

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**GEOLOGIA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DA REGIÃO  
DE NOVA ERA, EXTREMO NE DO QUADRILÁTERO  
FERRÍFERO/MG**

Lúcia Baroni Guarnieri

Orientador: Prof. Dr. Johann H. D. Schorscher

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-2001/24)

SÃO PAULO  
2001



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**GEOLOGIA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DA REGIÃO DE NOVA  
ERA, EXTREMO NE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO/MG**

**LÚCIA BARONI GUARNIERI**



DISCIPLINA 0440500 - TRABALHO DE FORMATURA

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Johann Hans Daniel Schorscher

J. H. Schorscher

Prof. Dr. Rainer A. Schultz- Güttler

R. A. Schultz- Güttler

Profa. Dra. Gianna Maria Garda

Gianna Maria Garda



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**INSTITUTO DE GEOLOGIA**

**TRABALHO DE FORMATURA 24/2001**

**GEOLOGIA E EVOLUÇÃO CRUSTAL DA REGIÃO DE NOVA ERA, EXTREMO NE DO  
QUADRILÁTERO FERRÍFERO/MG.**

**Aluna: Lúcia Baroni Guarnieri**



**Orientador: Prof. Dr. J. Hans D. Schorscher**

**NOV/2001**

**DEDALUS - Acervo - IGC**



**30900009846**



6416  
LB.8

INSTITUTO DE GEOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA DE CARLOS CHALCABU

INSTITUTO DE FÍSICA DE CARLOS CHALCABU  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



INSTITUTO DE FÍSICA DE CARLOS CHALCABU

INSTITUTO DE FÍSICA DE CARLOS CHALCABU

INSTITUTO

DOAÇÃO COMISSÃO DE TRABALHO DE FORMATURA
Data: 15 / 02 / 02



*Dedico o meu profundo agradecimento a  
todos aqueles que me apoiaram  
e ajudaram durante o  
processo de construção  
deste trabalho.*



## Índice

### *Abstract*

### Resumo

I.	Introdução.....	1
II.	Localização e Acesso .....	2
III.	Metas e Objetivos .....	2
IV.	Trabalhos Prévios .....	3
	IV.1 Evolução Regional .....	3
	IV.2 Geologia da Região de Nova Era .....	4
V.	Materiais e Métodos .....	5
	V.1 Trabalhos Preliminares .....	7
	V.2 Trabalho de Campo e Amostragem .....	8
	V.3 Trabalhos Laboratoriais .....	8
VI.	Desenvolvimento dos Trabalhos .....	10
	VI.1 Estudos Integrados Geológicos Litoestruturais .....	10
	VI.1.1 Litologias/Grupos Litológicos Mapeados .....	10
	VI.1.2 Estruturação da Área .....	13
	VI.1.3 Descrição das Estruturas Observadas em Campo..	14
	VI.2 Estudos Laboratoriais .....	16
	VI.2.1 Análise Estrutural .....	16
	VI.2.2 Estudo petrográfico Macroscópico das Amostras .....	18
	VI.2.3 Estudo Microscópico Petrográfico-metamórfico .....	18
	VI.2.4 Geoquímica .....	22
	VI.2.5 Química Mineral .....	25
VII.	Resultados Obtidos .....	31
VIII.	Interpretações e Discussões dos Resultados .....	34
IX.	Bibliografia .....	36

### Anexos



## *Abstract*

*The Nova Era region, in the extreme NE of the Quadrilátero Ferrífero, MG, Brazil, was studied with field-geological and laboratory petrographical, lithogeochemical and microprobe mineral-chemistry methods, aiming at its petrogenesis and Precambrian crustal evolution. The region is a medium to high grade metamorphic terraine in the transition zone São Francisco Craton-Atlântico Mobile Belt, of polycyclical Archean through Neoproterozoic/Eopalaeozoic evolution. Mapped lithological units are: Borrachudos Metagranitoids (GB) grading with progressive deformation and metamorphism into Fluorite-bearing Foliated Metagranitoids (MGF), often within contiguous granitoid bodies; Monlevade Gneiss (GnM) of remnants of an Archean metavolcano-sedimentary sequence comprising felsic, amphibolitic, metapelitic, calcsilicate, BIF and ultramafic lithofacies; Heterogeneous Banded Gneiss (GnH), a migmatized biotite gneiss with rose microcline mobilisates in veins and layers, occurring at the tectonic contact of GnM with GB/MGF; Quartzitic Units, and isolated diabase dikes and plugs. Regional structuring is controlled by subparallel NNE-SSW thrust faults dipping at low-angles to WNW characterising a zone of back-thrusting within a collisional system of frontal imbrication. Younger recurrent faults and fractures are strongly influencing the regional morphology and drainage pattern. S<sub>1</sub>-foliation of the main proterozoic regional metamorphic event dips at low angles to NW except for areas of local disturbance through diverging faulting and folding. This progressive regional metamorphism of amphibolite facies rank varies from the garnet and staurolite zone at W to the staurolite-out cordierite +sillimanite-in zone at E. It was followed at a later time by regional retrograde metamorphism of greenschist facies rank.*



## Resumo

A região de Nova Era, localizada no extremo NE do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, foi estudada com métodos de campo, laboratoriais petrográficos, geoquímicos e de química mineral iniciais, visando contribuições à petrogênese e evolução crustal precambriana. A região insere-se na zona de transição Cráton São Francisco-Cinturão Móvel Atlântico, compreendendo terrenos metamórficos policíclicos de grau médio-alto, de evolução arqueana a neoproterozóica/eopaleozóica. As unidades litológicas mapeadas são: *Metagranitóides Borrachudos* (GB), transacionais para *Metagranitóides Folhados com Fluorita* (MGF) em função da deformação e metamorfismo progressivos, por vezes em um mesmo corpo; *Gnaiss Monlevade* (GnM), compreendendo restos de seqüências meta-vulcano-sedimentares arqueanas, apresentado fácies: félsicas, anfíbolíticas, metapelíticas, cálcio-silicáticas, de BIF e ultramáficas; *Gnaiss Bandado Heterogêneo* sendo um biotita gnaiss com mobilizados de microclínio róseo em veios e/ou níveis, ocorrendo no contato GnM com GB/MGF e Unidade Quartzítica. Subordinadamente ocorrem soleiras e diques de diabásio. A estruturação da área é marcada por falhamentos inversos NNE-SSW com mergulhos baixos para W-NW, caracterizando uma zona de retrocavalgamentos em um sistema de embricamento frontal. Falhas e fraturas poliativas exercem forte influência nos percursos das drenagens e na morfologia da região. A foliação metamórfica  $S_n$ , associada ao principal evento metamórfico proterozóico, mergulha com baixo ângulo para NW, localmente perturbada por falhas e dobras diversas. O metamorfismo principal progressivo de fácies anfibolito varia de W - *zona da granada e estaurolita* - para E - *estaurolita-out e cordierita + sillimanita in*, e foi seguido por retrometamorfismo de fácies xisto-verde.



## I. Introdução

A região de Nova Era esta localizada no extremo NE do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, na zona de transição do Cráton do São Francisco para Cinturão Móvel Atlântico (Figura 1). Possui cerca de 150 km<sup>2</sup> sendo constituído de rochas de evolução policíclica arqueana a neoproterozóica/eopaleozóica, por 3 ou 4 orogêneses superimpostas, representadas por continuações dos principais conjuntos litológicos arqueanos e proterozóicos do Quadrilátero Ferrífero: complexo TTG, *greenstone belt* Rio das Velhas, metagranitóides Borrachudos e supergrupo Minas, além de grupos litológicos menores que carecem de definições geológicas mais exatas. Como litotipos fanerozóicos ocorrem basaltos correlacionados ao magmatismo da Bacia do Paraná e produtos de intemperismo terciário-quaternário. Sob aspectos metalogenéticos tem-se mineralizações de ouro, esmeraldas e pegmatitos, sendo as rochas e mineralizações precambrianas metamórficas a polimetamórficas. O principal metamorfismo presente regional, progressivo de W para E, dessa borda do Cráton do São Francisco atingiu a região de Nova Era sob condições de fácies anfibolito com retrometamorfismo regional generalizado fraco eventualmente acompanhado de termometamorfismo local foi causado um último por evento tectono-termal atribuído ao ciclo Brasileiro (Inda et al., 1984; Schorscher, 1992).

Restos de seqüências supracrustais, metavulcano-sedimentares, do tipo *greenstone belt*, arqueana, do Supergrupo Rio das Velhas, ocorrem na região de pesquisa tornando-se estratigraficamente menos completas, mais deformadas e polimetamórficas, de grau médio a alto (Schorscher, 1975, 1992; Machado, 1998). Essas rochas que foram anteriormente compreendidas num conjunto litoestrutural denominado Gnaiss Monlevade (Reeves, 1966) são os enfoques deste trabalho. Foram estudadas em perfis selecionados com levantamentos lito-estruturais e estratigráficos de campo, escala 1:25.000, e com métodos laboratoriais petrográficos e geoquímicos iniciais (inclusive de química mineral por microsonda eletrônica), visando contribuições à petrogênese e evolução crustal precambriana. Este trabalho faz parte do projeto de pesquisas sobre evolução pré-cambriana na parte sudeste de Minas Gerais, em especial o Quadrilátero Ferrífero e terrenos adjacentes a leste desenvolvida pelo orientador, Prof. Dr. J. Hans D. Schorscher.



## II. Localização e Acesso

A região de Nova Era-MG situa-se no SE de Minas Gerais. Da capital estadual é alcançada pela BR-262, percorrendo-se 135 km (Figura 2). É cortada no sentido NE pela BR-262, pela via férrea Central do Brasil e pelo Rio Piracicaba. Existe ainda um grande número de estradas vicinais e secundárias asfaltadas e de terra, além de trilhas e drenagens ricas em afloramentos e que dão acesso a todas as partes da área o ano inteiro. O relevo da área é acentuado, entretanto, sem maiores acidentes.

## III. Metas e Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é o estudo geológico e petrográfico-metamórfico da região de Nova Era, que é uma parte do extremo NE do Quadrilátero Ferrífero - MG, a partir de levantamentos lito-estruturais e estratigráficos de campo, escala 1:25.000 e estudos laboratoriais petrográficos e geoquímicos iniciais. O alvo central é o Gnaiss Monlevade (Reeves, 1966), que representa continuações de metamorfismo progressivo e mais deformado do *greenstone belt* arqueano Rio das Velhas do Quadrilátero Ferrífero, em particular das seqüências metavulcano-sedimentares do Grupo Nova Lima e metavulcânicas ultramáficas do Grupo Quebra Osso, ocorrendo ainda gnaisses graníticos diversos e grupos litológicos menores até basaltos mesozóicos.

Objetiva ainda, dentro do contexto de um trabalho de formatura e sob aspectos acadêmico-científico, proporcionar ao aluno conhecimentos e experiências nos estudo de evolução crustal e petrometalogênese precambriana de terrenos policíclicos.



## IV. Trabalhos Prévios

### IV.1 Evolução Regional

A região maior da borda E-SE do Cráton do São Francisco e do Cinturão Móvel Atlântico onde se insere a região de Nova Era, são regiões clássicas da geologia precambriana do Brasil, existindo uma vasta literatura acumulada em mais de 200 anos de pesquisas geológicas, inter e multidisciplinares. Excede aos objetivos deste texto uma revisão integral da evolução dos conhecimentos geológicos. Portanto serão aqui mencionados brevemente alguns trabalhos de revisão já consagrados e outros de pesquisas recentes, que ilustram as principais linhas de pensamentos atuais.

A estruturação regional (Figuras 1 e 2) compreende associações de rochas graníticas, TTG-arqueanas, os metagranitóides Borrachudos e corpos intrusivos e terrenos de gnaisses graníticos ainda pouco conhecidos; o *greenstone belt* Rio das Velhas (Supergrupo Rio das Velhas) e metassedimentos dos supergrupos proterozóicos Minas, Espinhaço e São Francisco (Dorr, 1969; Inda *et al.*, 1984; Schorscher, 1992; entre outros).

A evolução geotectônica compreende no mínimo dois eventos orogênicos arqueanos um de alto grau ígneo e metamórfico que originou os terrenos TTG e o outro de baixo grau relativo a orogênese final do *greenstone belt* Rio das Velhas (revisão em Schorscher, 1992). No Proterozóico atuaram os ciclos Minas/Transamazônico (paleoproterozóico), Uruaçuano (Mesoproterozóico) e Brasileiro (mesoproterozóico a eopaleozóico) (Pflug e Renger, 1973; Almeida, 1976; Dorr, 1969; Herz, 1970; Schobbenhaus *et al.*, 1978, 1981/1995, 1984; Almeida e Hasui, 1984; Inda *et al.*, 1984; Brito Neves e Cordani, 1991; Söllner *et al.*, 1991; Pedrosa-Soares *et al.*, 1992, 1998; Schorscher, 1992; Teixeira *et al.*, 1990, 1996; Teixeira e Canzian, 1994, entre outros).

Sobre a Faixa Móvel Atlântica existem conceitos divergentes: (1) de retrabalhamentos ensiálicos com acreções juvenis variáveis; (2) de acreções na forma de arcos magmáticos neoformados e/ou de microcontinentes e terrenos exóticos em regimes colisionais e de evolução por aberturas e fechamento oceânico seguidos de colisão continental (Por ex.: Söllner *et al.*, 1991; Pedrosa-Soares *et al.*, 1992, 1998; Trompette *et al.*, 1992; Figueiredo & Campos Neto, 1993; Campos Neto e Figueiredo, 1995;



Wiedemann, 1993; Almeida Abreu & Pflug, 1994; Machado & Gauthier, 1996; Rettinger *et al.*, 1996, 1997; Alkmim & Marshak, 1997; Chemale *et al.*, 1997; Uhlein *et al.*, 1998, entre outros).

#### IV.2 Geologia da Região de Nova Era

Desta região existem apenas trabalhos e mapeamentos regionais apesar de sua importância científica fundamental e o potencial metalogenético indicado por mineralizações de ouro, esmeralda e pegmatitos. Os levantamentos preparatórios desta pesquisa baseados nos mapas (semidetalhe e regionais) e demais estudos do QF e suas partes do extremo NE (Dorr, 1969; Herz, 1970, 1978; Schorscher, 1973, 1975, 1992; Alves 1986; Guimarães, 1992; Machado, 1994, 1998; Abreu 1995; Mothé Fo. 1996; Schorscher *et al.*, 1997a, b, entre outros) mostraram a continuidade das principais unidades precambrianas com transformações metamórficas substanciais pelo principal evento proterozóico regional progressivo de W para E, de fácies anfibolito a hidrogranulito na região-alvo. Foram reconhecidos como predominantes terrenos arqueanos polimetamórficos de gnaisses, migmatitos e metagranitóides TTG remigmatizados; associações metavulcano-sedimentares do *greenstone belt* (e Sgr.) Rio das Velhas gnaissificadas e, parcialmente, migmatizadas, denominadas Gnaiss Monlevade (Reeves, 1966); seqüência de paragnaisses ou de gnaisses bandados anfibolito-graníticos (Schorscher, 1973, 1975), e gnaisses e xistos da seqüência metavulcano-sedimentar de Belmont e Capoeirana (Machado, 1994, 1998), e Metagranitóides Borrachudos (GB) transicionando, por deformação e metamorfismo progressivo, para metagranitóides foliados com fluorita (MGF). As rochas TTG progressivamente remigmatizadas apresentam teores crescentes de feldspato potássico (microclínio), sugestivos de processos aloquímicos e granitização da crosta sialica sódi-cálcica arqueana durante o principal metamorfismo regional proterozóico. Os gnaisses e xistos supracrustais do Sgr. Rio das Velhas incluem porções mais ricas em anfibolitos metabásicos e metaultrabásicos com *bifs* intercalados, que gradam para paragnaisses e xistos metapelíticos e paragnaisses de arenitos líticos com intercalações de quartzitos variavelmente micáceos e micaxistos com granada e alúmino-silicatos (diminuindo os anfibolitos e xistos máficos). Das partes metabásicas e ultrabásicas, interpretadas preliminarmente (em analogia à estratigrafia do Sgr. Rio das Velhas no QF) como as partes basais da associação supracrustal, são conhecidas antigas minerações de ouro e



uma lavra de esmeralda hoje abandonadas (sem estudos). Os GB e MGF apresentam similaridades com seus equivalentes e continuações da região a E de Itabira, os MGF inclusive quanto à ocorrência de veios pegmatóides e pegmatitos berilíferos (com águas-marinhas).

Subordinadamente, ocorrem ainda rochas do Sgr. Minas incluindo quartzitos, quartzitos micáceos a quartzo muscovita xistos com ou sem cianita, sillimanita e eventualmente granada, rochas calciossilicáticas e, como litotipos diagnósticos da estratigrafia regional, hematita - quartzo itabiritos, eventualmente incluindo corpos menores de minérios ricos de ferro hematíticos (com magnetita associada), de granulação grossa. Esses foram designados na literatura, por vezes, como cataitabiritos (por ex. Schobbenhaus et al., 1978). Como rochas precambrianas problemáticas ocorrem metassedimentos diversos (xistosos máficos, metapelíticos e quartzosos), anfibolitos metabásicos e metaultrabásicos, e metagranitóides intrusivos, todos formando corpos menores descontínuos sem definições de idade e das relações litoestruturais e estratigráficas mútuas e regionais. O metamorfismo principal progressivo de W para E varia na fácies anfibolito até hidro-granulito. A foliação metamórfica principal de direção NNE a NE apresenta mergulhos médios a baixos para E, ocorrendo, aparentemente, uma diminuição desses ângulos de W para E.

Como rochas fanerozóicas ocorrem diques e pequenos *stocks* de basaltos mesozóicos alinhados em sistemas de fraturas NW, N-S, NNE e E-W reativadas, e sedimentos e coberturas de intemperismo laterítico terciárias a quaternárias, localmente com pequenas ocorrências de ouro alúvio-coluvionares.

## V. Materiais e Métodos

Foram desenvolvidos diversos trabalhos e estudos entre si complementares, em etapas consecutivas e parcialmente em paralelo, que são abaixo descritos agrupados em três grandes itens, de Trabalhos preliminares e em acompanhamento da pesquisa, Levantamentos geológicos de campo, e Estudos laboratoriais.



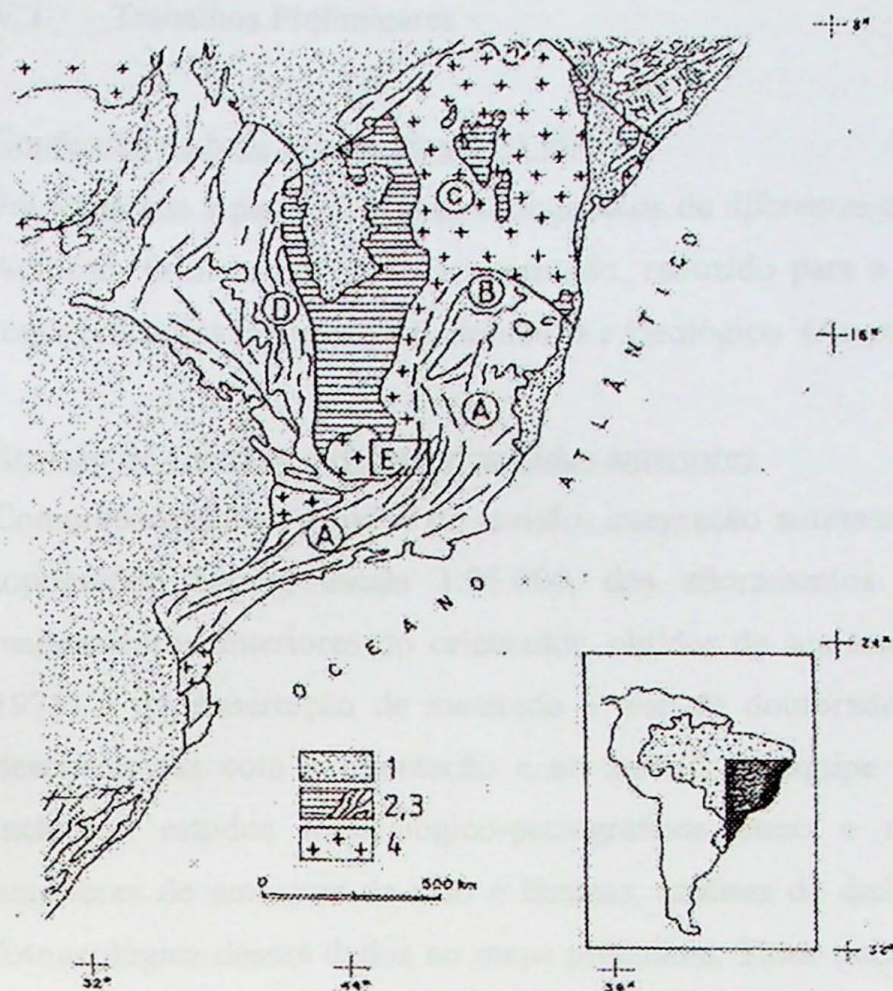


Figura 1: Quadro geotectônico do Brasil Oriental segundo Schobbenhaus e Campos (1984). A área maior da borda E-SE do Cráton do São Francisco em Minas Gerais (quadro E) compreende em sua porção centro-sudeste a região de Nova Era dessa pesquisa. Legenda: 1- Coberturas fanerozoicas; 2- Coberturas intracratônicas do Sgr. São Francisco; 3- Faixas móveis do Ciclo Brasileiro (Neoproterozóico): A- Ribeira, B- Araçuaí, D- Brasília; 4- Crátons pré-Brasileiros: C- Cráton do São Francisco.

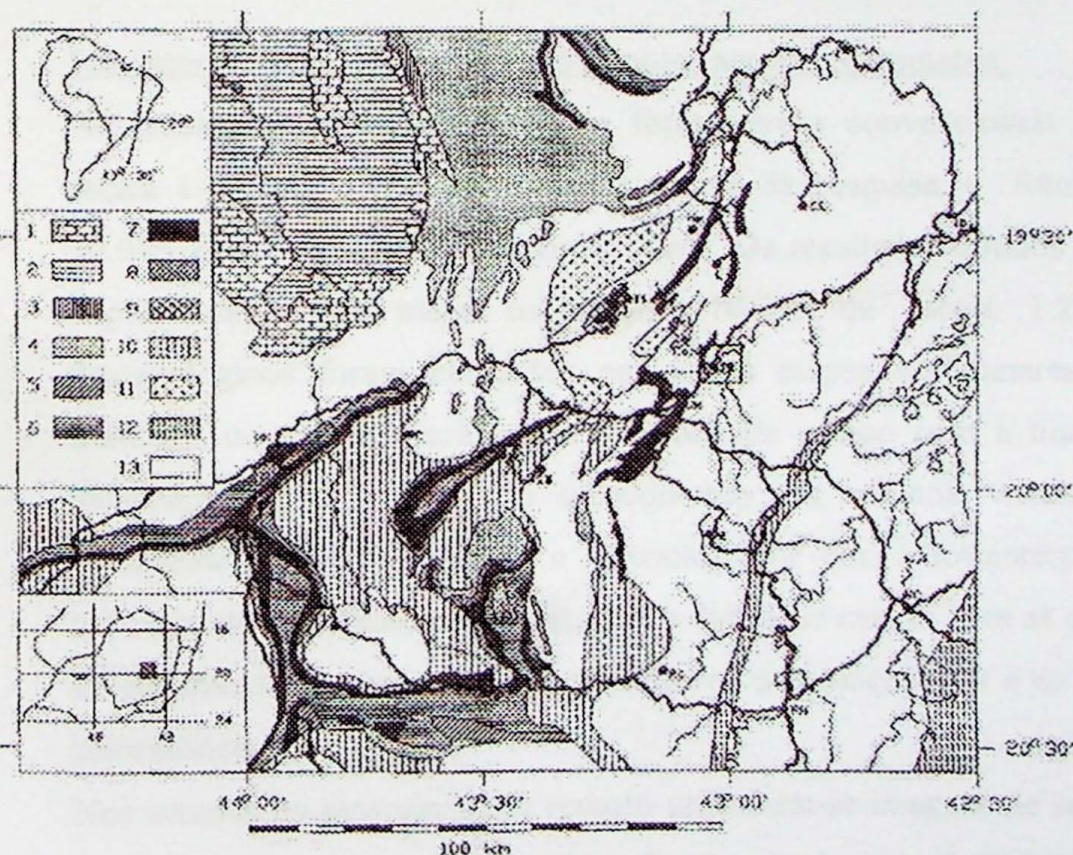


Figura 2: Esboço geológico e localização da área de Nova Era dessa pesquisa no contexto da região maior da borda E-SE do Cráton do São Francisco em Minas Gerais (segundo Schorscher, 1992).



### Confecção da base topográfica 1:25.000

Foi integrada á partir de mapas topográficos de diferentes escalas utilizando o programa Autocad. O mapa obtido é representado, reduzido para a escala 1:50.000, como base topográfica dos mapas de Afloramentos e Geológico (Anexos I e II).

### Revisão de coleções e demais resultados anteriores.

Compreenderam os estudos de revisão, integração sistemática e representação no mapa topográfico básico, escala 1:25.000, dos afloramentos descritos e amostrados de mapeamentos anteriores do orientador, obtidos de sua tese de doutorado (Schorscher, 1975) e da dissertação de mestrado e tese de doutorado de Machado (1994; 1998) desenvolvidas com a orientação e no âmbito da equipe do orientador. Os trabalhos incluíram estudos mineralógico-petrográficos meso e microscópicos das coleções anteriores de amostras de mão e lâminas, análises de dados estruturais e a integração fotogeológica desses dados no mapa preliminar. Estes trabalhos foram importantes para a familiarização preliminar com alguns dos tipos litológicos mais representativos da área de estudos e com suas características geográficas, morfológicas e fotogeológicas, assim como para a preparação e planejamento das etapas de campo.

### Fotointerpretação, sensoriamento remoto, aeromagnetometria.

Na fotointerpretação utilizaram-se fotos aéreas convencionais (preto e branco), de escala 1:60.000, que recobrem toda a área da pesquisa, e fotos aéreas em escala 1:30.000, com recobrimento parcial da área. Os resultados obtidos foram integrados para implementação do mapa topográfico básico de escala 1:25.000. Os trabalhos fotogeológicos foram efetuados em varias etapas preliminares e preparatórias aos trabalhos de campo; durante os trabalhos de campo com a finalidade de orientação, localização de afloramentos e subseqüentes aos mesmos, visando interpretações lito-estruturais preliminares locais e regionais. Por fim, a fotointerpretação geológica foi utilizada na verificação e integração dos dados de campo com as demais informações de sensoriamento remoto e dos levantamentos aeromagnéticos e os estudos petrográficos laboratoriais.

Nos estudos de sensoriamento remoto utilizaram-se imagens de satélite TM-LANDSAT 5 e mosaicos semicontrolados de radar de visada lateral SLAR-RADAMBRASIL (de



escala 1:250.000). Estes estudos complementares à fotointerpretação preliminar permitiram a identificação de estruturas maiores de expressão no contexto geológico/geomorfológico atual, principalmente falhas, fraturas e lineamentos regionais. Estes foram delimitados e representados no mapa fotogeológico preliminar em escala 1:25.000.

Por fim, foram ainda utilizados mapas de isoanomalias aeromagnéticas levantados e cedidos ao orientador pela Cia. Vale do Rio Doce (1973) e suas respectivas interpretações. Destas foram lançadas no mapa topográfico de base (escala 1:25.000) as anomalias magnéticas que, nos levantamentos e verificações de campo, demonstraram correlacionar-se a presença de formações ferríferas bandadas.

## V.2 Trabalho de Campo e Amostragem

Foram realizadas duas etapas de campo totalizando 65 dias, sendo 28 dias com o acompanhamento do orientador, no qual foram percorridos perfis ao longo da BR 262, da estrada de Ferro Vitória-Minas e estradas de acesso locais, com direção NE-SW e N-S, cortando as direções principais das estruturas. No total foram descritos 369 afloramentos na área de estudo e outros 233 em áreas adjacentes (da dissertação de mestrado da autora, em andamento), com 169 afloramentos amostrados. As descrições resumidas dos afloramentos da área de estudo deste trabalho encontram-se na tabela do anexo III.

## V.3 Trabalhos Laboratoriais

As informações obtidas da fotointerpretação e do sensoriamento remoto foram estudadas em conjunto com os dados de campo e petrográficos. Foram integradas informações obtidas da fotointerpretação inicial com os resultados das duas etapas de campo e informações de afloramentos descritos e amostrados obtidas das teses de doutorado de Schorscher (1973) e da tese de mestrado de Machado (1994). O Mapa geológico escala 1:50.000 encontra-se no anexo II.



### Preparação de amostras:

As amostras para confecção de lâminas petrográficas e preparação dos pós para análises geoquímicas foram selecionadas em função de sua distribuição regional, preservação e representatividade macroscópica.

### Estudo estrutural preliminar:

Durante a etapa de campo foram feitas em torno de 800 medidas estruturais de foliações (principais e secundárias), fraturas, falhas, direções preferenciais de veios, lineações minerais, eixos de dobras e planos axiais. As medidas de foliações e lineações foram lançadas no mapa foto-geológico preliminar. Os elementos estruturais foram estudados em diagramas de contorno e/ou rosáceas, construídos com auxílio do programa Estereonet para microcomputadores.

### Estudos petrográficos:

Os estudos petrográficos foram iniciados com a descrição detalhada das amostras de mão, em superfícies de fraturamento e/ou cortes de serra diamantada. Os cortes em serra diamantada foram feitos paralelos e/ou ortogonais as estruturas principais (foliação/lineação) para melhor detalhamento. O estudo foi realizado a olho nu, por meio de lupa de mão ou ainda com lupa binocular. As amostras foram ainda fotografadas para fins de documentação. A descrição macroscópica resumida encontra-se na tabela I do anexo VI.

### Estudo microscópico-petrográfico-metamórfico:

O estudo microscópico-petrográfico das lâminas, permitiu a caracterização dos diversos litotipos presente além da classificação descritiva e genética. Os estudos petrográfico-metamórfico permitiram estabelecer as condições gerais do metamorfismo progressivo regional e do retrometamorfismo generalizado presente.

### Análise geoquímica

Foram realizadas via fluorescência de raios X (DRX) em uma quantidade restrita de amostras, constando de metabasitos (anfíbolitos e anfíbolios-biotitatos gnaisses) com representatividade regional, além de metagranitóides e gabros num total de 13 amostras. Os resultados das primeiras análises são apresentados na tabela I do anexo VII.



### Geoquímica mineral:

Os estudos de química mineral por MSE foram inicialmente realizados em paragêneses metapelíticas e metabásicas, comparativamente, visando às condições P-T-X do metamorfismo principal. Foram preparadas 6 lâminas, de 2 localidades diferentes, demarcadas no mapa de afloramentos (anexo I), sendo: 02 lâminas de granada-anfibólio biotitas gnaisses de furos de sonda da Mineração Itaitinga, em localidade denominada de Piçarrão, a aproximadamente 16 Km ao norte de Nova Era; 01 lâmina de sillimanita-granada-biotita gnaisses, 02 de granada-anfibólio-biotita gnaisses e 01 de anfibólio-granada-biotita gnaisses de furos de sonda em localidade chamada de Santa Galo, a 4Km ao sul de Nova Era. Estas amostras foram selecionadas para estudo por MSE, visando uma maior variabilidade na composição química decorrente do metamorfismo progressivo agindo de modo diferencial entre as áreas. O resultados das análises encontram-se na tabela I, II e III do anexo IX.

## VI. Desenvolvimento dos Trabalhos

### VI.1 Estudos Integrados Geológicos Litoestruturais da Região de Nova Era

Neste item foram integrados os resultados dos estudos de campo, fotogeológicos e de sensoriamento remoto, assim como os resultados petrográficos fundamentais de caracterização e classificação das amostras coletadas. Como principal resultado é apresentado o mapa geológico da região de Nova Era em escala 1:50.000 (anexo II) com sua base de dados compreendendo o mapa de afloramentos estudados e respectivas descrições (anexos I e III).

#### VI.1.1 Litologias/Grupos Litológicos Mapeados

##### Gnaiss Monlevade (GnM)

O Gnaiss Monlevade, como definido por Reeves (1966), constitui-se num conjunto litológico heterogêneo, metaultramáfico a félsico – hololeucocrático, de origem vulcano-sedimentar, metamórfico em fácies anfibolito, de grande expressão regional e espessura estimada em vários mil metros; que compreenderia os equivalentes gnaissificados do Grupo Nova Lima. Na região de Nova Era o GnM ocorre em pacotes



de gnaisses bandados irregulares e heterogêneos, apresentando várias fácies: félsicas (variando de graníticas a muscovita quartzíticas), máficas (anfíbolíticas, metapelíticas, calciossilicáticas e de formações ferríferas bandadas) e metaultramáficas contendo, por vezes, cromititos pobres (anexo V, prancha 1, fotos 2,4,6 e 8). Apesar de sua deformação, metamorfismo e repetições tectônicas, foi possível reconstruir um empilhamento litológico considerado representativo da sucessão estratigráfica original, a partir da distribuição e associação em campo das diferentes litofácies, que corresponde às sucessões comuns observadas e descritas de outras seqüências metavulcano-sedimentares arqueanas. A seqüência do Gnaiss Monlevade aqui proposta para a região de Nova Era compreende 3 unidades e apresenta em muitos dos pacotes do empilhamento tectônico da área posição estrutural invertida. As três unidades são:

-Unidade Basal: apresenta na parte inferior, eventuais ocorrências menores e descontínuas de rochas metaultramáficas, por vezes contendo cromititos pobres, com intercalações de formações ferríferas bandadas (BIF) de fácies óxido com magnetita e silicato com grunerita essenciais e de *metachert*. As espessuras dessas ocorrências são, em geral, pequenas, variando de métricas a poucas dezenas de metros. A parte principal da Unidade Basal, entretanto, é constituída de um pacote variando de dezenas a poucas centenas de metros de espessura de gnaisses e anfíbolitos máficos (meso a melanocráticos) com intercalações subordinadas de BIF de fácies óxido com magnetita, silicato, carbonato (eventualmente com alguma rodocrosita) e mais raramente sulfeto, além de intercalações mais comuns de gnaisses metapelíticos, calciossilicáticas e félsicos;

-Unidade Intermediária: predominam pacotes metapelíticos, com contribuições menores de anfíbolitos e anfíbio gnaisses, além de gnaisses graníticos félsicos, mais frequentes e espessos nas partes superiores. Destaca-se aqui um pacote relativamente espesso de paragneisses com composição de metarcósios a metagrauvacas quartzosos, com ocorrência principal a norte de Nova Era; e

-Unidade Superior: predominam gnaisses félsicos finamente bandados com bandas paralelas quartzo-feldspáticas amplamente predominantes sobre as finas bandas máficas com biotita e eventualmente anfíbólios também quartzosas. Ocorrem ainda raros níveis de anfíbolito na parte basal dessa unidade.



### Metagranitóides Borrachudos (GB) e Metagranitóides Foliados com Fluorita (MGF)

Essas rochas ocorrem por grandes extensões de forma continua ou em lascas tectônicas. Apresentam composições mineralógicas de alcalifeldspato granitos com fluorita leucocráticos a hololeucocráticos. Os Metagranitóides Borrachudos (GB) transicionam para os Metagranitóides Foliados com Fluorita (MGF) em função da deformação e do metamorfismo progressivos, eventualmente, num mesmo corpo. Os GB são grossos facoidais, com *augen* de feldspato alcalino contornado com estrutura *flaser* pelos demais constituintes mais finos predominando quartzo e micas (biotita e muscovita). Os MGF são granoblásticos com foliação mais ou menos evidente, dependendo do maior ou menor teor de biotita e subordinadamente anfibólio. Intercalam-se aos GB e MGF ainda níveis de biotititos e corpos de anfibolitos, embora raros, além de muscovita quartzitos. As fácies do MGF mais félsicas, finas, foliadas e pobres em biotita podem ser facilmente confundidas macroscopicamente com fácies félsicas do Gnaiss Monlevade. Nos MGF, diferentemente dos GB que são tipicamente isentos ou pobres em mobilizados pegmatóides e pegmatitos, tais mobilizados ocorrem com maior frequência a partir da fácies anfibolito médio (anexo V, prancha 1, foto 1; prancha 4, foto 4 e prancha 5, foto 1).

### Gnaiss Bandado Heterogêneo (GnH)

Trata-se de um biotita gnaiss atípico, ora mais homogêneo com biotitas disseminadas, ora bandado, sempre com mobilizados pegmatóides com feldspatos potássicos róseos em veios e/ou níveis com dobras e outras estruturas típicas migmatíticas. São encontrados nos contatos transicionais miloníticos entre o Gnaiss Monlevade fácies félsicas com MGF e/ou entre metagranitóides e gnaisses TTG cinzentos e os MGF. Dessa forma, representam, mais provavelmente, rochas tectono-metamórfico-metassomáticas de contato. Apresentam-se distribuídos por grandes extensões principalmente nas localidades da parte E da área de estudo, onde constituem um pacote mais espesso (anexo V, prancha 1 foto 5, prancha 5 foto 2).

### Unidades Quartzíticas

Formam corpos lenticulares com espessuras métricas até dezenas de metros e extensões máximas de poucos quilômetros, sendo constituídos predominantemente de quartzitos muscovíticos e muscovita-quartzo xistos. Embora de consistência friável em



afloramentos naturais essas rochas são facilmente reconhecidas no campo, ocorrendo intercaladas preferencialmente na Unidade Superior do GnM, mas também no GnH e no próprio MGF.

### Litologias subordinadas

Entre essas se citam metadiabásios e diabásios que ocorrem na forma de corpos intrusivos em soleiras e diques locais, não deformados, pertencendo a duas gerações distintas. Ocorrem ainda produtos superficiais de intemperismo terciários a quaternários na forma de solos lateríticos e saprolitos por vezes espessos recobrendo todas as litologias mencionadas, assim como sedimentos da rede atual de drenagem. Essas formações terciárias a recentes não foram representadas no mapa do Anexo IV e não serão mais mencionadas nesse texto.

### VI.1.2 Estruturação da Área

A estruturação fundamental da área é dada por falhamentos inversos de orientação geral NNE-SSW a N-S e mergulhos baixos a médios predominantes para WNW a W, desenvolvidas ao longo de contatos litológicos e litoestratigráficos. Esses causam a compartimentação dos principais litotipos em faixas da mesma direção geral dos falhamentos, predominando amplamente as faixas compostas de GnM e GB/MGF constituindo, em geral, repetições de empilhamento tectônico. Caracterizam uma zona de retrocavalcamento em sistema de embricamento frontal. Esses empilhamentos caracterizam-se morfologicamente pela predominância dos GB/MGF nos altos topográficos devido a sua maior resistência a erosão sendo delimitados por escarpas de falhas e fraturas (anexo VI, prancha 3, foto 2 e 3), enquanto que o GnM, mais susceptível as ações intempéricas ocupa, quase sempre, os vales. Resulta assim um relevo de textura homogênea de mar-de-morros de GB/MGF com topos arredondados.

Quanto as deformações, os GnM apresentam características deformacionais dúcteis de níveis crustais profundos. Foram observadas dobras inversas, isoclinais, recumbentes e intrafoliais (anexo VI, prancha 2, fotos 3,5 e 7) com direções de mergulho do plano axial e direção de eixos diversos, assim como padrões de interferência em laço e dobras em bainha. Sobrepostos ocorrem em zonas mais restritas deformações miloníticas a ultramiloníticas, reforçando a natureza polideformacional destas rochas. Os



metagranitóides e gnaisses graníticos em geral mais homogêneos apresentam-se com forte deformação dúctil planar e linear. As deformações dúcteis intensificam-se em direção geral para E acompanhando a progressão do metamorfismo regional principal. O conjunto todo é ainda recortado por falhas e fraturas rúpteis posteriores, facilmente identificáveis em fotos aéreas e imagens de satélite (anexo IV), sendo as principais direções NW-SE e NNW-SSE. Exercem forte influência nos percursos das principais drenagens e na morfologia da região. A seguir são dadas breves descrições das principais estruturas.

### VI.1.3 Descrição das Estruturas Observadas em campo

#### Estruturas primárias:

Devido ao caráter polideformacional e polimetamórfico das rochas, são reconhecidas apenas no acamamento reliquiar da seqüência vulcano-sedimentar do GnM, e na sedimentação clástica-química das formações ferríferas.

#### Estruturas planares:

Bandamento composicional: pode ser granulométrico, composicional e/ou textural, ocorrem nos gnaisses observado em campo, principalmente nas seqüência meta vulcano-sedimentares do GnM.

Foliação gnáissica e xistosidade ( $S_n$ ): é definido no arranjo plano-paralelo penetrativo dos minerais das micas e minerais prismáticos em todos os litotipos. Constituí a principal foliação metamórfica presente. Os MGF são caracterizados por forte deformação planar com achatamento de agregados de minerais máficos nos planos das foliações.

Foliação  $S_{n+1}$ : correspondem em campo a superfícies de fraturas espaçadas regularmente, a clivagem de crenulação associada a zona de cisalhamento e a clivagem plano axial em dobras recumbentes (anexo V, prancha 2, fotos 2, 4 e 6).

#### Estruturas lineares:

Correspondem principalmente a lineações de estiramento mineral, lineação mineral e estrias, esta, observada principalmente nos quartzitos, muscovitas quartzitos e anfibolitos, onde forma sulcos na rocha.



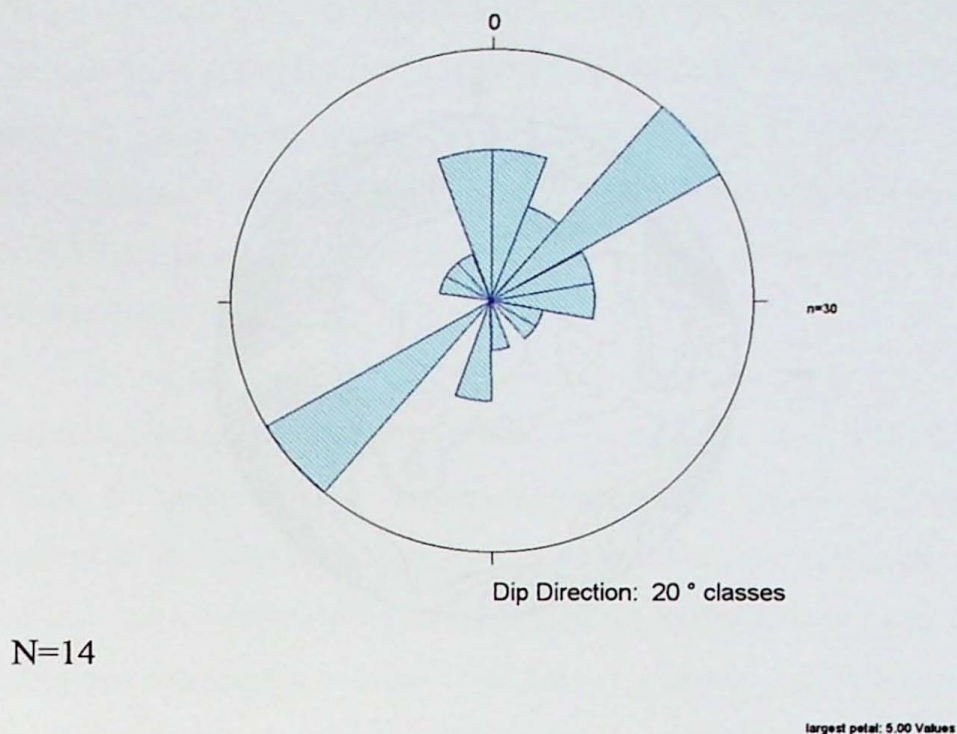


Figura 3 - Direções de estrias

### Boudins

São feições estruturais com ocorrências em todos os litotipos estudados. São principalmente observados em veios de quartzo e pegmatóides além níveis cálcio-silicáticos e anfibolitos quando envolvidos por litotipos menos competentes (anexo V, prancha 1, fotos 1, 6 e 7).

### Fraturas, falhas e veios de quartzo

Conjuntos de falhas, fraturas e fraturas espaçadas e direções de veios de quartzo foram observados em diversos afloramentos. As direções principais são NE-SW, NNW-SSE, NW-SE, ENE-WSW e NNE-SSW. Estas direções encontram correspondência nos fotolineamentos presente em fotos aéreas e imagens de satélite (anexo V, prancha 2, fotos 2).

Outras feições observadas são zonas de cisalhamento com desenvolvimento de foliações s-c e miloníticas, com ocorrência mais restritas, e padrões de interferência em laço observados em escala de afloramento, além de dobras de tamanhos e naturezas diversas.



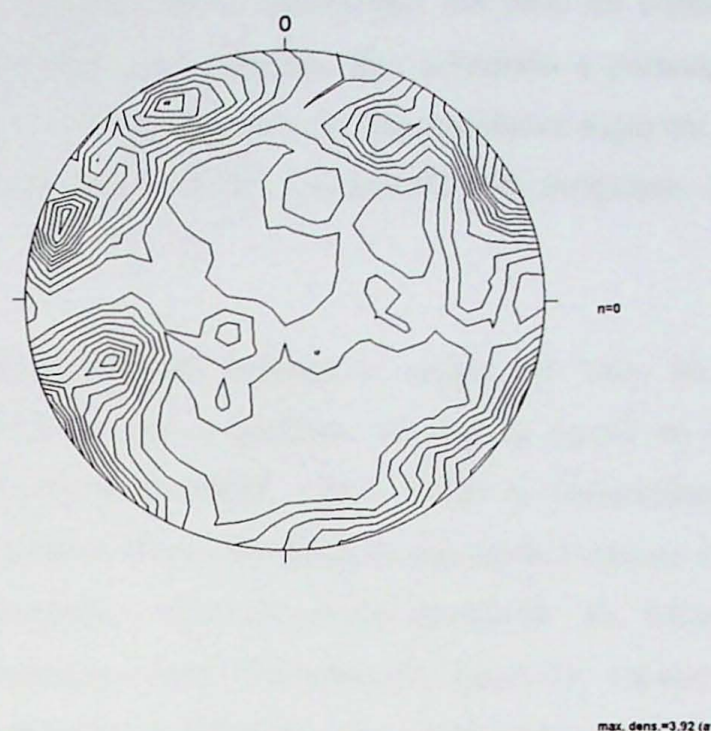


Figura 4 – Diagramas com concentrações das atitudes das fraturas

## VI.2 Estudos Laboratoriais

### VI.2.1 Análise Estrutural

#### Domínios estruturais

Os estudos de fotos aéreas e sensoriamento remoto demonstraram de maneira geral a existência de três domínios estruturais distintos: NW, central e SE. O mapeamento geológico demonstrou ainda a existência de vários sub-domínios que foram aqui tratados somente em termos da foliação  $S_n$ , sem mais aprofundamentos.

No Domínio Estrutural NW predominam gnaisses graníticos da associação MGF, GB e TTG com GnM e GBH subordinados. Apresenta como feições estruturais mais características as foliações ( $S_n$ ) mergulhando predominantemente para W-NW (Anexo X, figura 1). Os eixos de dobras orientam-se à N-S e ENE-WSW, mergulhando tanto



para NE quanto para SW. As lineações minerais seguem a mesma orientação. Os planos axiais de dobras e foliações  $S_{n+1}$  apresentam um pólo de concentração principal no quadrante SE, juntamente com foliações  $S_n$ , indicando a presença de grandes dobras inversas. Juntamente com outros pólos de concentrações sugerem um redobramento de direção NW-SE, mais bem definido e outro NE-SW incipiente, da principal fase de dobramentos  $D_n$ .

O Domínio Estrutural Central engloba a região do vale do Rio Piracicaba e adjacências. É composto por exposições em partes iguais de gnaisses de GnM e metagranitóides da associação MGF, GB e TTG. É caracterizado por conter maior complexidade estrutural e maior variabilidade nas características das feições estruturais e morfológicas, associadas a maior exposição dos GnM. As foliações mergulham para NE, SE e subordinadamente para NW (anexo X, figura 2). Os eixos de dobras medidos orientam-se principalmente à NE-SW, com dispersão no quadrante NE e pólo de concentração em 235/08. Uma segunda distribuição orienta-se à NW/SE. As direções dos lineamentos apresentam um pólo de concentração em 255/10 à SW e apresentando dispersão à NE, variando desde ENE à E, sempre com baixos ângulos de mergulho. As foliações  $s_{n+1}$  e planos axiais de dobras, em diagramas de contorno, se comportam de modo semelhante ao domínio NW.

O Domínio Estrutural E apresenta as mesmas repetições de pacotes composto por MGF e seus subordinados TTG e GB no topo e GnM na base observado no domínio NW. É caracterizado pela ausência ou menor influência de falhas/fraturas de orientação NNW-SSE. O MGF aparece, no entanto, mais deformado com presença de zonas de cisalhamento bem demarcadas, com foliação  $S_{n+1}$  transpondo a foliação  $S_n$ . A foliação mergulha predominantemente para NW e NE e secundariamente para SE. Os eixos de dobras orientam-se à NW-SE, apresentando dispersões a NE e SW (anexo X, figura 3). As lineações minerais apresentam orientações NNW-SSE, NNE-SSW e NE-SW. Os planos axiais de dobras e foliações  $S_{n+1}$ , dispõe-se sobre guirlanda ENE-WSW, com pólo de concentração no quadrante SE, sub-horizontal. Possui um comportamento anômalo ao apresentado pelo restante da área.



## VI.2.2 Estudo Petrográfico Macroscópico das Amostras

As amostras de mão foram descritas e classificadas segundo critérios texturais/estruturais e mineralógicos, exceção feita para as amostras de rochas cálcioossilicáticas ( as pranchas 4 e 5, do anexo V apresentam fotos de amostras). As descrições estão resumidos na tabela do anexo VI.

## VI.2.3 Estudo Microscópico Petrográfico-metamórfico

O anexo IV, pranchas 6 e 7 contém fotomicrográfas das lâminas estudadas.

### Petrografia microscópica

Os MGF apresentam textura granoblástica, com quartzo, oligoclásio ( $An=20$ ) e microclínio, homogêneo e biotitas. É comum encontrar o microclínio em agregados. Outros agregados são formados pelas biotitas + minerais máficos. Minerais menores constantes são apatita, titanita e zircão, e eventualmente opacos. Ocorrem fluorita intersticial xenomórfica mais raramente em cristais bem desenvolvidos. O microclínio aparece consumindo o plagioclásio.

O estudo microscópico do Gnaiss Monlevade, em sua fácies fêlsica, apresenta um gnaiss granítico fêlsico, textura granoblástica, quartzo, oligoclásio ( $An=20$ ) e microclínio, homogêneo. Eventualmente apresenta níveis contendo biotitas marrons e raro anfibólio (horblenda). Ocorre ainda como minerais secundário, granada, preferencialmente nas partes hololeucocráticas e epidoto. Minerais menores constantes são apatita, titanita e zircão, e eventualmente opacos. Os veios pegmatíticos nestas rochas são compostos por microclínio, oligoclásio e pouco quartzo.

O Gnaiss Monlevade, fácies mesocrática, apresentam um gnaiss granítico mesocrático com biotita, anfibólio, quartzo, microclínio, oligoclásio e andesina. Apatita, titanita e zircão são os minerais menores presente. O epidoto também é outra presença constante nas lâminas com maior quantidade de anfibólio e biotita. Na maioria das vezes trata-se de um anfibólio-biotita gnaiss com epidoto, de textura lepidó-granoblástica.



Na fácies anfibolítica do Gnaiss Monlevade o anfíbólio predominante é a tschermakita. O plagioclásio varia de oligoclásio (An 20) a andesina (An 40), e o quartzo aparece subordinado. Tanto o epídoto quanto sua variação, clinozoisita, aparecem como minerais secundários. A apatita e a titanita são os minerais menores mais comuns, assim como zircão. A textura predominante é a nematoblástica, mas algumas lâminas apresentam textura protomilonítica. São anfibolitos tschermakíticos com epídoto e tschermakita milonito com epídoto. Em algumas lâminas anfíbólio verde-amarelado a incolor, (cummingtonita) são encontrados na mesma lâminas, sendo formados por transformação das tschermakitas. Epídoto é formado a partir da alteração dos anfíbólios e pode ser encontrado em níveis em anfibolitos constituídos por anfíbólio verde claro. São anfibolitos e anfibolitos com epídoto (anexo VI, prancha 6, fotos 1 e 2).

A fácies mais pelítica, estudada por meio da lâmina, consta com a presença de biotitas, cloritas, granadas, sillimanita, estaurolita e menos constante o anfíbólio. A granada forma porfiroblastos e algumas vezes apresenta duas fases de crescimento sin e tardio a pós-metamórfico. Análises feitas por microsonda eletrônica identificam-na como almandina. A sillimanita é a fibrolita que aparece intercrescida com a biotita. A estaurolita é mais rara, xenomórfica, e pode ser encontrada em incrustações na granada. Minerais menores constantemente encontrados são a clinozoisita, o epídoto e a apatita. Trata-se de almandina-biotitas gnaisses, almandina-tschermakita-biotita gnaisses, sillimanita-almandina-biotita gnaisses metapelíticos. A clorita ocorre como mineral traço de alteração da biotita (anexo VI, prancha 6, fotos 6, 7 e 8 e prancha 7, foto 4 e 8).

As rochas calciossilicática do GnM apresentam, em geral, um bandamento composicional-textural, sendo um nível constituído por biotitas verdes, oligoclásio e microclínio (pouco) com textura milonítica e outro nível calciossilicático, composto principalmente por porfiroblastos, de tamanho até 2 cm, de epídoto. Estão presentes também, oligoclásio, quartzo e diopsídio. Os dois últimos ediomórficos, em fácies bem formados de crescimento em regime estático. Foram também observados em lâminas 'boudins' de calciossilicáticas com diopsídio, epídoto, actinolita e plagioclásio envolto por biotititos (anexo VI, fotos 7).



A lâminas referentes aos bif's apresentam em geral grande quantidade de granada, anfibólio e opacos além de quartzo em níveis preferenciais. A textura é granoblástica. São anfibólio-granada gnaisses e biotita-anfibólio-granada gnaisses (anexo VI, prancha 6, foto 3).

As rochas meta-ultramáficas são compostas principalmente por talcos, anfibólios e cloritas. As cloritas aparecem bem formadas, fibroradiadas. O anfibólio também pode aparecer fibroradiado ou seguindo orientação metamórfica dos minerais. São talcos anfibólios xisto e anfibólios clorita xisto, chegando a formar clorítitos com anfibólio.

Os Gnaisses Bandados Heterogêneos (GnH) estudados muito assemelham-se ao fácies fêlsicos de outros metagranitóides. Diferem apenas na presença de grande quantidade de microclínio em veios e níveis pegmatóides e feições miloníticas como quartzo *ribbon*. São compostos basicamente por microclínio, andesina e biotita além de minerais acessórios como apatita e minerais opacos. Fluorita xenomorfa é encontrada nos interstício. Pode ocorrer também a presença de granadas. O feldspato róseo presente nos níveis de mobilizado e veios pegmatíticos é o microclínio (anexo VI, prancha 7, foto 62).

As lâminas estudadas provenientes de diques básicas apresentam textura microgábrica ofítica. São compostas por plagioclásio (oligoclásio), anfibólio e piroxênio. O anfibólio e o piroxênio crescem no interstício do plagioclásio idiomórfico. Predomina o plagioclásio sobre o piroxênio e anfibólio. Diabásio (anexo VI, prancha 6, foto 4).

#### Polimetamorfismo regional

A evolução metamórfica regional compreendeu um evento principal de metamorfismo dinamo-termal regional progressivo no sentido direcional de W para E. A ele sobrepôs-se um evento tardio de retrometamorfismo fraco.

O metamorfismo regional principal afetou todas as litologias precambrianas da área com exceção dos metadiabásios não-deformados. O estudo petrográfico preliminar permitiu identificar as seguintes paragêneses principais por litotipos.



-Metagranitóides MGF: quartzo + biotita + plagioclásio + microclíneo ± horblenda ± granada ± muscovita. Os plagioclásios são marcados por composições entre oligoclásio e andesina com zoneamento concêntrico inverso com núcleos mais sódicos e bordas mais cálcicas. A horblenda de cor verde-escuro a preta é uma fluotaramita formada por reações que envolvem biotita e epídoto na fácies anfibolito (cf. Schorscher, 1992).

-Anfibolitos: composto por oligoclásio/andesina (An18-44) + horblenda (mais comumente a tschermakítica) ± granada ± quartzo ± epídoto ± biotita (marrom) ± apatita ± titanita além de eventualmente calcita e clinozoisita. A horblenda varia da cor de verde-azulada a verde oliva com a progressão metamórfica, sendo tschermakítica (anexo VI, prancha 7, foto 5 e prancha 6, foto 1). Neste caso o grau metamórfico só pode ser determinado genericamente como de fácies anfibolito; podendo variar de inferior até superior, em função da composição do epídoto e da pressão de fluidos (Spear, 1993). A presença de anfibolitos com granada, embora possam ocorrer por toda fácies anfibolito (Winkler, 1976) relacionados ao teor mais alto de  $\text{Fe}^{+2}$  nos protólitos, também pode indicar que o metamorfismo progressivo atingiu fácies mais alta que anfibolito médio.

-Gnaisses Metapelíticos: os minerais metamórfico mais importantes observados nessas rochas são biotita, granada, sillimanita-fibrolita, estaurolita palimpséstica em cordierita, clorita e muscovita e eventualmente horblenda verde. A fibrolita aparece intercrescida às biotitas crescendo a partir delas. As granadas apresentam nítido zoneamento químico-textural (anexo VI, prancha 6, foto 7). As estaurolitas não aparecem na parte central e E da área, indicando a isógrada da *estaurolita-out* e zona de domínio da sillimanita. Segundo as observações petrográficas essa isógrada corresponde a uma reação complexa envolvendo a substituição da estaurolita por cordierita e sillimanita-fibrolita em fácies anfibolito médio a alto (Schorscher, 1992), confirmando a progressão do metamorfismo de W para E.

-Nas rochas cálcio-silicáticas as paragêneses são de (1) tremolita + diopsídio + calcita + quartzo ± epídoto e (2) plagioclásio rico em anortita + epídoto + granada + tremolita. Isto caracteriza fácies anfibolito médio a alto, sendo que a reação zoisita + quartzo = granada + anortita +  $\text{H}_2\text{O}$ , ocorre a temperaturas entre 550 e 700° C segundo Winkler (1977).



- Os BIFs são compostos por granada (30-40%), horblenda azul-esverdeada, raro clinopiroxênio, quartzo e magnetita. Preservam, no entanto, o bandamento composicional da rocha. Segundo Klein (1983), a paragênese composta por almandina, horblenda e clinopiroxênio indica metamorfismo de médio a alto grau, zona da cianita e estauroлита em fácies anfibolito.

O grau metamórfico alto é dado nas meta-ultramáficas pela presença da clorita estáveis, de composição magnesianas, o que segundo Winkler (1976), ocorrem em grau médio a forte, sendo seu limite superior de estabilidade em torno dos 800°C.

## VI.2.4 Geoquímica

### Anfibolitos e anfibólitos gnaisses

Em diagramas de classificação de rochas ígneas (anexo VIII, figura 1) foram representadas amostras de anfibolitos, anfibolitos com epidoto e anfibólitos gnaisses do GnM, além de diabásio microgabro de diques. No diagrama TAS (Lê Maitre, 1989) os anfibolitos apresentam composições predominantemente basáltica com exceção da amostra NE3L, figurando no campo do andesito. Os anfibólitos gnaisses figuram no campo do dacitos e os diabásios no campo do basaltos. Os diagramas de Winchester e Floyd (1977) (anexo VIII, figura 2) apresentam de modo geral a mesma classificação, sendo que a amostra NE3L plotam no campo dos basaltos/andesitos e os anfibólitos gnaisses no campo dos riodacitos/dacitos. São de filiação magmática sub-alcálica com exceção de uma única amostra NE51A com características alcalina. Os anfibolitos em geral seguem *trend* de diferenciação toleítica, ao contrário dos anfibólitos gnaisses que tendem a diferenciação cálcio-alcálica. Os anfibolitos com epidoto apresentam-se pouco diferenciados (anexo VIII, figura 3).

Os diagramas de discriminação tectônica de Pearce e Cann (1973) (anexo VIII, figura 4) classificam os anfibolitos como basalto de fundo oceânico, sendo que a amostra NE51A plota em basalto intra-placa juntamente com os diabásios. A amostra NE3L figura no campo dos basaltos cálcio-alcálicos. Deve-se ressaltar que esses diagramas foram construídos para rochas fanerozóicas. O diagrama de Jensen (1976), discrimina as litologias em diversos campos, com anfibolitos com epidoto no campo dos basaltos



komatiíticos e os anfibolitos no campo dos basaltos toleíticos de alto ferro. Essa distribuição caracteriza um conjunto esperado de uma sequência vulcano-sedimentar arqueana.

Os diagramas binários, para os elementos maiores, em especial para os elementos  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO_2$  e  $Al_2O_3$ , discriminam os grupos litológicos aqui representados. Os anfibolitos em geral possuem maior teor dos elementos maiores exceto a sílica. Os anfibolitos com epidoto contém valores intermediários e os anfibólitos gnaisses são comparativamente os mais pobres nestes elementos.

Os variogramas demonstram que os anfibolitos podem ser divididos em dois grupos, sendo que um grupo enriquece em Sr, enquanto que o outro sofre um empobrecimento neste elemento.

Deste modo, o estudo realizado discrimina e classifica as litologias tanto entre populações diferentes de anfibolitos quanto entre litologias diferentes entre si.

### Metagranitóide

Em diagramas convencionais de classificação, os metagranitóides figuram no campo das rochas graníticas normais (granitos e andamelitos) peraluminosos e dos granitóides félsicos (figuras 8, 9, 10 e 11 do anexo VIII), semelhante aos GB/MGF estudados por Machado (1998) e TTG, Granitóides Borrachudos e granitóides sintectônicos proterozóicos estudados por Schorscher (1992). O diagrama da figura 12 (anexo VIII) classificam-nos ainda como contendo composições cálsicas. Diagramas de discriminação geotectônicas classificam-nos como granitos pós-orogênicos, muito próximo, ou no limite do campo dos orogênicos (figuras 14 e 15).

Nos variogramas foram plotados para comparação duas amostras de GB e duas de MGF obtido de Machado (1998), além da média de amostras de TTG (Condie, 1994). Os metagranitóides apresentam padrões geoquímicos com comportamento semelhante ao padrão apresentado pelos MGF, diferindo dos GB, e TTG. As principais diferenças entre os MGF e os metagranitóides estudados estão no comportamento dos elementos Cs, Ba, Rb e Th. (figura 16, anexa VIII).



Nos diagramas binários para elementos maiores, tendo como referencia o  $\text{SiO}_2$ , os TTG são em geral mais enriquecidos que as outras litologia em questão, exceção feita para o  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{MgO}$ . Os GB, MGF e o metagranitóide estudado plotam em geral na mesma faixa de valores, sendo que os metagranitóides apresentam mais enriquecidos em  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  que os MGF/GB. Com exceção do Sr, Rb e V, os TTG são sempre mais empobrecidos em elementos menores e traços que a outras litologias. Os metagranitóides apresentam em geral valores próximos a essas duas litologias, com exceção para Ce, Pr, Nd, Th e Zr.

Do estudo acima se sugere que os metagranitóides estudados derivam dos MGF, ainda que sejam aparentados com GB. Tendem a ser mais empobrecidos em elementos traços que os GB e MGF. Para uma caracterização mais consistente dos metagranitóides é necessário um maior número análises.

#### VI.2.5 Química Mineral

Os primeiros estudos de química mineral realizaram a classificação de minerais metamórficos como granadas, biotitas e anfibólios de metapelitos de duas localidades diferentes na região de estudo: o primeiro localizado a S do município de Nova Era, denominada Canta Galo (localidade CG), e o segundo localizado ao N, nos domínios da Mineração de Alexandrita Itaitinga (localidade IT). Foram realizadas análises pontuais quantitativas por MSE de centros, bordas e eventualmente partes intermediárias, procurando variações de zoneamento químico dos pares anfibólio-granada e biotita-granda. Todos os dados obtidos estão contidos em tabelas no Anexo V. Para tratamento computacional e modelagem dos dados, foi utilizado o programa Minpet, 2.02 (Richard, 1995). Os litotipos estudados foram divididos em gnaisses metapelíticos com granada, biotita e sillimanita (GM) e gnaisses metapelíticos com anfibólio além de granada e biotita (GMA).

#### Biotitas

Foram realizadas o total de 26 análises de biotitas de gnaisses metapelíticos. A formula estrutural da biotita foi recalculada considerado todo o ferro como  $\text{Fe}^{2+}$  e admitindo-se  $24(\text{O}+\text{OH}+\text{F})$  (cf.: Deer et al., 1962). Os dados estão na tabela II, do Anexo IX.



As biotitas dos GMA gnaisses apresentam composição intermediária entre flogopita e annita, sendo que as análises entre borda e centro indicam a presença de zoneamento nas biotitas. Há um empobrecimento em FeO e enriquecimento em MgO dos centros para as bordas. As biotitas dos GMA apresentam maior enriquecimento nas moléculas de flogopita em relação as biotitas dos GMA.

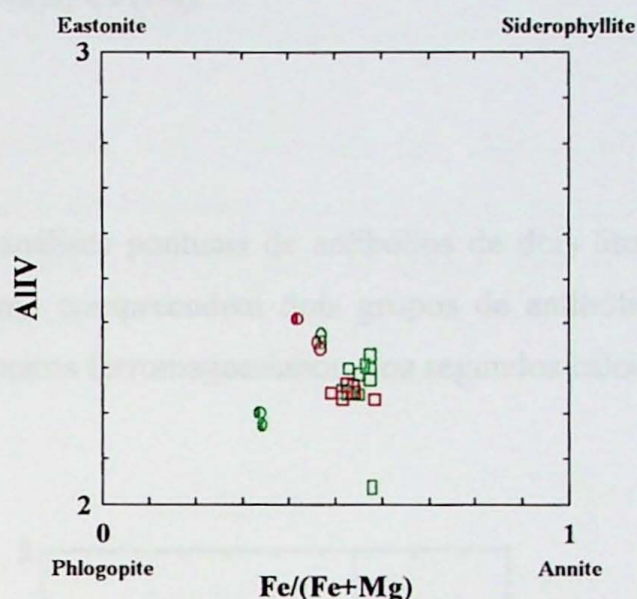


Figura 5 - Classificação das biotitas. Simbologia (○) Gnaisses metapelíticos (GM); (□) Gnaisses metapelíticos com anfibólio (GMA). Cores: verde= borda; vermelho = centro. Símbolos vazios localidade IT (N), símbolos parcialmente preenchidos localização CG (S).

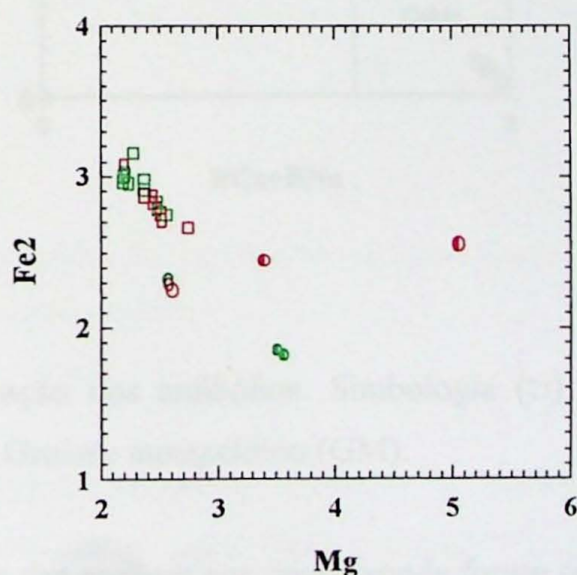


Figura 6 - Classificação das biotitas. Simbologia (○) Gnaisses metapelíticos (GM); (□) Gnaisses metapelíticos com anfibólio (GMA). Cores: verde=borda; vermelho=centro. Símbolos váazio localidade IT(N), símbolos parcialmente preenchidos localização CG (S).



A correlação negativa entre  $\text{Fe}^{2+}$  e Mg é bastante clara para as GMA, assim como para algumas biotitas de GM. Os valores discrepantes apresentados por algumas biotitas de GM devem-se a cloritização parcial ou inicial das bordas das biotitas. O comportamento das biotitas nos gráficos indicam também uma variação na composição quanto à localidade CG(S) e IT(N).

### Anfibólios

Foram efetuadas 41 análises pontuais de anfibólios de dois litotipos diferentes GMA e GM. Petrograficamente compreendem dois grupos de anfibólios distintos, amarelos e verdes, sendo os primeiros ferromagnesianos e os segundos cálcicos.

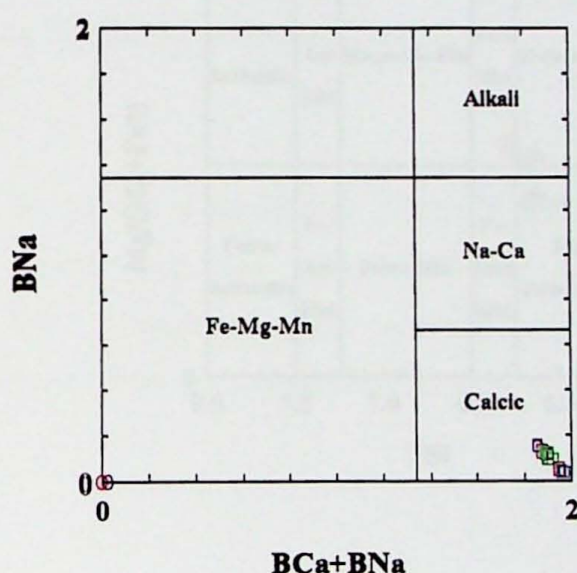


Figura 7 – Classificação dos anfibólios. Simbologia (□) Gnaisses metapelíticos com anfibólio (GMA) (○) Gnaisses metapelíticos (GM).

Os resultados obtidos das análises por microsonda foram recalculados segundo critérios adotados para a fórmula estrutural baseados em Schumacher (in Leaker, 1997) e na análise crítica do método Schumacher feito por Gualda (2001). Foram desta forma admitidos:



- (a) anfíbólios ferromagnesianos: *all*  $\text{Fe}^{2+}$  (todo ferro como  $\text{Fe}^{2+}$ );
- (b) anfíbólios cálcicos, média entre as estimativas 15eNK (15 cátions totais excluindo-se K) e 13eCNK (13 cátions totais excluindo-se Ca, Na e K);

Os cálculos foram efetuados com base em 23 O, segundo Spear (1993). O programa Minpet 2.02, possui as fórmulas acima adotadas para o recálculo dos anfíbólios.

Os anfíbólios cálcicos, verdes ocorrem nos GMA, na localidade CG(S). Suas composições variam de ferro-tschermakitas a tschermakitas horblendas e tschermakitas. Apresentam variações muito pequenas do centro para as bordas com tendência de enriquecimento em Mg.

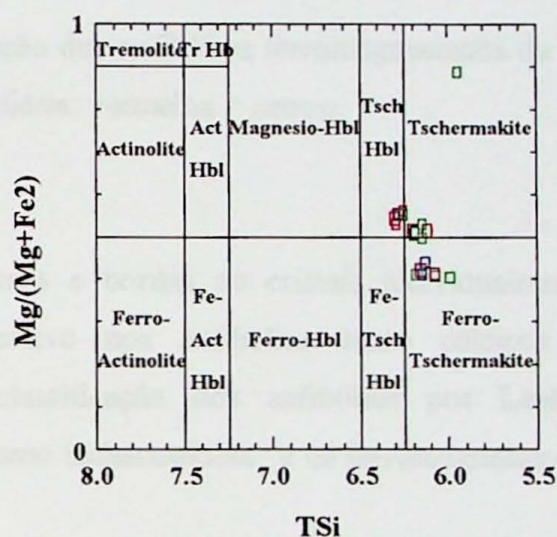


Figura 8 - Classificação dos anfíbólios cálcicos. Cores: verde = borda; azul = parte intermediária; vermelha = centro.

Anfíbólios ferromagnesianos são amarelos a incolores e ocorrem nas rochas metapelíticas da localidade IT(N). Suas composições variam desde cummingtonita, a antofilita e gendrita, apresentam um espalhamento maior de TSi. As variações do centro para a borda não são sistemáticas.



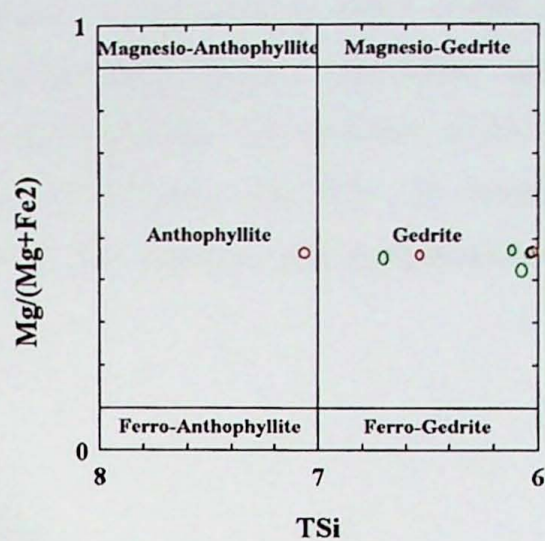


Figura 9 - Classificação dos anfibólios ferromagnesianos da SVS. Cores: verde = borda; azul = parte intermediária; vermelha = centro.

As análises de centros e bordas de cristais individualmente indicam a falta de um zoneamento significativo nos anfibólios tanto cálcicos quanto ferromagnesianos. Segundo a nova classificação dos anfibólios por Leaker (1997), classificam os anfibólios cálcicos como tschermakitas, e os ferromagnesianos como gendrita.



## Granadas

Foram efetuadas 51 análises de granadas de GMA e GM. Para verificação da presença de zoneamento composicional foram realizadas análises de centros, partes intermediárias e bordas das granadas. O recálculo do Fe foi efetuado segundo Droop (1987), fórmula estrutural com base em 24O. Os membros finais foram calculados segundo Rickwood (1968). Os resultados são apresentados em tabela I, anexo IX.

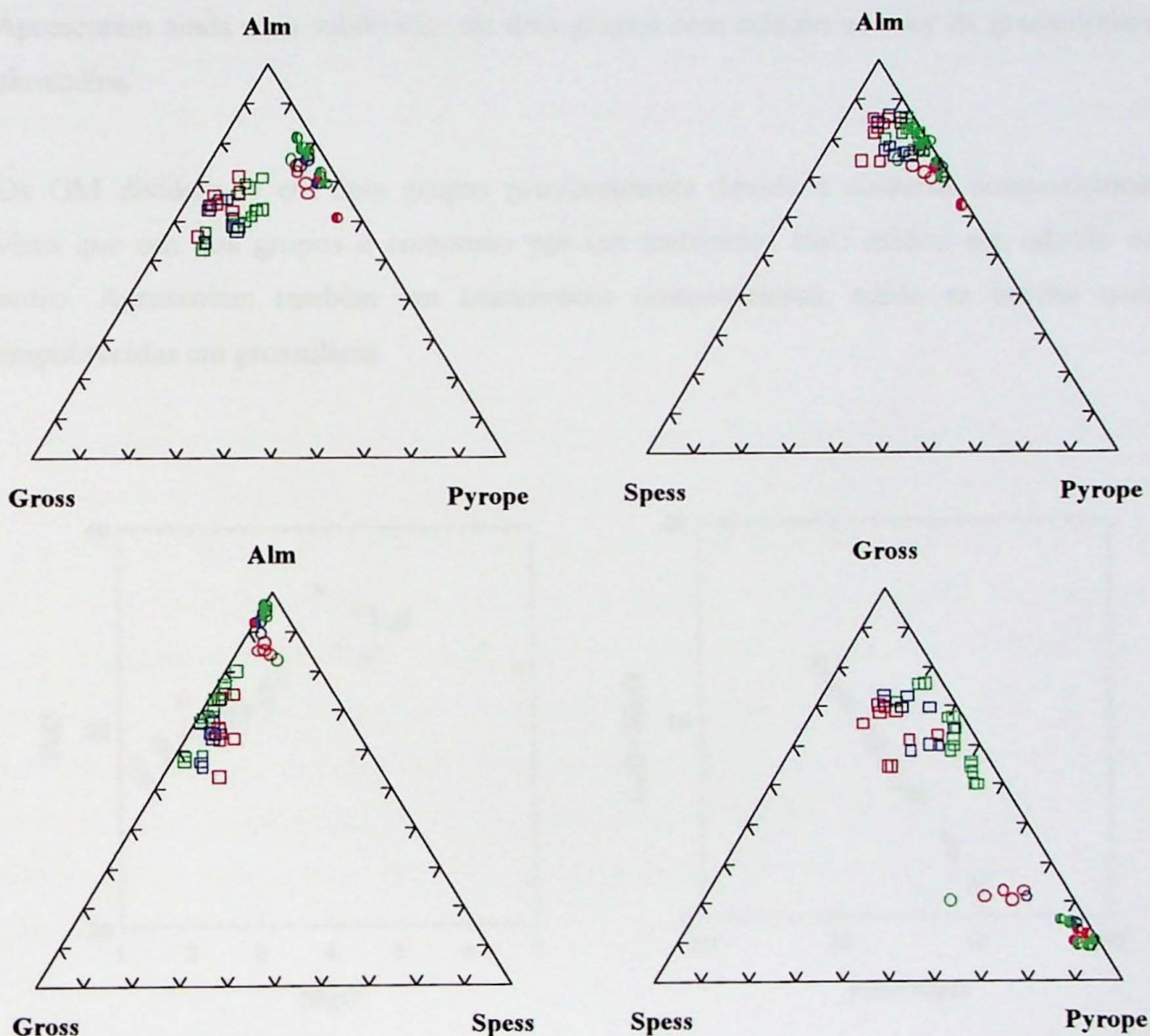


Figura 11 - Classificação das granadas. Simbologia: (□) Gnaisses metapelíticos com anfibólio (GMA) (○) Gnaisses metapelíticos GM. Cores: verde=borda; azul=parte intermediária; vermelho=centro. Símbolos vazios localidade IT (N), símbolos parcialmente preenchidos localização CG (S).



As granadas são almandinas, em geral homogêneas, com maiores variações nos teores de grossulária e piropo. Apresentam distinções entre os grupos de granadas de tipo litológico diferentes. As granadas de GMA são mais ricas em moléculas de piropo e as GM em grossulária. Os GMA são, de modo geral, mais ricos em moléculas de almandina que os GM.

Os GMA apresentam claro zoneamento, com as bordas sofrendo nítido empobrecimento em moléculas de espessardita, além de um leve enriquecimento em grossulária. Apresentam ainda uma subdivisão em dois grupos com relação ao teor de grossulária e almandina.

Os GM dividem-se em dois grupos provavelmente devido a controle composicional visto que um dos grupos é composto por um metapelito mais máfico em relação ao outro. Apresentam também um zoneamento composicional, sendo as bordas mais empobrecidas em grossulária.

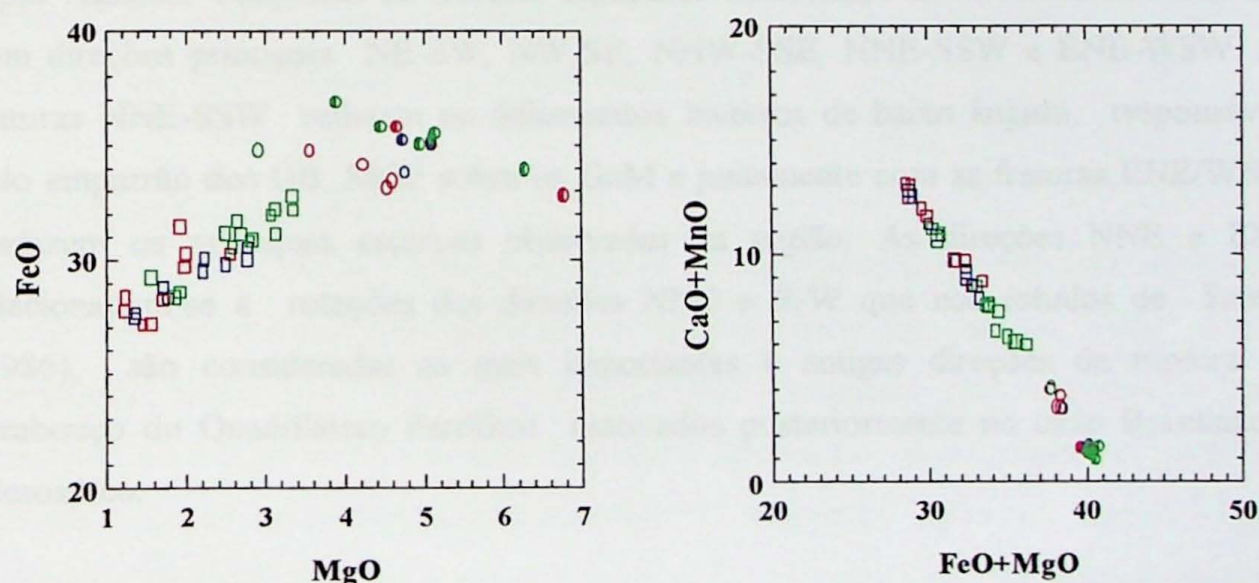


Figura 12 - Classificação das granadas. Simbologia: ( $\square$ ) Gnaiss metapelítico com anfibólio (GMA) ( $\circ$ ) gnaiss metapelítico (GM). Cores: verde=borda; azul=parte intermediária; vermelho=centro. Símbolos vazios localidade IT (N), símbolos parcialmente preenchidos localização CG (S).



## VII – Resultados Obtidos

### Quanto ao mapeamento geológico

Entre os principais resultados obtidos com os levantamentos de campo efetuados na área incluem-se a identificação de três unidades litológicas principais e outras várias secundárias, sua distribuição espacial e relações lito-estruturais. A comprovação do GnM como uma sequência meta-vulcano sedimentar conforme havia sido determinado por Reeves (1966), foi possível identificar um empilhamento litológico representativo da sucessão estratigráfica original e sua divisão em unidade inferior, intermediária e superior. Foi reconhecido ainda a estruturação por repetições de empilhamento tectônico das unidades litológicas presentes além de sua distribuição em corpos alongados de direção NNE-SSW, delimitados por falhas de empurrão de ângulos médio a baixo. Por fim a confecção do mapa geológico baseando em estudos de foto aéreos e nos dados do mapeamento.

Diversas feições estruturais foram observadas e medidas relacionados ao último evento rúptil regional. Conjuntos de fraturas espaçadas observados em diversos afloramentos com direções principais NE-SW, NW-SE, NNW-SSE, NNE-SSW e ENE-WSW. As fraturas NNE-SSW refletem os falhamentos inversos de baixo ângulo, responsáveis pelo empurrão dos GB, MGF sobre os GnM e juntamente com as fraturas ENE/WNW perfazem os principais escarpas observadas na região. As direções NNE e ENE relacionariam-se à rotações das direções NNE e E-W que nos estudos de Santos (1986), são consideradas as mais importantes e antigas direções de ruptura do arcabouço do Quadrilátero Ferrífero reativados posteriormente no ciclo Brasileiro e Mesozóico.

### Quanto ao metamorfismo

As paragêneses estudadas confirmam o metamorfismo principal regional, de fácies epidoto-anfibolito a anfibolito-médio e possivelmente alto, com incremento de W para E. A natureza dínamo-termal desse metamorfismo é comprovada pela orientação dos minerais metamórficos em planos preferenciais de foliação e xistosidade, além da presença de feições de recristalização de milonitos (protomilonitos), assim como principalmente, pelas características texturais pré a sin e pós-cinemáticas de



crescimento dos minerais principais (granadas, sillimanita, horblenda, entre outros). O estudo textural e paragenético indicou ainda que o ápice termal do metamorfismo regional principal foi pós-cinemático em relação à foliação metamórfica principal Sn.

Efeitos de alterações metassomáticas no curso deste metamorfismo são indicadas localmente. Principalmente nos gnaisses bandados heterogêneos (GnH) na forma de feldspatizações potássicas róseas relacionadas a infiltração de fluidos potássicos em zonas de cisalhamento. Ocorreram também as alterações de rochas metaultramáficas para biotítitos/flogopítitos por vezes associada a mineralização de esmeraldas (por exemplo, na localidade Canta Galo) mas também em outras zonas de contato entre as rochas metaultramáficas e GB/MGF, além das jazidas de esmeraldas de Capoeirana e Belmont já descritas na literatura, mais recentemente por Machado (1998).

O metamorfismo retrógado é caracterizado na área de estudo pela saussuritização dos plagioclásios mais cálcicos nas rochas *sensu lato* graníticas (incluindo gnaisses graníticos, metagranitóides e migmatitos diversos); nos gnaisses e xistos metapelíticos pela cloritização de biotitas, granadas e horblendas, e nas rochas calciossilicáticas, pela presença do epidoto tardio neoformado. Essa transformações minerais indicam as condições do retrometamorfismo na fácies xisto verde.

#### Quanto às unidades litológicas

Os GB/MGF ocorrendo por vezes num mesmo corpo, passando dos GB para o MGF em função do incremento deformacional e metamórfico que sofrem estas rochas. Apresentam localmente início de migmatização e anatexia. Sua deformação mais representativa a é planar. No entanto na parte E da área podem ser reconhecidas dobras inversas. Ocorrem sobrepostos por falhas de empurrão sobre os demais grupos litológicos presente. Formam junto com estes pacotes de repetição tectônica que podem ocorrer em escalas diversas associados aos planos de falhas. As mineralizações visitadas ocorrem normalmente no contato direto do GBs e MGFs com GnM em sequência estratigráfica invertida.

As unidades litológicas descritas para o GnM identificam-no como uma sequência vulcano sedimentar. Sua maior exposição ocorre na parte sul e extremo nordeste da área. São polideformacionais e registram melhores os eventos deformacionais-



metamórficos que os metagranitóides. As principais deformações são extremamente dúcteis, indicando terem sido desenvolvidas em níveis crustais profundo.

Os GnH são caracterizado predominantemente por composições quartzo-feldspáticas, intensamente recortado por veios e níveis mobilizado, ou mesmo pelo crescimento de cristais de feldspatos potássicos de cor róseo. Possuem feições desde miloníticas, a migmatíticas, e localmente com indício de anatexia. Ocorrem normalmente no contato do MGF com porções superiores do GnM. Apresentam características de um gnaiss metassomático de contato, no entanto, devem ainda ser mais bem estudados.

A Unidade Quartizítica ocorre na maioria das vezes associadas aos GnH, podendo também intercalar os MGF em suas partes basais. Ocorrem em corpos com espessuras desde métricos a centenas de metros. Por essa sua característica foi individualizada em uma unidade própria, no entanto sua correlação com o GnH e MGF ainda não está clara.

#### Quanto à geoquímica de rocha e química mineral

Os estudos de geoquímica de rochas foram realizados em um número restrito de amostra, correspondendo a um estudo inicial sobre alguns dos litotipos locais. Os metagranitóides estudados em termos de classificação ígneas e tectônicas assemelham-se aos MGF e GB (Machado, 1998) e TTG regionais (Schorscher, 1992), como um leucogranitóide peraluminoso e cálcico, com composição química de andamelito. Os diagramas *spider* comparando os elementos traços destas rochas, indicam serem elas mais enriquecidas na maioria dos elementos traços que os TTG, e com comportamento mais próximo ao dos MGF. Os diagramas binários de elementos traços e maiores os colocam numa mesma linha evolutiva contendo os MGF e GB, sendo ele mais derivado. São mais ricos em  $K_2O$  que as outras litologias aos quais foi comparado. Levando-se em conta os locais e posição lito-estratigráfica em que foi encontrado, este pode representar uma fácies mais homogênea ou menos diferenciada dos GnH. As metabásicas classificam-se como protólitos basálticos de associação de fundo oceânico, com composição subalcalinos/toleíticos a komatiitos basálticos. A amostra NE 3L, corresponderia à um diabásóide de composição intermediária, alcalina/sub-alcalina, intra-placa. Os diabásios classificam-se como basaltos intra-placa.



Os estudos de química mineral foram realizados visando à realização de cálculos geotermobarométricos. Esses cálculos não puderam ser efetuados a tempo para inclusão neste trabalho devido ao desenvolvimento de outras atividades pertinentes ao mesmo. Deverão ser incluídos na continuidade dos estudos realizados relativos ao mestrado em andamento da autora. Os estudos indicam uma variação composicional entre centro e bordas de biotitas e granadas. Para o anfibólio essa variação não é sistemática. O controle desta variação é associado tanto ao controle químico-mineralógico da rocha, quanto à ação do metamorfismo atuante de modo diferencial sobre localidades diferentes.

### VIII. Interpretações e Discussões dos Resultados

Os estudos realizados permitiram reconhecer no Gnaiss Monlevade uma sequência meta-vulcano sedimentar arqueana conforme descrito por Reeves (1966). Este descreveu como local tipo a região próxima ao município de João Molevade, à SE da área. Neste local as porções basais do Gnaiss Monlevade são mais espessas e mais completas. No entanto, os trabalhos de campo demonstram continuidades deste gnaiss até locais à E e N dentro da área de estudo.

O Gnaiss Molevade é constituído pelas seguintes fácies: félsicas-graníticas à muscovita quartzíticas, anfibolíticas, metapelíticas, cálcio-silicáticas e de formações feríferas bandadas e ainda metaultramáficas contendo, por vezes, cromititos pobres máficos. Os levantamentos de campo permitiram identificar um empilhamento litológico considerado representativo da sucessão estratigráfica original, dividido em unidades: basal, intermediária e superior. As mineralizações de gemas preciosas ocorrem associadas ao contato direto entre MGF e fácies ultramáficas da unidade basal em posição estratigráfica invertida (como já verificada por Machado, 1998). A fácies anfibolítica desta unidade é constituída inicialmente por três litologias distintas, como demonstraram os estudos litogeoquímicos iniciais em rochas de composição metabásica a intermediária, interpretados como ambientes tectônicos variando de fundo oceânico à arcos de ilha. Os metagranitóides estudados são bastante semelhantes entre si mineralógica e petrograficamente, como já verificado por Machado (1998) e Schorscher (1992). Podem ser diferenciados em estudos petrográficos-microscópicos e por relações



lito-estruturais observados em campo. Os estudos realizados indicam uma linha evolutiva para estes metagranitóides sendo: os MGF derivam diretamente dos GB, enquanto que o GnH derivariam destes. São necessários estudos mais precisos quanto a este tema.

Os GnH ocorrem mais freqüentemente associados ao contato tectônico milonitizado dos GnM, fácies félsica, para os MGF, constituindo mais provavelmente uma rocha metassomática de contato.

A foliação metamórfica principal *S*<sub>0</sub>, associada ao principal evento metamórfico proterozóico, mergulha com baixo ângulo para NW, e, subordinadamente para SE e NE, sendo ainda localmente perturbada pela presença de falhas e dobras diversas. O metamorfismo principal progressivo de fácies anfibolito varia de W - *zona da granada e estaurolita* - para E - *estaurolita-out* e *cordierita + sillimanita in*, sobreposto por retrometamorfismo de fácies xisto-verde.

A principal estruturação da área é caracterizada predominantemente por falhamentos inversos de orientação geral NNE-SSW e mergulhos de baixo a médio grau para W-NW, formando repetições de empilhamento tectônico, associados a zonas de cisalhamento dúcteis e dúcteis-rúpteis em contatos litológicos e lito-estratigráficos. É discordante do sentido geral regional das estruturas com vergência para W-NW. Caracterizam deste modo uma zona de retrocavalcamento em sistema de embricamento frontal, na qual a região de estudo localiza-se em sua porção mais à SE.

O estudo fotogeológico e de sensoriamento remoto indicam na região 4 sistemas de fotolineamentos principais com direções gerais à NNW-SSE, NNE-SSW e ENE-WSW e NW-SE exercendo forte influência nos percursos das principais drenagens e na morfologia da região. Caracterizam o último evento rúptil a atingir a região. Intrusões de diques dispostos segundo as orientações NNE-SSW e NW-SE indicam a reativação de falhas ativas já no mesozóico.



## X. Bibliografia

- Abreu, G.C. (1995): Geologia e Metalogênese do Ouro da Mina do Pari, NE do Quadrilátero Ferrífero-MG. Diss. Mestrado, 162p. IG-USP, São Paulo.
- Alkmim, F. F e Marshak, S. (1997): Transamazonian orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, 90:29-58.
- Almeida, F.F.M.(1976): Estruturas do Pré-Cambriano Inferior Brasileiro.-in 29º Cong. Bras. Geol. Resumos: 201-202, SBG, Ouro Preto/Belo Horizonte.
- Almeida, F.F.M e Hasui, Y. (1984): O Pré-Cambriano do Brasil. Edgard Blücher, São Paulo.
- Almeida Abreu, P. A. & Pflug, R. (1994): The geodynamic evolution of the southern Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brazil. *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, 1993 (1/2): 21-44; Stuttgart.
- Alves, M.G. (1986): Utilização de sensoriamento remoto na obtenção de dados litotectônicos em trabalho geológico de detalhe na região NE do Quadrilátero Ferrífero-MG. Dissertação de Mestrado, INPE (SERE), São José do Campos.
- Batchelor, R. A. E Bon, Jen P. (1985): Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. – *Chemical Geology*, 48, 45-55.
- Brito Neves B.B. e Cordani, U.G. (1991): Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Res.* 53:32-40.
- Campos Neto, M.C. e Figueiredo M.C.H. (1995): The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. *J. of South of America Earth Sciences*, Vol. 8, No. 2, pp. 143-162.
- CIA. VALE DO RIO DOCE (1973) Levantamento Aeromagnetométrico da Faixa Monlevade-Guanhães, escala 1:30.000.
- Chemale Jr., F. (1987): Tektonische, lagerstatenkundliche und petrographische Untersuchungen im Eisenerzrevier Itabira, Minas Gerais, Brasilien – Tese de Doutorado, 140p, Inst. Geol. Paläont., T.U. Clausthal, ClausthalZellerfeld.
- Condie, K.C. (1994): Archean grey gneisses and genesis of continental crust. – Chap. 6, p. 205-261, in: Condie, K.C. (ed.): *Archean Crustal Evolution*, 537p., Elsevier, Amsterdam.
- Debon, F. E Le Fort, P. (1983): A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans. R. Soc. Edinburgh: Earth Sciences*, 73 (for 1982). 135-149.
- Deer, W. A.; Hawley, R.A.; Zussman, M.A. (1992) *An introduction to the rock-forming minerals*. Longman. 2nd. Ed. London. 696p.
- Dorr, J.V.N. (1969): Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. - USGS Prof. Pap. 641-A, 110p., Washington.
- Droop, G.T.R (1987) A general equation for estimating Fe<sup>3+</sup> in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analysis, using stoichiometric criteria. *Mineralogical Magazine*, 51:431-437.
- Duyster, D. (1997): Estereonet. Institut für geologie Ruhr-Universität-Bochum, Bochum, Germany.
- Enders, M.; Speer, D.; Maresch, W.V.; McCammon, C.A. (2000) Ferric/ferrous iron ratio in sodic amphiboles: Mössbauer analysis, stoichiometry-based calculations and the high-resolution microanalytical flank method. *Contributions to Mineralogy and petrology*, 140: 135-147.



- Figueiredo, M. C. H. e Campos Neto, M.C. (1993): Geochemistry of the Rio Doce magmatic arc, Southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 65 (Supl.1), 63-81.
- Gualda, G.A.R. (2001) Evolução Petrográfica e Mineralógica das Associações Alcalinas e Aluminosas dos granitos Tipo-A da Graciosa. Diss. de Mestrado, 234p. IG-USP, São Paulo.
- Guimarães, M.L.V. (1992): petrogênese das rochas Pré-cambrianas da região Itabira/Morro do Pilar, borda sudeste da Serra do Espinhaço Meridional – MG. M.Sc.thesis, Univ. São Paulo: 139p; São Paulo.
- Harder, E.C. e Chamberlin, R.T. (1915): The Geology of central Minas Gerais, Brazil. *J. Geol.*, 23:341-378 e 385-424.
- Herz, N. (1970): Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas gerais, Brazil. U.S. G. S. Prof. Pap. 641-B. Washington.
- Hoefs, J., Müller, G., Schuster, A.K. (1982): Polymetamorphic relations in iron ores from the Iron Quadrangle, Brazil: the correlation of oxygen isotope variations with deformation history. - *Contrib. Mineral. Petrol.*, 79: 241-251.
- Inda, H.A.V., Schorscher, H.D., Dardenne, M.A., Schobbenhaus, C., Haralyi, N.C.E., Branco, P.C.d.A. e Ramalho, R. (1984): O Cráton do São Francisco e a faixa de dobramento Araçuaí. - Cap.5, p.193-248, in: Schobbenhaus, C., Campos, D.d.A, Derze, G.R. e Asmus, H.E. (coords.): *Geologia do Brasil*, 501p., DNPM, Div, Geol. Mineral., Brasília.
- Irvine, T. N. e Baragar, W. R. A. (1971): A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. – *Canadian J. Earth Sci.*, 8, 523-548.
- Jensen, L.S. (1976) A new cation plot for classifying sub-alkalic volcanic rocks. *Miscellaneous Paper. Ontario Division of Mines*, n.66.
- Leake, B.E. e 21 membros da IMA (1997) Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of international Mineralogical Association Commission on New minerals and Mineral Names. *Contributions to Mineralogy and petrology*, 61:295-32
- Le Maitre, R. W. (1989) A classification of igneous rocks and glossary of terms: recommendations of the IUGS subcommittee the systematics of igneous rocks. Oxford, Blackwell. 193.
- Machado, G.A.A. (1998): Jazidas de Esmeralda de Capoeirana e Belmont - MG: Geologia, Petrogênese e Metalogênese. IG-USP, 294p. São Paulo (Tese de Doutorado).
- Machado, G.A.A., (1994): Geologia da Região e Aspectos Genéticos das Jazidas de - Esmeraldas de Capoeirana e Belmont. Nova Era-Itabira, MG. Dissertação de mestrado. IG-USP, 186p., São Paulo.
- Machado, N., Gauthier, G. (1996): Determination of  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ages on zircon and monazite by laser-ablation ICPMS and application to a study of sedimentary provenance and metamorphism in southeastern Brazil. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 60(24): 5063-5073.
- Maniar, P. S.; Piccoli, P. M. (1989) Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society American Bulletin*, v. 101, p. 635-643.
- Middlemost, E. A. K. (1985): Cit. In: Middlemost, E. A. K. (1988): *Magma and magmatic rocks*. Reprint, 266 p., Longman Scientific & Technical, London.
- Mothé Fo., H. F. (1996): Contribuição à geologia da Quadrícula de Florália, Quadrilátero Ferrífero-MG. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 212p. Rio de Janeiro.



- Memorial University of Newfoundland - MUN (1994): Newpet. Dept. of Earth Sciences, Centre for Earth Resources Research.
- NASA ERTS (1972). Imagens de Satélite do Quadrilátero Ferrífero. TM5.
- Noce, C.M., Teixeira, W., e Machado, N. (1997): Geoquímica dos gnaisses TTGs e granitóides neoarqueanos do Complexo Belo Horizonte, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Rev. Bras. Geoc.*, 27:25-32.
- Peacock, M. A. (1931): Classification of igneous rock series. – *J. Geol.*, 39, 54-67.
- Pearce, J. A., Harris, N. B. W. E tindle, A. G. (1984): Trace element discriminations diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. – *J. Petrol.*, 25 (4), 956-983.
- Pearce, J. A.; Cann, J.R. (1973) Tectonic setting of basic volcanics rocks determined using trace element analysis. *Earth Planet. Sci. Let.*, 19:290-300.
- Pedrosa-Soares, A.C., Vidal, P. Leonardos, O.H., Brito-Neves, B.B. (1998): Neoproterozoic oceanic remnants in eastern Brazil: Further evidence and refutation of an exclusively ensialic evolution of the Araçuaí-West Congo orogen, *Rev. Geology*, v.26, n.6, p.519-522
- Pedrosa Soares, A.C., Noce, C.M., Vidal P., Monteiro, R.L.B.P, and Leonardos, O. H., (1992): Toward a new tectonic model for the Late proterozoic Araçuaí (SE Brasil)-West Congolian (SW Africa) Belt. *J. of South American Earth Sciences* 6: 33-47.
- Pflug, R. e Renger, F. (1973): A evolução geológica da margem SE do Cráton Sanfranciscano. In: 270 Cong. Brás. Geol., Anais, v2, 5-19, Soc. Bras. Geol., Aracaju.
- Reeves, R.G. (1966): Geology and mineral resources of Monlevade and Rio Piracicaba quadrangles, Minas gerais, Brazil. - USGS Prof. Pap. 341-E, 58p., Washington.
- Rettinger, R., Oberhänsli, R., Potsdam, and Dürkop, C. (1997): Thermometamorphic characterization of the transition zone between the Archean São Francisco Craton and the Neoproterozoic mobile belt, Minas Gerais, Brazil. *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, 3-6: 721-738.
- Rettinger, R., Dürkop, C. e Oberhänsli, R (1996): Influence of the Minas Super Group and the Rio das Velhas Super Grupo in the transition zone between the Archean São Francisco Craton and the Proterozoic mobile belt, Minas Gerais, Brazil. *Geowissenschaftl. Latein-Amerika-Koll.; Terra Nostra*:113. Hamburg.
- Richard, L.R. (1995) Minpet-versio2.0; reference manual. Quebec, Minpet Geological Software.
- Rickwood, P.C. (1968) Contributions to Mineralogy and Petrology. Springer international. Heidelberg-New York, International. 1968. 18; 2, Pages 175-198.
- Santos, A.R. (1986): Estudos sobre a tectônica de fraturamento na região do Quadrilátero Ferrífero e em partes do complexo migmatítico-granulítico de Minas Gerais com base em sensoriamento remoto. Tese de Doutorado. IG-USP, São Paulo.
- Schobbenhaus, C., Silva, A.S.D., Mignon, R.A, Neves, S.P., Leão, E., Pimentel, E.C., Derze, G.R. (1978): Carta geológica ao milionésimo - Folha Belo Horizonte. – DNPM, MME, Brasília, DF.
- Schobbenhaus, C. e Campos, D.d.A. (1984): A evolução da plataforma sul-americana no Brasil e suas principais concentrações. Minerais. – cap 1, p9-53. in: Schobbenhaus, C., Campos, D.d.A., Derze, G.R. e Asmus, H.E. (coords.): *Geologia do Brasil*, 501p., DNPM, Div. Geol. Mineral., Brasília.



- Schobbenhaus, C, et al. (1981/1995): Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. - 4 fls, DNPM, MME, Brasília, 1981;1995 (2ªed.).
- Schöll, W.U. (1972): Der südwestliche Randbereich der Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien. - *Geol. Rundsch.* 61 (1), 201-216.
- Schorscher, H.D. (1992): Arcabouço petrográfico e evolução crustal de terrenos precambrianos do sudeste de Minas Gerais: Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e domínios granito-gnáissicos adjacentes. Vol. 1, 274p. (Livre Docência) IG-USP, São Paulo.
- Schorscher, H.D. (1975): Entwicklung des polymetamorphen präkambrischen Raumes Itabira, Minas Gerais, Brasilien. *Miner. Petrog. Inst.* (instituto de Mineralogia e Petrologia), p.304, 11 mapas. Tese de doutorado. Universidade de Heidelberg, Haidelberg, Alemanha.
- Schorscher, H.D. (1973): Levantamento geológico da região de Itabira, 1:20.000, Convênio instituto Eschwege/ Companhia Vale do Rio Doce, Relatório Final, 48p, 4 mapas geológicos 1:20.000, Inst. Eschwege, 1973.
- Schorscher, H.D., Alves, M.G., Davies, H.-P.K. (1997a): Geologia da Quadrícula São Gonçalo do Rio Abaixo 1:25.000, parte nordeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. - In: 9º Simp. Geol. Minas Gerais, Anais: 50-52, Bol. 14, SBG-MG, Ouro Preto.
- Schorscher, H.D., Mothé Filho, H.F., Abreu, G.C.; Alves, M.G., Davies, H.-P.K., Queiroga, N.C.M. (1997b): Geologia da Quadrícula Florália 1:25.000, borda leste do Quadrilátero Ferrífero, MG. - In: 9º Simp. Geol. Minas Gerais, Anais:53-55, Bol. 14, SBG-MG, Ouro Preto.
- Spear, F.S. (1993) metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths. Washington, Mineralogical Society of America. 799p. (Monograph Mineralogical Society of America).
- Teixeira, W.; Carneiro, M.A.; Noce, C.M.; Machado, N.; Sato, K., e Taylor, P.N. (1996): Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil. *Precamb. Res.*, 78: 151-164.
- Teixeira, W. e Canzin, F. (1994): A evolução tectono-termal proterozóica do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas K-Ar em rochas do seu embasamento. *Bol.IG-USP, Sér. Cient.*, 25:61-80.
- Trompette R., Ulhein, A., Silva, M.E. and Karmann, I. (1992): The Brasiliano São Francisco Craton revisited (Central Brasil). *J. of South American Earth Sciences* 6: 49-57.
- Uhlein, A., Trompette, R.R. e Egydio-Silva, M. (1998): Proterozoic rifting and closure, SE border of the São Francisco Craton, Brazil. *J of South American Earth Sciences*, Vol. 11, 2, 191-203.
- Winchester, J. A. E Floyd, P. A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. - *Chemica Geology*, 20, 325-343.
- Wiedemann, C. (1993): The evolution of the early Paleozoic, late to postcollisional magmatic arc of the Coastal Mobile Belt, in: then State of Espírito Santo, eastern Brazil. *Academia Brasileira de Ciências, Anais*, 65:163-181.
- Winkler, H.G.F. (1976) *Petrogenesis of Metamorphic Rocks* 4oed. New York, Springer. 334p.
- Yardley, B.W.D.; MacKenzie, W.S.; Guilford, C. (1990) *Atlas of Metamorphic Rocks and their Textures*. Longman Scientific & Technical, Essex England.



## **Anexos**



**Anexo I - Mapa de Afloramentos (escala 1:50.000)**  
**Anexo II – Mapa geológico (escala 1:50.000)**

Anexo III – Tabela com Descrições de Afloramentos

( envelope marrom no final do volume)



### **Anexo III – Tabela com descrições de afloramentos**



Pont	Medidas Estruturais	Descrição
1	Sn: 312/25, 322/30, 312/29; Ln: 019/09, 008/12, 25/18; Sn+1: 210/35; Dir. veios: 119/65, 110/75; E: 24/18, 32/10	Anfibólio-biotita gnaiss leucocrático com variação composicional e granulométrica. Presença de veios de quartzo discordante e banda mais quartzosa (menos que 5% de biotita) hololeucocrática. Amostras de banda leucocrática e de banda máfica.
2	Sn: 242/28, 238/29; Ln:19/05	Biotita gnaiss granítico félsico heterogêneo bandado com mobilizado e veios pegmatóides. Amostras com e sem mobilizados pegmatóides.
3		Gnaiss bandado grosso. Fácies máficas anfibolítica-biotíticas e quartzo-feldspáticas variando em espessuras desde decimétrica a métrica. Bloco rolado de cálciossilicático. Gnaiss Molevade. Amostras de banda máfica, félsica e cálciossilicática e veio pegmatóide boudinado. Presença de dobras em bainha e outras dobras de maior complexidade além de estruturas colunares.
4		Continuação do corpo anterior, fácies anfibolito, maciço. Gnaiss Molevade
5	Sn: 92/25; 72/28	Biotita gnaiss intemperizado, com granadas e possivelmente sillimanita. Gnaiss Molevade metapelítico.
6	Sn:112/20; 85/15	
7	Sn: 267/18	Presença de bolsões pegmatíticos, heterogêneo, quartzo-feldspático, com micas centimétricas no Gnaiss Molevade bastante alterado.
18	SN: 118/19	Xisto grafitoso contido em um pacote de aproximadamente 1 metro. Afloramento composto por rocha bastante intemperizada, sendo níveis argilosos de cor amarela e níveis quartzo-muscovítico.
19	Sn: 009/25	Rocha alterada de cor marrom-rosado com bastante quartzo em sua composição e níveis descontínuos de quartzito.
20	Sn: 082/09,110/16	Gnaiss bandado heterogêneo, bastante intemperizado. Presença de nível metapelítico com granadas. Mais a frente bolsão pegmatítico.
21	Sn: 62/10, 48/14,98/18,021/12,18/15; Ln: 55/09	Rocha badada heterogênea, bandamento de cores ocre e roxo.Gnaiss da SVS.
22	Sn: 355/10	Biotita-gnaiss com níveis de biotito e níveis anfibolíticos preservados com granada.GnM fácies metapelíticas. Amostrado.
23	Sn:029/22,010/22,029/30	
24	Sn: 135/78, 142/80; Sn+1: 54/53; E: 45/03, 345/08;PA:240/30;Sn+1:54/53	Gnaiss bandado intemperizado. As bandas de cor ocre e vermelha são argilosa com pouco quartzo. Presença de pegmatitos em bolsões com muscovita e feldspato associado a banda composta por rocha quartzosa. GnM fácies máficas.
25	Sn: 42/10, 342/25, 320/30, 320/30, 350/12, 340/22; Ln: 220/10, 225/10, 195/10; E: 220/10, 225/10	Afloramento composto por anfibólio biotita gnaiss bandado, intercalando bandas onde predomina a biotita e banda mais pobres em biotita e anfibolitos com bandamento composicional. Amostras de anfibolito e anfibólio gnaiss.
26	Sn: 300/55	Gnaiss intemperizado, argiloso, com pouco quartzo, bandamento fino, minerais escuro (nível manganêsiano?). Veios de quartzo-feldspato mobilizado. Fácies máficas GnM.
27	Sn: 10/10, 170/22	Gnaiss bandado de cor de alteração ocre finamente bandado. Fácies anfibolíticas GnM. Amostrado
28	Sn: 315/29, 328/25, 342/22, 340/20; Eixo: 05/21, 05/11; Dobra: 25/29, 293/44, 276/80, 45/25	Biotita gnaiss, com pouco quartzo, cor de alteração vermelho amarronzado, bandado. Gn Molevade fácies máficas. Estruturas crenuladas e dobradas em 'Z'.
29	Sn: 285/45, 300/30	Gnaiss bandado fácies: qtz-feldspáticas, anfibolítico, anfibolítico-biotítico, fácies metapelíticas típico da sequência vulcano-sedimentar.GnM
30	Sn: 281/71	Gnaiss bandado fino, anfibolítico-biotítico. Gn Molevade, fácies máficas.
31	Ln: 248/15	Fácies félsica do Gn M, intemperizado, bandamento milimétrico, paralelizado de baixo ângulo.
32	Sn: 229/34, 252/15; Ln: 242/18	Gnaiss félsico, quartzoso, bandado fino, bandas paralelizadas, além de níveis anfibolíticos. Presença de rocha calciossilicática e blocos rolados de anfibolito. Amostra do gnaiss anfibolítico e da calciossilicática.
33	Sn: 48/25?;Dir. veios quartzo: 134/70; Fraturas: 165/79, 175/82	Fácies félsicas Gn Molevade, bastante homogêneo, finamente bandado. Presença de fraturas preenchidas por veios de quartzo. Amostrado.



34	Sn: 184/35, 241/35, 225/35, 248/35, 225/45, 247/35, 241/31; Dir. Veios: 84/35; Fraturas: 184/35, 321/70, 28/76	Fácies félsicas GnM. Gnaiss bandado fino, distinguindo-se bandas quartzo feldspáticas, em contato com fácies anfibolíticas constituídas por anfibolitos grossos bandados. Amostras.
35		Gnaiss bandado predominando fácies félsicas mas com níveis anfibolíticos e níveis ricos em biotitas. Presença de veios pegmatóides, fracamente discordantes das foliações. Dobras em "s" nos veios pegmatíticos, constituindo fácies mais migmatíticas. Amostras de Gnaiss félsico e anfibolito.
36	Sn: 010/26	Fácies félsicas GnM. Gnaiss bandamento irregular grosso. Rocha rica em quartzo-biotita com veios pegmatóides discordantes. Pegmatitos com muscovita. Amostrados.
37	Sn: 222/20, 212/11, 236/32, 259/25, 230/20, 272/15; Dir. Veios: 84/35	Fácies félsicas GnM. Gnaiss bandamento irregular grosso. Rocha rica em quartzo-biotita com veios pegmatóides discordantes. Pegmatitos com muscovita. Amostrados.
38	Sn: 217/18	Fácies félsicas GnM. Gnaiss bandamento irregular grosso. Rocha rica em quartzo-biotita com veios pegmatóides discordantes. Pegmatitos com muscovita. Amostrados.
39	Sn: 300/35, 290/28	Gnaiss bandado fino, composto por bandas mais ricas em biotita e outras bandas mais félsicas ainda (hololeucocrática) com porções pegmatíticas. Presença de veios pegmatóide com dobras e níveis biotítico.
40	Sn: 285/26, 300/20, 320/20, 318/24, 325/20	Gnaiss félsico, homogêneo, com níveis milimétricos de muscovita, níveis mais ricos em biotita e bandas com maior crenulometria. No topo do afloramento são observadas bandas anfibolíticas. Predomina o gnaiss félsico.
41	Sn: 338/35, 356/11, 341/35, 318/40, 328/36, 111/40; Sn+1: 198/02	Gnaiss bandado fino, predominando por bandas de biotita gnaiss sobre bandas mais félsicas
42	Sn: 318/24, 336/28, 292/35, 340/35	Continuação do mesmo corpo de rocha, com mesmas variações e bandamento: Gnaiss bandado félsico.
43	Sn: 343/20, 328/24, 348/50, 348/30; Dir. dique: 245/65, 264/75, 260/80, 70/85	Continua mesmo corpo bandado, félsico, com níveis milimétricos de biotita e com bandas mais ricas em biotitas internamente estruturado em um bandamento mais fino em função da quantidade de biotita. Predomina as bandas félsicas métricas.
44	Ln: 2/08	Mesmo Gnaiss bandado fino. Amostras biotita gnaiss máfico, félsico e anfibolito.
45	Sn: 228/28, 237/28	Gnaiss bandado fino, máfico, com pouco quartzo, cor de alteração vermelha. Faixas com biotitas.
46	Sn: 272/35, 260/45, 275/30, 258/35, 275/30	Gnaiss finamente bandado, fácies metapelítico-muscovítico com presença de granadas, além de bandas cálcio-silicáticas.
47	Sn: 338/22	Gnaiss bandado alternando bandas máficas (pouco quartzo, muita biotita, cor de alteração vermelha) e bandas félsicas, graníticas (granulometria média). Presença também de nível quartzo-muscovítico.
48	Sn: 212/30, 278/20	Gnaiss bandado fino, máfico, predominante além de gnaiss metapelítico. Afloramento Intemperizado.
49		Gnaiss bandado, fácies anfibolíticos. Amostrado.
50	Sn: 338/30	Gnaiss fácies félsicas, com biotita de segregação junto a níveis feldspáticos; bandas máficas, com muita biotita, também presente.
51	Sn: 221/15, 227/45, 219/48, 183/10, 223/85, 240/44, 234/30, 244/21, 230/50, 221/45, 240/54, 230/48	Seqüência de rochas: Corpo intrusivo, discordante, com mergulhos de alto ângulo, máfico, granulometria fina, textura equigranular, deformado em zonas de cisalhamento; Corpo pegmatítico, intrude e deforma anfibolito. Apresenta contatos altamente plásticos; Alternância de bandas mais quartzosas s/ muscovita com bandas com muscovita de forma irregular perfazendo um pacote de uns 3 metros no meio. Amostras de todas as fácies descritas.
52	Sn: 322/10, 318/10; Sn+1: 30/50	Topo do afloramento: gnaiss com bandamento irregular com as seguintes fácies: bandas de anfibolito de até 30 cm, alternando com bandas compostas por níveis félsicos. Predomina gnaiss fácies máficas c/ anfibólio e feldspato. Nível mais pelítico com intercalações de bandas félsicas/máficas. Base do afloramento: nível cálcio-silicático com intercalações de níveis pelíticos e biotítico. Predomina as rochas cálcio-silicáticas associado a boudins. Amostrado todas as fácies.
53	Sn: 86/10, 360/15	Rocha migmatítica, quartzítica com feldspato rosa estirados, pouca biotita <1% (hololeucocrática). Presença de pegmatitos (Aplitos). TTG migmatizado e biotita granada gnaiss. Amostrado.
54	Sn: 210/15, 312/29	Rocha migmatítica com estruturas estromatolítica e nebulítica, homogêneo em escala de afloramento. Rocha rica em quartzo com muito pouca biotita. Podem ser observados porções mais félsicas e máficas com dobras em granulometria menor sem os feldspatos rosa. Provável TTG remigmatizado. Diferente do Gnaiss Molevade observado até então. Várias amostras. Amostrado



55	Sn: 312/29	Gnaiss bandado com as seguintes fácies: anfibolito com biotita e granada; gnaiss félsico com granada e sulfetos, gnaiss félsico com níveis de biotita granada e sulfetos. Mineralização de sulfetos em gnaisses além da presença de corpos pegmatíticos grosso. Gnaiss Molevade. Várias amostras.
56	Sn: 292/35, 257/50, 255/30, 312/29	GnM fácies máficas, intemperizada. Gnaiss bandado com bandas quartzo feldspática máficas/félsicas.
57	Sn: 257/50, 255/30	Biotita gnaiss fácies félsicas e metapelítica com granada.
58	Sn: 255/50, 255/60	Gnaiss bandado apresentando bandas félsicas, máficas e básicas intemperizadas. Foliação gnaiss crenulada de alto ângulo. Mais a frente, também fácies metapelíticas c/ granada. GnM. Amostra.
59	Sn: 311/59, 311/49, 320/15	Gnaiss metapelítico com granadas em gnaiss félsico equigranular com pouca biotita. GnM metapelítico. Corpos félsicos (pegmatóide). Amostrado.
60	315/29, 300/25	Gnaiss intemperizado, bandado fino, metapelítico com granada. GnM.
61		Gnaiss intemperizado, bandado fino, metapelítico com granada. Predomina fácies máficas. Continuação Gnaiss Molevade metapelítico.
62	Sn: 217/62, 250/30, 219/29	Gnaiss intemperizado, fácies máfica-anfibolíticas predominante com fácies metapelíticas subordinadas. GnM. Amostra de anfibolito
63	Sn: 20/10	Gnaiss félsico, bandamento fino com muito pouca biotita. GnM félsico menos característico. Blocos rolados de anfibolito. Amostra de anfibolito grosso.
64	Sn: 15/10, 183/10, 182/20, 20/10, 104/12, 190/20; Ln: 48/08; Dir. veios: 20/10	Gn Molevade, fácies anfibolíticas com presença de pegmatitos.
65	Sn: 338/59, 302/30, 104/12, 108/10, 104/12 (MGF), 25/08, 30/09, 29/05; Ln: 48/08; Dir. veios: 338/59, 302/30, 104/12	Gnaisses félsico, com estrutura flaser, bandamento fino, muito pouca biotita e com granadas. MGF. Mais 50 metros acima aparece rocha intemperizada máfica com granada e sillimanita. Amostra de MGF.
66	Sn: 50/04, 35/23	Lage de MGF em meio ao GnM. Anfibolitos rolados próximos a drenagem. Amostra MGF.
67	Sn: 50/15, 55/10, 41/21	MGF no fundo do córrego, enquanto no morro aparece GnM, alterado fácies biotitas e quartzo-feldspato. Gn Molevade, fácies félsicas, com bandas de até 20 cm de cálcio-silicáticas. Amostra Gn Molevade e MGF
68	Sn: 41/21, 81/40, 49/25, 45/10; Dir. Veios 72/20	Biotita gnaiss félsico com agregados de biotitas nos planos de foliações. MGF. Amostrado
69	Sn: 40/29; Ln: 95/10, 100/10	Gnaiss Molevade, fácies anfibolito e félsico mais 'stock' diabásio microgabro. Amostras do diabásio.
70	Sn: 300/20 ; Ln 95/10, 100/10	Gnaiss bandado fino, máfico, com muscovita, biotita e pouco quartzo. Cor de alteração vermelha, veios de quartzo pseudo-concordante. Alguns níveis apresentam granadas. GBH com estruturas pseudoconcordante de remobilizado de quartzo; corpo pegmatítico pseudo-concordante ao foliação, fácies félsicas com granada e parte mais máfica anfibolítica. Amostrado
71	Sn: 48/10, 00/15, 356/15; Ln: 42/10, 38/10, 28/10	Gnaiss félsico folhado com agregados de biotitas e fluorita. MGF
72	Sn: 359/55, 334/24, 353/30; Dir veios: 22/88, 196/77, 180/80, 144/64	Veio de ametista no Gnaiss Molevade. Amostras
102	Sn: 290/42, 280/50, 300/45, 290/45, 281/55; Dir dique: 160/55, 140/60, 132/35; E:	Gnaiss félsico, pouca biotita, homogêneo. MGF. Cortado por veios pegmatóides c/ biotitos nas bordas. Intercalações de quartzito muscovítico. Amostras.
103	Sn: 300/25, 275/75, 275/65, 298/35, 24/25, 174/85, 340/75; Dir. dique: 132/35; Fraturas: 142/81, 129/69, 133/65	Gnaiss félsico, leucocrático a hololauocrático. Intercalações de quartzíticas-muscovíticas. Partes mais preservadas aparecem estrutura flaser. MGF.
104	Sn: 290/40, 280/64	Gnaiss félsico, bandamento fino com quartzo, feldspato, biotita em níveis descontínuos (MGF), mais muscovitas. Paredões intemperizados passam para cor rosa.
105	Sn: 313/15; Ln: 264/1	Gnaiss félsico na base do afloramento enriquecendo de biotita em direção ao topo, estrutura 'flaser' bandamento fino, biotitas em níveis descontínuos (MGF) com muscovita. Quartzitos micáceos.
106		Gnaiss félsico bandado fino. Apresenta concentrações de biotitas nos planos da foliações. MGF. Afloramento se estende ao longo da estrada de ferro.
107	Sn: 040/25	Gnaiss bandado máfico. Bandas metabásicas e bandas máficas rica em biotita com pouco quartzo e cor de alteração marrom-avermelhada. Presença de veio pegmatóide pseudo concordante
154	Sn: 360/09, 9/09, 284/45	Gnaiss granítico félsico com biotitas em agregado no plano da foliação. GB. Amostrado.



155	Sn: 264/59, 254/50	GB. Gnaiss granítico, leucocrático, alterado, textura grossa com estrutura flaser.
156	Sn: 264/45, 269/45, 271/36, 278/54; Ln: 2/10	Gnaiss félsico muito parecido com MGF apresentando intercalações de muscovita qtzito com biotita, quartzo muscovita xisto grosso. Gnaiss cinza fino pouco foliado. Quartzo muscovita xisto aparentemente apresenta feldspato róseo. Amostra de quartzito muscovítico.
157	Sn: 278/50, 260/85	Quartzito muscovítico passando a gnaiss muscovítico com espessura aprox. de 100 m. Intercalados por biotita gnaiss com nível rico em anfibólio.
158	Sn: 260/45	Gnaiss intemperizado de cor vermelha. Presença de granadas centimétricas. Fácies metapelíticas do Gnaiss Molevade com presença de nível anfibolítico de aprox. 40cm de espessura.
159	Sn: 254/22, 118/70, 315/51, 251/45, 82/60, 72/30, 74/60; Eixo: 72/30, 74/60, 170/12; PA: 220/60	Gnaiss bandado heterogêneo, com bandas quartzo-feldspáticas com granadas e biotitas concentradas nas bordas; bandas anfibolíticas com granadas e sem granadas por vezes boudinados e bordejados por biotitas. Sequência vulcano sedimentar típica do Gnaiss Molevade em início de migmatização. Amostra do nível anfibolítico.
160	Sn: 262/45, 271/46, 270/40; Ln: 328/20; PA: 120/?	Gnaiss cinza, finamente bandado, granulação média-fina, apresentando dobras pegmatíticas e cortados por veios pegmatóides. Presença de segregação e concentração de máficos. Gnaiss Molevade?
161		Bloco rolado de gnaiss cinza. Veios de quartzo-feldspático c/ concentração de máficos nas bordas. Biotita Gnaiss. Amostrado.
162	Sn: 262/40; Fl: 295/35, 270/35, 230/70	Continuação do biotita gnaiss (gnaiss cinza) com intercalação de aproximadamente 1m de quartzito micáceo, quartzito com magnetita e biotita-gnaiss com sillimanita e granada. Sequência de rochas dobradas: anfibolitos, gnaiss homogêneo, migmatitos com pequenos bolsões pegmatíticos e quartzito micáceo, além de granada-sillimanita-biotita xisto.
163		Solo de cor vermelho passando a solo de cor roxa
164	Sn: 306/65	Gnaiss bandado fino alterado, bandas de cor roxo a vermelho com nível de cor ocre característico de meta-básica. Intercalam bandas métricas máficas e félsicas. GnM. Amostrado
165	Sn: 232/34	Ainda continua biotita-gnaiss do Gnaiss Molevade.
166	Sn: 278/21, 278/35; Dir. dique: 111/35; Fr: 111/35	Biotita-gnaiss félsico, cinza, finamente bandado c/ veios pegmatíticos irregulares, boudinados, e concordantes com a foliação. Presença de nível anfibolítico e pequenas dobras em 'S'. Bolsões e veios pegmatíticos boudinados. Amostrado
167	Sn: 287/29	Solo de cor marrom arroxado onde ainda pode ser observado bandas metabásicas e bandas ricas em feldspato, agora caulinizada. Solo com pouco quartzo. GnM.
168	Sn: 270/30, 281/41, 274/41, 268/25	Gnaiss bandado grosso, composto por bandas félsicas qtz-feldspáticas e bandas metabásicas. Formação de biotititos nas bordas do corpo anfibolítico. Bolsões irregulares pegmatíticos pseudoconcordantes. Dobras irregulares, veios discordantes. Fusão parcial.
169	Sn: 292/20, 222/35	Continua mesmo gnaiss bandado fino com bandas paralelizadas, níveis máficos mais espesso e presença de alguns biotititos.
170	Sn: 195/25, 182/20	Solo de cor arroxado, preservando ainda estruturas da rocha que se parece com gnaiss félsico bandado fino homogêneo. Níveis de anfibolito, boudinados, estirados e veios pegmatíticos.
171	Sn: 264/15	Gnaiss félsico finamente bandado com pouca biotita. Blocos rolados do migmatito Presença de clastos de quartzito de até 8cm (poucos). Corpos pegmatóides estão presente. Amostrado.
172	Sn: 226/20, 215/18	Gnaiss félsico, alterado, finamente bandado, com pouca biotita. Presença de bolsões pegmatítico. Amostrado.
173		Mesmo gnaiss félsico finamente bandado com pouca biotita.
174	Ln: 85/0	Gnaiss bandado heterogêneo migmatizado com presença de feldspato rosa e veios pegmatóides finos, irregulares e discordantes. Forma paredões lisos, arredondados com níveis de anfibolitos. Amostras do gnaiss com feldspato rosa, porções quartzo-feldspáticas.
175	Sn: 230/39, 213/39;	Mesmo biotita-gnaiss, observado no ponto anterior com bandamento fino. Presença de veios pegmatíticos e feldspato rosa. Níveis anfibolíticos.
176	Sn: 328/35	Biotita gnaiss com feldspato de até 5cm. Rocha bastante alterada, cor de alteração roxo-avermelhado.
177	Sn: 258/65, 256/99, 252/40, 280/40, 252/40, 252/45, 258/66	Biotita gnaiss, gnaiss cinza, homogêneo, bandamento insipiente. Veios pegmatíticas e dobras pegmatíticas.
178	Sn: 278/35, 266/36	Biotita gnaiss bandado grosso com níveis contendo feldspato rosa, até centimétrico. Amostrado.
179	Sn: 278/35	Gnaiss félsico com muito pouca biotita (<1%), intercalado por veios de quartzo, granulometria média a fina.



180	Sn: 265/35, 260/15	Mesmo gnaissé félsico com pouca biotita observado nos pontos anteriores. Altera para rocha de cor rosa claro, assim como solo arroxado rico em quartzo.
181		Gnaissé alterado de cor rosa. Argiloso com pouco quartzo.
199	Sn: 69/10, 45/10, 85/20; Ln: 32/12; PA: 120/60, 60/45; E: 35/15; FI: 86/28, 110/52, 88/30	Gnaissé alterado apresentando fácies máfica (rica em biotita), anfíbolítica e metapelítica com granada e sillimanita. Intercalam finos veios de quartzo concordantes. Fácies metapelíticas do Gnaissé Molevade.
200	Sn: 112/18, 110/15, 353/33?, 352/33	Gnaissé alterado, bandado, apresentando bandas máficas com biotitas, agregadas, e bandas félsicas (biotitas < 5%). MGF. Presença de veios pegmatóides e nível quartzo-muscovítico de 40cm de espessura.
202	Sn: 312/10, 321/25, 326/25, 340/15, 254/15, 290/10, 326/12; Ln: 345/20, 320/03, 345/10	Quartzito muscovítico variando a muscovita-quartzo-xisto e níveis de quartzito, variando desde quartzito grosso com magnetitas a quartzitos de granulação média com níveis contendo magnetita. Amostras de muscovita quartzo-xisto e quartzito grosso com magnetitas. BIF
203	Sn: 318/26	Rocha alterada, de aspecto xistoso, com pouco quartzo, rico em biotita, sillimanita e granada. Fácies metapelíticas do Gn Molevade. Presença de bolsão pegmatítico e veios de quartzo boudinados.
204	Sn: 65/12, 08/18; Ln: 240/25	Biotita gnaissé finamente bandado de cor de alteração róseo (biotitas ao se alterarem ficam verdes). Bandas félsicas milimétricas.
205	Fr: 150/80, 265/65	Biotita gnaissé félsico finamente bandado, com níveis submilimétricos enriquecidos em biotita. Amostra de biotita gnaissé.
206	Sn: 155/25, 148/15; PA: 312/35; E: 208/02, 215/08, 300/18	Nível de quartzito grosso, puro às vezes muscovítico, com níveis de magnetita com espessura de aprox. 40cm. Abaixo começam aparecer intercalações de muscovita-xisto. Amostra de quartzito grosso com nível de magnetita.
207	Sn: 25/31, 40/25, 280/11, 110/10	Muscovita-quartzo xisto, com quartzito subordinado, abaixo nível de meio metro de anfíbolito e segue-se biotita gnaissé, alterado, finamente bandado.
208	Sn: 330/15, 238/16	Biotita gnaissé, alterado, de aspecto xistoso, metapelítico com sillimanita e granada, cor de alteração marrom avermelhado. Alternam-se níveis de meta-básica de cor ocre. GnM.
209	Sn: 288/18	Biotita gnaissé de aspecto xistoso, com sillimanita e granada, muito alterado, semelhante ao ponto anterior.
210	Sn: 252/15, 270/15	Continua mesmo biotita gnaissé de aspecto xistoso com sillimanita e granada, ainda muito alterado.
211		Blocos rolados de biotita-gnaissé quartzosos e félsico.
212	Sn: 310/20	Ortoquartzito com magnetita e níveis mais muscovíticos variando de quartzitos muscovítico a muscovita-quartzo xisto. Granulometria média. Amostras de sillimanita-biotita gnaissé de aspecto xistoso e biotita muscovita quartzo xisto.
213	Sn: 260/20, 360/25, 292/15, 260/80	Rocha alterada, avermelhada, com núcleos de concentração de biotita em planos. Banda fina félsica. Afloramento homogêneo. Fácies félsicas do gnaissé Molevade ou MGF em lascas dentro do Gn Molevade???
214	Sn: 318/26, 320/32	Meta-básica. Presença de boudins no anfíbolito. O nível anfíbolítico acompanha a estrada, acima biotita-gnaissé félsico quartzoso com bolsões pegmatíticos (inclusive no anfíbolito). Amostra de boudins no anfíbolito
215	Sn: 298/15	Gnaissé alterado, félsico, cor de alteração róseo, com biotitas concentradas em níveis descontínuos (MGF?). Alternam-se níveis grossos e finos e bolsões pegmatíticos pseudo-concordante com a foliação Sn.
216		Rocha finamente foliada, quartzosa-muscovítica e mais a frente gnaissé félsico finamente bandado parecendo o MGF. Blocos rolados de muscovita xisto e muscovita-quartzo xisto.
217	Sn: 336/25, 322/25, 330/25; Ln: 40/15	Gnaissé graníticos, textura grossa, com biotitas, estrutura flaser (MGF). Abaixo nível de quartzito, acompanhado de muscovita-quartzo xisto de espessura maior que 1m, contendo internamente níveis centimétricos de quartzo biotita-xisto. Alguns níveis contém feldspatos. Amostra de MGF.
218	Sn: 288/36	Muscovita quartzo-xisto com níveis mais rico em quartzo. Afloramento de aprox. 2m no nível do rio.
219	Sn: 274/30	Rocha gnáissica, félsica, foliada, bastante alterada com concentrações de biotita nos planos das foliações. Presença de feldspato rosa. MGF
220	Sn: 300/45	Biotita gnaissé félsico, finamente bandado, com níveis contendo feldspato róseo e granadas esparças. Parece muito o MGF. Amostrado.
221	Sn: 270/38, 320/35, 318/30, 310/38, 302/31, 312/10, 320/31, 320/25; Ln: 223/20, 198/17, 40/18; E: 223/20, 198/17, 040/18	Biotita gnaissé félsico, finamente bandado e biotita gnaissé de cor cinza com presença de muscovita. Não apresenta nos planos das foliações concentrações de biotita. Presença de boudins.
222		Ponto de controle Sítio Curumim



223	Sn: 310/45	Mesma rocha descrita anteriormente intemperizada. Blocos rolados de muscovita-xisto e MGF.
224	Sn: 330/45	Rocha gnáissica, alterada, de cor rosa avermelhado com porções mais quartzosas e porções mais argilosas. Blocos rolados de quartzito c/ níveis de muscovita-xisto.
225		Biotita gnaiss bandado fino com agregados de biotitas nos planos das foliações. Blocos rolado de quartzito e muscovita-xisto. Amostras de biotita gnaiss félsico.
226	Sn: 290/45	Gnaiss finamente bandado com bandas quartzo-feldspáticas e outras com biotita. Mesma estrutura apresentada pelas rochas do ponto anterior, com menos biotita. Biotitas alteram-se para cor verde.
227		Biotita gnaiss com feldspato róseo. MGF. Amostrado
228		Blocos rolado de biotita gnaiss com feldspato róseo. Amostrado
229		Gnaiss félsico, alterado com agregados de biotitas MGF. Presença de dique de diabásio. Amostra do MGF. Amostra de dique de diabásio
230	Sn: 170/30, 242/15, 242/15, 254/29, 278/30; Ln: 265/12, 265/10	Gnaiss granítico félsico com agregados de biotita. MGF. Cerca de 80 m à frente: qtz-muscovita-xisto, com 3 metros de espessura. Presença de bolsão pegmatítico.
231	Sn: 315/40, 302/24	Biotita gnaiss, intemperizado, de cor de alteração vermelha, bandado fino com níveis rico em biotita. Gn Molevade.
232	Sn: 40/26, 278/30?	Gnaiss félsico. Parece MGF. Amostrado.
233	Sn: 260/29, 250/25, 260/24	Gnaiss finamente bandado, bandas félsicas e máficas, características do Gn Molevade. Rocha altera para cor vermelha com níveis mais de cor ocre. Anfibólio-biotita gnaiss
234		Gnaiss bandado félsico/máfico com porções pegmatíticas.
235	Sn: 69/12, 280/22; E: 005/10	Biotita gnaiss félsico, intemperizado, finamente bandado, cor de alteração amarelo-esverdeada. Intercalam-se níveis quartzo-feldspáticos e níveis com biotita. Presença de veios de quartzo.
236	Sn: 280/18, 282/15; Ln: 212/09	Biotita gnaiss bandado fino, quartzoso, homogêneo na escala do afloramento. Bandas quartzo feldspáticas e bandas ricas em biotita. Intercalam-se ainda níveis mais ou menos grossos texturalmente. Amostrado.
237		Rocha extremamente alterada, formando solo argiloso vermelho amarronzado localmente ainda pode-se identificar níveis de cor ocre da alteração de anfibolito/meta-básica. Níveis pontuais de óxido de Mn e veios de quartzo. Gnaiss Molevade. Bifácies anfibolitos.
238		Igual ponto anterior, solo mais rosado. Rocha alterada, foliada, félsica, quartzosa. Gnaiss Molevade.
239	Sn: 208/25, 280/25, 298/25, 310/20	Rocha alterada com plano de foliação determinadas por concentrações de uma mica verde, especular junto com quartzo grosso (quartzito micáceo?). Mais a frente biotita gnaiss quartzoso e níveis anfibolíticos decimétricas. Fácies máfica básica do gnaiss Molevade. Corpos pegmatíticos pseudoconcordante.
240	Sn: 240/27, 320/26, 280/27	Biotita gnaiss félsico, quartzoso com feldspato róseo em alguns níveis, concordante com a foliação. Níveis milimétricos de biotitas espaçados regularmente.
241	Sn: 320/20, 304/20, 302/20, 300/30; Ln: 20/00	Biotita gnaiss bandado fino com níveis onde ocorrem granadas milimétricas e outros níveis c/ anfibólio e outras com biotita. Gnaiss Molevade. Amostrado
242		Biotita gnaiss félsico quartzoso finamente bandado, s/ feldspato rosa. Gnaiss Molevade. Amostrado.
243	Sn: 150/40	Biotita gnaiss alterado, de cor roxa, finamente bandado. Veios quartzosos associados.
244	Sn: 280/30	Blocos rolados de gnaiss félsico, bandado fino, com níveis ricos em biotitas. GB. Amostrado
245	Sn: 280/30*	Gnaiss intemperizado, homogêneo, cinza claro, com biotitas disseminadas. Veios de quartzo pseudo-concordante. Amostrado.
323		Gnaiss Bandado Heterogêneo. Gnaiss cinza homogêneo, leucocrático, com pouca biotita, qtz, feldspato e muscovita, cortado por pegmatito de várias gerações, pseudoconcordantes e discordantes. Amostra com e sem mobilizados pegmatóides
356	Sn: 138/20, 104/20; Fr: 357/80, 216/85, 246/?, 190/?, 207/70, 242/85, 211/60, 211/65, 288/75, 245/85	Anfibolito bandado fino do GnM. Amostra
357	Sn: 138/20, 104/20	Granada biotita gnaiss. Gnaiss metapelítico, GnM
358	Sn: 118/23; Ln: 088/20; Estrias: 88/20	Biotita gnaiss leucocrático, bandamento fino, paralelo. Amostra orientada
359	Sn: 230/40, 245/45	Gnaiss heterogêneo, bandamento fino, paralelo, intercalado por níveis quartzosos grosso.
360		Solo de cor ocre, argiloso
361	Sn: 256/40, 235/40	Gnaiss Molevade, fácies máficas a anfibolítica, bastante alterada



362	Sn: 050/35, 072/22, 300/02	Gnaiss Bandado Heterogêneo. Acima biotita gnaiss, bandamento fino, paralelo. Abaixo nível anfibolítico espesso
363	Sn: 154/45; PA: 302/75, 250/85, 154/45	Gnaiss leucocrático, bandamento fino, paralelo.
364	Sn: 142/28	Gnaiss metapelítico alterado de cores variegadas
365	Sn: 221/15, 227/45, 219/48, 183/10, 223/85, 240/44, 234/30, 244/21, 230/50, 221/45, 240/54, 230/48	Gnaiss hololeucocrático
366	Sn: 190/10	Anfibolito. 02 amostras.
367	Sn: 333/28, 020/30; E: 230/02, 235/05, 240/04, 240/10; PA: 138/42, 240/35, 320/65; Sn+1: 310/65; Fl: 330/05, 120/65, 330/33, 145/20	Biotita gnaiss bandado fino, com dobras em 's'.
368		Gnaiss heterogêneo, com níveis anfibolítico, biotítico e bloco rolado de clorito. Amostras
369		Gnaiss metapelítico bastante alterado de cor vermelho.
370	Sn: 020/15, 032/12	Biotita gnaiss bandado fino paralelo
371	PA: 190/75, 160/75	Migmatito Gnaiss migmatizado com dobras em 'chevron'. Amostra de anfibolito e de paragneisses
372		Gnaiss heterogêneo/migmatito semelhante ao ponto anterior com presença de bolsão pegmatítico. Presença de núcleos de anfibolito preservado do estiramento (Amostra).
373	Sn: 350/30; Dir. veio: 290/30	Gnaiss heterogêneo semelhante ao observado em ponto anterior. Amostra de nível biotítico-quartzoso.
374	Sn: 320/22, 300/21	Paredão apresentando mesmo gnaiss heterogêneo observado no ponto anterior. Núcleos de anfibolitos preservados. Amostras representativas dos diversos níveis: metapelítico, quartzo-feldspático, biotítico-quartzoso, anfibolíticos e de anfibolito de núcleos preservados. SVS. Amostras de todos litotipos.
375	Sn: 147/25, 120/20	Gnaiss heterogêneo, alterado, de cor vermelha com níveis anfibolíticos de cor de alteração ocre.
376	Sn: 220/20, 230/25, 270/15, 245/25, 240/20; E: 230/05, 260/05, 210/05, 010/10, 240/10; PA: 302/85, 140/45, 240/10, 240/10, 240/10	Gnaiss leucocrático, bandamento fino, paralelo.
377	Sn: 270/15, 252/15, 260/16, 120/18, 160/62; Ln: 310/20; E: 214/20, 210/10; PA: 230/20, 280/20, 310/20; Fr: 50/17, 60/25; Fl: 240/20, 125/65, 140/10	Gnaiss leucocrático bandado fino, quartzo-feldspático. Dobra intrafolial preservada.
378	Sn: 20/20, 012/20, 250/60, 50/28, 30/40; Ln: 78/10; PA: 160/25; Fr: 108/80, 100/80, 110/55	Gnaiss heterogêneo do ponto 374, com níveis milonítico. Núcleos de anfibolito preservado do estiramento. Duas gerações de pegmatitos intrusivos. Amostras dos níveis mais representativos (05). Amostrado.
379		Gnaiss heterogêneo bastante alterado de cor vermelha. Presença de galerias de garimpo.
380	Sn: 220/60, 234/60; Sn+1: 350/50; Dique: 340/65?	Gnaiss bastante alterado de cores variegadas. Presença de níveis de anfibolito de cor de alteração ocre.
381	Sn: 270/30, 280/38, 270/25; PA: 110/40; Dir. veio: 280/38,	Gnaiss heterogêneo bastante alterado, com bandas anfibolíticas e bandas biotíticas de cor de alteração rosa. Veios de quartzo em fraturas espaçadas.
382	Sn: 278/38, 310/25; E: 300/06; PA: 300/10; Fr: 30/40	Gnaiss bandado, alterado, com cores variegadas, e níveis de alteração ocre de anfibolitos
383	Sn: 220/20; Ln: 340/10; PA: 110/15; Dir. veio: 198/02	Biotita gnaiss, melanocrático, homogêneo com níveis félsico, boudinado (semelhante ao ponto NE003).
384	Sn: 192/15	Gnaiss leucocrático, intemperizado, feldspático-arenosa, bandado fino, paralelo. Abaixo nível métrico anfibolítico. Amostras de anfibolito e de gnaiss granítico félsico.
385	Sn: 320/30, 328/35	Gnaiss alterado, bandado fino, paralelo, predominando bandas anfibolíticas.
386	Sn: 350/25	Gnaiss leucocrático, com biotitas pretas dispersas
387	Sn: 300/18	Gnaiss leucocrático intemperizado com nível de biotítico e com muscovita
388	Ln: 010/10	Gnaiss leucocrático, muscovítico.
389	Sn: 360/20; Ln: 060/10; E: 070/04, 012/60; PA: 110/05	GB. Presença de blocos rolado de anfibolito.



390	Sn: 338/20; Ln: 350/08	Gnaiss leucocrático, muscovítico, alterado.
391		MGF típico e gnaiss leucocrático muscovítico.
392	Sn: 300/15; Ln: 020/02	GB/MGF, alterado
393	Sn: 320/15; Ln: 010/10	GB/MGF, alterado
394	Sn: 290/30	GB/MGF
395	Sn: 295/32; Ln: 333/30	GB típico
396	Ln: 020/20	MGF típico
397	Sn: 320/45	MGF típico em contato com MGF ( fácies anfíbolítica)
398	Sn: 340/25	MGF intemperizado. Mais a frente rocha alterada de coloração vermelha e ocre (Gn. Molevade).
399		GB típico intemperizado.
400	Sn: 120/65, 138/75, 60/25, 110/35; E: 020/10, 025/25;	Gnaiss alterado, heterogêneo, dobrado, níveis anfíbolíticos e biotíticos com presença de pegmatitos.
401	Sn: 110/45; Ln: 040/10	Gnaiss metapelítico com granada. Intercalações de níveis centimétricos anfíbolíticos. Amostra anfíbolito com granadas e granada biotita gnaiss
402	Sn: 283/25, 260/23	Biotita gnaiss feldspático, leucocrático homogêneo.
403		Biotita gnaiss feldspático, leucocrático homogêneo. Blocos rolado de pegmatito.
404	Sn: 140/45	Anfíbolio gnaiss com níveis de anfíbolito e de biotita. Gnaiss Heterogêneo fácies
405		Gnaiss heterogêneo, predominando fácies anfíbolítica. Presença de núcleos preservados de anfíbolito.
406		Gnaiss bandado fino, paralelo, intemperizado, bandas anfíbolíticas, quartzo-biotíticas e quartzo-feldspáticas.
407		Gnaiss quartzo-feldspático homogêneo, intemperizado.
408	Sn: 004/75, 020/35; Ln: 60/15; E: 60/15	Biotita gnaiss leucocrático, feldspático homogêneo. Mais a frente níveis anfíbolítico e biotítico.
409	Sn: 300/20	Biotita gnaiss leucocrático, feldspático homogêneo. Intercalam gnaiss homogêneo que parecem MGF.
410		Rocha bastante alterada, vermelha amarronsada, sem estruturas.
411		Blocos rolado de gnaiss leucocrático, feldspático, homogêneo.
412	Sn: 298/20, 350/20, 350/20; Ln: 330/18	Biotita gnaiss bandado fino, paralelo. Bandas feldspáticas, bandas rica em biotita, e bandas anfíbolíticas. Amostra orientada.
413	Sn: 344/20, 335/32; Ln: 350/19	
414	Sn: 290/20	Rocha alterada apresentando núcleos de minerais máficos e intercalações de anfíbolito.
415		Mesma rocha intemperizada do ponto anterior
416		MGF típico. Amostra
417	Sn: 170/45; Dir. veio: 290/65; Dique: 60/90	Mesmo ponto 372. Gnaiss heterogêneo cortado por dique félsico (amostrado), veio de quartzo e com presença de núcleos com anfíbolito preservado (amostrado)
418		Bloco de anfíbolito fino rolado. Amostra
419	Sn: 330/25	GB
420	Sn: 137/25	GB
421	Sn: 330/15, 280/15; Ln: 15/10	GB em contato com rocha intemperizada de cor alaranjada, argilosa (GNM?)
422	Sn: 270/30, 260/25; E: 310/12; PA: 300/23	GnM fácies metapelítico.
423	Sn: 270/35	GnM fácies metapelítico.
424	Sn: 290/20; Ln: 022/10, 40/05; Sn+1: 20/? , 110/?	MGF/GB migmatizado. Amostrado
425		GnM. fácies anfíbolitos, biotita gnaiss e muscovita xisto com magnetita
426		Rocha intemperizada, argilosa de cor vermelha. Presença de muscovita quartzo-xisto.
427		BIF fácies anfíbolitos, com material de cor vermelho e ocre intercalado. Bastante intemperizado. Não tem hematita especular fina. Intercalação de quartzito grosso.
428		Gnaiss intemperizado de cor vermelha (GnM. Fácies metapelítica?)
429	Sn: 032/22, 036/30	Gnaiss intemperizado de cor vermelha (GnM. Fácies metapelíticas?)
430	Sn: 022/28	Gnaiss intemperizado de cor vermelha (GnM. Fácies metapelíticas?)
431	Sn: 060/30	Biotita gnaiss, quartzoso intemperizado. GnM.
432	Sn: 050/18, 30/26	Pacote de 10 metros de quartzito ferruginoso e quartzito placoso com muscovita e ortoquartzito tipo "chert".
433	Sn: 340/20	quartzito grosso placoso
434	Sn: 070/25	quartzito muscovítico intercalando biotita gnaiss bandado.
435		Gnaiss metapelítico com granada e blocos rolado de rocha cálcio-silicática. Amostrado.
436		BIF fácies anfíbolitos, intercalado por quartzito grosso. Amostra



437	Sn: 070/55	Muscovita quartzito. Amostra
438	Sn: 358/35; E: 280/10, 270/05; PA: 08/55, 10/40	Gnaiss Bandado Heterogênio com níveis de pegmatito e feldspato rosa (semelhante ponto NE002) Amostrado..
439	Sn: 353/25, 260/40; Ln:	MGF e muscovita quartzito.
440	Sn: 310/20	Gnaiss leucocrático, bandado fino paralelo. Abaixo no leito do Rio, Gnaiss heterogêneo com feldspato rosa.
441		Muscovita quartzito.
442	Sn: 272/20, 272/35; E: 300/10, 310/09; PA: 310/10, 10/40; Fl: 240/20	Gnaiss heterogêneo composto por pacote apresentando bandamento fino e nível métrico anfíbolítico (semelhante ponto NE383). Dobra recumbente.
443	Fl: 272/20, 272/35	Gnaiss leucocrático com nível de anfíbolo semelhante o ponto anterior. Presença de dobras.
444	Sn: 221/20	Gnaiss bandado leucocrático quartzoso (MGF?)
445		Regional. Gnaiss bandado leucocrático quartzoso associado a quartzito
446	Sn: 270/30	Regional. GB/MGF
447	Sn: 280/25	Regional. GB/MGF
448		Regional. GB/MGF bastante intemperizado.
450	Sn: 330/30, 320/25, 290/28, 305/15, 340/55	Regional. Associação de rochas bastante intemperizadas produtora de alexandrita. Amostrados
451	Sn: 340/62	Regional. Gnaiss com produtor de esmeralda
452		Regional. Garimpo de esmeralda
453	Sn: 030/70; 330/55; Ln: 330/55	Regional. GB
454	Sn: 010/30	Regional. GB laterizado
455	Sn: 290/25	GB
456	Sn: 150/25, 152/28; Sn+1: 220/35; Dir. veio: 276/65, 282/74	GB
457		Mesmo ponto 374. Gnaiss heterogênio, bandado regular, partes mais migmatítica/milonítica. Amostrado
458	Sn: 100/40; Dir. veio: 10/35, 30/35, 350/25	Pegmatito gráfico, caulinitizado, cortado por veios de quartzito maciço
459		GnM. Fácies metapelíticas com veios de quartzito.
460	Sn: 222/20, 212/11, 236/32, 259/25, 230/20, 272/15; Dir. Veios: 84/35; Ln: 159/05	GnM. Fácies anfíbolítico e metapelítico. Amostrado.
461	Sn: 230/45	GnM. Fácies metapelíticas (granada e sillimanita) e BIF
462	Sn: 240/30	MGF com pegmatóide, intemperizado.
463	Sn: 240/30	MGF típico intercalado por gnaiss homogêneo, félsico muscovítico.
464		Paredão com MGF típico
465	Sn: 230/28, 260/30, 220/30, 200/30	GnM. Fácies metapelítico, anfíbolítico e BIF
466	Sn: 070/22, 080/20; Ln: 040/20	MGF com nível pegmatítico. Transição para SVS, rocha mais rica em biotita. (02 Amostra).
467	Sn: 080/25	MGF.
468		MGF
469	Sn: 204/18	MGF semelhante ponto NE272
470		Gnaiss homogêneo, intemperizado, de cor de alteração rosa. Paredão de MGF.
471	Sn: 152/20	Paredão de MGF
473	Ln: 350/02	MGF
474		GnM. Fácies anfíbolitos.
475		GnM. Fácies BIF e ultramáfica (talco xisto). Abaixo muscovita quartzito.
476	Sn: 280/35	Gnaiss cinza, quartzoso, com mobilizado de pegmatito rosa. Dobras migmatíticas.
477	Sn: 290/22	Gnaiss cinza, bastante intemperizado arenoso, com feldspato rosa e mobilizados de pegmatóide concordantes.
478	Sn: 290/25; PA: 220/70	Rocha alterada, arenosa, bandada fina, com níveis de biotita e cortada por veios pegmatíticos. Mais abaixo quartzito muscovítico. Bloco rolado de rocha ultramáfica, rica em talco e anfíbolo.
479	Sn: 300/25	Rocha intemperizada, félsica, arenosa, com mobilizados de pegmatito. A mesma observada em pontos anteriores. Em alguns pontos mais rica em máfico responsável por alteração de cor marrom.
480		quartzito-muscovita xisto placosa



481	Sn: 170/30; Ln: 165/15	quartzo muscovita xisto intercalado com quartzito grosso. Mais a frente continuação do mesmo tipo de rocha visto em pontos anteriores com mobilizados de pegmatito pseudo-concordantes
482		Gnaiss arenoso, intemperizado (cor vermelha) com níveis muscovíticos.
483	Sn: 200/20, 152/10, 270/15; Ln: 180/08; E: 010/15, 350/15; PA: 330/20; FI: 10/45, 340/65, 310/90	muscovita quartzito placoso
484	Sn: 110/15, 200/20; E: 10/15; Fr: 340/65	MGF, em dobra recumbente com rocha cálcio silicática no centro da dobra. Amostras gnaiss granítico e cálcio-silicática.
485		MGF intemperizado.
486	Sn: 114/25; E: 092/15, 330/20; PA: 60/60, 310/55	Gnaiss heterogêneo com nível anfibolítico acima e abaixo gnaiss leucocrático, bandado fino. (GnM?).
487	Sn: 340/12, 360/20; E: 315/55; PA: 10/75, 170/40, 360/45; Fh: 240/55; FI: 360/02	Gnaiss félsico, arenoso, intemperizado com níveis de pegmatito pseudoconcordante (MGF?).
488		Gnaiss cinza quartzoso, intemperizado.
489	Sn: 340/12, 360/20; Ln: 340/05; PA: 240/55	MGF de cor cinza com mobilizados de pegmatito pseudoconcordante. Amostra orientada
490	E: 300/30; PA: 330/30	BIF fácies óxido com nível de óxido de manganês.
491		Gnaiss félsico intemperizado grosso com níveis de biotitito. GnM. Fácies félsicas.
492	Sn: 020/25	Gnaiss félsico alterado com muscovita e biotita. Mobilizados de pegmatito com feldspato rosa. MGF?
493	Sn: 320/10; Ln: 16/05	GB/MGF, além de gnaiss félsico intemperizado com muscovita. Bloco de anfibolito rolado.
494	Sn: 308/35	Gnaiss cinza intemperizado, grosso, homogêneo com veios pegmatóides pseudo-concordantes, espaçados regularmente. MGF?
495		Solo de cor avermelhado próximo a paredão de MGF.
496		MGF bastante alterado. Próximo paredões de MGF.
498	Sn: 310/45	Gnaiss félsico com biotitas, bastante intemperizado. Bolsão pegmatítico e mobilizado pegmatóide.
499		GB característico. Grande quantidade de mobilizados de pegmatito com feldspato rosa.
500	Sn: 310/20	Gnaiss félsico hololeucocrático, quartzoso com feldspato rosa e finos veios pegmatóides.
501		MGF.
502	Sn: 260/22	MGF. Amostrado
503	Sn: 228/20	Gnaiss intemperizado, bandado, cor de alteração rosa avermelhado. Bandas mais ricas e bandas mais pobres em biotitas. Nível anfibolítico de aprox. 20 cm de espessura.
504		Gnaiss bandado, bastante alterado, cor de alteração rosa. Presença de pegmatito com biotitito nas bordas. Biotitas em agregados. MGF alterado.
505	Sn: 280/25	Rocha alterada, de granulometria grossa, cor de alteração rosa avermelhado, com biotitas concentradas no plano da foliação. MGF?
506		Rocha intemperizada de cor avermelhada com veios de pegmatitito pseudo-concordantes, bandado irregular, descontínuo, gnaiss heterogêneo semelhante ao ponto NE002?.
507	Sn: 190/30; Fr: 148/85, 210/65	Metagranitóide MGF típico, intemperizado.
508		MGF. Continuação do mesmo corpo.
509	Sn: 330/15, 340/22	Continua mesmo corpo de metagranitóide MGF descrito anteriormente.
510	Sn: 330/20, 340/22, 349/25	Metagranitóide MGF, intemperizado como continuação do mesmo corpo.
511		Metagranitóide MGF típico.
512		Metagranitóide MGF formando paredão.
513	Sn: 300/30; Ln: 240/10	MGF bastante intemperizado. Núcleos com concentrações de biotitas não tão estirados. Textura da rocha assemelha-se mais com GB.
514	Fr: 250/85, 160/90	MGF/GB. Rocha bastante intemperizado, menor deformação, apresentado-se mais como GB. Amostrado
515	Sn: 310/32	GB/MGF sem mobilizado de pegmatóide.
516		MGF intemperizado.
517	Sn: 310/20	Gnaiss bandado, regular, com veios pegmatóide pseudoconcordante. Biotita gnaiss bandado paralelo, abaixo do MGF.
518	Sn: 330/18	Gnaiss intemperizado, bandado fino, paralelo, quartzoso com n'níveis milimétricos e presença de veios pegmatóides. Biotita gnaiss bandado fino paralelo.



519	Sn: 113/25	Biotita gnaiss leucocrático, bandado fino, regular, alternância de níveis mais ricos e mais pobres em biotitas, além de níveis de biotitito. Semelhante ao ponto anterior.
520	Sn: 310/35	Gnaiss leucocrático, bandado fino, paralelo, regular com bandas hololeucocrático e níveis pegmatóides.
521		Mesmo gnaiss leucocrático, bandado fino, paralelo regular visto no ponto anterior.
522		Mesmo gnaiss observado nos pontos 521 e 520.
523	Sn: 360/55, 250/80	Gnaiss intemperizado, de cor cinza, com mobilizados pegmatóides regulares e constante, semelhante ao gnaiss leucocrático próximo a Antonio Dias.
524	Sn: 110/40	Gnaiss bandado fino, heterogêneo, com bandas anfíbolíticas e bandas metapelíticas com granada. Amostrado
525	Sn: 020/25	Gnaiss metapelítico, banda regular fino. Dobras abertas sobreposta a foliação.
526		Biotita gnaiss com porfiroblastos de feldspato (meta-grauvaca). Localiza-se abaixo do nível metapelítico com granada, próximo ao leito do rio. Amostras
527	Sn: 334/22; Ln: 357/10; Sn+1: 280/25; Fr: 190/85	Biotita gnaiss bandado fino.
528	Sn: 322/35, 300/35; Ln: 010/12	Biotita gnaiss bandado fino, regular, alternando com bandas de espessura de até 30 cm, e bandas contendo feldspatos estirados segundo foliação.
529		Mesmo biotita gnaiss bandado fino, regular, bandas mais ricas em biotitas alternando com bandas quase ausente de biotitas. Veio de quartzo pseudo-concordante.
530		Gnaiss leucocrático, homogêneo, bastante alterado com veios de pegmatóide.
531	Sn: 322/30; E: 112/10, 180/30, 020/30, 145/10, 290/07, 350/12; PA: 360/10; FI: 50/20, 114/15, 290/07	Gnaiss metapelítico onde alternam-se bandas com granada e biotita, bandas ricas em biotita, bandas leucocráticas e bandas com feldspato pórfiros.
532	Sn: 120/12; E: 113/10, 310/09; PA: 40/10; FI: 128/05, 110/05, 60/25	Gnaiss metapelítico visto anteriormente com níveis anfíbolítico. Presença de dobras secundárias tipo 'S'.
533		Gnaiss homogêneo, hololeucocrático. Presença de veios pegmatóides com feldspato rosa.
534	Sn: 40/15	pacote espesso composto por anfíbolito fino. Dobras abertas métricas sobreposta a foliação.
535	Sn: 130/25; FI: 340/25, 25/60	Biotita gnaiss bandado fino, regular, paralelo. Dobras abertas métricas sobreposta a foliação/
536		Material intemperizado de cores variegadas, sem distinção de litologia ou estrutura.
537	Sn: 350/30	Gnaiss homogêneo com pórfiro de feldspato (meta-grauvaca). Presença de pegmatito concordante com foliação. Biotitito no contorno do pegmatito.
538	Sn: 330/15	Gnaiss alterado de cor rosa, sem quartzo, na base passa para alteração de cor ocre devido a presença de anfíbolito.
539		Biotita gnaiss fino, com bandas com anfíbolio e biotita. Presença de pegmatito e veio de quartzo.
540	Sn: 260/35	Gnaiss bandado fino, leucocrático, arenoso, bastante intemperizado, com bandas com maior ou menor quantidade de anfíbolio.
541	Sn: 322/28, 350/40	Rocha félsica intemperizada, biotitas disseminadas e presença de veios pegmatóide. Acima MGF típico com concentrações de biotitas formando estruturas flaser. (Gnaiss heterogêneo de contato?) Amostrado.
542	Sn: 340/20	MGF, não característico, intercalado por pacotes arenosos com mobilizados contendo feldspato rosa. Em direção ao topo do afloramento, após veio de quartzo de 20 cm, aparece rocha intemperizada, argilosa, cortada por veios pegmatíticos pseudo-concordante. GnM. Mais ao topo apresenta-se como sequência vulcano-sedimentar.
543		Mesmo gnaiss intemperizado visto no ponto anterior com nível de muscovita quartzito intercalado.
544	Sn: 320/20	Gnaiss leucocrático, rico em quartzo, formando material arenoso grosso proveniente de sua alteração.
545	Sn: 360/20	Gnaiss bandado fino, bandas félsicas, biotíticas e anfíbolíticas. Predomina bandas mais finas. Veios pegmatóides pseudo-concordantes.
546	Sn: 325/20; 020/35Ln: 310/20, 20/35	Contato sequência vulcano-sedimentar com MGF. Quando alterado forma rocha arenosa vista no ponto anterior.
547	Sn: 330/20	Rocha alterada de cor vermelha, arenosa, laterítica.
548	Sn: 270/20	Rocha alternada, arenosa com mobilizados de pegmatitos. Mais abaixo volta MGF, fácies quartzosas com pouca biotita.
549	Sn: 270/20	MGF típico, ainda compouca biotita
550	Sn: 210/55, 270/10	muscovita quartzito, 20 metros a frente contato com GnM (Gnaiss heterogêneo, bandas biotíticas, anfíbolíticas e metapelíticas)
551		Gnaiss félsico quartzoso com mobilizado pegmatítico com feldspato rosa.
552		Sequência vulcano-sedimentar. Presença de níveis anfíbolíticos.



553	Sn: 270/20	Gnaiss intemperizado de cor vermelha, grosso com veios pegmatóides.
554	Sn: 330/25; Ln: 340/05	MGF típico. Paredão
555	Sn: 250/20	Gnaiss quartzoso, alterado formando material arenoso de granulometria grossa, leucocrático a hololeucocrático, como continuação do ponto 554. Continuação do paredão.
556	Sn: 221/15; E: 80/15, 270/12, 240/28, 270/12; PA: 350/65, 320/10, 350/45, 350/85; Fh: 350/40; Fl: 340/60, 340/30, 135/80, 321/25	Gnaiss heterogêneo, bandado irregular, banda leucocráticas, bandas ricas em biotita e bandas anfíbolíticas. Vários dobramentos superpostos e presença de falhas normais.
557	Sn: 060/30, 360/18; Fl: 270/35, 270/45	Continua mesmo gnaiss heterogêneo, seqüência metavulcano-sedimentar. Presença de camadas boudinadas e dobras suaves sobrepostas a foliação.
558	Sn: 233/28; E: 080/10, 290/12; PA: 20/30, 20/40; Fl: 20/78, 233/28	Gnaiss bandado heterogêneo, predominando bandas félsicas e máficas ricas em biotitas, com intercalação de bandas anfíbolíticas. Em parte parece-se com gnaiss cinza, em parte gnaiss bandado fino. Dobras sobrepostas a foliação e acamamento.
559		Mesmo Gnaiss heterogêneo milonítico da linha de trem.
560		Rocha félsica alterada.
561		Rocha gnáissica félsica homogênea, cinza, do MGF.
562	Sn: 140/15	Rocha gnáissica félsica, com porções composta por MGF. MGF não característico.
563	Sn: 270/04; Fl: 245/08, 330/05	Quartzito puro, maciço, granulometria média a fina.
564		MGF típico
565	Sn: 236/15	MGF típico
566	Sn: 340/35	Gnaiss bandado fino, homogêneo com veios pegmatóides concordantes. Biotitas formam concentrações. O tipo de alteração apresentada pela rocha não é típica do MGF.
567	Sn: 340/52	Gnaiss bastante alterado, cor rosa, granulometria grossa com nível de anfíbolo.
568	Sn: 310/40, 340/20	Gnaiss bandado heterogêneo, bandas quartzo-muscovíticas, bandas anfíbolíticas e bandas máficas com biotitas. SVS. Gn. Molevade
569		Gnaiss de coloração cinza (biotita-gnaiss) com veios pegmatíticos quartzo-feldspato, no entanto sem feldspato rosa. Gnaiss Bandado Heterogêneo.
574	Sn: 340/15; 340/05, 220/05; Ln: 340/05, 220/05	MGF típico
575	Sn: 360/20	Continua mesmo corpo de MGF intemperizado
576		Continua MGF
577	Sn: 350/15	Continua MGF. Fácies mais hololeucocrática com muscovita
579		Gnaiss intemperizado, arenoso, de cor clara, com muscovita. MGF?
580	Sn: 300/15; Ln: 220/04	MGF típico
581		Continuação do corpo de MGF.
582		Gnaiss leucocrático bastante intemperizado, apresentando concentrações de biotita e pegmatito com biotito no contato com rocha encaixante.
583		Galeria de garimpo em gnaiss leucocrático, alterado, foliação sub-horizontal com concentrações de biotitas (cor de alteração verde) e porções com cor de alteração rosa. MGF intemperizado.
584	Sn: 310/20	MGF intemperizado mas reconhecível
585	Sn: 350/10	Continua MGF intemperizado.
586	Sn: 350/15	Gnaiss intemperizado, arenoso-argiloso de cor vermelho-terra, com concentração de biotitas semelhante ao MGF. MGF mais rico em biotita?
587	Sn: 310/30, 320/28; Ln: 012/08, 040/05; Dir. veio: 300/55, 298/70, 230/75	MGF Típico. Paredão bem preservado. Amostrado
588		Gnaiss bastante intemperizado de cor rosa, com muscovita. Em alguns pontos ainda pode-se observar concentrações de biotita. MGF
589		Gnaiss rosa intemperizado com nível argiloso. Blocos rolados de quartzito.
591	Sn: 250/35	Gnaiss heterogêneo, bandado, cores variegadas indicando bandas de composição diferenciada. SVS. Pode ser identificado nível de anfíbolo, e anfíbólio gnaiss, assim como banda quartzo-feldspática.
592		Solo arenoso com presença de grande quantidade de veio de quartzo espessos.
593	Sn: 256/22, 350/25; Fr: 348/85, 240/85	Gnaiss homogêneo leucocrático com biotitas disseminadas e níveis muscovíticos. Blocos rolados de muscovita quartzo xisto
594	Sn: 360/20	Galeria de garimpo em pegmatito com nível de biotito.
595	Sn: 350/15	anfíbólio-biotita gnaiss fino. Níveis de anfíbolo, bandas finas regulares. Nível de biotito associado a pegmatitos boudinados.
596	Sn: 360/15, 300/20, 350/18, 330/30	Gnaiss bandado fino, intemperizado, arenoso, friável, apresentando na base do afloramento anfíbolo dobrado com espessura métrica.



597	Sn: 010/18, Ln: 340/05, 220/5, 220/04, 18/18	Gnaiss leucocrático homogêneo, bandado fino, biotitas disseminadas. Compõe paredão liso e homogêneo característico do MGF. Mais abaixo apresenta bandas finas quartzo-feldspáticas e bandas mais ricas em biotita.
598	Sn: 358/28, 040/32	Gnaiss bandado fino regular, sendo bandas formando pacotes mais ricos em quartzo e feldspato e pacotes com maior contribuição de anfibólio. Mais a frente anfibolito espessura 3 metros no mínimo.
599	Sn: 350/30	Gnaiss bandado fino homogêneo regular. Bandas mais ou menos ricas em anfibólio.
600	Sn: 001/26, 358/33	Rocha homogênea, quartzo-feldspática com biotitas disseminadas.
601	Sn: 360/25, 01/26	Rocha alterada, bandado regular paralelo, bandas mais ricas e mais pobres em biotitas
603		Rocha alterada intemperizada, bandado fino, paralelo, regular, alteração de cor rosa.
604		Mesmo gnaiss anterior com granulometria mais grossa.
608	Sn: 010/25	MGF típico intemperizado
611	Sn: 010/25	MGF intemperizado. Gnaiss homogêneo, granulometria grossa, quartzoso
614		MGF típico
615	Sn: 290/13	Gnaiss bandado heterogêneo. Bandas anfibolíticas, biotíticas. GnM
616		Pegmatito gráfico, caulinitizado.
617	Dir. veio: 158/60; Sn: 160/05; E: 220/10, 278/04, 260/10, 358/50; PA: 278/04, 220/60	Gnaiss bandado fino, dobrado com bandas mais ou menos pobres em biotitas e níveis cálcio-silicáticos discordantes. Amostra de cálcio-silicática e biotita gnaiss banda rica em biotita.
618	Sn: 010/23	Nível de aproximadamente 3 metros de biotitito
619		Rocha quartzosa, granulometria grossa semelhante ao MGF intemperizado. Presença de pegmatitos pseudoconcordantes.
620		Formação ferrífera bandada, granulometria média a fina, quartzosa, pobre em hematita. Blocos rolados.
621		Rocha bastante alterada, cor de alteração rosa, granulometria grossa. Concentrações de biotitas.
622	Sn: 325/20, Sn+1 : 260/60	MGF intemperizado, em zona de cisalhamento semelhante ao ponto NE524
623		Continua mesmo corpo do MGF
625		Rocha bastante intemperizada, arenosa, hololeucocrática, quartzo-feldspática. Mais a frente intercalação do MGF.
626	Sn: 120/15	Gnaiss metapelítico com nível intemperismo de cor ocre de alteração de anfibolito. Gn. Molevade fácies máfica a pelítica.
627	Sn: 310/58	Gnaiss homogêneo, rico em biotitas, pouco quartzo, cor de alteração vermelho intenso.
628	Sn: 270/25	Espessura de aproximadamente 30 m de muscovita-quartzo xisto. Nível de muscovita xisto intercalado.
629		MGF bastante intemperizado com cores variegadas produto do intemperismo.



#### **Anexo IV - Imagem de satélite**





Escala aproximada 1:200.000





## **Anexo V - Pranchas fotográficas**



## PRANCHA 1

- 1 – Metagranitóide Foliado com Fluorita - MGF cortado por nível pegmatóide. Afloramento NE 489.
- 2 – Gnaiss Molevade milonítico, apresentando nível cálcio-silicático boudinado associado a nível metapelítico. Afloramento NE052.
- 3 – Feições de alteração do MGF: estruturas em evidência e coloração cinzenta. Afloramento NE 494.
- 4 – Feições de alteração do GnM, evidenciando litologias com composição química-mineralógica diversos. Sequência vulcano-sedimentar da base do GnM. Afloramento NE 313.
- 5 – Gnaiss Bandado Heterogêneo com mobilizados pegmatítico. Afloramento NE 002.
- 6 – Gnaiss Molevade bandado grosso com bandas máficas biotíticas-anfibolíticas e banda félsica quartzo-feldspática. Apresenta ainda nível pegmatóide discordante boudinado. Afloramento NE 003.
- 7 – Nível quartzoso boudinado no itabirito. Spg. Minas Afloramento NE008.
- 8 – Gnaiss Molevade, bandado fino, da sequência de topo do GnM. Afloramento NE 412.



## Prancha 1

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.





## PRANCHA 2

- 1 – Desenvolvimento de falha de empurrão em flanco de dobra devido ao início de encurtamento paralelo ao plano axial. Afloramento NE377.
- 2 – Fraturas regularmente espaçadas preenchidas por quartzo. Afloramento NE 381.
- 3 – Porfiroclasto de plágioclasio mostrando planos de clivagem com direção oblíqua em relação a foliação c sugerindo giro destal. Zona de cisalhamento ENE-WSW.
- 4 – Desenvolvimento de crenulação  $S_{n+1}$ , direção NE-SW, no GMF. Afloramento NE 424.
- 5 – Dobras migmatíticas em GnM intemperizado. Afloramento NE 162.
- 6 – Foliação plano axial  $S_{n+1}$  em evidência sobre foliação  $S_n // S_o$ . Afloramento NE 477.
- 7 – Feição de dobra recumbente observado no GnM. Afloramento NE557.
- 8 – Veio de quartzo em dobra intrafolial. Afloramento NE29.



## Prancha 2

1.



2.



3.



4.



5.



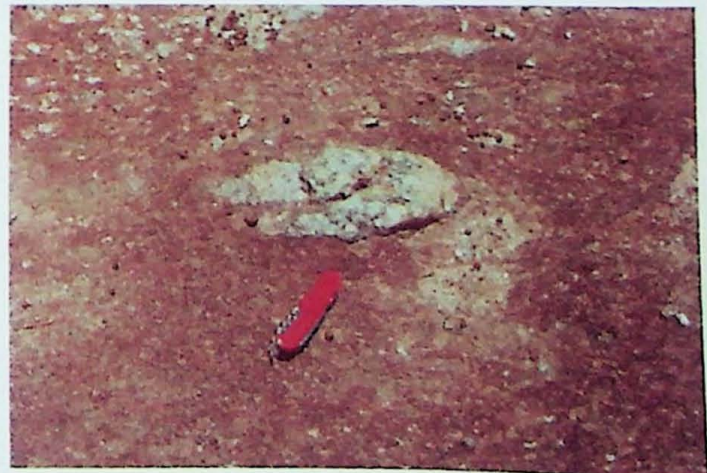
6.



7.



8.





### PRANCHA 3

- 1 – Exploração de quartzo em pegmatito. Afloramento NE 458.
- 2 - Vista da frente de empurrão do MGF/GB observada apartir do ponto NE 072.
- 3 – Feição de escarpas de fratura/falha constantemente presente nos MGF/GB. Afloramento ponto NE 470.
- 4 - Buraco exploratório de garimpo em GnM fácies anfibolítica. Afloramento NE 091
- 5 – Garimpo de ametista em veios no MGF. Afloramento NE 072.

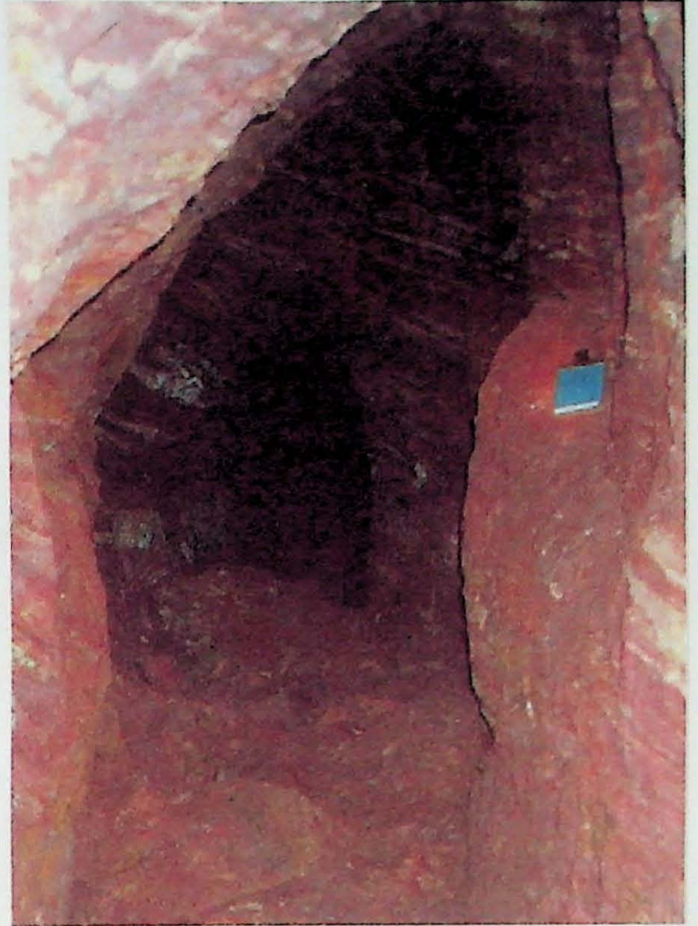


### Prancha 3

1.



4.



2.



5.



3.





#### PRANCHA 4

- 1 – GnM, fácies calciossilicática e metapelítica com granadas. Amostra NE 052.
- 2 – Anfibolito com epídoto. GnM fácies anfibolítica. Amostra NE 049.
- 3 – Anfibolito do GnM com bandado composicional. Amostra NE 025B.
- 4 – Metagranitóide GB. Amostra NE 076.
- 5 – Magnetita quartzito grosso encontrado associados aos itabiritos. Amostra NE 008D.
- 6 – Metagranitóide com porfiroblastos de feldspato rosa. Amostra NE 053B.
- 7 – Anfibolito do GnM. Amostra NE 062B.
- 8 – Anfibólio gnaiss fino, GnM. Amostra NE 22A.



## Prancha 4

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.





## PRANCHA 5

- 1 – Metagranitóide Foliado com Fluorita. Amostra NE 064.
- 2 – Gnaiss Bandado Heterogêneo com mobilizados de feldspato róseo. Amostra NE002C.
- 3 – Diabásio microgábrico. Amostra NE 102D.
- 4 – Anfibólio biotita gnaiss, fácies máfica do GnM. Amostra NE 003L.
- 5 – Anfibolito intercalado com níveis quartzo feldspático. Amostra NE 082.
- 6 – Metagranitóide fácies félsica GnM, com nível pegmatítico. Amostra NE 044B.
- 7 – Granada anfibolito. BIF fácies metamórfica anfibolito do GnM. Amostra NE 035B.
- 8 – Cálssiosilicática boudinada com níveis metapelíticos. Amostra NE 052H.



# Prancha 5

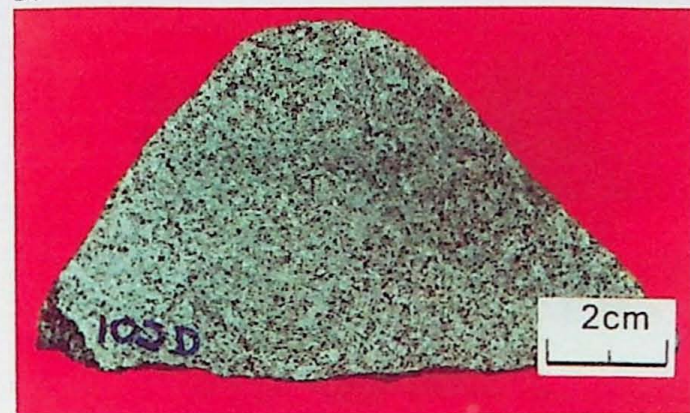
1.



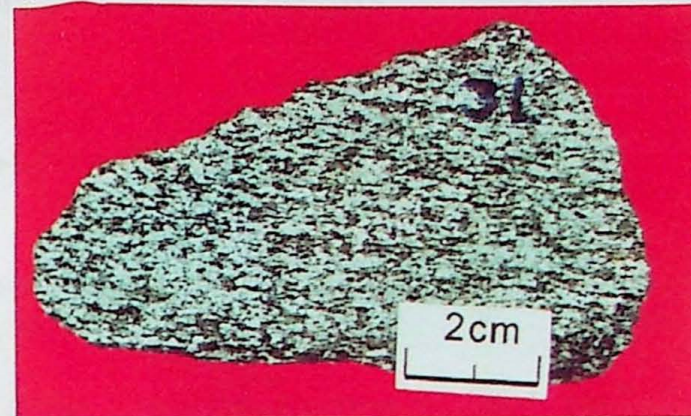
2.



3.



4.



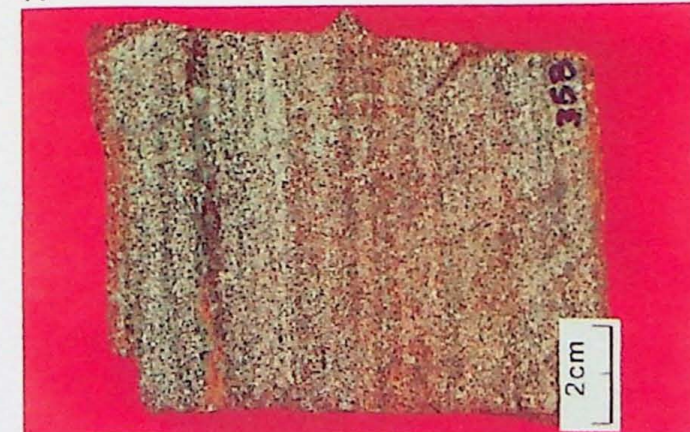
5.



6.



7.



8.





## PRANCHA 6

- 1 – Microclínio crescendo a partir do plagioclásio. MGF. Amostra NE 064 (pol. X, aumento 4x).
- 2 – Gnaiss granítico milonitizado com pórfiros de feldspato potássico. GBH. Amostra NE 002 C. (pol. X, aumento 1,25x).
- 3 – Epidoto porfiroblástico em cálsiossilicática. Acompanham plagioclásio, quartzo e opacos. Amostra NE 003O. (pol X, aumento 1,25x).
- 4 – Restos de biotita marrom associado a almandina em granada-tschermakita gnaisses. Amostra NE531. (pól //, aumento 1,25x).
- 5 – Feições de crescimento estático com contatos lobatos de anfibólios. Biotita cloritizando. Amostra NE027. ( pol //, aumento 1,25x).
- 6 – Plagioclásio saussoritizado, microclínio e quartzo com contatos lobados de crescimento estático no MGF. Amostra NE 484F. (pol. X, to 1,25x).
- 7 – Anfibólio biotita gnaiss leucocrático com início formação de foliação  $S_{n+1}$  por crenulação. Amostra NE 022. (pol //, aumento 1,25x).
- 8 – Gnaiss metapelítico pseudo-milonítico. Sillimanita completamente saussoritizada. Granadas rotacionada sin-cinemática. Amostra NE 212 (pol. X, aumento 1,25x).

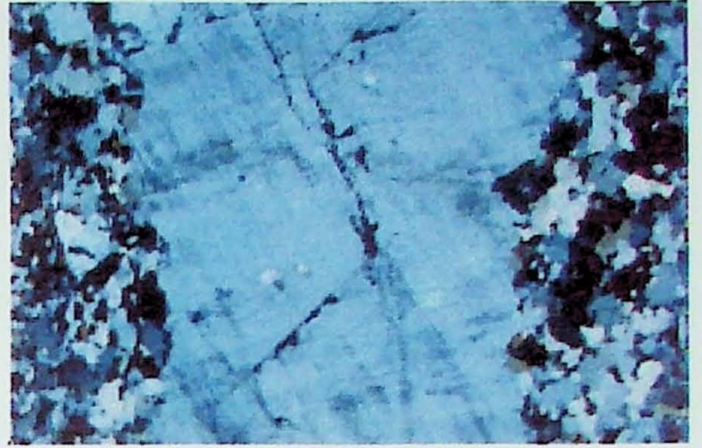


## Prancha 6

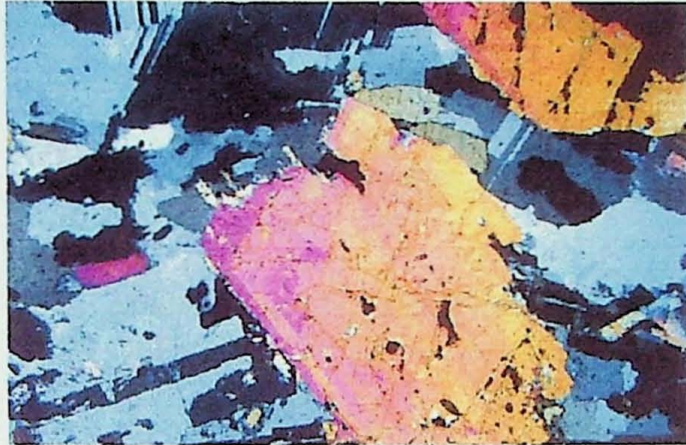
1.



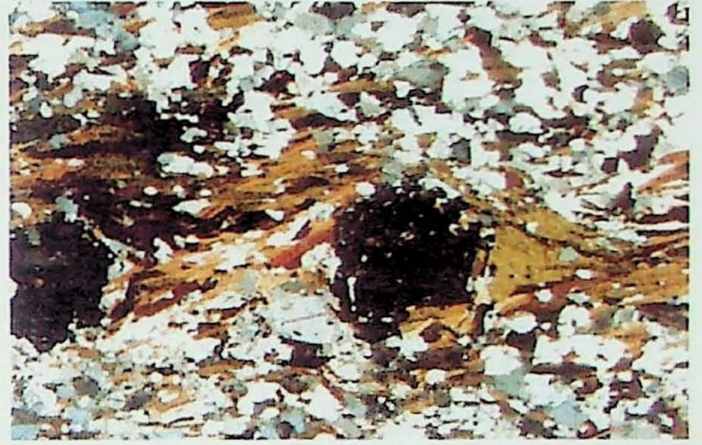
2.



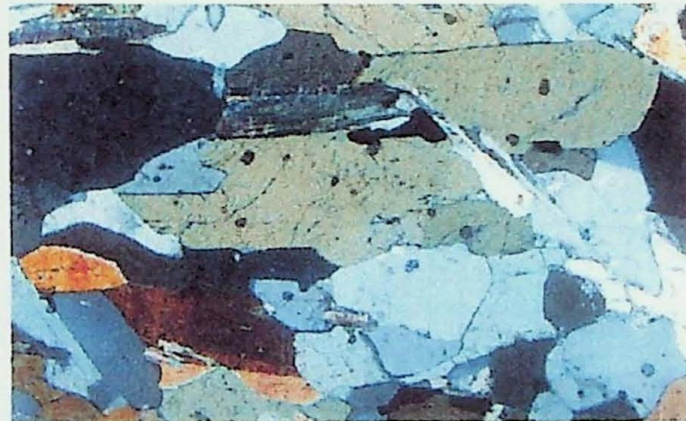
3.



4.



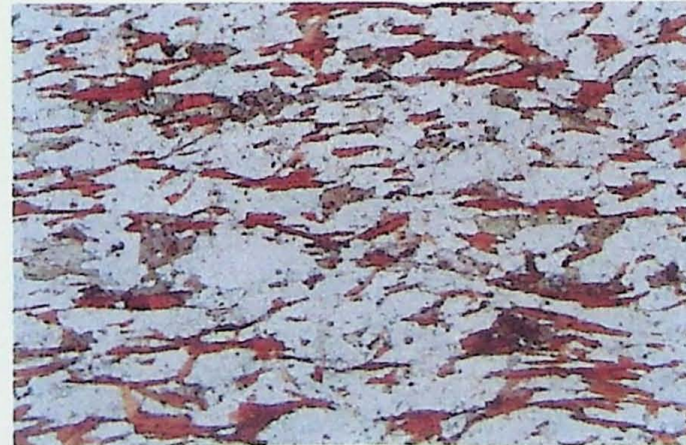
5.



6.



7.



8.





## PRANCHA 7

- 1 – Afibolito thermakítico apresentando bandamento composicional-texturial. Amostra NE 025B ( pol. //, aumento 1.25x).
- 2 – Anfibolito com em epidoto em níveis preferenciais. Amostra NE049. ( pol.//, aumento de 1,25x).
- 3 – BIF fácies metamórfica anfibolito, nível granada-anfibólio-opacos. Amostra NE 035B. (pol. //, aumento 1.25x).
- 4 – Diabásio microgábrico com textura ofítica. Amostra NE 102D (pol. X, aumento 1.25x).
- 5 – Agregados de microclínio em MGF. Amostra NE 587. (pol. X, aumento 1,25x).
- 6 – Contato tríplice anfibólio-biotita-granada analisado por MSE. ITF04CX11. ( pol. //, aumento 10x).
- 7 – Granada zonada poiquioblástica com inclusões de quartzo analisado por MSE. Amostra CGF01CX23B (pol.// aumento 10x).
- 8 – Contato tríplice anfibólio-biotita-granada analisado por MSE. Amostra CGF01CX26B. (pol.//, aumento 10x).

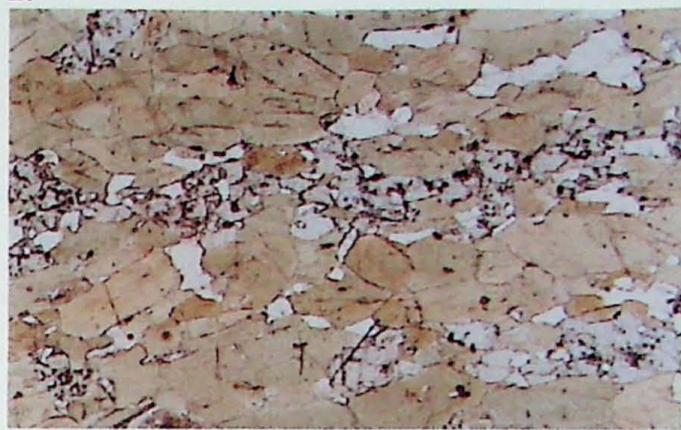


## Prancha 7

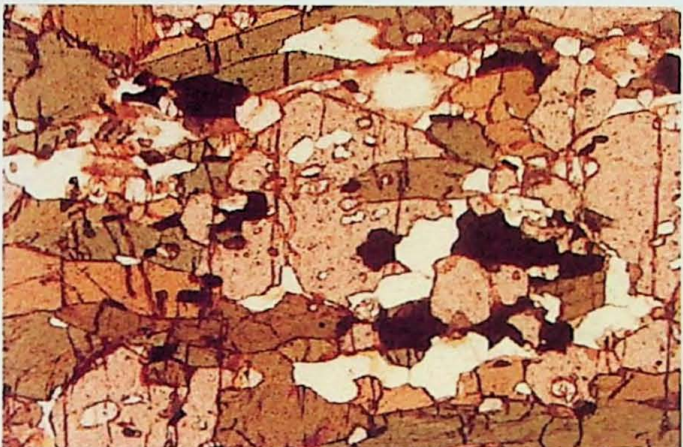
1.



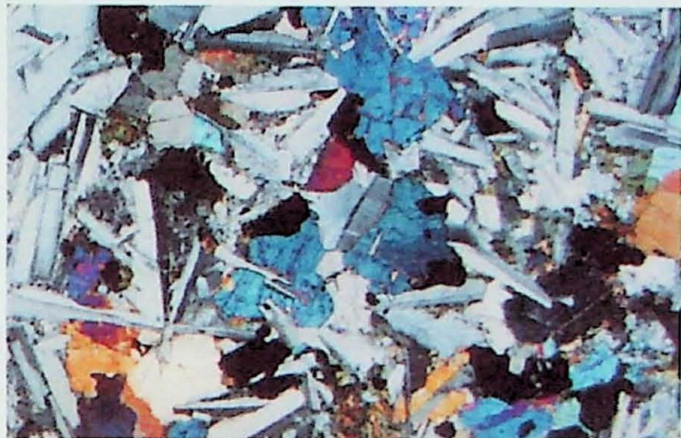
2.



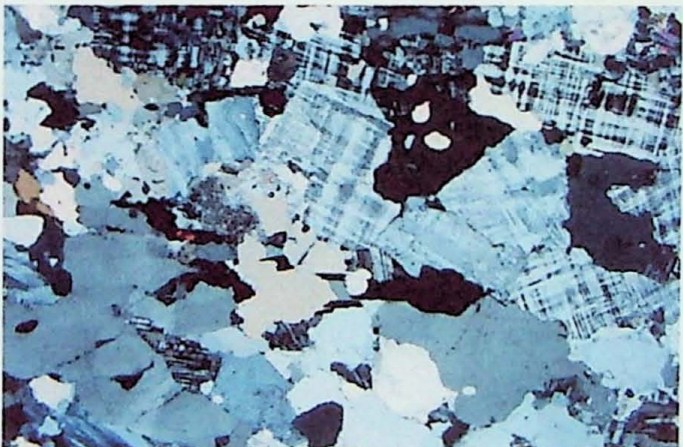
3.



4.



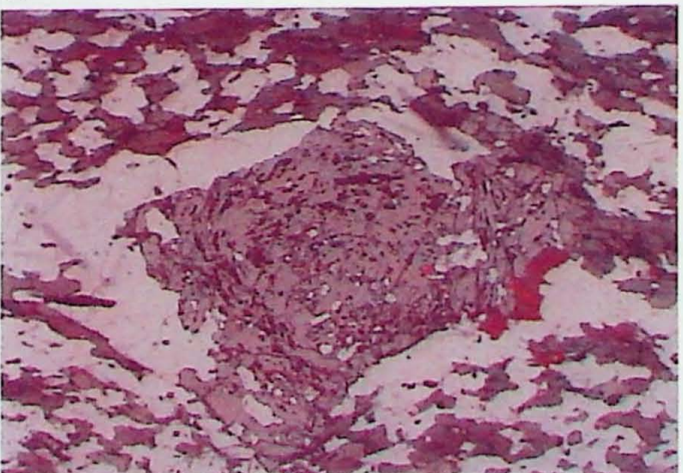
5.



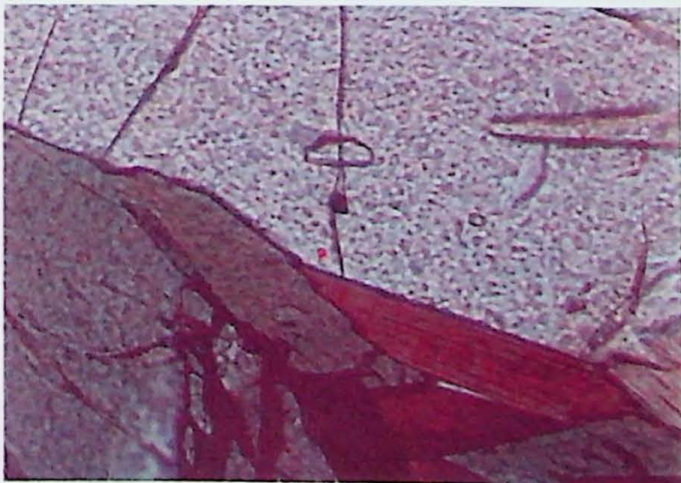
6.



7.



8.





## Anexo VI - Tabela resumo de descrição macroscópica



Unidade	Descrição
GB	Metagranitóide leucocrático a hololeucocrático homogêneo, facoidal grosso.
MGF	Gnaiss granítico leucocrático a hololeucocrático, foliado, homogêneo com biotitas e fluoritas; raros biotititos com fluorita; milonitos gnaisses leucocráticos com biotitas e gnaiss leucocrático com biotita e granada.
Gn. Monlevade félsico	Biotita gnaiss granítico bandado; gnaiss granítico leucocrático com biotitas; gnaiss granítico hololeucocrático com granadas e/ou magnetita; muscovita gnaiss hololeucocrático; anfibólio gnaisses leucocrático e biotita gnaiss leucocrático milonizado com anfibólio e titanita.
Gn. Monlevade mesocrático	Biotita gnaisses homogêneo; biotititos, biotita gnaisses quartzosos bandados e anfibólio biotita gnaisses bandados
Gn. Monlevade metapelítico	Granada-biotita gnaiss homogêneo, biotita gnaiss com xenoblastos de feldspato; muscovita gnaiss hololeucocrático; granada-muscovita-biotita gnaiss; anfibólio-granada-biotita gnaiss homogêneo, sillimanita-granada-biotita gnaiss e granada-anfibólio-biotita gnaiss
Gn. Monlevade anfibolítico	Anfibólio gnaisses; anfibólio gnaisses com granada; biotita-anfibólio gnaisses e anfibolitos com e sem granada.
Gn. Monlevade cálciossilicático	Gnaisses cálciossilicáticos com epidoto, diopsídio, plagioclásio e granada.
Gn. Monlevade fácies BIF	Magnetita quartzito, quartzitos sacaroidais grossos com magnetita e anfibólio granada gnaiss.
Gn. Monlevade fácies meta-ultramáfica	talcos xistos, talco-anfibólio xistos,
Gnaiss Heterogêneo Bandado	Biotita gnaiss leucocrático, bandado, heterogêneo, com mobilizados contendo feldspato de cor rósea e quartzo. Biotita gnaiss cinza, com feldspatos de cor rósea, homogêneo.
Unidade quartzítica	Muscovita quartzito placoso, muscovita xisto



## **Anexo VII - Datos litogeoquímicos por FRX**



Litotipo	anfíbolito	anf-bt-gn	anf-bt-gn	anf+epidoto	anfíbolito	metagran	metagran	anfíbolito	diabásio	anfíbolito	diabásio	anf+epidoto
Amostra	NE-01A	NE-3L	NE-22A	NE-25A	anfíbolito	NE53-C	NE-53B	NE-62B	NE-69	NE-82	NE-102D	NE-147
SiO2	66,27	57,06	65,71	50,78	52,21	45,47	73,47	48,67	47,12	49,42	49,92	50,55
Al2O3	14,61	15,07	13,82	14,49	6,96	17,64	13,78	12,85	10,36	12,67	13,04	9,69
MnO	0,08	0,16	0,08	0,18	0,20	0,17	0,03	0,24	0,24	0,22	0,20	0,15
MgO	2,26	4,43	4,28	6,86	14,03	8,16	0,28	6,01	10,71	3,17	4,78	14,10
CaO	4,03	6,79	3,83	8,51	13,76	9,65	1,05	9,92	10,47	9,13	8,02	15,73
Na2O	3,49	3,27	2,98	2,87	1,07	2,61	3,73	2,22	1,75	2,47	2,63	0,76
K2O	2,73	2,53	1,61	0,27	0,24	1,05	4,95	0,57	0,40	0,71	1,77	0,26
TiO2	0,48	0,77	0,44	1,14	0,42	1,13	0,20	2,30	1,85	2,82	3,63	0,23
P2O5	0,18	0,29	0,11	0,12	0,04	0,11	0,06	0,25	0,33	0,43	0,53	0,20
Fe2O3	0,81	1,56	1,02	2,49	1,79	2,20	0,27	3,02	2,98	3,34	2,65	1,27
FeO	4,05	7,82	5,08	12,43	8,94	11,02	1,33	15,08	14,88	16,68	13,24	6,36
Fe2O3t	4,50	8,69	5,65	13,81	9,94	12,25	1,48	16,76	16,54	18,54	14,71	7,07
Loi	0,68	0,48	0,74	0,54	1,08	1,30	0,21	0,27	0,55	0,07	0,26	1,16
Total	99,31	99,54	99,29	99,57	99,95	99,54	99,24	100,06	100,32	99,65	99,49	99,72
Ba	1054,00	689,00	443,00	50,00	74,00	141,00	543,00	61,00	167,00	109,00	483,00	67,00
Ce	54,00	42,00	0,00	27,00	0,00	24,00	69,00	49,00	41,00	86,00	83,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	255,00	0,00	0,00	239,00	915,00	325,00	0,00	0,00	0,00
Co	12,00	22,00	19,00	43,00	59,00	60,00	0,00	41,00	71,00	40,00	32,00	44,00
Cr	66,00	135,00	330,00	191,00	622,00	65,00	0,00	101,00	257,00	0,00	67,00	832,00
Cu	3,00	23,00	25,00	97,00	106,00	56,00	7,00	13,00	70,00	25,00	137,00	6,00
F	1034,00	1145,00	626,00	977,00	411,00	570,00	1437,00	1031,00	564,00	1121,00	1143,00	362,00
Ga	15,00	19,00	16,00	17,00	8,00	17,00	21,00	19,00	16,00	24,00	25,00	6,00
La	37,00	18,00	0,00	0,00	23,00	27,00	38,00	33,00	27,00	30,00	48,00	0,00
Nb	8,00	9,00	8,00	6,00	5,00	7,00	15,00	13,00	12,00	15,00	28,00	2,00
Nd	23,00	27,00	16,00	13,00	0,00	28,00	24,00	18,00	17,00	41,00	51,00	0,00
Ni	26,00	30,00	138,00	111,00	277,00	165,00	3,00	37,00	193,00	2,00	58,00	293,00
Pb	25,00	20,00	23,00	24,00	34,00	22,00	57,00	13,00	6,00	25,00	4,00	27,00
Rb	85,00	114,00	52,00	6,00	6,00	49,00	256,00	15,00	11,00	17,00	45,00	6,00
S	0,00	50,00	63,00	776,00	0,00	131,00	0,00	46,00	79,00	257,00	174,00	0,00
Sc	7,00	17,00	9,00	35,00	39,00	25,00	0,00	43,00	33,00	39,00	24,00	50,00
Sr	534,00	405,00	225,00	133,00	55,00	282,00	88,00	112,00	321,00	142,00	558,00	57,00
Th	4,00	2,00	7,00	3,00	0,00	3,00	16,00	6,00	3,00	6,00	6,00	0,00
U	0,00	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	4,00	2,00	0,00	4,00	2,00	4,00
V	74,00	180,00	87,00	349,00	231,00	166,00	13,00	427,00	361,00	169,00	397,00	178,00
Y	14,00	22,00	15,00	25,00	16,00	16,00	41,00	49,00	23,00	61,00	36,00	6,00
Zn	54,00	95,00	60,00	103,00	149,00	87,00	43,00	130,00	110,00	167,00	118,00	49,00
Zr	145,00	143,00	124,00	74,00	36,00	63,00	132,00	164,00	109,00	259,00	268,00	14,00

Tabela I - Dados brutos das análises geoquímicas por Fluorescência de Raios X



## **Anexo VIII - Diagramas**



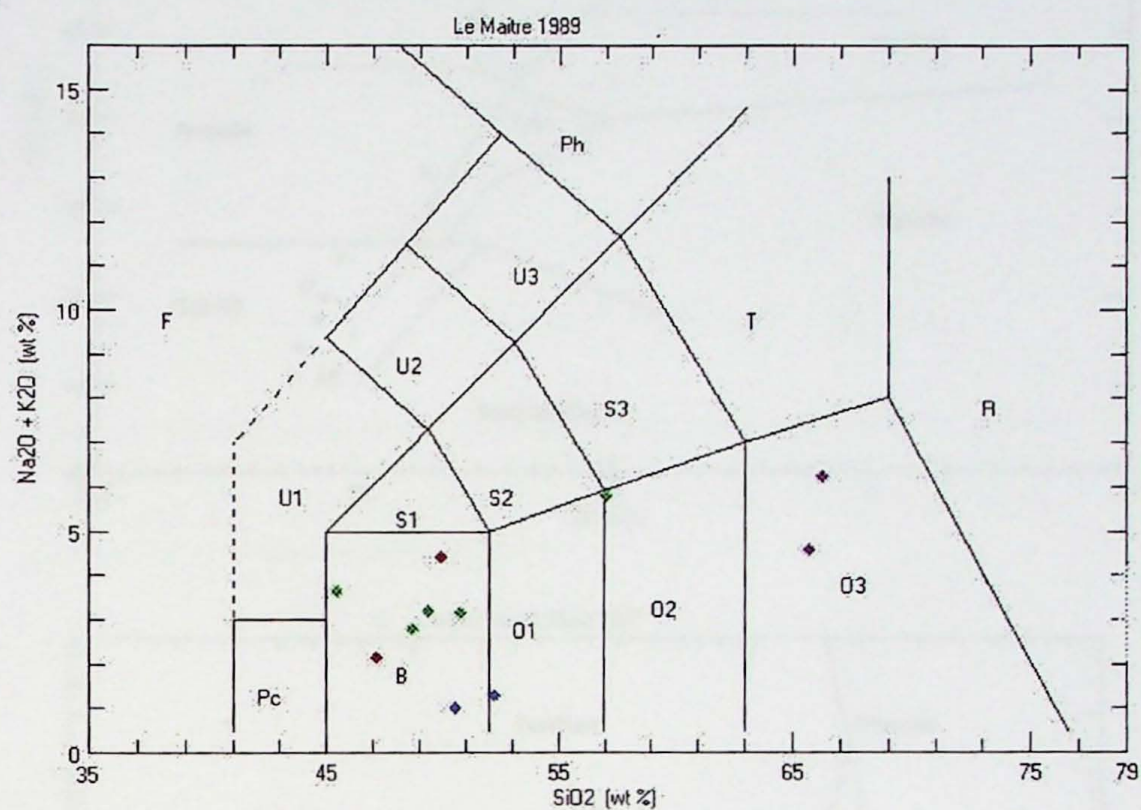


Figura 1. Classificação dos anfibolitos e gnaisses de composição básica a intermediária, do GnM, e diabásios microgábricos mesozóicos no diagrama TAS (Lê Maitre, 1989). Simbologia: (◇) anfibolitos com epidoto, (◇) anfibolitos, (◇) anfibólio gnaisses e (◇) diabásios.



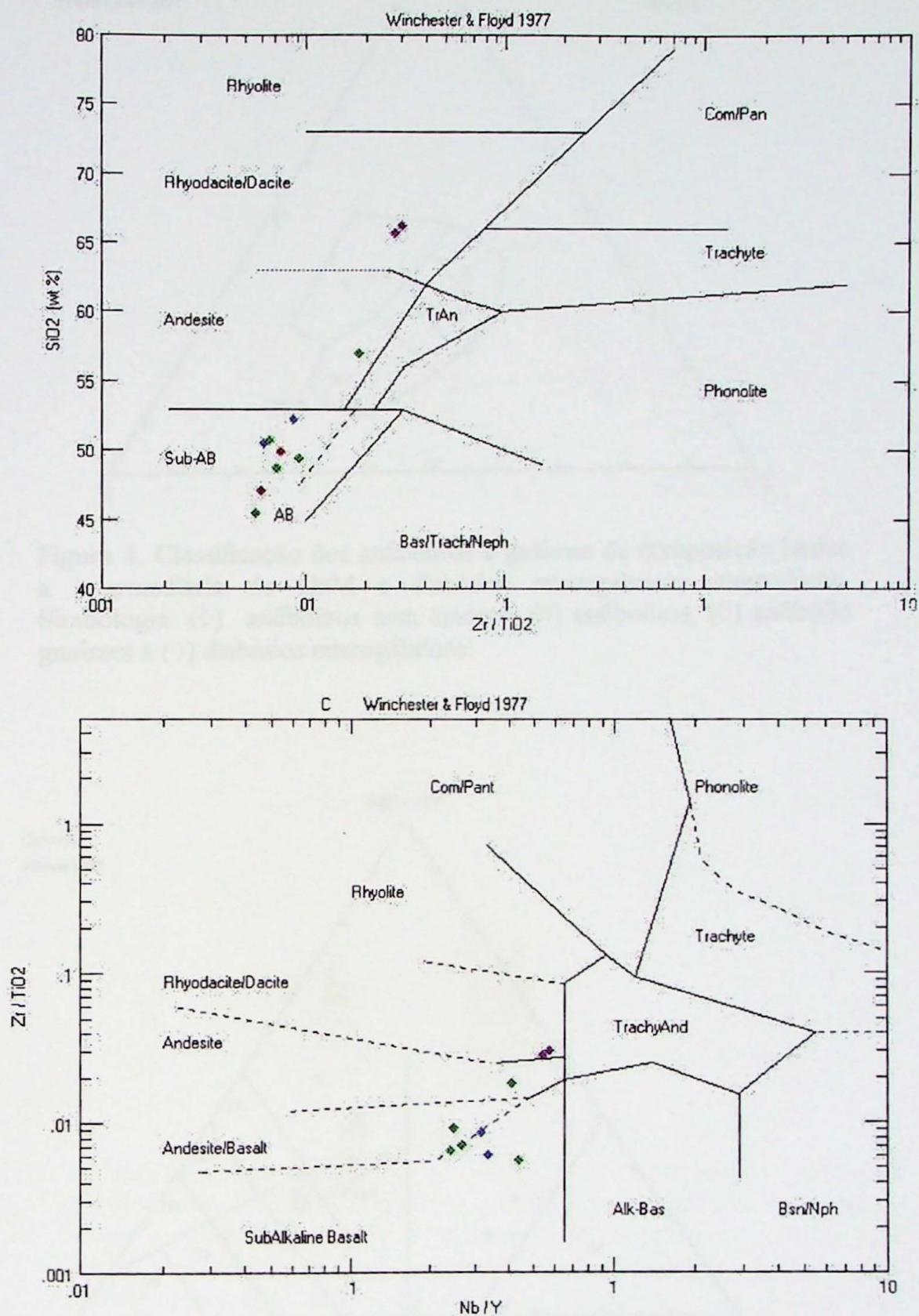


Figura 2. Anfibolitos e anfíbólio gnaisses de composição básica a intermediária, do GnM, plotam no campo dos basaltos sub-alcálinos, basaltos/andesitos e riodácitos/dácitos nos diagramas de Winchester e Floyd (1977). Simbologia: (◊) anfibolitos com epídoto, (◊) anfibolitos, (◊) anfíbólio gnaisses e (◊) diabásios (microgábricos mesozóicos)



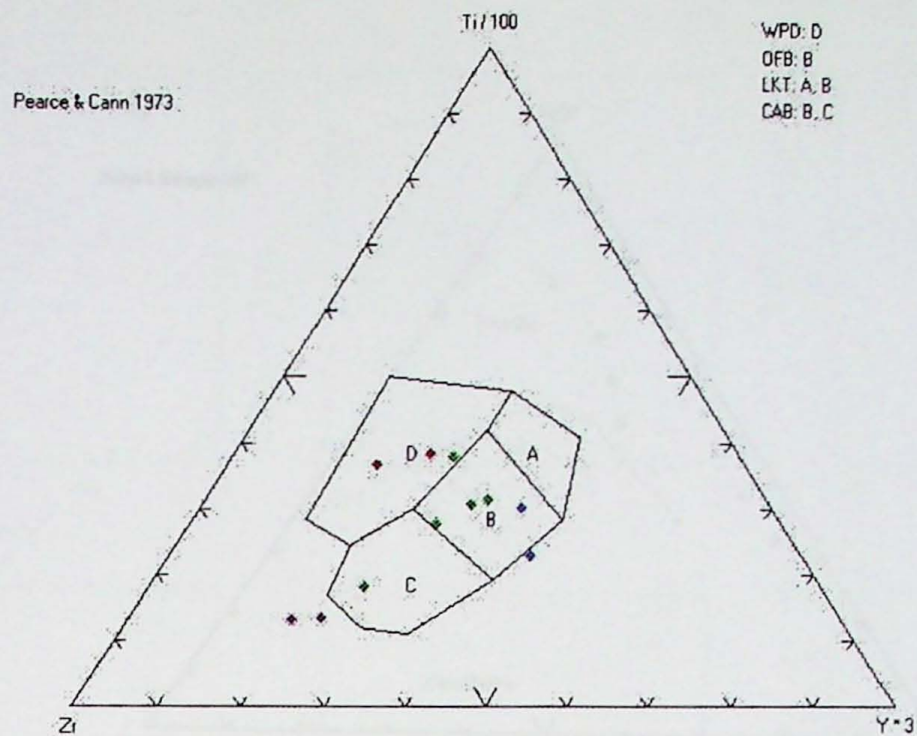


Figura 4. Classificação dos anfibolitos e gnaisses de composição básica a intermediária do GnM e diabásios microgábricos mesozóicos. Simbologia: (◇) anfibolitos com epidoto, (◇) anfibolitos, (◇) anfíbólio gnaisses e (◇) diabásios microgábricos.

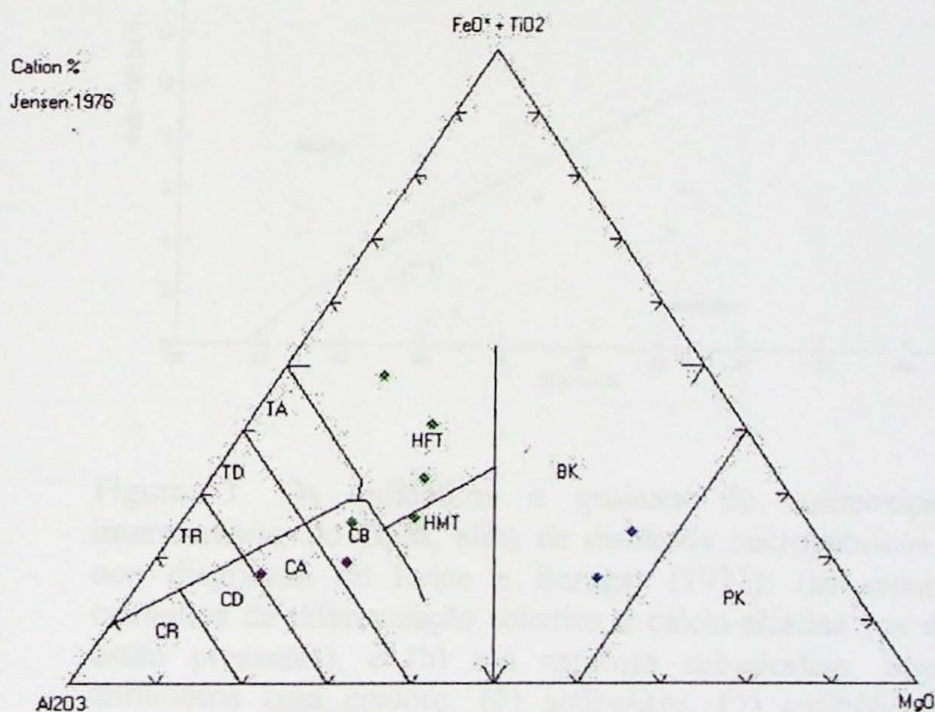


Figura 5. Classificação dos anfibolitos e gnaisses de composição básica a intermediária, do GnM, em diagrama de Jansen (1976). Simbologia: (◇) anfibolitos com epidoto, (◇) anfibolitos, (◇) anfíbólio gnaisses.



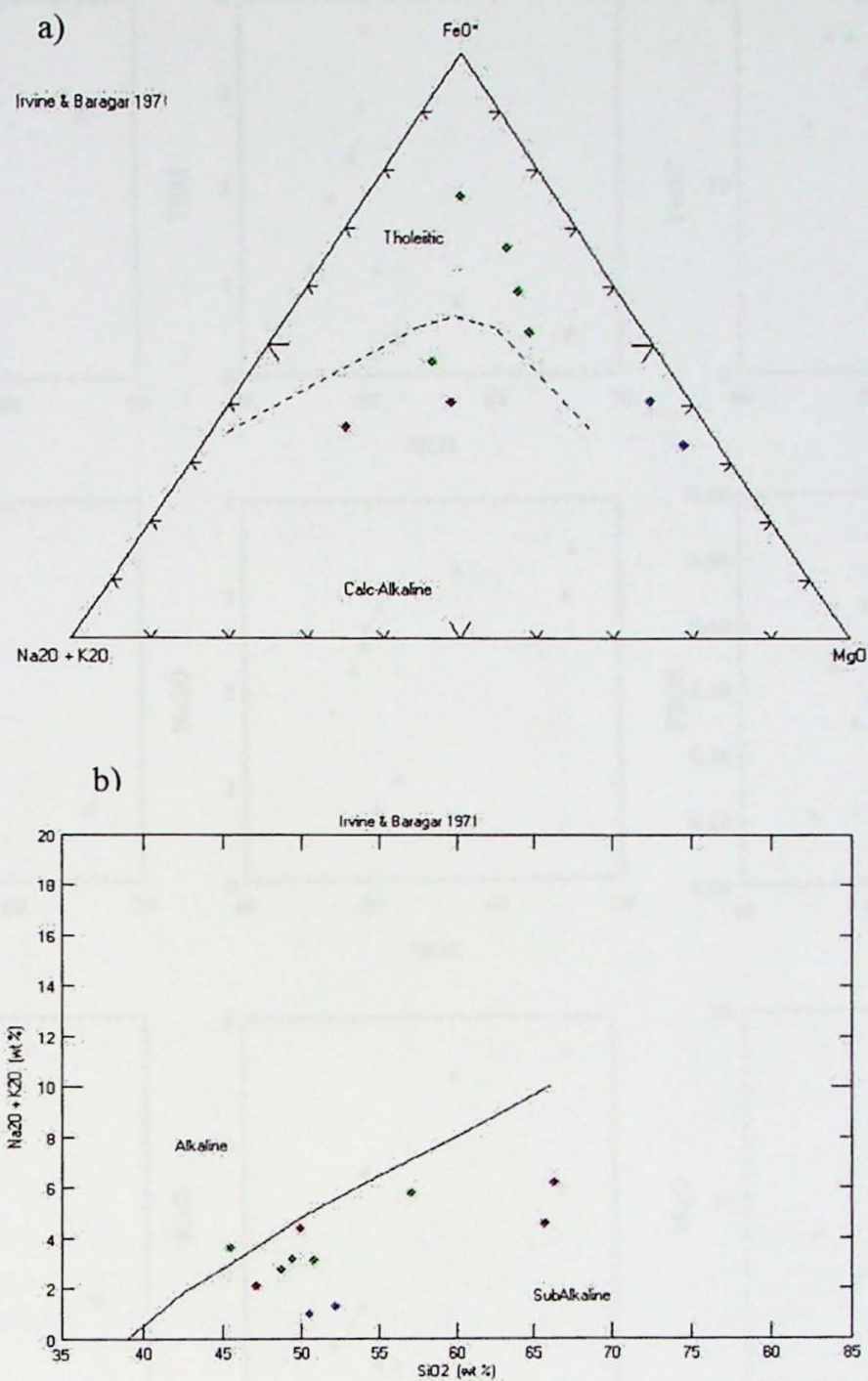


Figura 3. Os anfibolitos e gnaisses de composição básica a intermediária, do GnM, além de diabásios microgábricos mesozóicos, nos diagramas de Irvine e Baragar (1971): (a) separando-se nos caminhos de diferenciação toleítica e cálcio-alcalina (os diabásios não estão presentes), e (b) sua natureza sub-alcalina. Simbologia: (◇) anfibolitos com epidoto, (◇) anfibolitos, (◇) anfibólio gnaisses, (◇) diabásios.



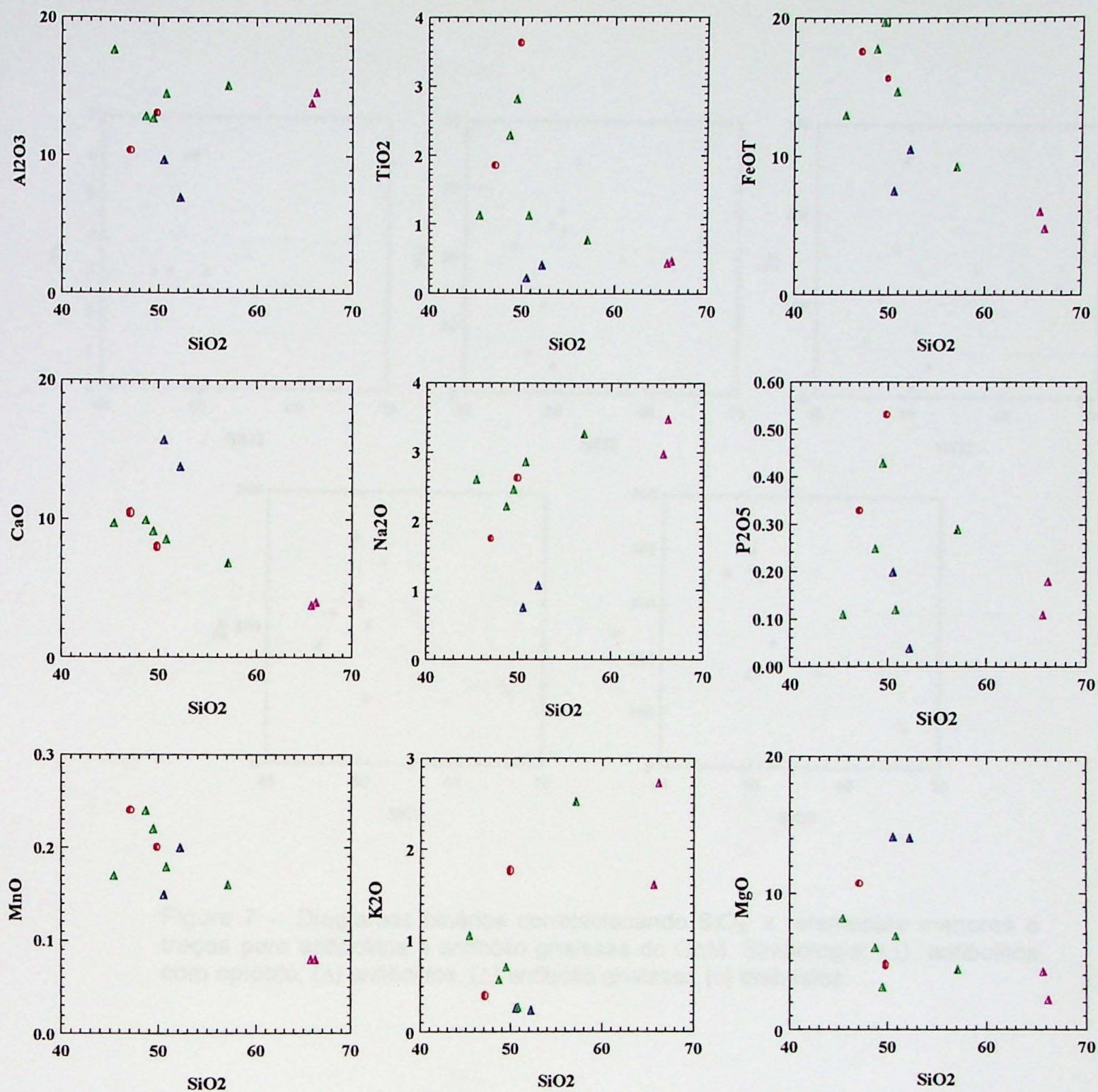


Figura 6 - Diagramas binários correlacionando  $\text{SiO}_2$  x elementos maiores para anfibolitos e anfibólito gnaisses do GnM. Simbologia: ( $\Delta$ ) anfibolitos com epídoto, ( $\triangle$ ) anfibolitos, ( $\triangle$ ) anfibólito gnaisses e ( $\circ$ ) diabásios.



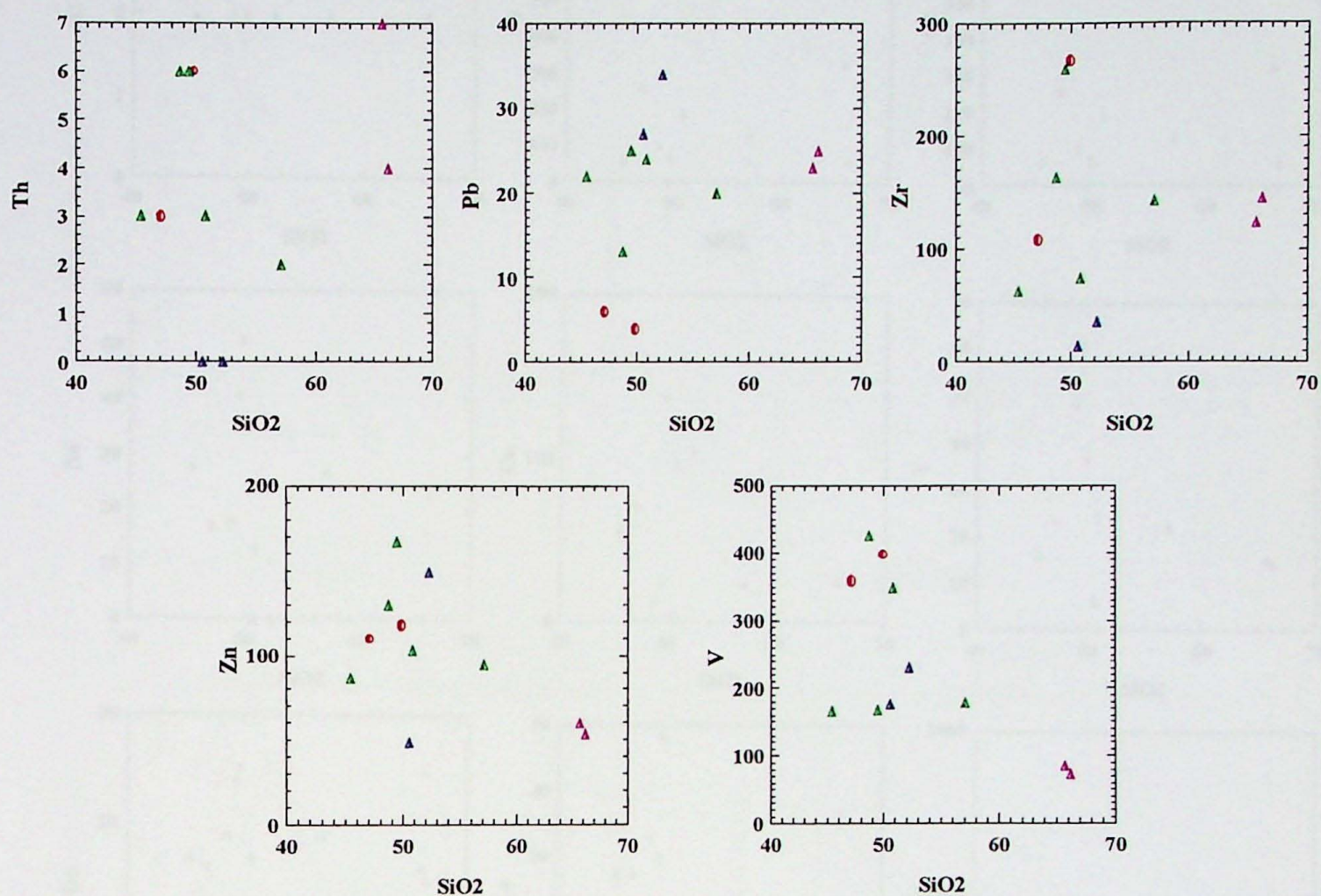
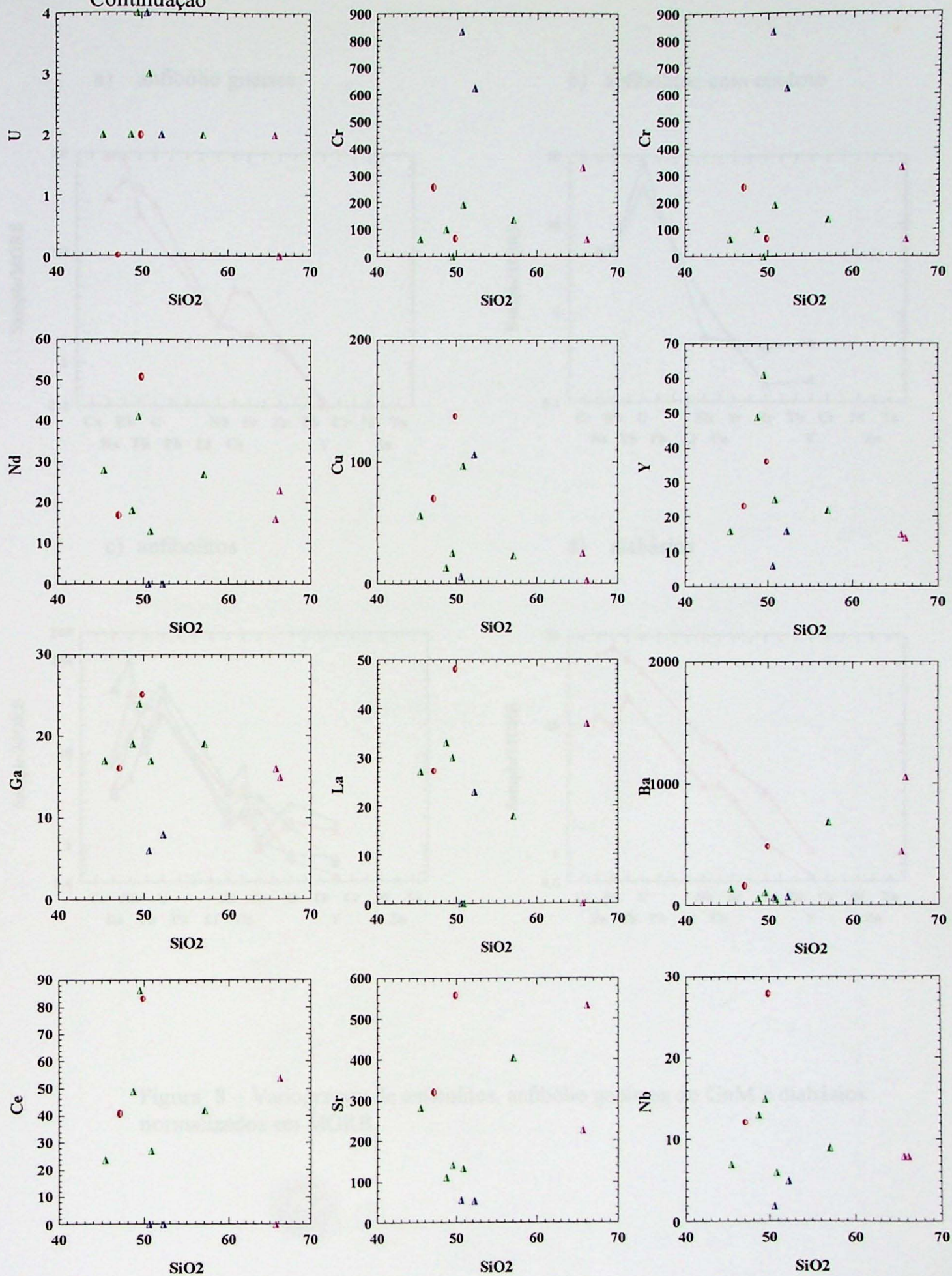


Figura 7 - Diagramas binários correlacionando  $\text{SiO}_2$  x elementos menores e traços para anfibolitos e anfibólio gnaisses do GnM. Simbologia: (blue  $\Delta$ ) anfibolitos com epidoto, (green  $\Delta$ ) anfibolitos, (pink  $\Delta$ ) anfibólio gnaisses (red  $\circ$ ) diabásios.

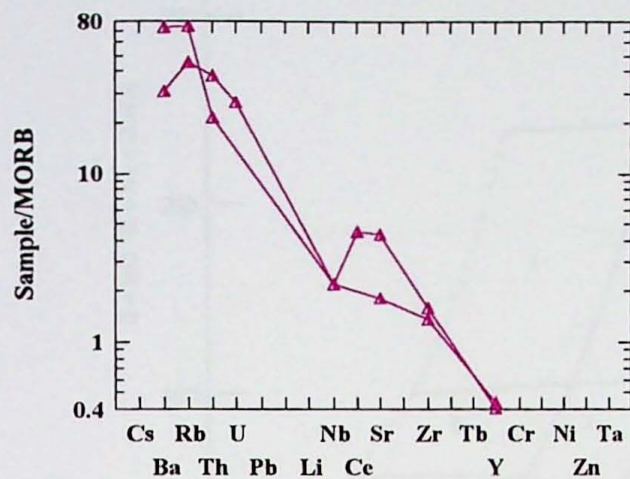


Continuação

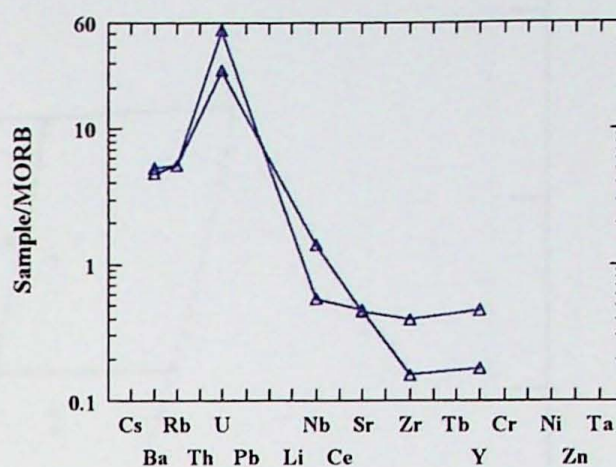




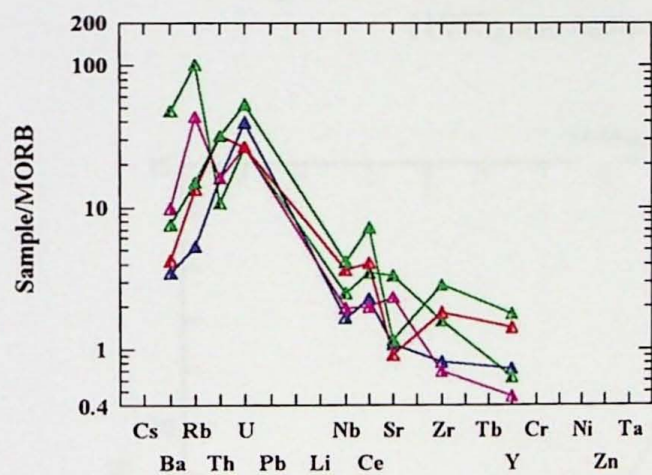
a) anfibólio gnaiss



b) anfibolitos com epidoto



c) anfibolitos



d) diabásios

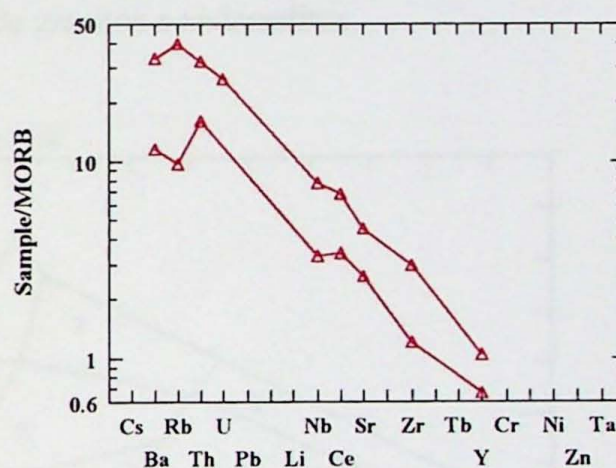


Figura 8 – Variogramas de anfibolitos, anfibólio gnaisses do GnM e diabásios normalizados em MORB.



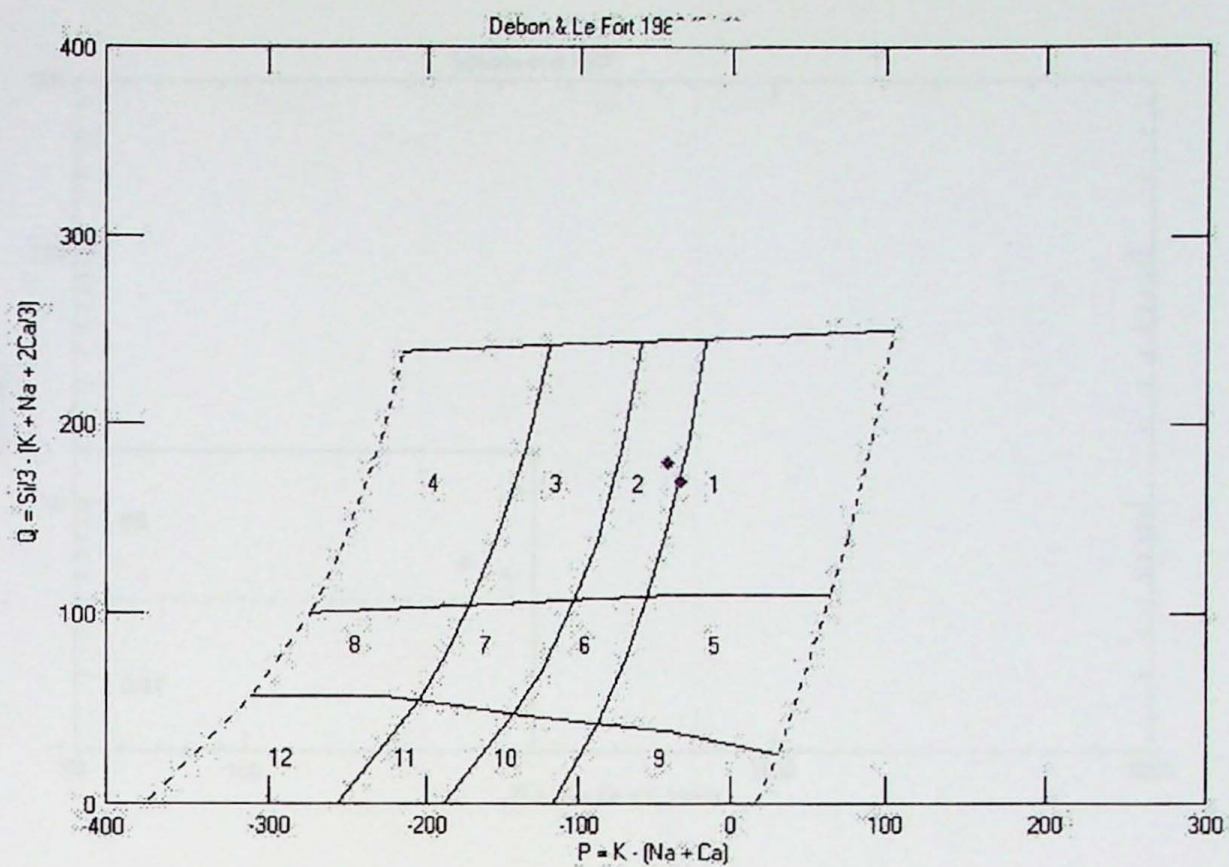


Figura 8 – Os metagranitóides plotam no diagrama Debon & Lefort (1983) nos campo 1 e 2 de granitos e andamelitos.

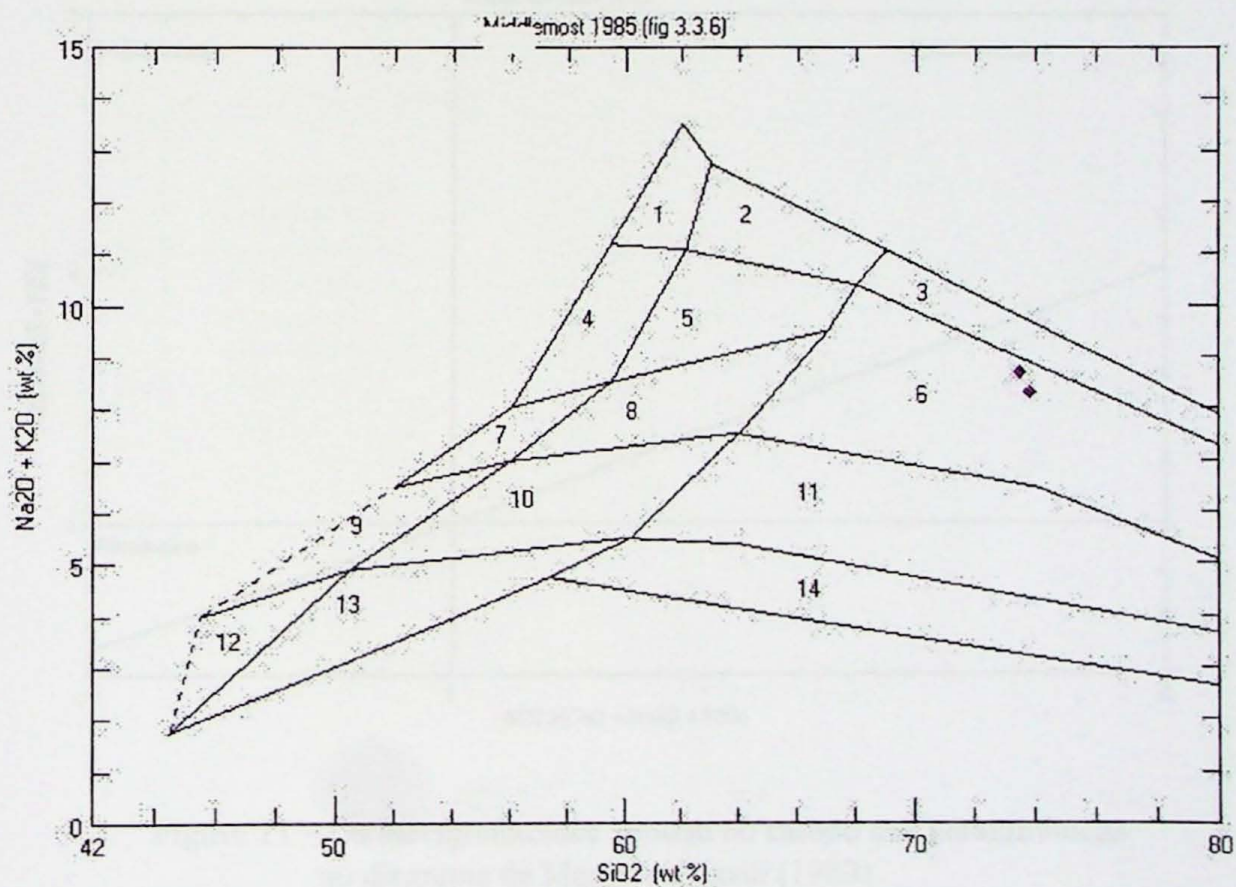


Figura 9 – Os metagranitóides plotam no diagrama de Middlemost (1985) no campo (6) dos granitos.



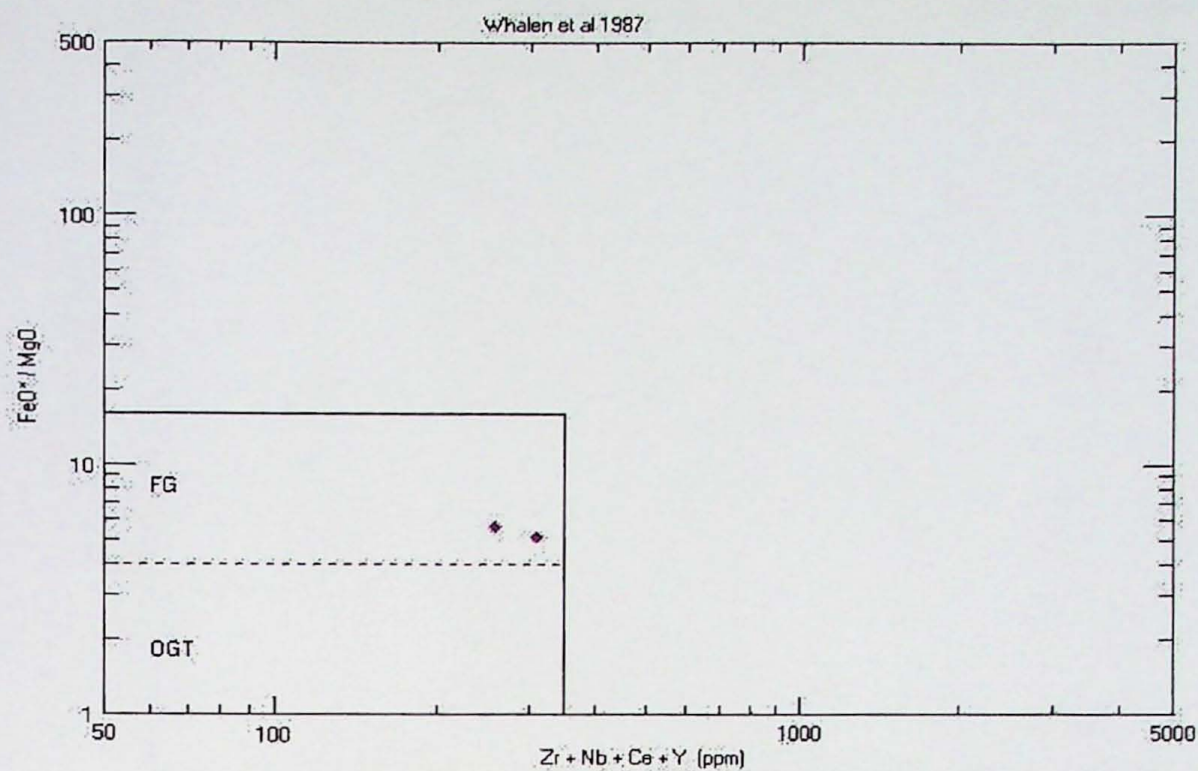


Figura 10 – Os metagranitóides plotam no campo dos granitóides félsicos no diagrama de Whalen et al 1987

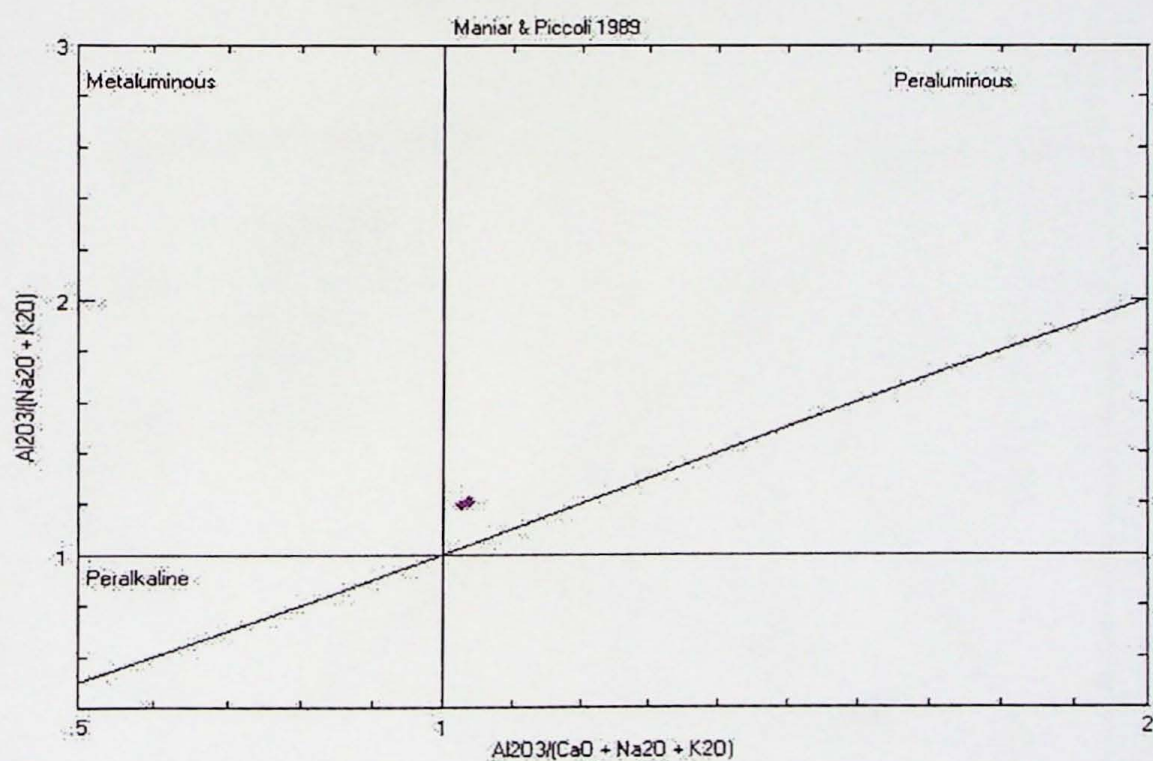


Figura 11 – Os metagranitóides plotam no campo das peraluminicas no diagrama de Maniar e Piccoli (1989).



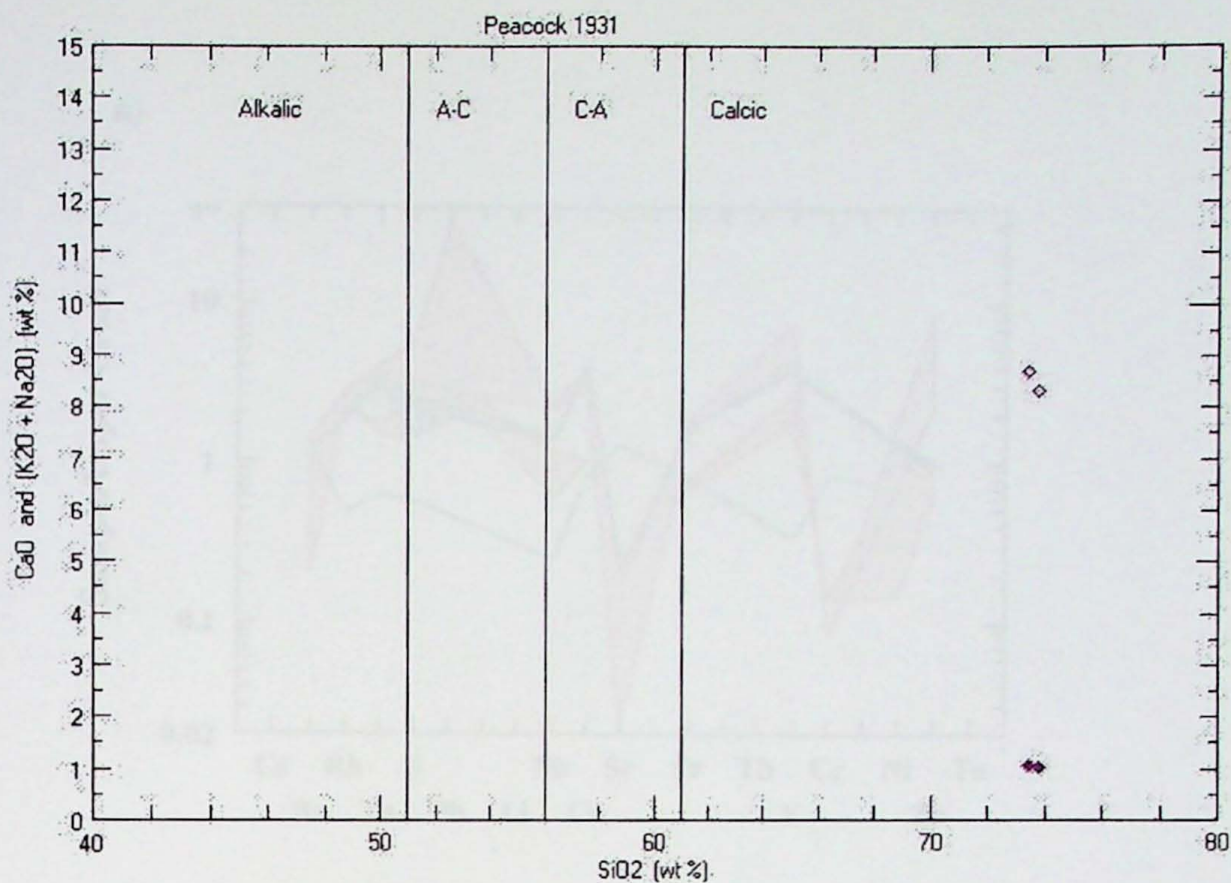


Figura 12 – Os metagranitóides plotam no campo dos granitos cálcicos no diagrama de Peacock (1931).

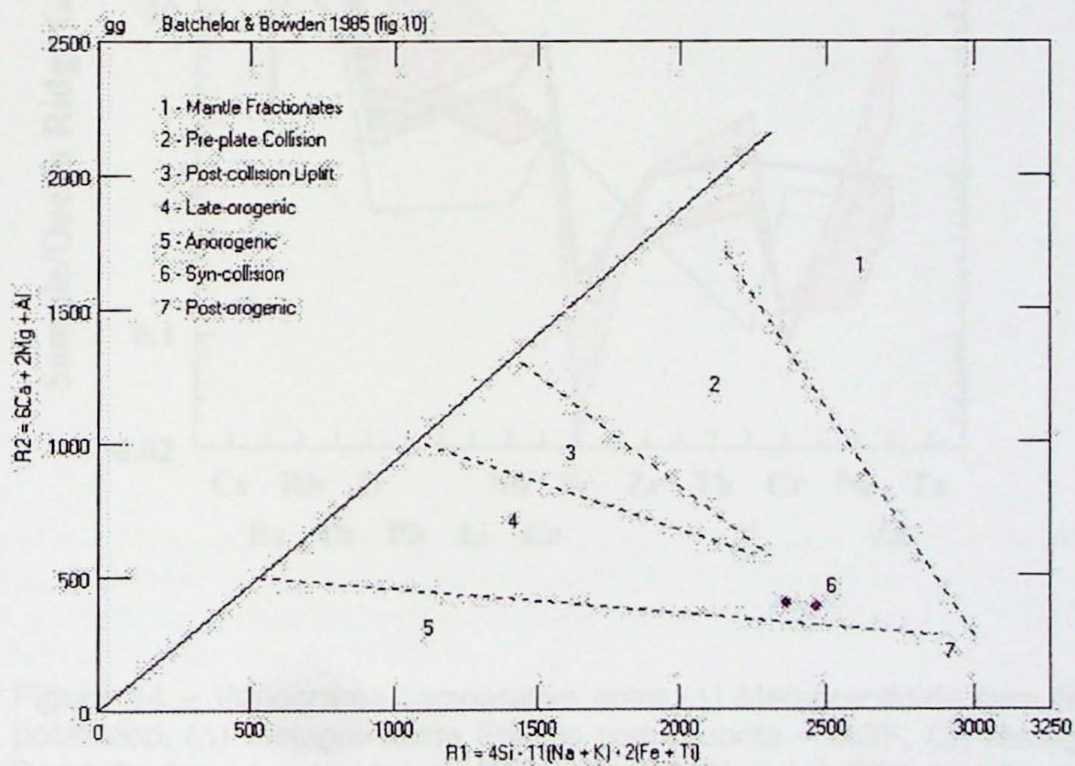
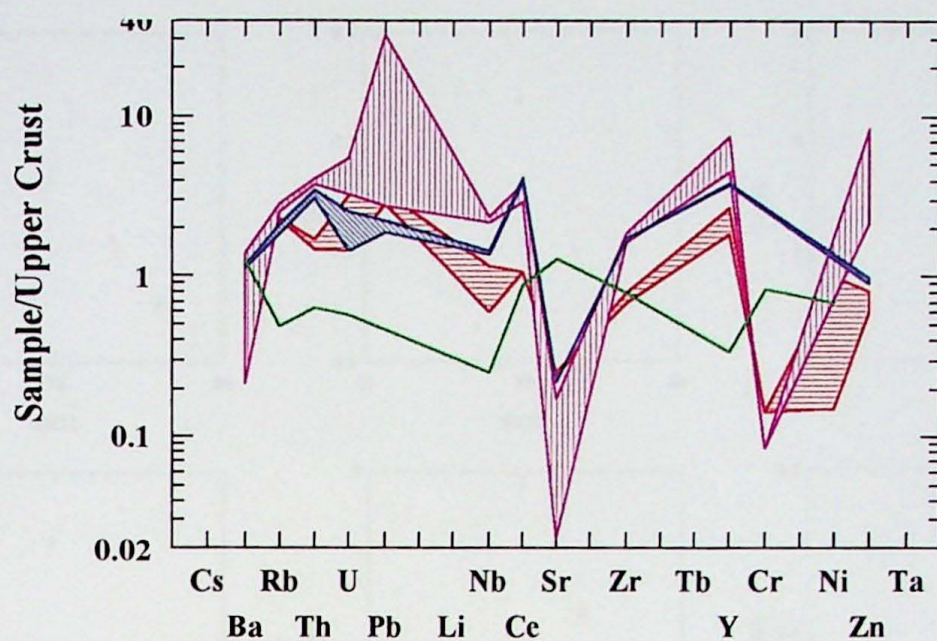


Figura 13 – Os metagranitóides plotam no campo dos granitos pós-orogênicos no diagrama de Batchelor e Bowden (1985).



a)



b)

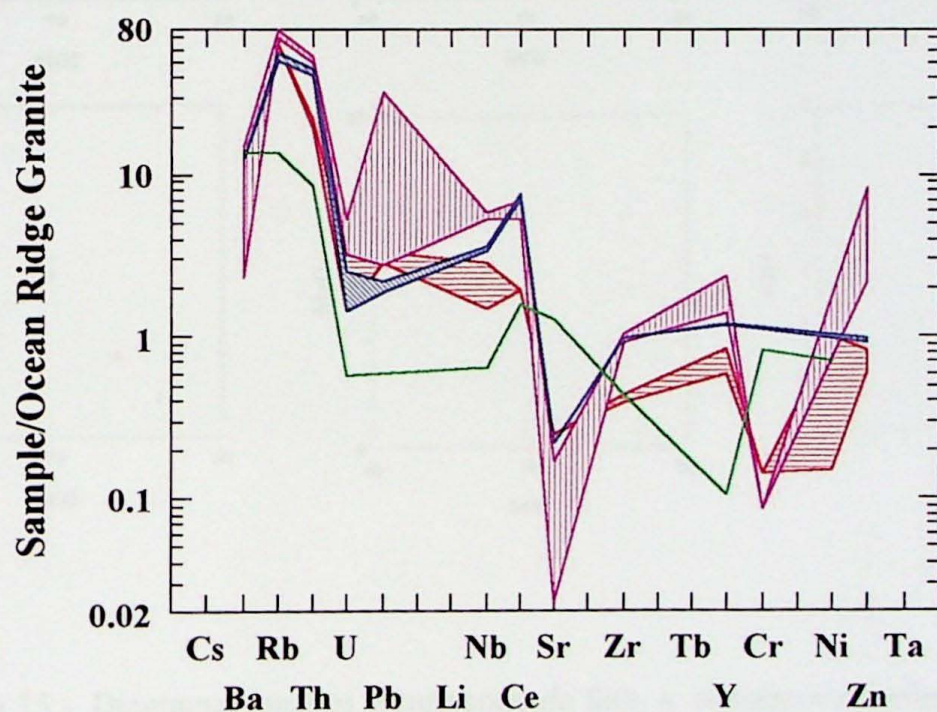


Figura 14 – Variograma comparativo entre ( $\Delta$ ) Metagranitóide com feldspatos potássico, ( $\Delta$ ) Metagranitóide Foliado com Fluorita – MGF, ( $\Delta$ ) Metagranitóide Borrachudos (extraídos de Machado, 1998) e ( $\Delta$ ) TTG (média dos TTGs extraído de Condie, 1994).



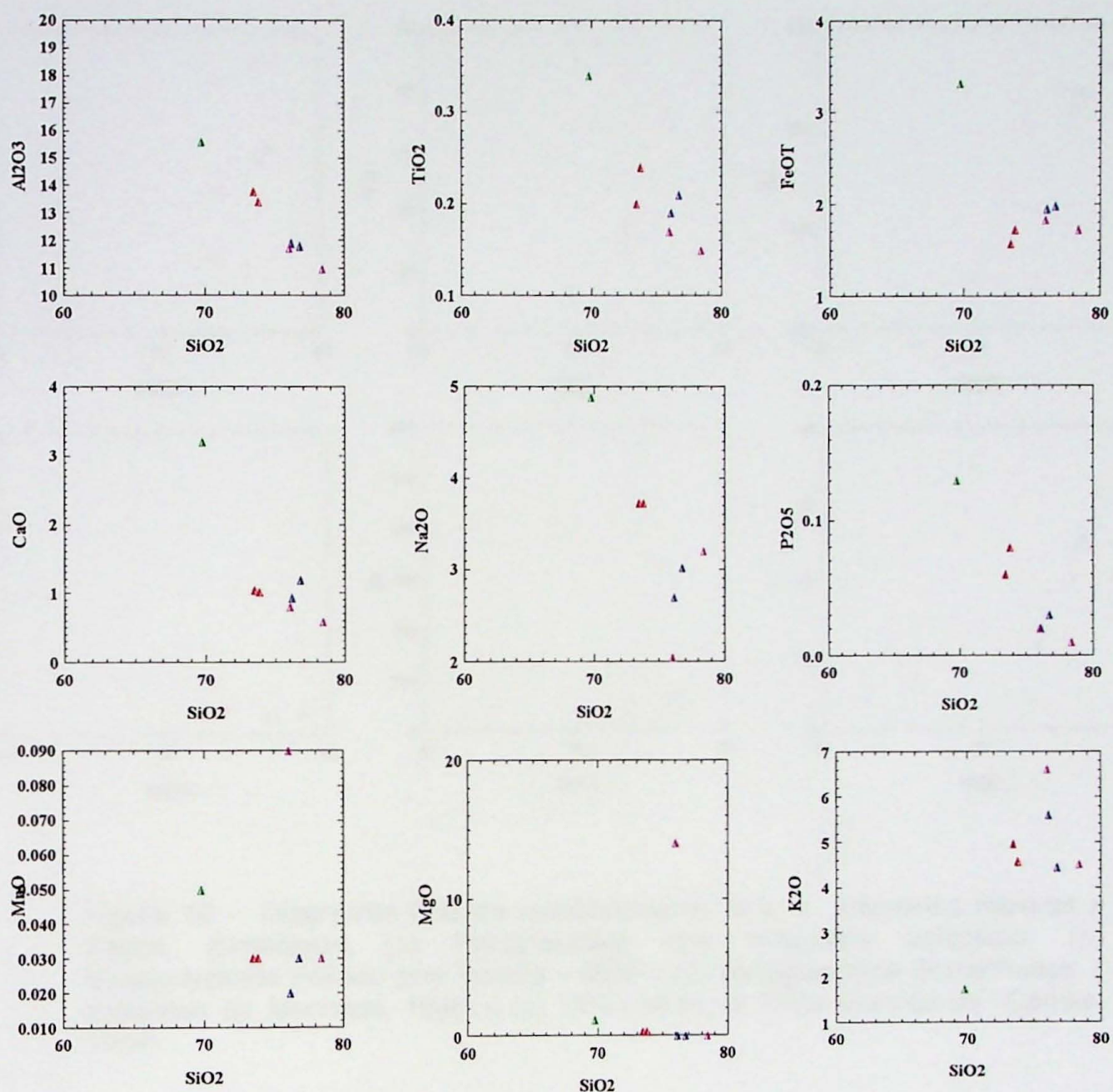


Figura 15 - Diagramas binários correlacionando SiO<sub>2</sub> x elementos maiores. Simbologia (Δ) Metagranitóide com feldspatos potássico, (Δ) Metagranitóide Foliado com Fluorita – MGF e (Δ) Metagranitóide Borrachudos (extraídos de Machado, 1998) e (Δ) TTG (média de TTG extraído de Condie, 1994).



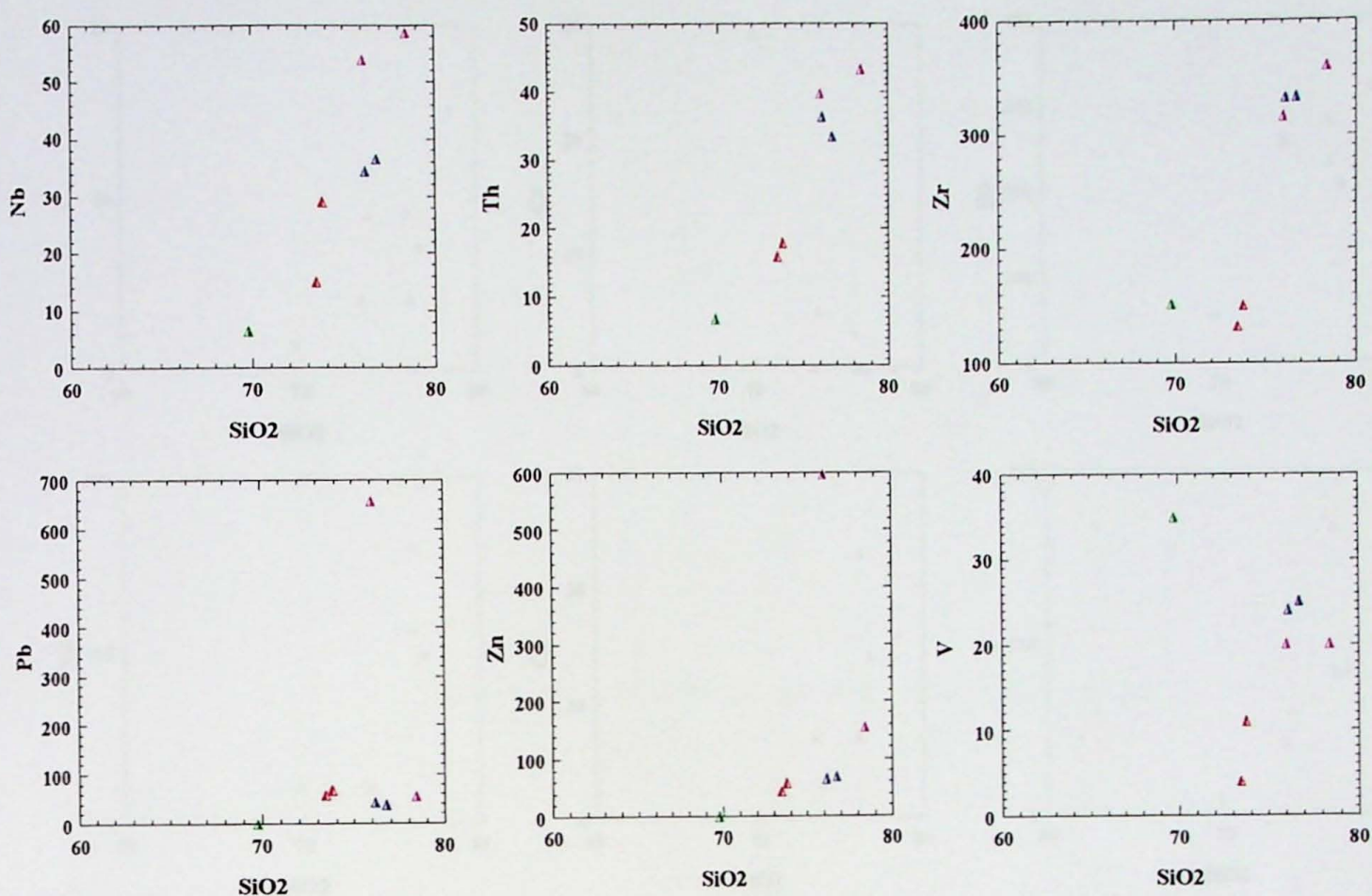
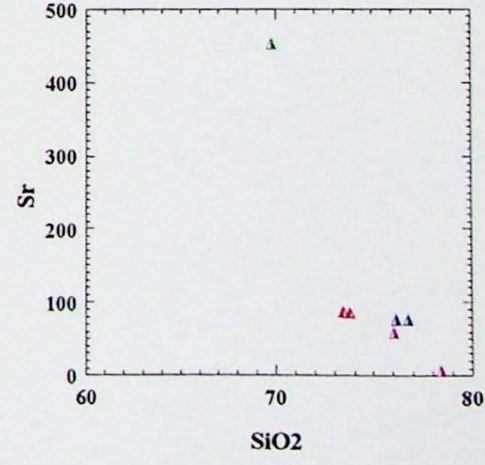
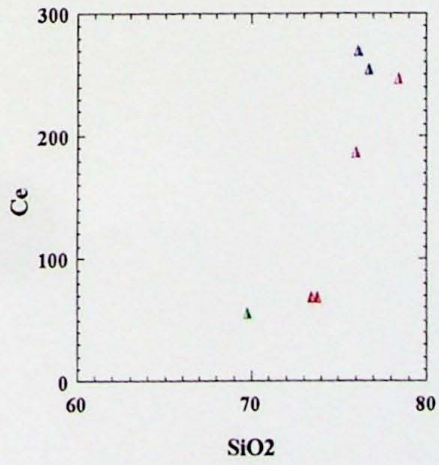
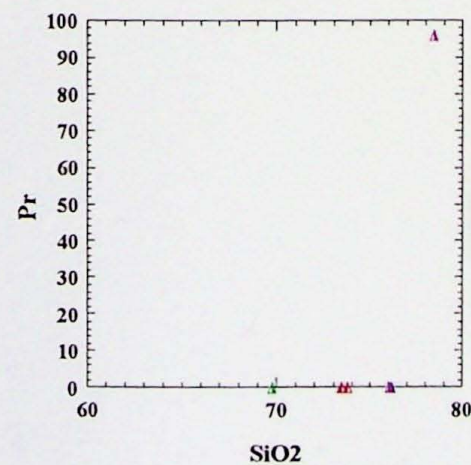
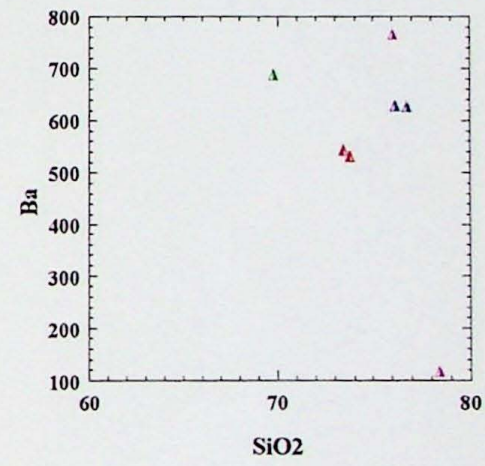
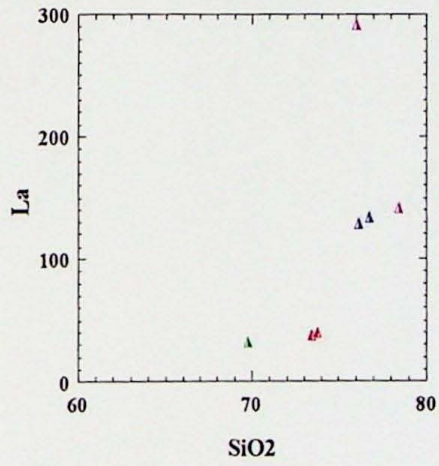
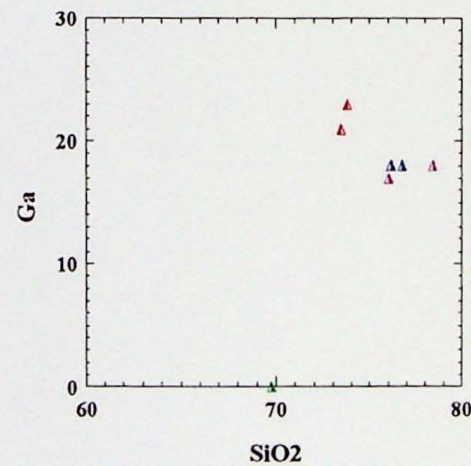
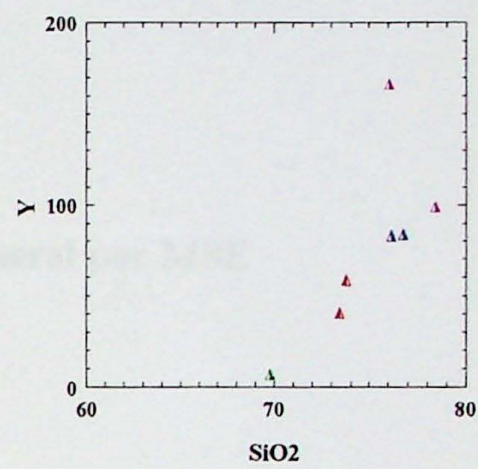
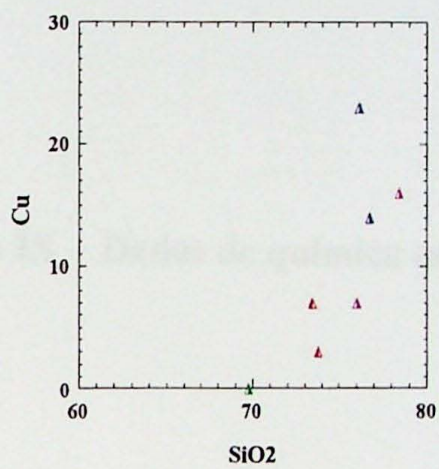
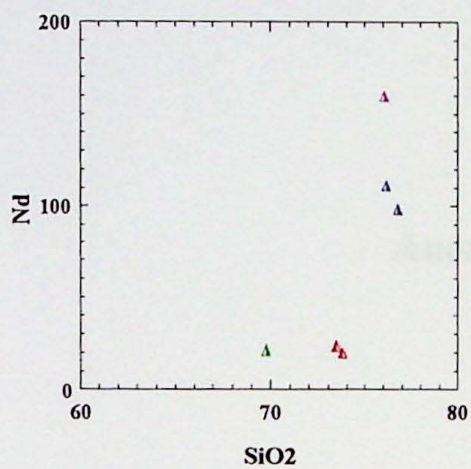
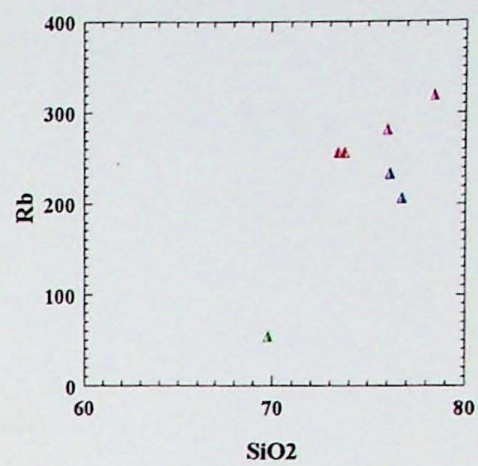
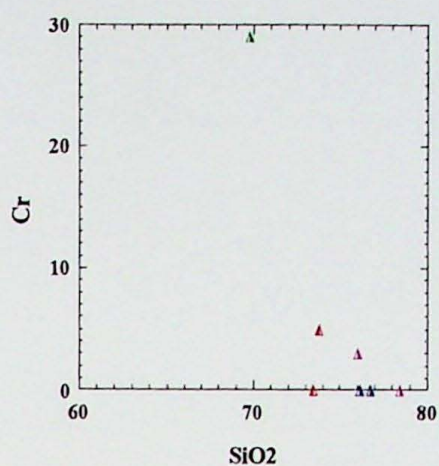
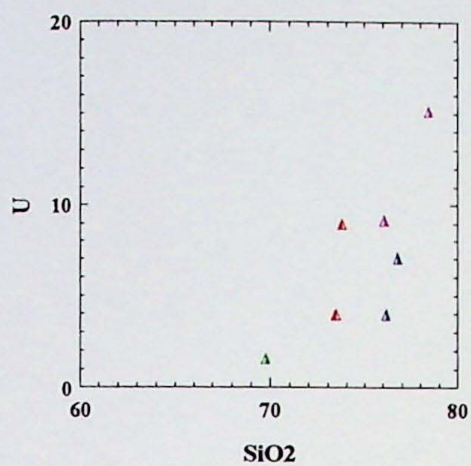


Figura 16 - Diagramas binários correlacionando SiO<sub>2</sub> x elementos maiores e traços. Simbologia (Δ) Metagranitóide com feldspatos potássico, (Δ) Metagranitóide Foliado com Fluorita – MGF e (Δ) Metagranitóide Borrachudos (extraídos de Machado, 1998) e (Δ) TTG (média de TTGs extraído de Condie, 1994)



continuação





## **Anexo IX – Datos de química mineral por MSE**



## QUÍMICA MINERAL

Simbologia adotada para identificação do local da análise nas biotitas, anfibólios e granadas:

b - borda

c - centro

inter - intermediário

b, gr - borda do mineral em contato com granada

b,gr,bt - borda do anfibólio em contato com granada e biotita

b,gr,anf - borda da biotita em contato com granada e anfibólio

bgba - borda da granada em contato com biotita e anfibólio

ba - borda da granada em contato com anfibólio

bb - borda da granada em contato com biotita

b,int/gr - biotita interna a granada

b/ze - borda da zona externa em granada zonada

b/zi - borda zona interna da granada zonada

intr/zi - análise no interior (intermediário) da zona interna da granada

intr/ze - análise na interior (intermediário) da zona externa da granada

c/ze - centro zona externa da granada

bint - análise no contato da granada com biotita interna a granada



Amostra	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11
Análises	b/ze	b/zi	bgba	b/ze	intr/ze	intr/zi	ba	c/ze	ba	intr/ze	ba	intr/ze	ba
Location	alvo1	alvo1	alvo1	alvo1	alvo1	alvo1	alvo5	alvo4	alvo4	alvo4	alvo4	alvo4	alvo4
Mineral	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Al2O3	21,15	21,04	21,47	21,04	21,13	20,99	21,39	21,24	21,33	20,94	21,33	20,94	21,33
TiO2	0,18	0,19	0,06	0,00	0,05	0,18	0,00	0,03	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00
FeO	29,22	28,79	31,93	31,70	29,51	27,77	32,20	29,80	32,14	31,49	32,14	31,49	32,14
MnO	1,95	1,49	0,61	0,65	0,96	3,88	0,64	1,62	0,81	1,98	0,64	0,81	0,64
MgO	1,55	1,71	3,08	2,64	2,22	1,23	3,12	2,51	3,34	1,92	3,12	2,51	3,34
CaO	8,98	9,29	5,76	6,78	8,75	9,07	5,52	7,30	5,33	6,74	5,52	7,30	5,33
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,22	99,86	100,22	100,11	100,19	100,12	100,48	99,88	100,49	100,56	100,49	100,56	100,49
TSi	5,97	5,99	5,97	6,00	6,00	5,97	5,99	5,99	5,99	6,00	5,99	6,00	5,99
TAI	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Sum_T	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
AlVI	3,97	3,96	4,01	3,99	3,97	3,98	4,00	3,99	4,01	3,96	4,01	3,96	4,01
Fe3	0,10	0,14	0,28	0,88	1,08	1,24	0,45	0,20	0,41	0,96	0,45	0,20	0,41
Ti	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_A	4,09	4,12	4,29	4,86	5,06	5,24	4,45	4,19	4,41	4,93	4,45	4,19	4,41
Fe2	3,83	3,81	4,18	4,12	3,86	3,59	4,24	3,93	4,16	4,14	4,24	3,93	4,16
Mg	0,37	0,41	0,73	0,63	0,53	0,30	0,74	0,60	0,80	0,46	0,74	0,60	0,80
Mn	0,27	0,20	0,08	0,09	0,13	0,53	0,09	0,22	0,11	0,27	0,09	0,22	0,11
Ca	1,55	1,60	0,99	1,17	1,50	1,57	0,94	1,25	0,91	1,16	0,94	1,25	0,91
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Sum_B	6,01	6,02	5,99	6,01	6,02	6,00	6,00	6,00	5,99	6,03	6,00	6,00	5,99
Sum_cat	16,10	16,14	16,28	16,88	17,08	17,24	16,45	16,20	16,41	16,96	16,45	16,20	16,41
Alm	53,88	62,99	61,24	68,41	63,92	50,07	61,63	55,96	69,61	68,23	61,63	55,96	69,61
And	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gross	32,67	26,76	21,22	19,52	24,93	32,57	20,44	26,64	15,25	19,50	20,44	26,64	15,25
Pyrope	7,86	6,87	15,78	10,58	8,86	6,19	16,07	12,74	13,31	7,73	16,07	12,74	13,31
Spess	5,60	3,40	1,77	1,49	2,17	11,06	1,86	4,66	1,84	4,54	1,86	4,66	1,84
Uvaro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
XCagnt	0,26	0,27	0,17	0,19	0,25	0,26	0,16	0,21	0,15	0,19	0,16	0,21	0,15
XFegnt	0,64	0,63	0,70	0,69	0,64	0,60	0,71	0,66	0,70	0,69	0,71	0,66	0,70
XMggnt	0,06	0,07	0,12	0,11	0,09	0,05	0,12	0,10	0,13	0,08	0,12	0,10	0,13
Fe_Mggnt	10,28	9,33	5,71	6,51	7,28	12,04	5,73	6,57	5,23	9,00	5,73	6,57	5,23

Tabela I - Dados analíticos de granadas de metapelitos e metapelitos com anfibólio. Fórmula estrutural 24(O).







Amostra	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23	CGF01CX23
Análises	ba	bgba	c	inter	bb	bb	bb	c	b/zi	ca	bb	CGF01CX23	CGF01CX23
Location	alvo1	alvo1	alvo1	alvo1	alvo3	alvo3	alvo3	alvo3	alvo4	alvo2	alvo2	CGF01CX23	CGF01CX23
Mineral	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Al2O3	21,31	21,33	21,06	21,04	21,32	20,96	21,02	21,42	21,49	21,49	21,15	21,15	21,15
TiO2	0,00	0,09	0,09	0,00	0,05	0,11	0,03	0,01	0,00	0,00	0,08	0,08	0,08
FeO	31,09	31,12	28,18	28,18	31,22	28,26	28,40	30,07	32,76	32,76	30,79	30,79	30,79
MnO	0,58	0,40	2,33	2,33	0,31	2,01	2,71	2,31	0,75	0,75	0,95	0,95	0,95
MgO	3,12	2,68	1,70	1,70	2,48	1,78	1,24	2,25	3,33	3,33	2,81	2,81	2,81
CaO	6,04	7,24	9,29	9,29	7,53	9,21	9,24	6,96	5,17	5,17	6,77	6,77	6,77
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,14	100,34	99,85	99,88	100,31	99,40	99,91	100,58	100,96	100,96	99,85	99,85	99,85
TSi	5,97	5,98	5,99	6,00	5,98	5,99	6,00	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98
TAI	0,03	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Sum_T	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
AlVI	4,02	3,99	3,98	3,98	4,00	3,99	3,98	4,00	4,01	4,01	3,98	3,98	3,98
Fe3	1,70	1,93	2,07	2,53	1,77	1,90	2,13	1,97	2,23	2,23	2,32	2,32	2,32
Ti	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Sum_A	5,72	5,93	6,06	6,51	5,77	5,89	6,12	5,98	6,24	6,24	6,31	6,31	6,31
Fe2	4,11	4,07	3,68	3,69	4,08	3,69	3,75	3,96	4,21	4,21	4,04	4,04	4,04
Mg	0,75	0,64	0,41	0,41	0,59	0,43	0,30	0,53	0,79	0,79	0,67	0,67	0,67
Mn	0,08	0,05	0,32	0,32	0,04	0,28	0,37	0,31	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
Ca	1,04	1,24	1,60	1,60	1,29	1,60	1,60	1,19	0,88	0,88	1,17	1,17	1,17
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_B	5,98	6,00	6,01	6,02	6,00	6,00	6,01	6,00	5,99	5,99	6,00	6,00	6,00
Sum_cat	17,70	17,93	18,07	18,53	17,77	17,90	18,13	17,97	18,23	18,23	18,32	18,32	18,32
Alm	59,95	58,57	51,23	61,13	58,72	51,71	62,19	56,74	61,66	61,66	57,86	57,86	57,86
And	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gross	22,31	26,58	33,57	26,76	27,68	33,52	26,64	25,28	19,08	19,08	24,74	24,74	24,74
Pyrope	16,06	13,68	8,53	6,80	12,71	8,99	4,99	11,35	17,07	17,07	14,42	14,42	14,42
Spess	1,69	1,17	6,67	5,32	0,89	5,78	6,18	6,63	2,20	2,20	2,76	2,76	2,76
Uvaro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22
XCagnt	0,17	0,21	0,27	0,27	0,22	0,27	0,27	0,20	0,15	0,15	0,19	0,19	0,19
XFegnt	0,69	0,68	0,61	0,61	0,68	0,62	0,62	0,66	0,70	0,70	0,67	0,67	0,67
XMggnt	0,13	0,11	0,07	0,07	0,10	0,07	0,05	0,09	0,13	0,13	0,11	0,11	0,11
Fe_Mggnt	5,47	6,39	9,05	9,09	6,88	8,62	12,54	7,42	5,32	5,32	6,00	6,00	6,00

Tabela I - Dados analíticos de granadas de metapelitos e metapelitos com anfibólio. Fórmula estrutural 24(O) (continuação).







Amostra	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19B	ITF04CX19B	ITF04CX19B	ITF04CX19B	ITF04CX19B	ITF04CX19B	ITF04CX19B
Analises	c	ba	ca	a/int	a/int	ba	ba	aint	bb	inter/zi		
Location	alvo1b	alvo6	alvo5	alvo1bm	alvo5	alvo2	alvo1	alvo1	alvo1	alvo1		
Mineral	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Al2O3	21,62	21,14	21,10	21,22	21,16	21,36	21,25	21,08	21,19	21,26		
TiO2	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00		
FeO	32,81	35,20	35,05	35,10	35,75	35,48	35,04	35,75	35,31	33,96		
MnO	0,19	0,29	0,29	0,28	0,35	0,05	0,52	0,48	0,46	0,30		
MgO	6,78	4,74	5,13	5,10	4,45	5,14	4,96	4,65	5,12	6,29		
CaO	1,28	1,16	1,11	1,29	1,18	0,88	0,80	0,81	0,79	0,88		
Na2O	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01		
Cr2O3	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00		
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,36	0,00		
Total	100,74	99,64	100,22	100,58	100,47	100,85	100,29	100,04	100,54	100,28		
TSi	5,99	5,99	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,99	5,99	6,00		
TAI	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00		
Sum_T	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		
AlVI	4,00	4,01	3,98	3,99	3,98	3,98	3,98	3,99	3,99	3,99		
Fe3	3,01	3,17	3,23	3,32	3,37	3,38	3,41	3,53	3,62	3,73		
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		
Sum_A	7,01	7,18	7,21	7,31	7,35	7,36	7,39	7,53	7,62	7,72		
Fe2	4,17	4,61	4,56	4,54	4,71	4,64	4,63	4,68	4,58	4,32		
Mg	1,59	1,14	1,22	1,21	1,06	1,21	1,18	1,12	1,23	1,50		
Mn	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,01	0,07	0,04	0,06	0,04		
Ca	0,22	0,19	0,19	0,22	0,20	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15		
Na	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Sum_B	6,00	5,99	6,02	6,01	6,01	6,01	6,02	6,00	6,00	6,01		
Sum_cat	19,01	19,17	19,23	19,32	19,37	19,38	19,41	19,53	19,62	19,73		
Alm	60,37	69,21	75,69	75,43	78,14	77,13	76,85	70,30	68,27	71,87		
And	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Gross	4,68	4,47	3,10	3,64	3,27	2,39	2,28	2,96	3,05	2,49		
Pyrope	34,40	25,44	20,46	20,24	17,72	20,28	19,69	25,08	27,30	24,96		
Spess	0,55	0,89	0,67	0,64	0,78	0,10	1,18	1,47	1,38	0,67		
Uvaro	0,00	0,00	0,08	0,05	0,09	0,10	0,00	0,19	0,00	0,00		
XCagnt	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03		
XFegnt	0,70	0,77	0,76	0,76	0,78	0,77	0,77	0,78	0,76	0,72		
XMggnt	0,27	0,19	0,20	0,20	0,18	0,20	0,20	0,19	0,20	0,25		
Fe_Mggnt	2,62	4,04	3,73	3,74	4,44	3,83	3,93	4,19	3,74	2,88		

Tabela I - Dados analíticos de granadas de metapelitos e metapelitos com anfibólio. Fórmula estrutural 24(O) (continuação).



Amostra	CGF01CX26B	CGF01CX23B	CGF01CX26B	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19B	ITF04CX19B
Análise	b24	b10	b23	bt3	cl	bt	bt2
Local	b,gr,anf	c	b	b	b	b	b,int/gr
Mineral	bt	bt	bt	bt	bt	bt	bt
SiO2	35,57	35,84	35,21	34,80	25,91	37,94	38,27
TiO2	2,68	1,91	2,70	1,19	0,05	0,93	0,90
Al2O3	16,49	17,48	16,60	17,71	22,57	18,24	18,32
FeO	22,46	21,89	21,84	18,17	18,23	14,20	14,58
MnO	0,08	0,01	0,04	0,00	0,00	0,02	0,02
MgO	9,13	9,97	9,32	14,20	20,24	15,70	15,49
CaO	0,03	0,00	0,02	0,15	0,02	0,01	0,01
Na2O	0,16	0,08	0,17	0,21	0,00	0,67	0,62
K2O	0,23	8,43	9,24	5,66	0,00	7,69	7,68
Cl	0,00	0,07	0,03	0,04	0,00	0,01	0,02
F	0,29	0,19	0,43	0,40	0,00	0,30	0,34
BaO	0,35	0,49	0,48	0,25	0,00	0,25	0,09
Total	87,48	96,35	96,07	92,77	87,03	95,98	96,33
C.Total	87,36	96,26	95,88	92,59	87,03	95,85	96,18
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si	5,96	5,71	5,69	5,59	4,34	5,80	5,82
AlIV	2,04	2,29	2,31	2,41	3,66	2,20	2,18
AlVI	1,21	1,00	0,85	0,94	0,80	1,08	1,11
Ti	0,34	0,23	0,33	0,14	0,01	0,11	0,10
Fe2	3,15	2,92	2,95	2,44	2,56	1,81	1,86
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01
Mg	2,28	2,37	2,25	3,40	5,06	3,58	3,51
Ca	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Na	0,05	0,03	0,05	0,07	0,00	0,20	0,18
K	0,05	1,71	1,91	1,16	0,00	1,50	1,49
Cations	15,12	16,28	16,38	16,20	16,42	16,30	16,26
Fe_FeMg	0,58	0,55	0,57	0,42	0,34	0,34	0,35
Mg_FeMg	0,42	0,45	0,43	0,58	0,66	0,66	0,65

Tabela II - Dados analíticos de biotitas de metapelitos e metapelitos com anfibólio. Fórmula estrutural: 24(O) (continuação).



Amostra	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX20	CGF01CX20	CGF01CX20	CGF01CX20
Análise	b20	b18	b19	b17	b21	b16	b15	b14	b13	b12			
Local	bt	c	bt	b,gr	b,int/gr	b,gr,anf	c	b,gr	b,gr	c			
Mineral	bt	bt	bt	bt	bt	bt	bt	bt	bt	bt			
SiO2	35,61	35,82	35,87	35,75	35,53	36,17	36,37	36,09	36,12	36,25			
TiO2	1,57	1,91	2,18	2,09	1,46	1,98	1,76	1,64	1,68	1,84			
Al2O3	17,20	16,97	16,99	17,11	17,09	17,08	19,75	19,98	19,79	19,89			
FeO	21,28	20,79	20,66	21,20	22,68	20,65	17,63	17,77	17,78	17,39			
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,00	0,02	0,04	0,04			
MgO	10,23	10,41	10,53	10,54	9,11	10,78	11,16	11,16	11,08	11,27			
CaO	0,05	0,03	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02			
Na2O	0,10	0,16	0,12	0,13	0,06	0,13	0,31	0,35	0,34	0,28			
K2O	8,50	8,48	8,62	8,58	8,40	8,62	9,07	8,76	8,91	8,84			
Cl	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,02	0,03			
F	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16			
BaO	0,42	0,55	0,49	0,58	0,27	0,46	0,19	0,25	0,00	0,15			
Total	95,03	95,18	95,79	96,05	94,75	96,02	96,32	96,08	95,99	96,16			
CTotal	95,01	95,16	95,66	96,04	94,74	96,01	96,32	96,08	95,92	96,09			
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	0,08	0,00			
Si	5,74	5,75	5,74	5,70	5,77	5,75	5,65	5,62	5,64	5,64			
AlIV	2,26	2,25	2,27	2,30	2,23	2,25	2,35	2,38	2,36	2,36			
AlVI	1,00	0,96	0,93	0,92	1,04	0,95	1,27	1,29	1,28	1,29			
Ti	0,19	0,23	0,26	0,25	0,18	0,24	0,21	0,19	0,20	0,22			
Fe2	2,87	2,79	2,76	2,83	3,08	2,74	2,29	2,32	2,32	2,26			
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01			
Ba	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01			
Mg	2,46	2,49	2,51	2,51	2,21	2,56	2,59	2,59	2,58	2,61			
Ca	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Na	0,03	0,05	0,04	0,04	0,02	0,04	0,09	0,11	0,10	0,09			
K	1,75	1,74	1,76	1,75	1,74	1,75	1,80	1,74	1,78	1,75			
Cations	16,33	16,30	16,30	16,33	16,29	16,31	16,26	16,26	16,26	16,23			
Fe_FeMg	0,54	0,53	0,52	0,53	0,58	0,52	0,47	0,47	0,47	0,46			
Mg_FeMg	0,46	0,47	0,48	0,47	0,42	0,48	0,53	0,53	0,53	0,54			

Tabela II - Dados analíticos de biotitas de metapelitos e metapelitos com anfibólio. Fórmula estrutural: 24(O).







Amostra	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11
Análises	a12	a10	a13	a11	a16	a14	a14	af9	a15	a15	a24	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11	CGF01CX11
Localização	b	c	c	inter	b,gr	b,gr	b,gr	b,gr,bt	c	c	c				
Mineral	a12	a10	a13	a11	a16	a14	a14	af9	a15	a15	a24				
SiO2	40,88	41,21	42,48	41,12	41,20	41,48	41,28	41,10	42,10	42,10	42,06				
TiO2	0,53	0,75	0,72	0,79	0,44	0,81	0,86	0,76	0,76	0,76	0,67				
Al2O3	16,08	14,92	14,01	15,03	16,41	15,67	14,76	14,52	14,41	14,41	14,41				
FeO	18,45	18,36	18,31	18,75	18,23	18,37	18,67	18,26	18,26	18,26	17,92				
MnO	0,07	0,00	0,06	0,00	0,08	0,08	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05				
MgO	8,03	8,34	9,07	8,14	7,81	8,43	8,26	9,00	8,94	8,94	8,94				
CaO	11,10	10,96	10,93	10,93	11,21	11,14	11,33	10,75	10,87	10,87	10,87				
Na2O	1,25	1,29	1,32	1,22	1,27	1,31	1,29	1,20	1,10	1,10	1,10				
K2O	0,37	0,49	0,38	0,43	0,42	0,46	0,39	0,41	0,42	0,42	0,42				
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,13	0,00	0,00	0,00				
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Cl	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03				
Total	96,77	96,34	97,31	96,43	97,11	97,78	97,09	97,22	96,47	96,47	96,47				
TSi	6,11	6,20	6,31	6,18	6,14	6,14	6,19	6,25	6,28	6,28	6,28				
TAI	1,89	1,80	1,69	1,82	1,86	1,86	1,81	1,75	1,72	1,72	1,72				
TFe3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
TTi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Sum_T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00				
CAI	0,94	0,84	0,76	0,84	1,03	0,87	0,79	0,79	0,81	0,81	0,81				
CCr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
CFe3	0,63	0,57	0,61	0,62	0,51	0,59	0,57	0,69	0,64	0,64	0,64				
CTi	0,06	0,09	0,08	0,09	0,05	0,09	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08				
CMg	1,79	1,87	2,01	1,82	1,74	1,86	1,85	1,99	1,99	1,99	1,99				
CFe2	1,57	1,64	1,55	1,63	1,68	1,58	1,69	1,45	1,48	1,48	1,48				
CMn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
CCa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Sum_C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00				
BMg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
BFe2	0,10	0,11	0,12	0,11	0,09	0,10	0,08	0,13	0,12	0,12	0,12				
BMn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
BCa	1,78	1,77	1,74	1,76	1,79	1,77	1,82	1,71	1,74	1,74	1,74				
BNa	0,12	0,12	0,14	0,13	0,11	0,12	0,10	0,15	0,14	0,14	0,14				
Sum_B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				
ACa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
ANa	0,24	0,25	0,24	0,23	0,26	0,25	0,28	0,19	0,18	0,18	0,18				
AK	0,07	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08				
Sum_A	0,32	0,35	0,31	0,31	0,34	0,34	0,35	0,27	0,26	0,26	0,26				
Sum_cat	15,32	15,35	15,31	15,31	15,34	15,34	15,35	15,27	15,26	15,26	15,26				

Tabela III - Dados analíticos anfíbios de metapelitos e metapelitos com anfíbio. Fórmula estrutural: 23(O)



Amostra	CGF01CX11	CGF01CX23B	CGF01CX23B	CGF01CX23B	CGF01CX23B	CGF01CX23B	CGF01CX23B	CGF01CX23B	CGF01CX26B	CGF01CX26B	CGF01CX26B	CGF01CX26B
Analises	a17	af4	af2	af2	af1	af3	b,gr, bt	a20	a21	a23	a22	a22
Locação	inter	c	c	c	b,gr	b,gr, bt	b,gr	b,gr	b,gr, bt	c	c	c
Mineral	a17	af4	af2	af2	af1	af3	af1	a20	a21	a23	a22	a22
SiO2	42,20	42,33	42,13	42,05	40,76	40,66	40,01	40,69	40,69	40,69	40,25	40,25
TiO2	0,74	0,84	0,81	1,35	0,29	0,93	1,09	1,07	1,07	1,07	0,99	0,99
Al2O3	14,42	14,47	14,59	15,60	19,16	15,42	16,09	15,31	15,31	15,31	16,00	16,00
FeO	18,37	18,03	17,64	11,13	19,65	19,41	19,56	19,54	19,54	19,54	19,86	19,86
MnO	0,06	0,08	0,08	0,12	0,05	0,08	0,12	0,13	0,13	0,13	0,08	0,08
MgO	8,87	8,77	9,11	14,72	6,08	6,68	6,53	6,90	6,90	6,90	6,63	6,63
CaO	10,69	11,06	11,14	11,62	11,39	11,89	11,77	11,68	11,68	11,68	11,89	11,89
Na2O	1,14	1,25	1,34	1,96	1,22	0,85	0,91	0,82	0,82	0,82	0,85	0,85
K2O	0,40	0,43	0,45	0,21	0,43	1,10	1,26	1,18	1,18	1,18	1,26	1,26
F	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,32	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
Cl	0,03	0,04	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
Total	96,91	97,27	97,60	98,74	99,06	97,06	97,68	97,53	97,53	97,53	97,79	97,79
TSi	6,28	6,29	6,25	5,94	5,99	6,18	6,07	6,15	6,15	6,15	6,07	6,07
TAl	1,73	1,71	1,75	2,06	2,01	1,82	1,93	1,85	1,85	1,85	1,93	1,93
TFe3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TTi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
CAI	0,80	0,83	0,80	0,54	1,31	0,94	0,94	0,88	0,88	0,88	0,92	0,92
CCr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CFe3	0,67	0,51	0,54	0,92	0,42	0,28	0,32	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38
CTi	0,08	0,09	0,09	0,14	0,03	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
CMg	1,97	1,94	2,02	3,10	1,33	1,51	1,48	1,56	1,56	1,56	1,49	1,49
CFe2	1,48	1,63	1,55	0,29	1,90	2,16	2,13	2,07	2,07	2,07	2,09	2,09
CMn	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CCa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
BMg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BFe2	0,14	0,11	0,10	0,11	0,09	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
BMn	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
BCa	1,70	1,76	1,77	1,76	1,80	1,94	1,91	1,89	1,89	1,89	1,92	1,92
BNa	0,16	0,13	0,12	0,13	0,11	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04
Sum_B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ACa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ANa	0,17	0,23	0,26	0,41	0,24	0,22	0,22	0,18	0,18	0,18	0,21	0,21
AK	0,08	0,08	0,09	0,04	0,08	0,21	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24
Sum_A	0,25	0,31	0,35	0,45	0,32	0,43	0,46	0,41	0,41	0,41	0,45	0,45
Sum_cat	15,25	15,31	15,35	15,45	15,32	15,43	15,46	15,41	15,41	15,41	15,45	15,45

Tabela III - Dados analíticos anfíbolos de metapelitos e metapelitos com anfíbólio. Fórmula estrutural: 23(O) (continuação).



Amostra	CGF01CX26B	CGF01CX26B	ITF04CX19B	ITF04CX19B	ITF04C19B	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19
Analises	a18	a19	af7	af8	af5	a30	a29	a27	ITF04CX19
Locação	inter	inter	a,b,gr	c	a,i/gr	b,i/gr	b,i/gr	b	a25
Mineral	a18	a19	af7	af8	af5	a30	a29	a27	a25
SiO2	40,64	40,53	40,42	40,82	40,86	40,96	40,36	37,84	38,96
TiO2	0,98	0,96	0,16	0,06	0,23	0,15	0,14	0,06	0,22
Al2O3	15,13	15,41	21,76	20,30	19,35	18,86	19,46	22,32	20,82
FeO	19,92	19,80	24,46	24,52	24,15	24,09	23,90	24,87	24,98
MnO	0,09	0,12	0,10	0,12	0,11	0,06	0,10	0,11	0,12
MgO	7,06	6,67	11,45	11,59	11,60	11,95	12,02	10,34	10,62
CaO	11,87	11,90	0,16	0,14	0,21	0,18	0,17	0,16	0,16
Na2O	0,85	0,87	2,05	1,82	1,81	1,65	1,80	2,12	1,91
K2O	1,10	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,00	0,36	0,24	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Total	97,67	97,47	100,92	99,61	98,31	97,92	97,95	98,00	97,78
TSi	6,13	6,14	5,83	5,96	6,03	6,05	5,96	5,64	5,81
TAI	1,87	1,86	2,17	2,05	1,97	1,95	2,04	2,36	2,19
TFe3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TTi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_T	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
CAI	0,82	0,89	1,53	1,44	1,40	1,34	1,35	1,56	1,46
CCr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CFe3	0,46	0,34	0,03	0,07	0,01	0,10	0,14	0,18	0,13
CTi	0,11	0,11	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02
CMg	1,59	1,51	2,46	2,52	2,55	2,63	2,65	2,30	2,36
CFe2	2,02	2,14	0,96	0,96	1,02	0,91	0,85	0,96	1,02
CMn	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CCa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_C	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
BMg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BFe2	0,03	0,02	1,96	1,96	1,95	1,96	1,96	1,96	1,96
BMn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
BCa	1,92	1,93	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
BNa	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_B	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ACa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ANa	0,21	0,22	0,57	0,52	0,52	0,47	0,52	0,61	0,55
AK	0,21	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum_A	0,42	0,44	0,57	0,52	0,52	0,47	0,52	0,61	0,55
Sum_cat	15,42	15,44	15,57	15,52	15,52	15,47	15,52	15,61	15,55

Tabela III - Dados analíticos anfibólios de metapelitos e metapelitos com anfibólio. Fórmula estrutural: 23(O) (continuação).



Amostra	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19	ITF04CX19
Analises	a31	a28	a26	a26	a26	
Locação	c,i/gr	c,i/gr	inter	inter,l/gr	b,gr,bt	
Mineral	a31	a28	a26	a26	af6	
SiO2	40,33	40,48	37,88	0,13	38,26	
TiO2	0,20	0,24	0,13	22,38	0,12	
Al2O3	19,62	19,09	22,38	25,42	22,59	
FeO	24,39	24,11	25,42	0,08	25,47	
MnO	0,06	0,08	0,08	10,22	0,06	
MgO	11,74	11,87	10,22	0,20	10,39	
CaO	0,18	0,21	0,20	2,04	0,15	
Na2O	1,74	1,37	2,04	0,00	2,23	
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	98,68	97,45	98,34	60,46	99,26	
TSi	5,95	5,99	5,62	0,03	5,63	
TAI	2,05	2,01	2,38	7,73	2,37	
TFe3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TTi	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00	
Sum_T	8,00	8,00	8,00	12,11	8,00	
CAI	1,35	1,32	1,53	0,00	1,54	
CCr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CFe3	0,16	0,23	0,23	0,00	0,16	
CTi	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	
CMg	2,58	2,62	2,26	0,08	2,28	
CFe2	0,88	0,79	0,96	0,02	1,00	
CMn	0,00	0,00	0,00	2,24	0,00	
CCa	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	
Sum_C	5,00	5,00	5,00	2,89	5,00	
BMg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
BFe2	1,96	1,96	1,96	0,00	1,97	
BMn	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	
BCa	0,03	0,03	0,03	0,00	0,02	
BNa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sum_B	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	
ACa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ANa	0,50	0,39	0,59	0,00	0,64	
AK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sum_A	0,50	0,39	0,59		0,64	
Sum_cat	15,50	15,39	15,59	15,00	15,64	

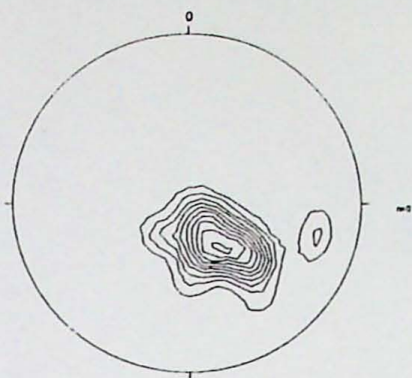
Tabela III - Dados analíticos anfíbios de metapelitos e metapelitos com anfíbólio. Fórmula estrutural: 23(O) (continuação).



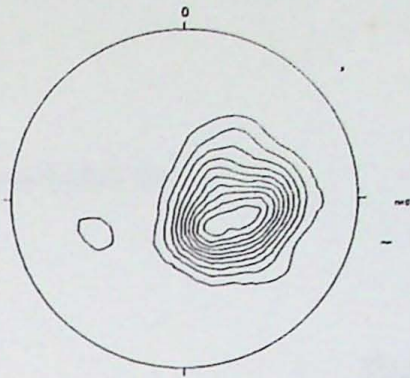
## **Anexo X - Diagramas de Contorno**



NW Nova Era

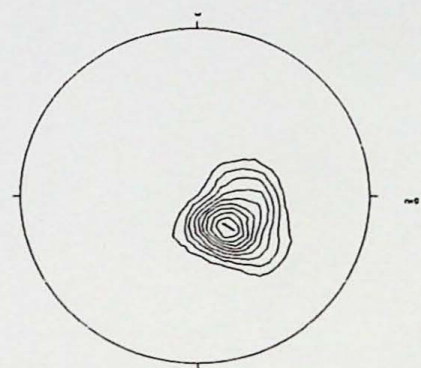


Foliações Sn

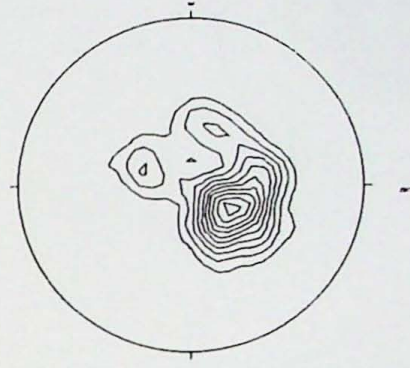


S Prainha

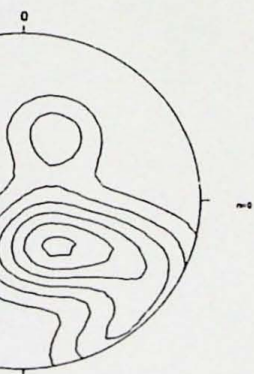
SW pedra Furada



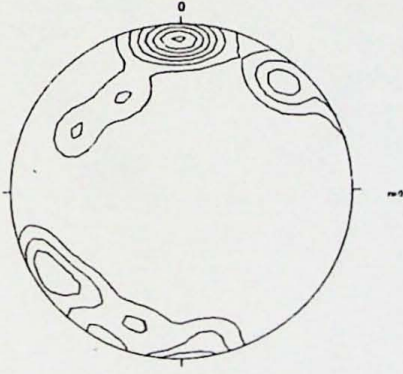
Capoeirana



Plano axial



Eixos de dobras



Lineação de estiramento mineral

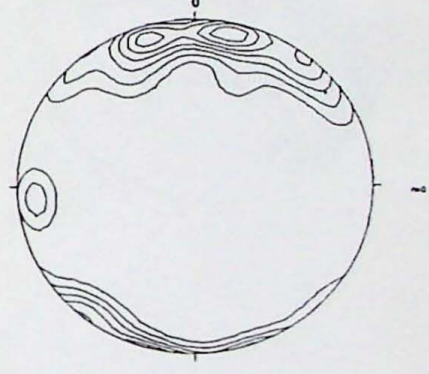
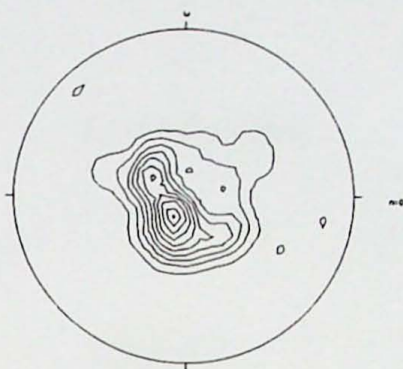


Figura 1 – Diagramas de contorno do Domínio NW

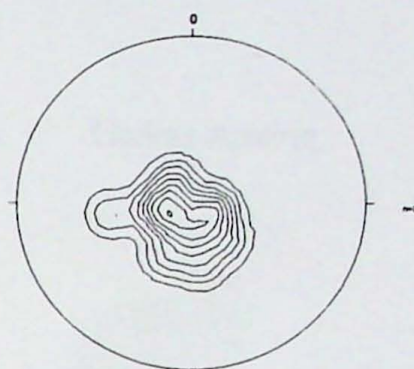


## Foliações Sn

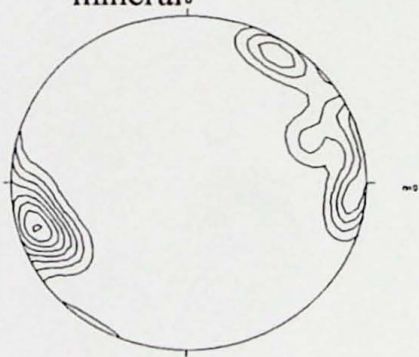
Nova Era



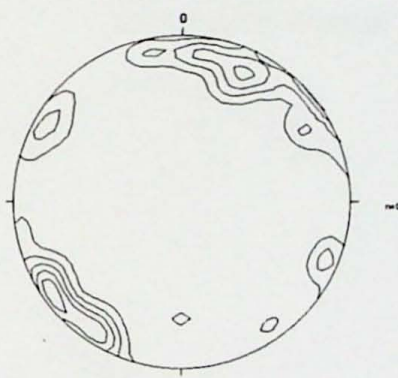
Pedra furada



Lineação de estiramento mineral



Eixos de dobras



Plano Axial

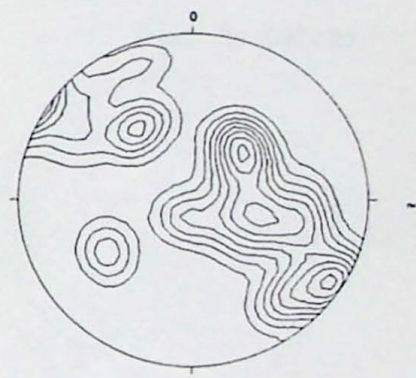


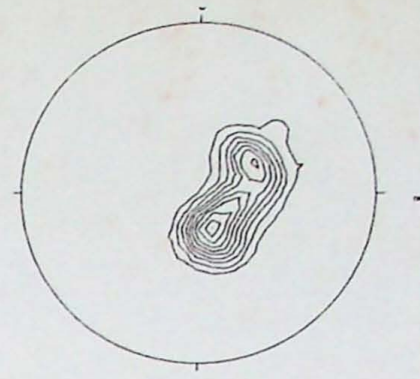
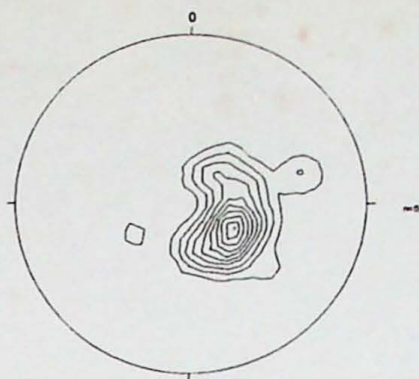
Figura 2 – Diagramas de contorno Domínio Central



Antonio Dias

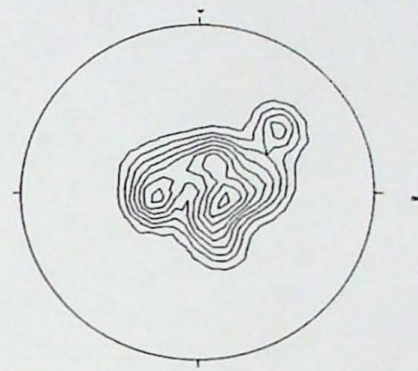
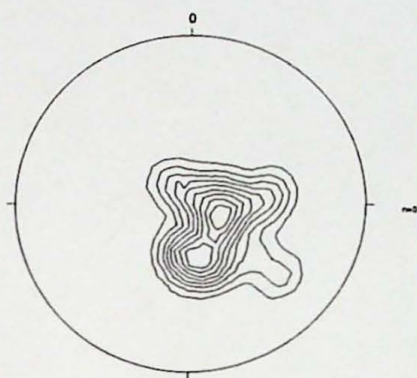
Foliações Sn

Retiro do Toco



Cachoeira Alfié

Guilma Amarin



Plano axial

Lineação de  
estiramento mineral

Eixo de dobras

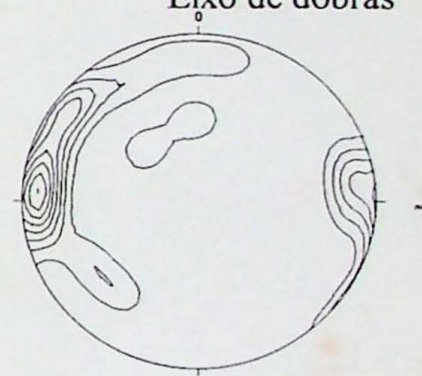
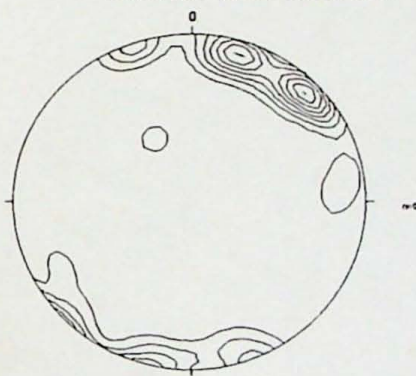
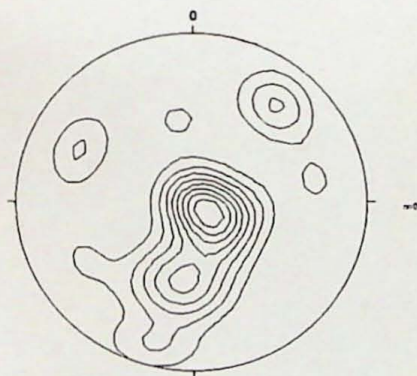


Figura 3 – Diagramas de contorno Domínio SE



# MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE NOVA ERA - MG

696 700 704 708 712 716 720 724

7828

7824

7820

7816

7812

696 700 704 708 712 716 720 724

Autor: Lúcia Baroni Guarnieri

43°00'00"

0 2 4 6 8 10 km



## LEGENDA:

### UNID./GP. LITOLÓGICOS:

- Mesozóico a Proterozóico Sup.  
Rochas basálticas  
MGF  
? GnH Unid. Quartzítica  
?   
----- Arqueano  
GB  
GnM.  
GnM - fácies meta-ultramáfica  
GnM - fácies BIF  
TTG

- FALHA DE EMPURRÃO DEFINIDA  
FALHA DE EMPURRÃO INFERIDA  
FALHAS VERTICAIS/TRANCORRENTES  
FALHAS/FRATURAS/LINEAMENTOS DE NATUREZA INDEFINIDA  
FOLIAÇÃO (S<sub>0</sub>)  
LINEAÇÃO DE ESTIRAMENTO MINERAL

### CONVENÇÕES:

- DRENAGEM  
ESTRADA DE FERRO  
ESTRADA SECUNDÁRIA  
ESTRADA PRINCIPAL  
MINERAÇÃO

