos dos elementos de terras-raras (ETR) selecionou-se uma população de 13 amostras desses granitóides g2, cujas curvas padrões acham-se representadas na figura II.2.38, onde exibem um caráter tipicamente heterogêneo ou híbrido. Em primeiro plano, destaca-se um conjunto de 7 amostras (figura II.2.38A) que mostram as seguintes características:

1 – Acentuada anomalia de Eu (máximo de 0,251 e mínimo 0,671), sendo que os maiores valores de Eu/Eu* encontram-se relacionados aos maiores valores de sílica (tabela II.2.17).

2 – O somatório dos ETR com um mínimo de 38 e máximo 313 com um valor médio 103 inferior ao valor estabelecido por Taylor (1979), para crosta superior (200,07), mas é superior ao valor representativo da crosta inferior (78,71), evidenciando desse modo condições de crosta intermediária na geração desses granitóides.

3 – Predominância de declive geral das curvas de forma suave para a direita, com enriquecimento dos elementos de terras-raras leves – ETRL, com uma variação 50 a 150 vezes o condrito. As relações Ce/Yb variam de 2 a 8 (tabela II.2.17).

4 – Os ramos do ETRP distribuem-se sub-horizontalizados, indicando leve enriquecimento, variando entre 10-25 vezes o condrito. Os valores das razões Yb/La oscilam entre 0,094-0,32 (tabela II.2.17).

Essas 7 amostras nas 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.2.39 elas plotem o campo dos granitóides transicionais. Podem ser correlacionados com os granitos da categoria 2 (Eu/Eu* = 0,7 a 0,3) de Zhonggang (1982), para os quais é postulada uma origem a partir da fusão parcial, em diversos graus da crosta superior.

Entretanto, na figura II.2.38 de B a G encontram-se seis padrões de curvas completamente distintas daquelas descritas acima. Com base nos padrões das curvas dessas amostras, bem como a partir dos dados constantes da tabela II.2.17, pode-se concluir que duas amostras são granulitos paraderivados aluminosos, relativamente enriquecidos em ETRL e empobrecidos em ETRP, devendo ser consideradas como de outra população, não compreendendo desta forma granitóides desta geração, e sendo posteriormente juntadas a sua população correspondente.

Algumas amostras apresentam padrões de ETR caracterizados por fortes declives das curvas para a direita, decorrente 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 típicos de granitos tipo *sintaxis* segundo 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 correlacionam-se aos granitos da categoria $\gamma 1$ de Zhonggang (1982) com Eu/Eu* em torno de 0,7, que se originam a partir da fusão da crosta inferior.

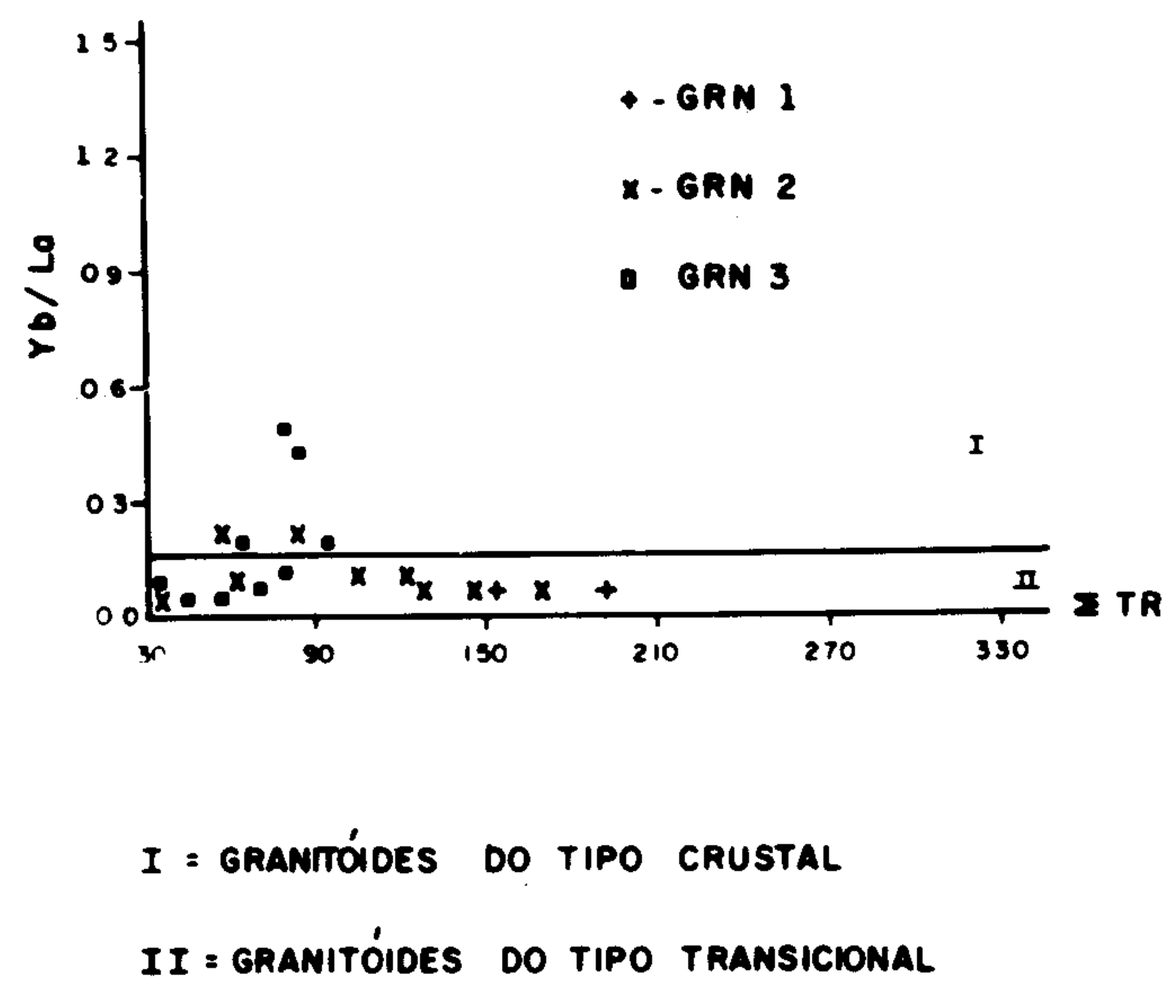



**Figura II.2.39** – Diagrama Yb/La *versus* ETR de Shen Jili e Liu Jiayuan (1985), aplicado aos granitos $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$.

TABELA II.2.15 – Parâmetros litoquímicos.

| PARAMETROS PETROQUIMICOS / AMOSTRAS | ID | RA | FOX | IP | F | CNP | IC | ICR | PAL | PALK |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GRANITO GAMA 1 | | | | | | | | | | |
| 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 | 15,68 | 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 |
| MEDIA | 74,73 | 0,35 | 0,33 | 1,07 | 77,12 | 27,55 | 10,58 | 14,75 | 1,07 | 0,61 |
| GRANITO GAMA 2 | | | | | | | | | | |
| 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 |
| MEDIA | 81,16 | 0,36 | 0,41 | 2,43 | 78,74 | 19,03 | 9,13 | 8,58 | 1,36 | 0,62 |
| GRANITOS GAMA 3 | | | | | | | | | | |
| 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 |
| MEDIA | 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);

**Tabela II.2.16 – Minerais acessórios e alumino-silicatos.**

| MINERAIS NORMATIVOS / AMOSTRAS | Mt | Il | C | Di | Hy | Horb | Bt | Granada | Sill |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GRANITO γ1 | | | | | | | | | |
| 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 γ2 | | | | | | | | | |
| 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 γ3 | | | | | | | | | |
| 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

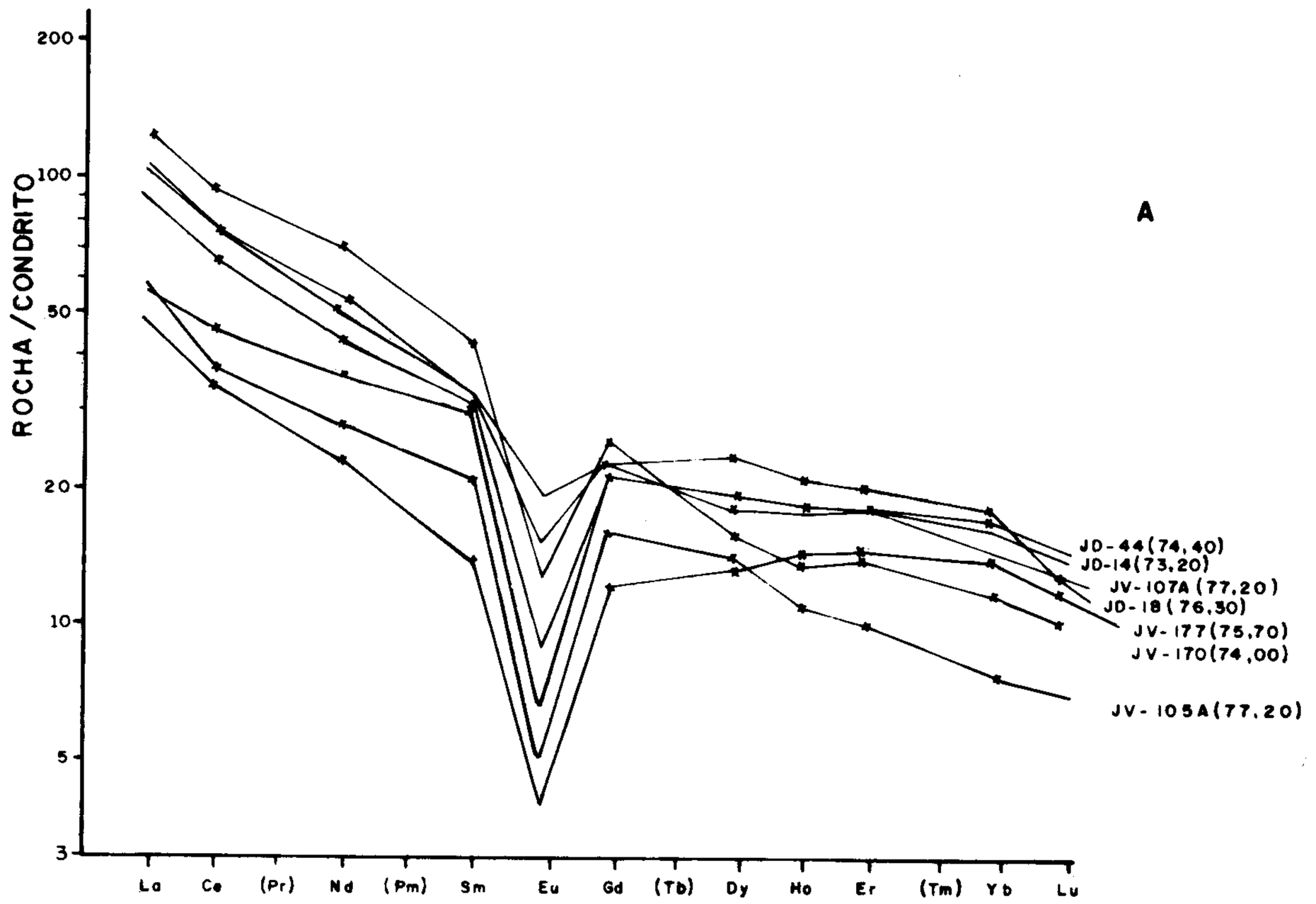
Bt – biotita

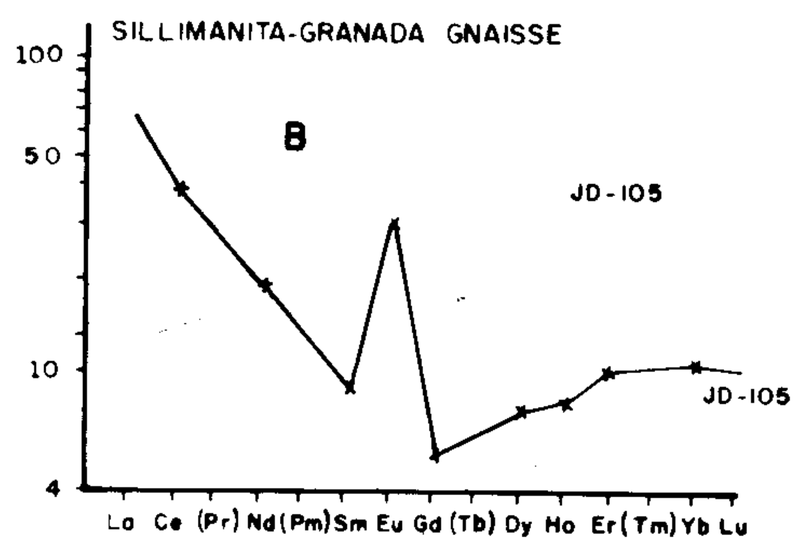
Sill – sillimanita

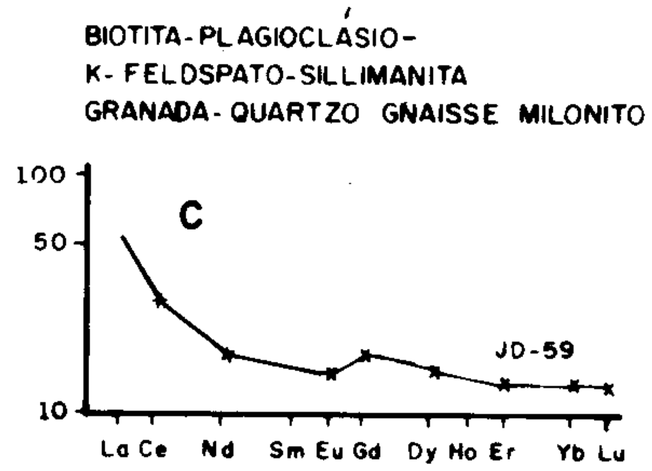
**Tabela II.2.17 – Granitóide γ2 – Dados químicos.**

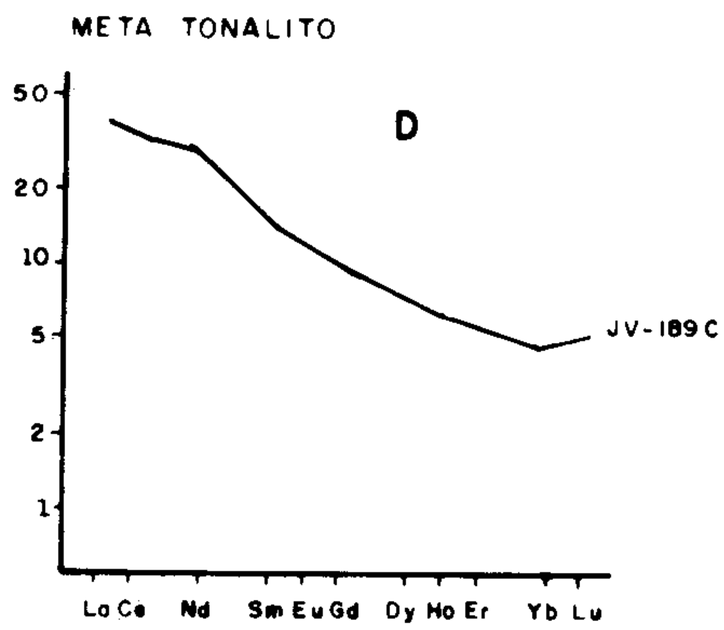
| ÓXIDO \ AMOSTRA | JV – 12 | GM – 13 | CV – 178 | JV–189 C | JD – 14 | JD – 18 | JD – 44 | JD – 105 | CV– 179 | JV – 170 | JV – 177 | JV-107 A | CV–72 B | JD – 59 | CV – 48 | CV – 62 | JV–105 A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 66,20 | 65,50 | 66,80 | 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 | 0,56 | 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 | 1,90 | 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 | 0,06 | 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 | 2,60 | 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 | | 59,81 | 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 |

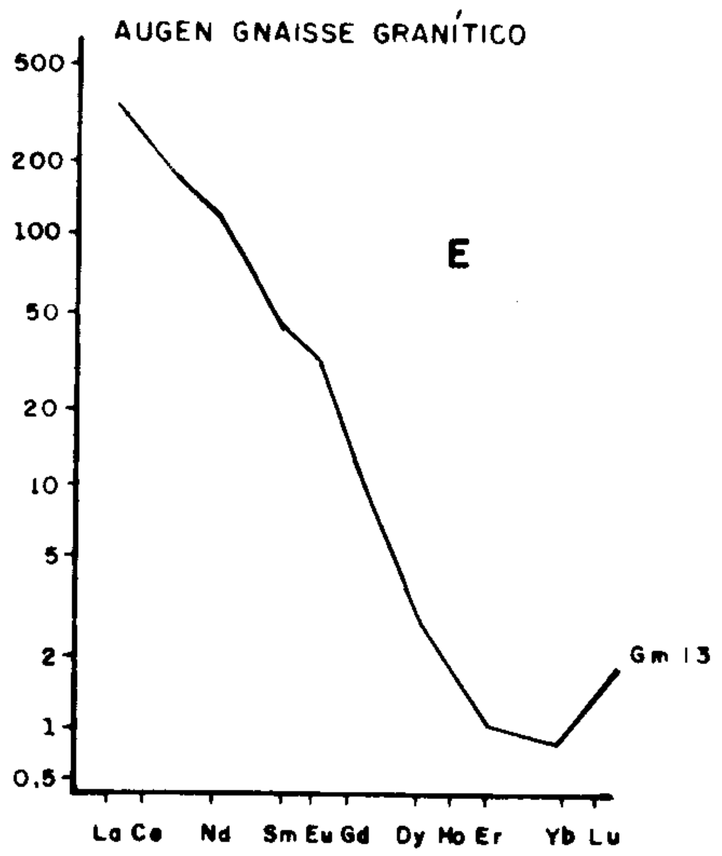
* Resultado por análise espectográfica padrao de 30 elementos.

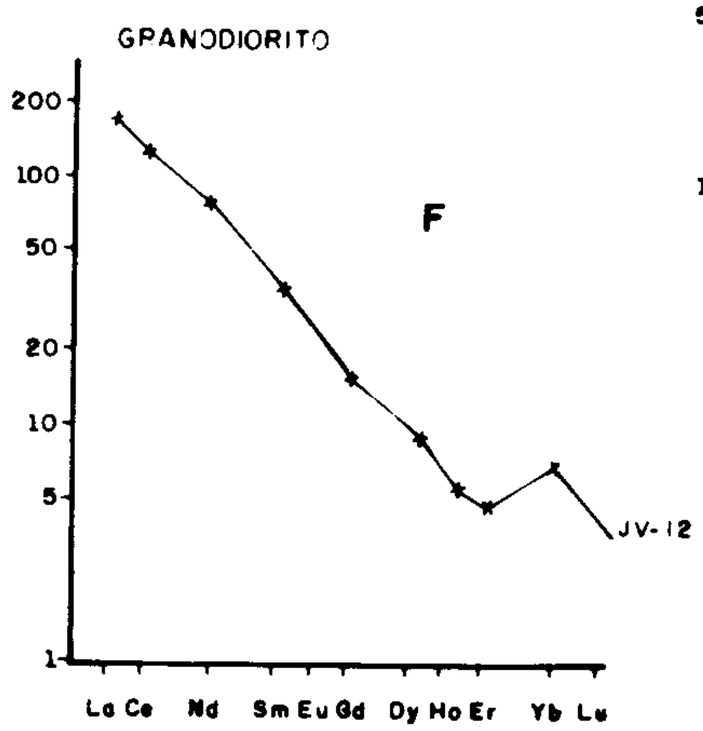


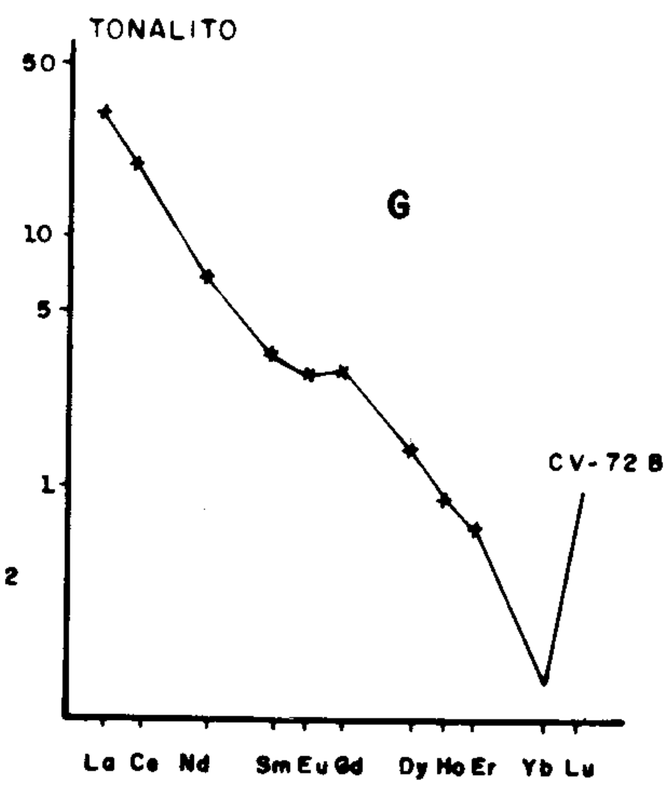




**Figura II.2.38 (-G)** – Padrões das terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito C-1 de Evensen (1978), aplicados para população dos granitos: $\gamma 2$

Utilizando-se o diagrama da figura II.2.40 Pearce *et al.*, (1984), que relaciona Y + Nb versus Rb, constatou-se que a maioria das amostras sugerem um ambiente gerador sin-colisional.

Quando se relacionam os teores de Nb versus $SiO_2$, constata-se que todas as amostras dessa população distribuem-se no campo dos magmas de arco vulcânico e o subcampo de fusões crustais, o que segundo Pearce & Gale (1977), (figura II.2.41), indica que essas rochas empobrecidas em Nb foram geradas por magmas ácidos ricos em K+ e derivados da fusão parcial de material mantélico, seguido de cristalização fracionada, contaminado pela fusão parcial de rochas metassedimentares.

### 2.5.5 Idade e Correlação

Dentre as rochas pertencentes a esta geração de granitóides, efetuou-se no presente trabalho datações geocronológicas pelo método Rb/Sr em tonalito (figuras II.2.42 e II.2.43), que revelaram isócrona de referência com idade de 1.300 ± 100Ma. e razão inicial 0,7105 ± 0,0012, (tabela II.2.18), sugerindo terem sido gerados a partir da fusão parcial de rochas preexistentes.

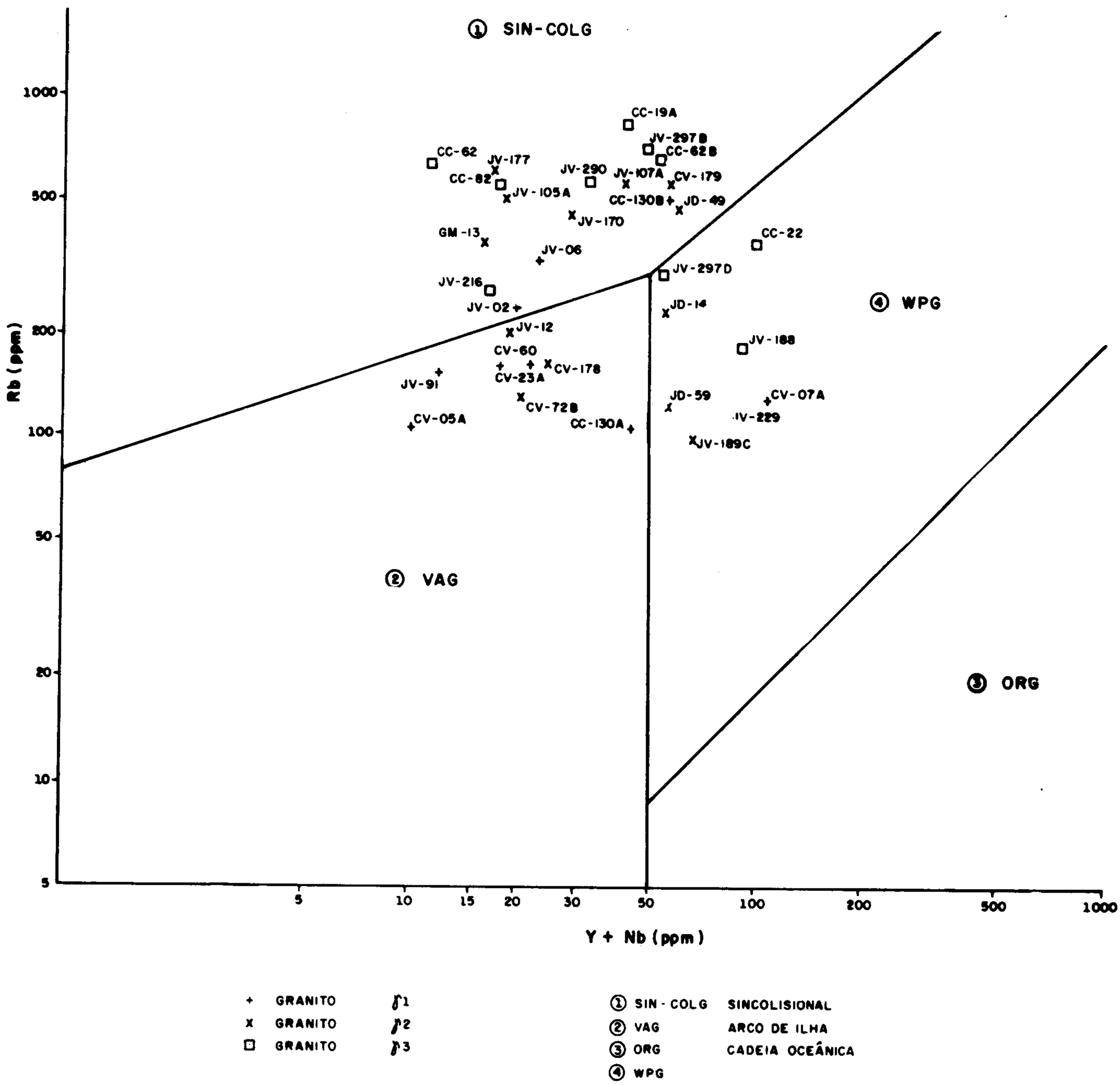



**Figura II.2.40** – Diagrama Rb *versus* Y + Nb idealizado por Pearce, Harris e Tindle (1984) e aplicado aos granitos γ1, γ2 e γ3, na definição de ambientes geotectônicos.

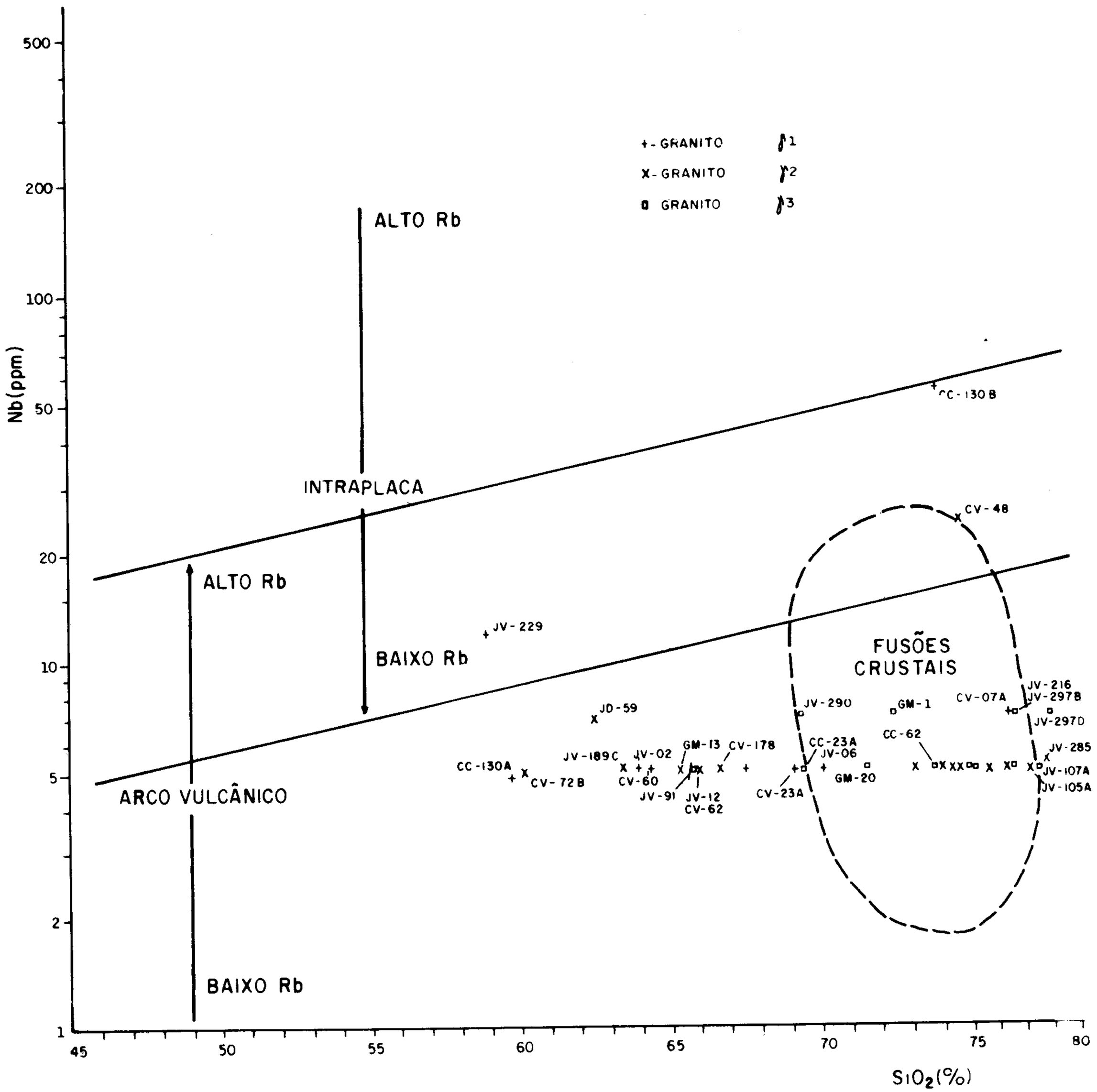



**Figura II.2.41** – Diagrama Nb *versus* $SiO_2$ de Pearce e Gale (1977).

Na Folha Leopoldo de Bulhões, foram também elaboradas datações Rb/Sr ao nível destes granitóides, provenientes de um biotita metagranito situado na Fazenda Morro Limpo, que revelaram isócronas de referência com idade de 990 ± 46Ma e razão inicial 0,712 ± 0,002.

Estes resultados sugerem como provável idade desse granitóide um período compreendido no intervalo entre o final do Proterozóico Médio e o início do Proterozóico Superior, que estaria ligado, possivelmente, aos processos de fusão parcial de uma crosta primitiva durante o Ciclo Uruaçuano .

## 2.6 Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa

### 2.6.1 Comentários Gerais

A Unidade Araxá foi definida por Barbosa (1955), nas proximidades da cidade homônima na bacia do rio Quebra-Anzol, como uma formação constituída essencialmente de migmatitos, micaxistos, quartzitos, xistos-verdes e filitos, estendendo posteriormente esta seqüência para norte, caracterizando vastas áreas de micaxistos e quartzitos no estado de Goiás.

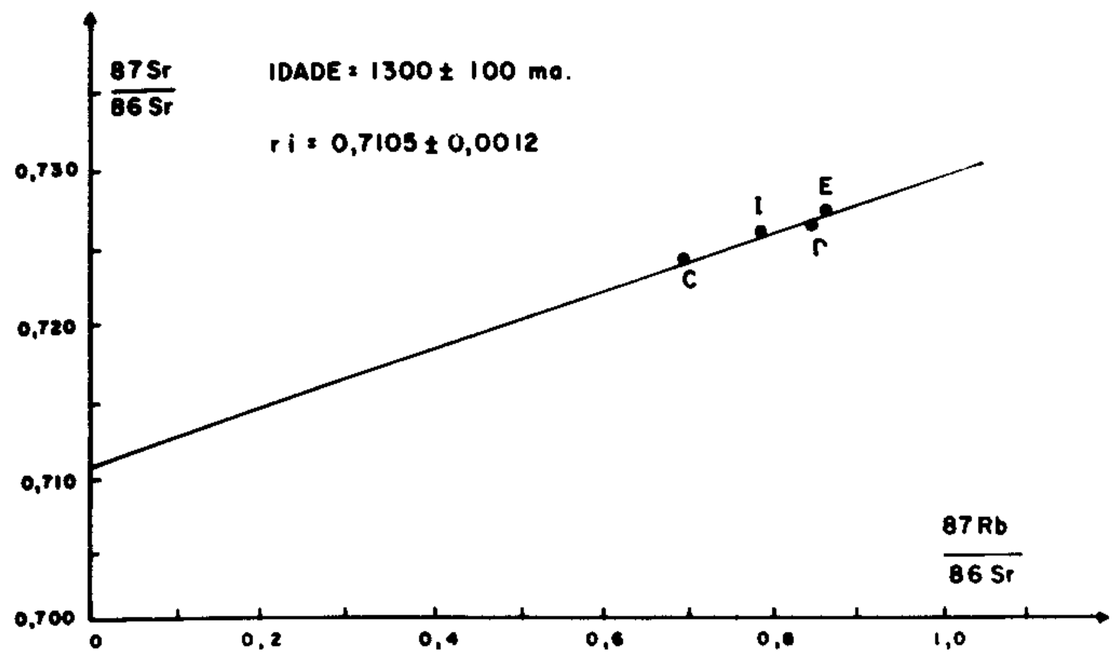



**Figura II.2.42** – Diagrama isocrônico Rb-Sr para o tonalito.

**Tabela II.2.18** – Dados analíticos Rb-Sr em rocha total.

| Nº de Campo | Litologia | Rb (ppm) | Sr (ppm) | $^{87}Rb/^{86}Sr$ | $^{87}Sr/^{86}Sr$ | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| JV-12C | Tonalito | 159,49 | 659,76 | 0,701 | 0,7236 | NT |
| JV-12D | Tonalito | 160,67 | 550,69 | 0,846 | 0,7261 | NT |
| JV-12E | Tonalito | 140,9 | 480,3 | 0,851 | 0,7255 | NT |
| JV-12I | Tonalito | 153,22 | 563,30 | 0,789 | 0,7254 | NT |

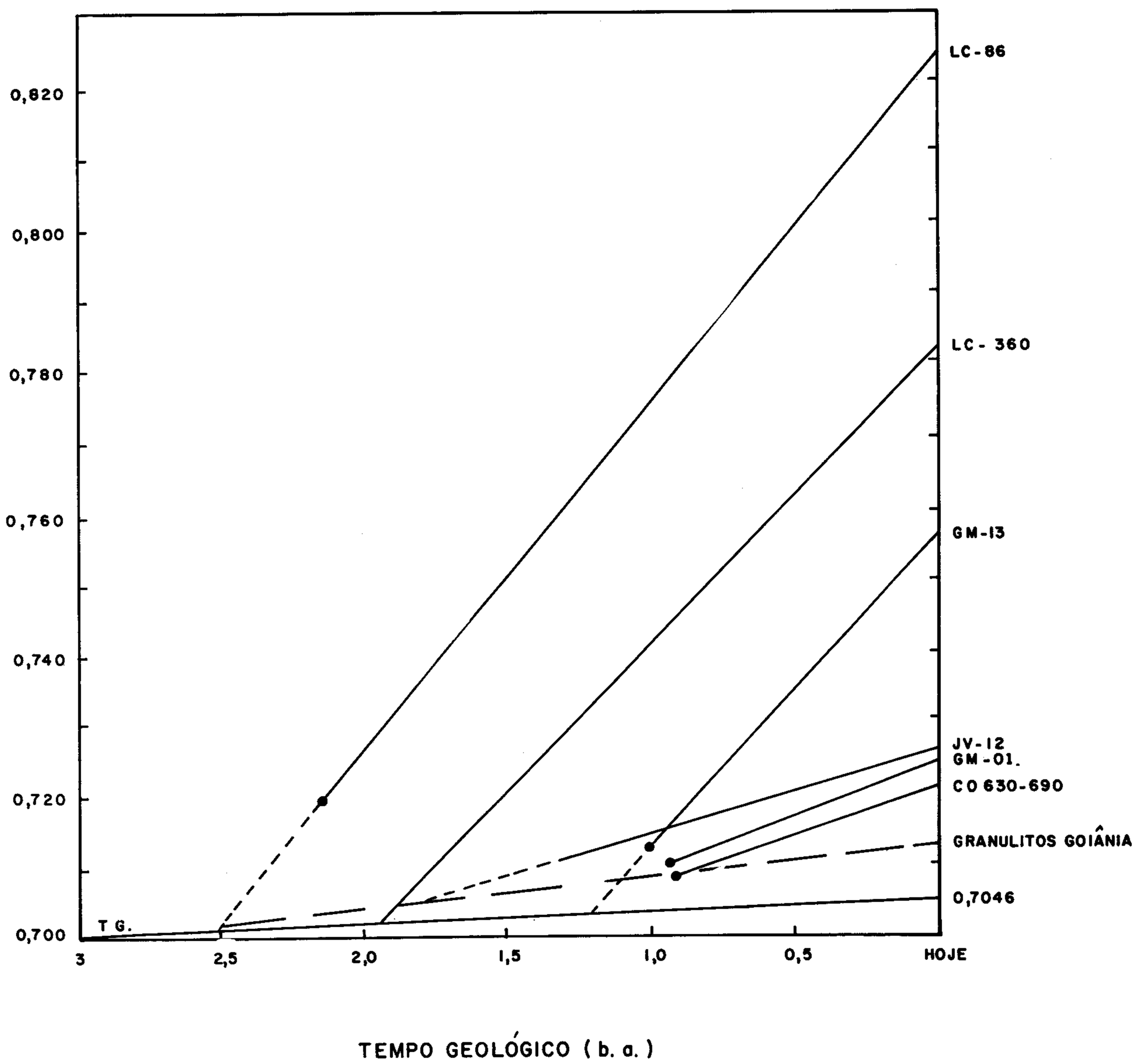



**Figura II.2.43** – Diagrama de evolução isotópica do Sr para os conjuntos de rochas datadas na região sul de Goiás.

Acima destes micaxistos Barbosa (*op. cit.*), define na mesma região uma unidade de idade mais nova denominada Formação Canastra, caracterizada por intercalações de quartzitos e filitos prateados ou acinzentados (grafitosos) e sugerindo também sua continuidade para o estado de Goiás.

Barbosa (1963) modifica o termo formação para Série Araxá, incluindo nesta os micaxistos, quartzitos e calcários que ocorrem a leste de Brasília.

O mesmo autor, em 1969, na área do Projeto Brasília, denominou de Grupo Araxá e divide em duas unidades, A e B, onde a primeira seria representada por quartzitos; micaxistos a duas micas, com granada, turmalina e cordierita; rochas feldspáticas e ocasionais veios pegmatíticos. A Unidade B consta de calcixistos contendo lentes de calcários micáceos marmorizados e intercalações de quartzito.

Posteriormente, no estado de Minas Gerais, Barbosa *et al.* (1970a), passaram a usar o termo Grupo Araxá, restringindo as rochas desta unidade, considerando as rochas gnáissicas como pertencentes a um conjunto mais antigo e retirando da Unidade B o xisto calcífero e denominando-o de Formação Ibiá, estendendo esta unidade até a região da Chapada das Covas, dentro dos limites da Folha Caraíba.

Barbosa et al. (1970b), na área do Projeto Goiânia, voltam a subdividir o Araxá em duas unidades A e B, sendo que a primeira é representada por micaxistos com intercalações de quartzitos micáceos, xistos grafitosos, micaxistos grosseiros com granada e cianita, gnaisses com migmatitos e intrusões básico-ultrabásicas. A segunda é constituída por micaxistos calcíferos com intercalações de calcário. E mantém as subdivisões de Canastra e Ibiá, embora aventem a hipótese de que a Formação Canastra faça parte do Grupo Araxá, admitindo não haver discordância entre estas unidades.

Em quase todos os trabalhos subseqüentes, é evidente a dificuldade de individualização dos grupos Araxá e Canastra, tendo sido contestada a discordância entre os mesmos. Ferrari & Brandalise (1971) observaram a coincidência das linhas estruturais do Canastra com as do Araxá, bem como contato gradacional entre suas rochas, fato este confirmado por Braun & Baptista (1976 e 1978) e Paulsen *et al.* (1974), que consideram que os vários tipos litológicos refletem condições diferentes da sedimentação original.

Menezes Filho *et al.* (1977) e Shobbenhaus Filho *et al.* (1975) sugeriram a substituição do termo Araxá para Associação Araxá e Sistema de Dobramentos Araxá respectivamente, incluindo as formações Canastra e Ibiá como integrantes desta unidade, e considerando-os transicionais.

Os trabalhos mais recentes, realizados na região em estudo, indicam que Araxá e Canastra estão intimamente relacionados e segundo Teixeira & Danni (1978) são transicionais, embora com características sedimentológicas distintas, em função do ambiente de sedimentação e caracterizando um mesmo ciclo sedimentar.

Como pode ser observado, o conceito de Araxá, em Goiás, vem sendo gradativamente modificado, dele sendo retirado extensas áreas de ocorrências de anfibolitos, além de outras rochas meta-ígneas e metassedimentares, caracterizando as seqüências tipo *greenstone belts* arqueanas (Danni & Ribeiro, 1978 e Sabóia, 1979), e as seqüências metavulcano-sedimentares tipo Palmeirópolis, Indianópolis, Juscelândia, Mara Rosa e Rio do Peixe.

Analisando os trabalhos sobre a geologia da região em estudo, verifica-se enorme divergência na nomenclatura cartográfica nos trabalhos geológicos realizados em Minas Gerais e na região sudeste de Goiás, onde as mesmas unidades litoestratigráficas recebem denominações diferentes quando ultrapassam os limites destes estados, como é o caso da Formação Ibiá e do Grupo Canastra, que ao adentrarem em Goiás, recebem a denominação genérica de Grupo Araxá, ou têm a sua situação estratigráfica modificada.

Constata-se, pois, que o posicionamento estratigráfico entre as unidades Araxá, Canastra e Ibiá é bastante controvertido, em função de posicionamentos duvidosos, dos limites litológicos, ambientais e tectônicos, bem como equívocos cartográficos encontrados em mapas de síntese.

Desta forma, com base nas informações obtidas neste estudo, constatou-se que os aspectos transicionais e tectônicos entre estas unidades dificultam o empilhamento estratigráfico, em função da tectônica cisalhante, que provocou o imbricamento de estruturas, com posicionamentos alóctones e repetição das unidades.

Objetivando simplificar e homogeneizar os dados cartografados nas folhas Caraíba e Leopoldo de Bulhões sobre este conjunto de metassedimentos pertencentes à Faixa Uruaçuana, a sul da Inflexão dos Pireneus, e reunindo os grupos Araxá, Canastra e a Formação Ibiá, propõe-se informalmente a denominação de Grupo Araxá-Sul de Goiás a um conjunto de rochas metassedimentares do Proterozóico Médio, subdividido em quatro unidades mapeáveis, com características litoambientais distintas, A, B, C e D, constatando-se que apenas as três últimas foram encontradas na Folha Caraíba.

O estudo da reconstituição paleoambiental dos sítios deposicionais das unidades deste grupo encontra-se extremamente prejudicado pelos efeitos impressos pelo metamorfismo e deformação regional. Entretanto, no contexto regional, comparando-se estas litologias com aquelas de ambientes semelhantes modernos ou mesmo antigos, onde não se observam fenômenos deformacionais importantes, e utilizando-se os dados litogeoquímicos, infere-se para as rochas deste grupo uma deposição em ambiente marinho plataformal, a partir de uma concepção de sistemas deposicionais, enquadrando as rochas da Unidade A, em ambiente de sedimentos maturos plataformais tipo margem passiva; Unidade B, sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltaico; Unidade C, sedimentos grauvaqueanos de margem continental ativa; e a Unidade D, sedimentos plataformais de ambiente litorâneo.

Neste grupo, estão impressas de maneira bem evidente as fases $F_1$, $F_2$ e $F_3$ da Supra-Estrutura, observando-se que estas rochas revelam uma tectônica de caráter dúctil-rúptil, com o desenvolvimento de dobras não-coaxiais.

A estrutura característica é a intensa foliação de transposição relacionada aos movimentos tangenciais de baixo ângulo.

### 2.6.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

O Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) ocupa aproximadamente 50% da área da Folha Caraíba (figura II.2.44), tendo suas exposições principalmente na porção norte/nordeste da mesma.

A Unidade B ocupa principalmente a sua parte central, na margem esquerda do ribeirão Santana e no seu extremo sudoeste, na margem esquerda do rio do Peixe, intercalando-se por tectônica entre blocos do Complexo Granulítico.

Observa-se que a Unidade C se distribui principalmente na porção central e sudeste da folha, de forma alongada, ocupando uma faixa de dezenas de quilômetros de largura e direção geral NW–SE, desde o extremo sudeste da área até as proximidades do córrego Garganta. As suas melhores exposições, ao longo do vale do rio Piracanjuba, formam grandes lagedos escuros. Esta unidade também ocorre de forma subordinada na região da Fazenda Quilombo, próximo ao ribeirão homônimo e no vale do ribeirão do Funil.

A distribuição geográfica da Unidade D é a mais ampla em toda a folha, ocupando principalmente a região norte-nordeste da mesma, ocorrendo na margem direita do rio Corumbá, na região da Chapada de Deus-Me-Livre e nas margens do ribeirão Água Branca.

As rochas deste grupo estão em contato tectônico com as rochas do Complexo Granulítico, as rochas granitóides, e com as rochas do Grupo Paranoá.

O contato entre as subunidades deste grupo ocorre de forma seu transicional, e imbricados tectonicamente, o que dificulta o empilhamento estratigráfico.

### 2.6.3 Rochas e Metamorfismo

#### 2.6.3.1 Unidade B

Trata-se de uma seqüência psamo-pelítica (tabela II.2.19), constituída de muscovita xisto, muscovita-quartzo xisto, biotita-muscovita-quartzo xisto, granada-muscovita-quartzo-xisto, com intercalações de muscovita quartzito e subordinadamente clorita-muscovita xisto, granada-biotita xisto e clorita xisto.

**Muscovita-Quartzo Xisto** – É uma rocha de coloração cinza-claro, avermelhada quando alterada, microdobrada e crenulada, exibindo textura granolepidoblástica fina, com granulação entre 0,1 e 0,3mm; estrutura xistosa e constituída por quartzo, muscovita, sericita, clorita e às vezes granada e/ou biotita.

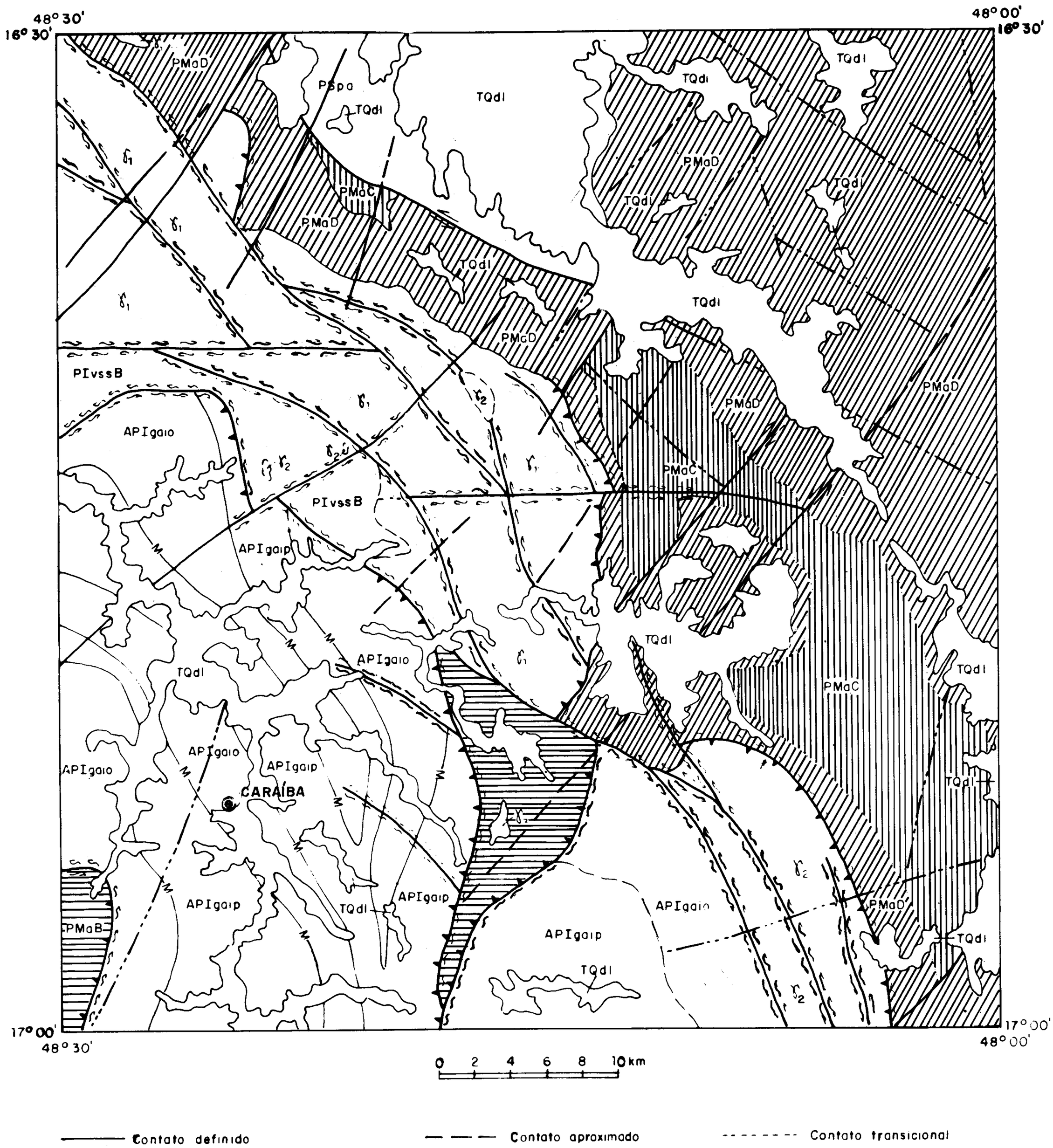
É caracterizada por forte foliação micácea, dada pela disposição planar orientada de finas palhetas de moscovita e biotita, entremeadas às quais intercalam-se bandas ricas em quartzo. Esse mineral ocorre sob a forma de prismas estirados, alongados segundo a foliação das micas. Mais raramente, pode ocorrer na forma de *ribbons* ou de agregados poligonizados. A granada ocorre em porfiroblastos milimétricos até 0,5cm.

De maneira geral, as rochas desta unidade apresentam discreta a forte lenticularização da foliação/bandamento, fato que imprime à rocha uma estrutura característica de anastomosamento das foliações S-C e revela, por conseqüência, o caráter milonítico.

Além da lenticularização, outros indicadores cinemáticos, especialmente porfiroclastos deformados sigmoidais *mica fishes*

**Tabela II.2.19 – Associação pelítico-psamítica do Grupo Araxá Sul de Goiás.**

| Nº da Lâmina (JV) / Mineralogia | 03 | 08 | 10 | 17 | 23 | 28 | 290 | 31 | 47 | 50 | 53 | 57 | 76 | 82 A | 83 | 84 | 110 | 131 | 142 | 191 | 193 | 231 B | 263 | 353 | 358 | 338 | 427 C | 434 B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 55 | 75 | 50 | 40 | 40 | 35 | 60 | 90 | 40 | 65 | 50 | 40 | 50 | 45 | 35 | 40 | 40 | TR | 50 | 20 | 30 | 42 | 25 | 50 | 50% | 25 | 45 | 70 |
| K-fedslpato | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 05 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 45 | – | – |
| Plagioclásio | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 10 | 10 | – | – | 15 | – | – | – | – | 02 | – | – | – | – | – | 12 | – | – |
| Muscovita | 40 | 35 | 40 | 35 | 35 | 35 | 10 | 10 | 35 | 35 | 30 | 30 | 30 | 35 | 25 | 35 | 40 | – | – | 10 | 60 | 55 | 38 | 30 | 45 | – | 35 | 10 |
| Biotita | – | 10 | – | 10 | 10 | 10 | 10 | – | 05 | – | 05 | 10 | – | TR | 10 | – | 10 | – | – | 05 | – | – | 25 | – | – | 04 | – | 18 |
| Clorita | – | TR | – | TR | TR | – | – | – | – | – | – | 10 | – | 10 | 05 | 20 | 10 | – | – | – | 02 | – | – | 15 | – | 03 | 02 | – |
| Sericita | – | – | – | – | – | 15 | 10 | – | 10 | TR | – | TR | TR | – | – | – | – | 70 | 35 | 53 | – | – | – | – | – | 02 | – | – |
| Epidoto | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TR | – | – | – | – | 05 | – | – | – | – | – | – | 02 | – | – | 03 | – | – |
| Opacos | 05 | 10 | 10 | 15 | 15 | 05 | 10 | – | 10 | TR | TR | TR | 20 | 10 | TR | TR | TR | 30 | 15 | 10 | 08 | 02 | 1- | 04 | 05 | 03 | 18 | 02 |
| Carbonato | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 10 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 03 | – | – |
| Zircão | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | – | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | TR | – | – |
| Turmalina | – | TR | TR | – | – | TR | – | – | TR | TR | – | – | TR | TR | TR | TR | – | TR | TR | – | TR | – | – | 01 | TR | – | TR | – |
| Titanita | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TR | – | – | – | TR | – | 01 | – | – | – | – | – | – |




TQdl - cobertura detrito-laterítica; PSpa - grupo paranoá; $\gamma_3$ - granitóide; PMaB, C e D - Grupo Araxá Sul de Goiás B, C e D; $\gamma_2$ - granitóide; PIvssB - seqüência metafvulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar/mista, unidade B; $\gamma_1$ - Granitóide; APIgaio, APIgaip - Complexo granuiítico Anápolis-Itauçu: granulitos

**Figura II.2.44** – Distribuição geográfica do Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMaB, C e D.

(fotomicrografia 10), confirmaram microscopicamente o caráter milonítico dos xistos (S-C milonito tipo II no sentido de Lister & Snoke, 1984). Apenas a título de ilustração, destaca-se a importância relativa dessas texturas na caracterização do regime decrescente de temperatura (Lister & Snoke, *op. cit.*).

Outra feição microestrutural atribuída a processos deformacionais por cisalhamento simples, dúctil, são microdobras isoclinais, assimétricas com espessamento das charneiras e adelgaçamento dos flancos, em estilo similar, eventualmente identificadas (fotomicrografia 11), na quais observa-se, igualmente, na porção inferior, a lenticularização das bandas quartzosas e biotíticas.

Finalmente, vale ressaltar que, embora as duas foliações microscopicamente identificadas como S-C devem ser atribuídas a um único episódio de cisalhamento, ao menos localmente, é possível caracterizar uma transposição total sugerindo a superposição temporal de duas superfícies S, para as quais a designação de $S_1$ e $S_2$ seria apropriada (fotomicrografia 08). Trata-se de uma superfície do tipo *strain slip cleavage* ($S_2$), que transpõe a foliação anterior (S1), caracterizada por microbandas quartzo-muscovíticas, dobradas e transpostas pelos novos planos $S_2$, fortemente inclinados em relação à foliação anterior. Nesse caso (fotomicrografia 12), fica evidenciada a existência de um episódio deformacional anterior ($F_1$), cuja geometria não pode mais ser recuperada a nível microscópico, mas aqui assumida provisoriamente como a foliação milonítica regional. A nova superfície ($S_2$) é dada pela recristalização da sericita e minerais opacos, enquanto que nas microbandas $S_1$, observam-se eventualmente palhetas remanescentes de biotita em fase de muscovitização, caracterizando-se, assim, o menor *rank* metamórfico de paragênese recristalizada em $Sn_2$ e, conseqüentemente, seu caráter retrometamórfico.

A paragênese característica da recristalização metamórfica, sin-tectônica ao evento deformacional, é dada por quartzo + biotita ± granada.

Tal paragênese é indicativa da fácies xisto-verde alto, zona da granada do metamorfismo regional em seqüência metapelítica (Miyashiro, 1973).

Em período posterior ao metamorfismo regional, foi constatada a interveniência de processo retrometamórfico, que de maneira generalizada foi responsável pela desferrificação (muscovitização) da biotita.

**Quartzito** – São comuns intercalações métricas de muscovita quartzito e sericita quartzito de coloração creme, exibindo textura granular média, ligeiramente foliados, constituindo-se essencialmente de quartzo, muscovita e sericita.

Representam uma variação local da seqüência, evidenciando um enriquecimento em quartzo, com passagem de forma gradativa para os muscovita-quartzo xistos.

### 2.6.3.2 Unidade C

Constitui uma seqüência pelito-carbonática, representada por calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-muscovita xistos, com intercalações de grafita-muscovita-quartzo xistos e lentes de metacalcário.

Corresponde às rochas da Formação Ibiá, Barbosa *et al.* (1970 a) e o seu posicionamento estratigráfico vem sendo motivo de controvérsia.

**Calcixisto** – É uma rocha esverdeada, com lentes e bandas acinzentadas, (foto 11) exibindo em alguns locais expressivas lineações de estiramento mineral. Exibe textura granolepidoblástica fina (0,1 a 0,5mm), estrutura orientada, milonítica, com a presença de microbandas de cisalhamento, anastomosadas e microdobradas, contendo níveis quartzosos e/ou carbonáticos intercalados com faixas ricas em minerais micáceos.

É constituído dominantemente por quartzo, muscovita, biotita, clorita e carbonato. O quartzo é xenoblástico, poligonal, mostra extinção ondulante moderada, forma mosaicos de cristais tangenciais entre si, entremeados aos minerais micáceos microdobrados. A muscovita apresenta-se em agregados lamelares, bem desenvolvidos, exibindo microdobras apertadas; está associada a lamelas de biotita verde-escuro, fortemente pleocróica e a agregados lamelares de clorita. O carbonato está preferencialmente associado aos mosaicos de quartzo, em romboedros e também em agregados. Pode formar bandas individualizadas. Observa-se, ainda, plagioclásio em cristais prismáticos, tabulares, idiomórficos e subidiomórficos, geminados, dispersos, além de epídoto em prismas ou cristais granulares, inclusos nas lamelas de muscovita.

Os minerais acessórios presentes são o opaco em cristais alongados, e a turmalina em prismas geralmente inclusos ou associados nos minerais micáceos. O zircão aparece em grãos arredondados ou ovais.

A composição mineralógica sugere que a rocha original apresentava uma natureza areno-pelítica com discretas impurezas carbonáticas (metapelitos margosos). O metamorfismo atingiu a fácies xisto-verde média, zona da biotita, caracterizada por: biotita + quartzo + carbonato. Posteriormente, houve ligeira retrogressão com cloritização da biotita.

**Grafita Xisto** – Ocorre subordinadamente como lentes centimétricas e métricas, intercaladas nos calcixistos; são rochas cinza escuras, estrutura orientada, textura granolepidoblástica fina, compostas por quartzo, muscovita, biotita e grafita.

**Metacalcário** – Ocorre em forma de lentes encaixadas nos calcixistos, com espessura aproximada de 150m e largura média de 500m encontrando-se no vale do ribeirão Quilombo (foto 12), e de menor porte nas cabeceiras do ribeirão Água Branca.

Apresenta coloração cinza-claro com vênulas esbranquiçadas, estrutura maciça a incipientemente orientada, textura granoblástica fina a muito fina, em torno de 0,05mm.

É constituído essencialmente por carbonato em cristais xenomórficos, com pequena quantidade em romboedros recristalizados de tamanho médio da ordem de 0,1 a 0,3mm. Subordinadamente, ocorre quartzo poligonizado e albita, intersticiais aos cristais de carbonato ou preenchendo fraturas; microclínio em poucos cristais xenomórficos; sericita em agregados de palhetas recristalizadas e estiradas; sílica criptocristalina em "nódulos"; e pirita em cristais parcialmente oxidados.

As características acima permitem inferir para essas rochas grau metamórfico da fácies xisto-verde. Apesar da falta de paragênese diagnóstica, por associação com os calcixistos, infere-se que tenham atingido a zona da biotita.

Constituem metacalcários impuros, silicosos, não tendo se revelado com potencial para aproveitamento agrícola.

As estruturas deformacionais presentes nesta unidade são complexas em face da superposição progressiva dos esforços, predominando as estruturas associadas à fase $F_2$.

### 2.6.3.3 Unidade D

Compõe-se de muscovita-quartzo xisto, muscovita-clorita-quartzo xisto, clorita-grafita-muscovita-quartzo xisto piritoso, clorita-muscovita xisto prateado, sericita quartzito (qt) e, subordinadamente, lentes de metacalcário, clorita-xisto e magnetita-muscovita xisto. São rochas de natureza pelito-psamítica representando um aumento relativo na quantidade de quartzo em relação aos litótipos da Unidade C.

Corresponde às rochas atribuídas ao Grupo Canastra (Barbosa, O., 1955) e à Formação Paracatu (Almeida, F.F.M, 1967a), e distribui-se na porção norte/nordeste da folha, caracterizando-se por exibir rochas de menor grau metamórfico que as rochas das unidades anteriores, fácies xisto-verde baixo, zona da clorita.

**Muscovita-Quartzo Xisto** – Exibe coloração esbranquiçada a amarelada, textura granolepidoblástica fina a média, milonítica, microdobrada e crenulada, refletindo o caráter dúctil da deformação. Constitue-se de quartzo, muscovita e sericita e exibem laminações com alternância de leitos micáceos e quartzosos, passando progressivamente a sericita quartzito com o aumento progressivo da quantidade de quartzo.

**Muscovita-Clorita-Quartzo Xisto** – É de cor cinza-claro a esverdeado, com alterações intempéricas avermelhadas, textura granolepidoblástica, microdobrada e crenulada. É constituída microscopicamente de quartzo, sericita, muscovita e clorita, apresentando laminações com alternância de leitos micáceos e quartzosos. Os minerais micáceos aparecem em agregados lenticulares, formando estruturas sigmoidais, *mica fishes,* deformados e fortemente estirados segundo a foliação. O quartzo ocorre na forma de *ribbons,* com agregados de subgrãos recuperados em mosaicos policristalinos, com fortes imbricações segundo a foliação.

**Clorita-Grafita-Muscovita-Quartzo Xisto Piritoso** – Constitui rocha de coloração cinza-médio a cinza-escuro, com níveis pulverulentos, muitas vezes apresentando *boxworks* com paredes ortogonais entre si, provenientes de minerais lixiviados. Encontram-se também dissseminados, porfiroclastos de pirita em cristais de tamanho milimétrico a submilimétrico, dispersos ao longo da foliação, muitas vezes deformados. Este xisto exibe um aspecto filítico e quebradiço, e transiciona para filito grafitoso.

Ao microscópio, exibe textura granolepidoblástica, com os níveis micáceos intercalando-se com níveis mais quartzosos, constituídos essencialmente por quartzo, clorita, sericita, muscovita e mineral opaco pulverulento (grafita). Exibe foliação milonítica bem marcante, ocorrendo às vezes bastante transposto com aspecto filítico/filonítico, evidenciando o efeito da tectônica cisalhante que afetou estas rochas. O quartzo ocorre sob a forma de *ribbons* e agregados de subgrãos recuperados. As micas apresentam formas sigmoidais, *mica fishes,* e estão microdobradas e crenuladas.

**Clorita-Muscovita Xisto** – Uma das suas principais características é a coloração prateada (foto 13), e a granulação muito fina. Representam variações locais na composição dos xistos, em função da diminuição no teor de quartzo, e assumindo, em alguns locais, um aspecto filítico. São constituídas essencialmente de palhetas de moscovita e clorita, crenuladas e microdobradas, exibindo textura *mica fish* ao microscópio.

**Filito Grafitoso** – É uma rocha de coloração cinza escuro, granulação muito fina, textura lepdoblástica, estrutura orientada, crenulada e constituída de sericita, grafita, óxido de ferro e turmalina.

A sericita ocorre em finas palhetas orientadas e impregnadas de mineral opaco (grafita), este em cristais prismáticos-tabulares também orientados, segundo a foliação da rocha. O quartzo ocorre em minúsculos cristais poligonais entre as palhetas de sericita, juntamente com prismas de turmalina e zircão.

**Sericita Quartzito** – É de coloração esbranquiçada a amarelada, granulação fina, e constituído por quartzo na forma de *ribbons* e agregados de subgrãos parcialmente reconstituídos, fortemente imbricados entre si, que junto com sericita e muscovita marcam a proeminente foliação milonítica, por vezes forte estiramento mineral (foto 14). Exibe, freqüentemente, níveis laminados, com leitos silicosos intercalados a leitos micáceos, que quando explotados soltam-se em placas utilizadas como revestimento em construção civil. Como estruturas sedimentares preservadas, foram encontradas nestes litótipos estratificação cruzada tangencial, nos quartzitos da Serra dos Pireneus na Folha Pirenópolis.

**Metacalcário** – Constitui uma lente de aproximadamente 50m encaixada nos muscovita-quartzo xistos no leito do córrego Papuá. Exibe coloração cinza-escuro, com faixas claras, compacto de granulação grossa às vezes fina, constituído essencialmente de calcita, em romboedros recristalizados ou cristais xenomórficos, quartzo poligonizado, interticial aos cristais de carbonato; sericita em agregados de palhetas recristalizadas e pirita disseminada em pequenos cristais parcialmente oxidados.

**Magnetita-Muscovita Xisto** – Apresenta-se com coloração cinza-esverdeado, avermelhado quando alterado, textura lepidoblástica, microdobrada, crenulada, constituída de quartzo, muscovita e magnetita em pequenos cristais oxidados, dispersos.

As rochas dessa unidade possuem paragênese quartzo + moscovita + clorita, característica da fácies xisto-verde, zona da clorita.

### 2.6.4 Petrogênese/Litoquímica

Utilizando-se uma população de 16 amostras (tabela II.2.20) desse grupo, nas quais foram efetuadas determinações no conteúdo em terras-raras, elementos maiores e traços (tabela II.2.21) foi possível obter as seguintes informações.

Nos diagramas ACF e A'KF (figuras II.2.45A, B e II.2.46), algumas amostras ocupam basicamente o campo de influência das grauvacas, e correspondem à Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaC). Tem-se ainda as amostras plotando o domínio das rochas carbonáticas (unidades C e D), próximo do campo dos dolomitos, não ocupando este campo por se tratar de calcários mais calcíticos. Já outras amostras na Folha Leopoldo de Bulhões, pertencentes à Unidade A, plotaram basicamente o campo dos pelitos.

Analisando as características composicionais das grauvacas da Unidade C através dos diagramas $CaO$-$Na_2O$-$K_2O$ (figura II.2.47) e $Fe_2O_3$ (total)-$MgO$-$TiO_2$ (figura II.2.48), verificou-se uma semelhança composicional com as grauvacas de Wyoming, (Condie, 1967), tendo uma *provenance* a partir de rochas granodioríticas.

Com base nos componentes maiores, as grauvacas da Unidade C podem ser enquadradas no tipo 2 – grauvacas intermediárias (Croc, 1974), caracterizadas por exibirem 15 a 65% de quartzo, 68-74% de $SiO_2$ e a relação $K_2O/Na_2O < 1$, apenas duas amostras mostraram $K_2O/Na_2O > 1$, refletindo a presença das vênulas graníticas ao longo da foliação desses xistos feldspatizados.

Utilizando-se o diagrama $K_2O/Na_2O$ *versus* $SiO_2$ (%) (figura II.2.49), pode se constatar que a maioria das amostras analisadas plotam o campo de ambiência geotectônica de margem continental ativa, principalmente os metassedimentos de composição grauvaqueana da Unidade C, e as amostras provenientes do grupo da Unidade A situaram-se no campo dos ambientes de margens passiva e ativa, indicando uma ambiência plataformal em marcante processo de evolução.

Com base no diagrama $Fe_2O_3+MgO+TiO_2$ (figura II.2.50) constatou-se que as amostras da Unidade C ocupam o campo de arco oceânico, enquanto a maioria das amostras do grupo situa-se no domínio do arco continental.

Em relação aos elementos de terras-raras, foram analisadas apenas 9 amostras (tabela II.2.21), cujos resultados analíticos foram lançados em curvas normalizadas pelo padrão condrito de Evensen (1978); baseando-se nos padrões de curvas normalizadas, pode-se reconhecer duas associações predominantes (figura II.2.51A e B).

A primeira associação é caracterizada pelos metassedimentos que correspondem dominantemente à Unidade C (figura II.2.51A). As curvas apresentam uma suave declividade para a direita, demonstrando pequeno fracionamento dos elementos terras-raras leves – ETRL e fracionamento quase ausente dos elementos de terras-raras pesadas – ETRP.

As razões La/Yb apresentam uma variação entre 2,95 e 6,31, enquanto as relações ETRL/ETRP variam na faixa de 1,66 e 2,50. Observa-se ainda que todas as curvas exibem uma depleção em Eu, com anomalias Eu/Eu*, da ordem de 0,7 e o somatório dos ETR variando de 69 a 109, considerados baixos, refletindo uma natureza original mais arenosa para esses metassedimentos, cujos protólitos podem apresentar uma variação composicional de arenito arcoseano até grauvacas, depositados em margem continental ativa.

**Tabela II.2.20 – 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-epídoto-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 |

**Tabela II.2.21** – Parâmetros químicos e litoquímicos das rochas do Grupo Araxá–Sul de Goiás – PMA

| Óxidos \ Amostras | 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 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 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 | 0,08 | 0,94 | 0,52 | 0,30 | 0,62 | 0,62 | 0,94 | 0,73 | 0,83 | 0,52 | 0,52 |
| $PaO_5$ | 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 |
| D F ** | –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 $K_2O$

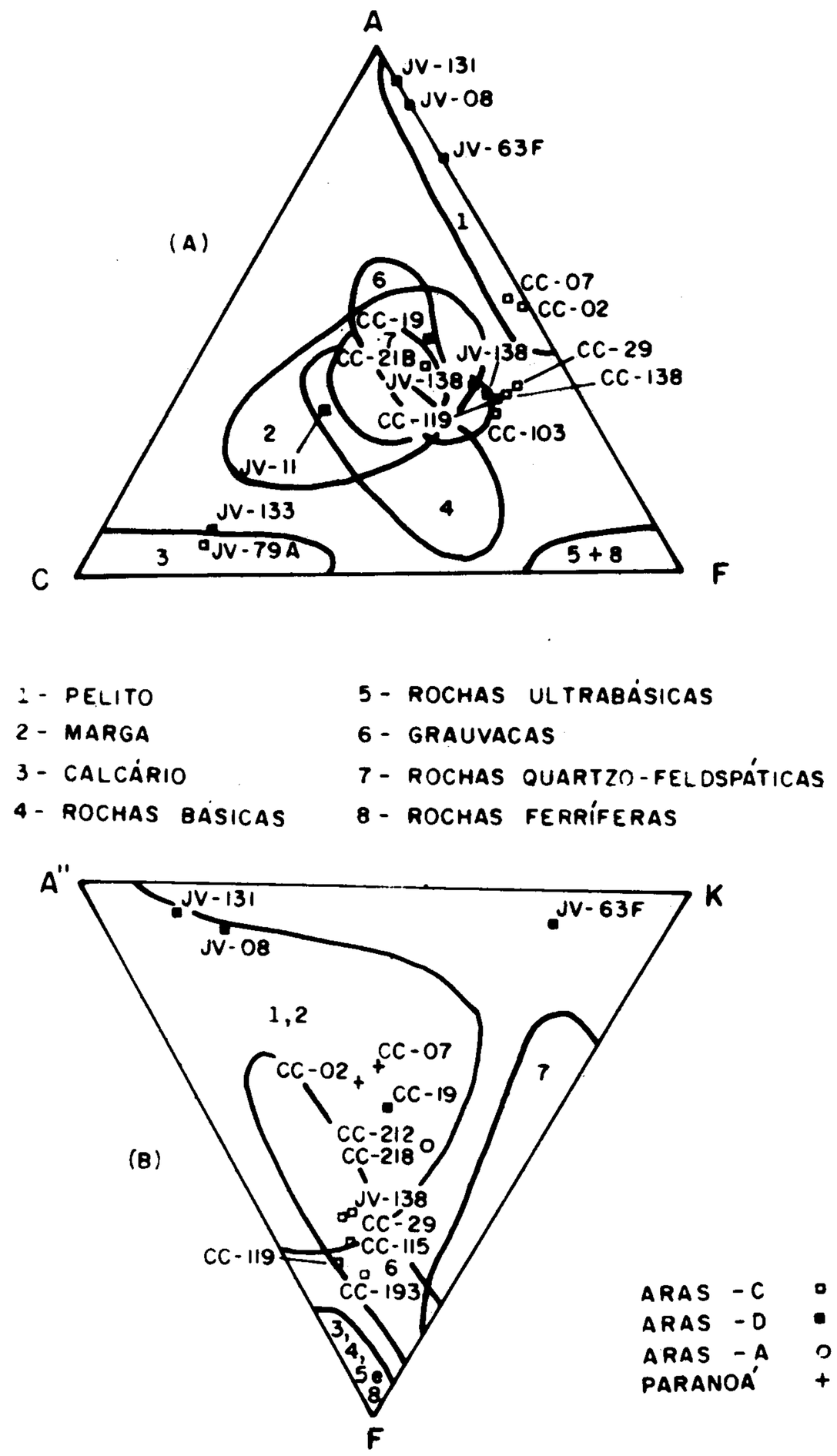



**Figura II.2.45 (A e B)** – Campos de composição química de rochas ígneas e sedimentares segundo Girardi (1979), aplicados nos diagramas ACF e A''KF de Eskola (1939) e Winkler (1967). Os pontos são das unidades A,C e D do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

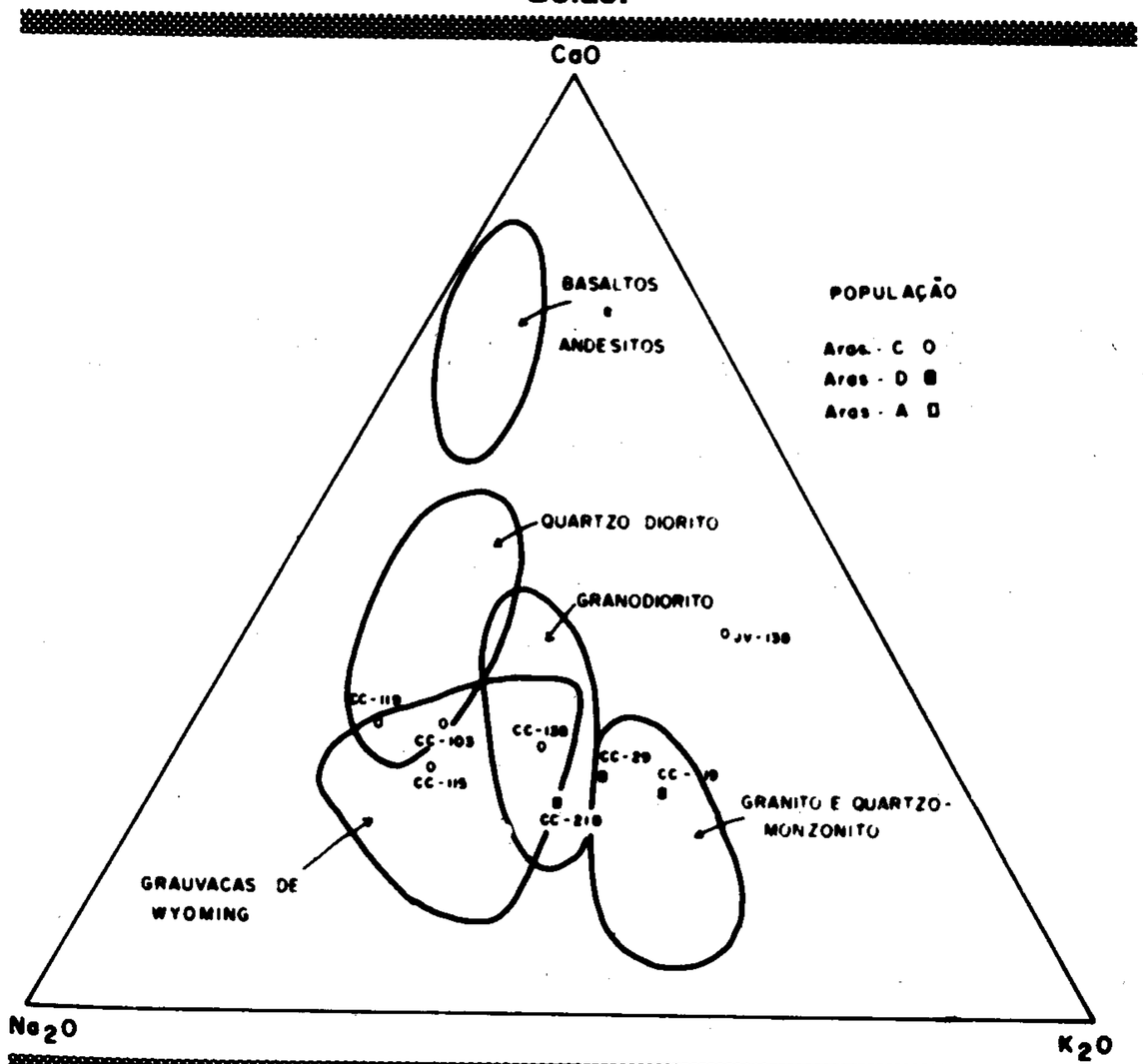



**Figura II.2.46** – Diagrama $CaO$-$Al_2O_3$-$MgO$ + $FeO$ de Wahlstrom e Kim (1959), mostrando os campos composicionais das rochas sedimentares e o *trend* das rochas ígneas, aplicado às rochas dos grupos Araxá-Sul de Goiás (unidades A, C e D) e Paranoá.

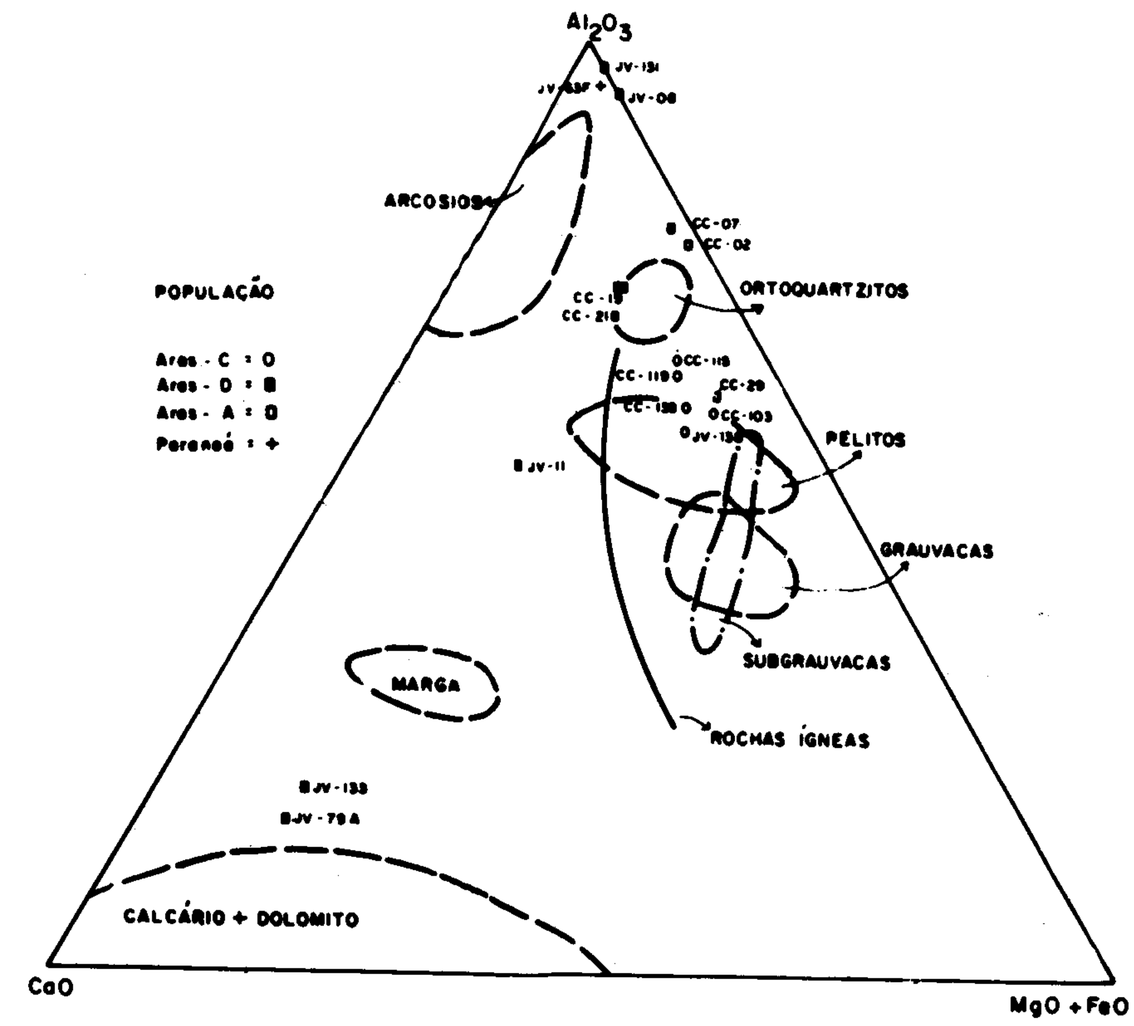



**Figura II.2.47** – Diagrama $CaO$-$Na_2O$-$K_2O$ segundo Condie (1967), comparando os campos composicionais de rochas ígneas com o das grauvacas de Wyoming.

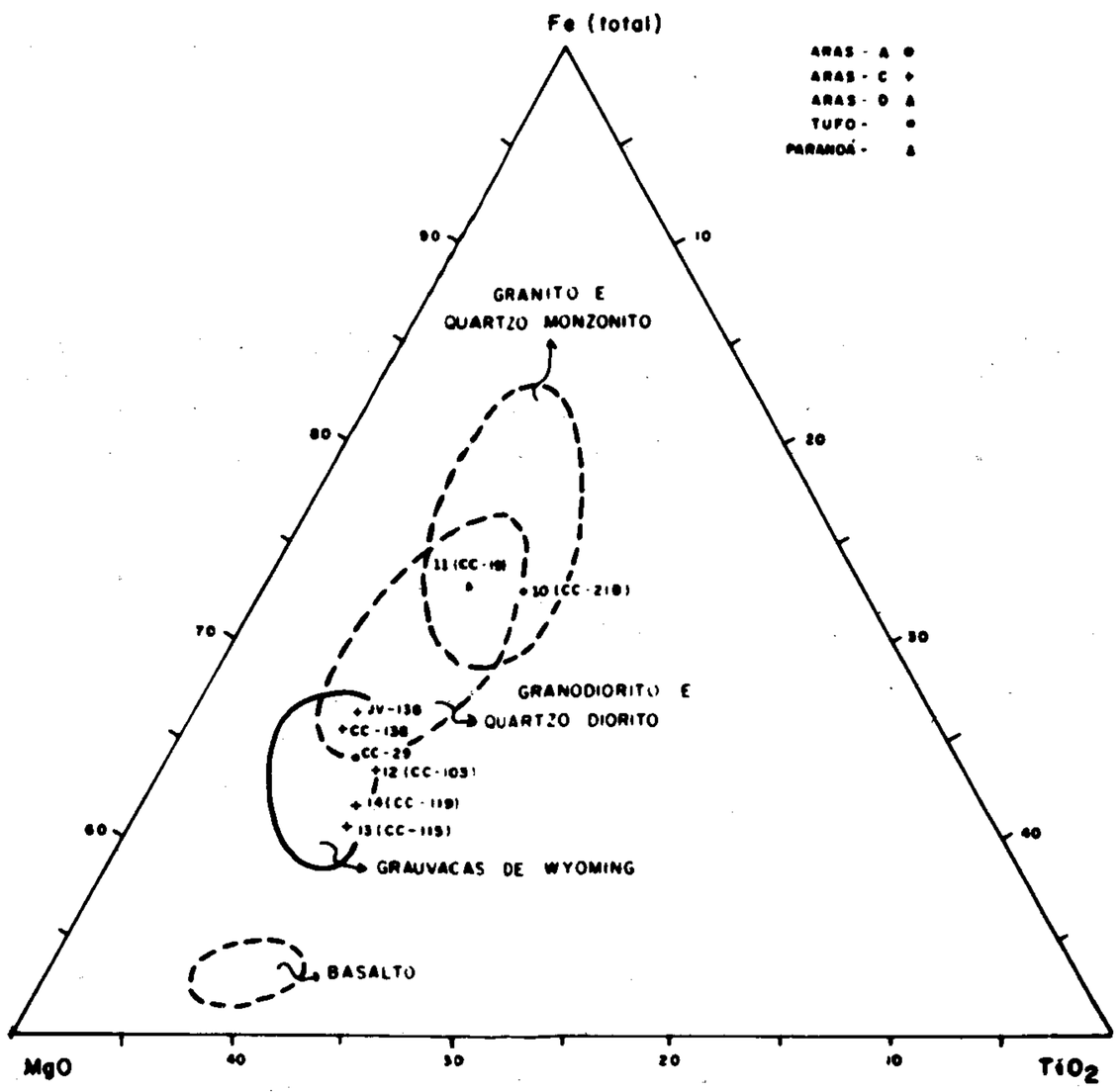



**Figura II.2.48** – Diagrama $MgO$-Fe (total)-$TiO_2$ segundo Condie (1967), mostrando a composição química das grauvacas de Wyoming e aquela de alguns tipos de rochas ígneas.

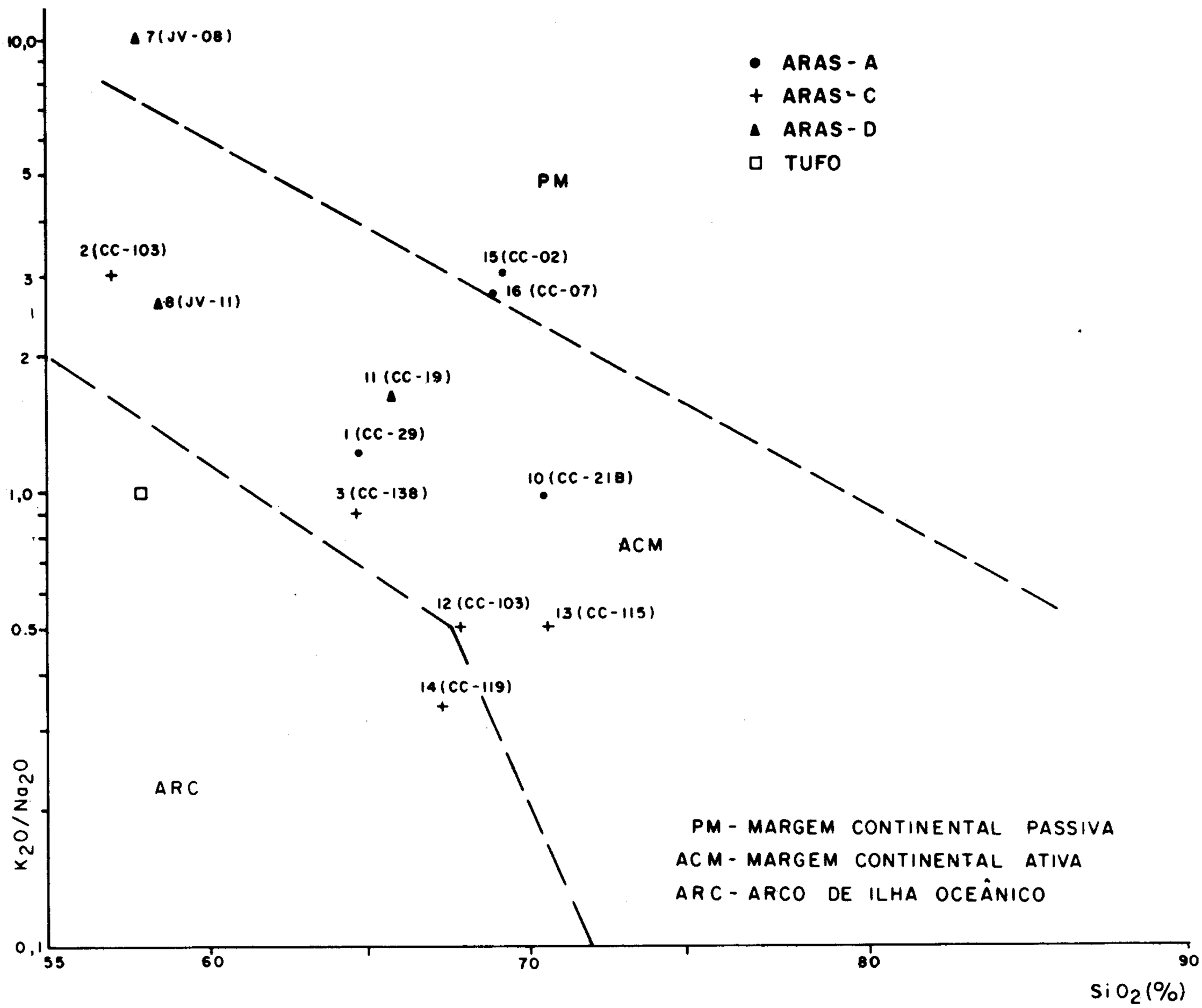



**Figura II.2.49** – Diagrama $K_2O/Na_2O$ *versus* $SiO_2$ (%) para discriminar ambientes tectônicos e de deposição de arenitos e argilitos, segundo Roser e Korsch (1986), aplicado às rochas das unidades A, C e D do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

A segunda associação compreende os xistos feldspáticos da Unidade A (figura II.2.50B). Nesse agrupamento, observa-se através dos padrões das curvas um maior grau de fracionamento de ETRL e ETRP, onde os valores das razões ETRL/ETRP variam de 3,3 a 4,2 e La/Yb oscila de 11,9 a 16,3, bem superiores aos valores registrados na primeira associação. Observa-se, neste grupo, uma acentuada anomalia negativa de Eu, onde Eu/Eu* varia de 0,452 a 0,565. Nota-se também uma relação positiva entre os teores de $SiO_2$ e o somatório dos elementos de terras-raras (ETR) e as anomalias negativas de európio. Em função dos padrões das curvas apresentadas para essa segunda associação, pode-se sugerir uma possível correlação com o modelo dos granitos potássicos de categoria 2 de Zhonggang (1982) relativo a granitos pós-arqueanos do tipo S da crosta superior. Isto é explicado devido à presença regularmente observada de vênulas graníticas potássicas, em escala milimétrica a centimétrica, injetadas ao longo da foliação desse xistos felds-páticos que lhes conferem uma estrutura notadamente bandada.

Os dados sobre a Unidade B infelizmente não puderam ser obtidos em função do estado avançado de alteração das rochas desta unidade encontradas na área; entretanto, pelas características petrográficas e suas relações de campo, sugerem tratar-se de sedimentos plataformais. Já a Unidade C, pelos dados disponíveis, admite-se uma origem a partir de grauvacas e a Unidade D seria originária possivelmente de rochas pelíticas de ambiente plataformal.

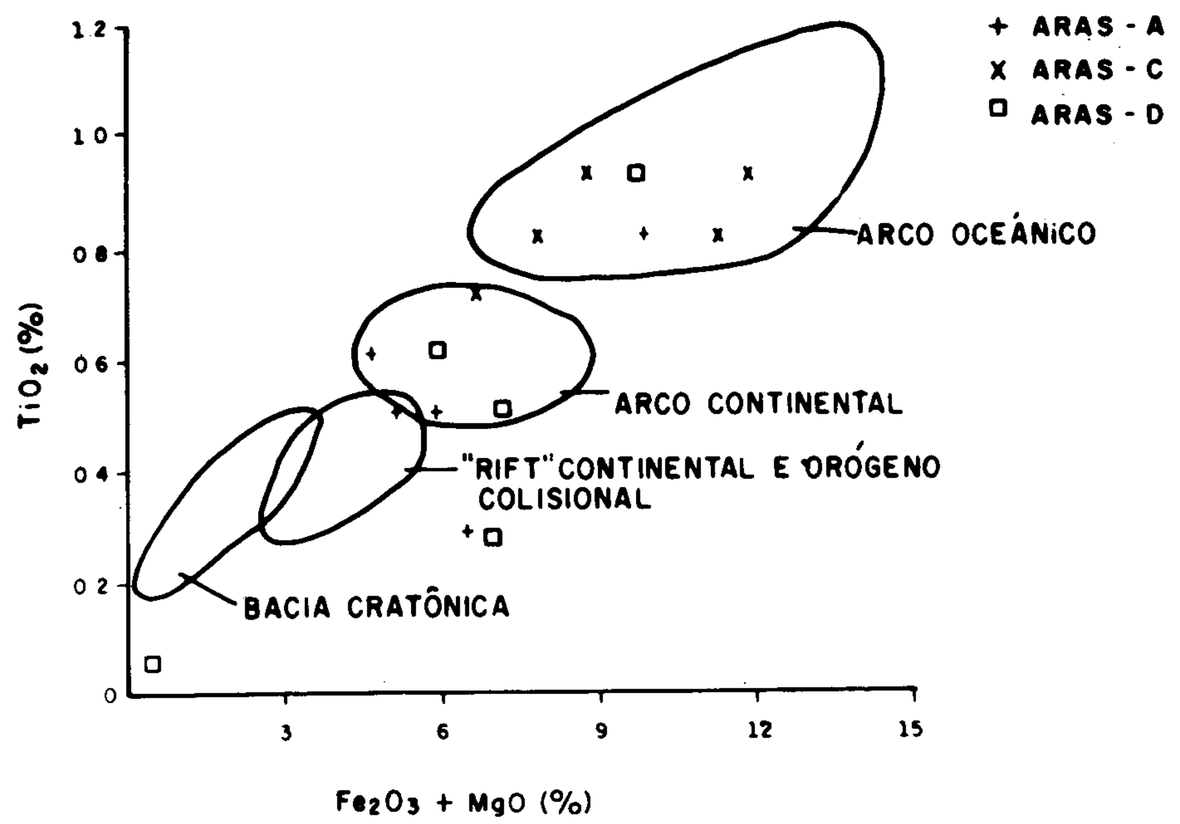



**Figura II.2.50** – Diagrama $TiO_2$ *versus* $Fe_2O_3$+MgO de Bhatia (1983), usado para discriminar os campos de ambientes geotectônicos, onde se depositam rochas sedimentares. Aplicado às rochas sedimentares do Grupo Araxá-Sul de Goiás, unidades A, C e D.

## 2.6.5 Idade e Correlação

Os dados geocronológicos sobre as rochas deste grupo ainda são bastante discutíveis, não se tendo, até o momento, um melhor entendimento da época deposicional destas rochas.

Segundo Almeida (1974, *in* Schobbenhaus Filho *et al.* 1975b), a deposição dos metassedimentos Araxá teria ocorrido durante o Ciclo Uruaçuano (900 e 1.300Ma.); entretanto, datações radiométricas disponíveis indicam que eventos tono-magmáticos ocorridos a 1.400Ma., podem estar relacionados ao Grupo Araxá.

Hasui *et al.* (1980), através de datações efetuadas nas rochas deste grupo, na região compreendida entre Pontalina e Hidrolândia pelo método Rb/Sr, caracterizaram idade de 950 Ma., com razão inicial de 0,702, sendo interpretada como a época principal do metamorfismo desta unidade na referida área.

Conforme Drago *et al.* (1981), Tassinari, Siga Junior & Teixeira (1981) *in* Ianhez (1983), os dados disponíveis sobre o Grupo Araxá só sugerem as épocas do metamorfismo que afetaram de maneira diferenciada esta faixa, nos ciclos Uruaçuano e Brasiliano, deixando em aberto a questão referente às idades deposicionais.

Neste trabalho, posicionam-se os metassedimentos deste grupo como tendo uma provável evolução a partir do Proterozóico Médio, baseado na sua situação estratigráfica e por datações radiométricas provenientes de granitóides associados a esta seqüência que revelaram idades do Proterozóico Superior para *emplacement* dos mesmos entre as rochas deste grupo.

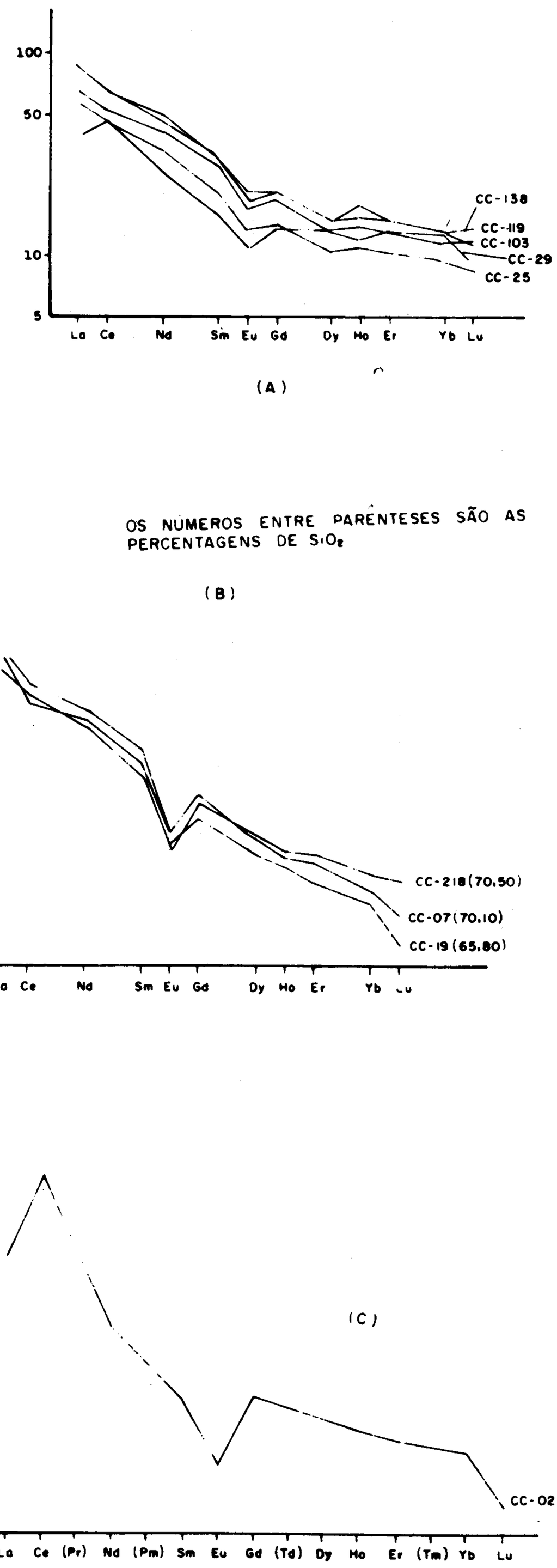



**Figura II.2.51**(A e C) – Aranhogramas dos elementos de terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito C-1 de Evensem (1978), aplicados nos espécimes petrográficos das unidades A e C do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

## 2.7 Granitóide γ3

### 2.7.1 Comentários Gerais

Constitui a terceira geração de granitóides individualizada na área, sendo caracterizado por metagranito a duas micas, metagranodiorito pegmatóide do tipo I-SC, calcialcalino de alto K (tabela II.2.8).

Estes granitóides ocorrem condicionados a zonas de cisalhamento dúctil e dúctil-rúptil, sendo sin a tardi-tectônicos à fase $F_2$, com desenvolvimento de proeminente foliação milonítica concordante com a foliação de transposição $S_2$ dos xistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa).

Como manifestações hidrotermais tardias, ocorrem associados a esta geração de granitóides pegmatitos turmaliníferos e estaníferos, *greisens* e veios de quartzo distribuidos amplamente em todas as unidades.

### 2.7.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Este tipo de granitóide foi cartografado apenas em uma pequena área na porção centro-sul, Fazenda Matinha, nas margens do ribeirão Santana, encaixado nos metassedimentos da Unidade B do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaB).

### 2.7.3 Rochas e Metamorfismo

Esta geração de granitóides é representada por biotita-moscovita metagranito, de coloração cinza-claro (foto 15), granulação fina a média, com textura milonítica a protomilonítica, localmente estando preservada a textura hipidiomórfica granular primária. A composição modal estimada destes granitóides podem ser observada na figura II.2 .52 e tabela II.2.22.

Ao microscópio, exibem porfiroclastos subordinados de quartzo com extinção ondulante, feldspato potássico (microclínio) e plagioclásio (oligoclásio)com maclas Albita-Periclina, estirados paralelamente à foliação em meio à matriz quartzo-feldspática recristalizada, com granulação na ordem de 0,1mm. A biotita é marrom e encontra-se em palhetas deformadas com formas sigmoidais, podendo alterar-se para muscovita e clorita. A muscovita é de natureza hidrotermal tardia e a granada ocorre em grãos xenomórficos arredondados alterados para clorita.

Como acessórios, encontram-se opacos, zircão, apatita e epídoto. Possuem variação composicional para termos granodioríticos de granulação pegmatóide.

Localmente, observa-se uma brecha constituída por uma mesóstase muito fina (0,03mm), quartzo-feldspática, isótropa, homogênea, dispersos na qual ocorrem numerosos porfiroclastos angulosos de feldspato potássico e plagioclásio, com tamanho médio entre 0,3 e 0,5mm, além de fragmentos quartzo-feldspáticos milimétricos. Os porfiroclastos exibem evidências de fortes deformações intracristalinas. As características isotrópicas da matriz, destituída de foliação de fluxo, permite correlacionar a rocha à série cataclástica no sentido de Sibson (1977). As proporções relativas porfiroclastos/matriz indicam tratar-se de um cataclasito/ultracataclasito, no sentido do mesmo autor caracteriza a interveniência de processo de deformação rúptil, em níveis crustais rasos, superposto ao evento regional dúctil.

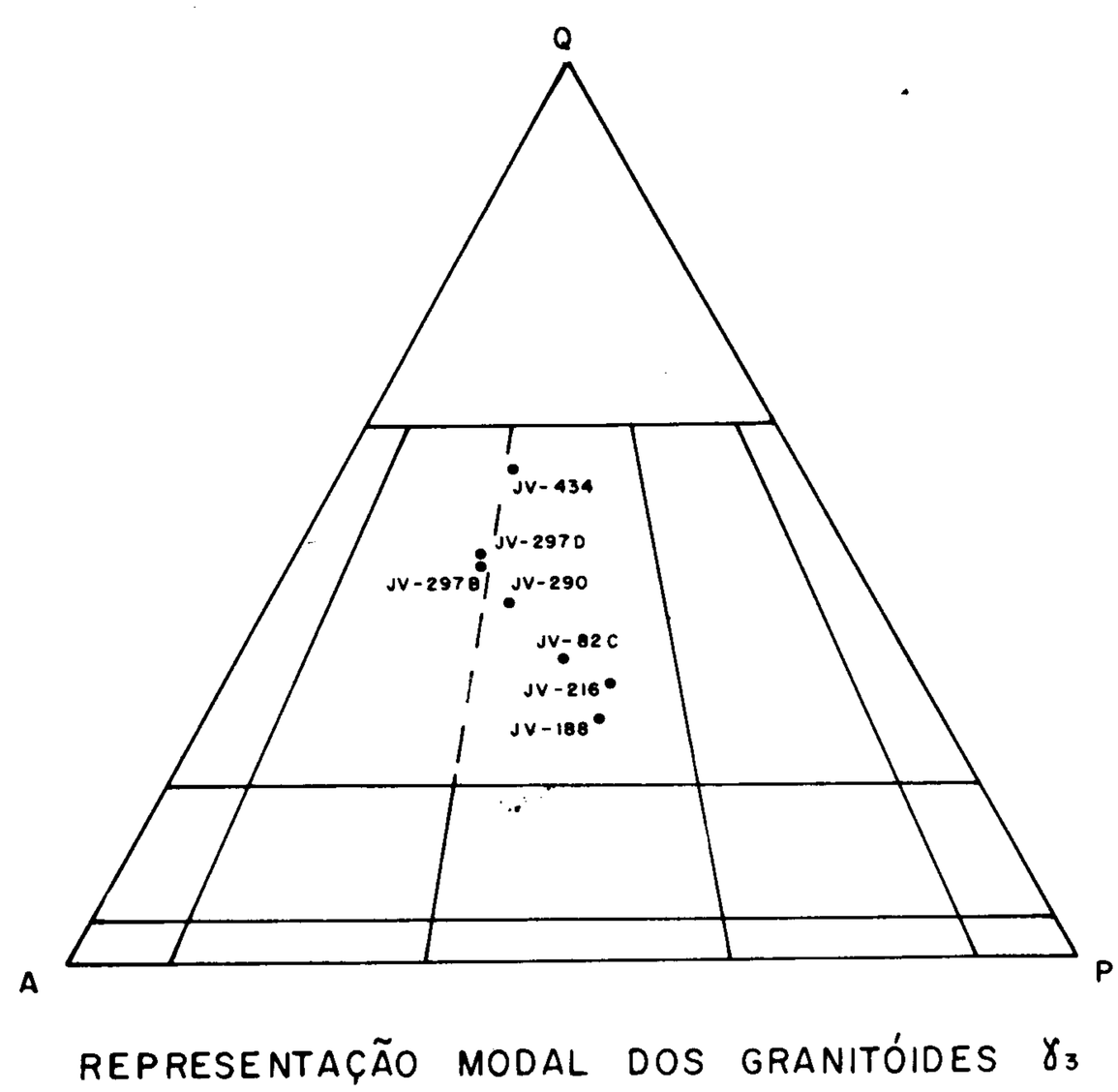



**Figura II.2.52** – Diagrama triangular QAP (Streckeisen, 1975).

**Tabela II.2.22** – Granitóide γ3 (% estimada).

| Minerais | JV-82C | JV-188 | JV-216 | JV-290 | JV-297B | JV-297D | JV-434 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartzo | 30 | 24 | 25 | 25 | 35 | 35 | 50 |
| Microclina | 30 | 30 | 25 | 22 | 30 | 30 | 25 |
| Plagioclásio | 27 | 35 | 30 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Biotita | 05 | 05 | 05 | 10 | 03 | – | – |
| Muscovita | 03 | – | 10 | 15 | 15 | – | 05 |
| Sericita | – | 03 | – | 05 | 02 | 10 | – |
| Clorita | 03 | – | – | – | – | – | 05 |
| Epidoto | 02 | – | 01 | 05 | – | – | – |
| Opaco | TR | TR | 03 | TR | TR | TR | TR |
| Zircão | TR | TR | TR | TR | TR | TR | – |
| Rutilo | TR | – | – | – | – | – | – |
| Apatita | TR | – | TR | – | – | – | – |
| Argilo-minerais | – | 03 | – | – | – | 10 | – |
| Carbonato | – | TR | – | – | – | – | – |
| Granada | – | – | 01 | 03 | – | – | – |

**Pegmatito (pg)** – Constitui corpos de dimensões variadas, com espessuras entre 30cm a 1,5m e comprimento da ordem de dezenas de metros e compõe-se de quartzo, muscovita, feldspato potássico e turmalina preta (afrizita). O quartzo é de coloração branco-leitoso, com cristais de até 5cm geralmente fraturados. A moscovita é branca acinzentada, com cristais de até 5cm de comprimento. O feldspato geralmente encontra-se alterado para caolim em tons cinza-esbranquiçado. A turmalina ocorre em pequenos cristais milimétricos de cor preta e de forma radial ou disseminada.

Estes pegmatitos situam-se, preferencialmente, ao longo das zonas de cisalhamento, onde ocorrem como manifestações hidrotermais ligadas aos granitóides da terceira geração ($\gamma 3$).

**Greisen** – Ocorrem como corpos de espessura centimétrica e comprimento de dezenas de metros, compostos essencialmente de quartzo branco-esfumaçado e muscovita em placas centimétricas.

**Veios de Quartzo** – São constituídos de cristais de quartzo branco, leitoso, centimétricos. Chegando a atingir um comprimento da ordem de 100-150m e largura de até 30m, estando orientado na direção N50°W.

Os pegmatitos e *greisens* situam-se, preferencialmente, ao longo das zonas de cisalhamento que formam sítios propícios para veiculação de fluídos hidrotermais, metalogeneticamente potenciais para Au, Sn, W, Ta, Nb, Mo, Be, V, U e Th. Nesse sentido, foi detectada a presença de cassiterita proveniente dos *greisens* encontrados em concentrado de minerais pesados ao longo das aluviões do ribeirão Extrema.

Estes pegmatitos e *greisens* situam-se preferencialmente ao longo das zonas de cisalhamento ligados às manifestações hidrotermais dos granitóides da terceira geração tipo $\gamma 3$.

### 2.7.4 Petrogênese/Litoquímica

Foram efetuadas análises químicas de elementos traços e terras raras numa população de 12 amostras desse conjunto de granitóides da terceira geração (tabelas II.2.10 e II.2.23).

Utilizando-se o diagrama Q-P de Debon & Le Fort (1983) (figura II.2.20), esse conjunto evidenciou uma composição eminentemente granítica a gronodiorítica.

Quando plotadas, as amostras dessa população no diagrama $CaO$-$Na_2O$-$K_2O$ (figura II.2.21) de Condie & Hunter (1976) revelaram uma nítida tendência calcialcalina, com a relação $K_2O/Na_2O > 1$.

No diagrama de Debon & Le Fort (1983) (figura II.2.22) constata-se que a maioria das amostras concentra-se no domínio dos leucogranitóides, com um certo *trend* aluminoso. Verifica-se também no diagrama de Rapela & Caminos (1987) (figura II.2.23), que apesar de esse conjunto exibir características francamente peraluminosas, apresenta uma forte tendência a um enriquecimento de álcalis, de tal forma que duas amostras dessa população são metaluminosas (figura II.2.23).

As relações de $Fe^{+2}$ e $Fe^{+3}$ são mostradas na figura II.2.24 e registram que a maioria das amostras plota o campo da série ilmenita de Ishihara (1977), que aliadas à presença constante de coríndon e ausência de diopsídio e hornblenda, com alta freqüência de biotita normativa (tabela II.2.16), vem reforçar decisivamente a sua natureza crustal.

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

O Granitóide $\gamma 3$ com base no seu caráter leucocrático, e maiores valores em $SiO_2$ (74%), entre os granitóides estudados,bem como seu conteúdo em elementos-traço como Rb, Sr, Cu e Zr (tabela II.2.23), permite classificá-lo, segundo Ague & Brimhall (1988), como pertencentes ao tipo I-SC, 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, o Granitóide $\gamma 3$ mostra padrões de curvas (figura II.2.53) muito semelhantes e praticamente homogêneos do tipo "asa de pássaro", onde as 10 amostras analisadas (tabela II.2.23) mostram forte depleção em Eu (Eu/Eu*: 0,14-0,48) e as razões ETRL/ETRP variando de 0,77 a 3,37, evidenciando um enriquecimento em terras-raras pesadas (ETRP), ou seja, os valores da série Y são elevados.

Estas características obtidas são peculiares aos granitos poligenéticos de refusão das séries de transformação, compreendendo os granitos CR de Chaoqun (1985). Os valores anômalos de Eu (Eu/Eu*) concentram-se na faixa de 0,14 a 0,28, podendo-se, assim, correlacionar essa população amostrada com os granitos 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 estágios da crosta superior.

O padrão crustal do Granitóide $\gamma 3$ encontra-se plenamente confirmado através dos diagramas das figuras II.2.39, II.2.27 e II.2.28.

De acordo com as figuras II.2.40 e II.2.54 observa-se que amostras desse conjunto de granitóides $\gamma 3$, plotam, predominantemente, o campo dos granitóides tipo sin-colisional, crustal e pós-orogênico. O processo de fusão crustal responsável pela sua formação encontra-se bem expressa na figura II.2.41 de Pearce & Gale (1977).

### 2.7.5 Idade e Correlação

Neste estudo, posicionam-se estas rochas no Proterozóico Superior, ligadas ao Ciclo Brasiliano, com base nas relações de campo e dados geocronológicos obtidos nas áreas vizinhas.

**Tabela II.2.23 – Granitóide γ3 – 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.

Datações geocronológicas realizadas pelo método Rb/Sr no biotita granito de Aragoiânia, Folha Goiânia, posicionado no mesmo contexto geológico estrutural dos granitóides γ3, revelaram isócrona de 900Ma., e razão inicial de 0,706, interpretada como idade de *emplacement* correspondendo ao clímax dos processos tectônicos de imbricamento crustal que afetou as rochas da área.

## 2.8 Grupo Paranoá – PSpa

### 2.8.1 Comentários Gerais

A definição desta unidade deve-se a Andrade Ramos (1956), que descreveu na região de Brasília e Chapada dos Veadeiros uma fácies da Série Canastra composta por arenitos quartzíticos como Arenito Quartzítico Paranoá (Barbosa, 1963), associa essa fácies às ardósias da Série Bambuí.

Baêta Júnior *et al.* (1978), na região de São João d'Aliança, dividiram a Formação Paranoá, baseado no posicionamento estratigráfico e nas características litoambientais em sete subunidades, constituindo uma seqüência pelito-psamítica, iniciada por um conglomerado basal, denominado Conglomerado São Miguel.

Braun (1968) subdivide o Grupo Bambuí e eleva o Paranoá à categoria de Grupo. Barbosa *et al.* (1970a) usam este termo no conceito de fácies (litossoma). Dardenne (1978) eleva-o novamente à categoria de Grupo.

Braun (1980 e 1981) conclui que este grupo faz parte do Supergrupo Araí (Unidade D), compreendendo as unidades 7, 8 e 9 de Dyer (1970), destacando-o do Grupo Bambuí, como havia sugerido Dardenne (1978).

Faria (1985), na região do Domo de Cristalina, identifica nesta estrutura a superposição do Grupo Canastra ao Grupo Paranoá e subdivide este último em cinco subunidades, caracterizadas por ritmitos e quartzitos.

### 2.8.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

As rochas desta unidade ocorrem em uma pequena porção do extremo-norte da folha (figura II.2.55), em contato por falha transcorrente com as rochas das unidades C e D do Grupo Araxá-Sul de Goiás e de forma aproximada e encoberta por expressivo colúvio na escarpa da Chapada dos Covas com a Unidade D.

Seus melhores afloramentos permitiram a obtenção de informações para a confecção da seção desta unidade na área (figura II.2.56).

### 2.8.3 Rochas e Metamorfismo

Na área, a unidade é caracterizada por uma seqüência de metarritmito arenoso, em camadas métricas representadas por metarenito, metargilito, metassiltito e com intercalação

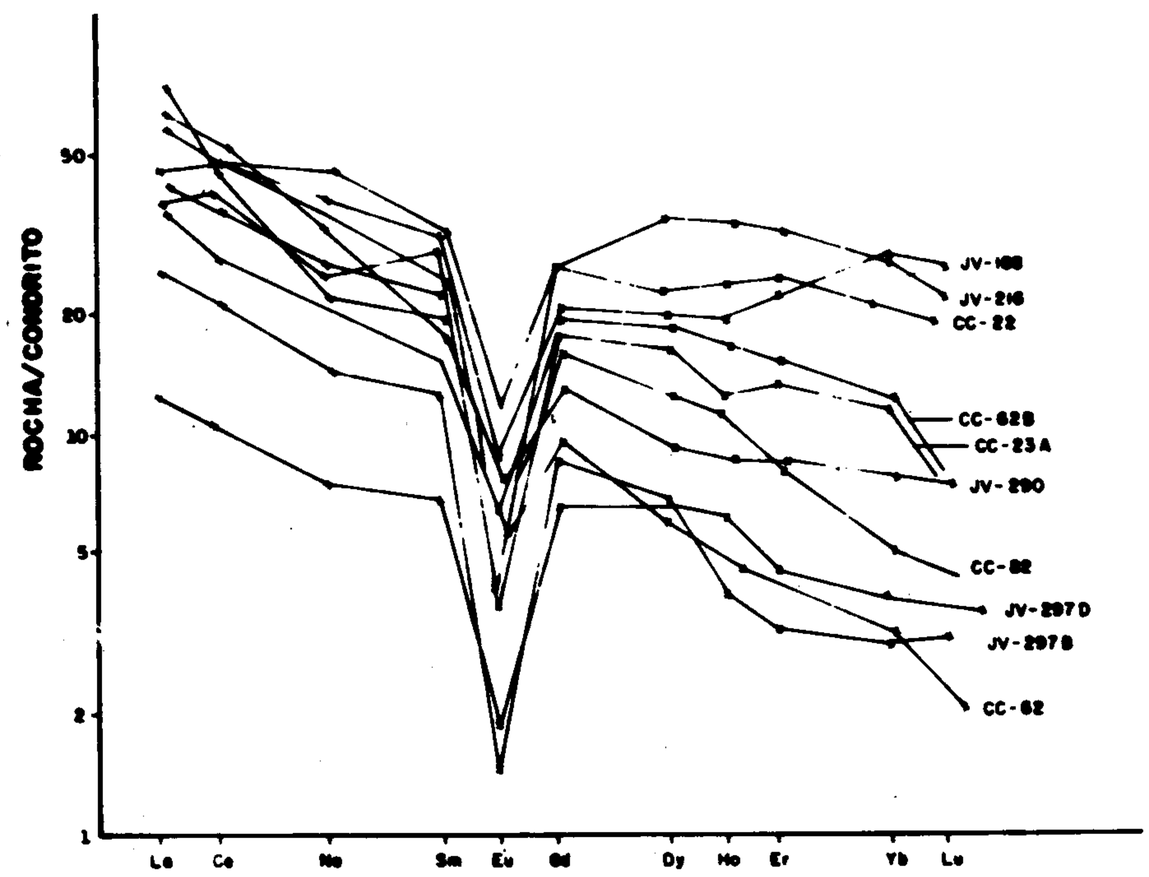



**Figura II.2.53** – Padrões das terras-raras normalizadas segundo o padrão condrito C-1 de Evensen (1978), aplicados para a população dos granitos γ3.

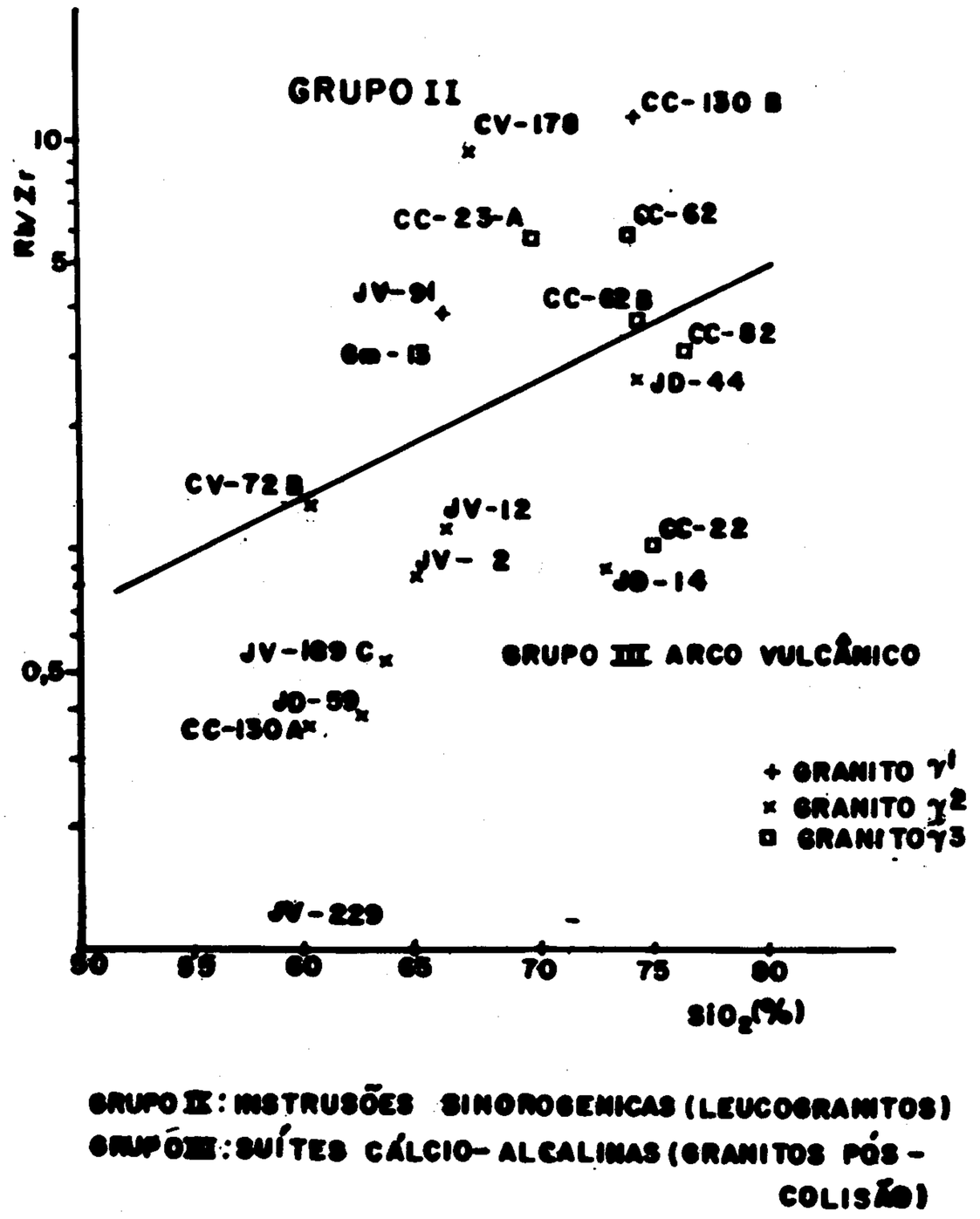
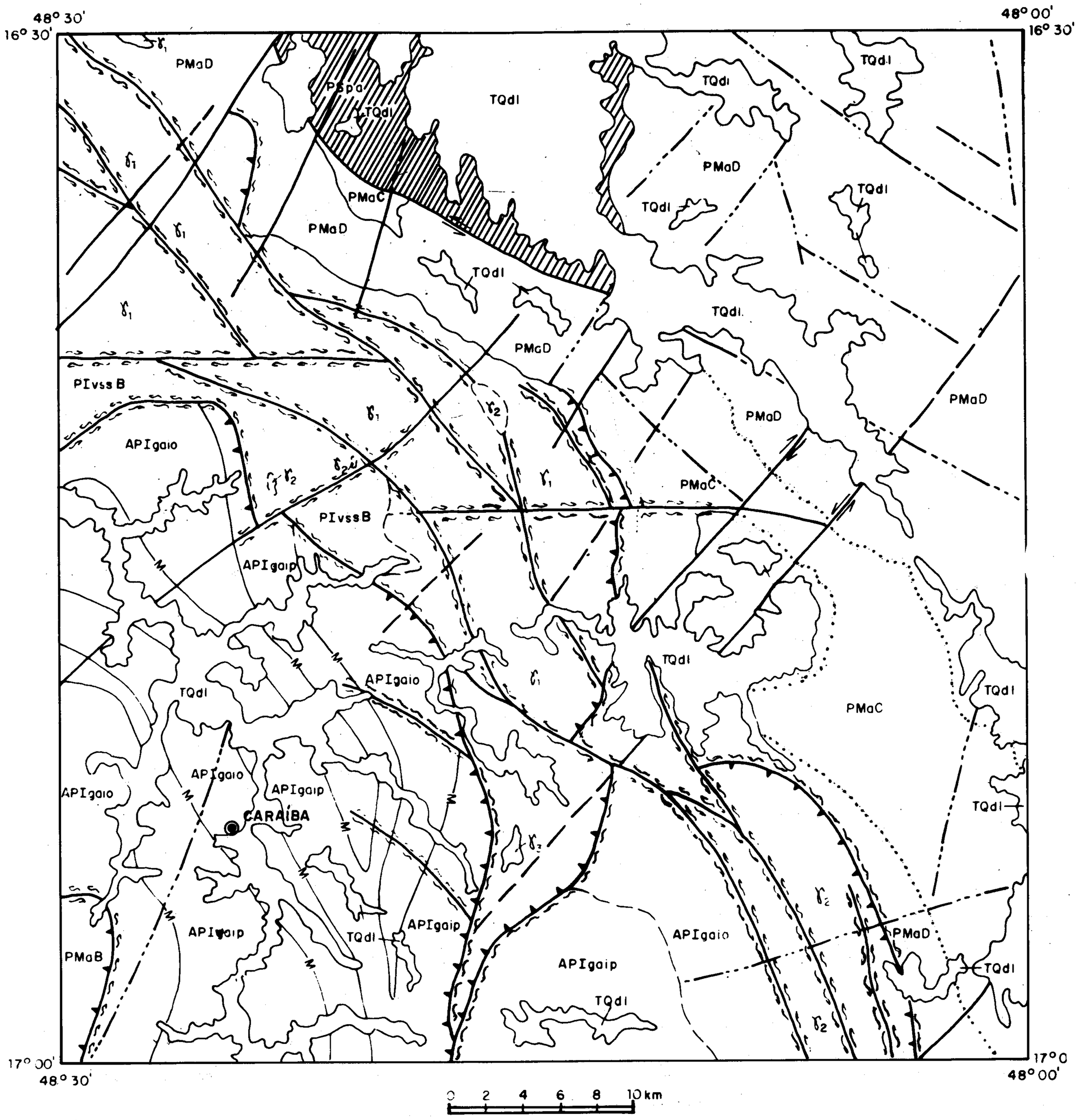



**Figura II.2.54** – Diagrama Rb/Zr *versus* $SiO_2$ segundo Harris, Pearce e Tindle (1986).




TQdl - cobertura detrito-laterítica; PSpa - grupo paranoá; $\gamma_3$ - granitóide; PMaB, C e D - Grupo Araxá Sul de Goiás B, C e D; $\gamma_2$ - granitóide; PIvssB - seqüência metafvulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar/mista, unidade B; $\gamma_1$ - Granitóide; APIgaio, APIgaip - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos

**Figura II.2.55** – Distribuição geográfica do Grupo Paranoá–PSpa.

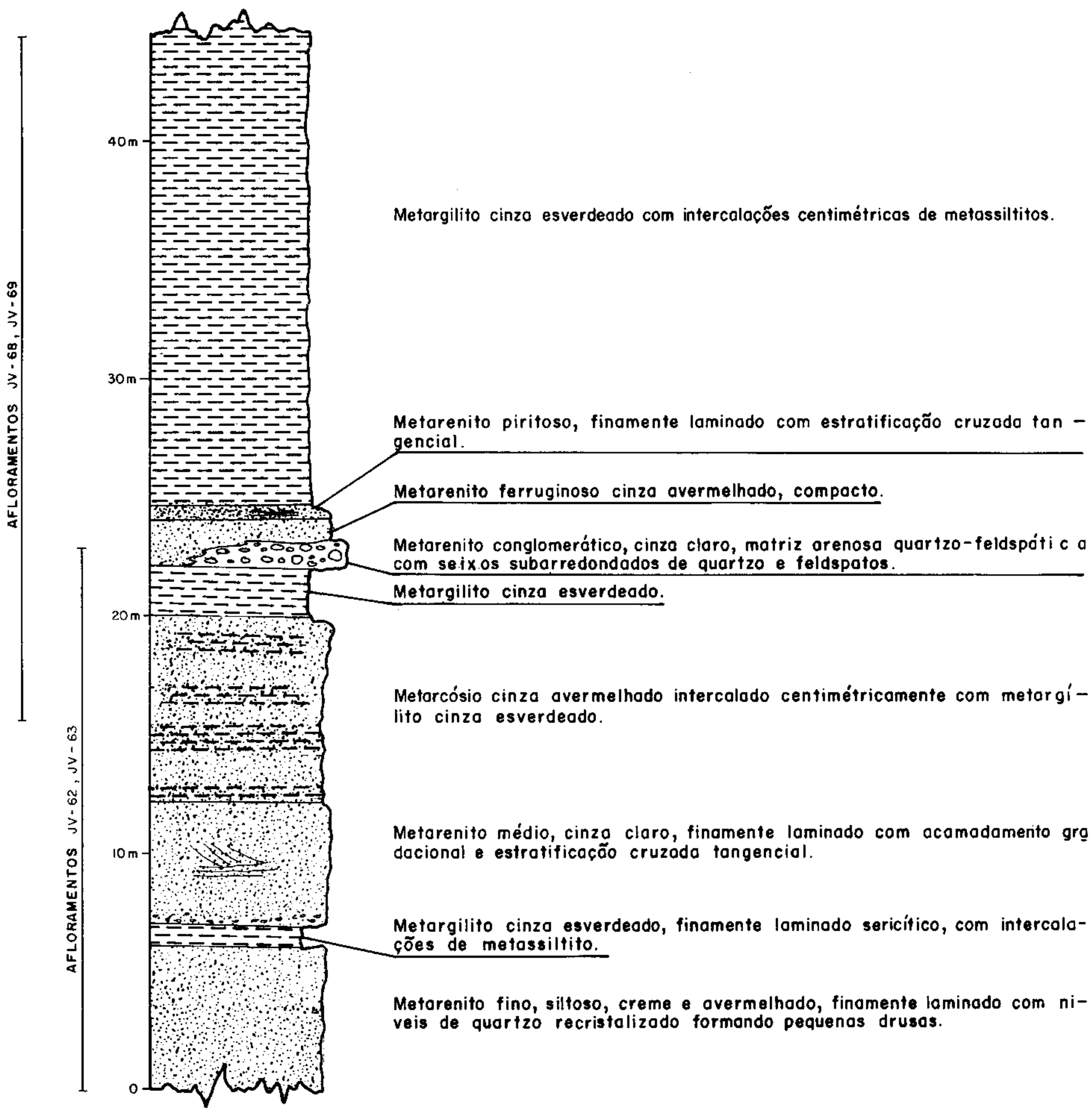



**Figura II.2.56** – Seção litológica do Grupo Paranoá, Folha Caraíba.

métrica de metarenito conglomerático, metarcósio, metarenito piritoso sobrepostos por metarritmito argiloso, constituídos essencialmente de metargilito com intercalações subordinadas de metassiltito.

**Metassiltito** – Exibe coloração creme, avermelhado quando alterado, finamente laminado, com níveis de quartzo recristalizado formando pequenas drusas. É constituído basicamente de quartzo, sericita, argilominerais e opacos.

O quartzo ocorre em grãos subarredondados, e está recristalizado em mosaicos de cristais imbricados entre si, com forte extinção ondulante. O opaco ocorre como cristais xenomórficos em agregados intensamente oxidados; sericita apresenta-se em palhetas dispersas entre os grãos de quartzo.

**Metarenito Médio** (com estratificação cruzada ) – Trata-se de rocha semelhante à anterior, porém com granulometria média e com a presença de estruturas sedimentares tipo estratificação cruzada tangencial de pequeno porte e acamamento gradacional.

**Metarcósio** – Exibe coloração cinza-médio a róseo, textura granular fina a muito fina (entre 0,1 e 0,3mm), constituído pela associação de quartzo, microclínio e plagioclásio, além

de raras palhetas de muscovita e biotita. A textura é granoblástica, com os cristais apresentando contatos edentados, reflexo de discreta deformação pós-diagenética. O plagioclásio, em sua maior parte, acha-se alterado a finos agregados de material argiloso e sericita. O microclínio apresenta geminação do tipo Albita-Periclina bem evidenciada, às vezes caulinizado, observando-se também a presença de óxido de ferro manchando a rocha, responsável pela coloração rósea. Uma amostra apresenta granulação muito fina, menor que 0,1mm, isótropa, possivelmente ligada ao processo de cisalhamento rúptil que ocorreu na escarpa da Chapada dos Covas.

**Metarenito Conglomerático** – É uma rocha de coloração cinza-amarelado, avermelhada pela alteração, textura granular grossa a conglomerática e estrutura maciça. A matriz é constituída por quartzo nas frações areia muito grossa a grânulos, recristalizados em mosaicos, raros cristais de opacos, palhetas de sericita e grãos subarredondados de zircão. Os seixos de quartzo e feldspato alterado estão mal selecionados, em geral são subarredondados com esfericidade média, predominando aqueles de quartzo.

**Metarenito Ferruginoso** – Apresenta coloração cinza-escuro avermelhado, com granulometria fina a média e estrutura compacta. É composto por quartzo e óxidos de ferro.

**Metarenito Piritoso** – Trata-se de rocha fina, avermelhada, finamente laminada, com estratificação cruzada tangencial (foto 16). Caracteriza-se pela alternância milimétrica e centimétrica de níveis vermelhos ricos em pirita e óxido de ferro e níveis claros compostos de quartzo, feldspato e sericita, exibindo estratificação cruzada plano-paralela.

**Metargilito** – Ao longo da seção litológica, apresenta características semelhantes, sendo rocha de coloração cinza- esverdeado, avermelhada por alteração, finamente laminada com intercalações de lentes centimétricas de metassiltitos, e evidenciando, localmente, pequena variação na sua granulometria. Estes metargilitos são constituídos por palhetas de sericita associadas a argilominerais, com textura lepidoblástica muito fina, e quartzo em grãos dispersos ou preenchendo microveios. Como acessórios ocorrem opacos em grãos xenomórficos, turmalina em minúsculos prismas e zircão em grãos arredondados.

A inexistência de minerais diagnósticos não permite uma estimativa precisa das condições metamórficas das rochas dessa unidade. Entretanto, baixo grau de recristalização, com os grãos quartzo-feldspáticos, nos metarcósios, mantendo suas características sedimentares, sugerem condições de metamorfismo incipiente do intervalo inferior da fácies xisto-verde, zona da clorita.

Analisando os dados disponíveis na área sobre as rochas deste grupo, observa-se que esta seqüência cartografada corresponde às unidades D e E do Grupo Paranoá (Faria, *op. cit.*), exposto mais a leste na região de Cristalina-GO.

A partir destas informações, e com os dados de campo, admite-se que estas rochas formaram-se, possivelmente, em uma ambiência marinha com incursões de leques deltaicos, do Proterozóico Superior.

O potencial metalogenético das rochas desta unidade está ligado a concentrações manganesíferas, como as encontradas por Baêta Jr. (1978), na Chapada dos Veadeiros, região nordeste do estado de Goiás.

### 2.8.4 Petrogênese/Litoquímica

Apesar dos nossos esforços não foi possível se obter análises com números suficientes de amostras para se estabelecer uma população representativa dos litótipos desta unidade, restando apenas uma amostra que representa um metarcósio.

A amostra revelou-se enriquecida em $SiO_2$ (90,10%) e empobrecida em $Al_2O_3$ (4,7%); $Na_2O$ (0,15%); CaO (0,07%) e Mg (0,07), constatando-se também que o teor de $K_2O$ é 22 vezes maior do que o teor de $Na_2O$.

Objetivando estabelecer as tendências para rochas sedimentares ou ígneas das amostras do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) e Paranoá (PSpa),foram utilizados os diagramas triangulares ACF e A'KF (figura II.2.45 A e B). No diagrama ACF algumas amostras plotam o campo dos pelitos e neste gráfico uma amostra plota fora dos campos delimitados pelo diagrama.

Para se obter informações sobre a possível ambiência gerotectônica da população acima citada, utilizou-se o diagrama $Fe_2O_3$ + MgO x $TiO_2$ (figura II.2.50) e $Fe_2O_3$ + MgO x $K_2O/Na_2O$, de Bhatia (1983) (figura II.2.57), onde uma amostra posicionou-se no campo arco continental.

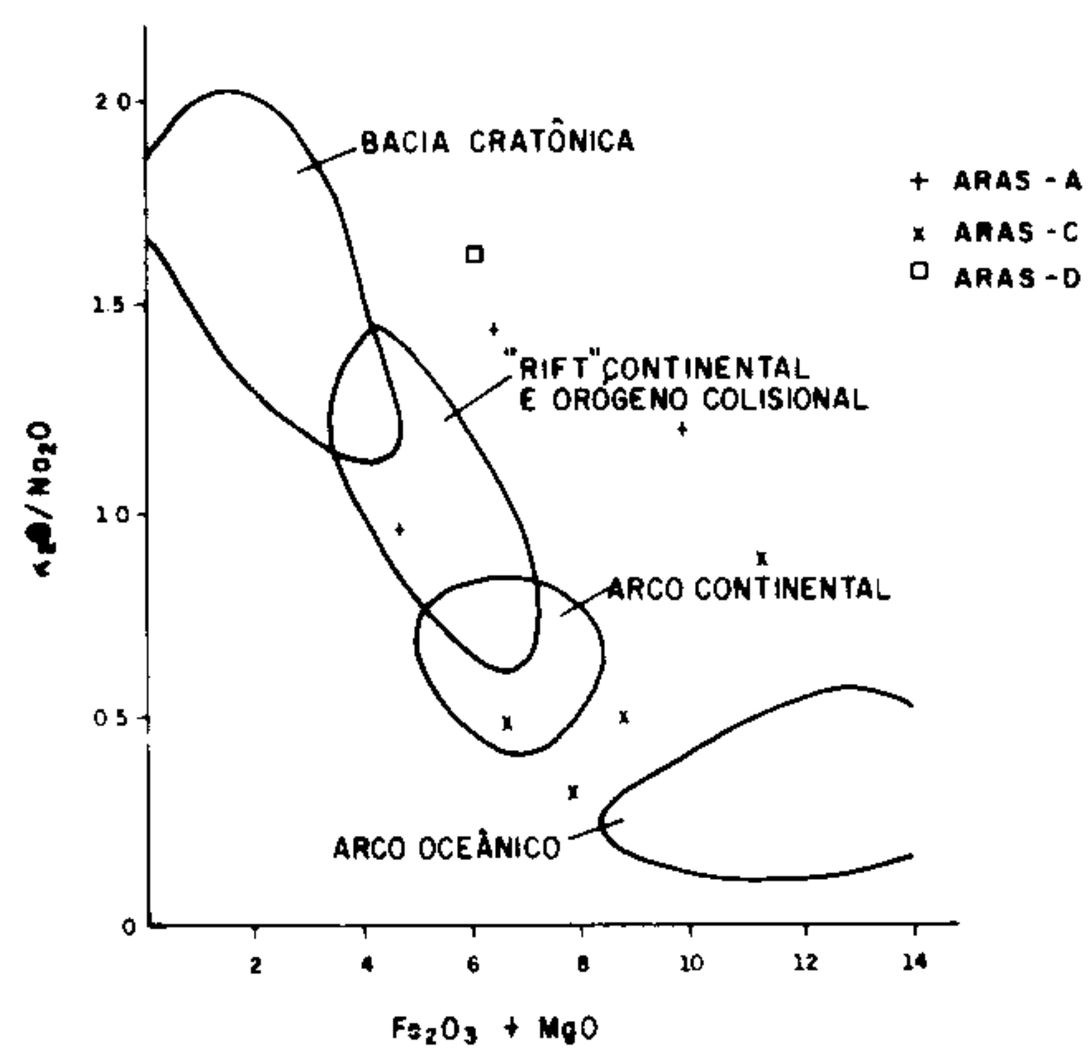



**Figura II.2.57** – Diagrama $K_2O/Na_2O$ *versus* $Fe_2O_3$+MgO de Bhatia (1983), usado para discriminar os campos de ambientes geotectônicos, onde se depositam rochas sedimentares. Aplicado às rochas sedimentares do Grupo Araxá-Sul de Goiás (unidades A, C e D).

### 2.8.5 Idade e Correlação

A idade das rochas do Grupo Paranoá (PSpa) é ainda bastante discutível, e as indicações existentes, tais como as relações com as unidades litoestratigráficas vizinhas e as estruturas estromatolíticas presentes em suas rochas, colocam estes metassedimentos no final do Proterozóico Médio, entre 950 e 1350Ma (Dardenne *et al.*, 1972; Cloud & Dardenne, 1973, *in* Fuck *et al.*, 1988).

Entretanto, considerando-se as relações estratigráficas das rochas do Grupo Bambuí com o Grupo Araí, esta com idade aproximada de 1.150Ma. (Tassinari *et al.*, 1981) e o seu limite superior com o Tilito Jequitaí ou da Formação Sete Lagoas, atribuídos ao Proterozóico Superior, com idade estimada em 700-800Ma. (Dardenne, 1981; Marini *et al.*, 1984a.b). Desta forma, a sedimentação do Grupo Paranoá (PSpa) deve ter ocorrido em torno de 1.100 a 1.000Ma., e sido encerrada há 800Ma., indicando que as deformações e o metamorfismo ocorreram na orogênese brasiliana, entre 650 e 600Ma. (Fuck *et al.*, 1988).

## 2.9 Intrusões Básicas – Jdb

### 2.9.1 Comentários Gerais

A presença destas rochas na forma de diques e corpos de várias dimensões, originalmente de composição básica, intrusivos nos terrenos granito-gnáissicos foi assinalado por Danni & Fuck (1981), (fazendo referências a uma importante província de rochas básicas no bloco granito-gnáissico), localizados entre as cidades de Mozarlândia, Crixás e Rubiataba.

Drago *et al.* (1981), admitem a presença de rochas hipabissais de composição básica, metamorfizadas ou não, dentro do Complexo Goiano.

### 2.9.2 Distribuição Geográfica e Relações de Contato

Constatou-se na área da Folha Caraíba uma ocorrência destas rochas, localizada na Fazenda São José, município de Orizona (foto 17).

Constitui um corpo básico de forma tabular, de aproximadamente 2,5km de comprimento por 200m de largura, inserido no Granitóide $\gamma 1$, associado a uma expressiva zona de cisalhamento dúctil de direção NW-SE, sem entretanto apresentar evidências de ter sido afetado por esta tectônica.

Observa-se na região que estes corpos estão preferencialmente posicionados ao longo das principais direções de fraqueza, realçando de forma bem nítida as principais direções de zonas de cisalhamento, o que, de certo modo, pode auxiliar o entendimento da estruturação tectônica da área estudada.

### 2.9.3 Rochas e Metamorfismo

Trata-se de um diabásio de cor cinza-esverdeado escuro, com superfície ocre por alteração intempérica, granulação média, homogêneo, maciço e sem foliação. Ao microscópio, observa-se granulação fina a média, textura subofítica, constituída essencialmente de plagioclásio e clinopiroxênio. A composição do plagioclásio é cerca de An52 (labradorita) e o mesmo encontra-se fortemente saussuritizado, mantendo ainda o seu contorno ripiforme. O clinopiroxênio está bastante uralitizado e a textura ofítica, apesar da alteração, aind está bem preservada. O quartzo ocorre em intercrescimentc gráfico com o feldspato potássico pertítico, sugerindo processo de contaminação pela encaixante. Os acessórios são epídoto, opacos e clorita.

### 2.9.4 Idade e Correlação

A idade destas rochas está relacionada ao magmatismo básico, ligado aos processos infracrustais de escala continental, com características essencialmente anorogênicas, posicionando-se ao longo das zonas de fraqueza durante a Era Mesozóica na plataforma brasileira, no Ciclo Sul Atlantiano.

Através de uma datação radiométrica pelo método K/Ar em plagioclásio de uma amostra de diabásio, proveniente da Folha Pirenópolis na Serra da Água Limpa, ligado a um conjunto de diques alinhados aproximadamente NS e que cortam toda a seqüência de rochas daquela área, obteve-se a idade de 178 ± 5Ma.

## 2.10 Coberturas Tércio-Quaternárias

### 2.10.1 Sedimentos Terciários Continentais – Tc

São sedimentos predominantemente argilosos, endurecidos (lamitos) com intercalações siltico-arenosas, finamente listradas, constituindo pequenos filmes de ritmitos de coloração rósea avermelhada a cinza-escura, exibindo perfurações de organismos em forma de pequenos tubos centimétricos (foto 18). Encontram-se, em geral, parcialmente laterizados, com o desenvolvimento de delgada crosta laterítica e se distribuem preferencialmente sobre as áreas de afloramento das rochas granulíticas, na região próxima a Vianópolis.

Ocorrem associados a pequenas depressões continentais ou canais fluviais antigos, geneticamente ligados aos processos de peneplanização generalizada, desenvolvidas durante o Ciclo geomorfológico Sul-Americano, com o desenvolvimento de microambientes lacustres a flúvio-lacustres.

### 2.10.2 Coberturas Detrítico-Lateríticas – TQdl

Constituem um espesso capeamento nas rochas da área, as quais se apresentam extremamente alteradas para latossolos, totalmente ou parcialmente laterizadas, caracterizando uma unidade edafoestratigráfica, formada principalmente por latossolos vermelhos com espessuras variadas de até 30m, que formam um tipo especial de latossolo com o desenvolvimento de crostas lateríticas.

Estas coberturas são lateritas autóctones, constituindo perfis imaturos, onde pode ser observado na base o horizonte saprolítico, evoluindo em função da desferrificação da rocha original para um pacote aluminoso com predominância de goethita aluminosa e esporadicamente gipsita. O processo culmina com a neoformação de uma crosta constituída de hidróxidos e óxidos de ferro, bastante endurecida.

A diferenciação dos horizontes nem sempre é nítida, entretanto, nos perfis mais desenvolvidos, são observados os seguintes tipos:

**Horizonte Superficial** – Trata-se do horizonte A do solo, com espessura média inferior a 1m, areno-argiloso, com pouco material orgânico, desestruturado, com colorações amareladas a avermelhadas, com fragmentos de quartzo e concreções ferruginosas.

**Horizonte Ferruginoso** – Constitui a crosta propriamente dita, com espessura média de 3,0 a 1,5m formada por concreções parcialmente cimentadas por óxidos/hidróxidos de ferro e alumínio, exibindo um aspecto manchado com pintas amareladas.

Os principais minerais que foram encontrados neste horizonte são hematita terrosa, FeO, e goethita de ferro, FeO(OH), ou de alumínio, FeO(OHAl). Gipsita e fosfatos não foram observados.

**Horizonte Argiloso** – Exibe geralmente cores avermelhadas, constituído essencialmente de material sapropelítico, com espessura chegando a 15m.

**Horizonte Pálido** – Posiciona-se na interface rocha fresca/saprólito, apresentando cores claras, formato irregular e espessuras centimétricas a métricas bastante variáveis.

Estas coberturas distribuem-se indistintamente, recobrindo todas as unidades litológicas encontradas na área com uma ampla distribuição (figura II.2.58), predominando na porção sudoeste da folha, associado às rochas do Complexo Granulítico e a norte, capeando as rochas do Grupo Paranoá, onde ocorrem formando extensos chapadões com cotas em torno de 1000m, relacionadas à Superfície Sul-Americana.

Localmente, foram observadas ocorrências de latossolos que apresentam "linhas de pedra", concordantes com a topografia superficial. Estas feições geralmente são de grande importância na prospecção geoquímica em regiões lateritizadas.

Legomte (1988) estudando estas estruturas no Gabão, e analisando a redistribuição dos elementos maiores afirmou ser possível caracterizar a rocha-mãe através do agrupamento de elementos-traço; por exemplo, V e Ni refletindo rochas básicas; Ba e Sr refletindo gnaisses etc. No Brasil, tais estudos estão sendo realizados no nordeste por Parisot (1989). Enquanto os aspectos graníticos estão sendo realizados por Trescasses & Oliveira (1978).

Neste trabalho, foi cartografado apenas o horizonte ferruginoso do perfil, que constitui a crosta onde é possível a individualização de platôs bem definidos, sendo destacados em função da sua eventual importância econômica. Os horizontes argiloso e pálido foram considerados saprólitos e cartografados como pertencentes à rocha subjacente.

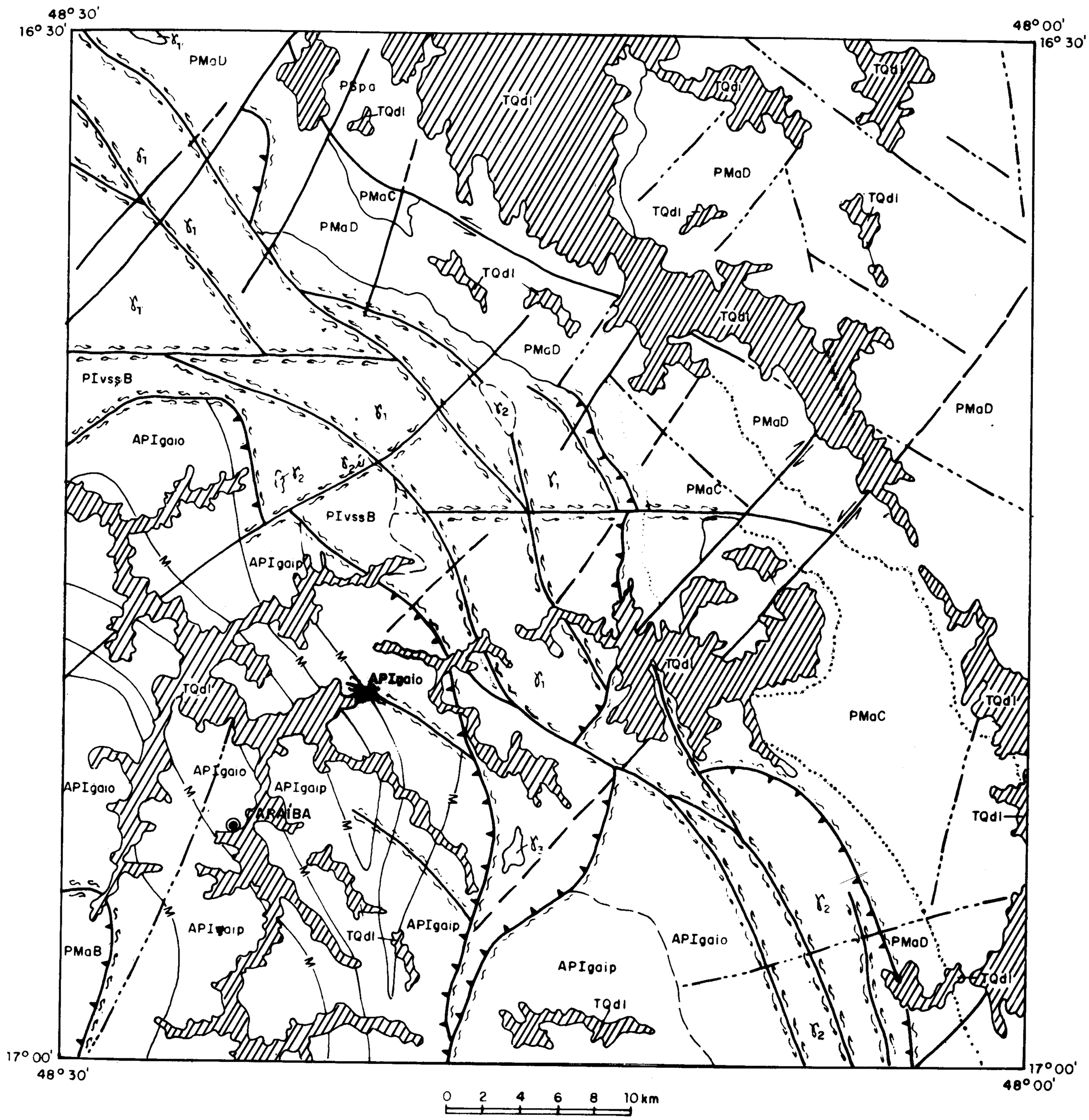
## 2.11 Depósitos Aluvionares – Qa

Estes depósitos são caracterizados por sedimentos arenosos, síltico-argilosos e areias com níveis de cascalho que ocorrem ao longo da calha dos rios, ribeirões e córregos, com distribuição bastante variável, e espessuras de até 5m.

Distribuem-se principalmente ao longo dos rios dos Patos, Piracanjuba e Corumbá, onde são explorados para utilização na construção civil.

Estes sedimentos são constituídos por areias de granulação fina a grosseira, predominantemente compostos por grãos de quartzo arredondados a subarredondados, associados com plaquetas de moscovita e minerais pesados como óxidos de ferro (magnetita), ilmenita, granada, rutilo e zircão. Lateralmente gradam para níveis síltico-argilosos e localmente formam pequenos níveis de cascalhos. Os seixos e blocos são principalmente de quartzo e, dependendo da litologia sobrejacente, podem ocorrer seixos e blocos de gnaisses, mica xistos, anfibolitos etc.

Condicionado às cabeceiras dos córregos, ocorrem na área pequenas turfeiras como a encontrada no ribeirão São Bento, exibindo pequenas dimensões e reduzido potencial econômico.




TQdl - cobertura detrito-laterítica; PSpa - grupo paranoá; $\gamma_3$ - granitóide; PMaB, C e D - Grupo Araxá Sul de Goiás B, C e D; $\gamma_2$ - granitóide; PIvssB - seqüência metafvulcanossedimentar de Silvânia unidade metassedimentar/mista, unidade B; $\gamma_1$ - Granitóide; APIgaio, APIgaip - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu: granulitos

**Figura II.2.58** – Distribuição geográfica da Cobertura Detrítico-Laterítica, TQdl.

# Capítulo 3
# Geologia Estrutural

*Joffre Valmório de Lacerda Filho*

## 3.1 Introdução

A área em estudo exibe um arcabouço tectono-estrutural bastante complexo, sendo constituída por terrenos diversificados que remontam ao Arqueano, como o Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), sabidamente de evolução policíclica, bem como os metassedimentos identificados como Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss) do Proterozóico Inferior e Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) do Proterozóico Médio, relacionados à Faixa de Dobramentos Uruaçuano, cujo estilo tectono-estrutural desenvolve-se em regime de cisalhamento dúctil simples de natureza contracional, gerando estruturas tipo *nappe* tectônico.

No nível crustal mais superior, são encontrados os metassedimentos do Grupo Paranoá (PSpa) pertencentes à Faixa de Dobramentos Brasiliana, esta também refletindo uma tectônica compressional em direção ao Cráton do São Francisco.

Os registros das deformações que afetaram as unidades cartografadas na Folha Caraíba permitiram não só caracterizar os processos de formação, bem como estabelecer sua evolução e a cinemática envolvida no transporte tectônico.

Esta tectônica é caracterizada por zonas de cisalhamento transcorrentes e leques sintéticos, com desenvolvimento de rampas frontais de transpurrão com conseqüente imbricação crustal (figura II.3.1).

Admite-se que estes movimentos cisalhantes tiveram início provável no Ciclo Jequié e, atuando de modo progressivo, atravessaram outros ciclos até o Brasiliano. Observa-se que, a partir do Uruaçuano, tanto o embasamento quanto as supracrustais se deformaram concomitantemente e de forma contínua, com um predomínio inicial de uma fase transcorrente, seguida por uma tectônica tangencial de baixo ângulo, e transporte de massa para E-SE.

Adotou-se, neste trabalho, uma divisão em domínios e fases deformacionais, com o objetivo de facilitar a descrição e entendimento dos processos atuantes em função da complexidade estrutural apresentada, embora estas fases devam ser encaradas como tendo uma evolução tectônica progressiva, como atualmente consideram Coward (1984) e Korstgard *et al.* (1984).

Assim, procurou-se reunir, informalmente, as feições estruturais obtidas e subdividir a área em estudo em dois grandes domínios estruturais: a) Domínio da Infra-Estrutura e b) Domínio da Supra-Estrutura (figura II.3.2).

## 3.2 Domínio da Infra-Estrutura

Este domínio está representado na parte sudoeste da folha (figura II.3.2), no âmbito das rochas do Complexo Granulítico (APIgai), granitóides $\gamma 1$ e $\gamma 2$ sendo caracterizado por uma tectônica em regime transcorrente, caracterizada pela presença de várias zonas de cisalhamento dúctil, com foliações subverticalizadas, onde foram detectadas 3 direções preferenciais de superfícies miloníticas, contendo cada uma marcante lineação de estiramento mineral, caracterizando o seguinte quadro deformativo:

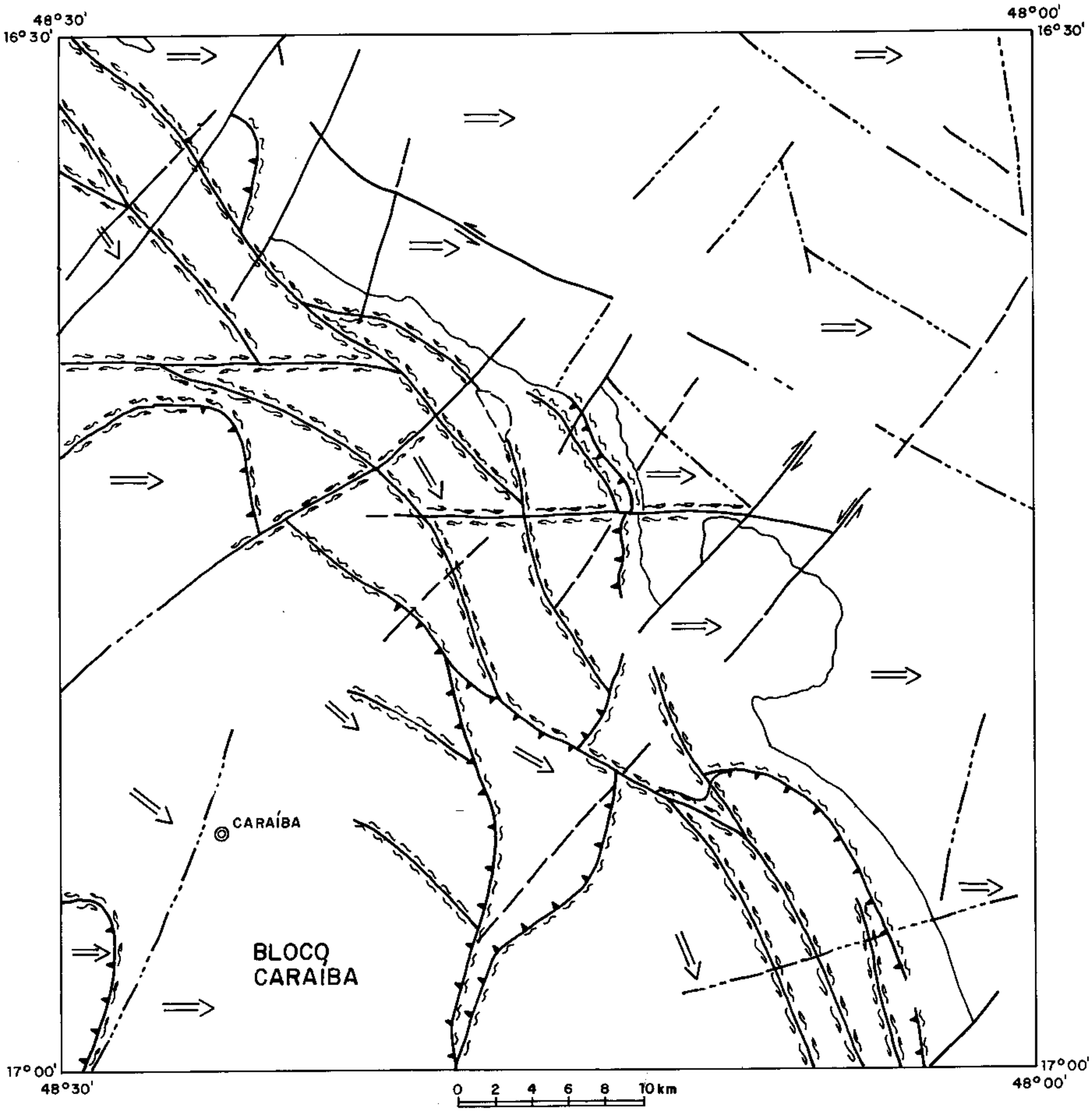
**Fase $F_{n-1}$** – Primeira geração de superfície milonítica, caracterizada por uma foliação de transposição de direção preferencial em torno N50°-60°W, contendo uma lineação de estiramento mineral Lx-10°/310°

Esta fase é representada pelas faixas miloníticas de maior expressão na área, apresentando largura variável de até 1,5km e vários quilômetros de comprimento, sendo individualizadas apenas as faixas de alto *strain*, onde se observa mais expressivamente a intensidade da deformação milonítica.

Estas zonas de cisalhamento ocorrem principalmente ao longo dos rios Piracanjuba e Santana e ribeirão Cachoeira, prolongando-se em direção ao córrego Taquaral. São bem marcadas por uma foliação milonítica de alto ângulo, e expressiva lineação de estiramento, com geometria de zona de cisalhamento contracional, indicando movimentos predominantemente sinistrais.

**Fase $F_n$** – Constitui a segunda geração de superfície milonítica, com direção preferencial E-W/subvertical e corresponde a uma foliação de transposição, que gera um bandamento milonítico, exibindo uma lineação de estiramento mineral com atitude média de 15°/270°. Estas zonas são encontradas ao longo do rio Piracanjuba, nas proximidades da Fazenda São José, ribeirão Soberbo e Serra Do Bugre.

**Fase $F_{n+1}$** – Corresponde à terceira geração de superfície milonítica. Possui direção preferencial N30°E/subvertical, lineação de estiramento mineral Lx10°/210° e exibe características deformacionais dúcteis-rúpteis. Apresenta-se com menor expressão na área, interceptando as superfícies miloníticas geradas nas fases anteriores. Associam-se veios pegmatíticos com ocorrências de cassiterita. Esta fase pode ser bem observada nos xistos miloníticos encontrados ao longo do ribeirão Extrema.




VETOR DE DESLOCAMENTO DE MASSA

ZONA DE CISALHAMENTO

ZONA DE CISALHAMENTO CONTRACIONAL

ZONA DE CISALHAMENTO TRANSCORRENTE DEXTRAL

ZONA DE CISALHAMENTO TRANSCORRENTE SINISTRAL

FALHA TRANSCORRENTE

FALHA INDISCRIMINADA

FRATURA

**Figura II.3.1** – Esboço estrutural.

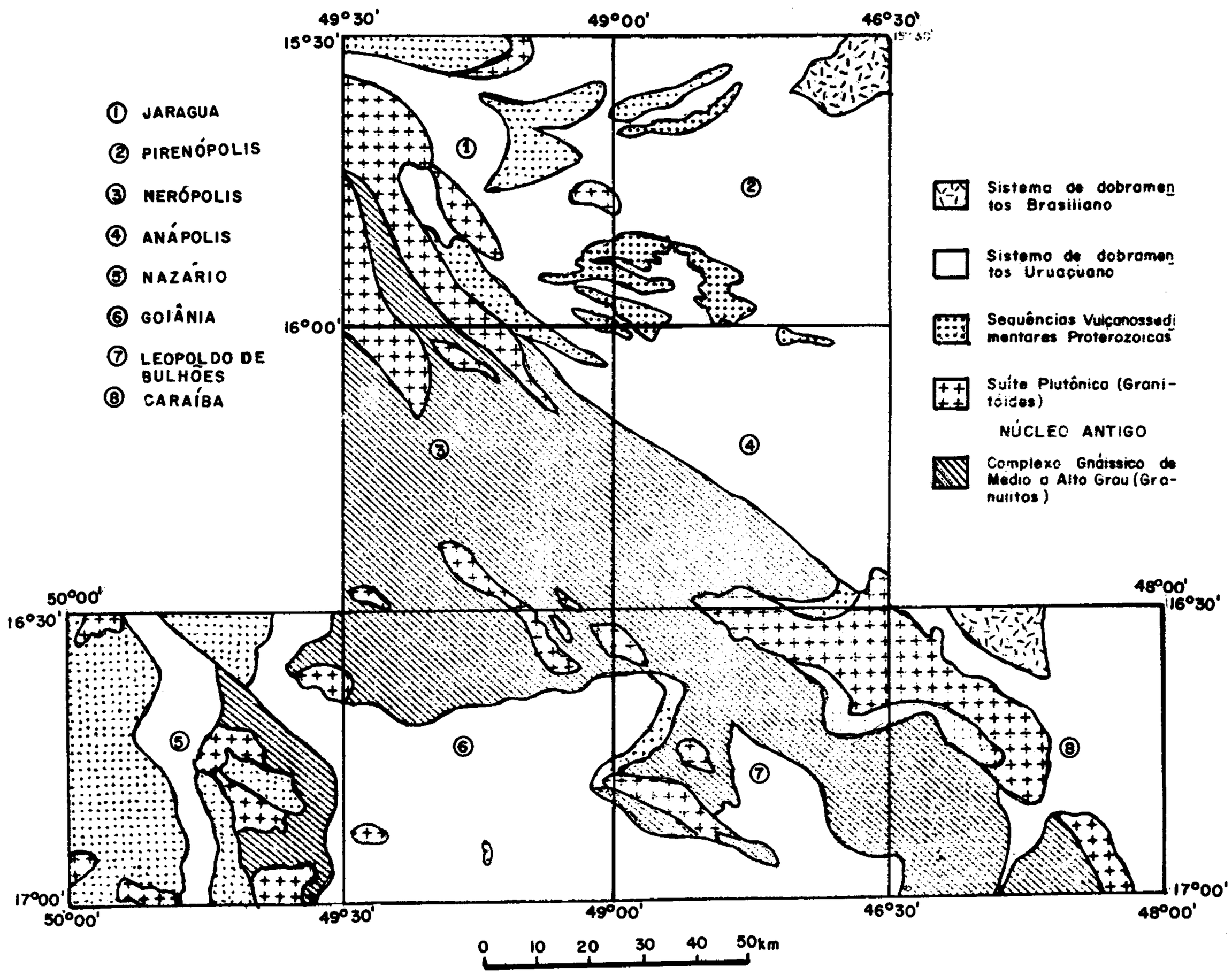



**Figura II.3.2** – Divisão em domínios regionais.

Nos litótipos do Complexo Granulítico verifica-se que a fase melhor expressa é a $F_{n-1}$, representada por uma proeminente foliação milonítica com direção geral NW-SE.

No conjunto das rochas granitóides da primeira e da segunda geração, observa-se a presença de todas as fases da infra-estrutura que são caracterizadas pelo desenvolvimento de faixas miloníticas, com movimento sinistral e direção geral NW-SE da fase $F_{n-1}$, e dextrais da fase $F_n$, com uma distribuição alternada de zonas miloníticas e/ou ultramiloníticas, largura média de 1km, com faixas de menores taxas de deformação. O regime de deformação dúctil é caracterizado pela presença de cristais de feldspato deformados, exibindo formas sigmoidais, sombras de pressão e rotação das superfícies C e S (foto 19). Observa-se uma variação nestas feições em conseqüência da distribuição heterogênea da deformação cisalhante, gerando nas zonas de alta deformação protomilonitos, milonitos e ultramilonitos.

Os protomilonitos constituem os termos mais discretamente deformados, exibindo granulação média (1,0-3,0mm), próxima da granulação original (pré-deformação). Além disso, caracterizam-se por apresentar taxas de deformação e recristalização insuficientes para destruir o *fabric* hipidiomórfico-granular magmático.

Nesse sentido, pertencem aos estágios de deformação inicial e transicional de Kerrich *et al.* (1980), constituindo, mais especificamente, protomilonitos (sentido de Sibson, 1977).

Embora o critério microscópico seja importante para a caracterização desse grupo, a nível mesoscópico o mesmo pode ser identificado por sua textura hipidiomórfico-granular, associada à discreta e descontínua foliação micácea superposta.

Os milonitos e ultramilonitos fornecem uma "série" que mais apropriadamente pode ser classificada como ortognáissica. A granulação é fina (0,3-0,6mm), característica do estágio de deformação avançado e cujo aspecto mesoscópico, em afloramentos isolados, leva à freqüente confusão com 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"

Constatou-se, também, nas rochas do Complexo Granulítico e Granitóide $\gamma 1$, os reflexos da tectônica de baixo ângulo, fase $F_2$ das supracrustais, com o desenvolvimento de uma foliação milonítica de baixo ângulo superposta.

### 3.3 Domínio da Supra-Estrutura

Este domínio é encontrado principalmente na porção nordeste da folha (figura II.3.2), reunindo as litologias geradas em condições menos enérgicas, de baixo grau metamórfico, situadas nos domínios da Faixa de Dobramentos Uruaçuana, Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB), Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) e, Faixa Brasília, Grupo Paranoá (PSpa). Caracteriza-se por apresentar um regime deformacional por cisalhamento simples, tangencial, de caráter dúctil, que originou estruturas tipo *nappes* tectônicos, com escamação e delaminação das unidades. Estas estruturas são controladas por superfícies de cisalhamento de baixo ângulo, desenvolvendo marcante foliação milonítica e dobras não coaxiais assimétricas, com proeminente vergência para leste, em direção ao Cráton do São Francisco (figura II.3.3).

As dobras $D_2$ pertencem às classes 1C e 2 (Ramsay, 1983), são acilíndricas, com assimetria para leste, exibindo flancos longos, sub-horizontalizados e curtos subverticais. Possuem eixos curvilíneos com duplo caimento (foto 21) e amplitude variando de centímetros até poucos metros. A geometria dessas dobras acha-se intimamente ligada ao transporte tectônico, constatando-se em alguns locais dobras recumbentes com plano axial $S_2$ de baixo ângulo (foto 22) e vergência neutra (figura II.3.4).

Esta fase é a mais expressiva na área, assumindo um caráter dominante, estando representada em todas as unidades pré-cambrianas supracrustais cartografadas.

As amplitudes das dobras de $D_2$ variam de centimétricas até alguns metros (foto 23). Observa-se com freqüência um movimento rotacional no eixo destas dobras com Lb, tendendo a tornar-se perpendicular à lineação de estiramento Lx 25°/275° nas zonas de cisalhamento contracional (figura II.3.5).

As lineações de estiramento são bem evidentes nas rochas da Supra-Estrutura, sendo bem marcadas em metapelitos e quartzitos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaD) e caracterizadas pelo estiramento de minerais e arranjo subparalelo de *ribbons* de quartzo, mantendo-se

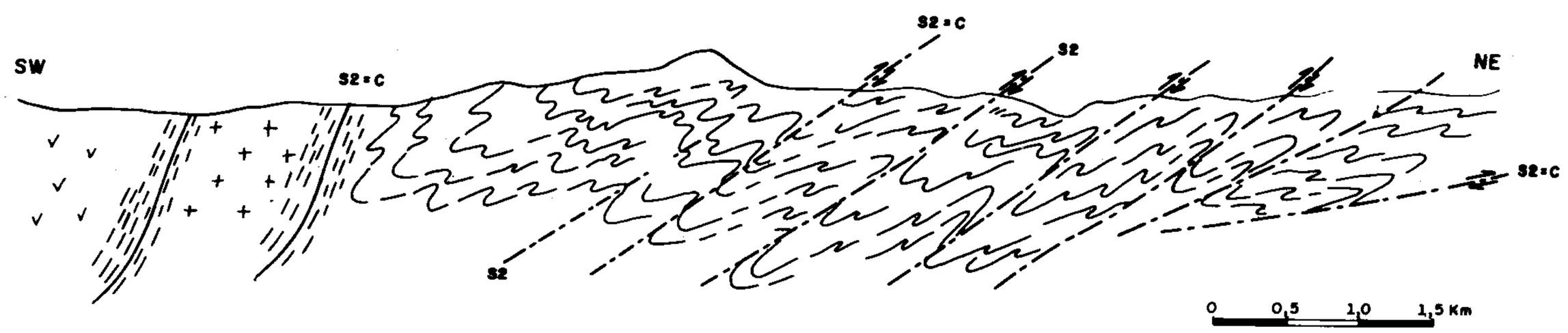



**Figura II.3.3** – Seção esquemática mostrando o estilo de deformação da Supra-eStrutura Na estrada GO–424 que liga Orizona e Luziânia.

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

**Fase $F_1$** – É marcada pela primeira foliação milonítica $S_1$ – penetrativa, de baixo ângulo, formada em condições metamórficas da fácies xisto-verde, desenvolvida sob regime de cisalhamento simples. Encontra-se freqüentemente anastamosada, com microbandas de cisalhamento e pode ter sido responsável pela total transposição do acamadamento original que se encontra paralelizado a esta superfície (foto 20), com a conseqüente formação de dobras isoclinais, fechadas, deitadas e recumbentes, e intrafoliais, transpostas pelas fases subseqüentes, não tendo sido observadas na área, a nível macroscópico, dobras desta fase.

**Fase $F_2$** – É a fase mais proeminente da área, atuando de forma progressiva a partir da primeira, com o desenvolvimento de intensa deformação não-coaxial.

Corresponde à segunda geração de superfície milonítica $S_2$, que ora representa a transposição parcial ou total das superfícies $S_1/S_0$, ora constitui o plano axial de dobras $D_2$ que afetaram as superfícies anteriores. Geralmente possui baixo ângulo de mergulho, com leve vergência para leste.

aproximadamente constante nas rochas supracrustais com direção geral Lx 20°/275° (fotos 24 e 25).

A deformação $F_2$ imprimiu nas rochas do Grupo Paranoá (PSpa) uma primeira deformação, gerando dobras simétricas paralelas, tipo 2 (Ramsay, 1983) (foto 26), com eixos subhorizontais Lb15°/200 e direção geral NS e plano axial N20°E/70°NW (figura II.3.6).

**Fase $F_3$** – Trata-se de uma geração de ondulações caracterizadas por dobras abertas, com superfícies axiais subverticais, amplitude de 5 a 10m, assimetria pouco marcante, e morfologia tendendo às classes 1C e 1B (Ramsay, 1983), sem o desenvolvimento de clivagens de plano axial, dispondo-se seus eixos numa direção quase E-W, que freqüentemente cruza com o *trend* ortogonal (N-S) da fase $F_2$, resultando, em superfície, um padrão de interferência do tipo "domos e bacias", dando aos afloramentos aspecto bastante irregular (foto 27). Estas deformações são encontradas principalmente nas rochas da Unidade C do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaC) (foto 28) e nos metassedimentos do Grupo Paranoá (PSpa) (foto 29), possivelmente relacionadas aos processos de acomodações crustais, gerando deformações de caráter coaxial (figura II.3.6).

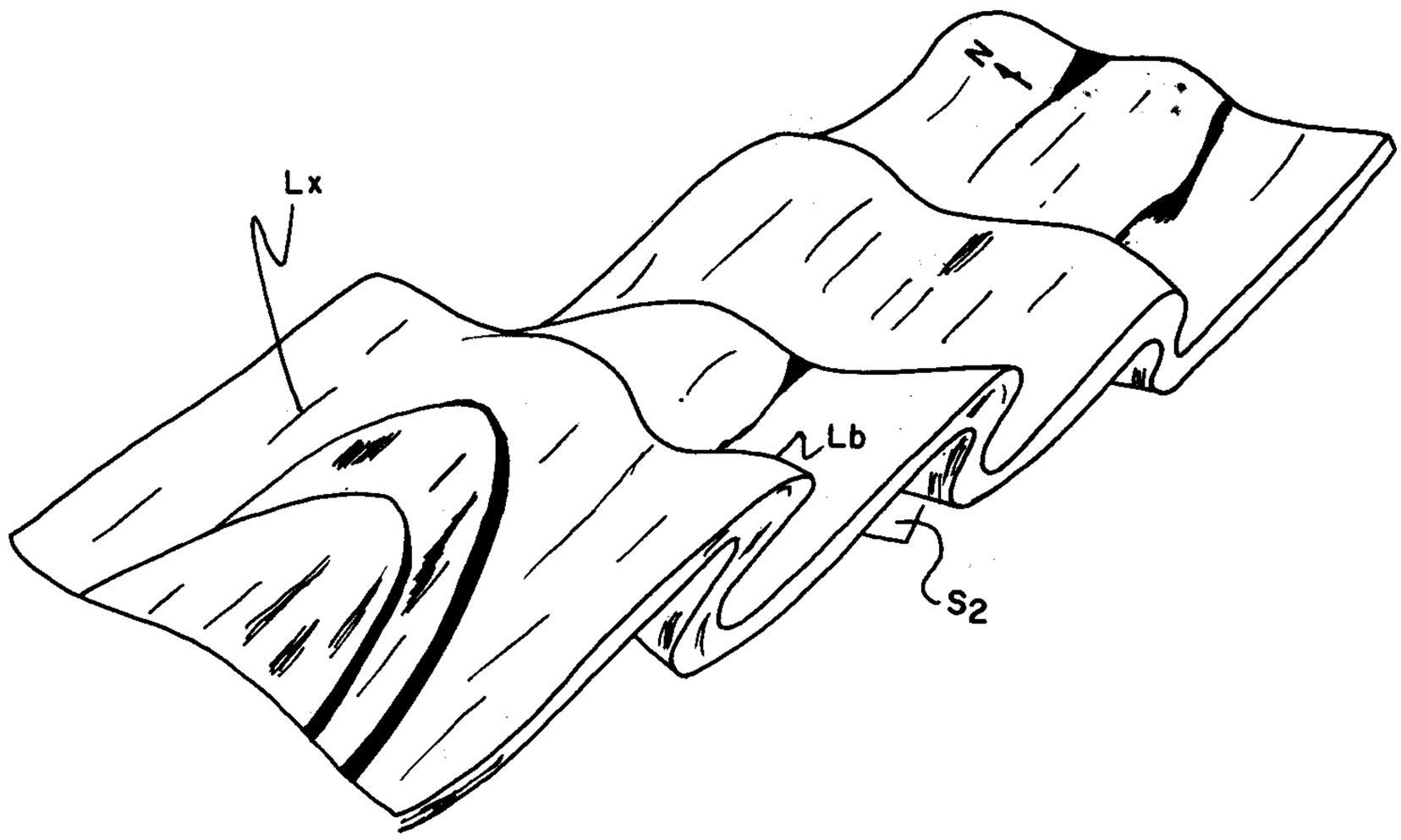
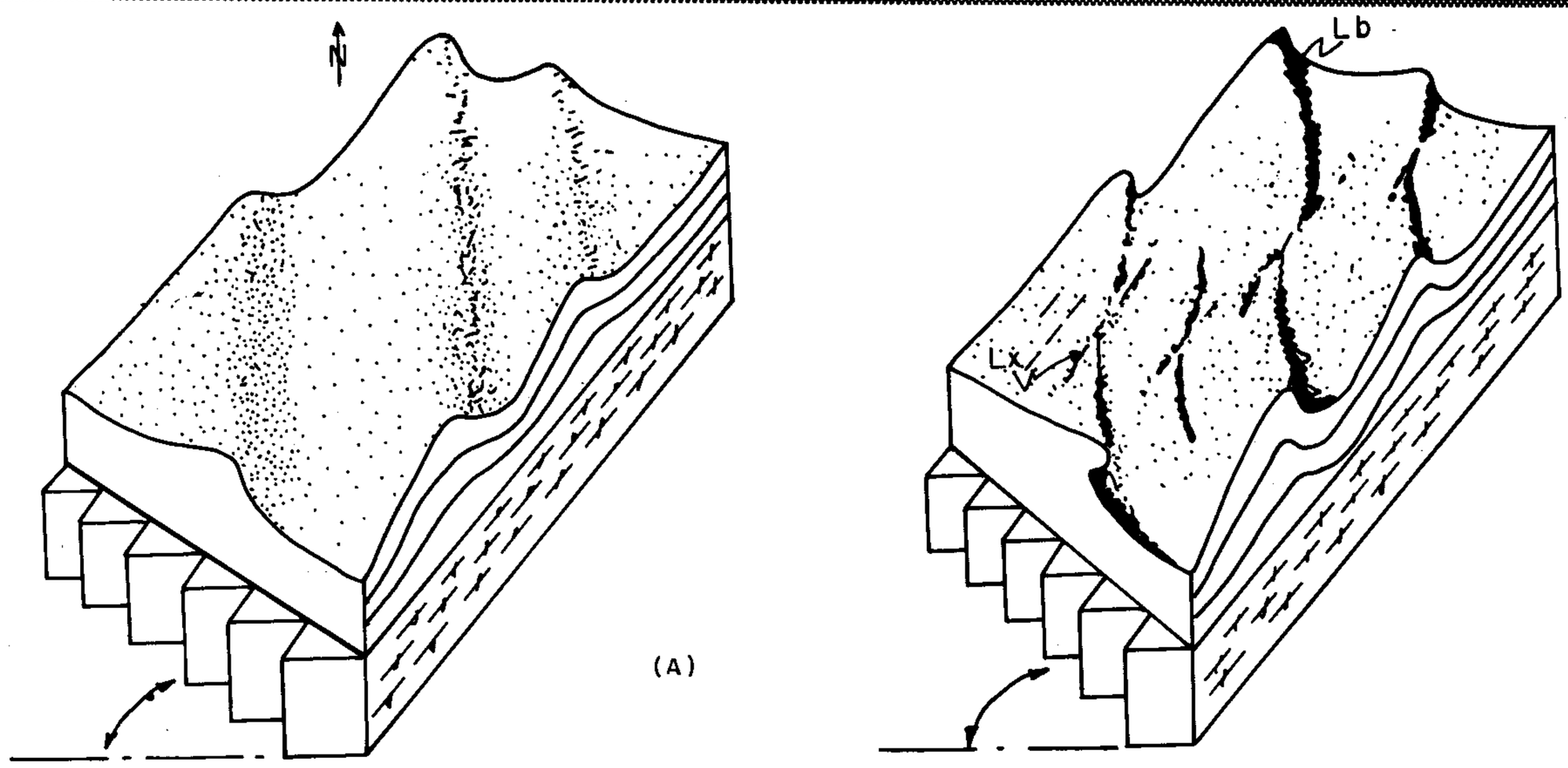
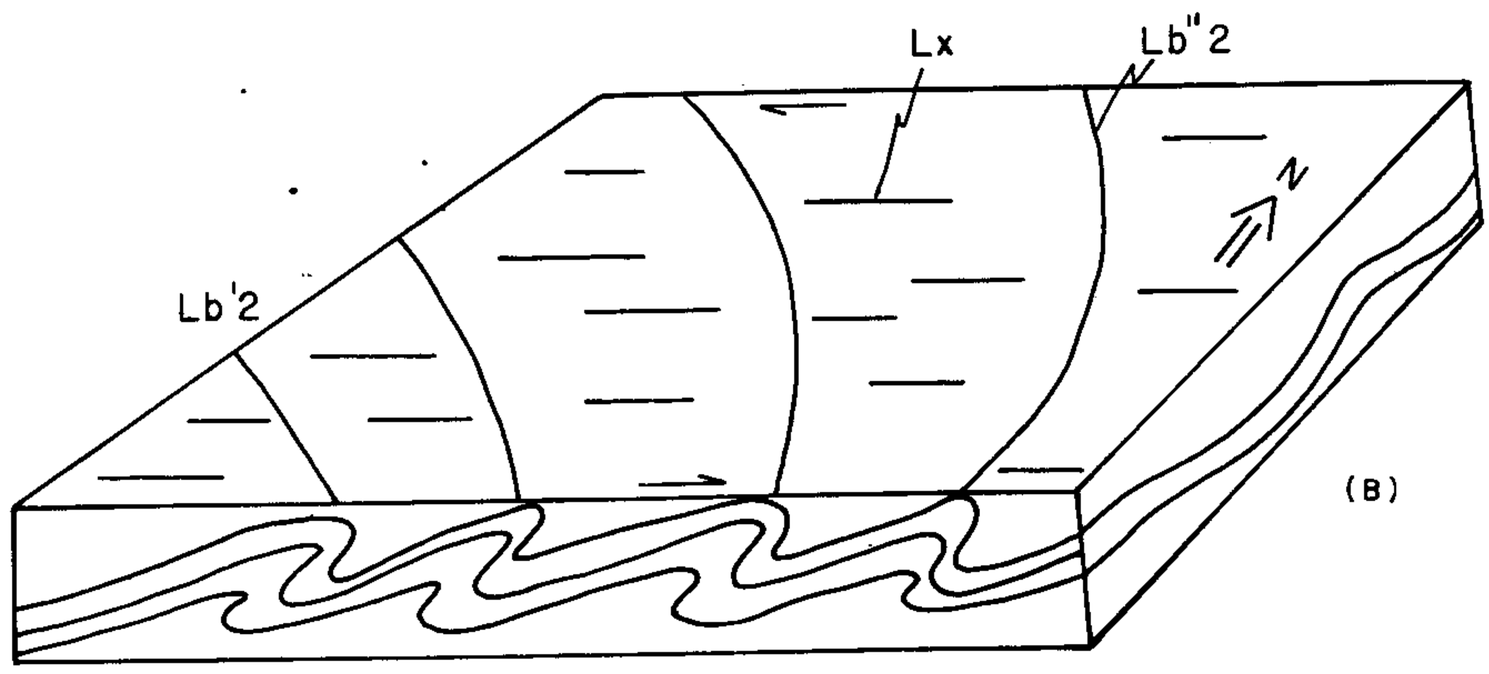



**Figura II.3.4** – Estilo de deformação das rochas do Grupo Araxá-Sul de Goiás.




(B) Modelo rotacional dos eixos das dobras acilíndricas de F2 em função do transporte tectônico (Lx). Modificado de HACKSPACHER, P.C. (1986)

**Figura II.3.5 (A)** – Relação entre o mecanismo de rotação dos eixos de dobras (Lb) em função do processo cisalhamento simples dúctil, atuante no Domínio da Supra-Estrutura (Grupo Araxá-Sul de Goiás e granitóides associados $\gamma 3$). Adaptada de Ponce de Leon & Choukroune (1980).

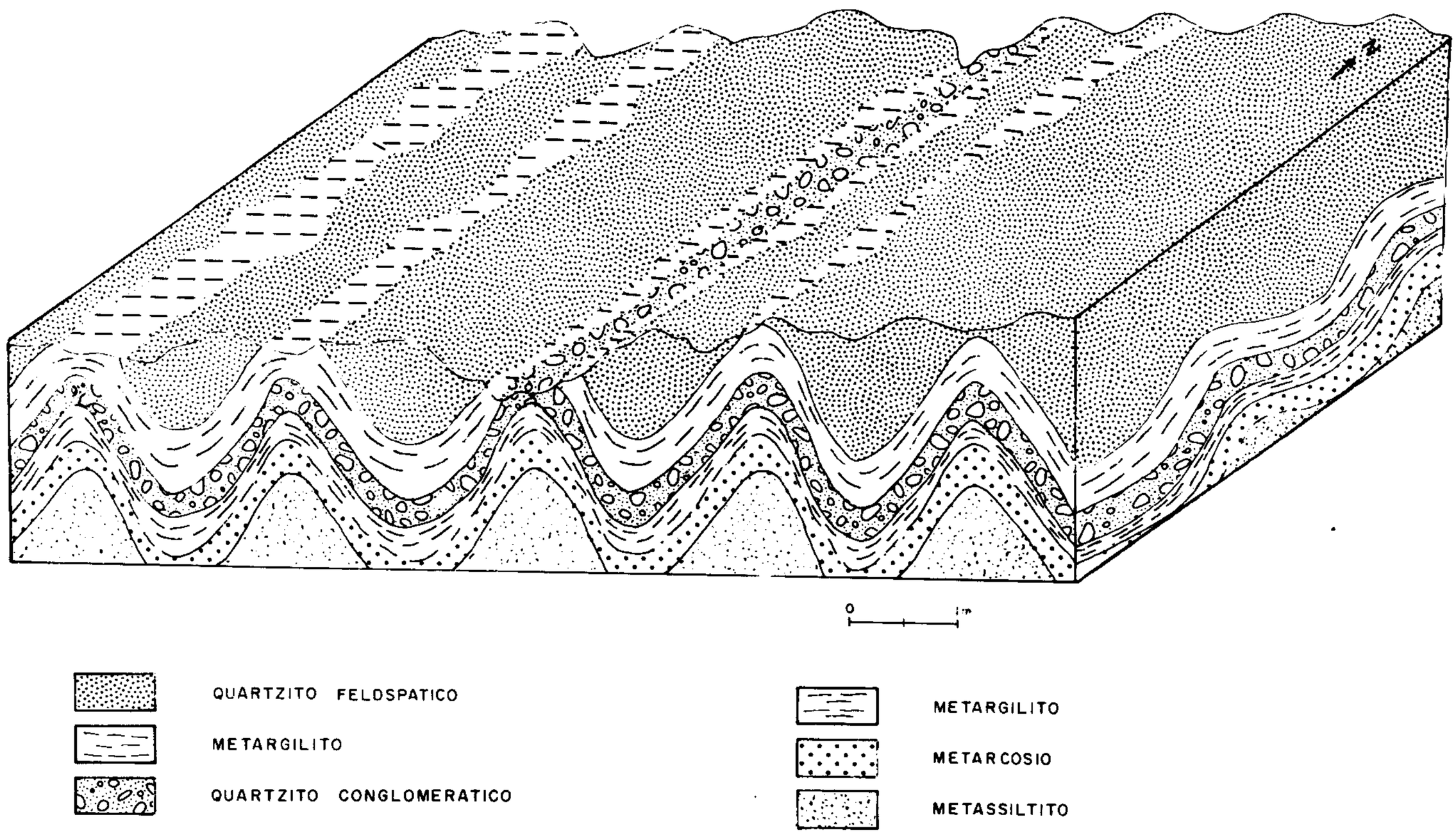



**Figura II.3.6** – Bloco diagrama esquemático das principais estruturas do Grupo Paranoá na Folha Caraíba.

Em decorrência dos esforços compressionais a que esteve submetida a área, desenvolveram-se condições que propiciaram a formação de falhas inversas contracionais ou de rejeitos oblíquos, com *trend* preferencial NW-SE, que se apresenta mais evidente nas rochas da Supra-Estrutura, com o desenvolvimento de zonas transtensionadas e a formação de falhas e/ou fraturas abertas, geralmente preenchidas por veios pegmatóides.

Os melhores exemplos desta tectônica podem ser observados ao longo do rio dos Patos, ribeirão Quilombo, ribeirão Samambaia e córrego Alegrete.

### 3.4 Análise Estrutural

Através dos elementos estruturais obtidos da análise do mapa geológico e das imagens de satélite, constatou-se que a estruturação tectônica da área instalou-se através de um processo deformacional por cisalhamento simples, progressivo, em regime transcorrente com o desenvolvimento de estruturas de imbricamento crustal e expressivas zonas de cisalhamento direcionais e contracionais, com movimentação de fatias e *nappes* tectônicos de oeste para leste, em direção ao Cráton do São Francisco.

Esta estruturação é caracterizada por uma delaminação das unidades, com o bloco do Complexo Granulítico da região de Caraíba cavalgando sobre os metassedimentos mais novos, e estes sobre outro bloco granulítico (figura II.3.1), desenvolvendo leques sintéticos de cisalhamento. Nesta tectônica contracional desenvolveu-se uma verticalização das foliações, com dobramentos acilíndricos (figura II.3.7), estando possivelmente relacionadas a rampas frontais ligadas a diferenças no comportamento mecânico dos granulitos e dos metassedimentos, e apresentando um movimento concordante ao observado regionalmente, em direção a leste.

Diversas feições mesoestruturais atestam o regime de cisalhamento dúctil progressivo encontrado na área em foco, tais como: superfícies C/S e a redução gradual do ângulo entre elas, rotação de eixos de dobras (Lb), desenvolvimento de zonas de alto e baixo *strain*, caracterizando faixas miloníticas expressivas. O desenvolvimento de dobras reclinadas intrafoliais assimétricas com eixos encurvados, contendo uma pronunciada lineação de estiramento mineral (Lx), que aparece como uma elongação mineral dada por bastões de quartzo, é de especial interesse, pois corresponde à direção de maior estiramento, permitindo definir a direção de compressão máxima durante o transporte tectônico.

Esta lineação de estiramento mineral (Lx) é bem marcada nas rochas da área, sobressaindo-se como um dos elementos fundamentais da deformação, podendo ser associada tanto à foliação de baixo ângulo como à de alto ângulo, correlacionada ao transporte geral de massa para leste-sudeste observado na região. Esta feição estrutural encontra-se afetada pelo menos por dois eventos deformacionais sucessivos, correlacionados às fases $F_2$ e $F_3$, apresentando-se em certos locais verticalizada, em função da tectônica transcorrente, com o desenvolvimento de possíveis rampas frontais.

As medidas das lineações de estiramento (Lx) de toda a folha, lançadas em diagramas estereográficos (figura II.3.8), apresentaram dois pólos de concentração em torno dos valores Lx 15°/275° e Lx 10°/310°, representando as duas direções principais de deslocamento de massa, NW-SE e E-W. Quando foram plotadas apenas as medidas de lineações

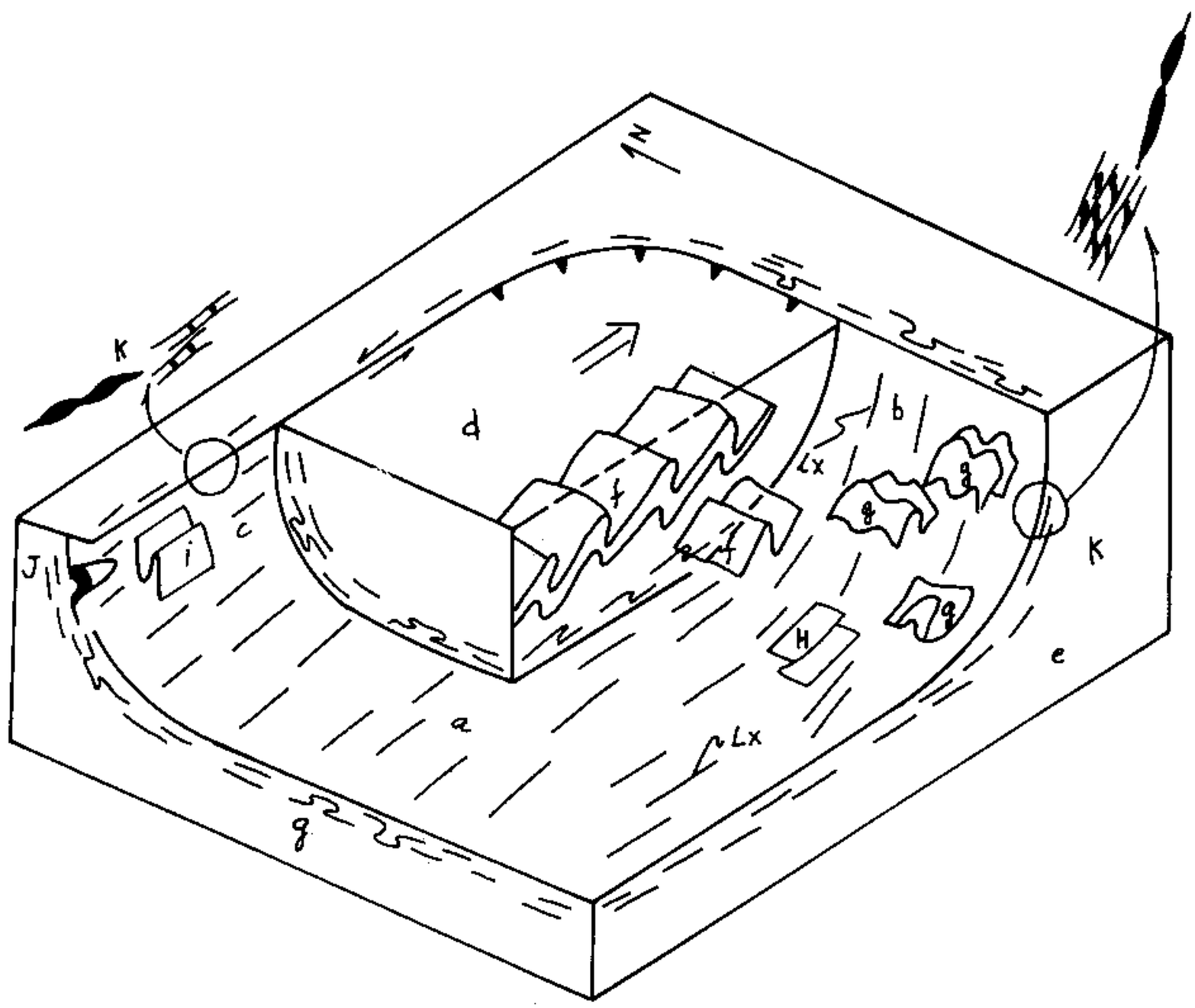



**Figura II.3.7** – Estilo tectônico tangencial de empurrões dúcteis e mesoestruturas relacionadas: a – piso do empurrão; b – rampa frontal com Lx com forte *rake;* c – rampa lateral com Lx com baixo *rake;* d – bloco alóctone; e – bloco autóctone; f – dobra $F_1$ e $F_2$ associadas ao movimento principal para leste; g – dobras em bainha próximas 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 vertical (rampa frontal e horizontal) nas zonas de cisalhamento sigmóides S-C de *boudinage* assimétrica. Adaptado de Jardim de Sá *et al.* (1986).

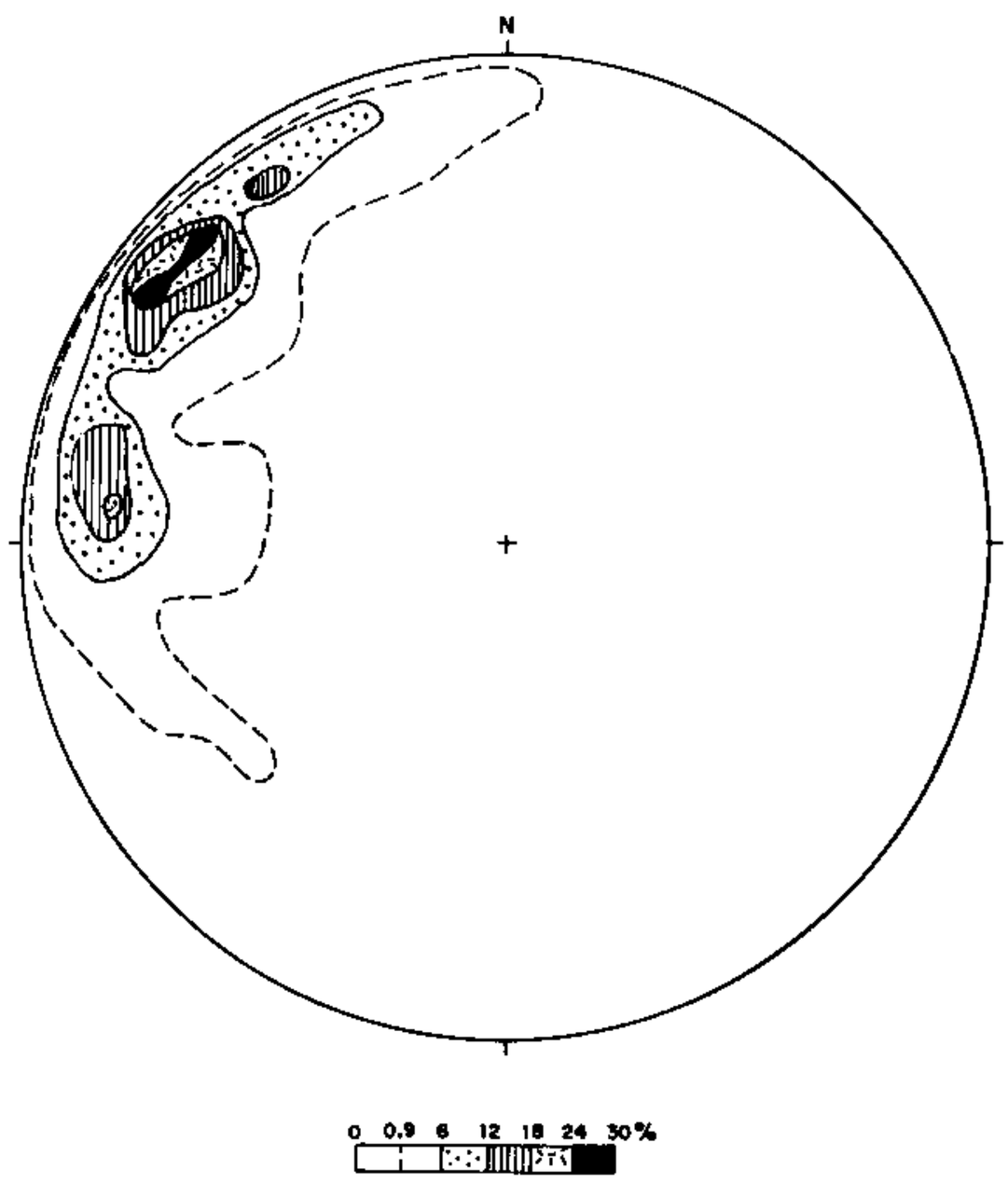



**Figura II.3.8** – Diagrama equiárea (hemisfério inferior) para 112 medidas de lineação de estiramento mineral Lx, obtidas nas rochas da Folha Caraíba.Atitudes médias: Pólo principal 15°/310 Pólo secundário 20°/275.

de estiramento mineral (Lx) encontradas nas rochas da Supra-Estrutura pertencentes ao Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa) (figura II.3.9), observou-se que as medidas se concentram em apenas um pólo de direção Lx 20°/275°, demonstrando, juntamente com outras feições mesoestruturais, o deslocamento de massa para leste das rochas da Supra-Estrutura.

O ângulo entre a lineação de estiramento mineral (Lx) e o eixo das dobras (Lb) geradas pelos processos de cisalhamento simples é considerado um bom marcador do nível de rotação dos blocos tectônicos.

O estudo quanto ao mecanismo de formação dessas dobras tem evidenciado a atuação de um regime de deformação binária, não-coaxial, para explicar a variação espacial de seu eixo em relação à direção do transporte de massa (Lx). Na área, essas dobras têm uma geometria acilíndrica, assumindo forma bem alongada nas zonas mais deformadas, com os eixos (Lb) situando-se ortogonalmente a Lx nas rampas frontais, e por rotação tornando-se paralelizados nas rampas laterais.

Os diagramas estereográficos das medidas de lineações Lb dos eixos das dobras da segunda fase deformacional das rochas da Supra-Estrutura demonstram uma dispersão em leque destas medidas entre dois pólos, variando de Lb 10°/300° a Lb 10°/010° (figura II.3.10), confirmando que ocorreu uma rotação destes eixos em função da deformação heterogênea provocada pelo processo cisalhante de baixo ângulo, observando-se que os eixos das dobras tendem a tornar-se subparalelos à direção dos Lx, quando se aproxi-

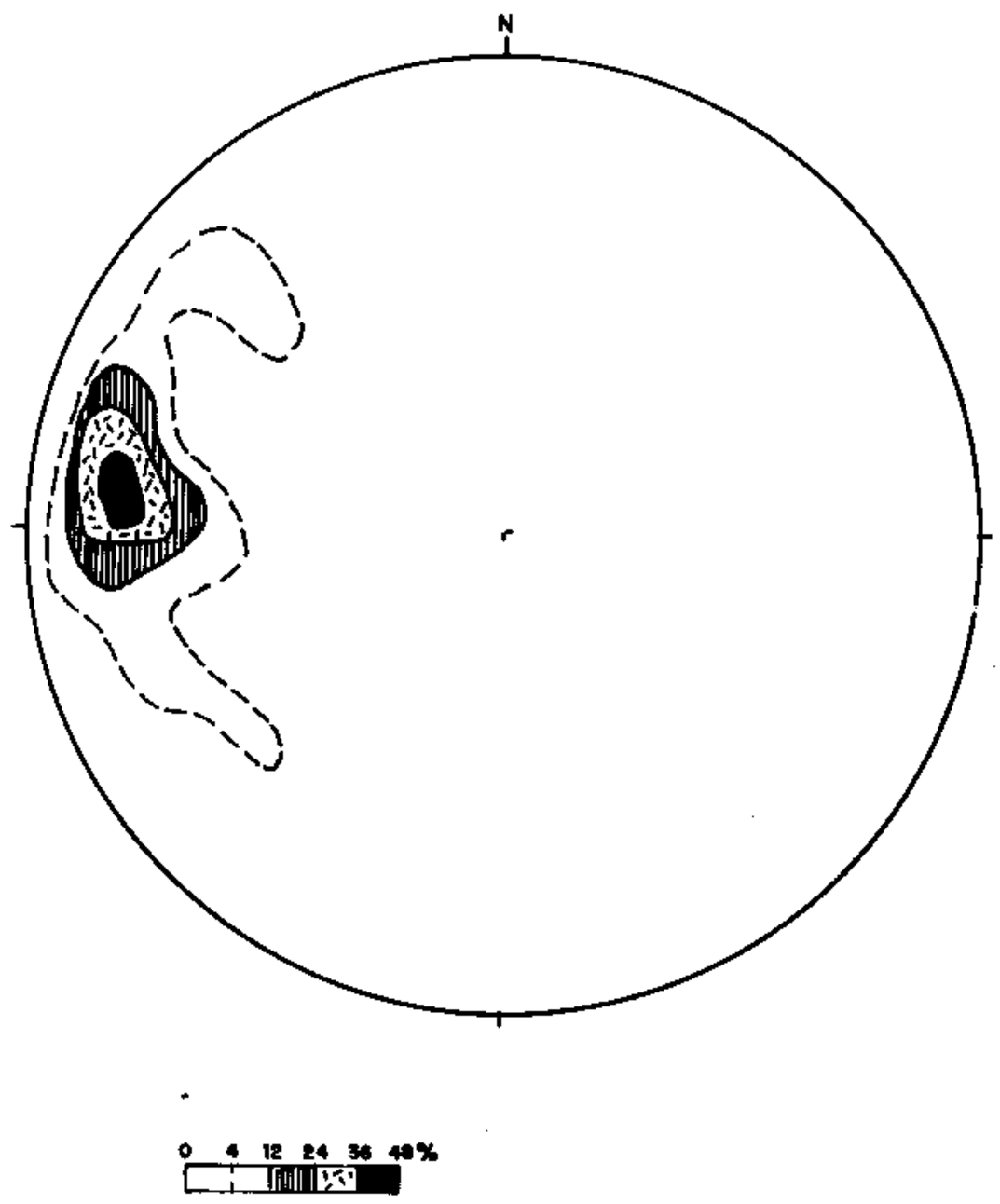



**Figura II.3.9** – Diagrama equiárea (hemisfério inferior) para 25 medidas de lineação Lx obtidas em rochas do Grupo Araxá-Sul de Goiás, Folha Caraíba.Atitude média: 20°/275.

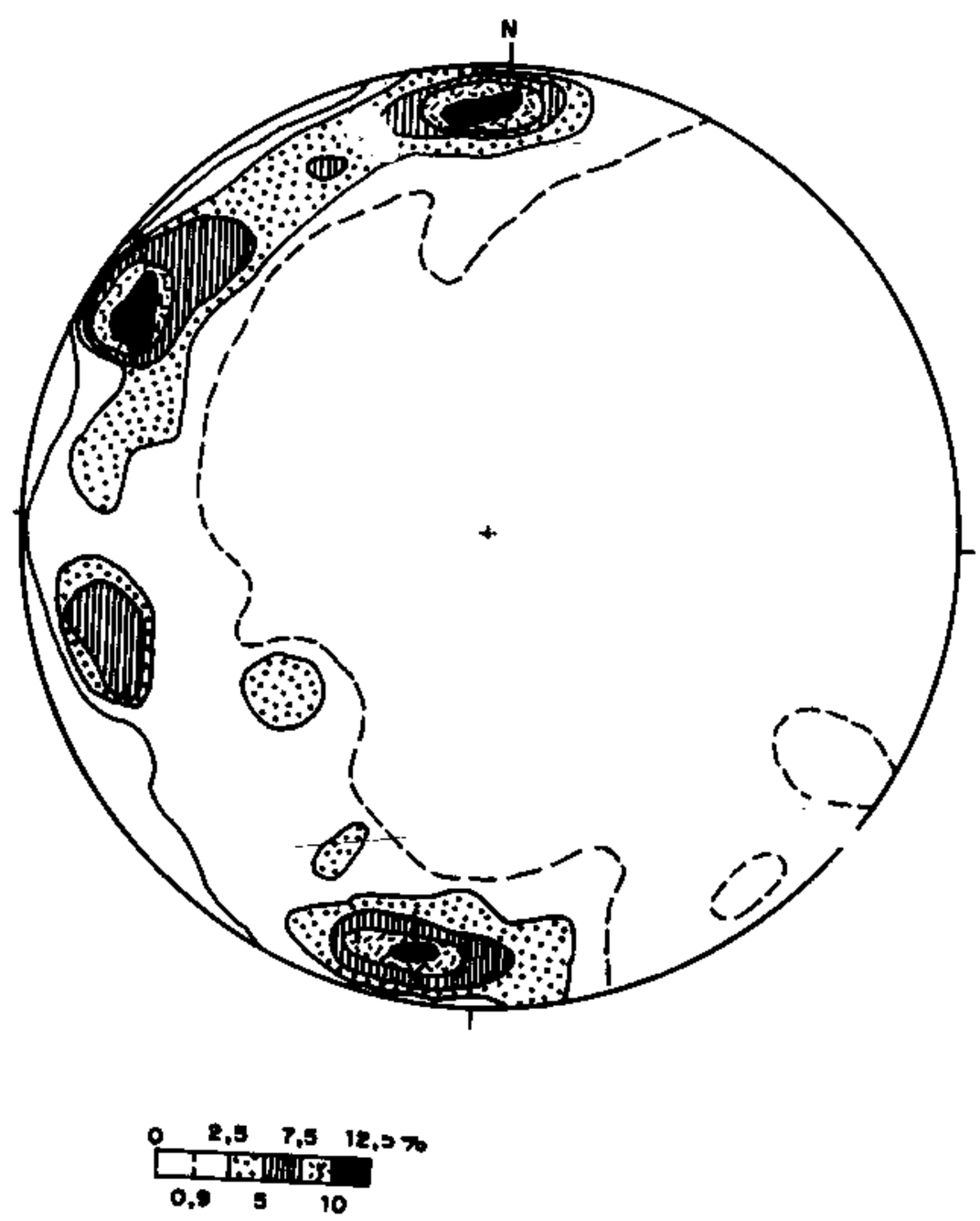



**Figura II.3.10** – Diagrama equiárea (hemisfério inferior) para 113 medidas de eixo de dobras obtidas nas rochas da supra-estrutura da Folha Caraíba.Atitudes médias: 10°/350, 10°/190 e 10°/310.

mam das zonas de maior deformação (figura II.3.4). Neste mesmo diagrama, observa-se a presença de um terceiro pólo de concentração com medidas em torno de Lb 10°/185°, portanto simétricas a um dos pólos anteriores, que representa o duplo caimento dos eixos observados nas dobras desta fase.

Os dados meso e micro/estruturais coletados e analisados durante este trabalho evidenciaram, na área, a existência de três principais direções preferenciais de zonas de cisalhamento dúctil que foram responsáveis pela atual estruturação das unidades litológicas (figura II.3.11).

Observa-se que nas rochas da Infra-Estrutura predomina uma tectônica cisalhante de alto ângulo, com movimento de massa NW-SE enquanto que, no Domínio da Supra-Estrutura (figura II.3.2), predomina a tectônica cisalhante de baixo ângulo, com movimento de massa para leste. O sistema NW-SE é caracterizado pela fase $F_{n-1}$, com elementos cinemáticos revelando movimentação dominante sinistral, sugerindo tratar-se da estruturação mais antiga, possivelmente Proterozóico Inferior, relacionada ao Ciclo Jequié-Transamazônico, e predominando nas rochas da Infra-Estrutura, sendo posteriormente reativadas no Ciclo Brasiliano. Apresenta-se bem evidenciado na área, segue em direção a Inflexão dos Pireneus e tem como principais representantes as zonas de cisalhamento do rio Piracanjuba (foto 30) e do ribeirão Cachoeira.

Um outro sistema exibe direção geral E-W e apresenta-se bem evidenciado na área, principalmente em uma faixa de cisalhamento situada logo a sul da folha, na região de Santa Cruz. Exibe elementos cinemáticos característicos de movimentos eminentemente destrais, afetando tanto as rochas da infra-estrutura como aquelas da Supra-Estrutura. Relaciona-se possivelmente ao Ciclo Uruaçuano, fase $F_n$, atuando de modo progressivo até o Brasiliano, caracterizando a fase $F_2$ nas rochas da Supra-Estrutura. Conjugada com o sistema NW-SE já reativado, produziram um movimento de massa para E-SE (figura II.3.11), incrementando uma delaminação crustal, formando uma tectônica de *nappe*, que atinge seu ponto de culminância no Brasiliano com o completo imbricamento das rochas granulíticas com as faixas de rochas supracrustais, verificando-se que as zonas cisalhantes NW-SE e E-W atuaram de forma conjugada.

Nota-se que o vetor de deslocamento da infra-estrutura indica uma movimentação de massa para SE, enquanto que na supra-estrutura ocorreu uma rotação deste vetor para a direção E, conforme pode ser demonstrado pela rotação dos eixos de Lb da Fase $F_2$ da Seqüência de Cobertura (figura II.3.11).

O terceiro conjunto de zonas de cisalhamento exibe direção geral NE-SW, subvertical, com movimentos geralmente sinistais e interceptando os dois conjuntos de cisalhamento anteriormente citados, sendo caracterizada por zonas transcorrentes de caráter dúctil-rúptil, relacionadas à fase $F_{n+1}$ na Infra-Estrutura, que refletiria nas rochas da cobertura metassedimentar como a fase $F_3$ e o desenvolvimento de falhamentos, associada à tectônica brasiliana.

Associadas a estas zonas de cisalhamento, foram detectadas importantes evidências de potencialidade metalo-

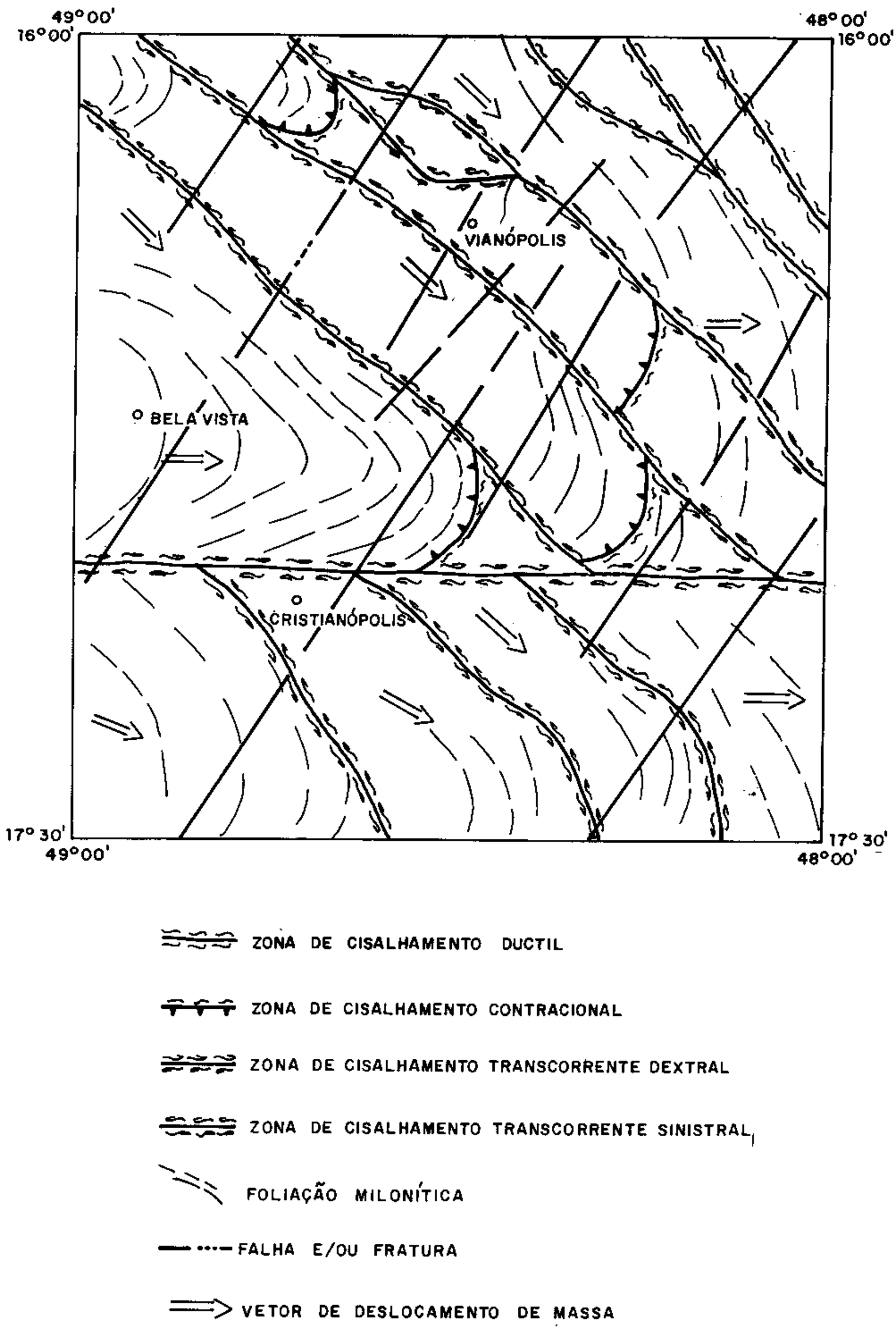



**Figura II.3.11** – Modelo esquemático da distribuição das zonas de *shear* na região sul de Goiás.

genética para Sn e Au, bem como a presença de veios pegmatóides e de quartzo.

Estas direções preferenciais de zonas de fraqueza também são caracterizadas pela disposição geral dos diques de diabásio de idade jurássica na região sul de Goiás, posicionando-se ao longo destas zonas e ao longo de fraturas de direção NS, relacionadas possivelmente à tectônica distensiva ligada à fase de abertura do Atlântico.

Com base nestas informações, constata-se que a área em estudo encontra-se inserida numa região do tipo Faixa Móvel, que vem sofrendo sucessivas movimentações tectônicas, iniciadas no Proterozóico Inferior com os ciclos Jequié e Transamazônico, e, em seguida, com a orogênese uruaçuana, surge uma tectônica de *nappe* $F_2$ que prosseguiu até o Ciclo Brasiliano.

# 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 sedimento foram preferencialmente distribuídas em drenagens de 1ª e 2ª ordens, enquanto que 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 setembro e outubro, durante o período de estiagem na região, tendo sido coletados 306 sedimentos de corrente e 124 concentrados de bateia em aluvião.

Na etapa de verificação de anomalias,, foram coletadas 42 amostras de sedimentos de corrente, 13 de solos e 13 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. A sua identificação consta da 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*l* 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 o controle de qualidade foram efetuados em amostras replicatas, tomadas em 29 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 < 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 a abertura total (água régia a quente 1:4) e analisadas por espectrofotometria de absorção atômica, no laboratório da Superintendência Regional de Goiânia/CPRM, para Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Fe, Mn e as por geração de hidretos, no Laboratório Central de Análises Minerais/LAMIN - Escritório do Rio de Janeiro; além desta análise, foi efetuada espectrografia de emissão para 30 elementos em todas as amostras.

**Concentrados de Bateia** – Para este tipo de amostra, cuja finalidade, como mencionada anteriormente, foi a de pesquisar-se 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 trinta 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 à quente 1:4, sendo o último elemento por geração de hidretos;

– Au - abertura por HBr + Br à quente;

– Mo - abertura por $HNO_3$ + HCl à quente;

– $S_n$ - 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 multivariantes.

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 se definir 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)/Grupo Paranoá (PSpa), Granitóide $\gamma 1$ e Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai).

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 29 amostras de sedimentos coletadas em replicata e analisadas pelos mesmos métodos, bem como 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 da utilização do programa CORREL, visando a ressaltar as associações dos elementos que melhor caracterizam tanto indícios de mineralizações como padrões de dispersão secundária, relacionados aos diversos tipos petrogenéticos.

Foi estabelecido como critério para 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

– > 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 aos 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, que por elementos com afinidade geoquímica, em função do ambiente geológico. Por outro lado, foram considerados, quando 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 os resultados mais significativos aqueles de caráter prospectivo e/ou como subsídio ao mapeamento geológico. Para o ouro e o estanho analisados por espectrografia, designou-se como limiar o limite de detecção do método, e para os resultados da análise mineralógica semiquantitativa, considerou-se como estações anômalas aquelas que apresentaram ouro e cassiterita visíveis. 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 interpretação são reunidos na Carta Metalogenética/Previsional na escala 1:100.000, sob a forma de integração geológica-geoquímica-geofísica.

As informações pertinentes são apresentadas nas formas 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.

## 4.2 Resultados Obtidos

### 4.2.1 Consistência dos Dados

Através da aplicação do programa ANOV1 a um nível de significância de 0,05, notou-se que, para os elementos analisados por absorção atômica, os dados reais do Ni, Co, Cr e Mn apresentam erros amostrais e analíticos bastante 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 amostrais não são significativos em relação a variabilidade regional: 50% da variabilidade total é devida a fatores naturais (bacias de drenagem, geologia, geomorfologia, etc.). Os resultados de aplicação deste teste, para os elementos analisados por absorção atômica e espectrografia de emissão em amostras de sedimentos de corrente, podem ser visualizados na tabela II.4.1, para os dados reais e na tabela II.4.2 para os valores transformados.

**Tabela II.4.1 – Análise de variância – dados reais.**

| Elemento | | Variância Total | Bacias de Drenagens | | Amostragem + Análises | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cu | AA | 0,1198 | 0,1023 | 85,5% | 0,0174 | 14,5% |
| Pb | AA | 0,0222 | 0,0111 | 50,2% | 0,0110 | 49,8% |
| Zn | AA | 0,0975 | 0,0488 | 50,1% | 0,0486 | 49,9% |
| Ni | AA | 0,6914 | 0,0464 | 6,7% | 0,6449 | 93,3% |
| Co | AA | 0,0537 | 0,0189 | 35,1% | 0,0348 | 64,9% |
| Cr | AA | 14,71,86 | 4,7038 | 32,0% | 10,0148 | 68,0% |
| Fe | AA | * | * | 80,0% | * | 20,0% |
| Mn | AA | 174,4424 | 37,0606 | 21,2% | 137,3817 | 78,8% |
| B | EE | 34,9111 | 23,6276 | 67,7% | 11,2835 | 32,3% |
| Ba | EE | 13,8437 | 8,7196 | 63,0% | 5,1241 | 37,0% |
| La | EE | 109,7265 | 30,8713 | 28,1% | 78,8552 | 71,9% |
| Nb | EE | 0,0325 | 0,0170 | 52,3% | 0,0155 | 47,7% |
| Sr | EE | 0,0592 | 0,0161 | 27,2% | 0,0431 | 72,7% |
| V | EE | 10,1332 | 4,9259 | 48,6% | 5,2073 | 51,4% |
| Y | EE | 1,5231 | 0,2856 | 18,7% | 1,2375 | 81,3% |
| Zr | EE | 280,9206 | 134,7137 | 48,0% | 146,2069 | 52,0% |

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

**Tabela II.4.2 – Análise de variância – dados transformados.**

| Elemento | | Variância Total | Bacias de Drenagens | | Amostragem + Análises | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cu | AA | 0,00011 | 0,00008 | 74,0% | 0,00002 | 26,0 % |
| Pb | AA | 0, 00003 | 0,00002 | 59,2 % | 0,00001 | 40,8 % |
| Zn | AA | 0, 00004 | 0,00002 | 59,4% | 0,00002 | 40,6 % |
| Ni | AA | 0,00018 | 0,00015 | 81,4 % | 0,00003 | 18,6 % |
| Co | AA | 0,00015 | 0,00011 | 69,1% | 0,00004 | 30,9 % |
| Cr | AA | 0,00025 | 0,00023 | 90,0% | 0,00002 | 10,0% |
| Fe | AA | 0,00016 | 0,00013 | 78,7% | 0,00003 | 21,3% |
| Mn | AA | 0,00018 | 0,00013 | 71,0% | 0,00005 | 29,0% |
| B | EE | 0,00059 | 0,00053 | 90,7% | 0,00006 | 9,3% |
| Ba | EE | 0,00011 | 0,00007 | 61,6% | 0,00004 | 38,4% |
| La | EE | 0,00032 | 0,00013 | 40,4% | 0,00019 | 59,6% |
| Nb | EE | 0,00005 | 0,00003 | 59,9 % | 0,00002 | 40,1% |
| Sr | EE | 0,000008 | 0,00002 | 27,3 % | 0,000006 | 72,7% |
| V | EE | 0,00017 | 0,00013 | 74,0% | 0,00004 | 26,0% |
| Y | EE | 0,00011 | 0,00004 | 39,2% | 0,00007 | 60,8% |
| Zr | EE | 0,00011 | 0,00006 | 52,2% | 0,00005 | 47,8% |

No caso dos elementos analisados por espectrografia de emissão, apenas B, Ba e Nb (dados reais) e Mg, Mn, B, Ba, Nb, V e Zn (dados transformados) não apresentaram erros analiticos 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, Mg, Sb, Sc, Sn, W e Zn não foram sequer considerados para a realização deste teste.

Com base nestes resultados, foram selecionados os seguintes elementos: Mg, B, Ba, Nb, V 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, função da sua importância quanto ao caráter complementar que oferecem a algumas associações. Incluindo-se, aí, o diagnóstico de litologias, bem como, devido a sua expressão metalogenética individual, muito embora seus valores devam ser admitidos com restrições (Be, Sc, Sr, La e Y). 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: B, Ba, Be, La, Nb, Sc, Sr, V, Y e Zr por espectrografia de emissão e, analisados por absorção atômica, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, Fe e Mn.

### 4.2.2 Correlações

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

## Grupo Araxá - Sul de Goiás (PMa)/Grupo Paranoá (PSpa)

Neste conjunto, destacam-se as associações La-Zr-Y, V-Sc e Cu-Zn-Ni-Co-Cr-Fe (figura II.4.1). Provavelmente, estas associações estão refletindo, respectivamente, corpos de granitóides associados às zonas de cisalhamento, corpos básicos e os níveis de xistos piritosos que ocorrem nesta seqüência. Além disto, a última associação pode estar relacionada a processos de adsorção de elementos por óxido de ferro nas extensas zonas lateritizadas.

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

Grupo Araxá Sul de Goiás

• < 0.3
o 0.3 - 0.5
● > 0.5
( ) Negativo

**Figura II.4.1** – Matriz de correlação.

## Granitóide γ1

As associações relacionadas à unidade La-Zr-Y e Cu-Zn-Ni-Co-Cr-As-Fe-Mn possivelmente estão refletindo os corpos de granitóides que ocorrem associados às extensas zonas de cisalhamento e o fenômeno de adsorção de elementos por óxido de ferro e manganês nas lateritas (figura II.4.2).

## Complexo Granulítico (APIgai)

A associação registrada Cu-Zn-Ni-Co-Fe reflete a influência de áreas onde predominam litologias representadas por rochas básicas (figura II.4.3).

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

Complexo Granitoide - Gnaissico

• < 0 3
o 0 3 - 0 5
● > 0 5
( ) Negativo

**Figura II.4.2** – Matriz de correlação.

| | As AA | Fe AA | Mn AA | Cr AA | Co AA | Ni 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 | • | • | o | • | o | • | o | o | • | • | • | • | 1 |
| Ba EE | • | • | o | o | • | • | • | • | • | • | o | o | • | • | • | 1 | |
| La EE | • | • | • | • | • | • | • | o | o | o | o | • | • | • | 1 | | |
| Nb EE | • | • | • | • | • | • | • | • | • | o | • | • | • | 1 | | | |
| Sc EE | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 1 | | | | |
| V EE | • | o | • | ● | • | o | • | • | • | • | • | 1 | | | | | |
| Y EE | • | o | • | o | • | • | • | • | o | • | 1 | | | | | | |
| Zr EE | o | • | • | • | • | • | o | o | • | 1 | | | | | | | |
| Cu AA | o | ● | • | o | ● | ● | ● | • | 1 | | | | | | | | |
| Pb AA | • | o | • | • | • | • | • | 1 | | | | | | | | | |
| Zn AA | • | ● | ● | • | ● | ● | 1 | | | | | | | | | | |
| Ni AA | • | ● | • | ● | ● | 1 | | | | | | | | | | | |
| Co AA | • | ● | ● | o | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Cr AA | • | ● | • | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Mn AA | • | • | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe AA | o | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| As AA | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu

• < 0 3
o 0 3 - 0 5
● > 0 5
( ) Negativo

**Figura II.4.3** – Matriz de correlação.

### 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 percentil 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.

**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 | I | II | III | I | II | III | I | I | III |
| Cu | AA | 2–35 | 1–22 | 5–60 | 11 | 5 | 21 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 100 | 100 | 100 |
| Pb | AA | 4–64 | 4–38 | 6–32 | 9 | 11 | 14 | 1,6 | 1,7 | 1,4 | 99 | 97 | 100 |
| Zn | AA | 40–49 | 4–122 | 14–130 | 17 | 15 | 28 | 1,8 | 1,8 | 1,5 | 100 | 100 | 100 |
| Ni | AA | 1–80 | 1–19 | 2–200 | 5 | 2 | 12 | 2,0 | 2,1 | 2,4 | 100 | 76 | 100 |
| Co | AA | 1–11 | 1–15 | 2–84 | 3 | 2 | 10 | 1,9 | 2,1 | 2,0 | 98 | 89 | 100 |
| Cr | AA | 4–138 | 0,08–114 | 0,6–1120 | 19 | 3 | 42 | 2,0 | 6,1 | 5,0 | 96 | 79 | 100 |
| Fe | AA | 0,04–4,1 | 0,05–42 | 0,7–385 | 1,3 | 2,3 | 9 | 2,0 | 5,7 | 6,2 | 100 | 97 | 98 |
| Mn | AA | 2,2–611 | 10–620 | 36–3200 | 109 | 78 | 23 | 2,4 | 2,2 | 2,1 | 100 | 100 | 100 |
| As | AA | 0,5–17,8 | 0,5–10 | 0,5–10,8 | 2,3 | 1,2 | 1,5 | 2,5 | 1,9 | 2,0 | 89 | 61 | 79 |
| B | EE | 7–1000 | 5–1000 | 5–200 | 61 | 22 | 8 | 2,9 | 3,8 | 1,7 | 93 | 61 | 73 |
| Ba | EE | 14–500 | 20–700 | 20–200 | 153 | 150 | 80 | 1,8 | 2,0 | 1,9 | 99 | 99 | 95 |
| Be | EE | 0,5–7 | 1–3 | – | 0,8 | 1,5 | – | 1,5 | 1,5 | – | 16 | 15 | – |
| La | EE | 10–1429 | 5–1429 | 10–1000 | 38 | 176 | 96 | 3,0 | 4,6 | 2,6 | 78 | 75 | 95 |
| Nb | EE | 7–30 | 2,5–30 | 7–30 | 11 | 10 | 13 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 82 | 68 | 89 |
| Sc | EE | 2,5–51 | 2,5–50 | 3,5–15 | 8 | 5 | 8 | 1,7 | 1,8 | 1,2 | 54 | 15 | 31 |
| V | EE | 7–200 | 7–150 | 20–500 | 49 | 28 | 148 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 98 | 96 | 97 |
| Y | EE | 7–150 | 10–500 | 10–100 | 25 | 45 | 19 | 1,9 | 2,5 | 1,5 | 95 | 93 | 94 |
| Zr | EE | 10–1429 | 100–1429 | 50–1429 | 326 | 874 | 841 | 2,5 | 2,2 | 2,1 | 94 | 72 | 82 |

POPULAÇÂO: I – Grupo Araxá Sul de Goiás/Grupo Paranoá
II – Complexo Granitóide-Gnáissico
III – Complexo Granulítico Anápolis–Itauçu

### 4.2.4 Discussão das Anomalias

As anomalias de sedimentos de corrente e concentrados de bateia são discutidas por zonas anômalas e estações anômalas associadas que as respaldam. Procurou-se, sempre que possível, descrevê-las integrando-se as informações geoquímicas e geológicas e, em alguns casos, dados geofísicos existentes: magnetometria e cintilometria.

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

Foram registradas vinte e uma zonas anômalas (figura II.4.4), assim distribuídas: sete na Seqüência de Cobertura, duas no Granitóide $\gamma 1$, cinco no Complexo Granulítico, uma no contato entre o Complexo Granulítico e com o Granitóide $\gamma 1$, três no contato do Complexo Granulítico e a Cobertura Metassedimentar Dobrada e três no contato do Granitóide $\gamma 1$ com a Cobertura Metassedimentar Dobrada.

**Zona Anômala (1) – Cobre-Chumbo-Zinco-Níquel-Cromo-Arsênio**

Situa-se na porção sudeste da folha, sobre uma extensa zona de cisalhamento, no contato entre rochas do Complexo Granulítico e do Granitóide $\gamma 1$. Nestas zonas, foram encontrados teores de 1ª ordem para zinco variando de 43 a 122ppm, arsênio de 5 a 6ppm e de 2ª ordem para cobre de 11 a 17ppm, chumbo de 22 a 32ppm, níquel de 5 a 7ppm e cromo de 36 a 50ppm.

Considerando a associação geoquímica registrada e a coincidência desta zona anômala com uma zona magnética, tudo indica que tais teores estão refletindo as litologias básicas que ocorrem no Complexo Granulítico.

Sugerem-se estudos complementares com a finalidade de se avaliar a importância desta zona de cisalhamento na concentração de minerais.

**Zona Anômala (2) – Zinco-Níquel-Cromo**

Localiza-se no sul da folha, na zona de contato entre rocha do Complexo Granulítico e os micaxistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

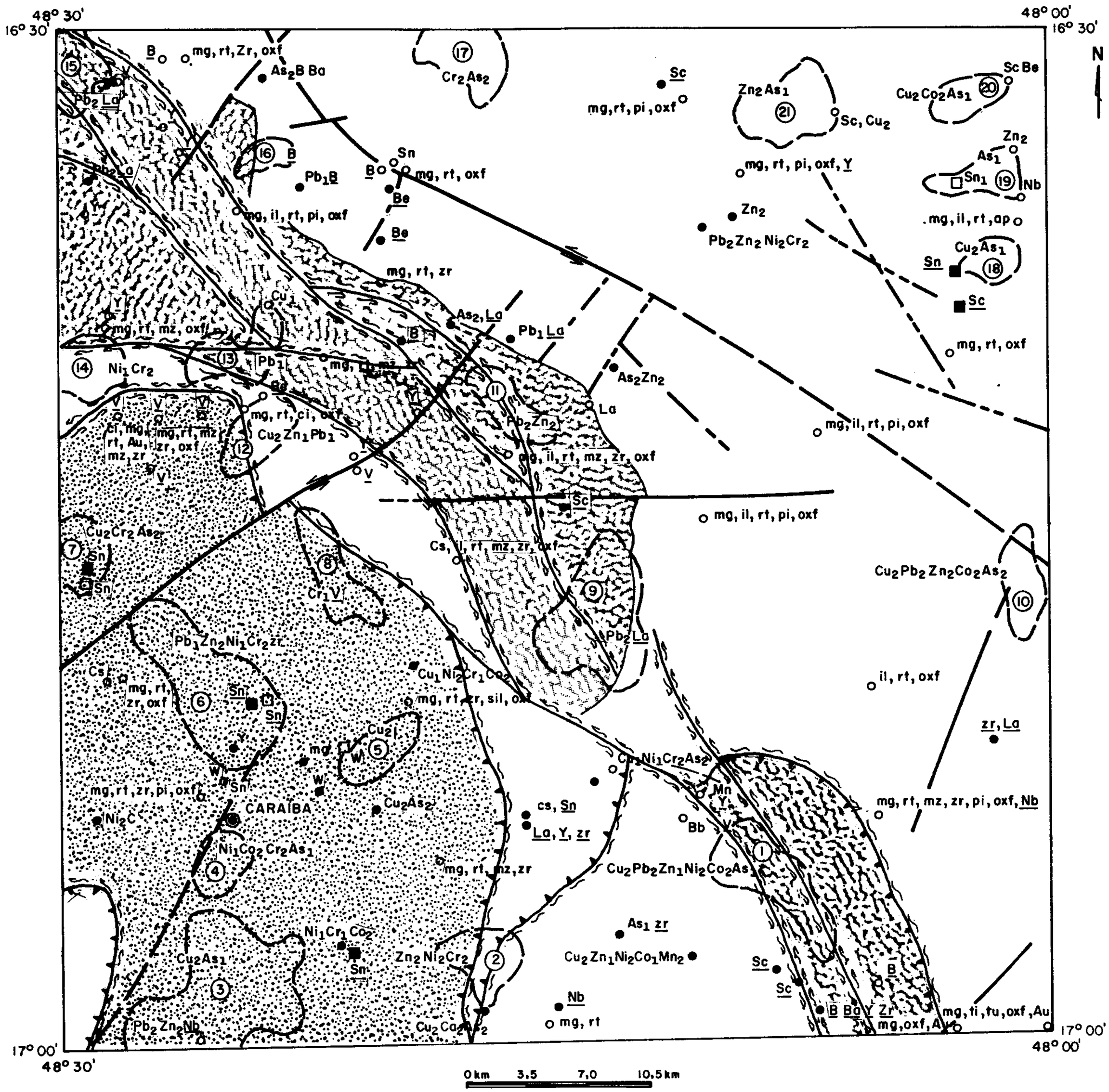
Foram registrados teores de 2ª ordem para zinco (32 a 39ppm), níquel (13 a 80ppm) e cromo (50 a 104ppm). Além destes teores, foram encontrados nesta zona teores de 2ª ordem para cobre (31ppm), cobalto (11ppm), arsênio(13,2ppm) e nióbio(30 ppm).

Esta zona anômala, provavelmente, está refletindo o contraste litológico existente entre as duas unidades, não despertando maior interesse.

**Zonas anômalas (3,4,5,6 e 7) – Cobre-Arsênio; Níquel-Cobalto-Cromo-Arsênio; Cobre; Chumbo-Zinco-Níquel-Cromo-Zircônio e Cobre-Cromo-Arsênio**

Estas zonas anômalas estão localizadas no canto sudoeste da folha, sobre rochas do Complexo Granulítico, apresentando nas suas imediações estações anômalas de Cu,As,Ni,Co e Cr. Os teores registrados nestas zonas anômalas foram:

Zona 3 – teores de 1ª ordem de arsênio (3,5 a 7,5ppm) e de 2ª ordem de cobre (38 a 54ppm). Além destes valores, destacam-se na parte sul da zona teores de 2ª ordem para chumbo (22ppm), zinco(46 a 56ppm) e nióbio (30ppm).




Grupo Araxá Sul de Goiás/ Grupo Paranoá

Granitóides

Complexo Granulítico Anápolis-Itauçú

Zona de Cisalhamento

Falha Transcorrente

Zona anômala de 1ª e 2ª ordem de sedimentos de corrente.

Estação anômala de sedimento de corrente (EE).

Estação anômala de concentrados de bateia

Estação anômala de sedimento de corrente (AA).

Estação anômala de concentrado de bateia de solo.

Estação anômala de solo.

| | |
|---|---|
| mg | Magnetita |
| rt | Rutilo |
| mz | Monazita |
| pi | Pirita |
| zr | Zirção |
| oxf | Óxido de ferro |
| il | Ilmenita |
| cs | Cassiterita |

**Figura II.4.4** – Panorama geológico-geoquímico.

Zona 4 – teores de 1ª ordem de níquel(200ppm) arsênio (4,2ppm) e de 2ª ordem de cobalto (23 a 48ppm) e cromo 570ppm).

Zona 5 – teores de 2ª ordem de cobre (46 a 60ppm) e teores de wolfrâmio de 8ppm em uma amostra de solo.

Zona 6 – teores de 1ª ordem de chumbo (30ppm), níquel (126ppm) e de 2ª ordem de zinco (42 a 47ppm), cromo (170 a 280ppm) e zircônio 1.000ppm). Além destes teores, destaca-se, ainda, a presença de cassiterita em concentrados de bateia coletados nos córregos dos Tavares e Matinha, e no concentrado de solo realizado no interior desta zona anômala. Esta presença de cassiterita foi confirmada em amostras de solo que registraram teores de 2 a 2,8ppm de estanho e 8ppm de wolfrâmio e em uma estação de sedimentos de corrente que registrou 2,2ppm de estanho e 8ppm de wolfrâmio.

Zona 7 – teores de 2ª ordem para cobre (43ppm), cromo (385ppm) e arsênio (3,8 a 4,8ppm). Além destes teores ressaltam-se ainda, teores de estanho em amostras de solos variando de 1,6 a 2,8ppm. Recomenda-se, neste conjunto formado por estas cinco zonas anômalas, trabalhos complementares no sentido de melhor avaliar a importância econômica das litologias básicas do Complexo Granulítico, visando sobretudo a sulfetos de cobre e associados.

No caso dos teores de estanho, tudo indica que estão associados as apófises graníticas e veios pegmatóides, que ocorrem nesta unidade.

**Zona Anômala (8) – Cromo-Vanádio**

Localizada na porção oeste da folha, sobre uma zona de cisalhamento abrangendo rochas do Complexo Granulítico.

Nela destacam-se teores de cromo de 1ª ordem, variando de 92 a 138ppm e de vanádio com 200ppm.

A associação apresentada por esta zona anômala e a coincidência com uma zona magnética indicam que estes teores estão relacionados as litologias básicas que ocorrem no Complexo Granulítico.

**Zona Anômala (9) – Chumbo-Lantânio**

Localizada no centro da folha, sobre uma zona de cisalhamento no contato entre rochas do Granitóide $\gamma 1$ e mica xistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Nela destacam-se teores de 2ª ordem para chumbo (24 a 32ppm) e lantânio (1.000ppm).

Esta zona anômala coincide com faixas de níveis radiométricos mais elevados, possivelmente relacionada a rochas de filiação ácida.

Sugerem-se trabalhos adicionais, visando a definir as reais potencialidades econômicas destas extensas zonas de cisalhamento.

**Zonas anômalas (11 e 15) – Chumbo-Zinco-Lantânio e Chumbo-Lantânio-Ítrio**

Estão situadas no quadrante noroeste da folha, sobre uma extensa zona de cisalhamento, abrangendo rochas do Granitóide $\gamma 1$, apresentando os seguintes teores:

Zona 11 – teores de 2ª ordem de chumbo (30 a 32ppm), zinco (30ppm) e lantânio (>1.000ppm).

Zona 15 – teores de 2ª ordem de chumbo (20ppm), lantânio (>1.000ppm) e ítrio (500ppm).

Levando-se em consideração a associação geoquímica registrada e a coincidência destas zonas anômalas com níveis radiométricos mais elevados, tudo indica que tais teores estão associados a corpos granitóides que ocorrem condicionados às extensas zonas de cisalhamento. Sugerem-se trabalhos complementares visando a caracterizar as reais potencialidades econômicas destes corpos granitóides relacionados às zonas de cisalhamento.

**Zona Anômala (12) – Cobre-Chumbo-Zinco**

Situada no canto noroeste da folha, no contato ente rochas do Complexo Granulítico e micaxistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Nesta zona anômala, foram registrados teores de 1a. ordem de zinco (49 a 73ppm), chumbo (64ppm) e de 2ª ordem de cobre(52ppm).

Considerando que esta zona se encontra sobre uma faixa com nível radiométrico mais elevado, tudo indica que está associada a corpos granitóides relacionados às zonas de cisalhamento.

**Zona Anômala (13) – Chumbo**

Localiza-se na porção noroeste da folha, sobre uma extensa zona de cisalhamento no contato entre rochas do Granitóide $\gamma 1$ e os micaxistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Nesta zona foram encontrados teores de chumbo (20 a 38ppm). Estes teores anômalos provavelmente estão refletindo corpos granitóides associados às zonas de cisalhamento, especialmente levando-se em consideração que esta zona encontra-se sobre uma região que mostra níveis radiométricos mais elevados.

**Zona Anômala (14) – Níquel-Cromo**

Localizada na porção noroeste da folha, sobre uma zona de cisalhamento no contato entre rochas do Granitóide $\gamma 1$ e os micaxistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Foram encontrados nesta zona teores de 2ª ordem para níquel(5 a 11ppm) e cromo(8 a 24ppm).

Esta zona anômala assume um carácter puramente litológico, especialmente considerando que ocorrem nas suas

imediações várias estações anômalas de vanádio, o que caracteriza a presença de litologias básicas.

**Zona Anômala (16) – Boro**

Situada no noroeste da folha, sobre micaxisto com quartzitos do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Os teores de boro (700 a 1.000ppm) possivelmente estão associados aos cisalhamentos que afetaram a região.

**Zona Anômala (17) – Cromo-Arsênio**

Localiza-se na parte norte da folha, sobre metarenitos com intercalações de metargilitos do Grupo Paranoá.

Considerando as extensas coberturas lateríticas que ocorrem na região, tudo indica que os teores estão relacionados ao fenômeno de adsorção de elementos por óxidos de ferro.

**Zonas Anômalas (18, 19, 20 e 21) – Cobre-Arsênio; Arsênio; Cobre-Cobalto-Arsênio e Zinco-Arsênio**

Estão localizadas no canto nordeste da folha, sobre micaxistos com intercalações de grafitaxistos piritosos do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Nelas foram encontrados os seguintes teores:

Zona 18 – teores de 1ª ordem de arsênio (11 a 20ppm) e de 2ª ordem para cobre (29 a 33ppm).

Zona 19 – teores de 1ª ordem de arsênio (7,3 a 10ppm).

Zona 20 – teores de 1ª ordem de arsênio (9,7 a 14,1ppm) e de 2ª ordem de cobre (25 a 27ppm) e cobalto (12 a 40ppm).

Zona 21 – teores de 1ª ordem de arsênio (9,4 a 17,8ppm) e de 2ª ordem de zinco (33ppm).

Este conjunto é formado por estas zonas anômalas e algumas estações anômalas de Cu, Zn e As, apresenta sobretudo uma dispersão anômala bastante consistente de arsênio, que varia de 7,3 a 20ppm, e que está associada a teores de 2ª ordem de cobre, zinco e cobalto.

Mesmo considerando os resultados não importantes do ponto de vista econômico da prospecção realizada em uma área de contexto geológico semelhante, à margem esquerda do rio Corumbá no município de Luziânia apresentado por Lacerda (1983), sugerem-se estudos detalhados de geologia e geoquímica neste conjunto anômalo, visando a definir as reais potencialidades econômicas desta faixa, especialmente para sulfetos e ouro.

**Estações Anômalas de Chumbo-Lantânio-Ítrio-Boro-Cassiterita**

Estas estações anômalas ocorrem com maior freqüência na metade oeste da folha, provavelmente relacionadas a corpos granitóides associados às extensas zonas de cisalhamento.

Especialmente no centro noroeste da folha, são encontrados teores de ítrio (2.000ppm), boro (2.000ppm) nos concentrados de bateia analisados por espectrografia de emissão, e, nos sedimentos de corrente analisados por absorção atômica, foram encontrados teores de lantânio (100 a 1.000ppm) ítrio (100 a 500ppm) e zircônio (1.000ppm). Além destes teores foram encontrados nos concentrados de bateia concentrações de cassiterita (<1%). Estes concentrados estão localizados no sudoeste (rib.Santana), no centro-oeste (córrego Sta. Bárbara), no oeste (córrego Matinha) e no sudoeste (córrego Barro Preto).

**Estações Anômalas de Ouro**

Estas estações anômalas ocorrem no canto sudeste da folha, sobre micaxisto com intercalações de quartzitos do Grupo Araxá Sul de Goiás.

As pintas de ouro foram encontradas nos concentrados de bateia realizados nos córregos Mata Grande e Fundo, ao sul do povoado de Buritizinho.

Além do ouro, foram registradas concentrações de magnetita (1 a 5%), pirita (<1%), turmalina (1 a 5%) e óxidos de ferro (5 a 50%).

Outra estação onde foram constatadas pintas de ouro visível está localizada na extremidade oeste da folha no córrego Mato Dentro, no contato entre os metassedimentos da Seqüência Vulcânica de Silvânia e rochas do Complexo Granulítico.

Além do ouro, foram encontradas concentrações de magnetita (1 a 5%), rutilo (5 a 25%), monazita (5 a 25%) e zircão (5 a 25%).

**Estações Anômalas de Rutilo-Monazita-Zircão**

De uma maneira geral, estas estações estão aleatoriamente distribuídas por toda a folha. Contudo, as maiores concentrações estão situadas nos quadrantes sudoeste e noroeste da folha, sobre rochas do Granitóide $\gamma 1$.

Nestes concentrados, foram encontradas concentrações de rutilo (1 a 75%), monazita (1 a 25%) e zircão (1 a 25%). A maior concentração de rutilo foi registrada no córrego Baleia, no sul da folha.

Estas concentrações registradas nos concentrados de bateia provavelmente estão associados a corpos granitóides e veios pegmatóides, que ocorrem relacionados às zonas de cisalhamento.

**Estações Anômalas de Berílio-Boro-Estanho**

Estão localizadas no canto noroeste da folha, nas proximidades da zona anômala 16 de boro, sobre os micaxistos do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Apresentam teores na espectrografia de berílio (2ppm), boro (2.000ppm) e estanho (150ppm).

Estes teores, provavelmente, estão refletindo corpos granitóides ou veios pegmatóides relacionados às zonas de cisalhamento.

# Capítulo 5
# Geofísica

*Murilo Machado Pinheiro*

## 5.1 Sistemática Adotada

Na área da presente folha, por não se dispor de cobertura aerogeofísica, optou-se, inicialmente, pela execução de perfis conjugados magneto-cintilométricos, preferencialmente ao longo das principais estradas, da forma mais perpendicular possível em relação às direções estruturais regionais.

Este trabalho teve como objetivo a busca de parâmetros magnéticos e cintilométricos que pudessem auxiliar na elaboração da carta geológica preliminar, bem como orientar os 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 específicos localizados, como caracterização e distribuição de corpos básicos e ácidos e identificação de falhamentos ou zonas de falha, conduziram à realizacão de perfis de semidetalhe, utilizando vias de acesso existentes. Neste levantamento, as tomadas de leituras foram feitas e 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.

O método gravimétrico também foi utilizado fundamentalmente orientado para o estudo da estruturação crustal superior, através da execução de perfis estratégicos. Empregou-se o gravímetro *La-Coste-Romberg*, modelo G, pertencente à 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 referências de nível (RN's) estabelecidas pelo 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.

A partir dos dados obtidos dos perfis gravimétricos, foram elaborados, numa primeira fase, um mapa *Bouguer* regional e o da própria Folha Caraíba, para o modelamento estrutural da crosta superior. Na segunda fase, utilizou-se o programa MAGPOLY da Paterson, Grant & Watson Limited (Canadá).

## 5.2 Dados Utilizados

Os perfis magneto-cintilométricos foram realizados em duas fases: na primeira, de caráter regional, foram levantados 293km em um total de seis perfis; na segunda fase, com conotação de semidetalhe, levantou-se 22 perfis, perfazendo 373km. O levantamento gravimétrico constou de três perfis, totalizando 150km, tendo-se também utilizado dados de diversas estações gravimétricas levantadas conjuntamente com a Universidade de Brasília, na região sudeste de Goiás, até o paralelo de 17°S. Na figura II.5.1 está plotada a localização dos perfis inerentes ao levantamento geofísico terrestre executado. As informações contidas no trabalho desenvolvido por Lesquer *et al.* (1981), ao sul deste paralelo, por terem caráter regional, não constam nesta figura, embora tenham sido utilizadas.

Juntam-se a esses dados 82 determinações de susceptibilidade magnética e 8 de densidade em amostras de rocha, efetuadas na Superintendência Regional de Goiânia/CPRM.

Todas as medições geofísicas e topográficas para o levantamento gravimétrico realizadas nos diversos perfis estão disponíveis em disquetes para utilização em microcomputador.

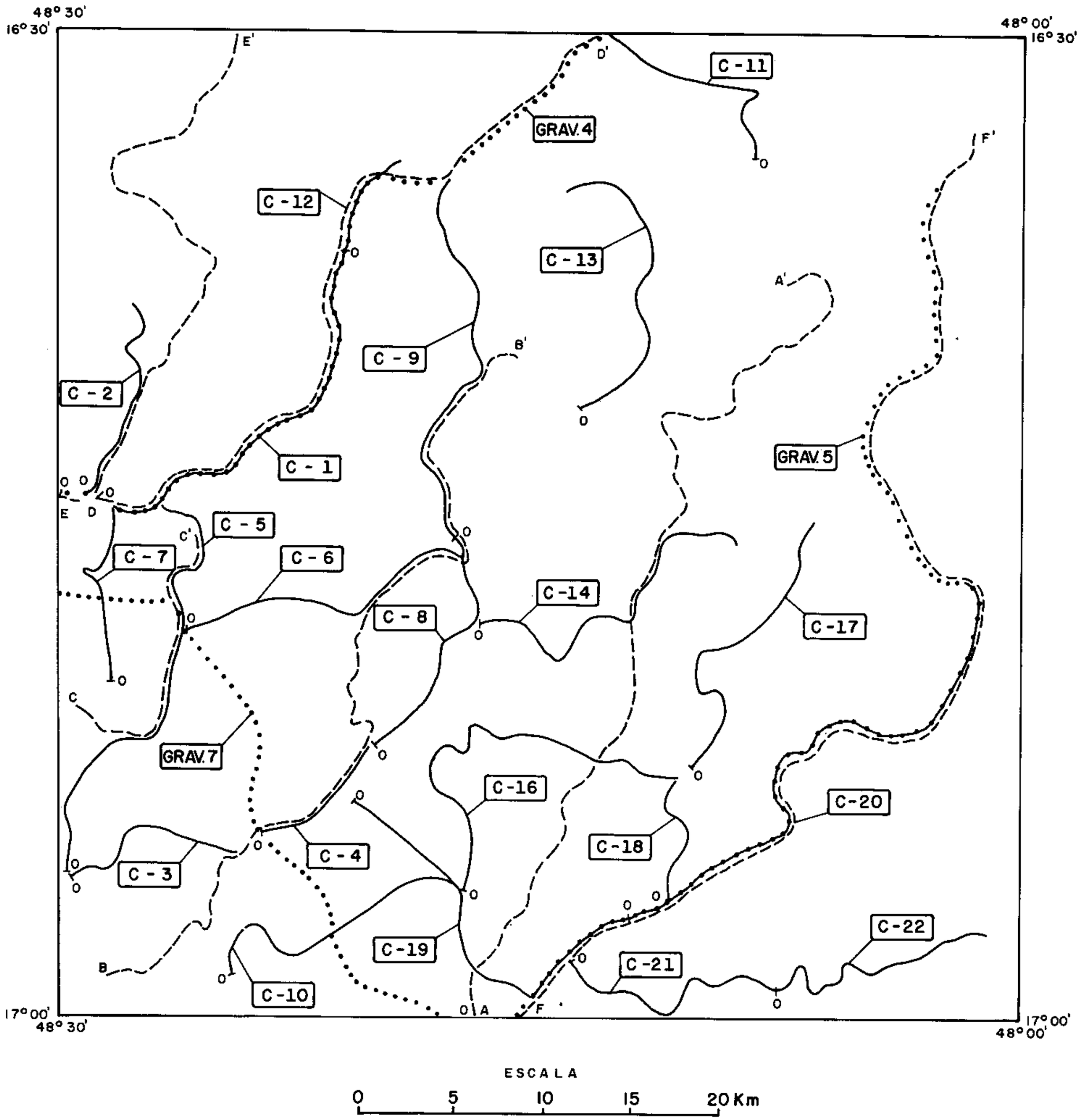



**Figura II.5.1** – Localização dos perfis de geofísica terrestre.

## 5.3 Interpretação e Correlação de Dados

### 5.3.1 Magnetometria e Cintilometria

A Folha Caraíba 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 sabe, antes de se iniciar os trabalhos de interpretação, que corpo poderia causar determinada resposta (curva) magnética. A figura II.5.2. ilustra o comportamento de anomalia sobre corpos magnéticos em diversas situações na área em questão.

No levantamento terrestre, devido à proximidade do sensor à superfície do terreno (aproximadamente 3m), há captação de ruído proveniente de solo magnético que, em certos casos, mascara a resposta de corpos bem definidos.

Na análise efetuada sobre os dados assim obtidos, após uma inspeção geral em todos os perfis, procurou-se individualizar os trechos representativos de rochas magnéticas, selecionando as faixas com curvas que apresentassem amplitudes pico-a-pico maior que 50nT e, 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 à orientação da estruturação geológica da área, bem como observando os posicionamentos em mapa dos valores das susceptibilidades magnéticas das amostras de rocha coletadas.

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, concluiu-se que a faixa de valores radiométricos situada entre 50 e 100cps representa 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, pelo pouco valor de representatividade desempenhado.

Com base nos dados assim interpretados, foi elaborada uma carta integrada contendo as informações geofísicas acima abordadas tanto no que diz respeito à magnetometria quanto à cintilometria, que se constitui na figura II.5.4.

Numa análise desse mapa, observa-se que as faixas magnéticas se concentram na parte SW da folha, onde a cartografia geológica delineia os terrenos granulíticos. Como regra geral, as zonas magnéticas são indicativas da presença de rochas básicas e/ou ultrabásicas. No presente caso, a unidade geológica denominada granulitos ortoderivados encerra uma predominância desses litótipos, onde, por outro lado, a geoquímica revela zonas anômalas de elementos indicadores de rochas básico-ultrabásicas. As amostras que possuem valores de susceptibilidade magnética listados na tabela II.5.1. localizam-se dentro dessas faixas magnéticas granulíticas. Por outro lado, as zonas não ou fracamente magnéticas seriam representantes dos granulitos classificados como paraderivados, onde os termos litomagnéticos não são expressivos, podendo conter ainda rochas ortoderivadas de composição ácida.

As zonas magnéticas também situadas sobre terrenos cartografados como granulitos, no entanto localizadas na parte sul-sudeste da folha, da mesma forma identificam os granulitos ortoderivados.

Além disso, existem faixas magnéticas que estão presentes em perfis que cortam rochas do Grupo Araxá ou mesmo granitóides. Neste último caso, é provável que estejam refletindo zona de cisalhamento mapeadas nas proximidades e, no primeiro, podem tratar-se de corpos básicos ou xistos magnéticos, como ocorre na zona localizada no extremo SE da folha.

As feições magnéticas lineares são interpretadas como falhamentos ou mesmo diques básicos. Algumas delas têm confirmação nos dados geológicos, como as três extensas lineações orientadas NE que cortam os granulitos de SW, onde são mapeadas zonas de cisalhamento.

No tocante à cintilometria, a figura II.5.4 mostra, ainda, zonas com níveis radiométricos superiores a 100cps, localizadas principalmente sobre os granitóides e acompanham ou delimitam, juntamente com as lineações cintilométricas, as faixas de cisalhamento cartografadas. São acompanhadas por zonas anômalas de geoquímica para Pb, Y, La e Zr, que caracterizam a população dos granitóides.

### 5.3.2 Gravimetria

Na figura II.5.5., está contido o mapa gravimétrico *Bouguer* da região sudeste do estado de Goiás, onde se inclui a Folha Caraíba. 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), ao sul do Cráton do São Francisco.

Desta forma, foi possível compor uma carta regional que mostra as grandes feições gravimétricas da região. Nela se observa dois altos gravimétricos importantes: um deles situado na área Anápolis-Itauçu e outro na região de Pires do Rio. Os dois se interligam através de uma estreita faixa de orientação NW-SE, passando pela cidade de Leopoldo de Bulhões e estão representados por rochas granulíticas, a exemplo da região situada no extremo SW da figura, balisada pelo adensamento de curvas de isomiligal com orientação geral NW, onde são cartografadas rochas densas infracrustais (granulitos) do Cinturão de Alfenas, Lesquer *et al.* (*op.cit.*).

A faixa granulítica do alto gravimétrico de Leopoldo de Bulhões separa duas regiões de baixos valores *Bouguer*. Uma ao norte, aqui denominada de baixo gravimétrico de Silvânia,

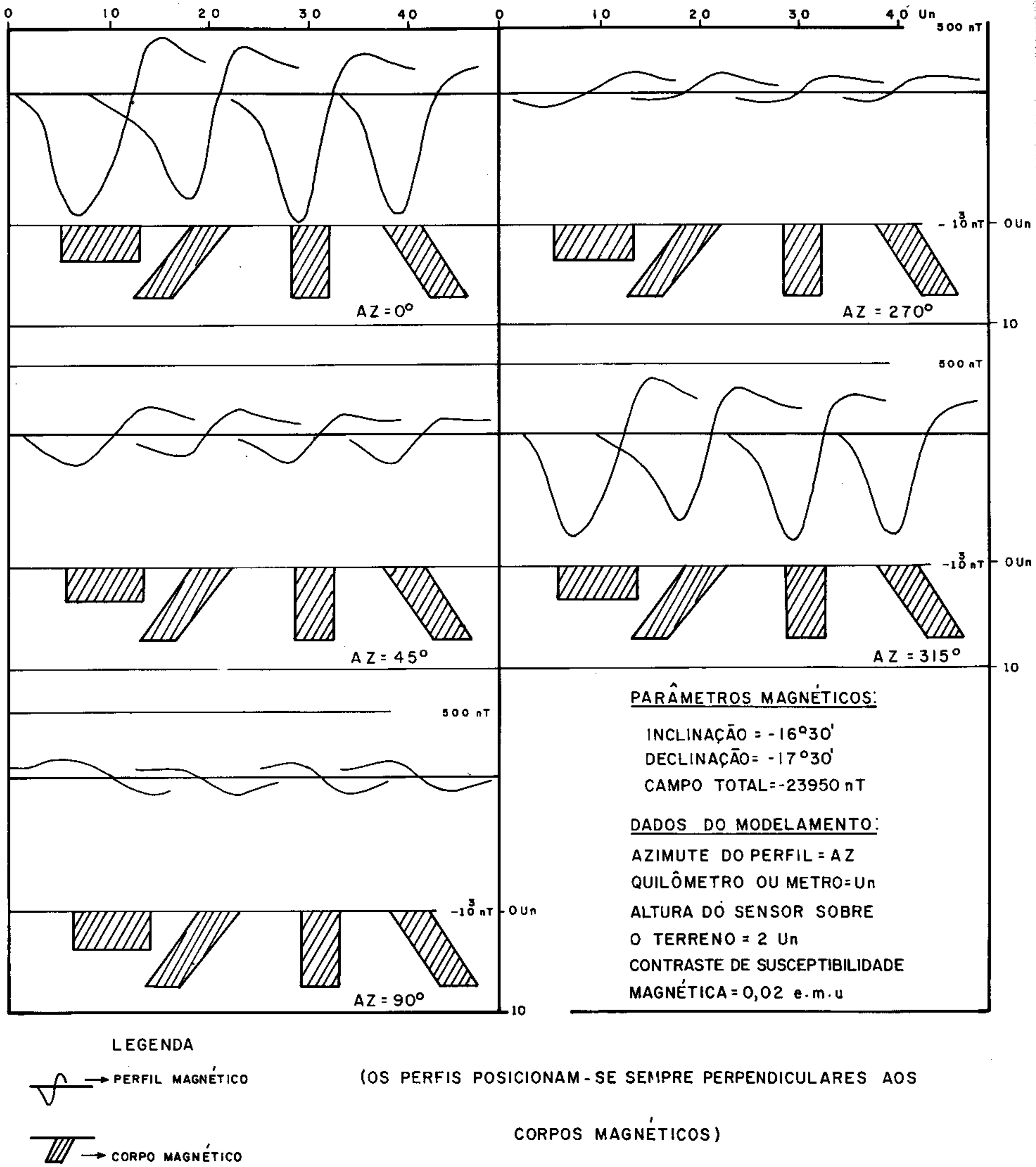



**Figura II.5.2** – Respostas teóricas sobre corpos magnéticos simulados.

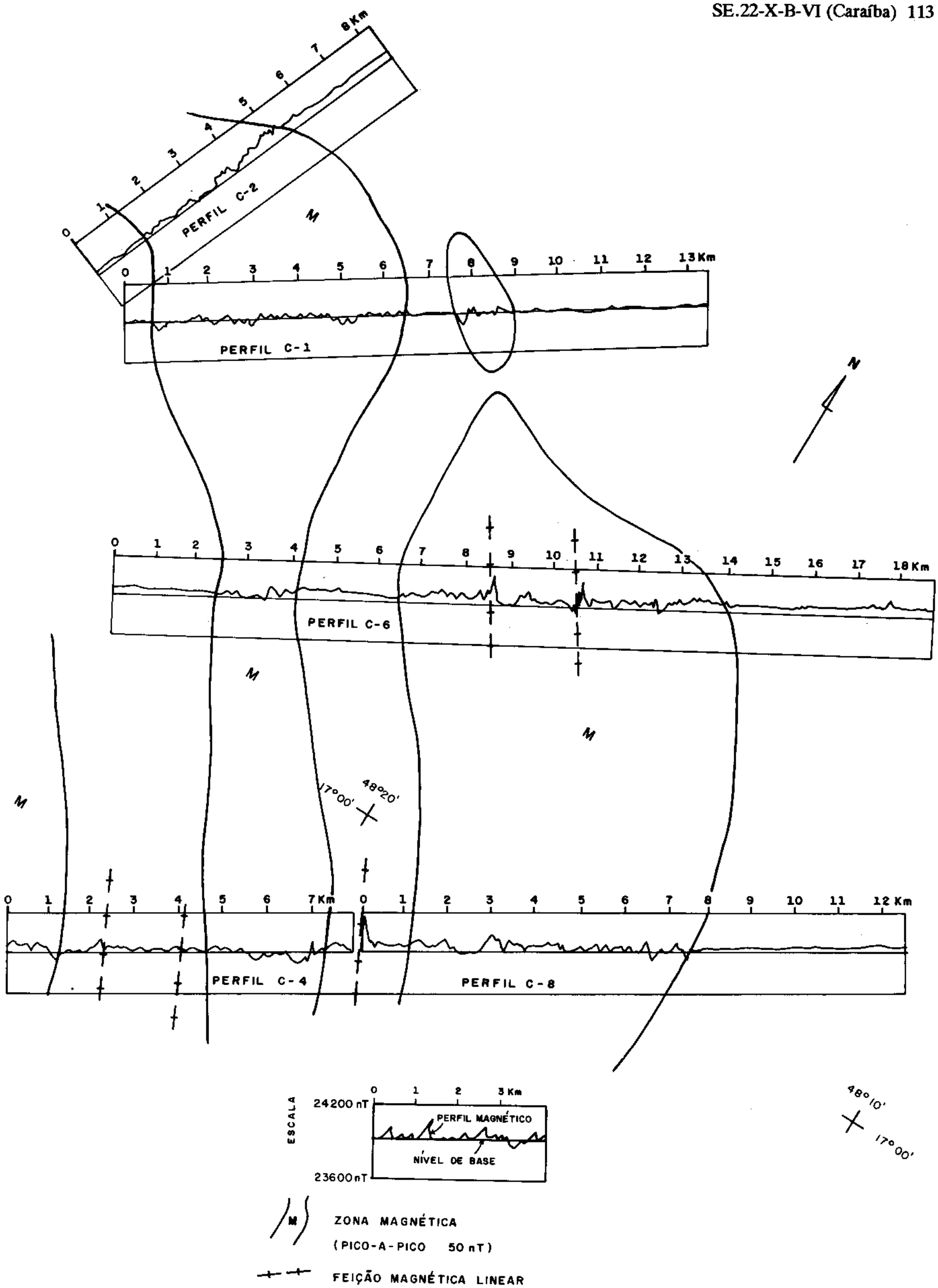



**Figura II.5.3** – Exemplo do critério utilizado na seleção das zonas magnéticas.

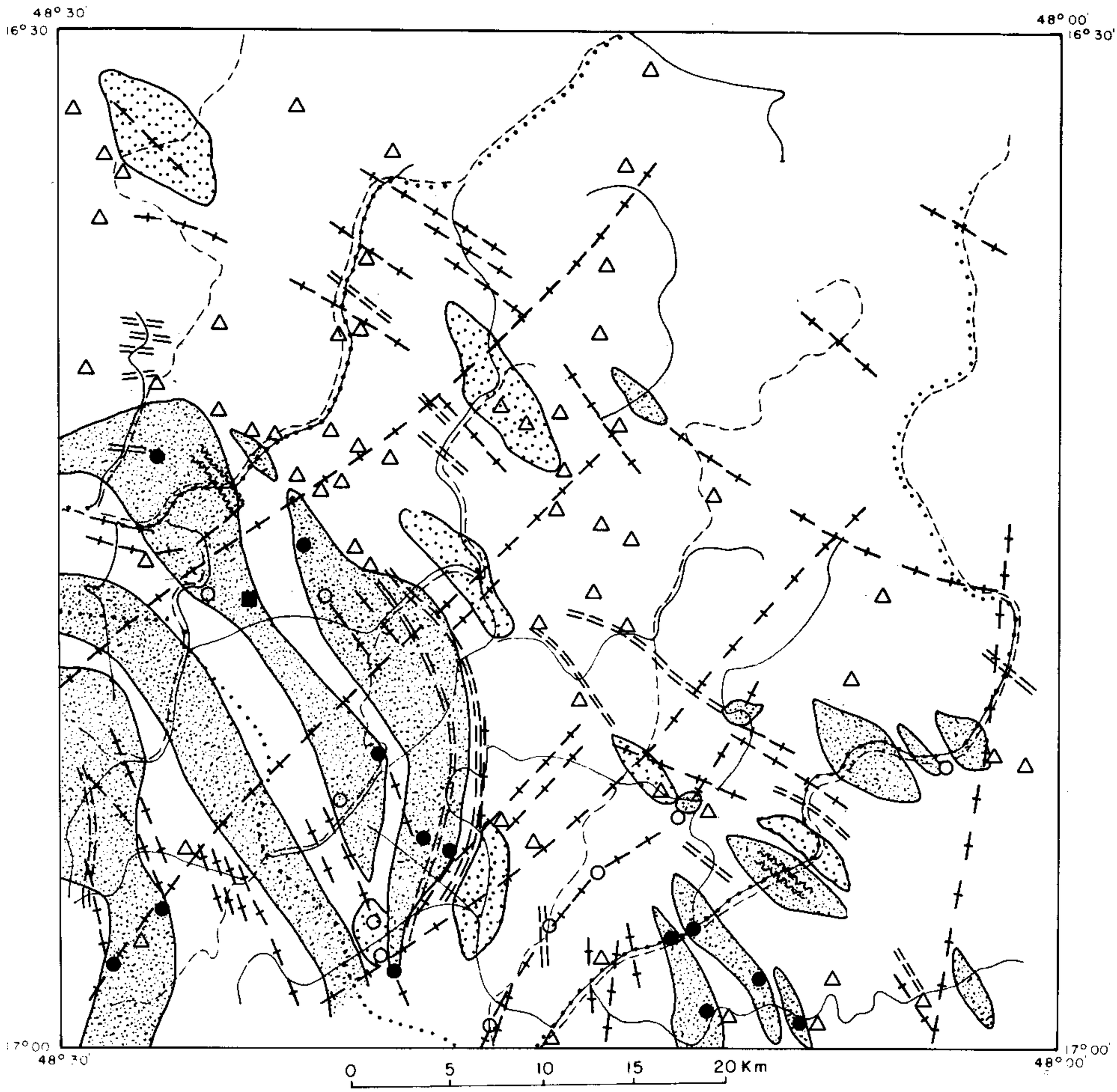



**Figura II.5.4** – Síntese dos resultados geofísicos.

**Tabela II.5.1** – Susceptibilidades magnéticas.

| Amostra | Susceptibilidade Magnética (x $10^{-3}$ e.m.u) | Localização em Coordenada UTM | Classificação da Rocha |
|---|---|---|---|
| JV-197 | * | 771100E/081145700N | milonito/muscovita quartzito |
| JV-200 | 1,2096 | 776700E/08143400N | Gnaisse granulítico (milonito) |
| JV-205 | 0,7950 | 77 9700E/08145800N | Silimanita granada gnaisses granulitico |
| JV-210 | 0,0796 | 767900E/08131700N | Granada gnaisse enderbitico (milonito) |
| JV-212 | * | 773000E/08129000N | enderbítico (milonito) |
| JV-221 | 0,1432 | 772000E/08126300N | gnaisse, enderbítico (milonito) |
| JV-222 | * | 770200E/08124500N | meta-biotita granada diorito |
| JV-224 | 0,1273 | 769300E/08123000N | gnaisse (milonito) |
| JV-288 | 0,1114 | 787400E/08129400N | anfibolito (milonito) |
| JV-289 | 0,5013 | 787400E/08129400N | metaplutônica tiásica |
| JV-226 | * | 792500E/08125850N | meta-ultrabásica |
| JV-308 | 0,0636 | 795000E/08127750N | granada gnaisse (protomilocito) |
| JV-312 | 0,1114 | 798100E/08123850N | gnaisse milonito |
| JV-313 | 0,2865 | 799700E/08124450N | metanorito granulito |
| JV-329 | 0,1751 | 800700E/08119700N | gnaisse (milonito) |
| JV-331. | 0,1512 | 805900E/08120050N | epidoto anfibolito (metagabro) |
| JV-343 | 0,1591 | 803700E/08121700N | gnaisse (gondito) |
| JV-02 | * | 769600E/08172300N | biotita gnaisse tonalítico |
| JV-12 | * | 769900E/08167000N | granodiorito |
| JV-82 | * | 781800E/08157900N | gnaisse protomilonito |
| JV-91 | * | 775100E/08157800N | biotita gnaisse tonalítico |
| JV-170 | * | 777200E/08152200N | protomilonito (biotita muscovita gnaisse) |
| JV-189 | * | 778800E/08149700N | quartzo diorito |
| JV-191 | * | 784500E/08151000N | ultramilonito |
| JV-338 | * | 812200E/08121150N | meta-granito (milonito) |
| JV-138 | * | 801100E/08147700N | calco muscovita clorito-xisto |
| JV-83 | * | 782800E/08161800N | milonito xisto |
| JV-177 | * | 768700E/08155700N | muscovita gnaisse cataclástico |
| JV-189 | * | 778800E/08149700N | quartzo diorito |
| JV-184 | * | 779300E/08148800N | milonito xisto |
| JV-187 | * | 782000E/08150200N | agalmatolito/ultramilonito |
| JV-188 | * | 780600E/08148500N | meta tufo de cristais protomilon'itico |
| JV- 297 | * | 792000E/08129750N | cataclasito de granitóide |
| JV-302 | * | 800750E/08131500N | gnaisse (protomilonito) |
| JV-150 | * | 795800E/08160900N | metarinito milonitizado |

(*) Valores nulos ou extramente baixos (menores que $10^{-6}$ e.m.u.)

ocupada por granitóides e rochas metavulcano-sedimentares, e outra ao sul, que recebe a denominação de baixo gravimétrico de Bela Vista. Este último reflete rochas granitóides e do Grupo Araxá-Sul de Goiás. Outras duas feições gravimétricas indicativas de deficiência de massa são notadas na região de Caldas Novas, onde metassedimentos proterozóicos guarnecem águas termais e na Inflexão dos Pireneus, situada no extremo norte da figura, na região de Jaraguá, onde os valores gravimétricos chegam a atingir -120mgal sobre rochas que englobam granitóides, metassedimentares e vulcano-sedimentares.

As isolinhas que acompanham o Cinturão de Alfenas contornam o núcleo granulítico Goiânia-Anápolis-Itauçu, orientando-se em direção N-S na região de Itaberaí-Itapuranga, para em seguida tomarem a direção NE, depois de envolverem o Complexo Granulítico de Goianésia-Barro Alto.

A estruturação predominante toma a direção NW-SE, seguindo a orientação da faixa gravimetricamente anômala que se estende desde Itauçu até Pires do Rio, envolvendo principalmente terrenos granulíticos, 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 Caraíba, conforme mostra a figura II.5.6, observa-se um alto gravimétrico na porção sul da área refletindo a parte norte do núcleo granulítico de Pires

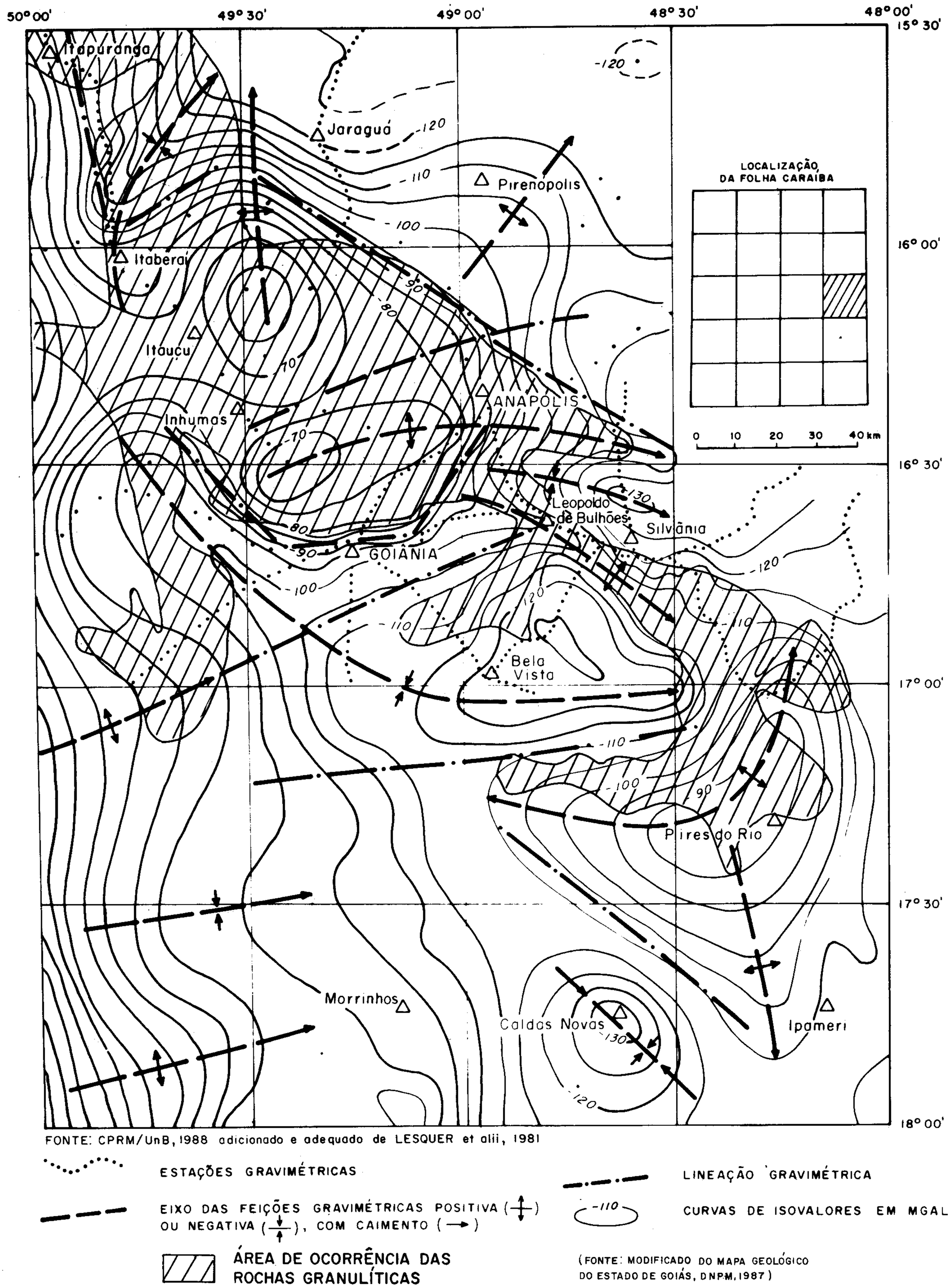



**Figura II.5.5** – Mapa gravimétrico *Bouguer* da região sudeste de Goiás.

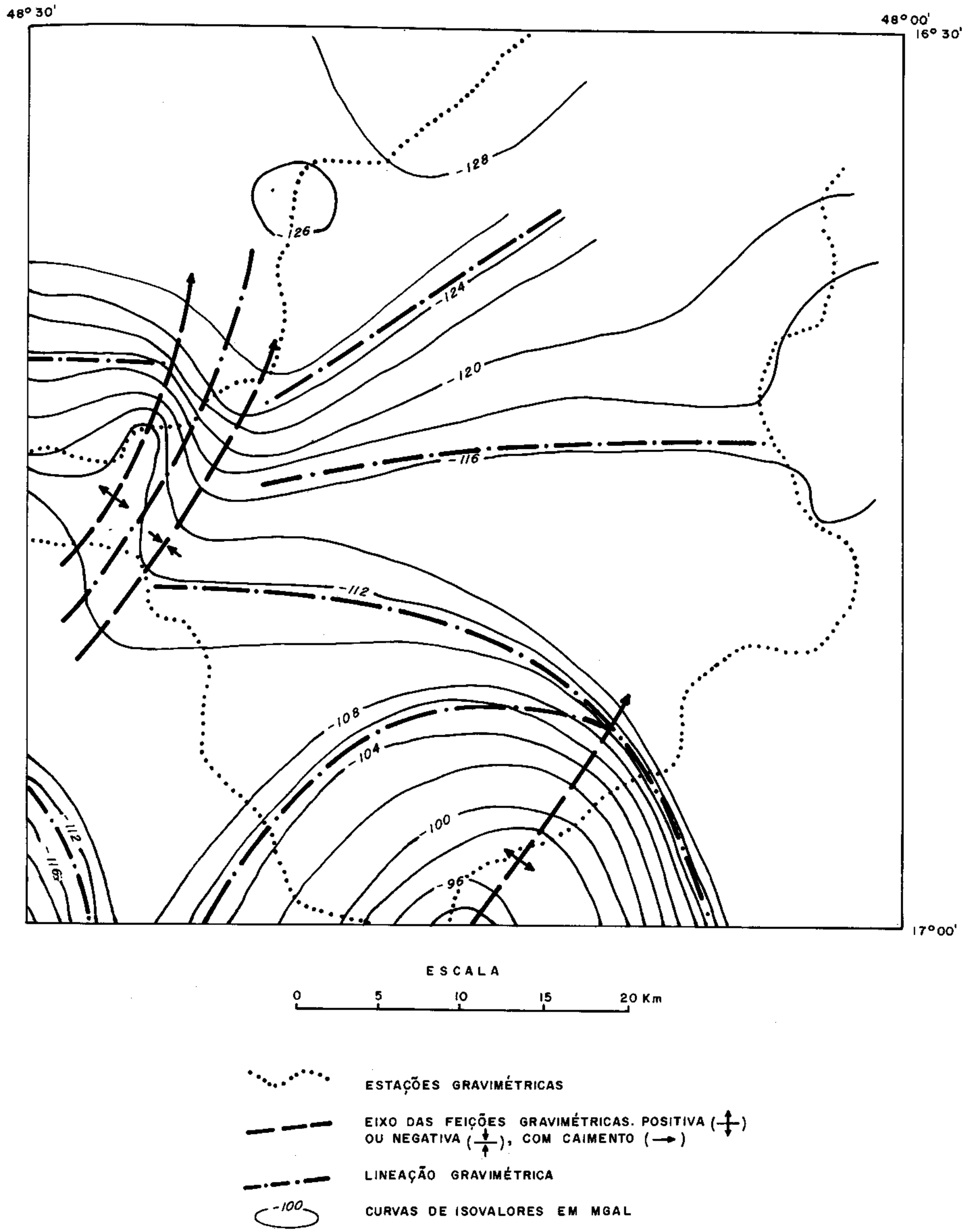



**Figura II.5.6** – Mapa gravimétrico *Bouguer*.

do Rio. A faixa gravimétrica de Leopoldo de Bulhões aparece confinada, a grosso modo, pelas curvas de -112/-114mgal, dando continuidade aos terrenos granulíticos para NW. O restante da área, com baixos valores gravimétricos, é ocupada por granitóides e rochas metassedimentares. Os eixos das feições gravimétricas estão direcionados segundo a estruturação regional secundária NE. As lineações gravimétricas são interpretadas como descontinuidades geológicas, principalmente falhamentos.

O modelamento dos perfis gravimétricos 4 e 5 (figura II.5.7) juntamente com os perfis geológicos esquemáticos correspondentes, permite as seguintes observações:

No perfil gravimétrico 4, os blocos com contrastes de densidades $(\Delta)g1=0{,}04g/cm^3$ e $(\Delta)g2=-0{,}01g/cm^3$ representariam os terrenos granulíticos, sendo que o primeiro teria uma predominância ortoderivada, enquanto no segundo a derivação sedimentar estaria mais presente, o que equivaleria a densidades de 3,0 a $2{,}9g/cm^3$, respectivamente (tabela II.5.2). O bloco de $(\Delta)g1$ estaria em contato com o bloco $(\Delta)g4=0{,}02g/cm$, em torno da estação 11km, sendo este, possivelmente, constituído de rochas granito-gnáissicas, com densidade aproximada de $2{,}8g/cm^3$. A interface $(\Delta)g1/(\Delta)g4$ mergulharia com ângulo de 45° para SW. Sobre este bloco, assenta-se um pacote de rochas metassedimentares e granitóide-gnáissicas, com $(\Delta)g3=-0{,}12g/cm^3$ que representaria uma densidade média de $2{,}7g/cm^3$, considerando-se que os granitóides da zona superior possuem uma densidade inferior ao seu substrato granitóide $\gamma1$. A maior profundidade deste conjunto de rochas de menor densidade situa-se sob a estação 19km, na região de contato entre a Unidade Metassedimentar da Seqüência Vulcano-sedimentar de Silvânia e dos granitóides, onde chega alcançar cerca de 3km de espessura.

No perfil gravimétrico 5 o bloco com $(\Delta)\gamma1=0{,}05g/cm^3$ representa os granulitos, havendo sobre ele dois blocos de densidades pouco mais baixas com $(\Delta)g3=-0{,}03$ e $(\Delta)g4=-0{,}01g/cm^3$. Trata-se de uma região carente de afloramentos, com espessa cobertura laterítica. Entretanto, a amostra de rocha JV-309, situada em torno da estação 8 (km) deste perfil, foi classificada como granada gnáisse pertencente ao Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu e a geoquímica identifica Nb anômalo por espectrografia em sedimento de corrente. Este bloco $(\Delta)g1$ mergulha com ângulo de 30° para SW e está em contato com o bloco de $(\Delta)g2=-0{,}13g/cm^3$, sob a estação 24km, cuja litologia engloba rochas metassedimentares e granitóides. Como substrato deste pacote de rochas de menor densidade, aparece o bloco de $(\Delta)g5=0{,}02g/cm^3$, que se constituiria de rochas granitóide $\gamma1$, com densidade mais elevada que seu correspondente granitóide do bloco superior (ver tabela II.5.2). As maiores espessuras das rochas que compõem o bloco de $(\Delta)g2$ são de 3,2km, alcançadas sob as estações 34 e 57km e de 5km atingidas quando este bloco mergulha sob o bloco de $(\Delta)g1$, na altura da estação 15km.

**Tabela II.5.2** – Densidade das Rochas.

| Amostra | Densidade ($g/cm^3$) | Localização e CoordenadasUTM | Classificação da Rocha |
|---|---|---|---|
| JV – 83 | 2,8 | 782800E/8161800N | milonito-xisto |
| JV – 224 | 2,9 | 769300E/8123000N | gnaisse-milonito |
| JV – 188 | 2,6 | 780600E/8148500N | meta-tufo de cristais |
| JV – 136 | 2,7 | 792400E/8153400N | gnaisse granítico |
| JV – 338 | 2,7 | 812200E/8121150N | meta-granito porfiroóide |
| JV – 302 | 2,8 | 800750E/8131500N | gnaisse protomilonito |
| JV – 189 | 2,8 | 778800E/8149700N | quartzo diorito |
| JV – 222 | 3,3 | 770200E/8124500N | biotita gnaisse diorito granulito |

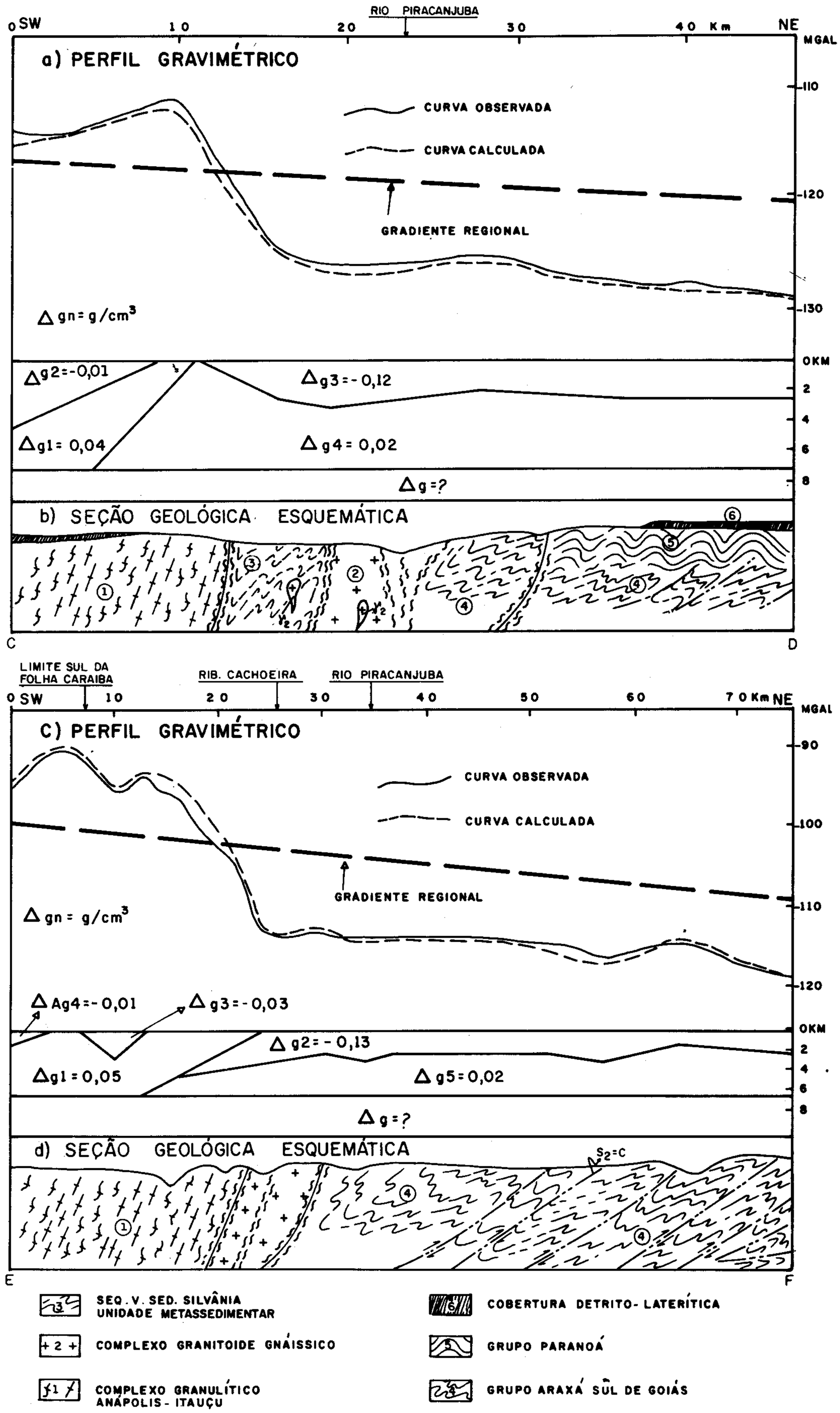



**Figura II.5.7** – Integração geofísico-geológica.

# Capítulo 6
# Geologia Econômica

*Joffre Valmório de Lacerda Filho*

## 6.1 Panorama Mineral

A atividade mineral existente na Folha Caraíba é bastante reduzida, limitando-se à produção de materiais de construção (areia e argila), e pequena quantidade de pedras ornamentais, como granito e quartzito.

Com base nos dados do protocolo de processos no DNPM, com atualização pelo PROSIG, até 30 de abril de 1988 (figura II.6.1), verificou-se que até então não se tinha outorgada nenhuma concessão de lavra, e apenas aprovado o relatório de pesquisa para cianita nº 809953/74, da Mineradora Montita Ltda., na Fazenda Saturno, município de Vianópolis.

## 6.2 Materiais de Construção

A exploração destes bens minerais se processa de maneira rudimentar e em pequena escala, embora a área apresente um bom potencial para a extração destes materiais.

### 6.2.1 Areia

É encontrada nas aluviões dos rios que drenam a área, principalmente ao longo dos rios dos Patos, Piracanjuba e Corumbá. Constitui-se de areia média a grossa, que é explotada de forma primitiva, através de pequenas dragas, de maneira descontínua, intensificando-se principalmente nos períodos de seca.

Quase toda a produção é consumida nas sedes dos municípios próximos e parte é conduzida para abastecer o mercado de Goiânia.

### 6.2.2 Argila

A presença de argila está ligada às margens de alguns córregos, sendo produto de alteração, principalmente de rochas quartzo-feldspáticas.

Esta argila vem sendo utilizada na fabricação de telhas e tijolos, com uma produção muito limitada, como é o caso da Cerâmica Firmeza, situada nas margens do córrego Estiva, município de Orizona, com uma produção mensal de 140.000 tijolos e 40.000 telhas.

Esta ocorrência consta de uma camada de mais ou menos 8m de espessura, 100m de largura e 500m de comprimento, constituída de argila muito plástica de cores variadas (cinza-escuro a negro), com finas intercalações de níveis arenosos.

## 6.3 Rochas Ornamentais

Pequenas tonelagens já foram explotadas na área, encontrando-se atualmente vestígios das lavras abandonadas principalmente de granito e quartzito.

Durante este trabalho, foram detectados outros locais que poderiam vir a ser utilizados para a lavra destes bens minerais.

### 6.3.1 Granito

É encontrado em abundância na área em estudo, apresentando suas melhores exposições no extremo sudeste da folha, na Fazenda Pedreira, na margem esquerda do rio Piracanjuba, onde é encontrado menos cisalhado, numa elevação que exibe vestígios de lavra. Trata-se de um biotita metagranito pórfiro, de coloração cinza-claro, com megacristais de feldspato de até 5cm, deformados ou não pelos fenômenos de cisalhamento.

Em outros locais, encontram-se rochas graníticas de composição diferente e que se prestariam também como pedras ornamentais, como é o caso do tonalito encontrado na Fazenda Mombuca, situada no canto noroeste da área.

### 6.3.2 Quartzito

Este produto é bastante utilizado em Goiás, principalmente na construção civil, e é denominado em outros centros de Pedra de Goiás, sendo utilizado como revestimento de pisos e paredes. Trata-se de um sericita quartzito de coloração creme-amarelado, apresentando a propriedade de quebrar-se em grandes placas métricas e espessuras centimétricas, exibindo boa consistência, dada por níveis mais silicificados.

É encontrado nas porções norte e nordeste da área, associado aos metassedimentos da Unidade PMaD e, em parte, já foram explorados para esta finalidade.

### 6.4 Agalmatolito

Ocorre principalmente na Fazenda Saturno, margem esquerda do ribeirão Extrema, distribuindo-se nos morros do Chaves, do Meio, da Extrema, do Jacaré, do Lázaro, Grota dos Matacões e nas margens do córrego Cedro, no município de Vianópolis. Exibe forma de lentes centimétricas e bolsões de centenas de metros, encaixados concordantemente em cianita-muscovita xistos e sericita quartzitos, ou em elúvios/colúvios, formado por blocos de vários tamanhos, constituindo faixas alongadas, segundo a direção geral das encaixantes, com os principais bolsões associados a uma faixa dobrada com direção geral SE-NW.

O agalmatolito, assim como a cianita, é de grande emprego na industria de refratários, bem como na produção artesanal. O termo agalmatolito se originou da palavra grega agalmatos (ornato) + lithos (pedra), pelo seu uso em objetos ornamentais. É usado na China na fabricação de pequenas estatuetas e pagodes, sendo sinônimo de pagodito e lardito (Branco, 1982).

As análises químicas destes agalmatolitos efetuadas para este trabalho forneceram os seguintes resultados:

Durante os trabalhos de pesquisa efetuados pela Mineradora Montita Ltda., na Fazenda Saturno, município de Vianópolis, estas rochas foram separadas em 3 tipos principais de agalmatolito: quartzítico, pirofilítico e cianitítico ou cianitito, tendo sido calculada uma reserva total de 312.981t para os diversos tipos de materiais, assim distribuídos:

| | |
|---|---|
| Reserva medida . . . . . | 61.266t |
| Reserva indicada . . . . . | 251.715t |

### 6.5 Cianita

É encontrada nos xistos aluminosos da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, Unidade Metassedimentar (PIvssB) e nos xistos miloníticos associados às zonas da *shear* da faixa granulítica, onde foram encontrados cristais de cianita bem desenvolvidos de até 10cm de comprimento.

### 6.6 Ouro

O ouro foi detectado em concentrados de bateia, nas aluviões do córrego Mato Dentro, que drena rochas da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, Unidade Metassedimentar (PIvssB)e nas aluviões dos córregos Fundo e Mato Grande, no extremo sudeste da folha, que drenam a unidade PMaD do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

Associadas aos grafita xistos piritosos da unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás, foram detectadas anomalias geoquímicas de primeira ordem para As, o que os torna potencialmente prospectivos para Au. Em áreas vizinhas, Luziânia e Pirenópolis, esses xistos foram interpretados como possíveis fontes das mineralizações auríferas. Outro indício são informações orais fornecidas por extratores de areia da região sobre ocorrências de ouro nas aluviões do rio Corumbá, que drena a Unidade D, necessitando de estudos detalhados para confirmação deste potencial.

### 6.7 Estanho

Ocorrências de cassiterita foram observadas em concentrados de bateia das aluviões e drenos que cortam as zonas de cisalhamento, onde verificou-se a presença de granitos e veios pegmatíticos associados.

### 6.8 Sulfetos (Cobre, Chumbo e Zinco)

Os sulfetos ocorrem geralmente disseminados, exibindo granulação fina e distribuídos nos metagabros e granada gnaisses do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), onde, também, foram detectadas anomalias geoquímicas de Cu, Pb e Zn. Através de análise calcográfica, constatou-se a presença desses elementos na forma de sulfetos: pirrotita, calcopirita, pentlandita e ilmenita.

Expressivas anomalias geoquímicas de Cu, Pb e Zn ocorrem associadas também nos calcixistos da Unidade C e grafita xistos piritosos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa).

Lacerda (1983) citava ocorrência de teores anômalos de Zn, Pb e Ag associados aos muscovita-quartzo xistos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás, situados na margem esquerda do rio Corumbá, nas proximidades da Folha Caraíba, onde foi constatada a presença de bolsões carbonáticos, centimétricos a decimétricos intercalados, nos quais são visíveis esfarelita marrom-escuro, galena, pirita e subordinadamente calcopirita e pirrotita, tendo concluído que as ocorrências descritas têm caráter *stratabound*.

### 6.9 Manganês

Constatou-se uma pequena ocorrência de óxidos de manganês associada aos sericita-clorita-moscovita-quartzo xistos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaD), em cascalhos eluvionares lateríticos, situados na Chapada Deus-Me-Livre.

O minério apresenta-se ora compacto, ora botrioidal, freqüentemente pulverulento, cavernoso ou concrecionário, com cavidades às vezes preenchidas por material argiloso. O jazimento enquadra-se no tipo enriquecimento supergênico residual, associado ao Ciclo de aplainamento Sul-Americano.

Ocorre também de forma mais expressiva nas rochas do Complexo Granulítico (APIgai), associado a corpos de gonditos.

Em geral, ocorre formando pequenas elevações constituídas por blocos e fragmentos de protominério, originados a partir de pré-concentração/lixiviação do manganês contido nas granadas manganesíferas dos granada gnaisses e gonditos, originando depósitos de enriquecimento supergênico.

Estas mineralizações apresentam aspecto maciço, freqüentemente pulverulento e silicoso e coloração escura.

### 6.10 Metacalcário

É encontrado formando pequenas lentes com espessuras variáveis, de até 150m, com largura de 50m a 1km encaixados nos calcixistos e muscovita-quartzo xistos das unidades C e D do Grupo Araxá-Sul de Goiás exibindo coloração cinza-claro, com vênulas esbranquiçadas, textura finamente cristalina, estrutura maciça, constituído de carbonato, quartzo, plagioclásio e sericita, com pequenos cristais de pirita subordinados.

Os resultados das análises químicas apresentadas a seguir mostram tratar-se de calcários impuros, não sendo recomendados como corretivos de solos, pelos baixos teores de Ca e Mg e elevados valores de sílica.

### 6.11 Turfa

Este material ocorre na área associado às cabeceiras das drenagens, como no ribeirão São Bento, onde constatou-se a presença de grande quantidade de matéria orgânica turfácea, com horizontes de espessura variável, atingindo até cerca de 1,5m deste material.

# Capítulo 7
# Metalogênese

*Joffre Valmório de Lacerda Filho*

## 7.1 Introdução

Os dados disponíveis sobre as mineralizações da Folha Caraíba, são ainda insuficientes para que se obtenha um panorama completo e detalhado do potencial metalogenético da área. Entretanto, são suficientes para que sejam propostas algumas áreas de interesse econômico.

Com base nos dados integrados das ocorrências minerais, estratigráficos, petrológicos, estruturais, geomorfológicos, geoquimicos e geofísicos, foi levantado e hierarquizado o potencial metalogenético da área em estudo, sendo apresentado na Carta Metalogenética/Previsional, na escala de 1:100.000, onde foram delimitadas as áreas com indícios de mineralizações prioritárias para a prospecção e exploração mineral.

## 7.2 Metodologia de Execução

A metodologia utilizada para a elaboração desta Carta Metalogenética/Previsional em 1:100.000 baseia-se principalmente nos princípios de Orlova & Shatalov (1960), adicionado aos conhecimentos adquiridos durante a execução do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, escala de 1:250.000 (Convênio DNPM/CPRM), implementado a partir de 1982.

A concepção da legenda resultou de adaptações da simbologia gráfica, utilizada nacional e internacionalmente, segundo critérios de legibilidade e precedência, sendo ajustada à escala de 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 os dados econômicos e metalogenéticos, e

d) relacionar os indícios indiretos de mineralização, visando a sua representação cartográfica.

A Carta Metalogenética/Previsional é elaborada sobre uma base geológica adaptada ao nível de conhecimento da área. Nesta adaptação efetuou-se a distinção cronológica e/ou espacial das unidades litoestratigráficas de maior categoria, como complexos, supergrupos e grupos, bem como associações magmáticas consangüíneas ou as séries toleiíticas, calcialcalinas e alcalinas. São também realçados os litótipos especiais (metalotectos prováveis e possíveis), enquanto as unidades de menor categoria, tais como formação, membro e seus equivalentes, sem realce metalogenético, são identificados apenas pelo uso de letras-símbolo. Os elementos estruturais da Carta Geológica são integralmente preservados e, eventualmente, acrescidos de informações geofísicas, como lineamentos, profundidades e contorno do substrato das coberturas.

Na representação dos jazimentos minerais, estabeleceu-se 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 de 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-se uma classificação mais geológica do que genética para as concentrações minerais, adaptada das propostas de Wacrenier & Rouveyrol (1977), Stanton (1972) e Routhier (1963), aproximando-se bastante da utilizada para os depósitos minerais do Brasil (Branco, 1984).

Os dados econômicos dos jazimentos que têm sido objetos de pesquisa e lavra mineral são representados por uma circunferência externa, onde constam informações quanto à situação atual: (ativo, inativo ou intermitente); e o seu tamanho, que é dado pelo diâmetro deste círculo, graduado em três dimensões, expressa a importância econômica do jazimento nas categorias pequeno, médio e grande. A base utilizada para o estabelecimento destes limites é a mesma utilizada no Mapa Geológico do Brasil, escala de 1:2.500.000 (Branco, 1984), ou seja, um traço aposto acima dessa circunferência corresponde a uma mina; abaixo o garimpo, à direita, a jazida e à esquerda, um depósito mineral.

Os indícios indiretos de mineralizações obtidas através de indicações geoquímica, geofísica ou zonas de alterações de

origem exógena e/ou endógena foram adaptados a uma cartografia específica, para se obter um maior realce.

A integração dos dados multidisciplinares permite identificar os metalotectos comprovados, prováveis e possíveis, em função das suas relações com os indícios de mineralização obtidos por meios diretos, estatísticos ou pelo contexto geológico metalogenético, respectivamente. Desta forma, possibilitou-se a delimitação de áreas mineralizadas possíveis e potenciais, de acordo com critérios explicitados na própria carta.

### 7.3 Considerações Preliminares

A preparação da Carta Metalogenética/Previsional da Folha Caraíba é o resultado de um trabalho de integração multidiciplinar, elaborada segundo as diretrizes para a elaboração de Cartas Metalogenéticas/Previsionais na escala de 1:100.000 do DNPM/CPRM, recentemente elaborado e ainda em fase de aperfeiçoamento (Delgado, 1987).

Na confecção desta carta, contou-se com as seguintes informações:

- Carta Geológica na escala de 1:100.000
- Carta Geoquímica de zonas e estações anômalas na escala de 1:100.000
- Perfis geofísicos terrestres (magnetometria e cintilometria)
- Perfis gravimétricos estratégicos
- Estudos petrográficos, petrogenéticos, litoquímicos e de ocorrências minerais.

O objetivo principal da Carta Metalogenética/Previsional é a delimitação de áreas mineralizadas ou potencialmente favoráveis a mineralizações, baseada nas leis da distribuição das concentrações minerais na natureza. O aprimoramento desse objetivo está na dependência direta do nível de informações disponíveis, do grau de detalhamento do mapeamento geológico e dos resultados obtidos na prospecção geoquímica e geofísica, bem como dos estudos petrológicos e das ocorrências minerais. Desta forma, quando são selecionadas áreas potencialmente mineralizadas, com insuficiência de dados, onde as relações entre os indícios de mineralizações e os metalotectos não são suficientemente bem estabelecidas, ocorre uma tendência natural de se individualizar áreas maiores, numa tentativa de circunscrever os objetos geológicos responsáveis pelo condicionamento das concentrações minerais, conhecidos como metalotectos.

Na Folha Caraíba, há muita carência de informações, principalmente devido ao estágio de aplainamento da área e da inexistência de levantamentos aerogeofísicos. Desta forma, as áreas selecionadas apresentam grandes dimensões. Além disso, todas as ocorrências minerais cadastradas apresentam um pequeno potencial e apenas os algamatolitos foram objeto de pesquisa.

Os dados disponíveis sobre as mineralizações na Folha Caraíba são apresentados na tabela II.7.1, resumindo-se às seguintes ocorrências: cobre (2), pirita (8), manganês (3), agalmatolito (3), calcário (3) granito para revestimento (1), quartzito (2) areia (4), argila (1) e turfa (1).

Com base nestas informações e apesar das limitações, elaborou-se a Carta Metalogenética/Previsional da folha, onde foram individualizadas sete áreas de interesse para a prospecção e/ou exploração mineral. Estas áreas foram identificadas na sua maioria como áreas potenciais, com indícios indiretos de mineralizações ou com alguns indícios diretos, como a Área I, que foi individualizada como área possível, por apresentar indícios diretos de mineralizações de sulfetos.

### 7.4 Contexto Geológico/Metalogenético

Os indícios diretos de mineralizações na área estão restritos ao domínio do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), relacionados a ocorrências de sulfetos e de manganês. As demais unidades não apresentam indícios diretos de mineralizações, tendo sido individualizadas áreas em função de expressivas anomalias geoquímicas e geofísicas e dados de concentrados de minerais pesados. Estas áreas estão relacionadas na tabela II.7.2 e descritas, a seguir, dentro das respectivas unidades litoestratigráficas a que estão circunscritas.

#### 7.4.1 Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu – APIgai

Com base nos indícios diretos juntamente com os dados indiretos (geoquímicos, geofísicos e geológicos), foram selecionadas apenas duas áreas no domínio deste complexo.

**Área I** – Localizada no quadrante sudoeste da folha, incluindo granulitos ortoderivados e paraderivados. Esta área foi delimitada com base nos indícios diretos encontrados nos afloramentos JV-210 e JV-224, onde foi detectada a presença de pirrotita, calcopirita, pentlandita e ilmenita disseminadas em metagabros e granada gnaisse, ocorrências de manganês, bem como anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordens para Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, As, V e estações anômalas de Mo, W, Ni, Cr, Co, que permitiram selecioná-la como uma área passível de conter mineralizações de cobre.

Outro fator condicionante à possibilidade de mineralizações nesta área é a presença de zonas de cisalhamento de direção NW-SE, que podem ter remobilizado e concentrado mineralizações ao longo dos planos de cisalhamento.

#### 7.4.2 Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia – PIvssB

**Área II** – Situa-se na porção centro-oeste da folha, margeando o ribeirão Extrema, envolvendo rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) e abrangendo a porção sedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB).

Sua delimitação como área potencial é em função das

TABELA II.7.1

| Nº DE REFERÊNCIA | SUBSTÂNCIA MINERAL | ROCHAS ASSOCIADAS |
|---|---|---|
| 01 | Cobre | Pirrotita, calcopirita, pentlandita, ilmenita, disseminados em metagabros do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu |
| 02 | Cobre | Pirrotita, calcopirita, pentlandita, ilmenita, disseminados em granada gnaisse do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu |
| 03 | Manganês | Blocos rolados de óxido de manganês associados a gonditos |
| 04/05/06 | Agalmatolito | Rolados e blocos de agalmatolito cianítico, pirofilítico, quartzítico associado a moscovita-quartzo xisto da Unidade B da Seqüência Metavulcano-sedimentar da Silvânia |
| 07/08/09/10 | Areia | Aluviões constituídas de areia média a grossa |
| 11/12/13 | Calcário | Lentes de calcário encaixado em moscovita-quartzo xisto do Grupo Araxá -Sul de Goiás |
| 14 | Argila | Camada de argila cinza-escuro a negro, con finos níveis arenosos, espessura média 8m, utilizado na indústria cerâmica, ocorrêndo ao longo da drenagem, produto de alteração de rocha quartzo-feldspática |
| 15 | Quartzito | Sericita quatzito quebradiço em placas métricas, utilizado para revestimento. Associado a moscovita-quartzo xisto da Unidade de D do Grupo Araxá-Sul de Goiás |
| 16 | Manganês | Blocos rolados de óxido de manganês associados a gonditos, formando pequena elevação |
| 17 | Manganês | Blocos rolados de óxido de manganês associados a sericita-clorita-moscovita-quartzo xistos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás |
| 18 | Granito | Biotita metagranito porfirítico, utilizado como material de revestimento e brita |
| 19 | Quartzito | Sericita quartzito, esbranquiçado, quebradiço em placas métricas. Utilizado para revestimento associado a moscovita-quartzo xisto da Unidade D do Grupo Araxá -Sul de Goiás |
| 20/21/22, 23/24/25, 26/27 | Pirita | Pitita em cristais milimétricos euédricos, disseminados em clorita-moscovita-grafita xistos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás |
| 28 | Turfa | Níveis de turfa de aproximadamente 1,5m de espessura, ocorrendo nas cabeceiras do ribeirão São Bento |

estações anômalas de cassiterita em concentrados de bateia nas aluviões do ribeirão Extrema e córrego Barro Preto, estações anômalas em sedimento de corrente de Ni, Pb, As e anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordens para Cu, Zn, Pb, As, e expressivas ocorrências de algalmatolito, associadas aos moscovita-quartzo-cianita xistos da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvssB).

Encontra-se balizada por extensa zona de cisalhamento dúctil-rúptil, de direção NE-SW, com possibilidade de conter mineralizações ao longo dos planos de foliações miloníticas.

### 7.4.3 Granitóides γ1 e γ2

**Área IV** – Associada a estas rochas granitóides, foi selecionada apenas esta área como potencial, ocupando uma faixa alongada de direção NW-SE na porção central da folha, envolvendo extensas zonas de cisalhamento, ocorrências de pegmatitos, zonas anômalas de cassiterita em concentrados de bateia e indícios indiretos como anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordens para Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, As, La e estações anômalas de B, Ba, Y, Zr.

Observam-se também, associadas a esta área, expressivas anomalias geofísicas de radiometria, com valores bastante elevados, chegando a 500cps, ressaltando a potencialidade destas rochas em conter concentrações de minerais de pegmatitos (monazita, apatita e titanita).

Esta faixa, possivelmente, deve prosseguir em direção a Pires do Rio, onde já foram detectadas importantes ocorrências de cassiterita. Em direção NE na Folha Anápolis, também foram detectados os indícios aqui observados, demonstrando assim o potencial metalogenético da área selecionada.

**Tabela II.7.2** – Relação de áreas mineralizadas da Folha Caraíba e o respectivo contexto geológico/metalogenético.

| ÁREAS | INDÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS DE MINERALIZAÇÃO | CONTEXTO GEOLÓGICO/METALOGENÉTICO |
|---|---|---|
| I | Cu ± Zn ± Ni ± Cr ± Co ± As ± V | Sulfetos associados às rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu |
| II | Sn ± Cu ± Pb ± Zn, As | Indícios geoquímicos associados a zona de cisalhamento |
| III | Sn ± La ± Y, Zr | Indícios geoquímicos associados ao Granitóide γ3, veios pegmatíticos e às zonas fraturadas |
| IV | Sn ± Cu ± Pb ± Zn, Ni, Cr, As, La (B, Ba, Y, Zr) | Indícios geoquímicos e geofísicos associados a granitóides em zonas de cisalhamento com pegmatitos associados |
| V | Au ± Pirita | Indícios geoquímicos associados aos grafita xistos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás |
| VI | Pirita ± As ± Zn | Indícios de pirita e anomalias geoquímicas associadas aos xistos grafitosos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás |
| VII | Pirita ± As ± Cu ± Pb ± Zn ± Co | Indícios de pirita e anomalias geoquímicas associadas aos grafita xistos da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás |

### 7.4.4 Grupo Araxá-Sul de Goiás – PMa

Com relação ao potencial metalogenético das rochas do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), constatou-se, na área, a possibilidade das mesmas conterem mineralizações de sulfetos, estanho e ouro.

A caracterização da potencialidade destas rochas foi efetuada baseada principalmente em indícios geoquímicos. Desta forma, foram individualizadas neste grupo, associadas às unidades B e D, quatro áreas potenciais.

**Área III** – Localizada na porção centro-sul da folha, na região denominada Firmeza, constitui-se de mica xistos e quartzitos da Unidade B do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaB), interceptada por um granitóide tipo γ3, associado com veios pegmatóides. É caracterizada por estações anômalas de cassiterita em concentrados de minerais pesados, estações anômalas em sedimento de corrente de La, Y, Zr e anomalias geoquímicas de segunda ordem de Zn, Ni, Cr.

Associadas às rochas da unidade D do Grupo Araxá Sul de Goiás (PMaD), foram delimitadas três áreas potenciais, para ouro e sulfetos.

**Área V** – Situada no extremo sudeste da folha, nas proximidades do povoado de Buritizinho, constituída por muscovita-quartzo xistos, clorita-grafita-muscovita-quartzo xistos piritosos, e magnetita-clorita-muscovita xistos na Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaD).

Detectou-se ao longo do córrego Fundo uma estação anômala de concentrado de bateia com ouro e pirita, apresentando perspectivas para a prospecção de ouro, ligado possivelmente aos clorita-grafita xistos desta unidade, que tem se revelado em áreas vizinhas como Luziânia e na porção sul-sudeste da Folha Pirenópolis, região do Chocho, cabeceiras do ribeirão do Ouro.

**Área VI** – Posiciona-se na região central da folha, nas margens do ribeirão São Sebastião, constituída por clorita-grafita-muscovita-quartzo xisto da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaD), associada à zona de cisalhamento e à ocorrência de concentrações de pirita em cristais euédricos bem desenvolvidos, formando níveis mais enriquecidos ao longo da foliação do xisto. Observa-se nas proximidades desta área estação geoquímica anômala para As e Zn. Com base nestes indícios indiretos, esta área foi delimitada como passível de conter mineralizações auríferas ligadas a este contexto geológico.

**Área VII** – Situada na porção nordeste da folha, associada à área de ocorrência do clorita-grafita-moscovita-quartzo xisto piritoso, da Unidade D do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMaD), onde foram cadastradas cinco ocorrências de pirita disseminadas nestes xistos, associadas com anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordem para As e de segunda ordem de Cu, Pb, Zn e Co.

Sua individualização se baseia na possibilidade de prospecção para ouro associado a estes litótipos, que vem se revelando em áreas vizinhas como já referido anteriormente, apresentando-se como um metalotecto favorável para a ocorrência de ouro e sulfetos.

Na continuidade desta faixa, em direção a NE nas margens do rio Corumbá, Lacerda (1983), constatou a ocorrência de esfalerita marrom-escuro, galena, pirita, e subordinadamente, calcopirita e pirrotita, em muscovita-quartzo xistos, associados com anomalias geoquímicas de Zn, Pb e Ag.

# Capítulo 8
# Evolução Geológica

*Joffre Valmório de Lacerda Filho, Cipriano Cavalcante de Oliveira e Vanderlei Antônio de Araújo*

Utilizando-se as observações obtidas durante este estudo, aliados aos dados disponíveis sobre a área, constatou-se que as relações tectono-estruturais, bem como as evidências petrometamórficas, texturais e litoquímicas, permitem estabelecer um quadro evolutivo para a região da Folha Caraíba a partir dos principais eventos ocorridos desde o Arqueano, dentro de uma concepção de evolução policíclica desses terrenos.

O Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai) constitui um proeminente cinturão de rochas granulíticas cisalhadas. Esta faixa de rochas granulíticas encontra-se comprimida entre o Cráton do São Francisco a leste e o Bloco Porangatu a oeste, ladeado por faixas de dobramentos supracrustais proterozóiças do Sistema Uruaçuano/Brasiliano, ou interposto entre estas faixas através de falhas inversas e de empurrão associado as fases terminais de compressão da área. Estes cinturões granulíticos podem ser considerados como um bloco crustal resultante do processo de colisão continental (orogeno-colisional).

O ambiente de formação das rochas granulíticas é defendido por vários autores como associado ao modelo de tectônica de placa. Katz (1976) propõe que a relação entre granulitos e *greenstone belts* poderia ser explicada utilizando-se este modelo, ou, mais especificamente, o modelo *transform-ridge*. Este autor estudando a relação entre os cinturões móveis granulíticos e os *greenstone belts*, admitiu que no estágio inicial da história da terra teriam se formado fraturas fundamentais e lineamentos. Tais zonas transformantes antigas seriam precursoras dos cinturões móveis granulíticos arqueanos e que no estágio inicial refletiriam a influência do manto e serviram para controlar as posições de amplas zonas transformantes, relativamente dúcteis, que se desenvolveriam na crosta granito-gnáissica, e seriam, provavelmente, os limites das protoplacas. Os movimentos e deslocamentos ao longo dessas zonas transformantes antigas dariam início ao tectonismo, sedimentação, metamorfismo e atividade ígnea, que acompanha estes eventos.

Windley (1977) também utilizou a hipótese de um modelo tectônico de protoplacas para explicar a evolução tectônica no arqueano. Este autor acredita numa combinação em que os greenstone belts originar-se-iam em uma bacia marginal de *back-arc*, e os complexos gnáissicos de alto grau, a partir de um arco principal.

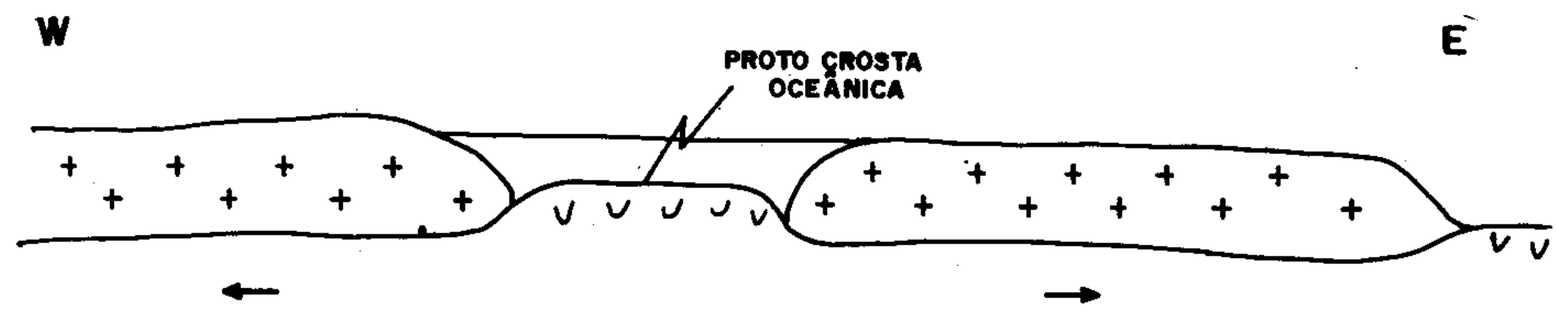
Marini *et al.* (1979) já propõem um modelo evolutivo geotectônico para a formação da crosta arqueana e proterozóica inferior da Região Centro-Oeste, embasados em colisão de placas continentais, onde os granulitos se formariam a partir do consumo da placa oceânica.

Após a análise dos principais modelos apresentados por diversos autores para explicar a formação dos granulitos, bem como um estudo suscinto de algumas das principais feições geológicas encontradas na área, relacionadas a este modelo, concluiu-se que o modelo que mais se enquadra para explicar a evolução geológica da área a partir do Arqueano é a hipotese de uma tectônica de placa de colisão continental (figuras II.8.1 e II.8.2) e obedeceu aos seguintes estágios evolutivos:

1 – No Arqueano, a crosta continental se desenvolveu principalmente a partir da sucessão de eventos de acresção vertical com diferenciação mantélica, resultando na formação de uma crosta siálica continental, de natureza tonalítica, ao mesmo tempo em que se desenvolve uma crosta oceânica, provavelmente toleiítica, associada a pequenos corpos ultrabásicos.

2 – Com a instalação de uma fase inicial distensiva, compreendida entre 3.500 e 3.000Ma, incidindo sobre uma protocrosta continental, promovendo o seu adelgaçamento e rifteamento, culminando com a formação de uma mini-protoplaca oceânica, gerada em ambiente de alto gradiente geotérmico, onde predomina um regime permóvel e uma tectônica horizontal, com desenvolvimento de uma margem continental ativa. Nas bordas dessa placa oceânica foram depositados os sedimentos pelíticos, pelito-arenosos e carbonáticos.

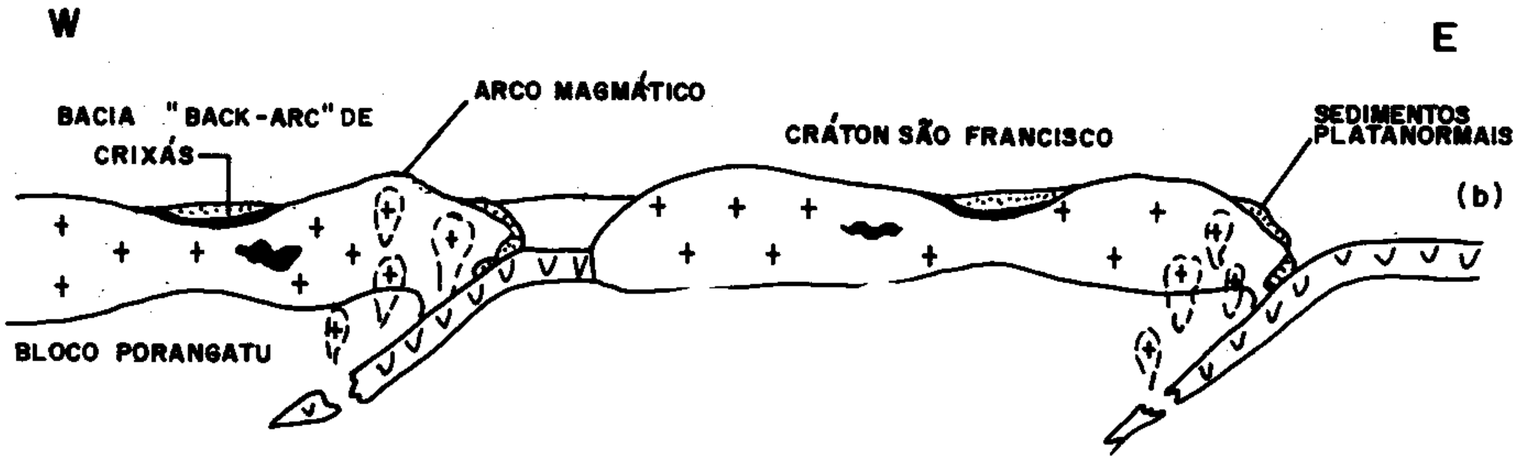
3 – No estágio subseqüente, entre 3.000 a 2.400Ma, instala-se o estágio de natureza compressiva com o falhamento do orógeno e a colisão continental com a subducção da protoplaca oceânica em direção a oeste, gerando charnockitos e enderbitos, e carregando os sedimentos pelíticos e carbonáticos plataformais e algumas rochas vulcânicas associadas, submetendo-as a condições da fácies granulito, originando associações mineralógicas/petrológicas, que revelaram condições de média pressão (6-8kbar) e alta temperatura (700-800°C), transformando estes sedimentos pelítico-arenosos em gnaisses sílico-aluminosos a hiperaluminosos e gnaisses quartzo-feldspato-granatíferos amplamente afloran-




(a) ARQUEANO (3.5 - 3.0 G.a.)

(a) ARQUEANO (3.5 - 3.0 G.a.)

Fase inicial distensiva com adelgaçamento e riftiamento 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(pelitos), às condições facies anfibolito alto/granulito. E acompanhada diferenciação magmática, plutonismo 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).

GRANULITOS ORTODERIVADOS

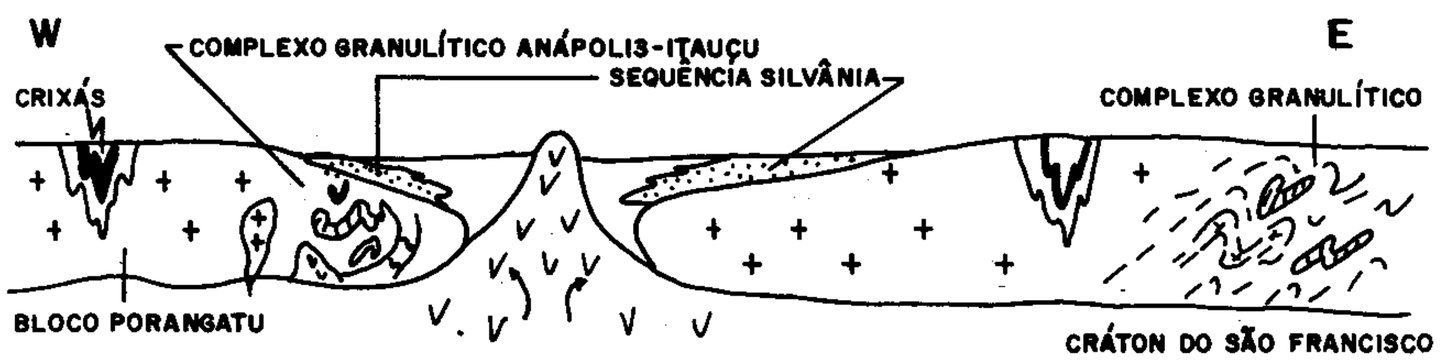
GRANULITOS PARADERIVADOS

GRANITÓIDE GAMA 1

(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 sutura crítica. Progressivo plutonismo granítico, soerguimento, imbricamento, crustal, delaminação e empurrão das fatias de granulitos de oeste para leste rumo ao cráton São Francisco, balizadas por um cisalhamento simples, dúctil, contracional de baixo ângulo.




COMPLEXO GRANULÍTICO

GREENSTONE BELT

CRÁTON

GRANITÓIDE

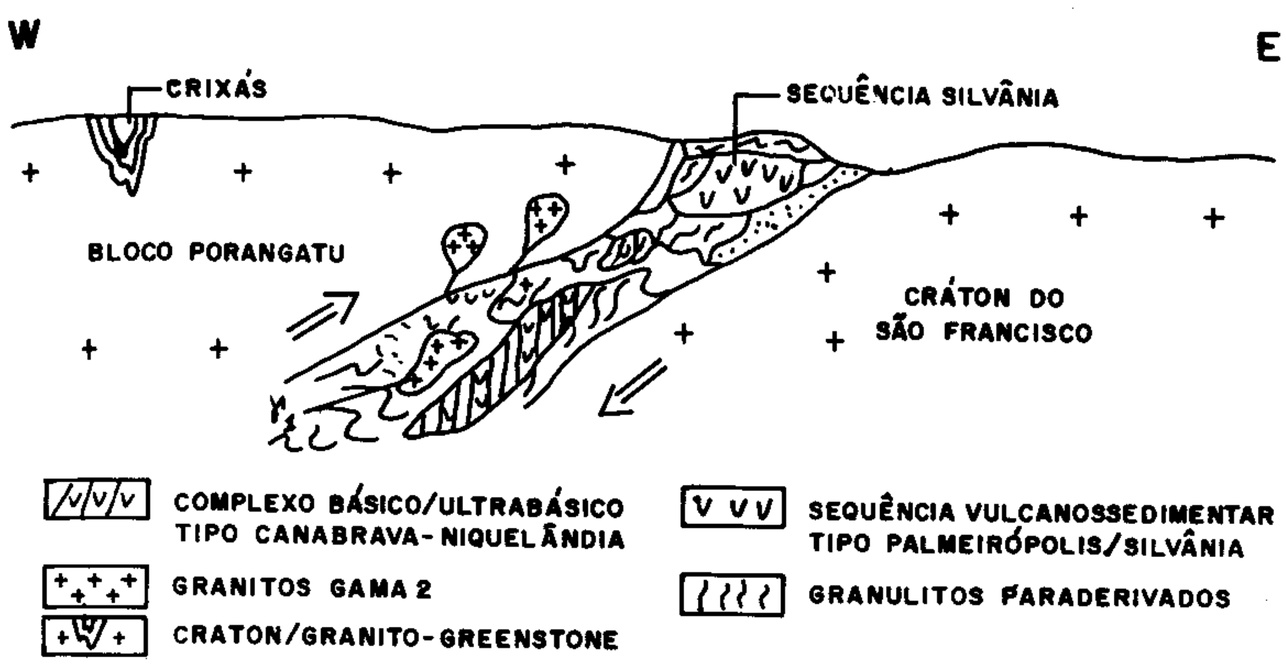
SEQUÊNCIA VULCANOSSEDIMENTAR TIPO PALMEIRÓPOLIS/SILVÂNIA

(d) PROTEROZÓICO INFERIOR (2.4 - 1.8 G.a.)

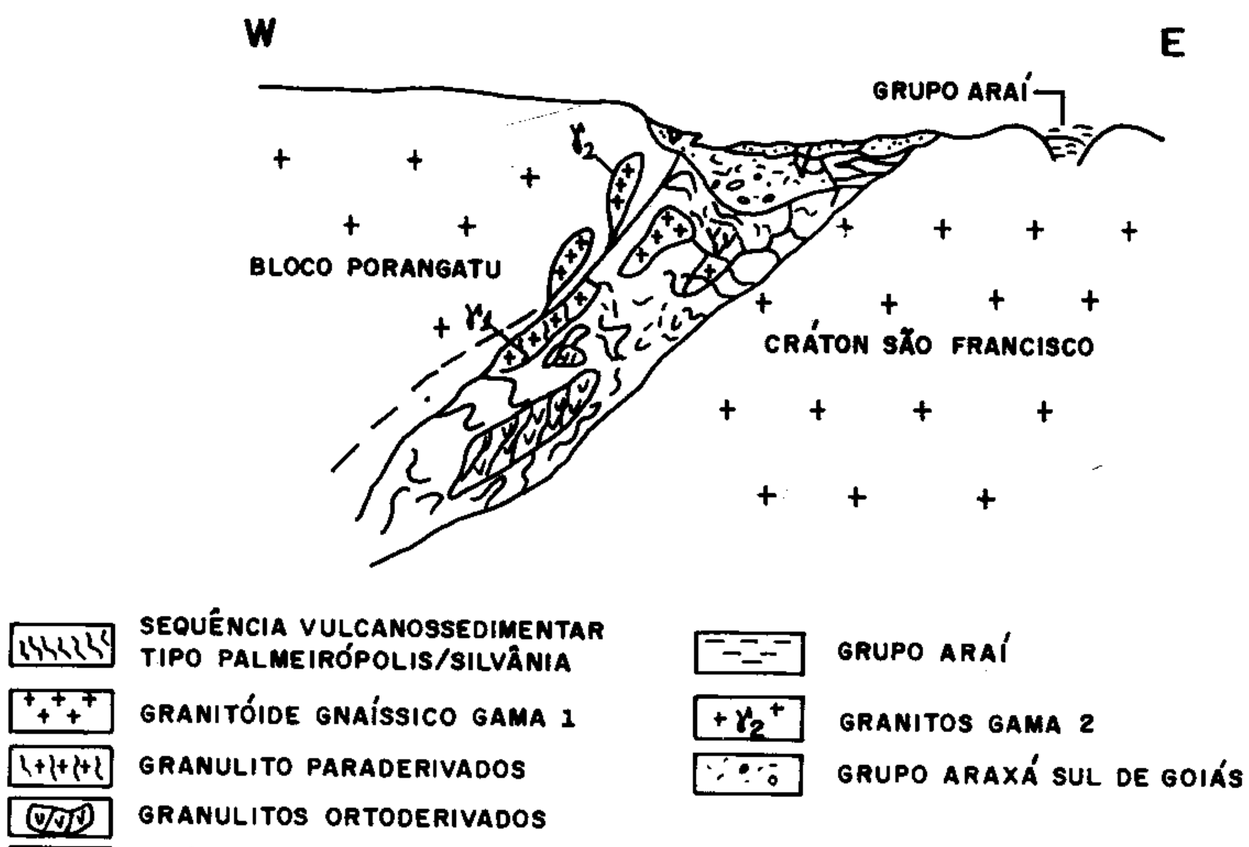
(d) PROTEROZÓICO INFERIOR (2.4 - 1.8 G.a.)

Fase distensiva com separação dos blocos continentais, nas linhas de fraqueza arqueana com geração de uma crosta oceânica caracterizada por vulcanismo toleítico a calci-alcalino tipo arc-ilha, associados a deposição de sedimentos químicos, clásticos, vulcanoclásticos, análogos aos encontrados nas sequências vulcanossedimentares de Silvânia, Rio do Peixe e Palmeirópolis.

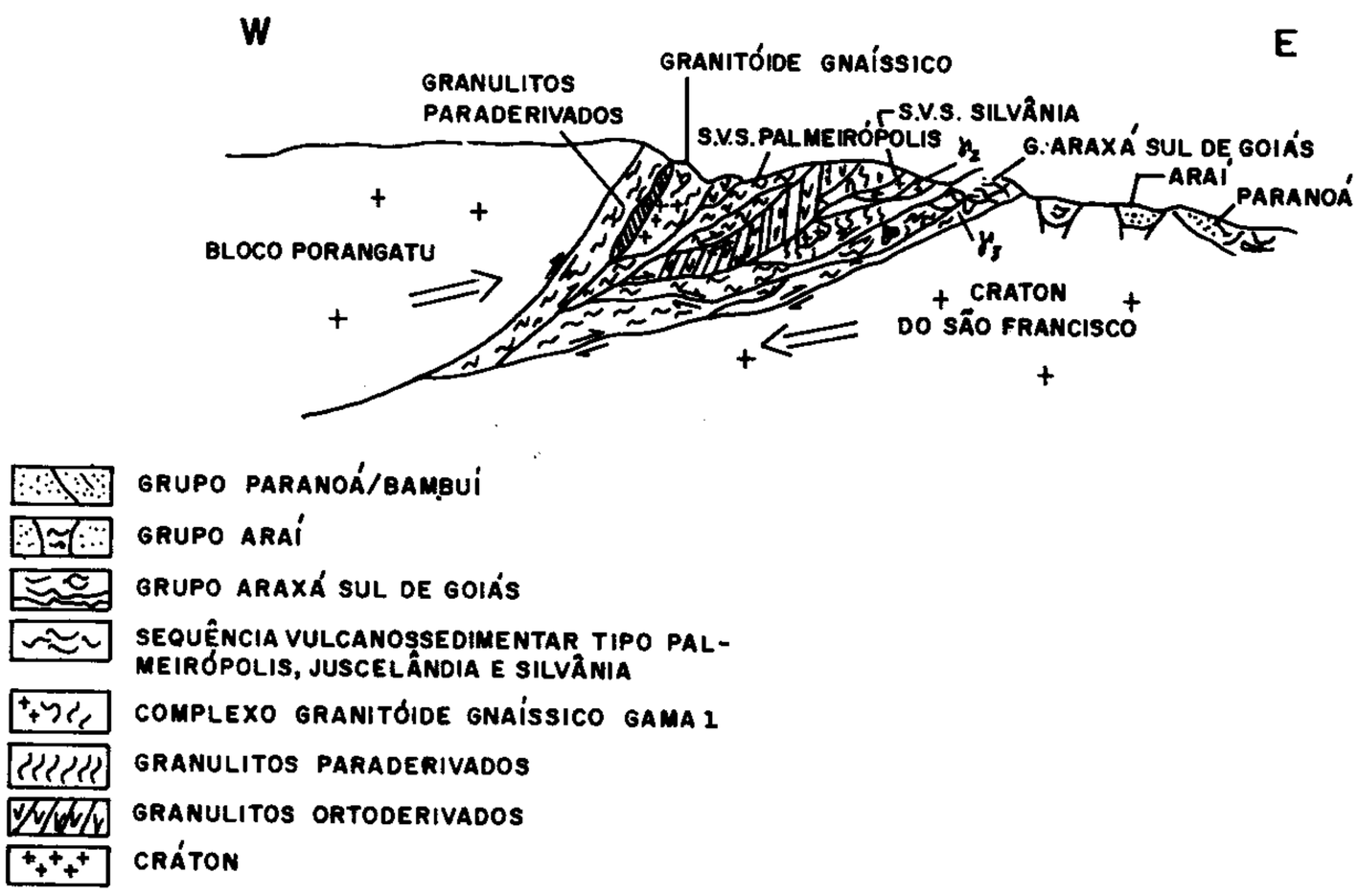
**Figura II.8.1** – Evolução geotectônica da Região Centro-Oeste do Arqueano ao Proterozóico Inferior.




(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.)

(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 baixa 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.8.2** – Evolução geotectônica da Região Centro-Oeste do Proterozóico Médio a Superior.

tes na área. Enquanto nas partes mais profundas da crosta oceânica ocorreram expressivas intrusões de rochas metagabróides e ultrabásicas diferenciadas, derivadas de um magma toleiítico depletado do arqueano (DAT).

Associados a este processo de granulitização, conta-se na região com a presença de migmatização generalizada destes litótipos, culminando com a geração de granitóides anatéticos (γ1), marcando uma vinculação direta de um desenvolvimento combinado entre o processo de granulitização e a geração desses granitóides, evidenciando uma evolução sincrônica entre ambos, possivelmente desde o Arqueano até o Proterozóico Inferior. Acredita-se que esses granitóides γ1 foram formados por processos anatéticos a partir da fusão parcial de rochas da fácies anfibolito alto, imediatamente acima dos granulitos, na zona de transição para as rochas da fácies anfibolito. Esta marca é bem definida, com base nas características reológicas dos litótipos envolvidos, por uma zona *decoullement* horizontal, onde se limitam, segundo Weber (1986), a crosta inferior (rochas da fácies granulito) da crosta média (rochas da fácies anfibolito) (figura II.8.3), onde seriam gerados originariamente os granitóides anatéticos (γ1), de composição tonalítica a granodiorítica, natureza calcialcalina, baixo potássio, conduzidos à superfície por sucessivos ciclos tectônicos em regime de cisalhamento contracional dúctil.

Com o desenvolvimento deste evento, o processo passa a ser cada vez mais complexo e o consumo da placa oceânica na zona de subducção, convecção na frente da placa mergulhante e vulcanismo e plutonismo na placa continental, dando origens a *greenstone belts* e/ou bacias de natureza idêntica, culminando com a colisão continental.

Utilizando-se o modelo proposto por Windley (1977), admite-se que os *greenstones belts* de Goiás/Crixás seriam formados a oeste do Cinturão Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), na crosta continental, como uma bacia marginal atrás do arco magmático, com os granulitos posicionando-se na zona de subducção por acresção vertical. Desse modo, os terrenos de baixo e alto grau metamórficos exibem uma evolução quase sincrônica e complementar no processo de evolução da crosta arqueana.

No final deste estágio, este complexo de rochas granulíticas foi sistematicamente empurrado 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, entre os litótipos envolvidos. Seus movimentos de ascensão 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).

4) No Proterozóico Inferior, entre 2.400 e 2.000Ma, inicia-se uma fase distensiva, com a separação de blocos continentais, segundo zonas de fraqueza arqueanas, com a formação de uma crosta oceânica incipiente. Neste contexto, foram depositadas as rochas da Seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia (PIvss), num ambiente tipo arco-de-ilhas e margem continental ativa, onde se verifica termos vulcânicos e sedimentação de grauvacas intermediárias e sedimentos psamo-pelíticos (figura II.8.1).

Os dados litoquímicos e petrogenéticos da unidade vulcânica revelaram tratar-se, originalmente, de basaltos toleiíticos e calcialcalinos, injetados numa ambiência geotectônica tipo arco-de-ilha, com o desenvolvimento próximo do continente. A cartografia realizada também separou uma unidade metassedimentar/mista na Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia, constituída por rochas vulcano-clásticas, sedimentos pelíticos, químicos e grauvacas, cujos dados litoquímicos revelaram também um ambiente deposicional próximo da margem continental ativa e de arco de ilha oceânico. A esse período distensivo sucedeu-se uma fase compressiva, provavelmente ligada ao Ciclo Transamazônico com arqueamento e deformação dessas supracrustais, levando-as a fácies xisto-verde alto/anfibolito baixo, tendo prevalecido o regime tectônico convergente, por cisalhamento simples, dúctil, de baixo ângulo, com a formação de *nappes* tectônicos, que foram em parte imbricados aos terrenos granulíticos já formados, e projetados conjuntamente rumo ao Cráton do São Francisco.

5) Já no início do Proterozóico Médio, ainda sob o efeito de uma tectônica compressiva, combinada com arqueamento, essa área sofreu um acentuado magmatismo cratogênico com a geração de granitóides γ2, cuja idade situa-se em torno de 1.300Ma.

O processo evolutivo teria prosseguido, e, durante o Proterozóico Médio, ocorreria a instalação de uma tectônica transcorrente, com a implantação da bacia do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), através de abatimentos extensionais progressivos da crosta superior, onde se depositaram os sedimentos grauvaqueanos (Unidade C), plataformais marinhos a deltaicos (Unidade B), e litorâneos (Unidade D).

O sistema tectônico implantado pelas zonas de transcorrência, após a deposição dos sedimentos e preenchimento, experimentou uma reativação, no Ciclo Brasiliano (700-550Ma.), aproveitando as zonas de fraqueza desenvolvidas durante o período transtensivo, implantando-se, assim, a inversão dos movimentos com o fechamento da bacia, imprimindo zonas de milonitização. Durante a inversão, predominam ainda os movimentos, porém o efeito relacionado a esta transcorrência é compressivo, o que resultou nos cavalgamentos oblíquos em regime de cisalhamento dúctil, de baixo ângulo (movimento transpressivo), com transporte de massa de oeste para leste, em direção ao Cráton do São Francisco, produzindo *nappes* tectônicos e imbricamento das unidades, quando acredita-se tenham sido exumadas fatias do bloco granulítico na superfície e propiciando a ascenção dos corpos granitóides γ3, Isto é confirmado em parte pela ocorrência de rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), imbricadas com os litótipos do Grupo Araxá-Sul de Goiás

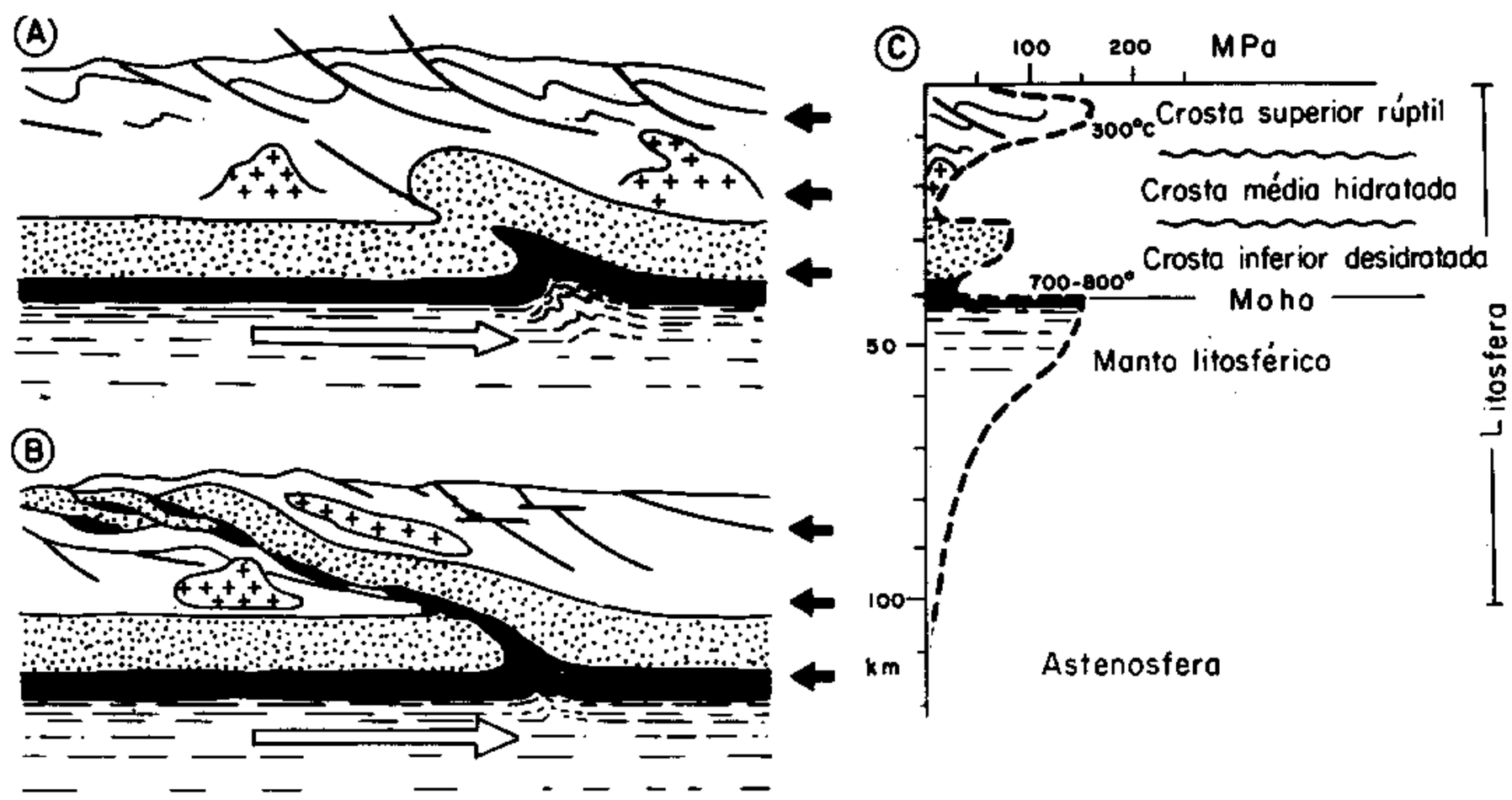



**Figura II.8.3** – Diagrama esquemático do desenvolvimento dos *nappes* complexos de rochas da fácies granulito (A e B) e o quadro completo dos fluxos de esforços na litosfera continental durante o metamorfismo progradante.

(PMa), formando, às vezes, frentes de empurrão, colocando os granulitos sobre os metassedimentos desse grupo, como ocorre na parte centro-sul da área, na região de Campolino e do ribeirão Santana (figura II.8.4). Também verificam-se expressivas zonas de retrogressão metamórfica, superpostas a estes terrenos granulíticos, retrocedendo-os até a fácies xisto-verde baixo (figura II.8.2).

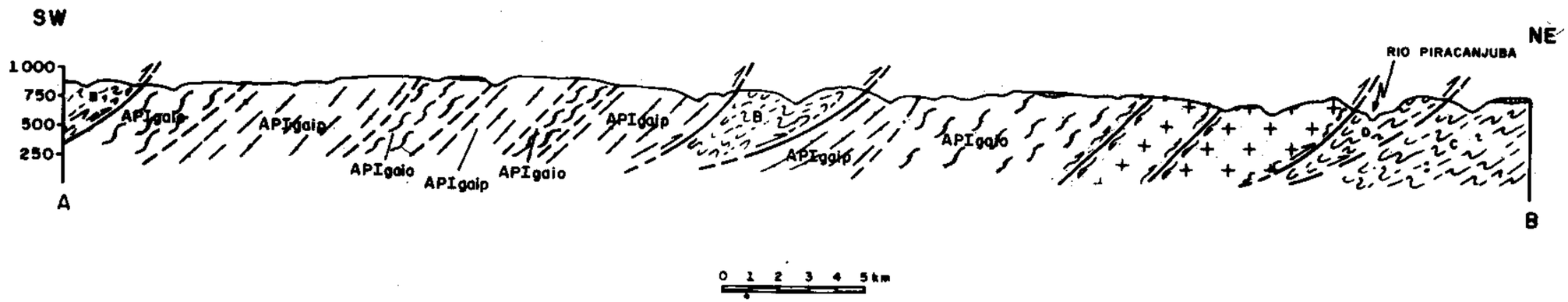
Estes processos teriam colocados, lado a lado, rochas de alto grau metamórfico (Complexo Granulítico) com rochas afetadas por condições de temperaturas e pressão da fácies xisto-verde.

O fatiamento e o imbricamento dessas unidades, desenvolvidas possivelmente a partir do Arqueano e relacionadas ao encurtamento crustal, é explicado segundo Weber (1986), utilizando a diferenciação crustal com base nas suas características elásticas sob condições progradantes de P e T. A figura II.8.3 mostra de maneira esquemática uma visualização prática da provável evolução que teria se desenvolvido nesta região.

6) No Proterozóico Superior, verifica-se o desenvolvimento de uma sedimentação marinha, com incursões de leques deltaicos, representada pelos sedimentos do Grupo Paranoá (PSpa), que também foram afetados pela Tectônica Brasiliana.

7) No Jurássico, desenvolve-se a colocação de diques de diabásio, ao longo de zonas de fraqueza, ligados aos processos distensionais, relacionados à abertura do Atlântico.

8) Finalmente, no Cenozóico, a área sofreu pequenos soerguimentos epirogenéticos, que propiciaram a ação de sucessivas fases de processos erosivos, gerando o aplainamento do relevo e ensejando a formação de extensos chapadões, com o desenvolvimento de coberturas detrítico-laterítica e espessos latossolos, bem como depósitos aluvionares, ao longo das principais drenagens.




LEGENDA

COBERTURA DETRITO LATERÍTICAS

GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS

UNIDADE B - PMaB

UNIDADE C - PMaC

UNIDADE D - PMaD

GRANITÓIDE $\gamma_2$

COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS - ITAUÇÚ

GRANULITOS ORTODERIVADOS

GRANULITOS PARADERIVADOS

CONTATO APROXIMADO

ZONA DE CISALHAMENTO CONTRACIONAL

ZONA DE CISALHAMENTO TRANSCORRENTE SINISTRAL

**Figura II.8.4** – Seção geológica da faixa de alto grau e supracrustais da região sul da Folha Caraíba.

# PARTE III

# CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

# Capítulo 1
# Conclusões

*Joffre Valmório de Lacerda Filho, Renato Sales de Andrade e Murilo Machado Pinheiro*

As informações geradas durante a execução deste trabalho permitiram a obtenção das seguintes conclusões de caráter técnico, científico e econômico:

1) Na Folha Caraíba, reconheceu-se a existência do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), sugerindo sua provável ligação com a faixa granulítica formada pelos complexos Varginha e Campos Gerais, em Minas Gerais.

Esta unidade apresenta-se complexamente deformada e foi subdividida em granulitos orto e paraderivados. Os primeiros, englobando enderbitos, charno-enderbitos, granulitos félsicos, metagabros, metanoritos, metanortositos, anfibolitos e metapiroxenitos (granulitos máficos).

Os granulitos paraderivados são constituídos por gnaisses sílico-aluminosos, quartzo-granatíferos de alto grau, representados predominantemente por biotita-granada gnaisses, cianita-granada gnaisses e granada quartzitos.

A associação mineralógica/petrológica destes granulitos revelaram condições de média pressão (6-8Kbar) e alta temperatura (700-800°C), no intervalo anfibolito superior/granulito.

2) O conceito original do Complexo Granito-Gnaisse ou Complexo Basal de Almeida (1960) foi modificado, caracterizando-o como uma faixa granítica, compreendendo várias gerações de granitóides. Dentro desta concepção, conseguiu-se individualizar na área três gerações de granitóides $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$ –

$\gamma 1$ – Metatonalito, metagranodiorito e metagranito de natureza calcialcalina, de baixo potássio, de origem crustal, fracamente a medianamente contaminado tipo IMC/IWC de Ague & Brimhall (1988), gerados concomitantemente aos processos de granulitização.

$\gamma 2$ – Biotita metagranito porfirítico, metagranodiorito e metatonalito de filiação calcialcalina ($K_2O/Na_2O > 1$, leuco a mesocrático, tipo I-MC (híbrido) de Argue & Brimhall, (1988). São granitóides gerados a partir de remobilizações da primeira geração ($\gamma 1$).

$\gamma 3$ – Biotita-muscovita metagranito e metagranodiorito; exibem composição calcialcalina, de alto potássio, caracterizando granitóides crustais tipo I-SC de Ague & Brimhall (1988), leucocráticos não depletados, sin a tardi-tectônicos e potencialmente estaníferos, posicionando-se preferencialmente ao longo das zonas de cisalhamento ou encaixados nas rochas do Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa).

3) Constatou-se, na área, a presença da parte sedimentar da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), caracterizada por uma associação pelito-psamítica da fácies xisto-verde superior, zona da granada, constituída de xistos hiperaluminosos ricos em cianita, muscovita xistos e quartzitos, localmente afetados por ação hidrotermal, formando depósitos de interesse econômico de agalmatolitos.

4) Estabeleceu-se uma proposta estratigráfica para a Cobertura Metassedimentar que ocorre na região, denominando-a informalmente de Grupo Araxá-Sul de Goiás (PMa), englobando os xistos Araxá (Barbosa, 1970b), Formação Ibiá e Grupo Canastra, dentro de uma concepção litoambiental e tentando correlacionar os dados geológicos disponíveis no sudeste de Goiás e noroeste de Minas Gerais. Esta unidade é caracterizada por uma associação pelito-psamítica da fácies xisto-verde média, zona da biotita.

5) O Grupo Paranoá (PSpa) foi identificado na porção norte da folha, sendo caracterizado por uma associação de metarenitos e metargilitos/metassiltitos com intercalações métricas de metarenitos conglomeráticos e feldspáticos, metamorfizados sob condições da fácies xisto-verde baixa (zona da clorita).

6) Os estudos petrogenéticos e litoquímicos sugeriram para as rochas granulíficas e da Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia ambiência de margem continental ativa tipo faixa móvel; para o Grupo Araxá-Sul de Goiás, uma ambiência variando de margem ativa a sedimentos plataformais marinhos a litorâneos e para o Grupo Paranoá, admite-se que sejam sedimentos plataformais, em ambiente de leque deltáico a marinho raso.

7) Os dados litoestruturais permitiram evidenciar na região uma evolução policíclica, com eventos ligados aos ciclos Jequié, Transamazônico, Uruaçuano e Brasiliano.

8) Esta estruturação tectônica instalou-se através de um processo deformacional por cisalhamentos direcionais e contracionais, com movimentação de lascas e *nappes* tectônicos de oeste a leste, em direção ao Cráton do São Francisco.

9) Em função da complexidade estrutural, subdividiu-se a área em dois grandes domínios estruturais: Domínio da Infra-Estrutura, representado pelas fases $F_{n-1}$, $F_n$ e $F_{n+1}$, e da Supra-Estrutura, com as fases $F_1$, $F_2$ e $F_3$, embora estas fases devam ser encaradas como provenientes de uma

evolução tectônica progressiva, conforme vem sendo utilizado por Coward (1984), e Korstagard *et al.* (1984).

10) Diversos indicadores cinemáticos encontrados na área atestam o regime de cisalhamento dúctil, tais como: texturas porfiroclásticas com sombra de pressão assimétricas e feições miloníticas, contendo pronunciada lineação de estiramento mineral (Lx), caracterizada por bastões de quartzo. Nas rochas supracrustais, destacam-se: microdobramentos isoclinais assimétricos com espessamento apical e atenuação dos flancos, *mica fishes*, lenticularizações e anastomosamento das foliações S/C (milonitos S-C tipo II).

11) As ocorrências minerais cadastradas na área revelam um pequeno potencial na produção mineral, limitando-se principalmente na extração de materiais para construção (areia e argila), pedras ornamentais (granito e quartzito), bem como reservas de agalmatolitos. Observa-se, também, potencialidades para ouro, estanho, manganês e principalmente sulfetos de Cu, Pb e Zn, associados a rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), onde foi detectada a presença disseminada de sulfetos como pirrotita, calcopirita, pentlandita e ilmenita, em análises calcográficas.

12) A análise de agrupamento (CLUSTER) associada aos dados do mapeamento geológico resultou em um bom método para individualização das populações-alvos.

13) Na seleção de áreas prospectivas, foi de fundamental importância a integração dos dados geológicos com os resultados da geoquímica e geofísica.

14) Os teores mais elevados de La e Y estão situados no canto noroeste da folha, na área de ocorrência do Granitóide $\gamma 1$, em uma região com nível radiométrico mais elevado, o que caracteriza a ocorrência de corpos granitóides associados às zonas de cisalhamento.

15) Os valores anômalos de Ni, Co e Cr, dentro do Complexo Granulítico, refletem a predominância de litologias básicas dentro desta seqüência.

16) A associação rutilo, monazita e zircão apresenta as maiores concentrações associadas a corpos granitóides e veios pegmatóides relacionados às extensas zonas de cisalhamento.

17) O levantamento geofísico terrestre, compreendendo a execução de perfis magneto-cintilométricos, embora longe de atingir o nível de resolução regional do aerolevantamento, mostrou resultados bastante úteis na delimitação de zonas magnéticas na área cartografada como granulitos, proporcionando, após análise conjunta de outros dados, a sua associação com a origem ortoderivada.

18) O alinhamento das anomalias cintilométricas, com níveis radiométricos maiores que 100cps, acompanha as faixas de cisalhamento em rochas granitóides, com provável associação à pegmatização.

19) A gravimetria regional situa a Folha Caraíba na porção norte do alto gravimétrico de Pires do Rio e no final SE da faixa de alto *Bouguer* de Leopoldo de Bulhões, com ambas as feições gravimétricas representando regiões alçadas de crosta inferior, onde despontam rochas granulíticas formadas ou metamorfizadas naquele ambiente. Grande área da folha, entretanto, é ocupada por rochas granitóide-gnáissicas e metassedimentares, onde as linhas de isomgals mostram-se suaves, esparsas e com baixos valores.

20) Os dados gravimétricos marcam perfeitamente o limite da faixa granulítica para as supracrustais pertencentes ao Grupo Araxá-Sul de Goiás.

# Capítulo 2
# Recomendações

*Jofre Valmório de Lacerda Filho, Murilo Machado Pinheiro e Renato Sales de Andrade*

Em função dos resultados obtidos e dos problemas que ainda persistem, de ordem técnico-científica e econômica, torna-se necessário, a implementação de trabalhos adicionais de pesquisa e levantamentos geológicos de maior detalhe, que pela diversidade de objetivas, devem ser assumidos por entidades governamentais e privadas, visando a se obter informações geológicas essenciais aos investimentos no setor mineral.

## 2.1 Recomendações ao DNPM

– implementar o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos em Goiás, na escala de 1:100.000, com a elaboração das folhas limítrofes à área em estudo, principalmente aquelas situadas a S-SE da mesma, envolvendo a região de Ipameri, visando a definir a continuidade do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), bem como estabelecer o prolongamento da faixa estanífera e sua potencialidade econômica, ligada a zonas de cisalhamento. Caracterização da grande zona de cisalhamento dúctil E-W existente na região sul da Folha Caraíba, na região de Santa Cruz, com excelente potencial aurífero.

– elaboração e execução de projetos de detalhe (1:50.000) na área da folha Caraíba, visando a aprofundar os conhecimentos do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu (APIgai), para uma melhor caracterização e gênese destes terrenos, bem como uma melhor caracterização petrográfica-mineralógica e petroquímica das três gerações de granitóides, $\gamma 1$, $\gamma 2$ e $\gamma 3$, com definição mais precisa da gênese, cronologia e potencialidade econômica destas rochas.

– executar estudos na Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia (PIvss), com especial interesse na Unidade Metassedimentar/Mista (PIvssB), objetivando estabelecer critérios mais definitivos para sua separação das rochas da unidade (PMaB) do Grupo Araxá-Sul de Goiás.

– instituir e manter uma central (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 Caraíba, a partir da avaliação dos dados coletados pela Missão Franco-Brasileira e I.B.G.E., em 1977 (Lesquier *et al.*, 1981), visando a um melhor estudo do alto gravimétrico de Pires do Rio, bem como do baixo *Bouguer* de Bela Vista.

– na impossibilidade de realização de aerolevantamento magnetométrico e gamaespectrométrico em regiões carentes de afloramentos, onde predomina a cobertura detrítico-laterítica, sugere-se a execução de perfis conjugados magneto-cintilométricos de semidetalhe, para auxiliar na cartografia dos corpos básico-ultrabásicos e ácidos, bem como no delineamento das zonas de esforços tectônicos.

– executar um programa de avaliação das anomalias geoquímicas, através de reamostragem e adensamento da amostragem nas zonas anômalas, visando a definir a sua pontencialidade econômica.

– desta forma, recomenda-se proceder a estudos geológicos e geoquímicos no conjunto de zonas anômalas, no canto nordeste da folha, visando-se a avaliar a potencialidade econômica para sulfetos e ouro, bem como nas zonas anômalas localizadas no canto sudoeste sobre rochas do Complexo Granulítico, com o objetivo de se avaliar o potencial econômico para sulfetos de cobre e associados.

– estudo orientativo de geoquímica, sobretudo para ouro e terras-raras, nas coberturas lateríticas, com a finalidade de se definir técnicas de amostragem e analíticas específicas para este tipo de material.

– utilização nos programas de geoquímica regional da análise mineralógica semiquantitativa dos concentrados, com o objetivo de auxiliar no mapeamento geológico e na metalogênese.

– a coleta das amostras de concentrados de bateia deve ser a mais profunda possível, visando a alcançar os níveis com maior concentração de minerais pesados.

– considerando a alta variância nos dados de espectrografia de emissão, sugere-se a sua utilização apenas de forma complementar aos dados de absorção atômica.

## 2.2 Recomendações às Universidades

A área abrangida pela Folha Caraíba apresenta-se com um bom potencial para realização tanto de treinamento, como para desenvolvimento de pesquisas científicas, dada a sua complexidade estrutural e variedade litológica, embora preju-

dicada pelo grau de aplainamento apresentado, principalmente na faixa granulítica.

Dentre os pontos que poderiam ser abordados em futuros estudos acadêmicos, sugerimos os seguintes:

– caracterização da gênese e evolução dos terrenos granulíticos, com o estabelecimento dos parâmetros termobarométricos, bem como suas relações com a Seqüência Metavulcano-sedimentar de Silvânia.

– estudo das zonas de cisalhamento dúctil que afetaram as rochas da área, para avaliação do seu potencial econômico e suas relações com as mineralizações de Sn e Au.

– definição dos mecanismos de migração de fluidos hidrotermais mineralizantes para as zonas de cisalhamento, bem como a presença dos veios de grafita e pegmatitos associados.

– estabelecer as relações das transformações químicas e mineralógicas que afetaram as litologias da área com os fênomemos de cisalhamento dúctil.

– caracterizar a gênese das mineralizações auríferas encontradas na área.

– em função da expressiva cobertura detrítico-laterítica encontrada e sua possível diversidade, devem ser realizados estudos científicos que permitam caracterizar ou mesmo individualizar os diversos tipos lateríticos e os seus protólitos correspondentes, bem como as possíveis mineralizações associadas, servindo de modelo no estabelecimento de parâmetros para futuros mapeamentos geológicos em áreas aplainadas, na Região Centro-Oeste.

## 2.3 Recomendações a Fundações, Autarquias e Órgãos Governamentais

Utilizar as informações contidas neste estudo em seus futuros programas, visando a uma melhor integração dos dados disponíveis sobre o potencial dos recursos naturais e características geológicas da região, quando da implantação na área de empreendimentos ligados às suas linhas de ação, tais como: rodovias, ferrovias, projetos agrícolas etc.

### 2.3.1 Recomendações às Prefeituras

Como sugestão às prefeituras dos municípios abrangidos por este mapeamento, recomenda-se que sejam realizados levantamentos geoeconômicos do potencial local em materiais de construção, visando a fornecer suporte ao programa de desenvolvimento destas regiões.

Outra medida que pode ser adotada é a implantação de um projeto de contenção de voçorocas, que se encontram em avançado estágio de erosão na área.

## 2.4 Recomendações ao Setor Mineral Privado

A partir dos dados disponíveis no mapa previsional, que contém todas as recomendações sobre os possíveis jazimentos minerais e potencialidades minerais da folha, priorizar as áreas passíveis de investimentos na prospecção mineral.

Na Folha Caraíba, merecem destaque pela sua consistência as áreas V e VII, relacionadas à faixa de xistos grafitosos e piritosos, situados na porção nordeste e sudeste da área, com perspectiva de continuidade até a Folha Pirenópolis, e apresentando expressivas anomalias de arsênio, com um considerável potencial para mineralizações auríferas, assemelhadas com as encontradas em Luziânia e Pirenópolis.

Outro aspecto que deve ser investigado é o potencial das mineralizações estaníferas, que se encontram associadas às zonas de cisalhamento e aos granitóides sin-tectônicos $\gamma 3$, e da perspectiva de continuidade desta faixa mineralizada até a região de Ipameri.

Na porção sudoeste da área, merecem ser avaliadas as anomalias de Cu, Pb, Zn associadas às ocorrências de pirrotita, calcopirita, pentlandita e ilmenita, relacionadas às rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu.

Viabilizar a explotação dos agalmatolitos como material refratário, bem como o potencial das pedras ornamentais e materiais de construção, principalmente pelas suas proximidades dos grandes centros consumidores.

# Capítulo 3
# Informações Geradas

*Gilberto Scislewski*

Os levantamentos realizados propiciaram a obtenção dos dados listados a seguir, que se encontram disponíveis neste relatório e nos escritórios do DNPM e da CPRM.

## 3.1 Dados Físicos de Produção

**Mapeamento Geológico**

Área Mapeada ($km^2$) . . . . . 2970
Afloramentos descritos . . . . . 483
Análise petrográfica . . . . . 137

**Geoquímica (Prospecção e Litogeoquímica)**

Amostragem
Sedimento de corrente . . . . . 348
Concentrado de bateia . . . . . 137

**Determinações Analíticas**

Espectrografia de emissão (30 elementos-padrão)12.390
Análise de terras-raras . . . . . 20
Fluorescência de raio-X . . . . . 35
Quantitativa de óxidos . . . . . 5
Espectrofotometria de absorção atômica . . . 3.132
Análise Calcográfica . . . . . 8
Testes para calcário . . . . . 2
Determinações de susceptibilidade magnética . . 82
Determinações de densidade . . . . . 8

**Geofísica**

Levantamento magnetométrico (km) . . . . . 666
Levantamento cintilométrico (km) . . . . . 666
Levantamento gravimétrico (km) . . . . . 150

## 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 de 1:100.000)
Carta Metalogenética/Previsional (Escala de 1:100.000)

## 3.4 Documentos Disponíveis em Arquivos Eletrônicos

Cadastro geoquímico com dados de campo e analítico de todas as amostras com análise química
Fichas de afloramentos
Fichas de análise petrográfica
Ficha de cadastramento de recursos minerais.

## 3.5 Documentos Disponíveis na CPRM (Escala de 1:100.000)

Carta de afloramentos
Carta Geoquímica
Carta de pontos de amostragem de sedimentos de corrente,concentrados de bateia, solo e rocha
Síntese dos resultados geofísicos
Carta gravimétrica *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. Ciências*, Rio de Janeiro, **40**: 285-295, 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**:129-136, 1968.

ARAUJO FILHO, J.O. Contribuição à estratigragia e tectônica da região da mega-inflexão dos Pirineus-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): 319-369, 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.1260-1268.

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 – Paris, 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 Fomento 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).

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.

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): 253-262, 1978.

BRANCO, P. de M. *Dicionário de Mineralogia.* 2ª Ed. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRGS, 1982. 254p.

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. Coord. *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, 1984. 501 p. il.

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 a 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.705-719.

BRAUN, O.P.G. & BAPTISTA, M.B. Considerações sobre a geologia pré-cambriana da região sudeste e parte da região centro-oeste do Brasil. In: Reunião Preparatória para o Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais. Salvador, 1977. *Publ. Espec. Nucl. Bahia, Soc. Bras. Geol.*, 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.180-198.

Bureau de Recherches Geologiques et Minieres – BRGM. *Carte Metallogénique des Massifs des Vosgues et de la Forêt Noire, Escale 1:400.000.*France, Serviçe Géologique 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 od different genetic types in South China. In: The Crust – *The significance of granites gneisses in the lithosphere.* Athens, Theophrastus Publ., 1985. 714 p.p. 365-387.

CHAPPELL, B. W. & WHITE, A. J. R. Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, **8**: 173-174, 1974.

CONDIE, K.C. Geochemistry of early Precambrian graywackes from Wyoming. *Geochimica et Cosmochimica Acta,* **31**: 2135-2149, 1967.

CONDIE, K.C. *Archean greenstone belts*. Amsterdam, Elsevier, 1981. 434p. (Developments in Precambrian Geology, 3).

CONDIE, K. C. & HUNTER, D. R. Trace element geochemistry of Archean granitic rocks from the Barberton region; South Africa. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **29**:389-400.

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.

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-Bbaykalian plataform of Central Brazil. *Geologischen Rundschau,* Stuttgart, **60**(3): 1024-1050, 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.

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 RADAMBRASIL, Folha SC-22. Tocantins,* Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22).

DANA, E.S. *Textbook of Mineralogy.* New York, John Wiley and Sons, Inc. 1949. 851p.

DANNI, J.C.M. & FUCK, R.A. Excursão nº 67 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 sequências 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 vulcano-sedimentar 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.582-596.

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.

DARDENNE, M.A. Síntese sobre a estratigrafia do grupo Bambuí no Brasil Central. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife, 1978. *Anais do*..., Recife, *Soc. Bras. Geol.*, 1978. v.2, p. 597-610.

DARDENNE, M.A. Zonação Tectônica na borda ocidental do Cráton São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30. Recife, *Anais do*..., Recife, *Soc. Bras. Geol.*/ *Coord. Prod. Min.*, 1978. v.1, p.299-308.

DARDENNE, M.A. Os grupos Paranoá e Bambuí na faixa dobrada Brasília. In: Simpósio sobre o Cráton São Francisco e suas Faixas Marginais, 1. Salvador, 1979. *Anais do*..., Salvador, *Soc. Bras. Geol./Coord. Prod. Min.*, 1981. p.140-157.

DARDENNE, M.A. et al. Geologia da Região de Goiás (Goiás, Brasil). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, 1972. *Resumo das Comunicações*. Belém, *Soc. Bras. Geol.*, 1972. (*Boletim*, 1).

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 1:100.000.* Versão 001. 1987 50p. Convênio DNPM-CPRM. Rel. Interno.

Departamento Nacional da Produção Mineral. *Mapa Geológico do Estado de Goiás.* 1987. (escala 1:1.000.000).

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.

DYER, R.C. Grupo Araí, um grupo de metamorfitos do Centro Leste de Goiás. *Revista da Escola de Minas*, Ouro Preto, 28(2): 55-63, set. 1970.

ESCOBAR, I.P. Métodos de levantamento e ajustamento de observações gravimétricas visando à implantação da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira. *Publ. Observatório Nacional*, 1, Rio de Janeiro, 57 pp.

ESPANHA. Ministério de Industria. Plan. Nacional de la Mineria. *Programa Nacional de Investigación 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.

FARIA, A. Geologia do Domo de Cristalina, Goiás. *Rev. Bras. Geoc.* 15(3): 231-240, set. 1985.

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.343-373.

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, Western 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.118-130.

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.

FUCK, R.A. *et al.* Coberturas Metassedimentares do Proterozóico Médio. Os Grupos Araí e Paranoá na região de Niquelândia – Colinas, Goiás. *Rev. Bras. Geoc.* 18(1) 54-62, mar. 1988.

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.

GIBB, R.A. *et al.* Geophisics of proposed Proterozoic sutures in Canadá. *Precambrian Res.*, Amsterdam, 19:349-384, 1983.

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.

GRANT, F.S. Gamma Ray spectrometry for geological mapping and for prospecting. In: MACLEOD, I. ed. Paterson, *Grant and Watson. Consulting Geophysicists.* Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1985-1986. Seminar. 13, 27p.

GRIFFIN, W.L. & HEIR, K.S. Petrological implication of some corona structures., *Lithos*, 6:315-35, 1973.

GUIMARÃES, D. & DUTRA, C.V. Contribuição à petrografia e geoquímica da jazida estanífera de Ipameri-GO. *B. Div. Fom. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, (86): 13-38, 1964.

GUIMARÃES, E.M. *et al.* Relações do Grupo Paranoá, Formação Jequitai e Grupo Bambuí na Região de Bezerra - In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986. *Anais do...*,Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*,1986. v.2, p.853-856.

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.1260-1268.

HAGEMANN, S. *et al*. The Gold Bearing Canastra Phyllites of Luziania: A model of thim Skimed Thenst mineralization of the Braflia belt. In: Geological Society of Australia, Bicentennial Gold 88, Melbourne, 1988. *Extended Abstracts* – Poster Programme, Melbourne, 1988. V.1, p.187-189.

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.

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.

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).

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.

JARDIM DE SÁ, E.F. *et al*. Tectônica tangencial na faixa Sergipana. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986. Anais Do...,Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*, 1986. v.3, p.1246 - 1259.

JAKES, P. & TAYLOR, S. R. Excess europium content in Precambrian sedimentary rocks and continental evolution. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 38:739-745.

KATZ, M.B. Early precambrian granulites-greenstones, transform mobile belts and ridge-rifts on early crust? In: WINDLEY, B.F. ed. *The early history of the earth.* London, J. Wiley & Sons, 1976. 619p., p. 147-55.

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 Economica, 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. *Bulletin 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. *Basalts; the poldervaart treatise in rocks of basaltic composition*. New York, J. Willy, 1968. v.2, p.623-688.

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. & BOWDEN, P. Plutonic rock types series: discrimination of varion granitoid series an related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 14: 169-186, 1982.

LECOMTE, P. Stone line profiles: Importance in geochemical exploration. *Journal Geochem. Explora,* Amsterdan, 30:35-61. Amsterdan. 1988.

LEINZ, W. *Petrografia e Gênese dos Agalmatolitos de Minas Gerais,* 1938.

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 Cráton 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): 617-638, 1984.

MACHADO FILHO, L. *et al*. Geologia. In: *Projeto RADAMBRASIL*. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., 1983. (Levantamento de Recursos Naturais, 32).

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. 286p.p. 47-72.

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 pré-cambriano da porção central de Goiás. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, 7(4): 304-324, 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.

MARQUES, V.J. Ação retrometamórfica e tectônica das coberturas dobradas sobre o embasamento – tectônica de fundo. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 1, Goiânia, 1981. Geologia do Pré-Cambriano: *Ata*. Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*, 1981. p.53-71.

MENEZES FILHO, N.R. *et al*. *Projeto Três Marias;* relatório final. Belo Horizonte, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1977. v.1. (Inédito).

MIYASHIRO, A. *Metamorphism and Metamorphic Belts*. London, George Allen & Unwin, 1973. 492p.

NANCE, W.B. & TAYLOR, S.R. Rare earth element patterns and crustal evolution – I. Australian post-Archean sedimentary rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 40:1539-1551, 1976.

NASCIMENTO, F.S. *Projeto Rochas Vulcanossedimentares. Frente Rio do Peixe*. Relatório Preliminar de Pesquisa. Goiânia, METAGO, 1985.

NILSON, A.A. & MOTTA J. Geologia da área de Goianira-Trindade-GO. *Bol. Div. Fom. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, 133, 108 p., 1969.

ORLOVA, A. V. & SHATALOV, C. T. *Principes méthodiques de l'établissement des cartes métallogeniques et des cartes de prévision des régions minieres*. Trad. M. Markovic. Paris, BRGM, 1960. 24p.

PARISOT, J.C. *et al*. Some implications of lateritic weathering ou geochemical prospection. Two Brazilian examples. *Journal of Geochemical Exploration*, 32:133-147, 1989.

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. & GALE, G.H. Identification of ore-deposition environment from trace-element geochemistry of associated igneous host rocks. In: *Volcanic Processes In Ore Genesis*. London, Geological Society of London, 1977. p. 14-24 (Special Publication).

PEARCE, J.A. *et al*. Trace element discrimination diagram for the tectonic interpretation of Granitic rocks. *Journa 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.

PEREIRA, E.L. *et al*. Prospecção e caracterização genética das mineralizações estaníferas na porção Sudeste do Estado de Goiás, In: SImpósio De Geologia do Centro-Oeste, 1, Goiânia, 1981. Geologia do Pré-Cambriano: *Ata*, Goiânia, *Soc. Bras. Geol.*,1981. p.746-767.

PONCE DE LEON, M.I. & CHOUKROUNE, P. Shear zones in the Iberian arc. *J. Struct. Geol.* 2:63-68, 1980.

POUCHELT, H. Barium in: WEDEPOL, K.H. ed. *Handbook of Geochemistry*. Berlim, Springer-Verlag, 1972 v.2/44 p.56 – E-1 – 56-F-3.

RAMSAY, J.G. & HUBBER, M.J. *The Techiniques of Modern Structural Geology: Strain Analisis*. London, Academic Press, 1983. v.1, p. 307.

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 ContinentalCrust, *Geological Society Special Publication*, 24:283-295. 1986.

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 Pireneus. Área serra do Bonito*. Univ. de Brasília. Relatório de 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. Seqüência 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): 635-650, 1986.

ROUTHIER, P. Les *Gisements Metalliferes*. 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 Oceânica Adjacente, incluindo Depósitos Minerais. Esc. 1:2.500.000.* Dep. Nac. Prod. Min., Brasília, 1984.

SHAW, D.M. The origin of the 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.431-434.

SIBSON, R.H. Fault rocks and fault mechanisms. *J. Geol. Soc. Lond.*, 133:191-213, 1977.

SILVA, J.N. *et al. Projeto Mantiqueira - Furnas;* Relatório Final. Belo Horizonte, Dep. Nac. Prod. Min./Comp. Pesq. Rec. Min., 1978. 7v.

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).

STANTON, R. L. *Ore Petrology.* New York, McGraw-Hill, 1972. 713p. il.

STRECKEISEN, A. To each plutonic rock its propèr 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.353-376.

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.700-711.

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 dos 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.

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**:123-145, 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. R. & ROUVEYROL, P. T. Théries de recherche liés à la prospection des Gisements: 1ere partie *Chronique de la Recherche Miniere,* 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: 1217-1244, 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.

WENRON, 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.

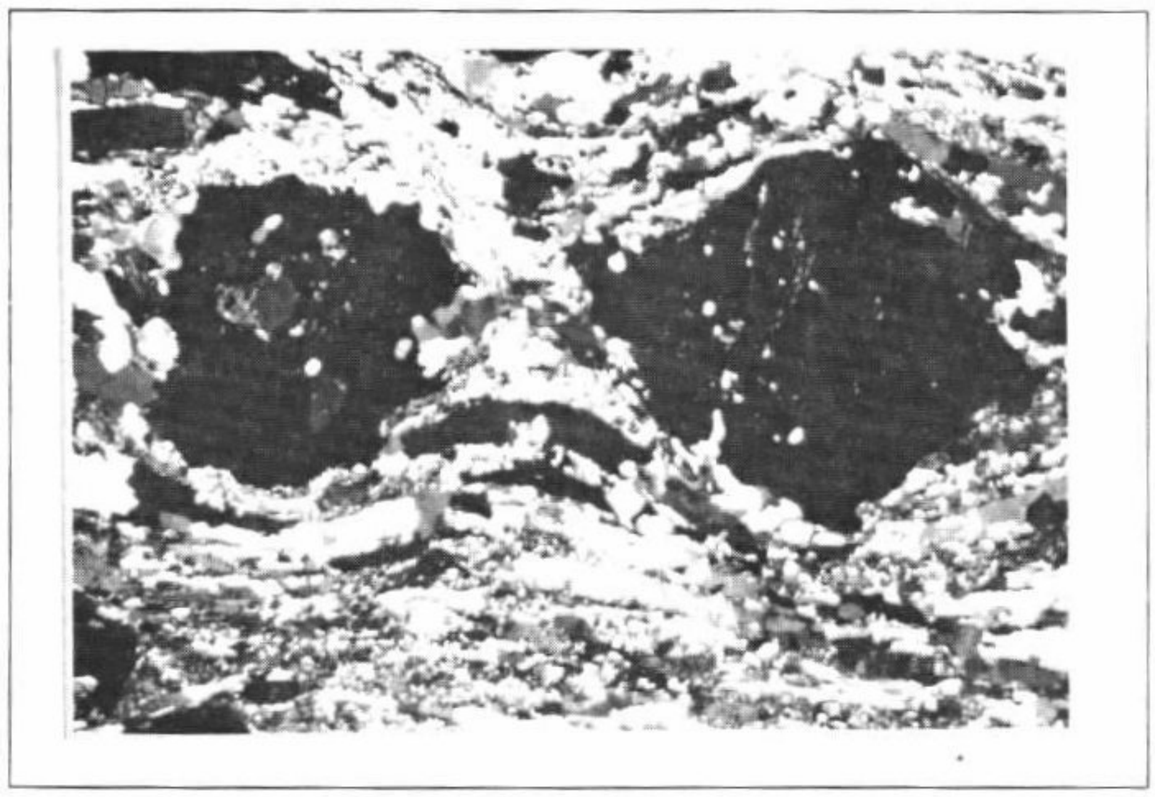
WINDLEY, B.F. *The evolving continents*. Chichester, J. Wiley & Sons, 1977. 385p.

WINKLER, H. *Petrogênese das rochas metamórficas*. Porto Alegre, Edgar Blüchler, 1977. 258p.

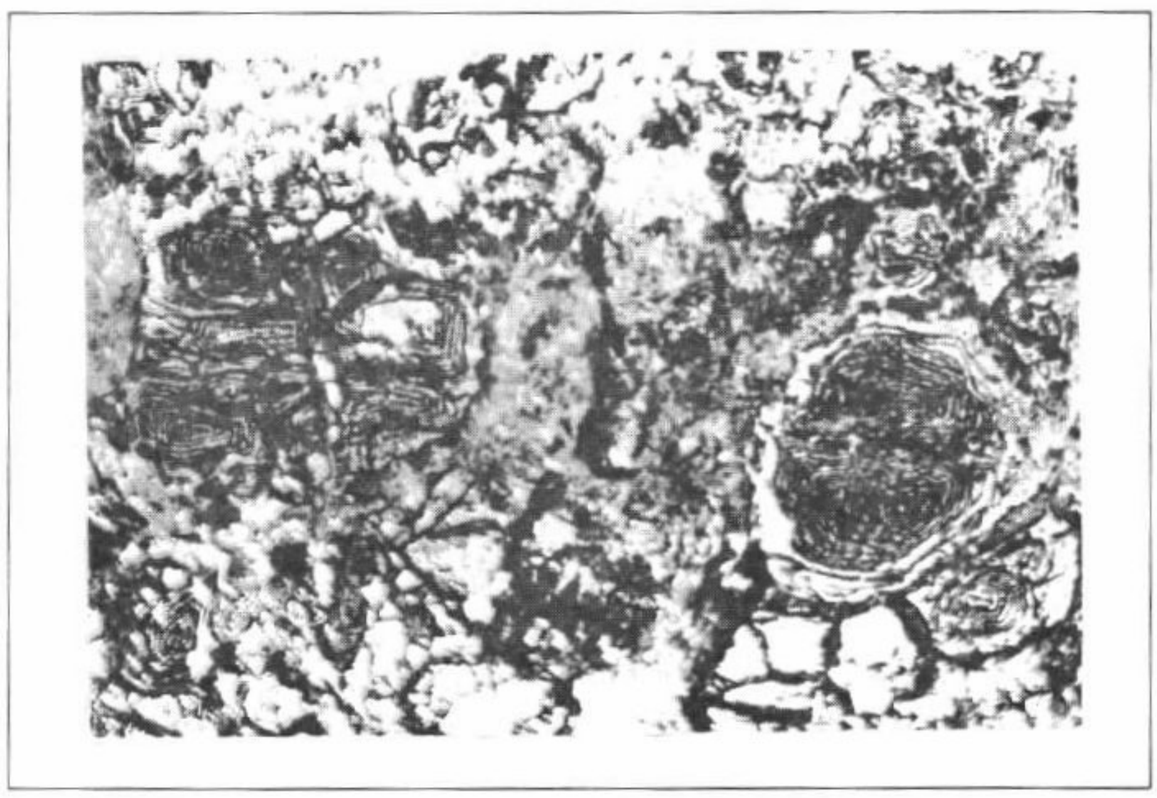
ZHONGGANG, W. The redistribuition patterns of granitoids In: KEQIN, XU, GUANGCI, T. *Geology of granites and their metallogenetic relations*. Beijing, China, Science Press, 1984. 954p. p.787-96 (International Symposium Held at Nanjing University, Nanjing, China, 26-30 oct. 1982).

# ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

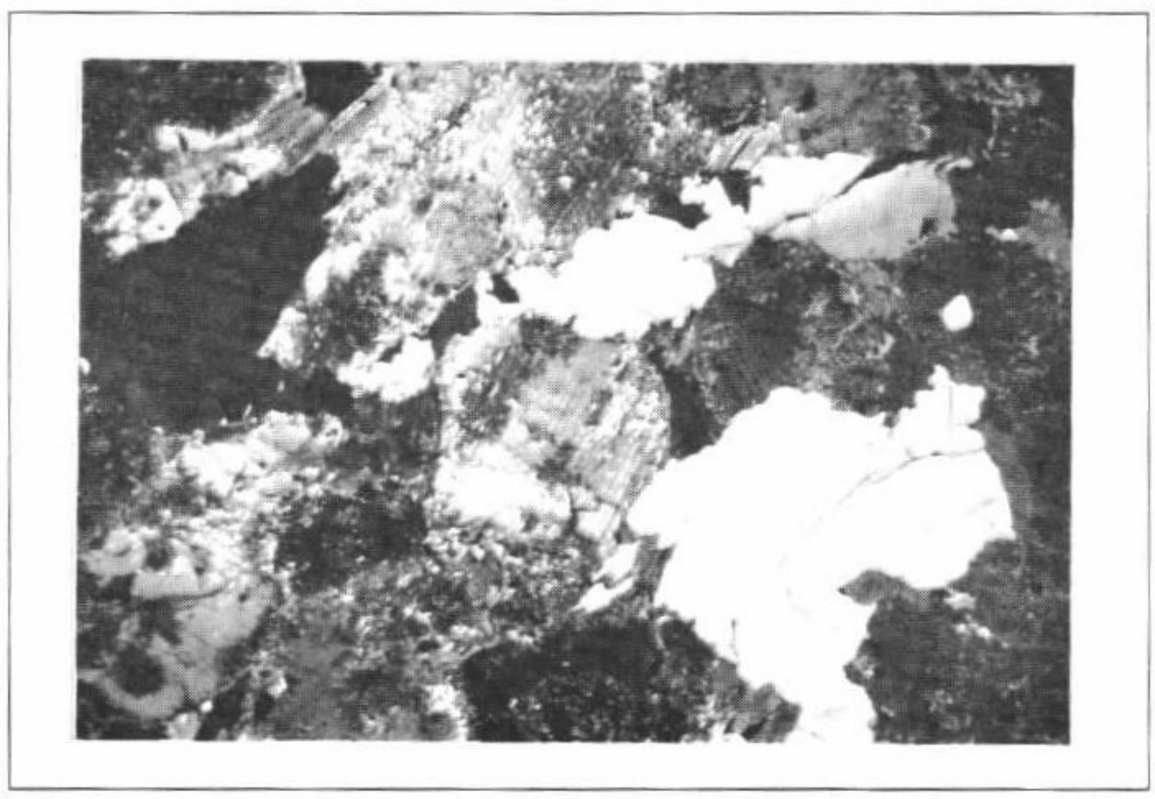
1



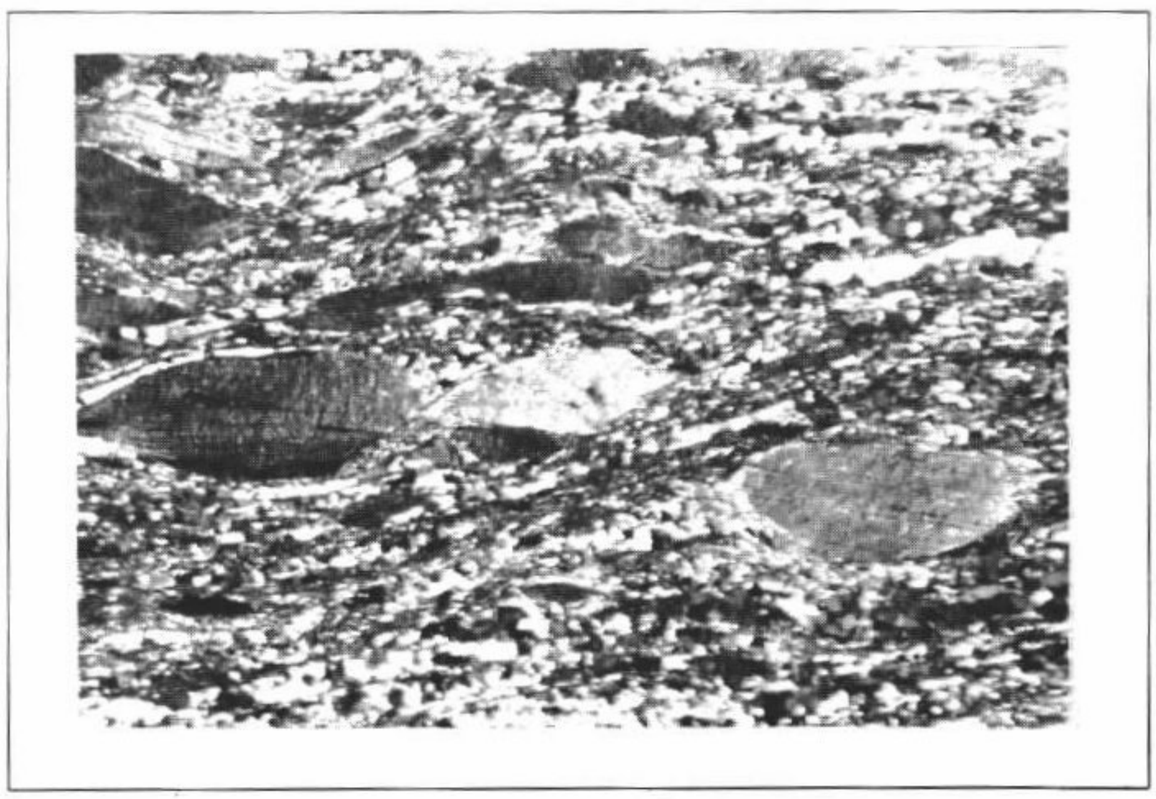
2



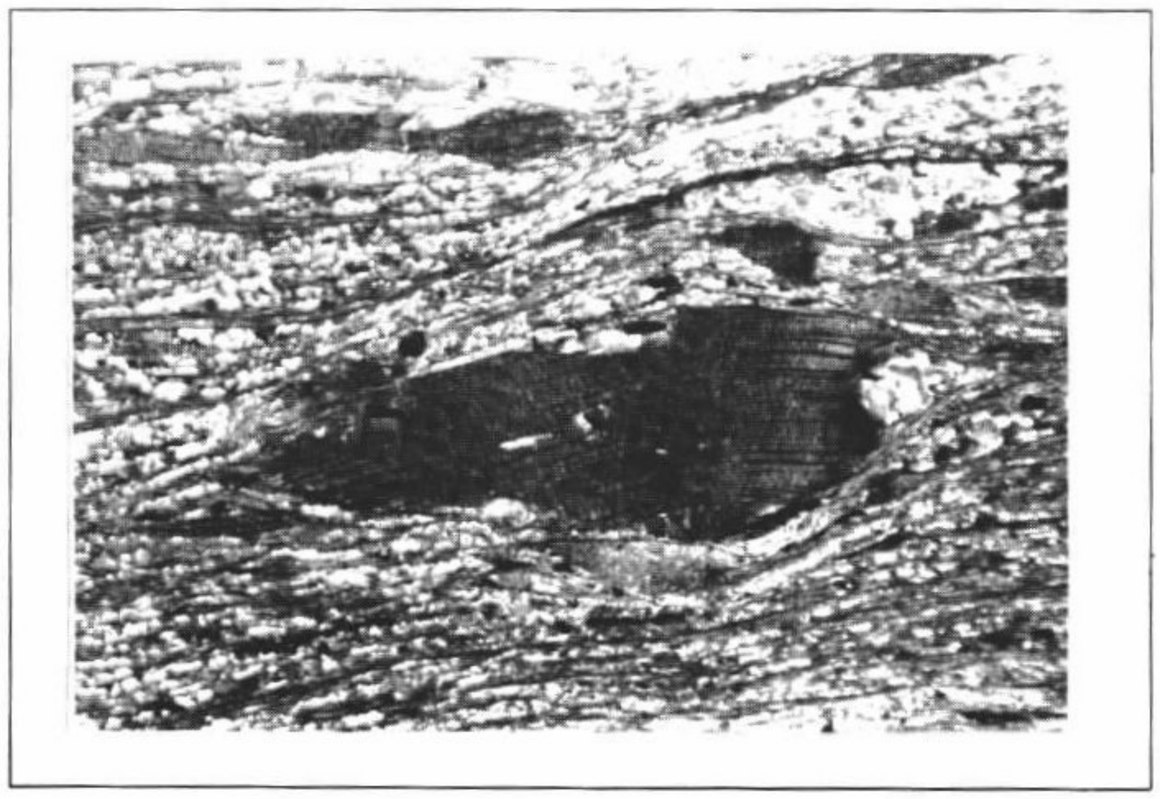
3



4

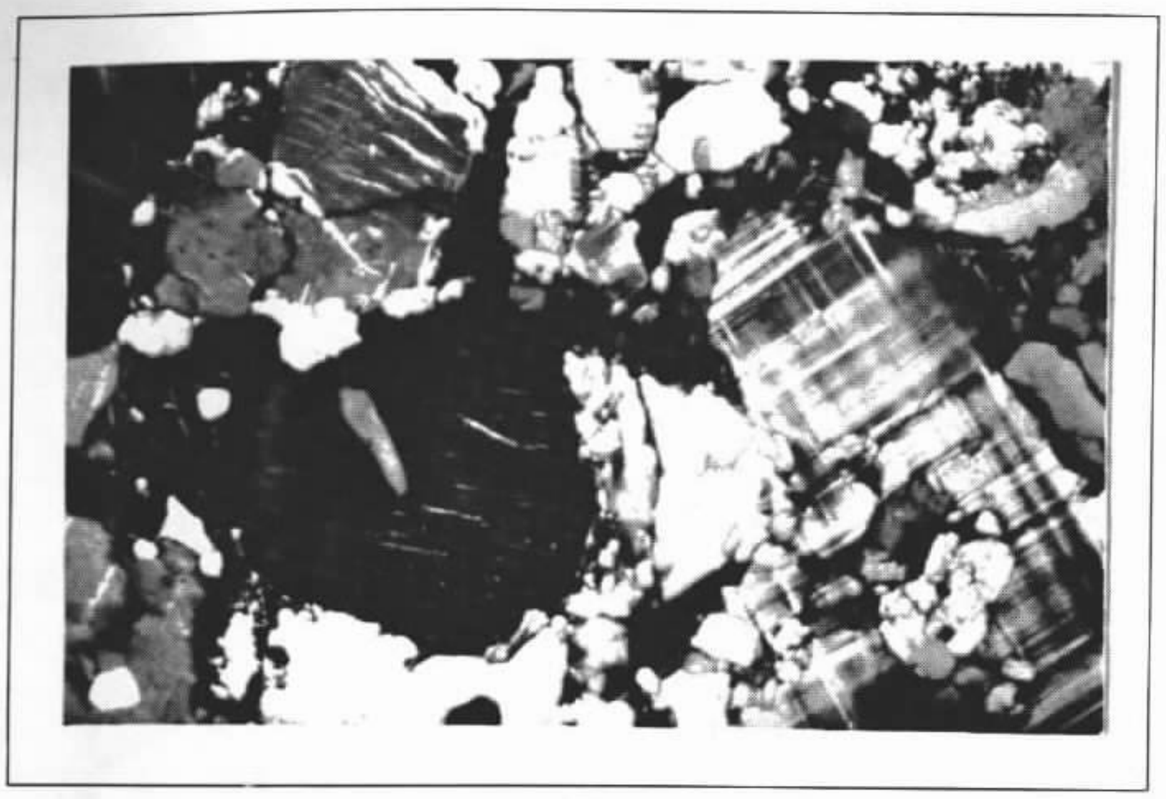


5

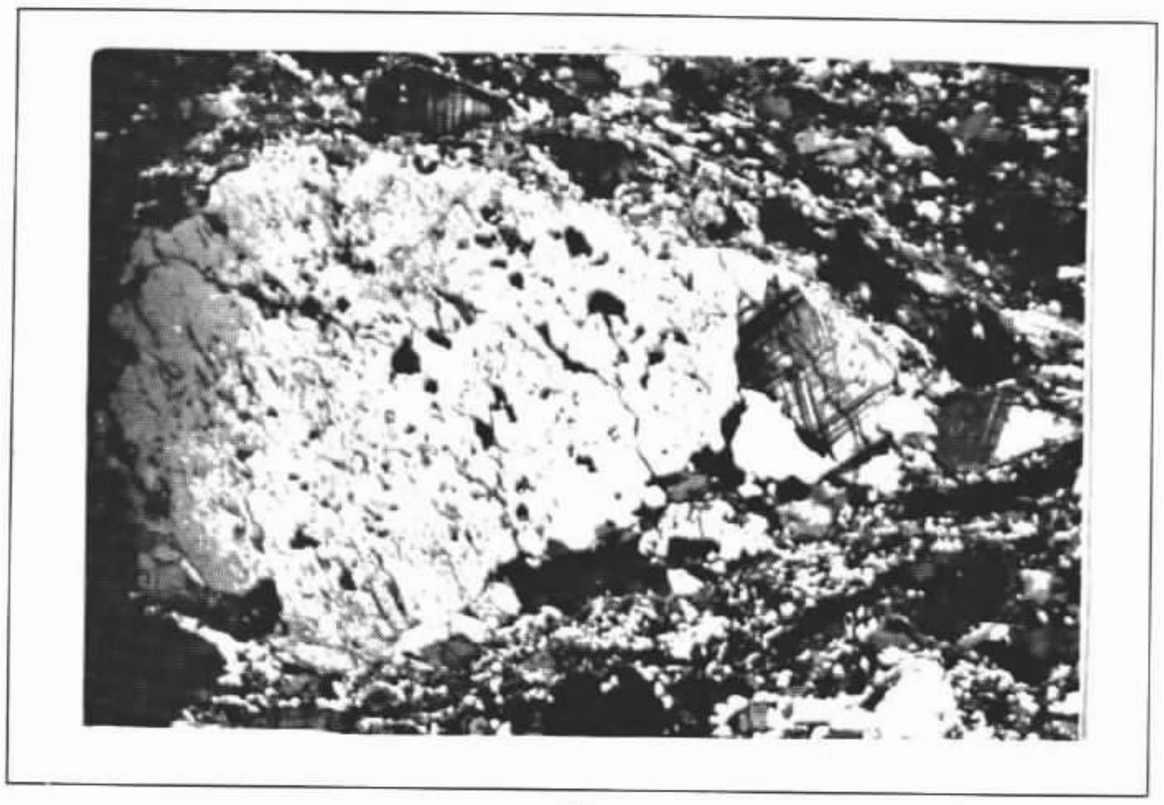


6

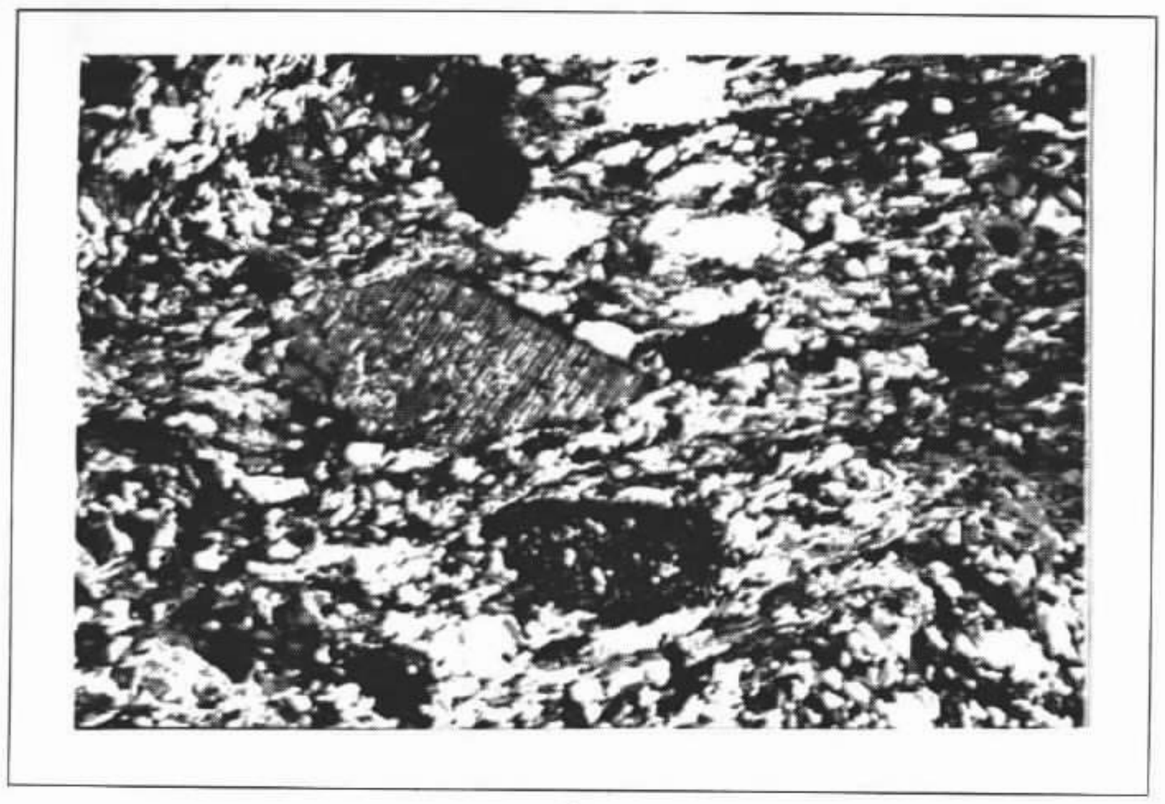
**Fotomicrografia 1** – Amostra JV-313 – Complexo Granulítico-metagabro com textura magmática remanescente, com cristais de plagioclásio (geminados) da fase *cumulus* e ortopiroxênio (Opx) *intercumulus*. Nicóis X. **Fotomicrografia 2** – Amostra JV-205 - Complexo Granulítico - sillimanita-granada gnaisse - textura *flaser* com finos *ribbons* de quartzo (Rb), deflectados em torno dos porfiroclástos de granada. Notar a elongação da sillimanita (Si) segundo alinhamento dos *ribbons*. Nicóis X. **Fotomicrografia 3** – Amostra JV-105B – Complexo Granulítico. Formação ferro-manganesífera (gondito) a quartzo e granada alterada a óxido/hidróxidos de ferro e manganês, preservando estruturas concêntricas, alternando níveis quartzosos (claros) e opacos, reflexo do crescimento metamórfico. Nicóis //. **Fotomicrografia 4** – Amostra JV-12 – Ortognaisses-biotita metatonalito (protomilonito) estágio incipiente de deformação, caracterizado por discreto fraturamento e subgranulação do quartzo (Qz). O plagioclásio (Pg) finamente geminado, exibe contato algo suturados e fraca alteração (sericitação), em grau insuficiente para mascarar a textura hipidiomórfico-granular original. Nicóis X. **Fotomicrografia 5** – Amostra JV-184 – Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia - moscovita quartzito (milonítico) – em mesóstase fina, quartzo-sericítica, diversos porfiroclastos lenticularizados de moscovita, do tipo *mica fishes*, cuja disposição planar da clivagem (001) caracteriza a foliação "S", subconcordante com a foliação dominante de cisalhamento "C". Notar dois *fishes* em processo de multiplicação (seta). Nicóis X. **Fotomicrografia 6** – Amostra JV-184 – Seqüência Metavulcano-Sedimentar de Silvânia – moscovita quartzito (milonítico) – detalhe da foto anterior, com um *fish* exibindo sombra de pressão assimétrica e deformação intracristalina, caracterizada pelo aspecto ondulado do porfiroclasto. Nicóis X.



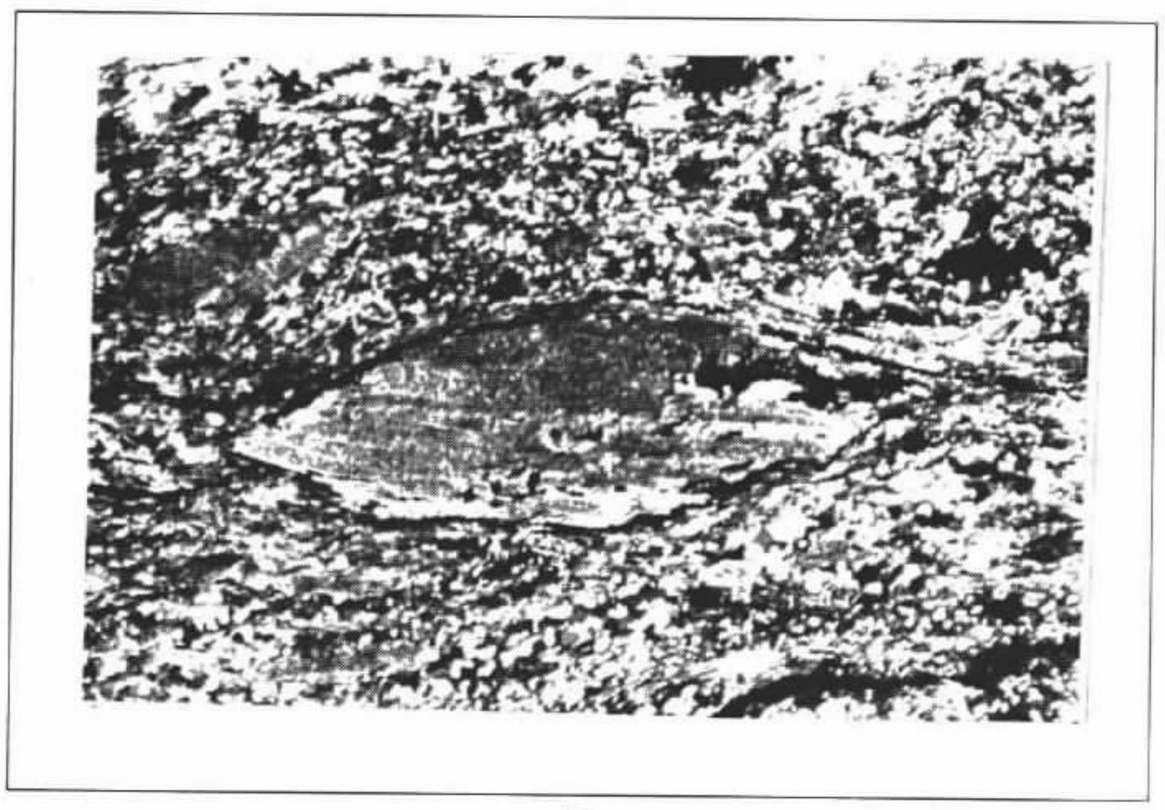
7



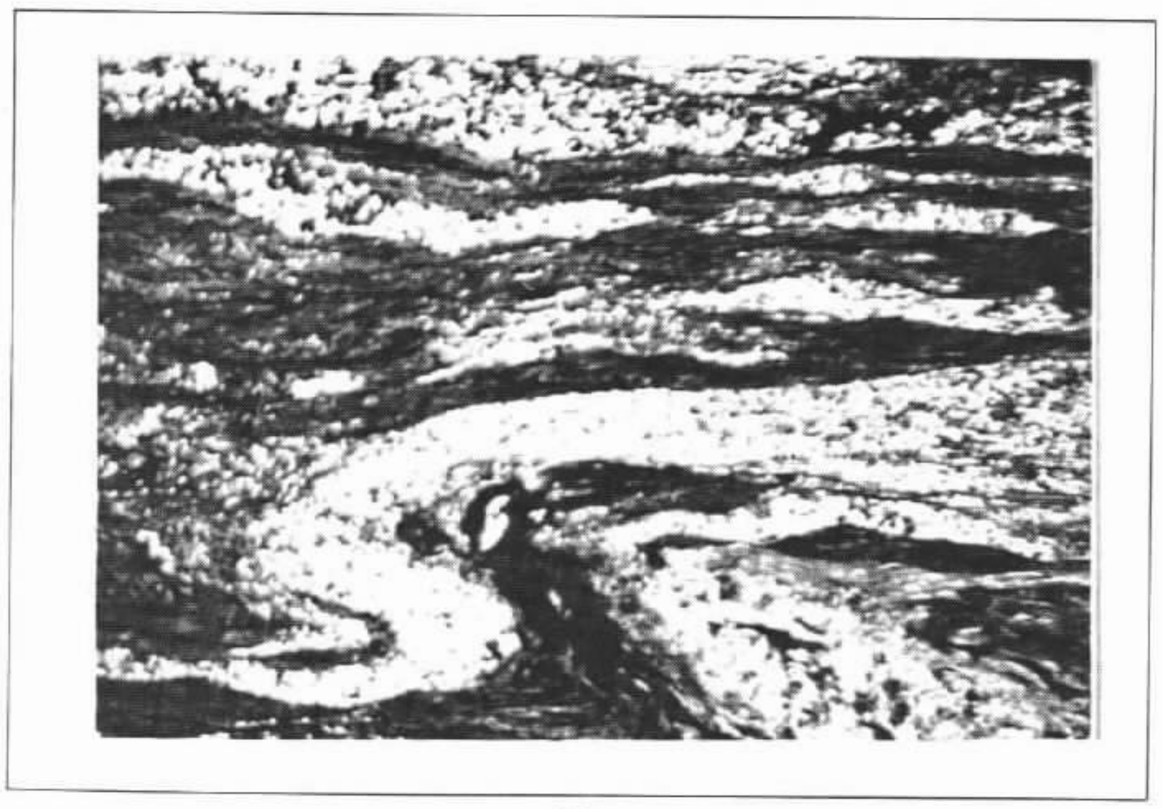
8



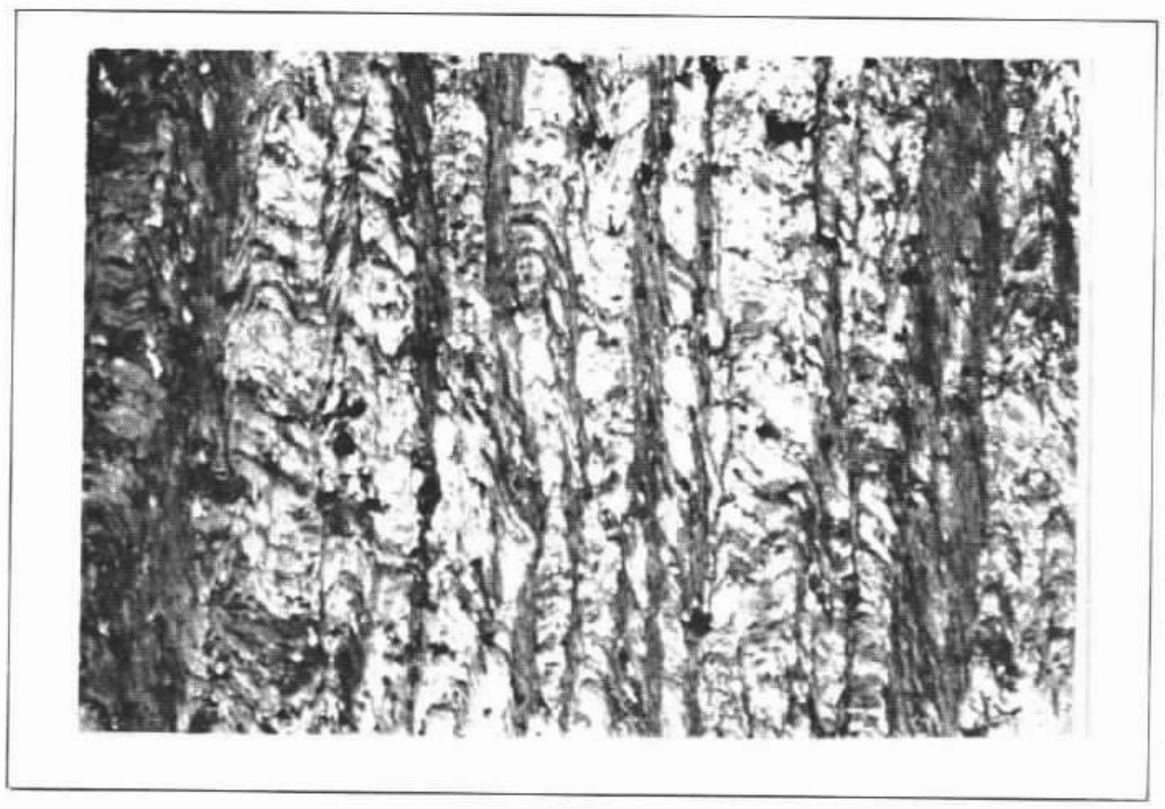
9



10



11



12

**Fotomicrografia 7** – Amostra JV-297A – Ortognaisses-biotita metagranito (milonito) - estágio moderado de deformação com cerca de 15% do volume da rocha microgranulada, formado uma mesóstase quartzo-feldspática parcialmente recuperada, orientada, com abundantes porfiroclastos remanescente de k-feldspato e plagioclásio. Nicóis X. **Fotomicrografia 8** – Amostra JV-434 – Ortognaisse-biotita -metagranito (milonito) -- estágio avançado de deformação com cerca de 70% do volume da rocha cominuído. Os feldspatos originais foram sericitizados e juntamente com com o quartzo, constituem uma mesóstase muito fina (0,01 mm) fortemente orientada "xistosa", que contorna os porfiroclastos remanescentes de k-feldspato (Fk) e plagioclásio (Pg) – textura *augen*. Nicóis X. **Fotomicrografia 9** – JV-01B – Ortognaisses-biotita metagranito (ultramilonito) – cerca de 90% do volume original de rocha foi cominuído e recristalizado na matriz de aspecto "xistosa" ou "gnáissico-xistosa". Devido à heterogeneidade do processo em áreas localizadas, como a da foto, ocorrem remanescentes lenticularizados de feldspatos (Fd) ígneos originais (porfiroclastos). Nicóis X. **Fotomicrografia 10** – Amostra JV-57 – Seqüência Metassedimentar (Grupo Araxá) – moscovita quartzito (milonito) – porfiroclasto lenticularizado de moscovita (*mica fish*) com transposição total e paralelismo da foliação "S" (planos de clivagem 001) e a foliação dominante de cisalhamente "C". Nicóis X. **Fotomicrografia 11** – Amostra JV-47 – Seqüência Metassedimentar (Grupo Araxá) – biotita-quartzo xisto (milonítico) – com anastomosamento das foliações "S" e "C", caracterizado pelo lenticularização das microbandas biotíticas e quartzosas. A geometria não-coaxial da deformação e as condições dúcteis são também evidenciadas pelos microdobramentos (Dn) isoclinais, assimétricos, em estilo similar, com espassamento dos ápices e atenuação nos flancos. Nicóis X. **Fotomicrografia 12** – Amostra JV-263 – Seqüência Metassedimentar (Grupo Araxá) – quartzo-biotita-moscovita xisto – forte desenvolvimento de uma foliação de transposição (Sn+1) do tipo *strain slip cleavage*, com recristalização sin-tectônica de moscovita. A foliação reliquiar (Sn) está preservada na forma de dobras no interior de micrólitos. Nicóis //.

**Foto 1** – Granada gnaisse granulítico, bandado e extremamente alterado – Unidade APIgaip, afloramento JV-226.

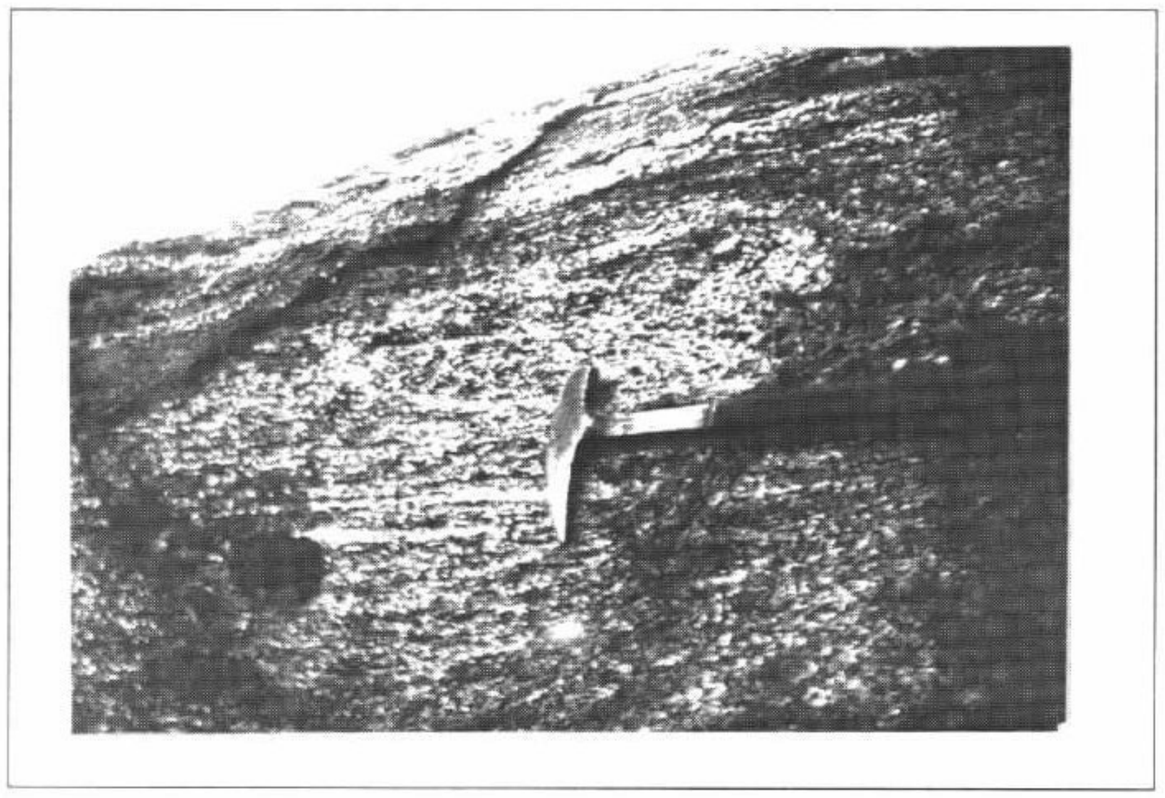


**Foto 2** – Granada gnaisse exibindo estiramento mineral, afloramento JV-221

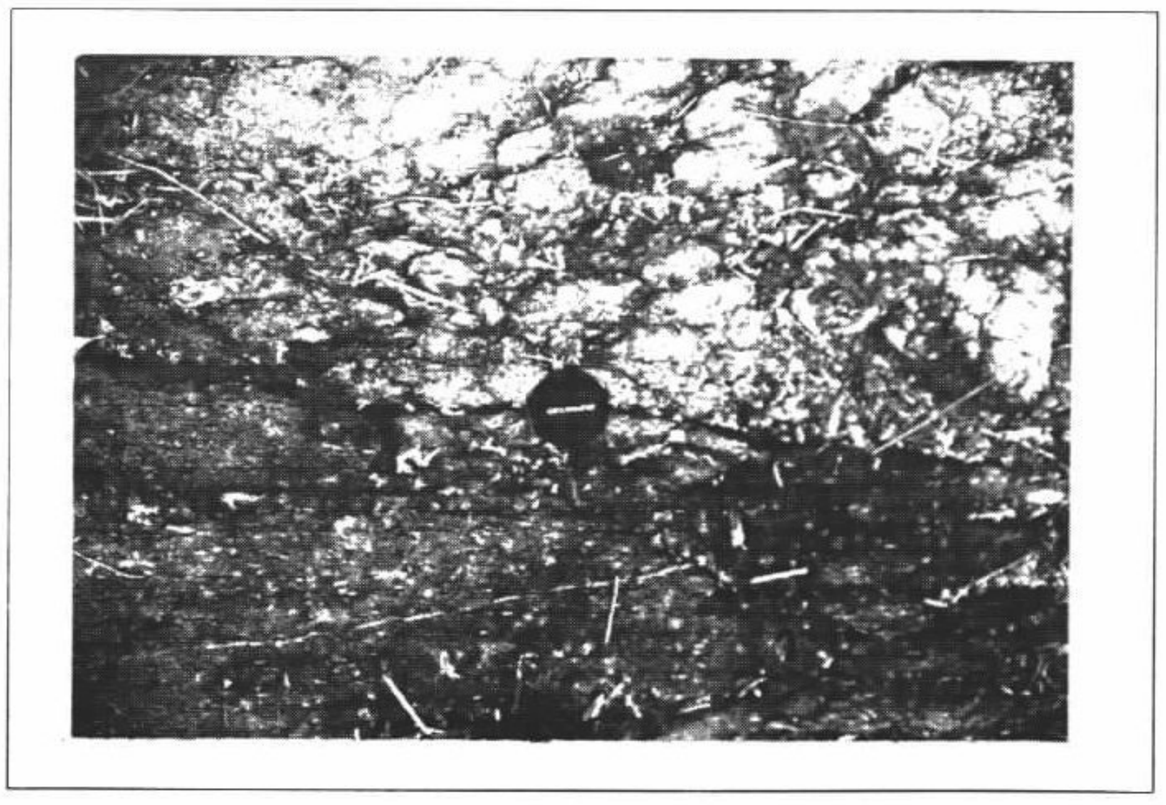


**Foto 3** – Gnaisse tonalítico escuro, sendo cortado por granitóide porfirítico tipo $\gamma 2$

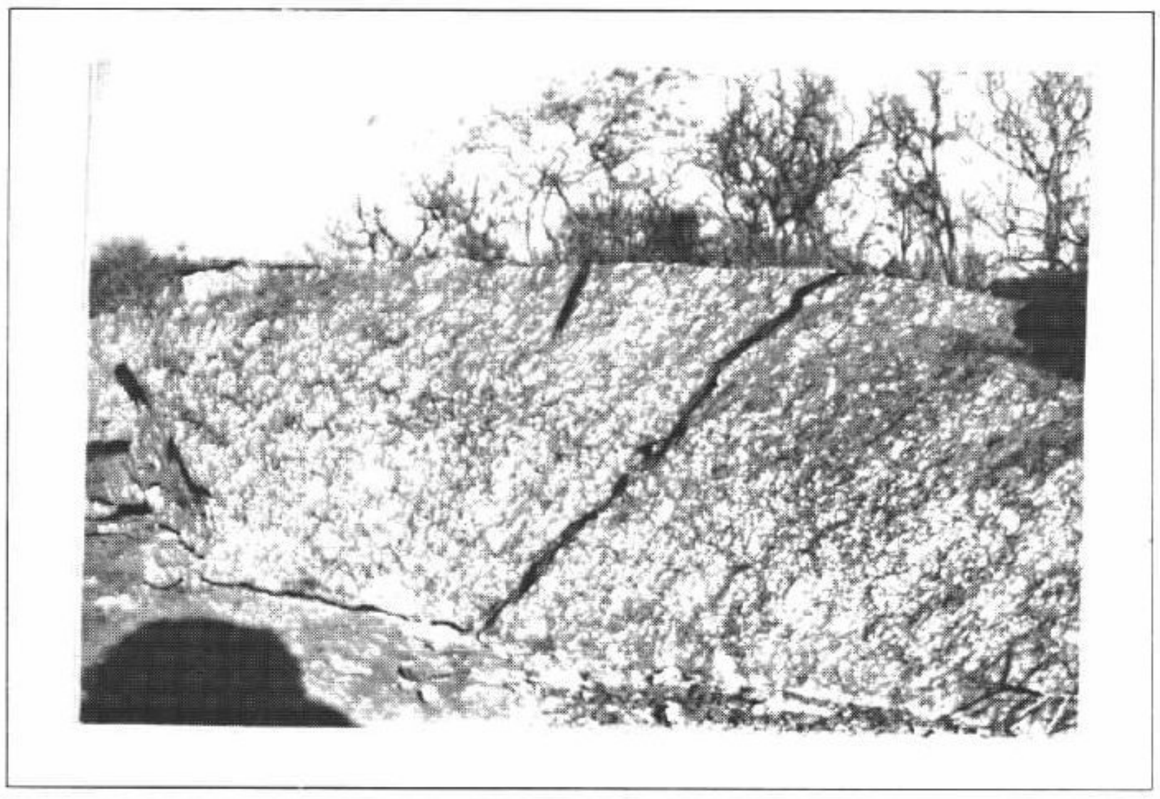


**Foto 4** – Aspecto do veio pegmatítico (quartzo + moscovita) observado nas proximidades do afloramento JF-82.

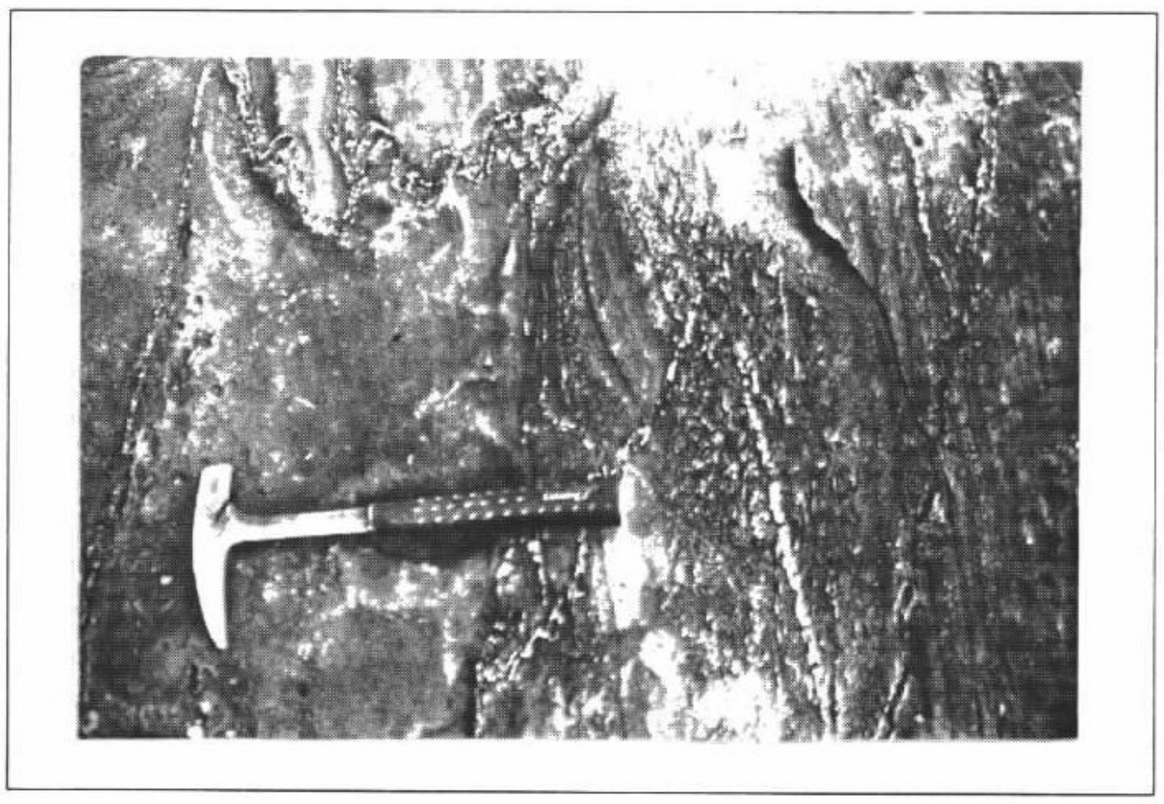


**Foto 5** – Aspecto dos veios grafitosos encaixados em zona de cisalhamento, afloramento JV-234.

Foto 6 – Afloramento de agalmatolito constituído por blocos e seixos, encontrados no afloramento JV-185.

**Foto 7** – Detalhe do agalmatolito encontrado nos moscovita-quartzo xistos, afloramento JV-187.

**Foto 8** – Hornblenda-biotia metatonalito exibindo xenólitos de anfibolito, tratando-se do granitóide tipo $\gamma 2$, afloramento JV-189.

**Foto 9** – Detalhe do tonalito observado na foto 8, mostrando o contato brusco entre o xenólito de anfibolito e o granitóide.

Foto 10 – Biotita metagranito porfirítico da segunda geração de granitóides ($\gamma 2$) apresentando-se menos cisalhado, afloramento JV-3388.

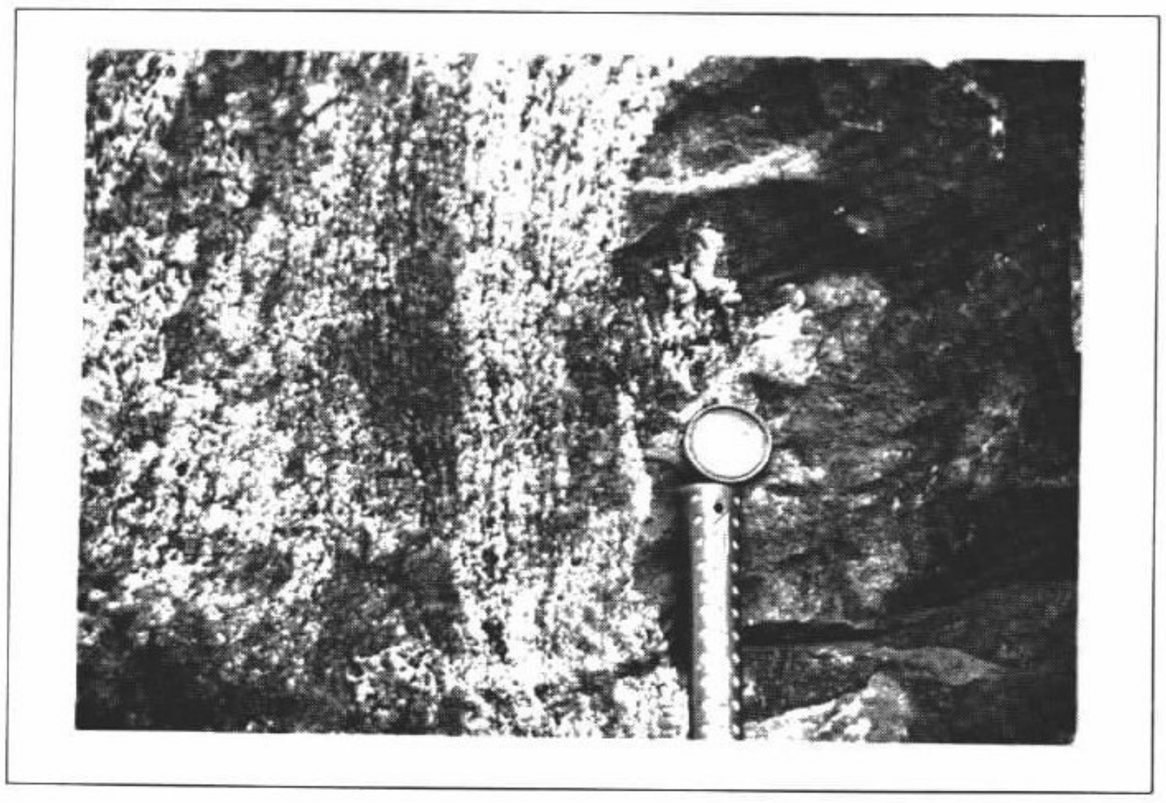


**Foto 11** – Aspecto do calcixisto da Unidade PMaC.

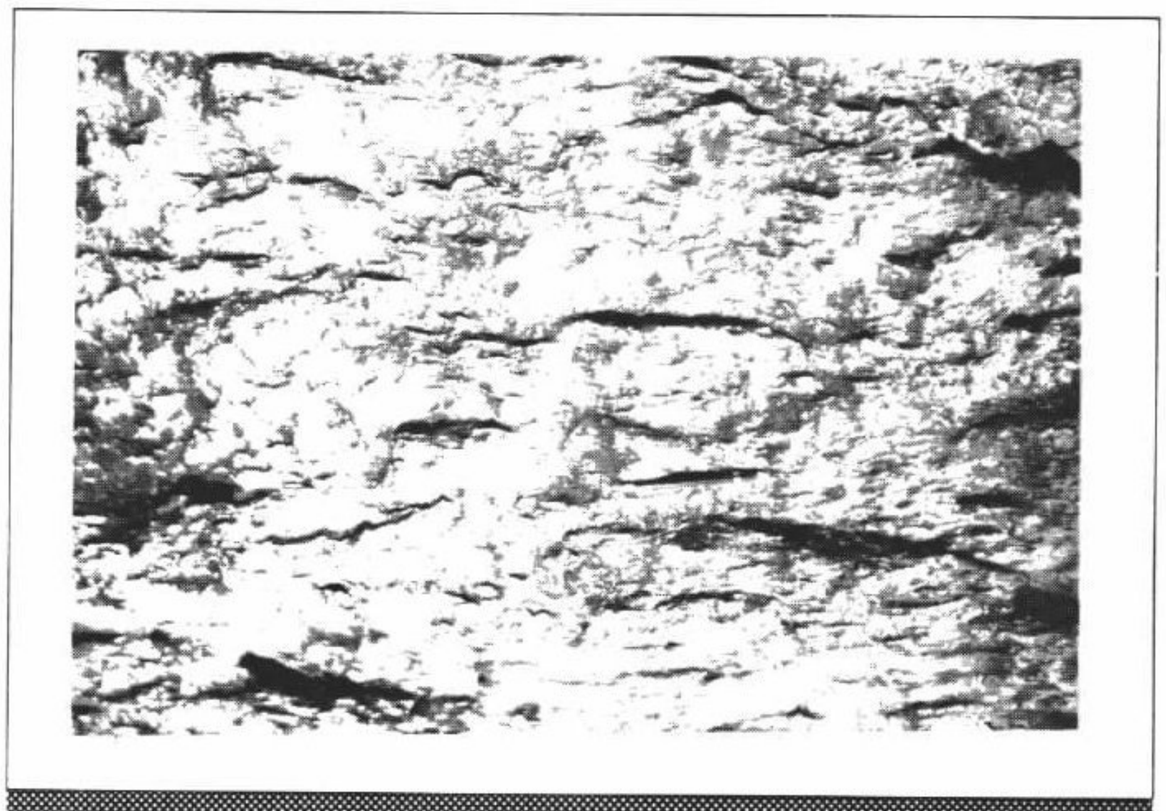


**Foto 12** – Afloramento de metacalcário encontrado de forma lenticular nos calci-xistos, afloramento JV-56.

**Foto 13** – Aspecto do moscovita-quartzo xisto prateado da Unidade PMaD.

**Foto 14** – Sericita quartzito da Unidade PMaD, exibindo bandamento composicional primário, $S_0$ paralelo a $S_1$.

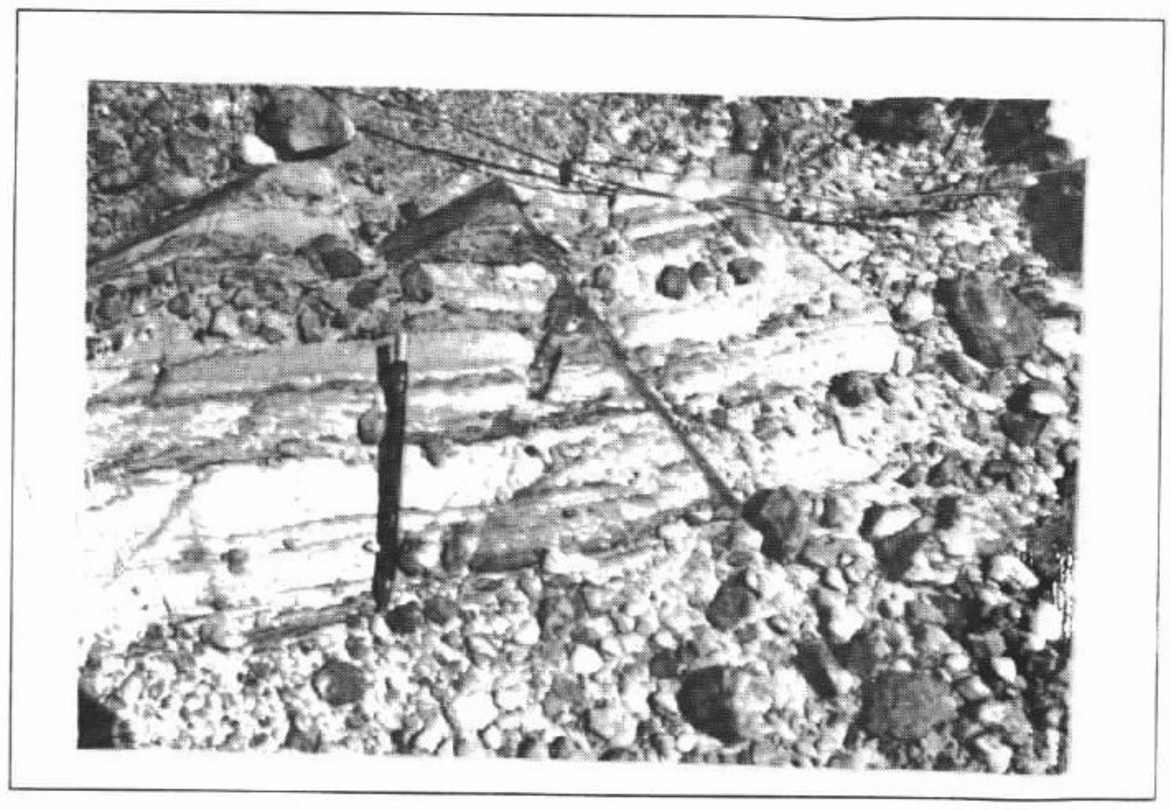


**Foto 15** – Biotita-moscovita metagranito do tipo $\gamma 3$, encontrado no afloramento JV-297B.

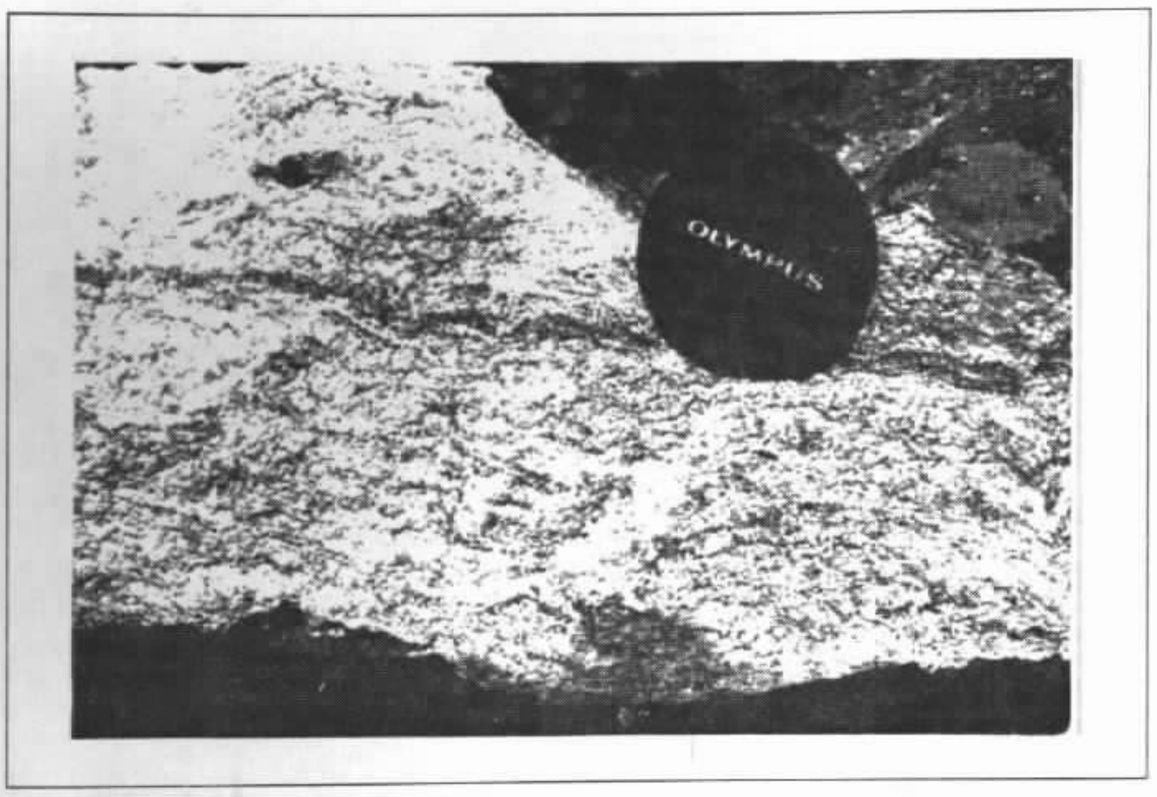



**Foto 16** – Quartzito piritoso do Grupo Paranoá, exibindo estratificação cruzada tabular, afloramento JV-69.

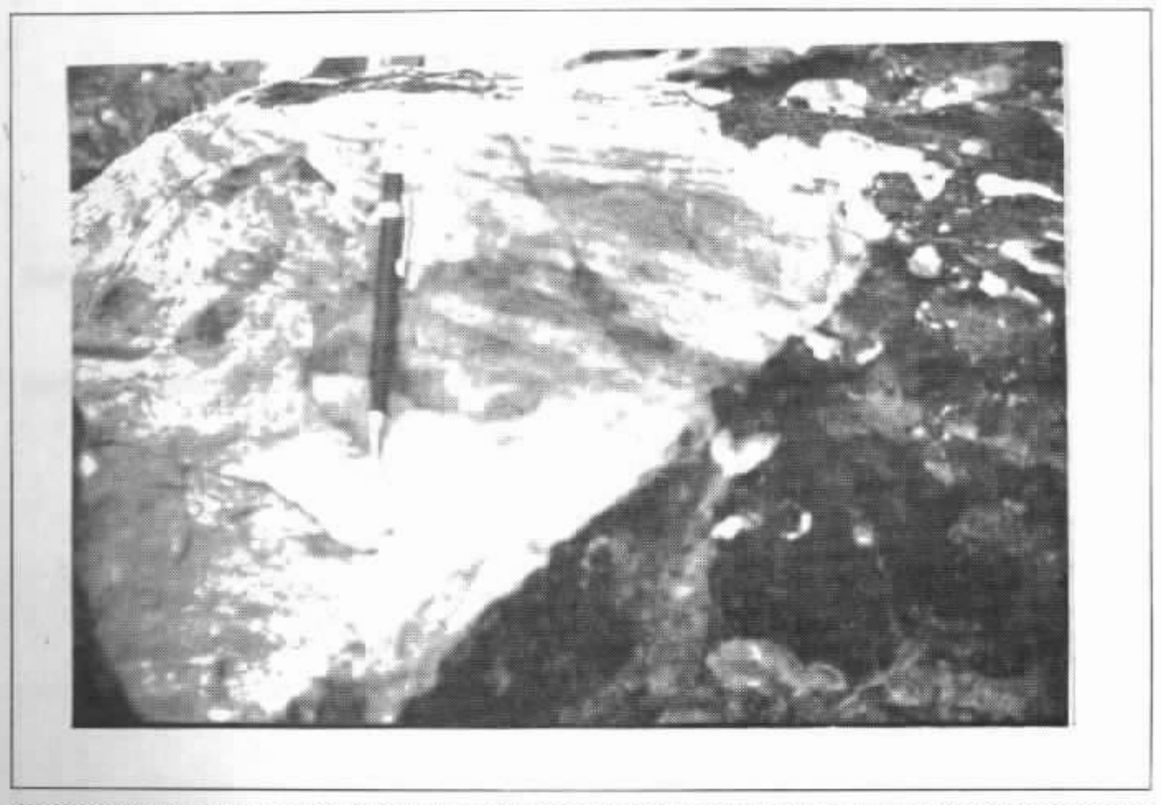


**Foto 17** – Aspecto do corpo de diabásio encaixado nos granitóides tipo $\gamma 1$, ao longo da zona de *shear*, afloramento JV-259.

**Foto 18** – Sedimentos terciários argilosos com intercalação síltico-arenosas, observados no afloramento JV-178.

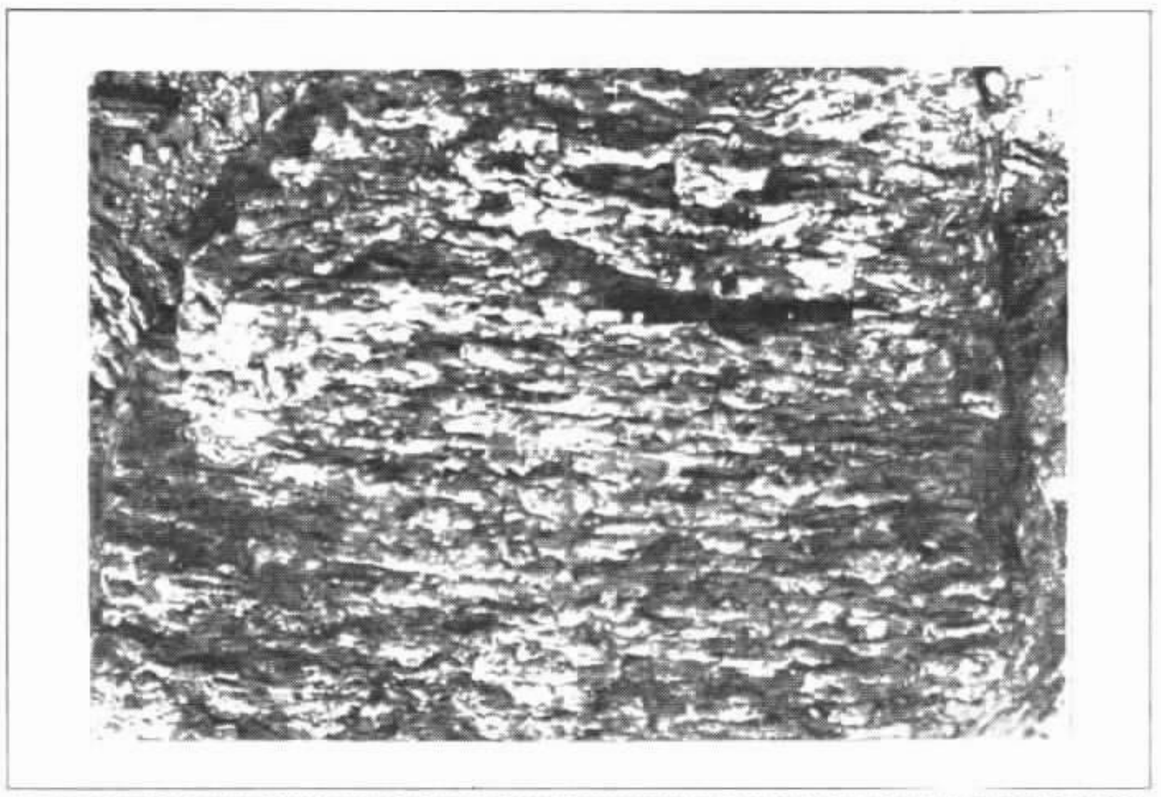


**Foto 19** – Biotita gnaisses protomiloníticos, exibindo forte estiramento mineral – Lx 10°/275°, afloramento JV-315.

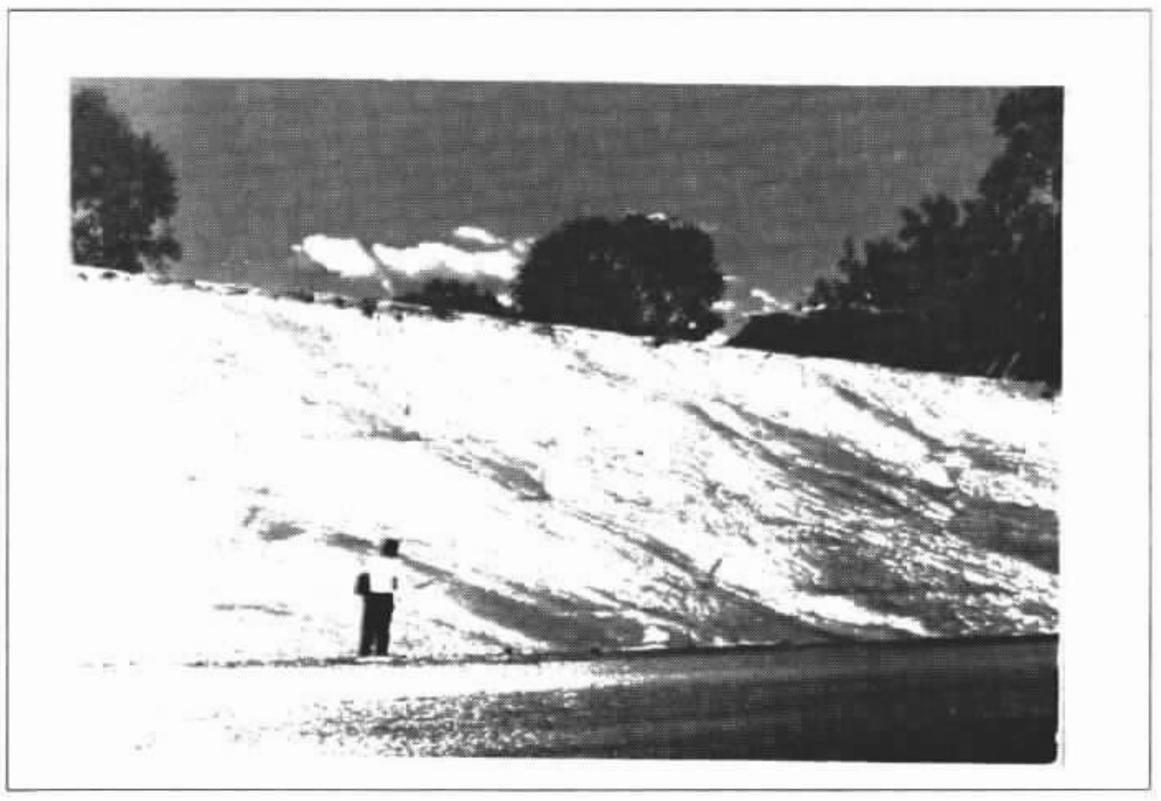


**Foto 20** – Afloramento na estrada GO-010, exibindo xistos da Unidade PMaD extremamente transpostos pela fase $F_1$.

**Foto 21** – Moscovita-quartzo xisto e quartzitos da Unidade PMaD, exibindo dobras assimétricas com eixos curvos, associadas a fase $F_2$ de Supra-Estrutura, encontrados no ponto JV-339, córrego Gordurinha.

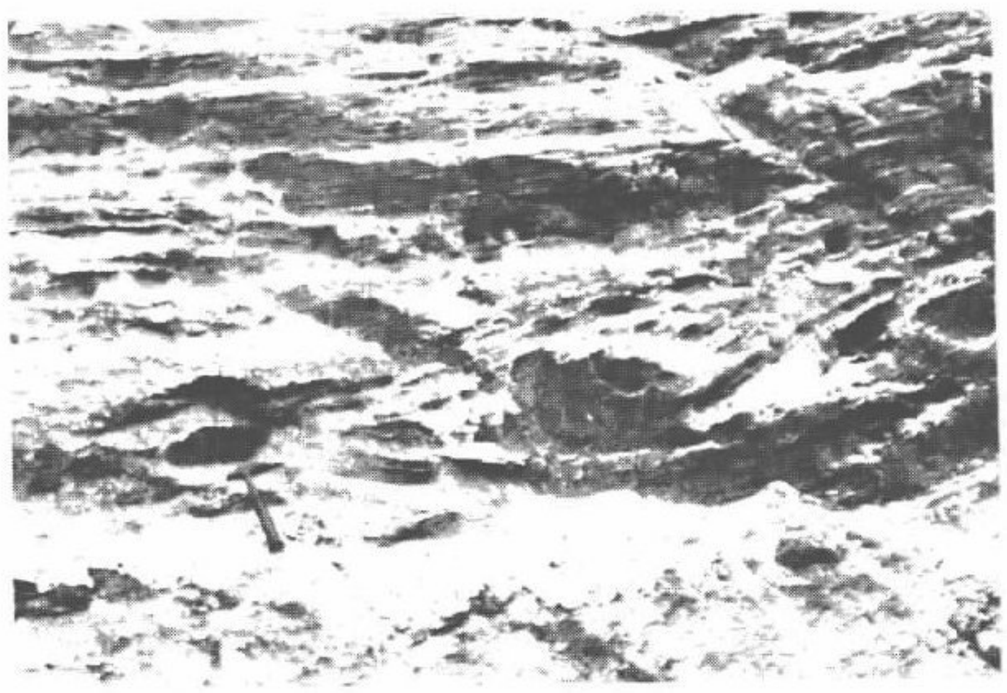


**Foto 22** – Dobra recumbente de $F_2$, encontrada nos moscovita-quartzo xistos da Unidade Plvss

**Foto 23** – Aspecto da dobra assimétrica de amplitude métrica associada aos metassedimentos da Unidade PMaD, afloramento AM-428.

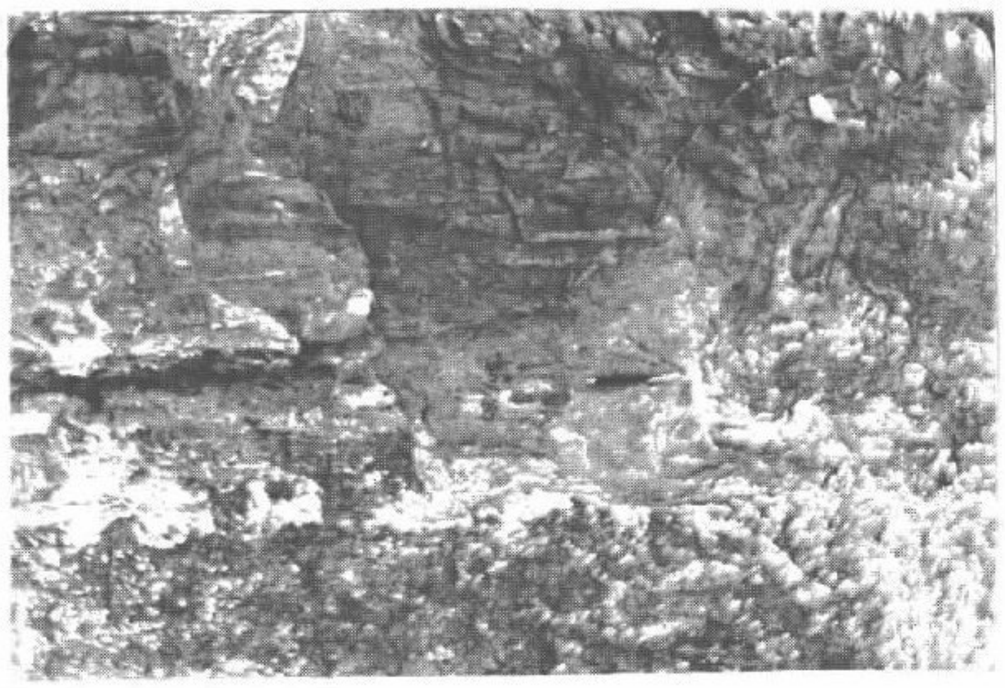


**Foto 24** – Calcixisto da Unidade PMaC exibindo expressiva lineação de estiramento mineral.

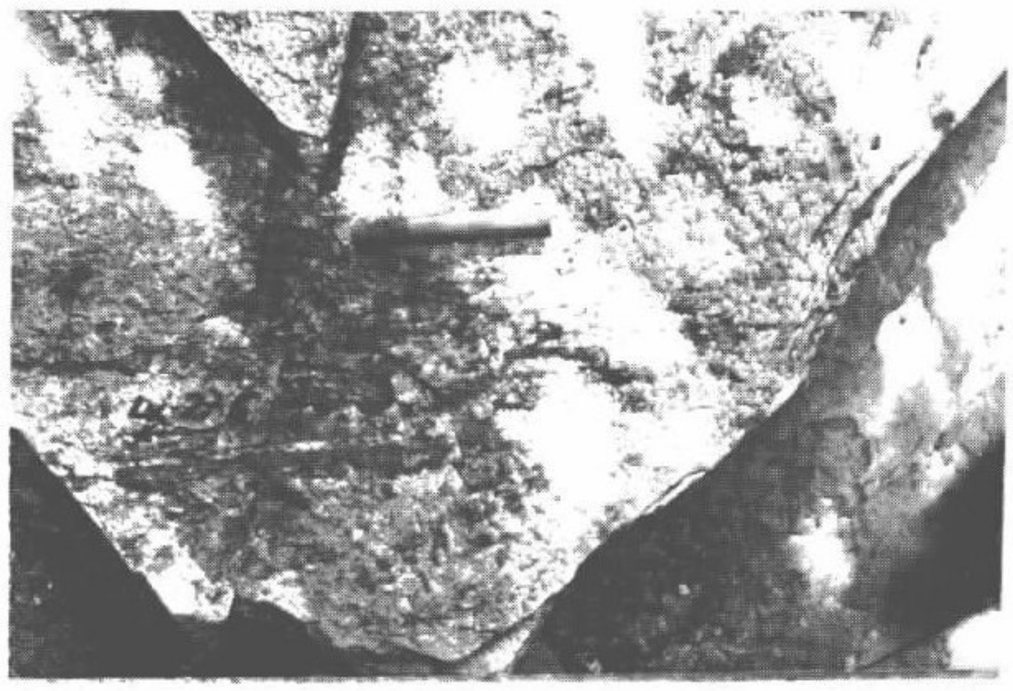


**Foto 25** – Sericita quartzito da Unidade PMaD, exibindo marcante lineação de estiramento mineral – Lx 10°/275°, afloramento JV-379.

**Foto 26** – Dobra simétrica, encontrada nos metassiltitos e metargilitos do Grupo Paranoá.

**Foto 27** – Moscovita-quartzo xisto prateado da unidade PMaD, exibindo estiramento mineral e estrutura tipo "domos e bacias", afloramento JV-397.

**Foto 28** – Ondulações tardias observadas ao longo do Rio Piracanjuba nas rochas da Unidade PMaD afloramento AM-428.

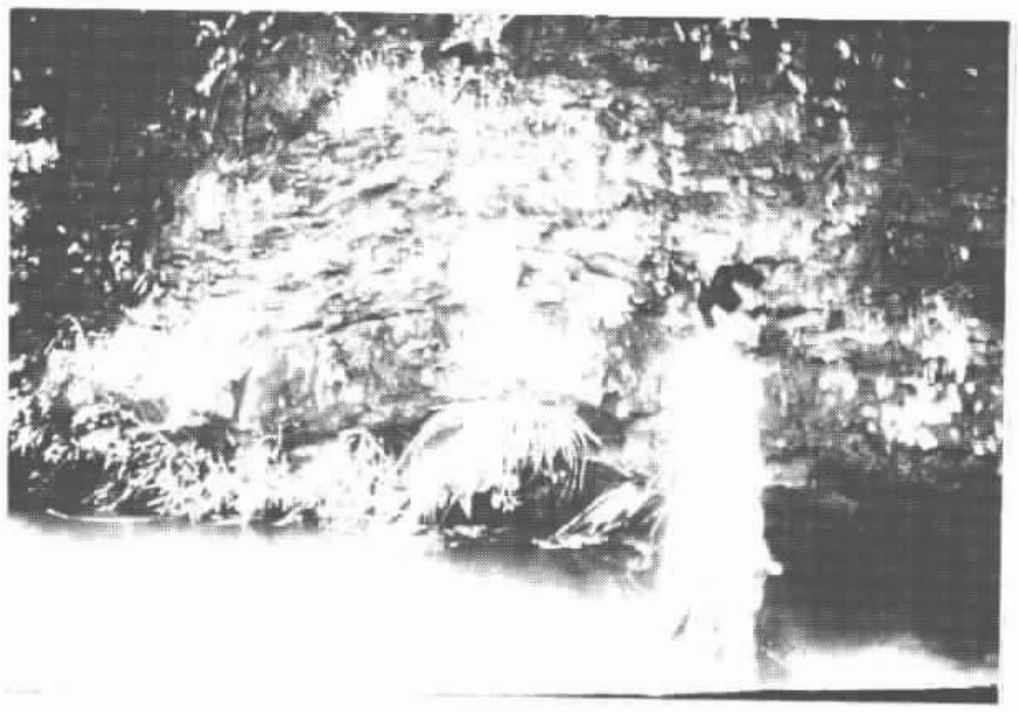


**Foto 29** – Ondulações tardias afetando as rochas do Grupo Paranoá, afloramento JV-62.

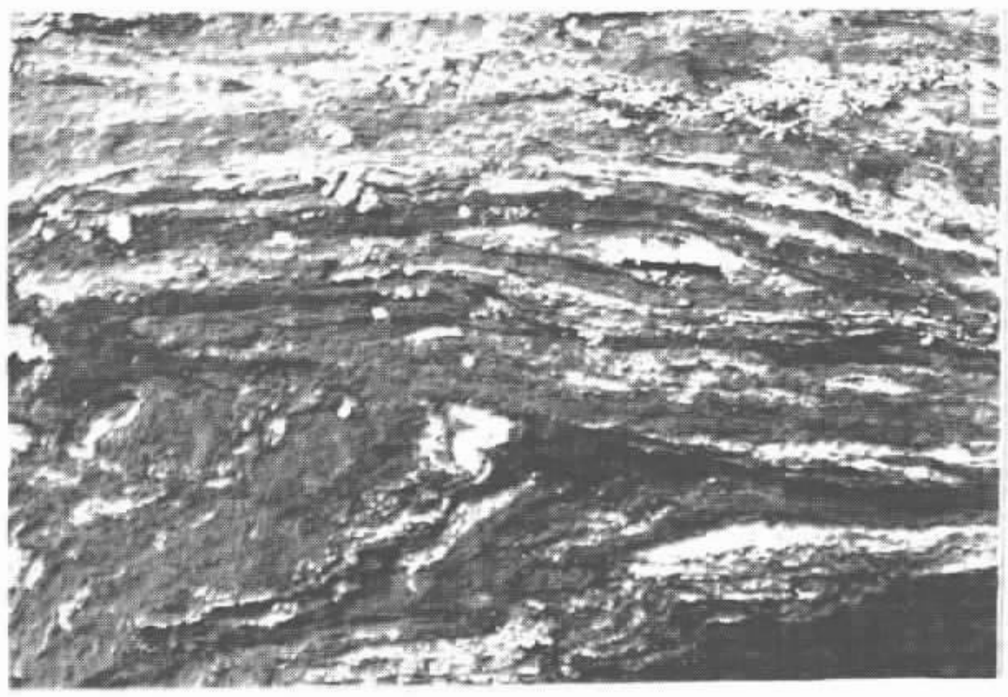


**Foto 30** – Aspecto do xisto milonítico da zona de cisalhamento do rio Piracanjuba, afloramento JV-82-B.

# *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 Alari[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 | Cucui[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 |
| 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 | Boquerão[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[1] |
| 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 | Caripare[1] |
| SC.23-Z-A/Y-B | Curimatá/Corrente[1] |
| SC.23-Z-C-IV | Riachão das Neves[1] |
| SC.24 | Aracaju[6] |
| 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[5] |
| SF.24-V-A | Cachoeiro de Itapemirim |
| 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 Osório[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 | Afogados 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 Cabocolo[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 | Canindé[1] |
| SC.25-V-A-I | Vitória de Santo Antão[1] |
| SD.21-Y-C-II | Pontes e Lacerda[2] |
| 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 | Janauba[2] |
| 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 | Iporá[2] |
| SE.22-X-A | São Luis 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 | Parecão[1] |
| NA.20-X-C-VI | Serra do Ajaraní[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.23-X-A-II | Itabera[1] |
| SG.22-Z-D-II-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-[illegible] | Conceição do Maú [2] |
| NA.2[illegible] | Boa Vista [2] |
| NA.2[illegible] | Caracaraí [2] |
| NA.2[illegible] | |
| NB.2[illegible] | Monte Roraima [2] |
| NB.2[illegible] | Vila Surumu/ [2] |
| NB.2[illegible] | Rio Maú [2] |
| NA.2[illegible] | Rio Citaré [2] |
| NA.2[illegible] | Rio Oiapoque [2] |
| NB.2[illegible] | Cabo Orange [2] |
| NA.2[illegible] | Lourenço [2] |
| NA.2[illegible] | Serra do Tumucumaque [2] |
| NA.2[illegible] | Rio Araguari [2] |
| NA.2[illegible] | Macapá [2] |
| SA.2[illegible] | Rio Maicuru [2] |
| SA.2[illegible]-A | Parnaíba [2] |
| SA.2[illegible]-B | Acarau [2] |
| SA.2[illegible]-C | Granja [2] |
| SA.24-[illegible]-D | Sobral [2] |
| SA.24-[illegible]-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.[illegible]-D | Quixeramubim [2] |
| SB.[illegible]-A | Aracati [2] |
| SB.[illegible]-C | Morada Nova [2] |
| SB.[illegible] | Valença do Piauí [2] |
| SB.[illegible] | Iguatu [2] |
| SB.[illegible] | Picos [2] |
| SB.[illegible] | Juazeiro do Norte [2] |
| SB.[illegible] | Souza [2] |
| SB.[illegible] | Caicó [2] |
| SB.[illegible] | Patos [2] |
| SB.2[illegible] | Cabedelo [2] |
| SB.2[illegible] | João Pessoa [2] |
| SC.[illegible] | Abunã [2] |
| SC.[illegible] | Ariquemes [2] |
| SC.[illegible] | Alto Jamari [2] |
| SC.[illegible] | Serra dos Uopianes [2] |
| SC.[illegible] | Rondônia [2] |
| SC.[illegible] | Rio Branco [2] |
| SC.[illegible] | Presidente Médici [2] |
| SC.[illegible] | Pimenta Bueno [2] |
| SC.[illegible] | Vila Guarita [2] |
| SC.[illegible] | Miracema do Norte [2] |
| SC.[illegible] | Porto Nacional [2] |
| SC.[illegible] | Gurupi [2] |
| SC.[illegible] | São Raimundo Nonato [2] |
| SC.[illegible] | Natividade [2] |
| SC.[illegible] | Xique-Xique [2] |
| SC.[illegible] | Barra [2] |
| SC.[illegible] | Paulistana [2] |
| SC.[illegible] | 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:

| | | | |
|---|---|---|---|
| GEO[illegible] | - Bibliografia | SIGEO | – Projetos de Geologia, Geoquímica, Geofísica |
| MET[illegible] | – Ocorrências Minerais | SISON | – Dados de Sondagem |
| AFL[illegible] | - Descrição de Afloramento | DOTE | – Acervo Bibliográfico da CPRM |
| PET[illegible] | - Análises Petrográficas | PROJ | – Carteira de Projetos da CPRM |

Local[illegible]sso: (*) DNPM: Brasília e Distrito Regional; (**)Brasília e Distritos Regionais e CPRM: Rio de Janeiro

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

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
FOLHA CARAÍBA, SE.22-X-B-VI
ESCALA 1:100 000 – DNPM, 1992

CARAÍBA SE.22-X-B-VI

## CONVENÇÕES METALOGENÉTICAS

### CARACTERES DOS JAZIMENTOS

SUBSTÂNCIA MINERAL

- Cu – cobre
- Mn – manganês
- cc – calcário
- AR – areia
- pi – pirita
- Alg – agalmatolito
- GR – granito
- qt – quartzito
- ag – argila
- Tur – turfa

TEXTURA

- bandada, laminada, xistosa
- nodular, pisolítica, oolítica
- disseminada, rede
- maciça, granular, brechoide
- multivenulada, "stockwork", "stringer"
- "boxwork", pulverulenta, terrosa

CLASSE DOS JAZIMENTOS

- detríticos em pláceres
- 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

QUIMISMO

Não sublinhados: óxidos, hidróxidos metais nativos
Sublinhado simples: sulfetos
Sublinhado duplo: carbonatos, sulfatos, tungstatos

ASSOCIAÇÃO MINERALÓGICA (minerais-minério sublinhado)

NiCu : Pirrotita + calcopirita + pentlandita + ilmenita + grafita
pi : pirita + quartzo + grafita
Alg : agalmatolito + cianita

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.

### INDÍCIOS INDIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

INDÍCIOS GEOQUÍMICOS

Anomalia de 1ª ordem: $Cu_1$
Anomalia de 2ª ordem: $Cu_2$

Zonas Anômalas

Cu2 – em sedimento de corrente para cobre (Cu), chumbo (Pb), lantânio (La), ítrio (Y), boro (B), cromo (Cr), arsênio (As), zinco (Zn), cobalto (Co), ambligonita (amb), zircônio (Zr).

Estações Anômalas

- em concentrado de bateia para cassiterita (Cs), ouro (Au), vanádio (), rutilo (rt), pirita (pi).
- em sedimento de corrente para arsênio (As), berílio (Be), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B), vanádio (V), chumbo (Pb), níquel (Ni), cromo (Cr), cobalto (Co), rutilo (rt), zircônio (Zr), lantânio (La), pirita (pi), bário (Ba), ítrio (Y), molibidênio (Mo), nióbio (Nb), volfrânio (W).

INDÍCIOS GEOFÍSICOS

- Contorno de zona magnética anômala
- Contorno de zona radiométrica anômala

OUTROS INDÍCIOS

Petrográficos:

- PG – Pegmatito
- QZ – Veio de quartzo

### DADOS ECONÔMICOS

TAMANHO: grande, médio, pequeno

SITUAÇÃO ATUAL: 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 prováveis e possíveis raridade de indícios diretos de mineralizações e presença de indícios indiretos.

POTENCIAL: contexto geológico favorável, identificação e/ou continuidade de metalotectos possíveis. Presença de indícios indiretos de mineralizações. Ausência de indícios diretos.

### CARACTERÍSTICAS

ÁREA I – Indícios de mineralizações de cobre (pirrotita, calcopirita, pentlandita e ilmenita) disseminados em metagabros e granada gnaisses. Ocorrência de manganês associado a gonditos.
Indícios geoquímicos com zonas anômalas de primeira e segunda ordem para Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, As, V, Zr e estações anômalas de Mo, W, Ni, Cr, Co. Área individualizada como possível para sulfetos, provavelmente associados a remobilizações e concentrações em zonas de cisalhamento que cortam estas rochas.

ÁREA II – Engloba estações anômalas de cassiterita em concentrados de bateia, indícios indiretos de sedimento de corrente para Ni, Pb, As e V, bem como anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordem para Cu, Zn, Pb, Cr e As. Ocorrência de agalmatolito cianítico. A área foi individualizada como potencial para mineralizações de cassiterita em zonas de cisalhamento e sulfetos de Cu, Ni, Zn e Pb associados as rochas do Complexo Granulítico e da Seqüência Metavulcanossedimentar de Silvânia. As mineralizações potenciais de ouro são indicadas pela presença de As e provavelmente podem ocorrer associado as zonas de cisalhamento que cortam estas rochas. Exibe excelente potencial para agalmatolito cianítico.

ÁREA III – Estações anômalas de cassiterita em concentrado de bateia e estações de sedimento de corrente anômalas em La, Y, Zr e anomalias geoquímicas de segunda ordem de Zn, Ni e Cr.

ÁREA IV – Zonas de cisalhamento com ocorrências de pegmatitos, estações anômalas de cassiterita em concentrado de bateia, anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordem para Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, As e estações de sedimento de corrente anômalas de B, Ba, Y, Zr. Anomalias geofísicas de radiometrias em torno de 500 cps. Apresenta-se como área potencialmente favorável para cassiterita e sulfetos associados a zonas de cisalhamento.

ÁREA V – Estação anômala para ouro e pirita em amostra de concentrado de bateia, relacionada os mica xistos da Unidade D do Grupo Araxá Sul de Goiás.

ÁREA VI – Anomalia geoquímica de segunda ordem As, Zn e indícios de mineralizações de pirita disseminada em clorita-grafita-moscovita-quartzo xisto que são potencialmente favoráveis a mineralizações auríferas.

ÁREA VII – Indícios de mineralizações de pirita disseminada em clorita-grafita-moscovita-quartzo xistos, anomalias geoquímicas de primeira e segunda ordem, de As, Cu, Pb, Zn e Co. Apresentando potencialidade em mineralizações de ouro e sulfetos.

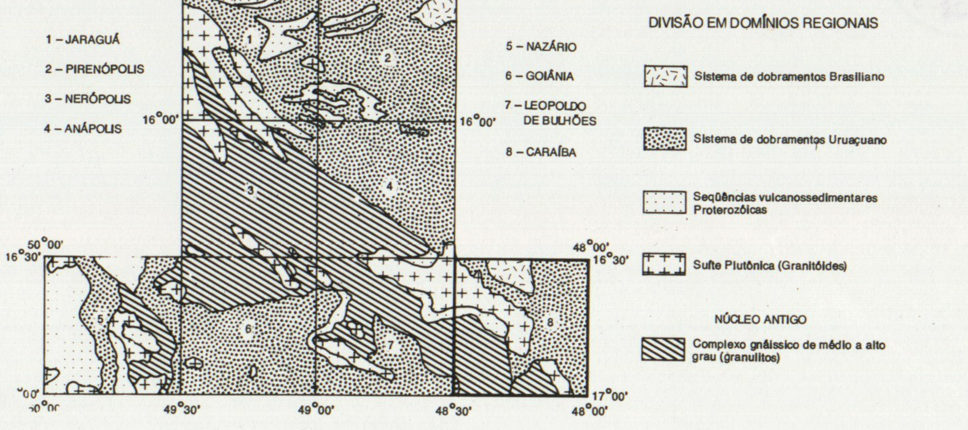
### DISCRIMINAÇÃO DOS METALOTECTOS

| ÁREAS | INDÍCIOS DE MINERALIZAÇÕES | METALOTECTOS – COMPROVADOS | METALOTECTOS – PROVÁVEIS | METALOTECTOS – POSSÍVEIS |
|---|---|---|---|---|
| I | Cu, Pb, Zn, Mn (Ni, Cr, Co, As, V) | Metagabros e granada gnaisse (pirrotita, calcopirita, pentlandita e ilmenita). | Anomalias geoquímicas (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co, As, V). | Zonas de cisalhamento de alto ângulo com retrometamorfismo hidrotermal. |
| II | Cassiterita Agalmatolito (Ni, Pb, As, Cu, Zn) | Agalmatolito. | Veios pegmatóides (cassiterita em concentrato de bateia). | Zona de cisalhamento e granitóides associados. |
| III | Cassiterita La, Y, Z, Ni, Cr, Zn) | | Periferia de intrusão de moscovita, biotita, granito (cassiterita em concentrado de bateia). | Zonas de fraturas/falhas, veios pegmatóides. |
| IV | Cassiterita (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr) (B, Ba, Y, Zr, As) | | Veios pegmatíticos (cassiterita em concentrado de bateia). | Zonas de cisalhamento. |
| V | Ouro | | Xistos grafitosos. | Zona de cisalhamento. |
| VI | Ouro (As, Zn) | | Xistos grafitosos. | Possível controle estratigráfico, zona de cisalhamento. |
| VII | Ouro (As, Cu, Pb, Zn. Co) | | Xistos grafitosos. | Possível controle estratigráfico, zona de cisalhamento. |

### LISTAGEM DE JAZIMENTOS MINERAIS

| Nº DE REFERÊNCIA | SUBSTÂNCIA MINERAL | LOCAL | ROCHAS ENCAIXANTES/HOSPEDEIRA E/OU ASSOCIADA | DADOS ECONÔMICOS |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Cobre | Rio do Peixe | Metagabro | |
| 2 | Cobre | Córrego Taquaral | Granada Gnaisse | |
| 3 | Manganês | Ribeirão Santo Inácio | Gondito | |
| 4 | Agalmatolito | Fazenda Saturno | Moscovita quartzo xisto | |
| 5 | Agalmatolito | Fazenda Chaves | Moscovita quartzo xisto | Rtot – 312.971t de Agalmatolito |
| 6 | Agalmatolito | Fazenda Lázaro | Moscovita quartzo xisto | |
| 7 | Areia | Rio dos Patos | Aluviões | |
| 8 | Areia | Rio Piracanjuba | Aluviões | |
| 9 | Areia | Rio Piracanjuba | Aluviões | |
| 10 | Areia | Rio Corumbá | Aluviões | |
| 11 | Calcário | Fazenda Japecanga | Moscovita quartzo xisto | |
| 12 | Calcário | Ribeirão Quilombo | Moscovita quartzo xisto | |
| 13 | Calcário | Ribeirão Santo Antônio | Moscovita quartzo xisto | |
| 14 | Quartzito | Fazenda Quilombo | Moscovita quartzo xisto | |
| 15 | Argila | Córrego Estiva | Aluviões | |
| 16 | Manganês | Ribeirão Santana | Granada Gnaisse | |
| 17 | Manganês | Córrego Fundo | Sericita-clorita-moscovita quartzo xisto | |
| 18 | Granito | Fazenda Pedreira | Biotita gnaisse granítico | |
| 19 | Quartzito | Maniratuba | Moscovita quartzo xisto | |
| 20 | Pirita | Córrego Barreiro | Clorita-grafita-moscovita quartzo xisto | |
| 21 | Pirita | Córrego Romão | Clorita- grafita-moscovita-quartzo xisto | |
| 22 | Pirita | Córrego Canoa | Grafita-moscovita-quartzo xisto | |
| 23 | Pirita | Córrego Capoeirinha | Clorita-grafita-moscovita quartzo xisto | |
| 24 | Pirita | Córrego Buriti | Clorita-grafita-moscovita quartzo xisto | |
| 25 | Pirita | Rio Corumbá | Clorita-grafita-moscovita quartzo xisto | |
| 26 | Pirita | Córrego do Brite | Grafita-moscovita-quartzo xisto | |
| 27 | Pirita | Ribeirão São Sebastião | Clorita-moscovita grafita quartzo xisto | |
| 28 | Turfa | Ribeirão São Bento | Aluviões | |

Rtot = Reserva medida + indicada.

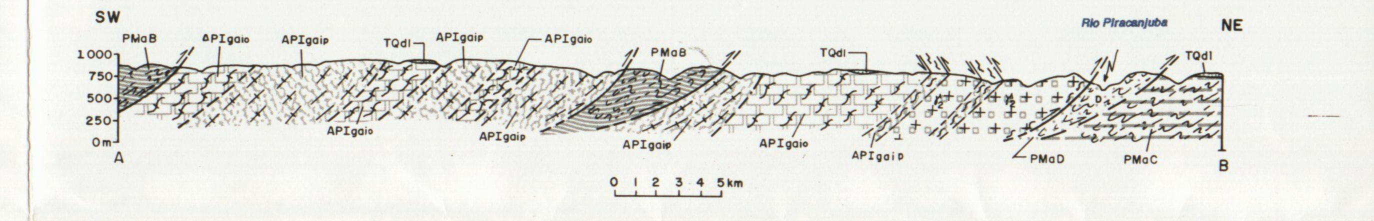



DIVISÃO EM DOMÍNIOS REGIONAIS

- Sistema de dobramentos Brasiliano
- Sistema de dobramentos Uruaçuano
- Seqüências vulcanossedimentares Proterozóicas
- Suíte Plutônica (Granitóides)

NÚCLEO ANTIGO

- Complexo gnáissico de médio a alto grau (granulitos)



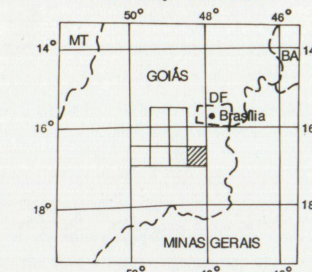

| GEOCRONOLOGIA – ERA | GEOCRONOLOGIA – PERÍODO m.a. | CICLO TECTÔNICO m.a. | UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA | | SIMBOLOGIA | ROCHAS | METAMORFISMO | LITOAMBIÊNCIA | POTENCIALIDADE ECONÔMICA | PLUTONISMO | MAGMATISMO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | SUL ATLANTIANO | DEPÓSITOS ALUVIONARES | | Qa | Aluviões recentes arenosas e areno-argilosas, areias com níveis de cascalhos e pequenas turfeiras associadas. | – | Leitos de rios, ribeirões, córregos e lagoas. | Ouro, cassiterita, rutilo, ilmenita, areia, argila e turfa. | | |
| CENOZÓICO | –1,8– | –22– | COBERTURAS TERCIO-QUATERNÁRIAS | COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS | TQdl | Coberturas detrito-arenosas-argilosas, de latossolos com ou sem desenvolvimento de crosta laterítica. | – | Depósitos elúvio-coluvionares. | Ouro, cassiterita, rutilo, cianita e material para fundação. | | |
| CENOZÓICO | TERCIÁRIO | | COBERTURAS TERCIO-QUATERNÁRIAS | SEDIMENTOS TERCIÁRIOS CONTINENTAIS | Tc | Sedimentos argilosos, siltico-arenosas, laterizados ou não, de coloração rósea avermelhada, exibindo perfurações de organismos. | – | Sedimentos continentais, lagunares, laterizados. | – | | |
| MESOZÓICO | –65– –141– JURÁSSICO –195– –230– | –195– | INTRUSÕES BÁSICAS | | Jdb | Diques de diabásio. | – | Fraturas de distenção no início da abertura do Atlântico. | Material de construção. | | Jdb |
| PROTEROZÓICO | –570– SUPERIOR | –570– BRASILIANO –700– | GRUPO PARANOÁ | | PSpa, qt | Metarenito, metargilitos, e metassiltitos com intercalações métricas de metarenitos conglomeráticos, metarcósios, e metarenitos piritosos com estratificação cruzada plano-paralela, metarritimitos argilosos (metaglitos, metanilitos). | Facies xisto verde baixo (Zona da clorita). | Sedimentos plataformais ambiente de leque Deltáico Marinho raso. | Manganês. | | |
| PROTEROZÓICO | SUPERIOR | –900– | GRANITÓIDE | | γ3 | Biotita moscovita metagranito, metagranodiorito pegmatóide, greisen "e pegmatitos (pg) associados a zonas de cisalhamento" | Facies xisto verde alto. | Granito crustal tipo I/SC, leucocrático não depletado Sincolisional/Sinorogênico. | Cassiterita, Be, La, Y e Zr. | γ3 | |
| PROTEROZÓICO | –1,000– MÉDIO | URUAÇUANO | GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS PMa | UNIDADE D | PMaD, xgf, fi, cc, qt | Moscovita-quartzo xistos, moscovita-clorita-quartzo-xisto, clorita-grafita-moscovita-quartzo xisto piritosos (xgf), clorita-moscovita xistos, filitos grafitosos (fi), serivita quartzitos (qt) e subordinadamente lentes de meta-calcário (cc), clorita xistos e magnetita-moscovita xistos. | Facies xisto verde baixo. | Sedimentos plataformais ambiente litorâneo. | Ouro, arsênio, cobre, chumbo, zinco e manganês. | | |
| PROTEROZÓICO | MÉDIO | URUAÇUANO | GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS PMa | UNIDADE C | PMaC | Calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-moscovita xisto feldspático, calci-clorita moscovita xisto, com intercalações de grafita-moscovita-quartzo xistos e lentes de metacalcário (cc). | Facies xisto-verde médio. | Sedimentos grauvaqueanos composição int. provenância granodiorítica-ambiente tipo Margem Ativa. | Ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco. | | |
| PROTEROZÓICO | MÉDIO | URUAÇUANO | GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS PMa | UNIDADE B | PMaB, qt | Moscovita xisto, moscovita-quartzo xisto, biotita-moscovita-quartzo-xisto, granada-moscovita-quartzo xisto, com intercalações de moscovita-quartzito (qt) e subordinadamente clorita-moscovita xisto, granada-biotita xisto e clorita xisto. | Facies xisto-verde alto. | Sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltáico. | – | | |
| PROTEROZÓICO | MÉDIO | –1,300– | GRANITÓIDE | | γ2 | Biotita metagranito profirítico, metagranodioritos e metatonalitos. | Facies anfibolito baixo. | Crustal calci-alcalino K2O/Na2O 1 leuco a mesocrático Tipo I – M (híbrido). | Sn, B, Ba, Y, Zr, Mo, material p/ revestimento. | γ2 | |
| PROTEROZÓICO | –1,800– INFERIOR | –1,900– TRANSAMAZÔNICO | SEQUÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA | UNIDADE METASSEDIMENTAR MISTA | PlvssB, qt, xt, alg | Quartzo-mica xistos, moscovita quartzo xisto; moscovita-cianita quartzo xisto, clorita quartzo xisto, biotita-granada moscovita xisto, moscovita xisto com intercalações de quartzito (qt). Ocorrem ainda moscovita-cianita quartzo xisto (xt) com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito cianítico e pirofilítico (alg). Associam-se ainda grafita xistos e clorita quartzo xisto. | Facies xisto-verde alto (Zona de granada). | Grauvacas intermediárias (tipo 2) com 68 – 74% $SiO_2$ e $K_2O/Na_2O$ 1, com componentes vulcânicos. Ambiente tipo margem continental ativo. | Agalmatolito cianita, ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco. | | |
| PROTEROZÓICO | INFERIOR | –2,000– JEQUIÉ | GRANITÓIDE | | γ1 | Metagranitóides γ1 metatonalitos, metagranodioritos, metagranitos, granada granitóides, augen granitóides foliados às vezes com estrutura gnáissica e restitos de rochas supracrustais granulitizadas. | Facies anfibolito. | Calcio-álcalino baixo K, origem crustal tipo I-MC/I-WC crosta interior. | Pegmatitos, cassiterita, monazita, titanita (Pb, Zn, La, Y, B, Zr). | γ1 | |
| PROTEROZÓICO | INFERIOR | JEQUIÉ | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU | GRANULITOS PARADERIVADOS | APIgaip | Granulitos paraderivados: gnaisses silico-aluminosos (quartzo-granadíferos) granada gnaisses, biotita granada gnaisses, cianita granada gnaisse, granada quartzito, gonditos. Intercalam-se tectônica e subordinadamente granulitos ortoderivados (anfibolitos e metagrabróides). | Facie anfibolito alto – Metamorfismo Progradante – Média pressão (6 a 8kb) – Alta temperatura (750-850°C) – Metamorfismo Retrógrado > $H_2O$ < T – Facie xisto-verde baixo | Sedimentos clásticos (pelitos, a arenopelíticos e químicos. Ambiente estável evoluindo p/ margem continental ativa. | Manganês. | | |
| ARQUEANO | –2,500– SUPERIOR | –2,500– | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU | GRANULITOS ORTODERIVADOS | APIgaio | Granulitos Ortoderivados: enderbitos e charnoenderbitos, metagabros, metanoritos, metanortositos, anfibolitos e metapiroxenitos com seus derivados transformados em talco xistos, talco tremolita xistos (tx). Intercalam-se tectônica e subordinadamente granulitos paraderivados (gnaissessílico-aluminosos). | Facies Granulito | Magma basáltico toleítico c/ leve tendência-cálcio-álcalina. "Margem Continental Ativa - Faixa móvel." | Níquel, cromo, cobalto, titânio, vanádio, cobre, zinco, platinóides. | | |

* Dados geocronológicos-isócrona de referência tonalito JV–R–12 (Rb/Sr) 1.300 ± 100 m.a. com razão inicial 0.7105 ± 0,0012.

- Contato
- Contato aproximado
- Contato transicional ou gradativo
- Contato aproximado obtido por magnetometria
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha fratura ou zona de cisalhamento
- Falha ou zona de cisalhamento aproximada
- Falha transcorrente sinistral
- Falha transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento
- Povoado e outras localidades
- Fazenda
- Estrada pavimentada
- Zona de cisalhamento contracional
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento transcorrente compressional aproximada quando tracejado
- Antiforme normal com caimento e eixo inclinado
- Sinforme normal com caimento e eixo inclinado
- Sinforme invertido com caimento indicado
- Antiforme invertido com caimento indicado
- Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
- Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
- Anticlinório
- Lineamento estrutural
- Acamamento com mergulho indicado
- Acamamento com mergulho medido
- Foliação com mergulho medido
- Foliação com mergulho indicado
- Foliação $S_2$ com mergulho medido
- Foliação milonítica com mergulho medido
- Lineação B com caimento medido
- Lineação B com caimento indicado
- Estrada de ferro
- Caminho
- Lineação B da segundo fase (Lb2)
- Lineação de estiramento horizontal
- Lineação de estiramento com caimento medido
- Lineação de estiramento com representação do movimento transcorrente dextral
- Lineação de estiramento com representação do sentido do movimento tangencial: mergulho acima (dip-up)
- Junta de cisalhamento vertical
- Junta de cisalhamento com mergulho medido
- Minidobras e mesodobras assimétricas
- Veio de quartzo
- Perfil geológico
- Curso de água permanente
- Curso de água periódico

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–VI, Caraíba, 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: 19°22'W. Cresce 9' 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, Marília Gomes dos Santos, Carlos Alberto da Silva Copolilio e Maria Luiza Poucinho.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento S/A.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA




# PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

# CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
# FOLHA CARAÍBA

ESCALA 1: 100 000

2 km 0 2 4 6 km

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1994

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

| 49°00' – 48°30' | 48°30' – 48°00' | 48°00' – 47°30' |
|---|---|---|
| ANÁPOLIS SE.22-X-B-II | GAMA SE.22-X-B-III | LUZIÂNIA SE.23-V-A-I |
| LEOPOLDO DE BULHÕES SE.22-X-B-V | CARAÍBA SE.22-X-B-VI | CRISTALINA SE.23-V-A-IV |
| CRISTIANÓPOLIS SE.22-X-D-II | PIRES DO RIO SE.22-X-D-III | CAVALEIROS SE.23-V-C-I |

(Latitudes: 16°00', 16°30', 17°00', 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.
Coordenação na Superintendência Regional de Goiânia: Gilberto Scislewski.
Técnicos responsáveis por esta folha:
Metalogenia: Joffre Valmório de Lacerda Filho.
Geoquímica: Renato Sales de Andrade.
Geofísica: Murilo Machado Pinheiro.
Cadastramento Mineral: Joffre Valmório de Lacerda Filho.
Para a compilação deste tema foi utilizado, como base, o mapa geológico desta folha.

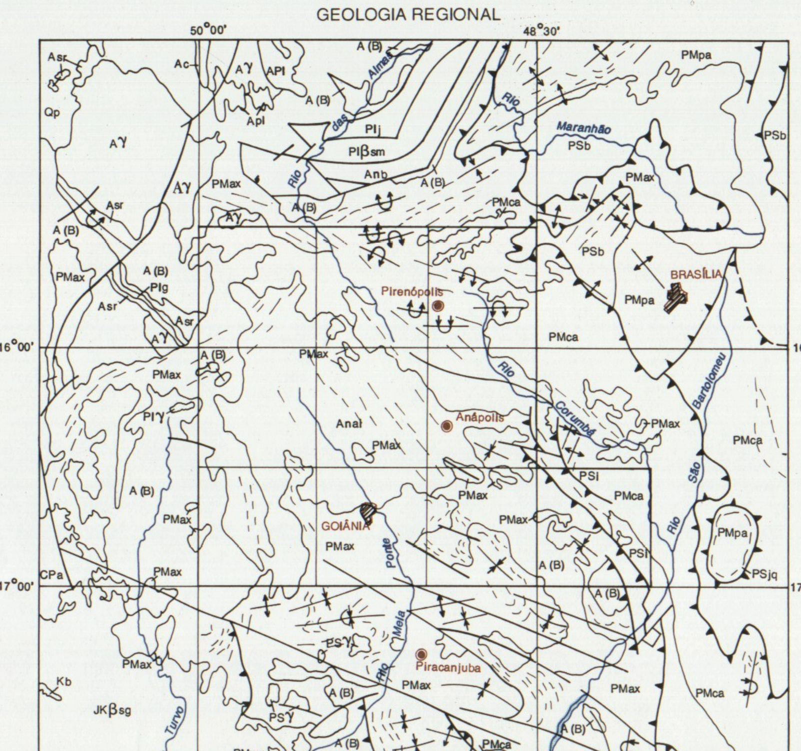
CARTA GEOLÓGICA
FOLHA CARAÍBA, SE.22-X-B-VI
ESCALA 1:100 000 – DNPM, 1992

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

CARAÍBA

SE.22-X-B-VI

## 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

PIγ – Complexo diferenciado máfico-ultramáfico de Americano do Brasil
PIg – Seqüência Goiás
PIβsm – Complexo diferenciado gabro-anortosístico-Serra da Malacacheta
PIj – Seqüência vulcano-sedimentar de Juscelândia

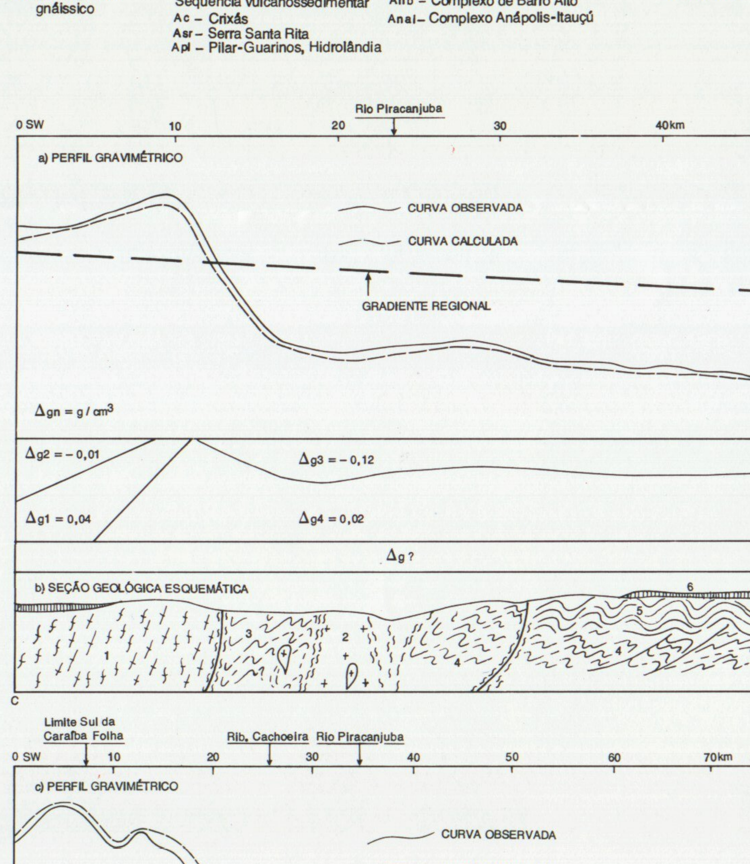
ARQUEANO

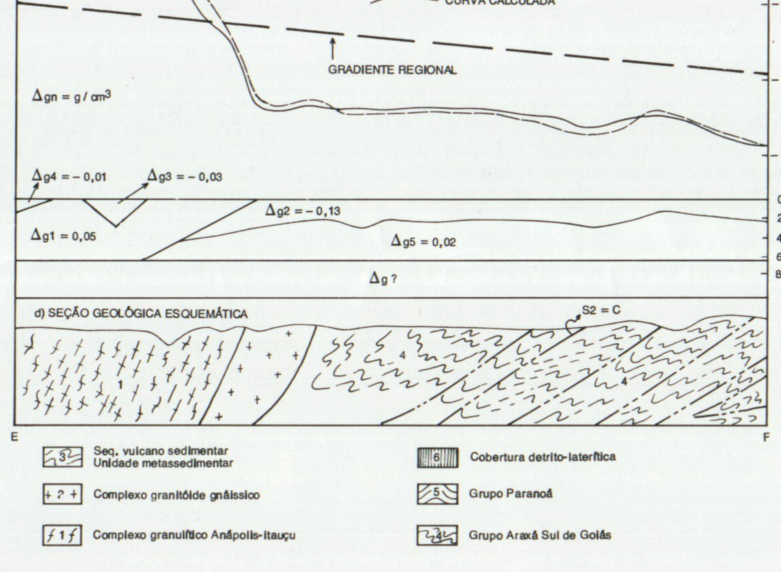
A(B) – Complexo granito gnáissico

Seqüência vulcanossedimentar
Ac – Crixás
Asr – Serra Santa Rita
Apl – Pilar-Guarinos, Hidrolândia

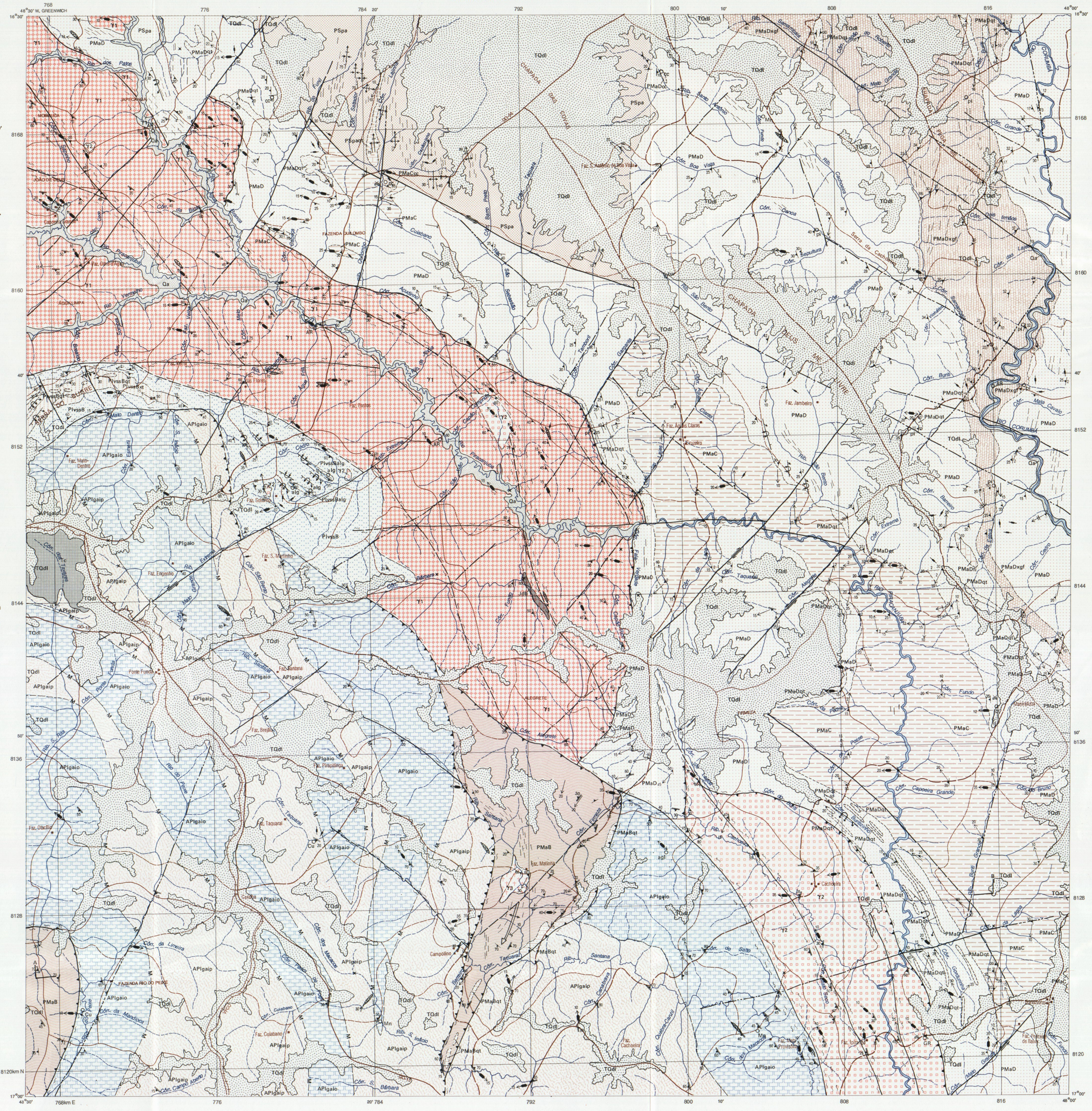
Anb – Complexo de Barro Alto
Anai – Complexo Anápolis-Itauçú

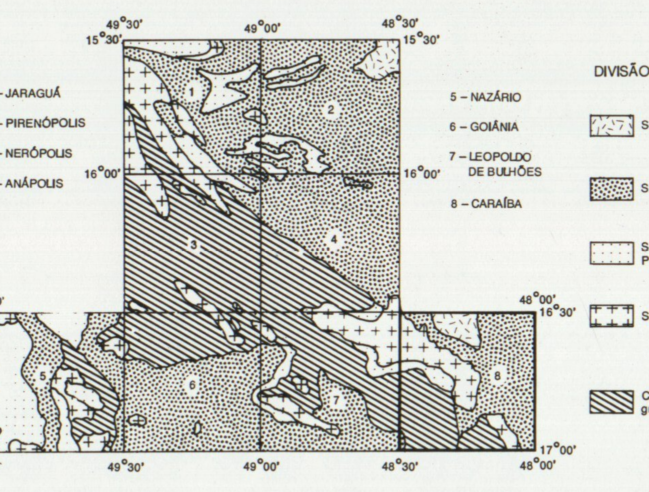
Aγ – Granitóides




S2 – Seq. vulcano sedimentar, Unidade metassedimentar
6 – Cobertura detrito-laterítica
+ ? + – Complexo granitóide gnáissico
5 – Grupo Paranoá
f 1 f – Complexo granulítico Anápolis-Itauçu
4 – Grupo Araxá Sul de Goiás



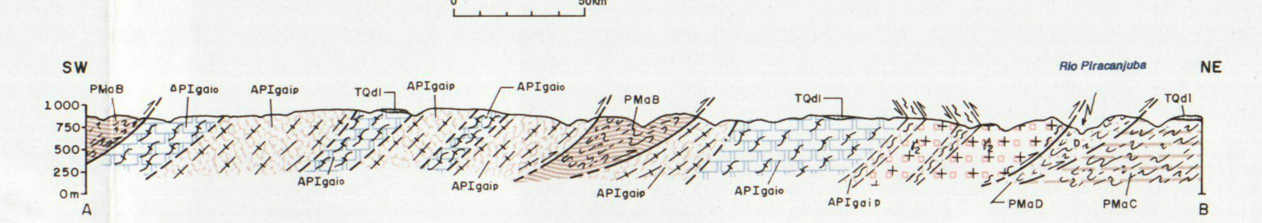




DIVISÃO EM DOMÍNIOS REGIONAIS

- Sistema de dobramentos Brasiliano
- Sistema de dobramentos Uruaçuano
- Seqüências vulcanossedimentares Proterozóicas
- Suíte Plutônica (Granitóides)

NÚCLEO ANTIGO

- Complexo gnáissico de médio a alto grau (granulitos)




| ERA | PERÍODO m.a. | CICLO TECTÔNICO m.a. | UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA | SIMBOLOGIA | ROCHAS | METAMORFISMO | LITOAMBIÊNCIA | POTENCIALIDADE ECONÔMICA | PLUTONISMO | MAGMATISMO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | | DEPÓSITOS ALUVIONARES | Qa | Aluviões recentes arenosas e areno-argilosas, areias com níveis de cascalhos e pequenas turfeiras associadas. | – | Leitos de rios, ribeirões, córregos e lagoas. | Ouro, cassiterita, rutilo, ilmenita, areia, argila e turfa. | | |
| | 1,8 | 22 | COBERTURAS TERCIO-QUATERNÁRIAS – COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS | TQdl | Coberturas detrito-arenosas-argilosas, de latossolos com ou sem desenvolvimento de crosta laterítica. | – | Depósitos elúvio-coluvionares. | Ouro, cassiterita, rutilo, cianita e material para fundação. | | |
| | TERCIÁRIO | SUL ATLANTIANO | SEDIMENTOS TERCIÁRIOS CONTINENTAIS | Tc | Sedimentos argilosos, siltico-arenosas, laterizadas ou não, de coloração rósea avermelhada, exibindo perfurações de organismos. | – | Sedimentos continentais, lagunares, laterizados. | – | | |
| MESOZÓICO | 65 – 141 – JURÁSSICO – 195 – 230 | 195 | INTRUSÕES BÁSICAS | Jdb | Diques de diabásio. | – | Fraturas de distensão no início da abertura do Atlântico. | Material de construção. | | Jdb |
| PROTEROZÓICO | SUPERIOR 570 | 570 BRASILIANO 700 | GRUPO PARANOÁ | PSpa (qt) | Metarenito, metargilitos, e metassiltitos com intercalações métricas de metarenitos conglomeráticos, metarcósios, e metarenitos piritosos com estratificação cruzada plano-paralela, metarritimitos argilosos (metagilitos, metanilitos). | Facies xisto verde baixo (Zona da clorita). | Sedimentos plataformais ambiente de leque Deltáico Marinho raso. | Manganês. | | |
| | | 900 | GRANITÓIDE | γ3 | Biotita moscovita metagranito, metagranodiorito pegmatóide, greisen "e pegmatitos (pg) associados a zonas de cisalhamento" | Facies xisto verde alto. | Granito crustal tipo I/SC, lencocrático não depletado Sincolisional/Sinorogênico. | Cassiterita, Be, La, Y e Zr. | γ3 | |
| | MÉDIO 1.000 | URUAÇUANO | GRUPO ARAXÁ SUL DE GOIÁS PMa – UNIDADE D | PMaD (xgf, cc, fi, cc, qt) | Moscovita-quartzo xistos, moscovita-clorita-quartzo-xisto, clorita-grafita-moscovita-quartzo xisto piritosos (xgf), clorita-moscovita xistos, filitos grafitosos (fi), serivita quartzitos (qt) e subordinadamente lentes de meta-calcário (cc), clorita xistos e magnetita-moscovita xistos. | Facies xisto verde baixo. | Sedimentos plataformais ambiente litorâneo. | Ouro, arsênio, cobre, chumbo, zinco e manganês. | | |
| | | | UNIDADE C | PMaC | Calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-moscovita xisto feldspático, calci-clorita moscovita xisto, com intercalações de grafita-moscovita-quartzo xistos e lentes de metacalcário (cc). | Facies xisto-verde médio. | Sedimentos grauvaqueanos composição int. provenância granodiorítica-ambiente tipo Margem Ativa. | Ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco. | | |
| | | | UNIDADE B | PMaB (qt) | Moscovita xisto, moscovita-quartzo xisto, biotita-moscovita-quartzo-xisto, granada-moscovita-quartzo xisto, com intercalações de moscovita-quartzito (qt) e subordinadamente clorita-moscovita xisto, granada-biotita xisto e clorita xisto. | Facies xisto-verde alto. | Sedimentos plataformais tipo marinho raso a deltáico. | – | | |
| | 1.800 | 1.300 | GRANITÓIDE | γ2 | Biotita metagranito profirítico, metagranodioritos e metatonalitos. | Facies anfibolito baixo. | Crustal calci-alcalino $K2O/Na_2O$ 1 leuco a mesocrático Tipo I – M (híbrido). | Sn, B, Ba, Y, Zr, Mo, material p/ revestimento. | γ2 | |
| | INFERIOR | 1.900 TRANSAMAZÔNICO | SEQÜÊNCIA METAVULCANOSSEDIMENTAR DE SILVÂNIA – UNIDADE METASSEDIMENTAR MISTA | PIvssB (qt, xt, alg) | Quartzo-mica xistos, moscovita quartzo xisto; moscovita-cianita quartzo xisto, clorita quarizo xisto, biotita-granada moscovita xisto, moscovita xisto com intercalações de quartzito (qt). Ocorrem ainda moscovita-cianita quartzo xisto (xt) com intercalações de lentes e bolsões de agalmatolito cianítico e pirofilítico (alg). Associam-se ainda grafita xistos e clorita quartzo xisto. | Facies xisto-verde alto (Zona de granada). | Grauvacas intermediárias (tipo 2) com 68 – 74% $SiO_2$ e $K2O/Na_2O$ 1, com componentes vulcânicos. Ambiente tipo margem continental ativo. | Agalmatolito cianita, ouro, arsênio, cobre, chumbo e zinco. | | |
| | | 2.000 JEQUIÉ | GRANITÓIDE | γ1 | Metagranitóides γ1 metatonalitos, metagranodioritos, metagranitos, granada granitóides, augen granitóides foliados às vezes com estrutura gnáissica e restitos de rochas supracrustais granulitizadas. | Facies anfibolito. | Calcio-álcalino baixo K, origem crustal tipo I-MC/I-WC crosta inferior. | Pegmatitos, cassiterita, monazita, titanita (Pb, Zn, La, Y, B, Zr). | γ1 | |
| | 2.500 | 2.500 | COMPLEXO GRANULÍTICO ANÁPOLIS-ITAUÇU – GRANULITOS PARADERIVADOS | APIgaip | Granulitos paraderivados: gnaisses silico-aluminosos (quartzo-granadíferos) granada gnaisses, biotita granada gnaisses, cianita granada gnaisse, granada quartzito, gonditos. Intercalam-se tectônica e subordinadamente granulitos ortoderivados (anfibolitos e metagrabróides). | Facie anfibolito alto / Facie xisto-verde baixo; Metamorfismo Progradante Média pressão (6 a 8kb) Alta temperatura (750-850°C); Metamorfismo Retrógrado $>H_2O<T$ | Sedimentos clásticos (pelitos, a arenopelíticos e químicos. Ambiente estável evoluindo p/ margem continental ativa. | Manganês. | | |
| ARQUEANO | SUPERIOR | | GRANULITOS ORTODERIVADOS | APIgaio | Granulitos Ortoderivados: enderbitos e charnoenderbitos, metagabros, metanoritos, metanortositos, anfibolitos e metapiroxenitos com seus derivados transformados em talco xistos, talco tremolita xistos (tx). Intercalam-se tectônica e subordinadamente granulitos paraderivados (gnaissessilico-aluminosos). | Facies Granulito | Magma basáltico toleítico c/ leve tendência-cálcio-alcalina. "Margem Continental Ativa - Faixa móvel." | Níquel, cromo, cobalto, titânio, vanádio, cobre, platinóides. | | |

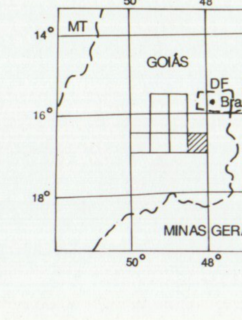
* Dados geocronológicos-isócrona de referência tonalito JV–R–12 (Rb/Sr) 1.300 ± 100 m.a. com razão inicial 0.7105 ± 0,0012.

- Contato
- Contato aproximado
- Contato transicional ou gradativo
- Contato aproximado obtido por magnetometria
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha fratura ou zona de cisalhamento
- Falha ou zona de cisalhamento aproximada
- Falha transcorrente sinistral
- Falha transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento
- Zona de cisalhamento contracional
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento transcorrente compressional aproximada quando tracejado
- Antiforme normal com caimento e eixo inclinado
- Sinforme normal com caimento e eixo inclinado
- Sinforme invertido com caimento indicado
- Antiforme invertido com caimento indicado
- Anticlinório
- Lineamento estrutural
- Acamamento com mergulho indicado
- Acamamento com mergulho medido
- Foliação com mergulho medido
- Foliação com mergulho indicado
- Foliação $S_2$ com mergulho medido
- Foliação milonítica com mergulho medido
- Perfil geológico
- Lineação B com caimento medido
- Lineação B com caimento indicado
- Lineação B da segunda fase (Lb2)
- Lineação de estiramento horizontal
- Lineação de estiramento com caimento medido
- Lineação de estiramento com representação do movimento transcorrente dextral
- Lineação de estiramento com representação do sentido do movimento tangencial: mergulho acima (dip-up)
- Junta de cisalhamento vertical
- Junta de cisalhamento com mergulho medido
- Minidobras e mesodobras assimétricas
- Veio de quartzo
- Garimpo inativo
- Afloramento descrito
- Ocorrência mineral
  - Au – ouro
  - Cu – cobre
  - Mn – manganês
  - agl – argila
  - alg – agalmatolito cianítico
  - AR – areia
  - cc – calcário
  - cs – cassiterita
  - GR – granito
  - pg – pegmatito
  - pi – pirita
  - qt – quartzito
  - rt – rutilo
  - Tur – turfa
- Povoado e outras localidades
- Fazenda
- Estrada pavimentada
- Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
- Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
- Estrada de ferro
- Caminho
- 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–VI, Caraíba, 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: 19°22'W. Cresce 9' 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, Marília 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 CARAÍBA

ESCALA 1: 100 000

2 km 0 2 4 6 km

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1994

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

| | | |
|---|---|---|
| ANÁPOLIS SE.22-X-B-II | GAMA SE.22-X-B-III | LUZIÂNIA SE.23-V-A-I |
| LEOPOLDO DE BULHÕES SE.22-X-B-V | CARAÍBA SE.22-X-B-VI | CRISTALINA SE.23-V-A-IV |
| CRISTIANÓPOLIS SE.22-X-D-II | PIRES DO RIO SE.22-X-D-III | CAVALEIROS SE.23-V-C-I |

(49°00' – 48°30' – 48°00' – 47°30'; 16°00' – 16°30' – 17°00' – 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: Joffre Valmório de Lacerda Filho.
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.