



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

Caracterização Geoquímica e Isotópica da Faixa Oeste da Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa

Sergio Luiz Junges

Dissertação de Mestrado N°133

Orientador: Dr. Márcio Martins Pimentel

Brasília
1998

Universidade de Brasília
Instituto de Geociências

Caracterização Geoquímica e Isotópica da Faixa Oeste da Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa

Sergio Luiz Junges
Dissertação de Mestrado N°133

Comissão Examinadora:

Márcio Martins Pimentel (UnB) - Orientador

Raul Minas Kuyumjian (UnB) - Examinador Interno

Colombo C. G. Tassinari (USP) - Examinador Externo

Dedico este trabalho a meus pais Aloysio e Hedi

- É a velha idéia de evolução? -Perguntei sem interesse, só para dizer alguma coisa.

- E ultimamente até os elementos químicos - acrescentei numa reminiscência de leitura de almanaque - Pois parece que o urânio se pode transformar em rádio e o rádio pode produzir o hélio, e o chumbo... o chumbo... - A memória me traiu. Calei-me. Calamar continuou.

- *O chumbo é o resultado final estável quando se completam as mudanças do urânio.*

- Grau dez! - Exclamei, procurando ser jovial.

...Assisti as últimas experiências, varejamos os espaços em busca das mais remotas mensagens luminosas. Chegamos a um período que corresponde à um passado de seiscentos milhões de anos....

- Mas como é possível isso? - Indagou Magnólia.

- Milagres dor raios-Z - Disse Calamar.

- *Pois o que o prof. Fabricius e eu prometemos é uma excursão através das idades, começando pelo pelo Período Cambriano e terminando nos tempos recentes.*

- Uma viagem à aurora do mundo! - Exclamei.

- *Isso, romancista. Isso! Uma Viagem à Aurora do Mundo.*

- Mas... Mas o que vem a ser o Livro das Rochas? Calamar pendurou na parede outro mapa e continuou:

- *O Livro das Rochas é o maior e mais estranho de todos os livros que o homem conhece. De acordo com certos geólogos, tem uma grossura de mais de 100Km. Começa de trás para diante, pois suas primeiras páginas ficam justamente onde costumam estar as últimas páginas dos livros comuns, Isto é, na parte de baixo.*

...E confesso mesmo que não cheguei a penetrar todos os segredos desta máquina maravilhosa.

A cortina correu. Vimos em nossa frente um aparelho de proporções monumentais... Do núcleo maciço, frio e metálico da máquina destacava-se, avançando para nós, um cilindro polido que se assemelhava assustadoramente ao cano dum canhão. O resto em peças quase indescritíveis: bobinas, comutadores, alavancas, chaves, um tremendo emaranhado de fios e, bem no alto um impressionante espelho com moldura de platina.

Principiou a caçada - Disse o prof. Calamar - O prof. Fabricius anda pelos espaços à procura das imagens do Período Cambriano.

Um ruído surdo e morno fazia vibrar o ar e eu tinha a impressão de que a máquina tremia.

Coisa interessante. Antigamente havia silêncio. Silêncio quebrado apenas pelo ruído monótono do mar. Depois veio a música dos insetos, que começou provavelmente no Período Carbonífero.

A luz se apagou e os monstros mais fabulosos começaram a aparecer no quadro de cristal, enquanto Calamar com alguma emoção os ia descrevendo.

Trechos do livro de **Érico Veríssimo**
Viagem à Aurora do Mundo, 1939

ABSTRACT:

The Mara Rosa volcano-sedimentary sequence, in northern Goiás, is part of the Goiás magmatic arc. It consists mainly of mafic metavolcanic rocks (amphibolites) and metasedimentary rocks of detritic origin (metagraywackes) and is exposed in three NE belts: the eastern, the central and the western belts. The belts are separated by orthogneissic rocks (metatonalites) and intruded by granites, quartz diorites and gabros.

In this work, the petrology, geochemical and isotopic characteristics of the granites and metasediments of the western belt are investigated as well as the age of metamorphism and metamorphic conditions that affected the region.

The granitic rocks were separated in two groups; (1) deformed granites and (2) granites with little deformation.

The first group (1) is characterized by elongated bodies, with strong strain hosted in metasediments and amphibolites. These granites are peraluminous in character and its REE patterns are similar to the metasediment patterns. A model age of ca. 1.6 Ga and a negative value (-3.8) of $\epsilon_{Nd}(600Ma)$ was obtained for one granitic sample, which enforces the idea that the metasediments had a important contribution on its generation.

The second granite group (2) is characterized by a deformation restricted to the borders of the intrusions. They have variable size and are granitic to quartz-rich diorite in composition. Similarly to the first group, they are also peraluminous, but its REE fraction patterns show larger enrichment in light REE. Model ages (T_{DM}) for the larger bodies vary from 0.97 to 1.05Ga and the $\epsilon_{Nd}(T=600Ma)$ values are positives, from +0.8 to +1.3, yet the smaller undeformed bodies have higher model ages of 1.21 to 1.32Ga and the $\epsilon_{Nd}(T=600Ma)$ values are negative, from -1.9 to -2.3.

The metasediments are mainly feldspathic garnet micaschists which staurolite and kyanite. The mineral compositions and textures suggest a proximal source for the protolith which were most likely graywackes, arkoses and feldspathic sandstone. The geochemical characteristics point to a granitic (rhyolite) to dioritic (andesite) composition for the sediment source. The isotopic data are similar to the tonalitic gneisses, with positive values of $\epsilon_{Nd}(T=860\text{Ma})$, from +1.8 to +4.5, and model ages varying from 1.00 to 1.20Ga, suggesting that rocks which are isotopically similar to the tonalites were the source of the sediments.

Mineral isocrons indicate two metamorphic events; one at ca. 750Ma, and another at ca. 610Ma. Temperature and pressure calculations showed the existence of two metamorphic peaks, both of upper amphibolite facies, kyanite/sillimanite zone coincident with metamorphic ages. The earlier event shows pressure of ca. 7Kbar and temperature of ca. 600 to 650°C, and the later shows a lower pressure of ca. 5 to 6Kbar and higher temperatures of 700 to 750°C.

The older metamorphic age is interpreted as the age of the collision of the arc with the Goiás Massif to the east, and the younger is a typically Brasiliano age, interpreted as the collision between the Amazon craton and the west side of the arc.

RESUMO:

A seqüência vulcanossedimentar neoproterozóica de Mara Rosa, localizada no norte de Goiás, é parte do Arco Magmático de Goiás. Ela é constituída principalmente por rochas metavulcânicas máficas (anfíbolitos) e metassedimentos de origem detrítica e está disposta em três faixas de direção NE, a faixa leste, a faixa central e a oeste. As faixas são separadas por gnaisses de natureza tonalítica e intrudidas por corpos graníticos, quartzo-dioríticos e gabróticos sin-a pós-colisionais.

Neste trabalho são investigadas as características petrográficas e geoquímicas e isotópicas dos granitos e metassedimentos que ocorrem na faixa oeste, bem como a idade e condições do metamorfismo que afetou a região.

As rochas graníticas que ocorrem na região foram individualizadas em dois grupos; (1) o grupo dos granitos deformados e (2) o grupo de granitos pouco deformados.

O grupo (1) é caracterizado por corpos geralmente alongados, com um acentuado grau de deformação e encaixados nos metassedimentos e anfíbolitos. Estes granitos são peraluminosos e possuem padrões de distribuição ETRs semelhantes aos dos metassedimentos. Uma amostra forneceu idade modelo de ca. de 1,60Ga e ϵ_{Nd} (T=600Ma) negativo (-3,8), demonstrando a participação de sedimentos com valores de ϵ_{Nd} semelhantes na geração destes granitos.

O segundo grupo de granitos (2) é caracterizado por uma deformação restrita às bordas. São corpos graníticos e quartzo-dioríticos de formas aproximadamente elípticas e de tamanho variável. Também são peraluminosos, mas o padrão de fracionamento de ETRs mostra um maior enriquecimento em ETRs leves. As idades modelo (T_{DM}) para os corpos maiores variam de 0,97 a 1,05Ga e os valores de ϵ_{Nd} (T=600Ma) são positivos de +0,8 a +1,3, enquanto que os corpos menores apresentam idades modelo um pouco maiores, de 1,21 a 1,32Ga, e valores de ϵ_{Nd} negativos de -1,9 a -2,3.

Os metassedimentos são formados predominantemente por granada-mica xistos feldspáticos portadores de estauroлита e cianita. As composições minerais e texturas sugerem um sedimento imaturo (proximal) como protólito, do tipo grauvaca, arcóseo e arenito feldspático. As características geoquímicas indicam uma fonte ígnea entre granito (riolito) e diorito (andesito) para estes sedimentos. A maioria das amostras possui valores isotópicos semelhantes aos dos gnaisses tonalíticos, com ϵ_{Nd} (T=860Ma) positivos de +1,8 a +4,5 e idades modelo (T_{DM}) variando de 1,00 a 1,20Ga, demonstrando que o magma que gerou os tonalitos e a rocha fonte dos sedimentos era similar.

Isócronas Sm-Nd em minerais indicam dois eventos metamórficos; um há cerca de 750Ma e outro, tipicamente Brasileiro, de cerca de 610Ma. Cálculos de temperatura e pressão demonstram a existência de dois picos metamórficos, ambos de fácies anfibolito superior, zona da cianita/silimanita, coincidentes com as idades metamórficas encontradas, onde o mais antigo apresenta pressão de ca. de 7Kbar e temperatura de 600 a 650°C e o mais jovem apresenta pressão menor, de 5 a 6Kbar e temperatura mais alta, de 700 a 750°C.

A idade mais antiga de metamorfismo é interpretada como idade da colisão do arco magmático com o Maciço de Goiás a leste, e a idade mais jovem é interpretada como indicativa da colisão do continente Amazônico contra o lado oeste do arco e às várias intrusões sin- e pós-colisionais que afetaram a região.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos às seguintes instituições e pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho obtivesse o conteúdo e qualidade ora apresentados, bem como para meu desenvolvimento científico e pessoal:

À Universidade de Brasília pela acolhida.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, bolsa e trabalhos de campo.

Ao meu orientador, *Márcio Martins Pimentel*, pela confiança depositada e auxílio durante todas as fases deste trabalho.

Um agradecimento especial aos colegas da pós-graduação *Simone M. Gioia* pelo auxílio nas análises de isótopos radiogênicos no laboratório de geocronologia e *Marcelo Pinelli* pelo trabalho em conjunto nas análises de terras raras no laboratório de geoquímica.

Agradeço também aos seguintes professores da UnB; *Carlos José de Souza Alvarenga, Edi Moura Guimarães, Geraldo Boaventura, José Carlos Gaspar, Luiz José H. Del'Rey Silva, Marcel Auguste Dardene, Nilson Francisquini Botelho, Raul Minas Kuyumjian e Reinhard Adolfo Fuck*, alguns dos quais fui aluno, que durante todo o curso sempre se mostraram atenciosos e extremamente prestativos.

A todos funcionários do Instituto de Geologia; secretaria e laboratórios, pela atenção e paciência.

Gostaria de fazer também um agradecimento aos meus amigos e professores de graduação: *Ruy Paulo Philipp e Marcus V. D. Remus* pelo apoio e amizade ; a *Edu Lucas dos Santos, Gilles C. de Azevedo e Zara G. Lindenmayer* pela confiança e indicação a esta universidade; e, especialmente a *Délia Pilar de Almeida* pela profunda amizade e disponibilidade para troca de idéias e longas conversas.

Ao professor *Norberto O. Horn F^o*. da UFSC, pela amizade e apoio durante minha estada em Florianópolis.

Aos colegas de pós-graduação da UnB; *Chico, Graça, Percy, Leonardo, Leonildes, Tetê, Emílio, Débora, Adalene Cláudia, Mônica, Marcelo Blum, Marcelo Resende, Marco Antonio, Esperanza, Osvaldo, Patrícia e Reinaldo*, que caminhando nas mesmas trilhas, deram-me incentivo para fazer e finalizar este trabalho.

Às colegas de outras instituições *Adriane Machado e Larissa de Lima* pelo incentivo, troca de idéias e auxílio em horas em que não me encontrava junto às fontes tradicionais.

Um agradecimento muito carinhoso a minha namorada *Doroti* pelo, amor e incentivo constante.

Finalmente gostaria de registrar um agradecimento muito especial a *Renato de Moraes* que me acolheu como amigo e sempre repartiu sua experiência do conhecimento científico, mostrando-me a maneira mais objetiva de obter bons resultados.

ÍNDICE

<i>Dedicatória</i>	<i>i</i>
<i>Epígrafe</i>	<i>ii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iii</i>
<i>Resumo</i>	<i>v</i>
<i>Agradecimentos</i>	<i>vii</i>
<i>Índice</i>	<i>viii</i>
<i>Índice de tabelas</i>	<i>x</i>
Capítulo I - Introdução	
1 - Apresentação	1
2 - A Evolução Geológica	1
2 . 1 - O Ciclo Brasileiro / Pan-Africano	3
2 . 2 - A Província Tocantins	5
2 . 3 - Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins	5
3 - Objetivos do trabalho	9
Capítulo II - Geologia Regional	
1 - O Arco Magmático de Goiás	10
1 . 1 - Histórico	10
1 . 2 - A Região de Arenópolis/Iporá	11
2 - O Arco Magmático em Mara Rosa	13
2 . 1 - Introdução	13
2 . 2 - A Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa	14
2 . 3 - Geologia Estrutural	17
2 . 4 - As Unidades Litológicas	17
2 . 4 . 1 - Ortognaisses (gnaisses tonalíticos)	18
2 . 4 . 2 - Rochas metavulcânicas máficas (anfíbolitos)	18
2 . 4 . 3 - Rochas metassedimentares	19
2 . 4 . 4 - Granitos deformados	19
2 . 4 . 5 - Corpos intrusivos	20
2 . 5 - As Idades	21
3 - Discussão	22
Capítulo III - Geologia das rochas graníticas e metassedimentares	
1 - Introdução	23
2 - Rochas graníticas	23
2 . 1 - Granitos deformados	25
2 . 2 - Granitos pouco deformados	28
3 - Rochas metassedimentares	30
3 . 1 - Petrografia	30
3 . 2 - Interpretações	35

Capítulo IV - Metamorfismo e química mineral das rochas metassedimentares	
1 - introdução	36
2 - Química mineral	36
2 . 1 - Análises minerais	37
2 . 2 - Análises de porfiroblastos de plagioclásio e granada	39
3 - Geotermobarometria	45
3 . 1 - Conceitos básicos	45
3 . 2 - Metodologia	45
3 . 3 - Resultados	46
4 - Conclusões	48
Capítulo V - Geoquímica:	
1 - Introdução	49
2 - Metodologia	49
3 - Geoquímica das unidades litológicas	50
3 . 1 - Gnaisses tonalíticos	50
3 . 2 - Anfibolitos	52
3 . 3 - Metassedimentos	54
3 . 4 - Rochas graníticas	57
4 - Conclusões	62
Capítulo VI - Geologia de isótopos radiogênicos:	
1 - Introdução	64
1 . 1 - O método Sm-Nd	64
1 . 2 - Aplicação do método Sm-Nd a rochas sedimentares	66
2 - Análises Sm-Nd	66
2 . 1 - Rochas metassedimentares	67
2 . 2 - Isócronas minerais Sm-Nd dos metassedimentos	68
2 . 3 - Rochas graníticas	69
3 - Discussão	72
Capítulo VII - Conclusões e interpretações regionais:	
1 - Introdução	74
2 - As Rochas metassedimentares	74
3 - As Rochas graníticas	75
4 - Correlações entre a parte norte e sul do Arco Magmático do Oeste de Goiás	76
5 - A cronologia dos eventos	77
Referências Bibliográficas:	78
Anexo (Análises Minerais):	81

Índice de tabelas

Tabela IV-1	Nº de análises minerais x amostras	37
Tabela IV-2	Dados de Temperatura e Pressão	46
Tabela V-3.1a	Gnaisses tonalíticos Elementos maiores	52
Tabela V-3.1b	Gnaisses tonalíticos Elementos traço	52
Tabela V-3.2a	Anfibolitos Elementos maiores	54
Tabela V-3.2b	Anfibolitos Elementos traço	54
Tabela V-3.3a	Metassedimentos Elementos maiores	57
Tabela V-3.3b	Metassedimentos Elementos traço	57
Tabela V-3.3c	Metassedimentos Elementos terras raras	57
Tabela V-3.4a	Granitos Elementos maiores	58
Tabela V-3.4b	Granitos Elementos traço	62
Tabela V-3.4c	Granitos Elementos terras raras	62
Tabela V-A	(Anexo) Elementos terras raras / padrão JG 1	63
Tabela VI-1	Dados Sm-Nd dos metassedimentos	67
Tabela VI-2	Dados Sm-Nd de minerais dos metassedimentos	68
Tabela VI-3	Dados Sm-Nd dos granitos	69
Tabela IV-A1	(Anexo) Análises minerais Anfibólio	82
Tabela IV-A2	(Anexo) Análises minerais Biotita	83
Tabela IV-A3	(Anexo) Análises minerais Muscovita	
90		
Tabela IV-A4	(Anexo) Análises minerais Granada	91
Tabela IV-A5	(Anexo) Análises minerais Feldspato	105
Tabela IV-A6	(Anexo) Análises minerais Estaurolita	113
Tabela IV-A7	(Anexo) Análises minerais Epidoto	115

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO:

Este trabalho, apresentado na forma de dissertação, é parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em geologia regional pela Universidade de Brasília.

Aqui são apresentados e interpretados os resultados de estudos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos de rochas metassedimentares e graníticas que ocorrem na faixa oeste da seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa, norte de Goiás. Estes resultados, aliados a dados bibliográficos, pretende enquadrar a origem e evolução destas rochas no panorama geológico regional.

A área estudada localiza-se no norte de Goiás próximo às cidades de Mara Rosa e Amaralina, distantes cerca de 500Km de Brasília. A área da faixa oeste cobre cerca de 600Km² e é limitada pelas coordenadas (49° 30'W / 49° 15'W) e (13° 46'S / 14° 08'S). O acesso é feito pela BR-153 (Fig. I-1).

2 - A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA:

O conhecimento a respeito da formação de cadeias de montanhas evoluiu muito após o advento da teoria da tectônica de placas. O ciclo de Wilson, que apresenta as várias fases da tectônica de placas, culmina com o fechamento de uma bacia oceânica e a formação de uma cadeia de montanhas. Este fechamento de bacia oceânica reflete no crescimento dos continentes, já que novo material é adicionado à crosta continental. Os mecanismos mais importantes de crescimento continental são: a adição de magmas juvenis, cavalgamentos de rochas crustais, agregamento de microcontinentes e arcos de ilhas e, ainda, a acresção de prismas sedimentares às margens continentais (Condie, 1989). Os conceitos envolvidos nesses processos também se aplicam à formação de algumas faixas móveis pré-cambrianas, em especial as neoproterozóicas, muito embora a identificação de cada fase do ciclo de Wilson e dos elementos envolvidos no crescimento dos continentes não seja completa.

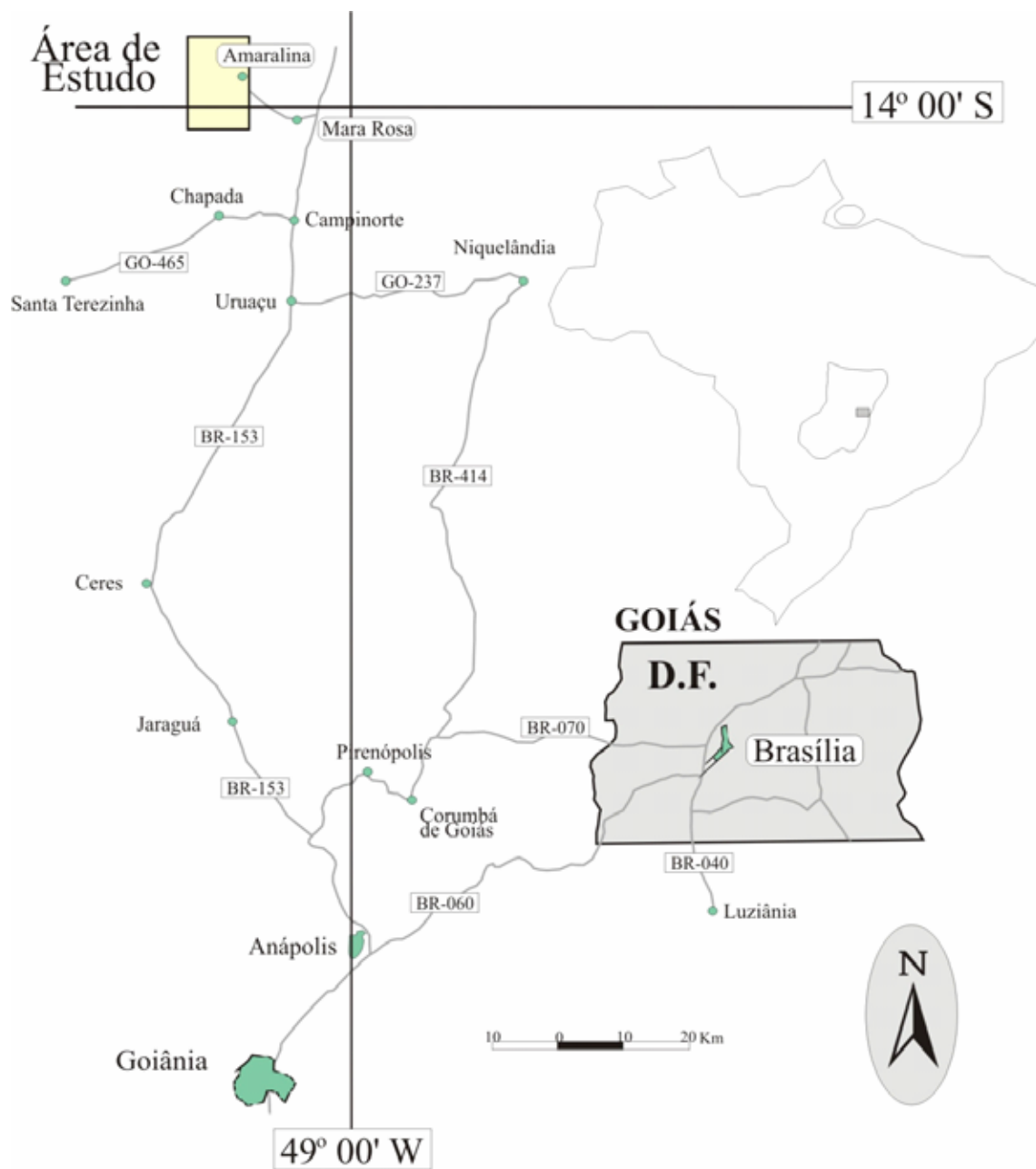


Figura I-1 Mapa de localização e acesso

Nos últimos anos as faixas móveis neoproterozóicas, mais especificamente as brasileiras, vem sendo alvo de estudos que visam identificar e entender as diferentes fases de sua evolução. Atualmente, na porção central da Província Tocantins, estão sendo feitos estudos para a caracterização de uma área cuja associação de rochas é compatível com a idéia de um ambiente de fechamento de área oceânica, acreção continental e formação de uma faixa móvel.

A identificação e caracterização de rochas de ambiente de arco de ilhas nas regiões de Arenópolis e Mara Rosa, oeste e noroeste de Goiás respectivamente, levaram à definição de um arco magmático nestas áreas (Pimentel & Fuck, 1992; Viana et al., 1995 e Pimentel et al., 1997). Mais especificamente, na região de Mara Rosa, os conhecimentos da origem e condicionamento geotectônico das rochas que compõem a seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa ainda apresentam incertezas, principalmente no que diz respeito aos metassedimentos: sua fonte, idade e características evolutivas e também suas relações com os granitos intrusivos.

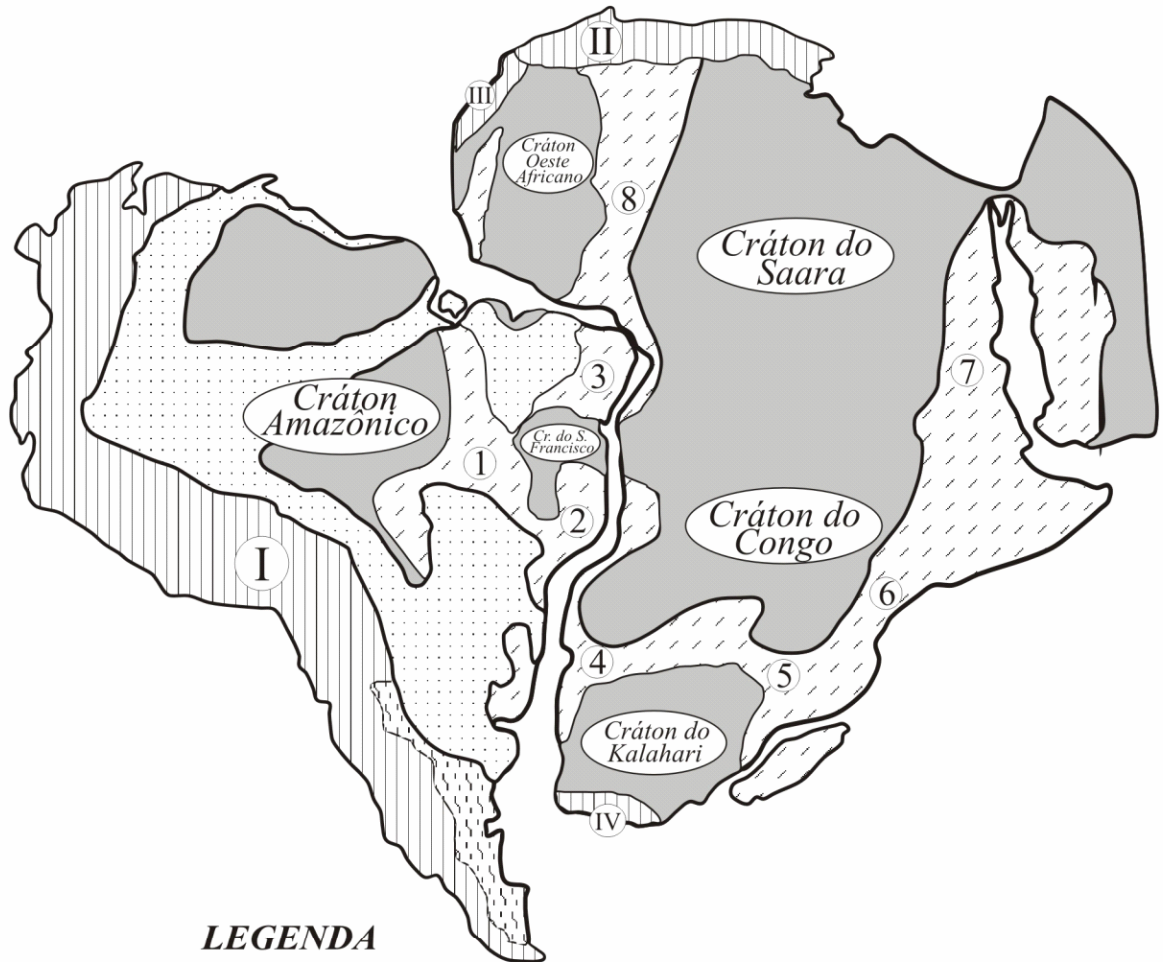
2 . 1 - O Ciclo Brasileiro / Pan-Africano:

A América do Sul e África são marcadas por extensas regiões afetadas por eventos orogenéticos neoproterozóicos, resultado da aglutinação de blocos cratônicos mais antigos durante a formação do supercontinente Gondwana. Estas regiões são formadas por faixas móveis que margeiam os blocos cratônicos, ou crátons, e suas continuidades são encontradas hoje em ambos os continentes (Fig. I-2).

Na África, a formação das faixas móveis foi definida por Kennedy (1964) como evento termo-tectônico “Pan-Africano”, que se restringe a abertura do sistema isotópico K-Ar em minerais no intervalo de 550 a 500Ma, associado a atividade ígnea, metamorfismo e deformação. Na América do Sul, Cordani et al.(1968) identificaram padrões similares para os terrenos pré-cambrianos brasileiros, evidenciando a importância do evento no Brasil, o qual foi denominado Ciclo Brasileiro.

O termo Ciclo Brasileiro/Pan-Africano é utilizado para definir eventos tectônicos que vão desde a sedimentação, magmatismo, deformação e metamorfismo, ocorridos durante a formação das faixas móveis neoproterozóicas da América do Sul e África. As principais atividades orogenéticas do ciclo Brasileiro/Pan-Africano no Brasil têm idades em torno de 600Ma, mas a duração completa do ciclo é de cerca de 600Ma, já que a ele são atribuídas manifestações ígneas desde 1100Ma (Porada, 1989) até a instalação das seqüências molássicas em cerca de 500Ma (Trompette, 1994).

O Sistema Orogenético Brasiliano/Pan-Africano



LEGENDA

- Principais Coberturas Sedimentares Fanerozóicas na América do Sul
- Cadeias Orogenéticas Fanerozóicas:
I-Andes, II-Zona do Atlas, III-Zona da Mauritânia, IV-Cadeia do Cabo
- Plataforma da Patagônia
- Áreas orogenéticas Brasilianas/Pan-Africanas:
1-Província Tocantins, 2-Província Mantiqueira, 3-Província Borborema,
4-Faixa Damara, 5-Faixa Zambezi, 6-Faixa Moçambique,
7-Escudo Árabe-Núbio, 8-Faixa Hoggar-Pharusian.
- Crátons do Brasiliano/Pan-Africano

Fig. I-2 Mapa esquemático apresentando os principais elementos do sistema orogenético Brasiliano-Pan-Africano. (Kröner, 1980).

2 . 2 - A Província Tocantins:

A compartimentação geológica de Almeida et al. (1977), divide o Brasil em dez províncias estruturais. Quatro representam coberturas sedimentares fanerozóicas; Parnaíba, Amazônica, Paraná e Costeira, enquanto que as outras seis são formadas sobretudo por terrenos pré-cambrianos; Rio Branco, Tapajós, São Francisco, Tocantins, Mantiqueira e Borborema. Destas, as três últimas destacam-se por apresentar uma história orogênica muito mais prolongada, que prosseguiu até os primórdios do Paleozóico (Fig. I-3).

A Província Tocantins, localizada na região central do Brasil, é formada pelas faixas de dobramentos neoproterozóicos Brasília (a leste), Paraguai/Araguaia (a oeste) e pelo Maciço Mediano de Goiás, interpretado na definição original como uma exposição de crosta continental mais antigas que as faixas de dobramentos.

A evolução das faixas dobradas é o resultado da convergência tectônica durante o ciclo Brasileiro/Pan-Africano dos crátons São Francisco/Congo a leste e Amazônico a oeste e, possivelmente um terceiro bloco continental a sul; o Bloco Paraná encoberto por sedimentos fanerozóicos da Bacia do Paraná (Fig. I-4).

2 . 3 - Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins:

A porção oriental da Província Tocantins é caracterizada por um sistema de dobramentos neoproterozóicos onde distinguem-se os seguintes compartimentos tectônicos: O *Cráton do São Francisco*, a *Faixa Brasília*, o *Maciço de Goiás* e o *Arco Magmático de Goiás* (Fuck et al. 1994) (Fig. I-5).

O *Cráton do São Francisco* é representado por restritas exposições do embasamento síalico (por exemplo as regiões de São Domingos e Formiga) e extensas coberturas, com destaque para os grupos Paranoá e Bambuí. Em quase toda sua extensão, o limite do cráton é balizado por falhas de empurrão, eventualmente truncadas por sistemas transcorrentes, que sobrepõem as unidades da faixa dobrada e seu embasamento às coberturas cratônicas.

A *Faixa Brasília* está edificada na margem oeste do cráton e compreende duas zonas: a *zona externa* composta de unidades metassedimentares (grupos Paranoá e Canastra, formações Vazante e Ibiá) e porções do embasamento (terrenos granito-gnáissico, associações vulcanossedimentares, Formação Ticunzal e grupos Araí e Serra da Mesa). E a *zona interna*; incluindo unidades alóctones de mica xistos e rochas associadas (Grupo Araxá) e áreas de embasamento (Complexo Anápolis Itauçu) expostas entre as faixas de xistos.

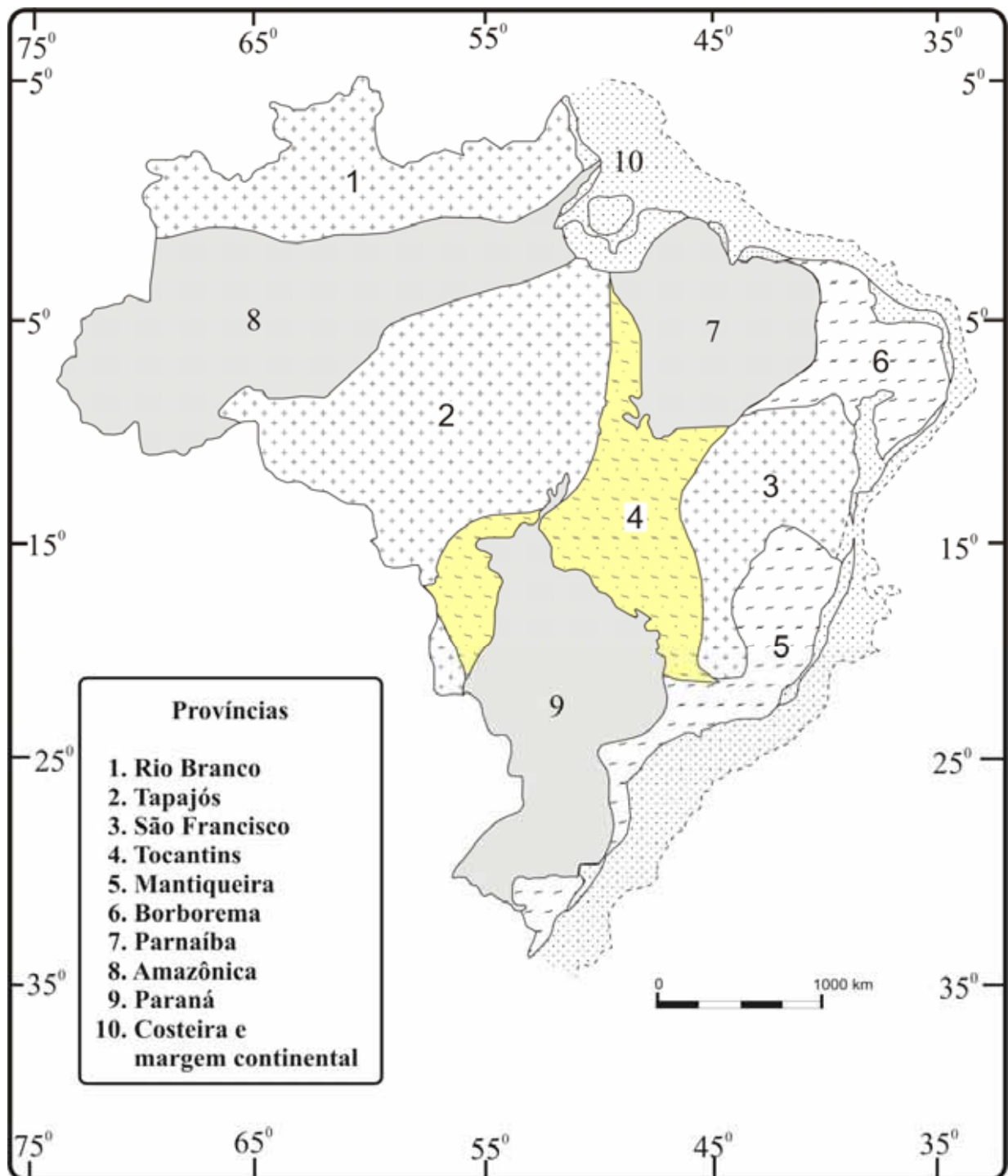


Figura I-3 Províncias Estruturais do Brasil (Almeida et al. 1977).

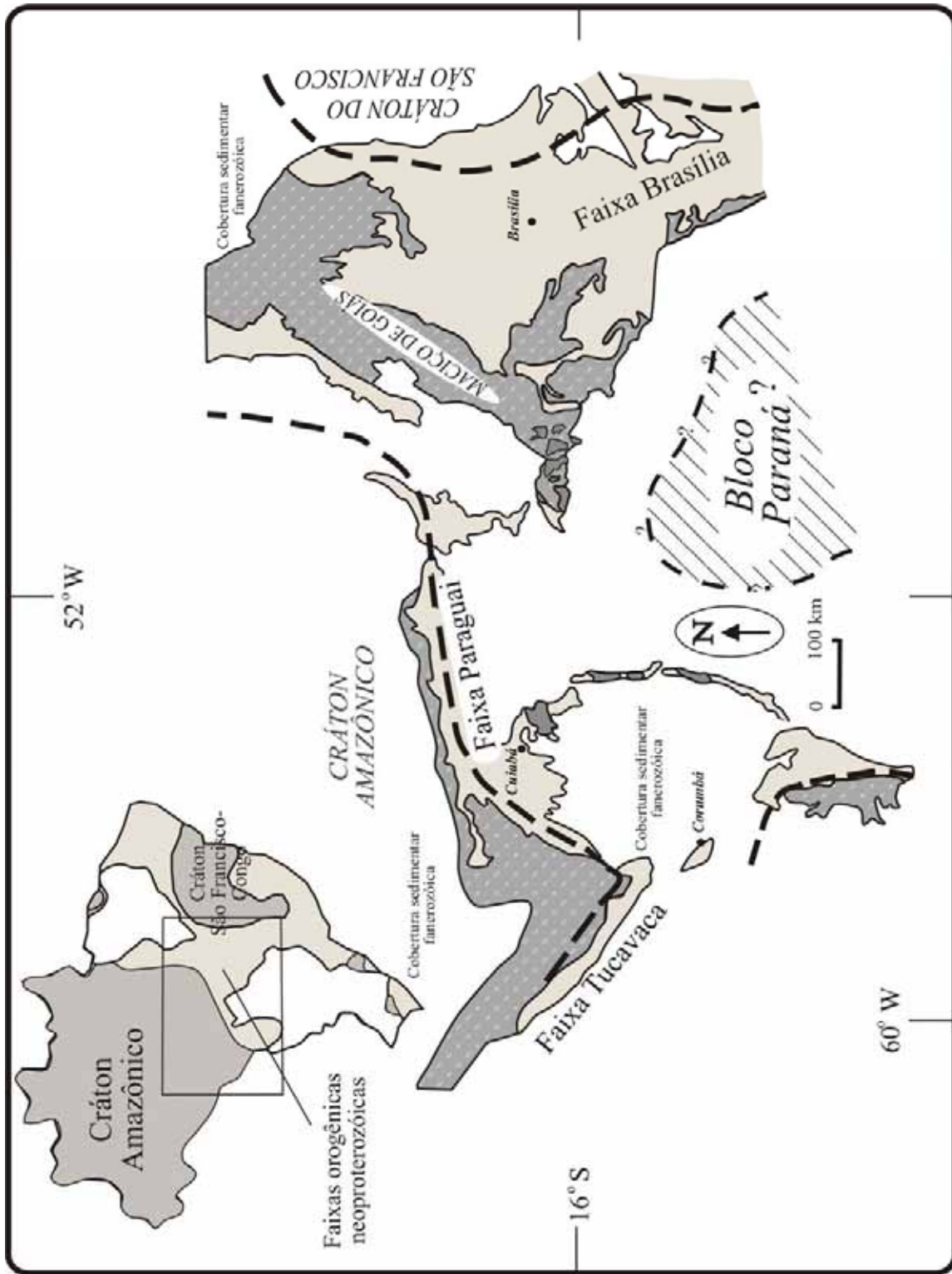


Figura 1-4 As Faixas Móveis Brasilianas da Província Tocantins, os Crátoms Amazônico e SãoFrancisco/Congo e o Bloco Paraná

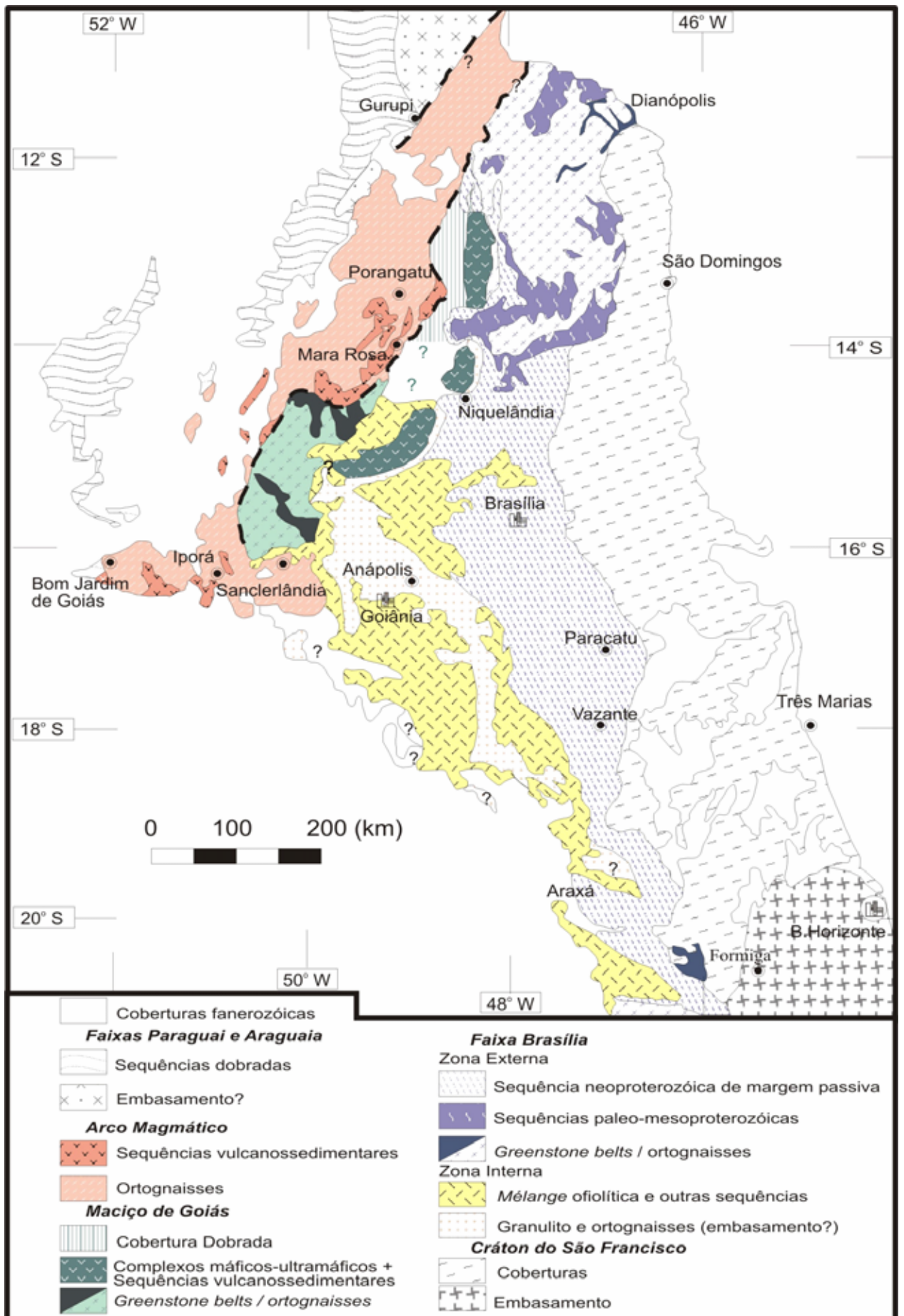


Figura I-5 - Mapa geológico da Província Tocantins (Fuck et al. 1994)

O *Maciço de Goiás* engloba os terrenos granito-*greenstone* arqueanos, terrenos ortognáissicos paleoproterozóicos, e os complexos máfico-ultramáfico de Barro Alto, Niquelândia e Cana Brava, aos quais se justapõem as seqüências vulcanossedimentares (mesoproterozóicas?) de Juscelândia, Coitezeiro e Palmeirópolis. O conjunto configura um fragmento crustal complexo mais antigo envolvido na orogênese Brasileira que edificou a faixa Brasília.

O *Arco Magmático de Goiás* abrange terrenos ortognáissicos e seqüências vulcanossedimentares neoproterozóicas expostas entre Sanclerlândia e Bom Jardim de Goiás de onde estendem-se para o norte pelo menos até a região de Mara Rosa e Porangatu. Trata-se de crosta juvenil, com assinatura geoquímica e isotópica própria de arcos magmáticos intraoceânicos, acrescida entre cerca de 930Ma e 600Ma, em consequência da obliteração da área oceânica que, no Neoproterozóico, separava os crátons (continentes) Amazônico e São Francisco-Congo. Numerosos granitos tardi a pós-tectônicos (590-480Ma) sucederam a justaposição dos diferentes segmentos do arco.

3 - OBJETIVOS DO TRABALHO:

Nos últimos anos o Arco Magmático do Oeste de Goiás vem sendo alvo de estudos que visam a delimitação dos seus domínios físicos, sua caracterização geoquímica e isotópica, e sua estruturação interna. Mas uma questão levantada mais recentemente diz respeito às diferenças de algumas características litológicas entre a parte sul e norte do arco, Arenópolis/Iporá e Mara Rosa respectivamente. As principais diferenças são a maior quantidade de rochas metassedimentares, e a natureza mais leucocrática e peraluminosa dos granitos tardi a pós-orogénéticos do arco em Mara Rosa. Estas diferenças podem indicar ambientes ou situações paleogeográficas um pouco diferente na evolução das duas partes do arco, já que os estudos mais recentes revelaram tratar-se de crosta juvenil própria de arcos intraoceânicos.

O objetivo procurado neste trabalho é a investigação da origem e evolução das rochas metassedimentares e granitos intrusivos que ocorrem na faixa oeste da seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa. Com o uso de critérios petrográficos, geoquímicos, isotópicos e geotermobarométricos é feita a caracterização dos sedimentos, sua origem, condições metamórficas a que foram submetidos e suas relações com os granitos intrusivos e, deste modo, contribuir para um melhor entendimento da natureza e evolução do arco magmático de Goiás.

Capítulo II

GEOLOGIA REGIONAL

1 - O ARCO MAGMÁTICO DE GOIÁS:

1.1 - Histórico:

O modelo que sugere a existência de um arco magmático neoproterozóico no oeste da Faixa Brasília surgiu no final dos anos oitenta com Pimentel e Fuck (1987) que trabalhavam na origem e evolução das rochas metavulcânicas de Arenópolis, sudoeste de Goiás. Quando os estudos foram expandidos às várias unidades gnáissicas, vulcano-sedimentares e graníticas na região de Arenópolis-Iporá, os resultados obtidos começaram a confirmar a idéia de que as rochas geradas foram originadas da convergência do Cráton Amazônico e um possível conjunto de microplacas, representado pelo Maciço de Goiás, durante o Neoproterozóico, com subdução de crosta oceânica e envolvimento de um arco de ilhas imaturo acompanhado de um magmatismo derivado do manto ($87\text{Sr}/86\text{Sr} < 0,710$), gerando corpos sin- a tardi-tectônicos similares a granitóides calci-alcalinos de regiões orogênicas e corpos pós-tectônicos ricos em álcalis típicos de estágios finais de eventos orogênicos.

Mais ao norte de Goiás, na região de Chapada, Kuyumjian (1989a,b) obteve resultados de rochas metaplutônicas e metabasálticas que as caracterizavam como derivadas do manto pertencentes um típico ambiente de arco de ilhas, sugerindo que sua evolução esteja relacionado a um processo de subdução ocorrido durante o evento Brasileiro/Pan-Africano na região central do Brasil. Posteriormente Pimentel et al. (1993), expandiram os estudos à região de Mara Rosa, suspeitando de uma origem semelhante para as rochas da seqüência vulcanossedimentar,

gnáissicas e granitóides associados. Através de dados isotópicos foram determinadas as idades dos principais eventos que afetaram a região; a cristalização original das rochas ortognáissicas (856 ± 13 e 862 ± 8 Ma), a idade do metamorfismo (632 ± 4 Ma) e a idade de um corpo sin-tectônico (630 ± 6 Ma). A idade de um granito deformado ($2175\pm 12/-9$ Ma) à leste da área representaria um limite destes terrenos neoproterozóicos. A partir destes dados foi confirmada a continuidade do Arco Magmático de Goiás para o norte.

Atualmente, tanto a área de Arenópolis/Iporá como a de Mara Rosa vêm sendo objeto de estudos que visam identificar os limites geográficos e aprofundar os conhecimentos a respeito da natureza e evolução do Arco Magmático de Goiás e também suas relações com os crátons Amazônico e São Francisco-Congo e com o Maciço de Goiás.

1.2 - A Região de Arenópolis/Iporá:

No centro-sul da Província Tocantins, compreendendo os municípios de Bom Jardim de Goiás, Arenópolis, Iporá, Israelândia, Sanclerlândia, Firminópolis e Americano do Brasil, estão expostos terrenos de arco magmático, formados essencialmente por ortognaisses e seqüências vulcano-sedimentares do Neoproterozóico e granitóides pós-orogênicos do Paleozóico Inferior que intrudem a crosta juvenil neoproterozóica (Pimentel & Fuck 1992, Rodrigues, 1996, Gioia et al., 1997) (Fig. II-1).

Os ortognaisses apresentam granulação média, têm hornblenda e biotita e mostram composição que varia de tonalítica a granítica. Os conteúdos de elementos traço destes ortognaisses apresentam feições típicas de granitóides calci-alcalinos. Os dados U-Pb e Rb-Sr mostram idades entre ca. de 900 e 640Ma para a cristalização e cerca de 632Ma para o metamorfismo. As idades modelo T_{DM} variam de 0,85 a 1,2Ga enquanto as razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ são menores que 0,7048 (Pimentel et al., 1996).

Vários conjuntos de rochas meta-vulcanossedimentares também são reconhecidos. As composições das metavulcânicas máficas e félsicas originais variam de basaltos toleíticos de baixo K_2O a riolitos. Estas rochas foram metamorfizadas em condições transicionais entre os fácies xisto verde e anfíbolito. Os metabasaltos da seqüência vulcanossedimentar de Arenópolis apresentam similaridades com basaltos de baixo K_2O de associações arco de ilhas imaturos modernos. Os resultados U-Pb fornecem idades de 930 a 630Ma para a cristalização e cerca de 594Ma para o metamorfismo enquanto as idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) variam de 0,92 a 1,1Ga (Pimentel et al., 1996).

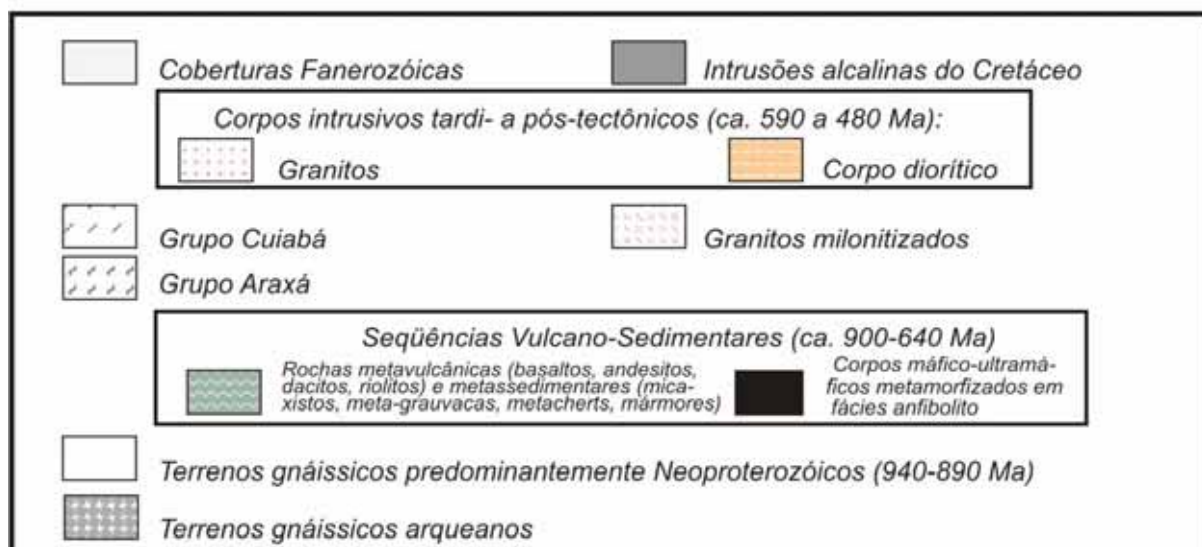
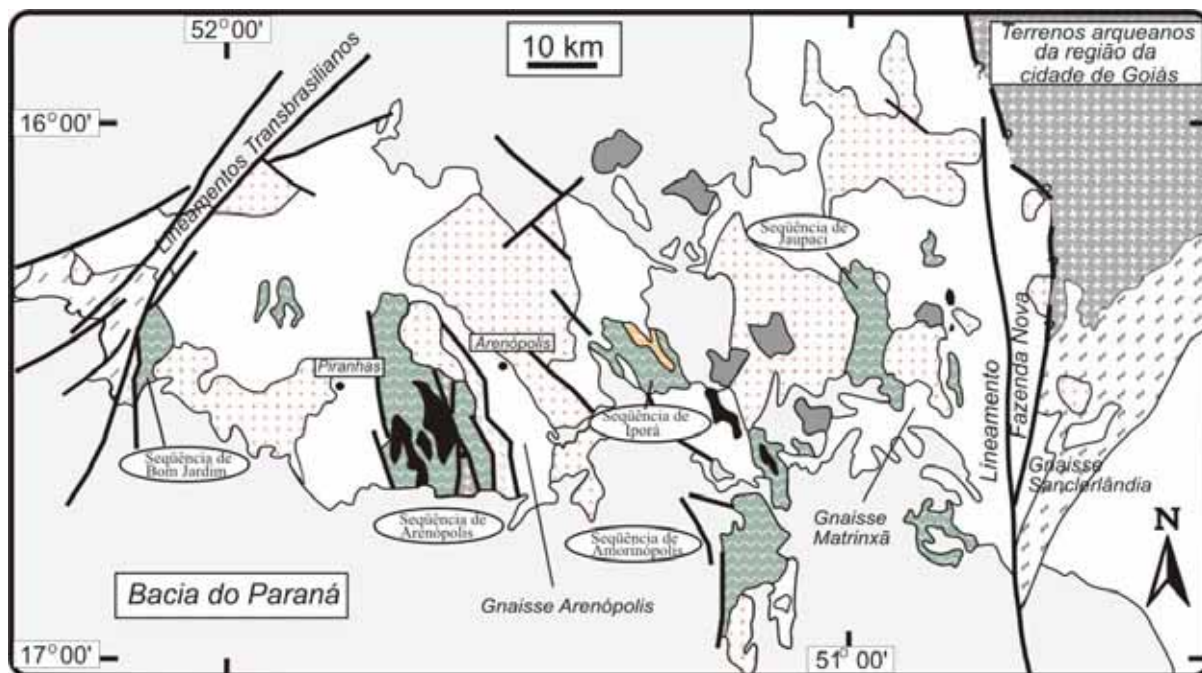


Fig. II-1. Mapa geológico do oeste de Goiás (Pimentel et al, 1996b).

Corpos graníticos pós-orogênicos, gabros e dioritos ocorrem na região. Os corpos graníticos são constituídos predominantemente por granitos com biotita e menos comumente por granitos com hornblenda e são notadamente metaluminosos transicionais entre a série calcio-alcalina de alto K e shoshonitos. Os gabros e dioritos formam grandes intrusões individuais e alguns *plugs* gabróicos e dioríticos são encontrados no interior destas grandes intrusões revelando o caráter bimodal dominante deste magmatismo. Também são observados estruturas que indicam a interação e mistura de líquidos máficos e félsicos. Modelos petrogenéticos somados a tais feições geralmente revelam um posicionamento de magmas máficos manto-derivados na parte inferior da crosta continental causando fusão parcial ou anatexia (Pimentel et al., 1996).

2 - O ARCO MAGMÁTICO EM MARA ROSA:

2.1 - Introdução:

As interpretações mais antigas a respeito da Seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa incluíam as rochas que aí ocorrem nos conjuntos de terrenos tipo *greenstone belt* arqueanos do Maciço de Goiás e restringiam-se a características petrológicas e correlações estratigráficas.

Para Machado et al (1981), por exemplo, o conjunto de rochas da seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa seria representativo das porções superiores das seqüências tipo *greenstone belt* da Província Tocantins. Almeida (1984) incluía as rochas da região de Mara Rosa-Porangatu no grupo de rochas vulcano-sedimentares arqueanas do Brasil Central e Schobbenhaus et al. (1984) interpretaram as rochas da região de Mara Rosa como uma seqüência vulcanossedimentar tipo *greenstone belt*, incluindo-as nos conjuntos de unidades arqueanas deste tipo junto com as unidades de Crixás, Fortaleza de Minas, Natividade-Almas, Porangatu, Pium-í, Pilar-Guarinos-Hidrolina, Rio do Coco e Serra de Santa Rita.

Os estudos que começam a separar a seqüência Mara Rosa das unidades *greenstone-belt* são de Ribeiro Filho (1981) que interpretava que esta seqüência estaria disposta discordantemente sobre as faixas arqueanas do grupo Pilar de Goiás, mas admitindo uma correlação com as seqüências vulcano-sedimentares de Palmeirópolis, Indaianópolis e Juscelândia. Kuyumjian (1994a) destacou a falha de empurrão Rio dos Bois, através da qual a seqüência de Mara Rosa, situada a leste da mesma, cavalga sobre os terrenos granito-*greenstone* de Pilar de Goiás-Hidrolina.

As mais recentes interpretações a respeito das rochas que ocorrem na região de Mara Rosa modificaram o papel que elas exerciam; de um ambiente *greenstone* para um ambiente de

arco de ilhas. As unidades vulcanossedimentar, gnáissica e corpos intrusivos que antes eram interpretadas separadamente, agora são vistas como contínuas dentro do processo evolutivo de um ambiente de arco de ilhas.

2 . 2 - A seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa:

Historicamente a seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa é conhecida como portadora de mineralizações auríferas, cuja exploração remonta aos tempos coloniais. Atualmente empresas de mineração fazem o principal volume de exploração dos depósitos de ouro, prata e barita. Junto com a evolução de conhecimentos a respeito da exploração mineral, cresceram também os conhecimentos a respeito da geologia da região. As áreas onde os conhecimentos estão mais evoluídos são a de Mara Rosa, a norte, e Chapada, a sul.

Em Mara Rosa a seqüência está exposta em três faixas principais: A *Faixa de Leste*, A *Faixa Central* e a *Faixa de Oeste* (Arantes et al., 1991). As faixas possuem direções estruturais NE e mergulhos fortes a moderados para NW, sendo separadas entre si por terrenos de rochas granito-gnáissicas onde predominam ortognaisses tonalíticos e dioríticos. Intrusões tardi- a pós-tectônicas de composição que varia de gabróica a granítica, intrudem as unidades metamórficas (Fig. II-2).

A *Faixa Leste* consiste de uma complexa pilha de rochas metavulcânicas e metassedimentares que foram separadas em quatro unidades estratigráficas principais: (i) a unidade Amaro Leite composta predominantemente de metagrauvacas finas com pequenas intercalações de metatufos máficos, (ii) a unidade Araras que consiste de intercalações menores de metagrauvacas, metavulcânicas félsicas e cherts, ocorrendo também lentes quilométricas predominantemente compostas por quartzo-sericita-pirita xisto, (iii) a Unidade de Posse é representada predominantemente por metatufos félsicos e meta-lapili tufos de textura gnáissica e rochas de composição equivalente a quartzo latitos a riolíticas que hospedam a mineralização de ouro de Posse, e (iv) a unidade Carambolas, sobreposta à Unidade de Posse, é composta de uma seqüência de derrames e tufos máficos com intercalações de vulcânicas félsicas maciças a levemente foliadas.

A *Faixa Central* é composta por metavulcânicas félsicas menos importantes e quartzitos feldspáticos e, principalmente por metavulcânicas máficas com intercalações de lentes de rochas meta-ultramáficas, folhelhos grafitosos e formações ferríferas manganésíferas, metamorfisadas no fácies anfíbolito. A mineralização de ouro da mina de Zacarias está hospedada em uma lente de quartzito rico em barita.

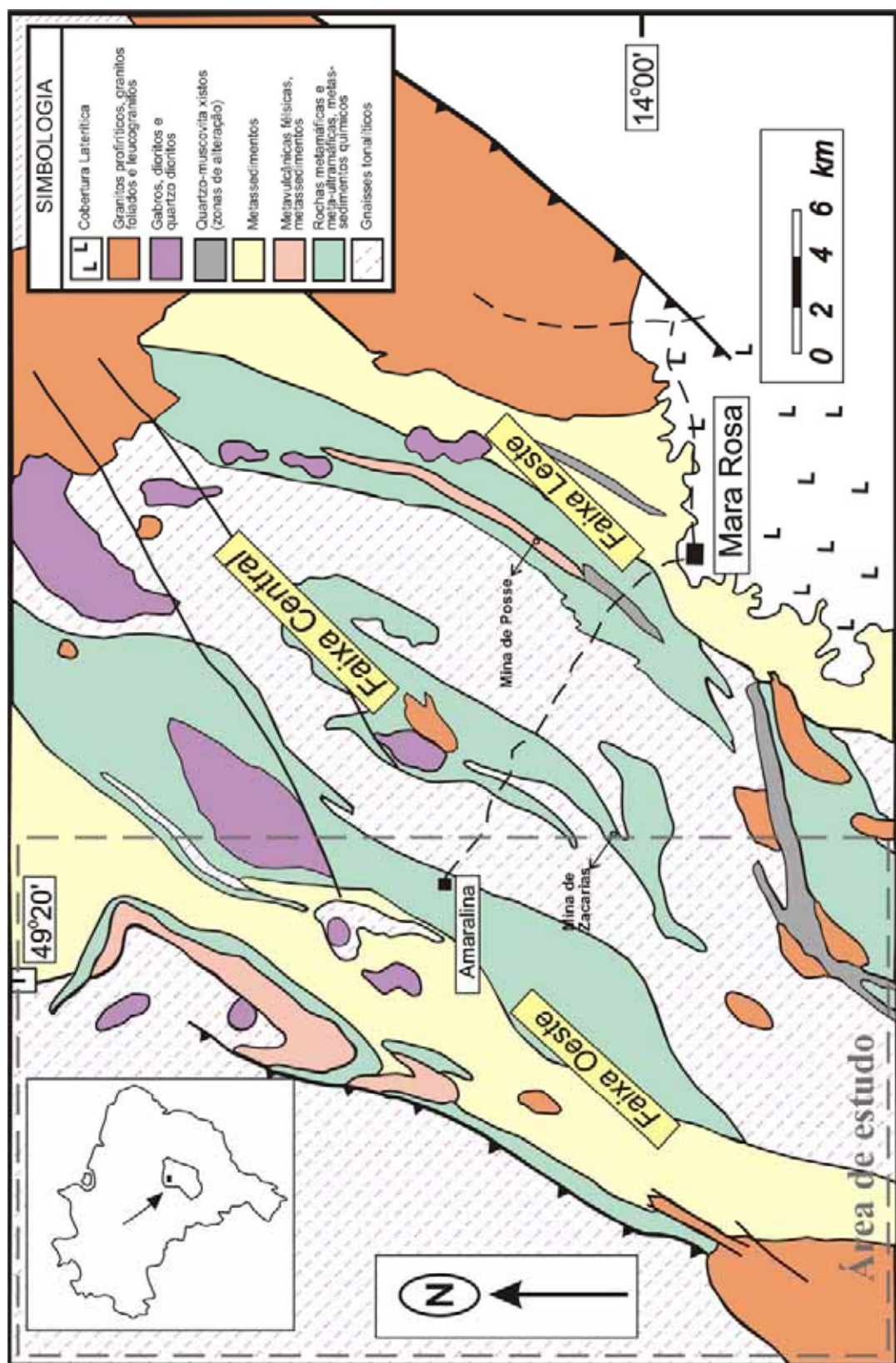


Figura II-2. Mapa geológico da região de Mara Rosa de Arantes et al (1991) e indicação da área de estudo

A *Faixa Oeste* é a seqüência de constituição litológica mais diversificada. A seção mais inferior é dominada por metavulcânicas máficas e rochas ultramáficas que são sobrepostas por metavulcânicas félsicas e metassedimentos de origem terrígena (grauvacas). Litologias de derivação química, tais como *cherts* e formações ferríferas, são muito raras na região. Esta faixa foi submetida ao mais alto grau de metamorfismo atingindo o fácies anfibolito superior.

A cerca de 40Km a sudoeste de Mara Rosa, localiza-se a cidade de Chapada. Naquela região afloram unidades geológicas que apresentam características semelhantes às da região de Mara Rosa e a sua continuidade física fez que estas fossem correlacionadas. Na interpretação de Kuyumjian (1994a) a seqüência Mara Rosa em Chapada apresenta três unidades; a *Unidade Metassedimentar de Leste*, a *Unidade Metavulcânica* e a *Unidade Metassedimentar de Oeste*, ocorrendo também corpos intrusivos de tonalitos, granodioritos, olivina-gabro coroníticos, hornblenditos e piroxenitos.

A *Unidade Metassedimentar de Leste* é formada por metagrauvacas com intercalações de metatufos máficos, aparentemente sobrepostos por estaurolita-cianita xistos, metatufos basalto-andesíticos, metacherts, exalitos e intercalações de quartzo anfibolitos e quartzo granada anfibolitos de afinidade calci-alcalina, encimados por biotita gnaisses feldspáticos. A *Unidade Metavulcânica* é formada por anfibolitos com intercalações de metacherts, tufos basalto-andesíticos e formações ferríferas. Os anfibolitos são predominantemente diopsídio anfibolitos almofadados e epidoto anfibolitos, ambos de afinidade toleítica, e também granada anfibolitos. A *Unidade Metassedimentar de Oeste* é formada por estaurolita-granada-biotita xistos, quartzo-biotita xistos feldspáticos e subordinadamente biotita gnaisses, metagrauvacas e rochas calci-silicáticas.

Kuyumjian (1994a) destaca a presença de estaurolita, cianita e sillimanita para as rochas da região de Chapada, o que indica um metamorfismo de fácies anfibolito de alta temperatura, cujos dados de geotermobarometria apresentaram temperaturas de 600°C à 9Kbar e um retrometamorfismo com temperaturas de 460°C à 5Kbar de leste para oeste, com padrão ‘*clockwise*’ típico de ambientes de colisão de placas litosféricas.

Os trabalhos de Arantes et al. (1991) e Kuyumjian (1994a) utilizam denominações um pouco diferentes para as mesmas litologias, mas que correspondem às mesmas rochas. Assim, a faixa leste corresponde à unidade metassedimentar de leste, a faixa central à unidade metavulcânica e a faixa oeste corresponde à unidade metassedimentar de oeste.

2 . 3 - Geologia estrutural:

A feição tectônica mais proeminente na região de Chapada é a falha de empurrão Rio dos Bois (dir. geral N30°-40°E), através da qual as rochas supracrustais da seqüência de Mara Rosa situada a leste da mesma, cavalgam sobre os terrenos granito *greenstone belt* de Pilar de Goiás-Hidrolina. A foliação mais proeminente apresenta direção NE-SW e mergulho para NW e os falhamentos dominantes na região N20-40E relacionados ao evento Brasileiro (Kuyumjian, 1994a).

Para Arantes et al. (1991) as principais feições estruturais que ocorrem na região de Mara Rosa são relacionadas ao ciclo Brasileiro, quando dobramentos e falhamentos transcorrentes e reversos reimprimiram novas estruturas. A deformação imposta resultou no desenvolvimento de zonas de cisalhamentos regionais de direção geral N20-40E e cisalhamentos secundários N40-70E que desenvolveram uma intensa foliação sub-paralela à direção litológica regional.

Palermo (1996), em sua tese de doutorado, descreve a imposição de pelo menos sete fases de deformação, dúcteis ou rúpteis, na região de Mara Rosa; apresentadas de modo resumido, em quatro grupos principais:

- 1- *Fases dúcteis principais precoces.* (P1) Responsável pela foliação regional, e de dobras isoclinais de escala centimétrica a métrica e (P2) responsável pela estruturação da região de Mara Rosa em três faixas sinclinais. As dobras em escala mesoscópica são do tipo assimétrica com mergulho para SE.
- 2- *Fases de cisalhamento cavalgante.* Essas delaminaram flancos inversos das sinclinais P2 fazendo-os cavalgar sobre a Seqüência Mara Rosa.
- 3- *Fases dúcteis tardias.* (P3) Ocasinou dobras mais abertas com plano axial sub-horizontal. (P3) e (P4) são responsáveis pelas dobras abertas de plano axial vertical de direções N-S e E-W, cuja interferência criou estruturas do tipo domo e bacia.
- 4- *Fases de cisalhamento transcorrente dextral:* Transcorrência multiquilométrica E-W de Bom Jesus, e novas transcorrências em pares de cisalhamento nos contatos litológicos e estruturas anteriores ao longo da Faixa Oeste.

2 . 4 - As unidades litológicas:

As rochas do arco magmático em Mara Rosa são apresentadas em cinco grupos distintos: ortognaisses, rochas metavulcânicas máficas, rochas metassedimentares, granitos deformados e corpos intrusivos.

2 . 4 . 1 - Ortognaisses (gnaisses tonalíticos):

Os tonalitos da região de Chapada descritos por Kuyumjian (1989b), mostram uma granulação grosseira com leve foliação, e desenvolvendo um metamorfismo de contato gerando sillimanita; sua composição mineralógica é, essencialmente, plagioclásio (An 39-45), hornblenda, quartzo, biotita e subordinadamente clinopiroxênio tendo ainda como acessórios apatita, zircão, rutilo, opacos e turmalina. As baixas concentrações de elementos incompatíveis nos tonalitos indicam ambiente de arco e pré-colisão. As baixas concentrações de LIL e HFS, baixas razões de (Ta, Nb)/(K, La, etc.) e concentrações de Th, Hf, K e Y, sugerem tratar-se de rochas derivadas do manto, e intrusivas em ambiente arco de ilhas imaturo.

Os dados geoquímicos de Viana e Pimentel (1994) mostram que os gnaisses tonalíticos da região de Mara Rosa tem afinidade cálcica a calci-alcalina; apresentam teores de SiO₂ de 52,6% a 60,7%, o que é compatível com os teores de rochas intermediárias meta-aluminosas. Estas rochas tem baixos conteúdos de Nb, Y e Yb e ligeiro enriquecimento em Al₂O₃ (15,5 a 18,5%), características típicas de granitóides de arco vulcânico. Os elementos maiores mostram características químicas bastante primitivas, sugerindo um ambiente de pré-colisão de placas para os magmas originais. Estes gnaisses também são pobres em ETR (58 a 108ppm), com padrões de distribuição que apresentam um leve fracionamento (La/Yb = 8,3 a 8,5). Também são caracterizados por um enriquecimento moderado de LIL (K, Ba) com relação a Nb, Zr e Y, o que é típico de magmas intermediários a ácidos gerados em ambiente de arco vulcânico. Análises de isótopos Sm-Nd obtidas por Viana e Pimentel (1994) apresentaram valores positivos de ϵ_{Nd} (T) indicando um componente mantélico empobrecido o que demonstra um caráter primitivo dos magmas originais.

2 . 4 . 2 - Rochas metavulcânicas máficas (anfíbolitos):

Os anfíbolitos melhor caracterizados são da região de Chapada e segundo Kuyumjian (1991), apresentam-se geralmente foliados, sua granulação é fina a média, a textura é nematoblástica ou granoblástica e a composição mineral mais comum é plagioclásio, hornblenda, quartzo, titanita, magnetita, ilmenita e ocasionalmente escapolita e carbonato. Na Unidade Metavulcânica predominam clinopiroxênio anfíbolitos almofadados e epidoto anfíbolitos, ambos de afinidade toleítica e na Unidade Metassedimentar predominam granada anfíbolitos e quartzo anfíbolitos de afinidade calcio-alcalina. Nas análises modais e química de anfíbolitos pouco e muito epidotizados de Chapada, Kuyumjian (1992) discute a redistribuição de elementos químicos em decorrência da epidotização que afetou a região, concluindo que os elementos menos redistribuídos foram alumínio, titânio, zircônio, ítrio, tântalo, nióbio, háfnio e

elementos terras raras pesados. A geoquímica e o significado geotectônico dos anfibolitos da Seqüência Mara Rosa na região de Chapada apresentados por Kuyumjian (1994b) mostra que além das características estruturais e petrologia, o quimismo indica o caráter ortoderivado destes anfibolitos. Os diopsídio anfibolitos, granada anfibolitos e epidoto anfibolitos são derivados de basaltos toleíticos subalcalinos e os quartzo anfibolitos e quartzo granada anfibolitos são derivados de basaltos andesíticos calci-alcalinos. Alguns granada anfibolitos e epidoto anfibolitos mostram afinidades químicas com os basaltos toleíticos de arco de ilhas e outros mostram afinidade com basaltos de bacia marginal; concluindo que as rochas precursoras são de ambiente de arco de ilhas, mas os piroxênio anfibolitos mostram afinidade com basaltos de cadeias meso oceânicas sugerindo que as rochas precursoras podem ter-se posicionado durante estágios iniciais de bacia *back arc*.

2 . 4 . 3 - Rochas metassedimentares:

As principais descrições petrográficas das rochas metassedimentares foram apresentadas anteriormente no subtítulo referente à Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa, já que suas características estão associadas às rochas de origem vulcânica.

São poucas as descrições e dados geoquímicos a respeito das rochas metassedimentares principalmente no que se refere aos metassedimentos da faixa oeste. Viana (1995) apresenta dados de ETR de um granada-mica xisto da faixa oeste cujo padrão, concentrações (84ppm) e razões La/Yb (16,5) são semelhantes aos dos gnaisses tonalíticos, isto é, apresentam um padrão muito similar ao de rochas de arco. Viana & Pimentel (1994) sugerem que tal fato pode indicar que os sedimentos originais seriam provenientes da desintegração do próprio arco. A análise isotópica Rb-Sr, obtida por Viana & Pimentel (1995), para o mesmo mica xisto forneceu uma razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,7045 \pm 0,0011$ e uma idade isocrônica de 559 ± 161 Ma. Esta idade foi interpretada como idade do metamorfismo.

2 . 4 . 4 - Granitos deformados (“metavulcânicas félsicas” ou granitos pós P1):

Trabalhos de Arantes et al. (1991) mostram a ocorrência de rochas metavulcânicas félsicas em toda a seqüência e as principais caracterizações foram feitas a partir de amostras da mina de Posse na faixa leste. Interpretações posteriores interpretaram-nas como granitos.

Viana (1995), a partir de dados geoquímicos, mostra que composicionalmente estas rochas variam de andesitos a riocacitos e riolitos, sua natureza química é calci-alcalina com conteúdos de K_2O entre 1,2 e 2,9%, similares a suites primitivas de baixo K_2O de modernos arcos de ilhas imaturos. Possui também baixas razões Rb/Sr (0,6) e baixas concentrações de Rb e

Y. As concentrações de elementos traço Zr e Y são comparáveis a granitóides tipo M. Os ETR são de conteúdo moderado (56,6 a 173,0ppm) com pequeno fracionamento entre leves e pesados ($(La/Yb)_n = 5,1$ a $12,4$) e Eu com anomalias negativas pouco acentuadas.

Análises de isótopos Sm-Nd, de uma amostra (“metavulcânica félsica”) da mina de Posse, obtidas por Viana & Pimentel (1994) apresentaram valores positivos de ϵ_{Nd} indicando um componente mantélico empobrecido o que demonstra o caráter primitivo destes magmas.

A modificação significativa na interpretação destas rochas foi apresentada por Palermo (1996); que analisando rochas junto a mina de Posse (na faixa leste) e outras ocorrências na faixa oeste, identificou as rochas anteriormente conhecidas como metavulcânicas félsicas, como granitos intrudidos após o primeiro episódio tectônico importante (P1) e deformados por episódios posteriores. A mesma autora classifica estes granitos como do tipo A, caracterizados por sua riqueza em K_2O e zircônio, e muito semelhantes aos granitos da Província Estanífera do Tocantins e Paraná.

2 . 4 . 5 - Corpos intrusivos:

Os corpos intrusivos máfico e ultra-máficos são descritos por Ribeiro Filho (1978) e Machado et al. (1981, in Lacerda 1986), como corpos de dimensões quilométricas intrusivos na Seqüência Mara Rosa e nos ortognaisses do complexo granito-gnáissico, sendo constituídos por gabros, hornblenditos e dioritos.

Um corpo de olivina-gabro coronítico intrusivo na seqüência vulcanossedimentar é descrito por Kuyumjian (1989b) na região de Chapada, como uma rocha de granulação grosseira bordejado por uma auréola de metamorfismo de contato de cornubianito calco-silicático. Sua composição mineralógica essencial consiste de olivina, plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio e magnetita, subordinadamente ocorre espinélio e zonas de reação desenvolvem-se entre olivina e plagioclásio. As baixas concentrações de elementos incompatíveis nos tonalitos indicam ambiente de arco e pré-colisão. As baixas concentrações de LIL e HFS, baixas razões de $(Ta, Nb)/(K, La, etc.)$ e concentrações de Th, Hf, K e Y, sugerem tratar-se de rochas derivadas do manto, e intrusivas em ambiente arco de ilhas imaturo. O olivina-gabro apresenta características geoquímicas e petrológicas de lavas basálticas e gabros de arco de ilhas sugerindo, que a evolução das rochas plutônicas de Chapada relacionem-se a um processo de subdução ocorrido durante o evento Brasileiro/Pan-Africano na região central do Brasil.

Para a região de Mara Rosa, Viana (1995) descreve dois tipos de corpos intrusivos; corpos dominados por dioritos e intrusões graníticas, ambos de posicionamento pós-tectônico. Os corpos dioríticos são de composição quartzo-diorítica com granulação grossa e foliação muito

incipiente marcada por biotita e hornblenda. As intrusões graníticas são mais comuns, constituindo corpos médios a grandes, alguns atingindo vários quilômetros de extensão, onde predominam biotita granitos leucocráticos. Os granitos (Amador, Faina, Angelim e Estrela), tem composição intermediária a ácida ($\text{SiO}_2 = 64,9\%$ a $72,9\%$), e afinidade calci-alcalina. Assim como os tonalitos, os granitos tem, de uma maneira geral, baixos conteúdos de elementos incompatíveis e moderado enriquecimento em LIL. Apresentam um fracionamento maior em ETR que os tonalitos ($\text{La/Yb} = 10,6$ a $90,1$), com anomalias negativas de Eu muito discretas. Dados de isotópicos Sm-Nd de um corpo diorítico subvulcânico obtidos por Viana e Pimentel (1994) apresentam valores positivos de ϵ_{Nd} indicando um componente mantélico empobrecido, o que demonstra um caráter primitivo do magma original. O granito Amador tem um valor de ϵ_{Nd} negativo indicando uma fonte mais enriquecida que as demais unidades amostradas.

2.5 - As Idades:

As primeiras datações de rochas na região de Mara Rosa - Chapada foram obtidas por Richardson et al. (1986) onde isócronas Rb-Sr de amostras de biotita xisto do depósito Cu-Au de Chapada forneceram idades de $524 \pm 2 \text{Ma}$ e $532 \pm 1 \text{Ma}$, interpretadas como idades do metamorfismo e uma outra isócrona mineral de um diorito forneceu idade de $534 \pm 16 \text{Ma}$, com razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial de $0,70415 \pm 0,00004$. Os gnaisses tonalíticos da região de Mara Rosa e rochas metavulcânicas da mina de Posse, estudados por Pimentel et al. (1993), forneceram idades (U-Pb em zircões) de $856 \pm 13/-7 \text{Ma}$ e $862 \pm 8 \text{Ma}$ respectivamente, para a cristalização dos protólitos, e o metamorfismo da rocha metavulcânica foi datado em $632 \pm 4 \text{Ma}$ (U-Pb em titanitas). 1.0Ga é a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ obtida por Poll (1993) para amostras de galena do depósito de Chapada.

Resultados isotópicos Rb-Sr em rocha total de Viana e Pimentel (1995) forneceram para os ortognaisses da Seqüência Vulcanossedimentar de Mara Rosa uma idade de $600 \pm 136 \text{Ma}$; para uma amostra de metassedimento da faixa oeste uma idade de $559 \pm 161 \text{Ma}$; para um milonito da mina de Zacarias, na faixa central e idade é de $603 \pm 135 \text{Ma}$, e para um corpo diorítico pós-tectônico da faixa oeste uma idade de $496 \pm 160 \text{Ma}$.

3 - DISCUSSÃO:

Os dados geoquímicos e isotópicos que definiram as rochas que ocorrem na seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa como de um típico ambiente de arco de ilhas do Neoproterozóico foram obtidos, na sua maioria, a partir de rochas anfibolíticas (Kuyumjian 1989; Poll 1993), e rochas gnáissicas e graníticas (Richardson et al. 1986, Viana e Pimentel 1995), todas ocorrendo nas faixas leste e central. No que diz respeito aos metassedimentos da faixa oeste algumas dúvidas ainda persistem, como:

A rocha fonte; seriam mesmo sedimentos, produto do desmantelamento do arco (epiclásticas), ou de origem mais distal (contribuição continental)?

As condições metamórficas à que elas foram submetidos.

As suas relações com os granitos intrusivos; as características geoquímicas dos granitos comparado às dos metassedimentos poderá esclarecer se, estes últimos, poderiam ter servido de fonte aos primeiros.

Capítulo III

GEOLOGIA DAS ROCHAS GRANÍTICAS E METASSEDIMENTARES

1 - INTRODUÇÃO:

Este capítulo tem por objetivo investigar a natureza e interrelações entre as rochas graníticas e metassedimentares que ocorrem na faixa oeste da Seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa.

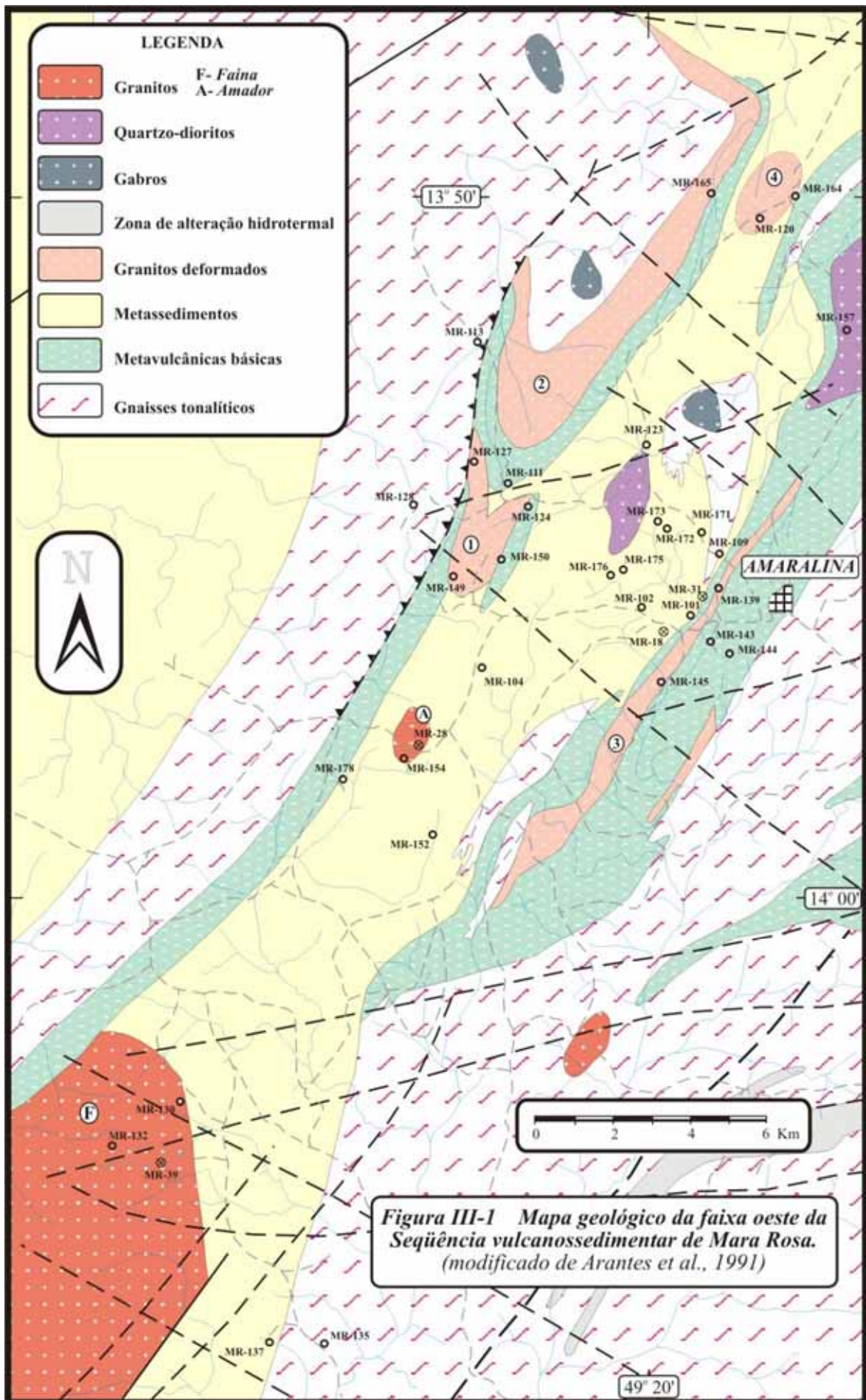
A investigação das rochas graníticas e metassedimentares foi feita a partir de dados de campo e análises de lâminas delgadas em microscópio petrográfico. Ao todo foram analisadas 46 lâminas, sendo 27 de granitóides e 19 de metassedimentos.

As principais feições geológicas e descrições resultantes dos trabalhos de pesquisa e interpretação são apresentadas no mapa (Fig. III-1). A designação MR (Mara Rosa), seguida de um número de três algarismos, refere-se a pontos do mapa deste trabalho, com dois, a dados de Viana (1995) e as letras no final, referem-se a diferentes amostras de um mesmo ponto.

2 - ROCHAS GRANÍTICAS:

Para o trabalho de identificação e caracterização das rochas graníticas da faixa oeste, foram coletadas amostras usando como base o mapa de Arantes et al. (1991). Foram encontradas algumas ocorrências significativas na área estudada e, destas apenas duas eram citadas no mapa como corpos graníticos; três eram apontadas como rochas metavulcânicas félsicas; e uma de tamanho considerável não era apontada no mapa, além de outras ocorrências menores.

Uma característica dos corpos graníticos, prontamente reconhecida em campo, é o grau de deformação que alguns destes apresentam. Por isso eles foram divididos em dois grupos; o primeiro grupo reúne granitos com um acentuado grau de deformação (*Granitos deformados*) e o segundo reúne os corpos graníticos onde a deformação é pequena ou restrita às bordas (*Granitos pouco deformados*).



2.1 - Granitos deformados:

Estes granitos, anteriormente mencionados como “*rochas metavulcânicas félsicas*” ou “*granitos pós PI*”, ocorrem principalmente na parte central e norte da área estudada. São na sua maioria corpos quilométricos e alongados, alojados nos metassedimentos e cuja deformação parece ter sido concomitante com toda a seqüência vulcanossedimentar. Serão descritas a seguir quatro ocorrências apontadas no mapa simplesmente como corpos 1, 2, 3 e 4, (Figura III-1) e ainda mais uma ocorrência, de mesma natureza, mas de tamanho decimétrico. Foram estudadas ao microscópio um total de 22 lâminas delgadas destas rochas, cujos resultados encontram-se no anexo 1.

O **Corpo 1**, refere-se a um corpo de forma irregular, na parte oeste da área, com extensão maior de cerca de três quilômetros acompanhando as direções estruturais da área. Anteriormente apresentada como rocha metavulcânica félsica, e agora identificadas como um leucogranito de granulometria média e equigranular, este corpo apresenta um razoável grau de deformação (MR-127 e MR-149). Sua mineralogia é composta de quartzo (30%), plagioclásio (30%), microclínio (35%), biotita (<5%), além de muscovita, epídoto e opacos. O plagioclásio apresenta ainda alguma zonação ígnea e também é visível a formação de mirmequitas nos contatos de grãos de quartzo e plagioclásio. A rocha apresenta alguma deformação com reorientação de micas e extinção ondulante do quartzo. Os principais processos metamórficos foram a transformação da biotita em muscovita, a geração de epídoto com núcleos de minerais opacos e a seritização do plagioclásio (foto III-1)

O **corpo 2**, é referido a um corpo alongado, com cerca de dez quilômetros de extensão e três na sua parte mais larga, situa-se um pouco mais a norte da ocorrência anterior e também acompanha as direções estruturais da área. Da mesma maneira era interpretado como rocha metavulcânica félsica é agora apresentado como leucogranito de granulometria média a fina com um acentuado grau de deformação (MR-165A). Sua mineralogia contém quartzo (30%), plagioclásio (25%), microclínio (25%), biotita (5%) e muscovita (15%) e ainda teores baixos de epídoto e opacos. Sua principal característica é uma deformação bastante intensa, onde a foliação é marcada por micas e o quartzo apresenta intensa deformação e formação de subgrãos. Os grãos de muscovita apresentam uma orientação bastante forte junto as bandas deformadas além de algum encurvamento de sua clivagem. Os grãos de plagioclásio apresentam encurvamento de maclas e com uma discreta sericitização.

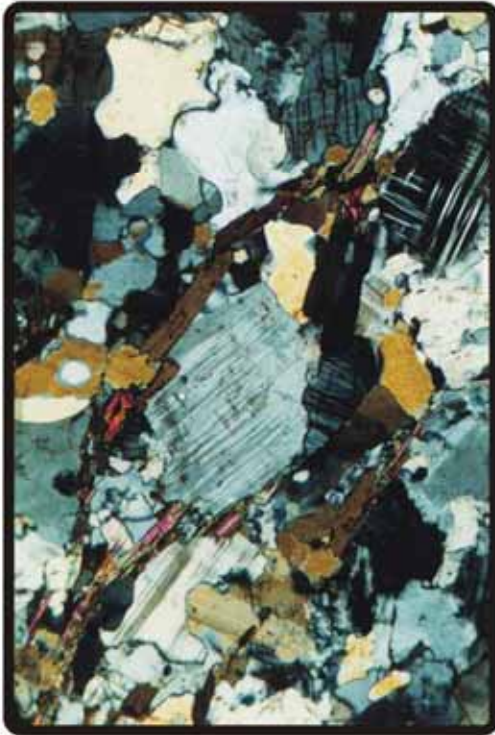
O **Corpo 3**, é um corpo muito estreito com cerca de quinze quilômetros de extensão no lado leste da faixa, também anteriormente referido como rocha metavulcânica félsica (MR-139 e

MR-145). São leucogranitos com granulometria média e apresentando alguma deformação. A mineralogia é composta de quartzo (30%), plagioclásio (35%), microclínio (23%), biotita (5%), muscovita (5%) e epidoto (2%), além de opacos e granada. Aqui a deformação teve um papel importante; o quartzo apresenta extinção ondulante e formação de subgrãos; o plagioclásio apresenta bordas arredondadas e encurvamento das maclas e as micas também apresentam encurvamento de clivagens. As mudanças minerais mais comuns observadas são; a transformação de plagioclásio em microclínio e da biotita em muscovita, além da formação de granada, crescimento de epidoto a partir de um opaco e formação de sericita sobre plagioclásio.

O **Corpo 4**, refere-se a um corpo ainda não descrito ou apontado em mapas anteriores. Este corpo ocorre na parte norte e tem forma aproximadamente elíptica, com extensão maior de cerca de dois quilômetros, orientada na direção estrutural da faixa. Afloram na forma de lajeados, sua cor é cinzenta, bastante foliada e por vezes apresentam bandamentos e veios quartzofeldspáticos boudinados (MR-120 e MR-164). Em lâmina apresenta uma milonitização bastante severa onde ocorrem bandas onde a mineralogia é bem mais fina. A composição mineral é de quartzo (30%), plagioclásio (30%), microclínio (25%), biotita (10%) e muscovita (5%), além de epidoto e opacos. A deformação está marcada pela formação de bandas mais finas de quartzo, plagioclásio e microclínio e também grãos maiores de biotita e muscovita orientadas. Os grãos de plagioclásio tem bordas arredondadas, os de quartzo apresentam extinção ondulante e formação de subgrãos e as micas encurvamento das clivagens.

Veios graníticos: pequenos veios graníticos com cerca de dez centímetros de espessura aparecem intrudidos em metassedimentos (MR-104B). Trata-se de um granito leucocrático, equigranular, de granulometria média, cuja mineralogia é composta de (28%), plagioclásio (32%), microclínio (12%), biotita (8%), muscovita (19%) e granada (1%). Sua principal característica é uma foliação bem marcada por micas, um predomínio da muscovita sobre a biotita e a presença da granada, que ocorre nas bandas micáceas. O quartzo aqui apresenta-se intensamente deformado com subgrãos grosseiros e às vezes contatos poligonais. A transformação da biotita em muscovita e o surgimento da granada indicam que o processo metamórfico aí ocorrido foi bastante severo, apesar do plagioclásio por vezes ainda apresentar uma zonação ígnea (fotos III-2 e III-3).

Granitos deformados

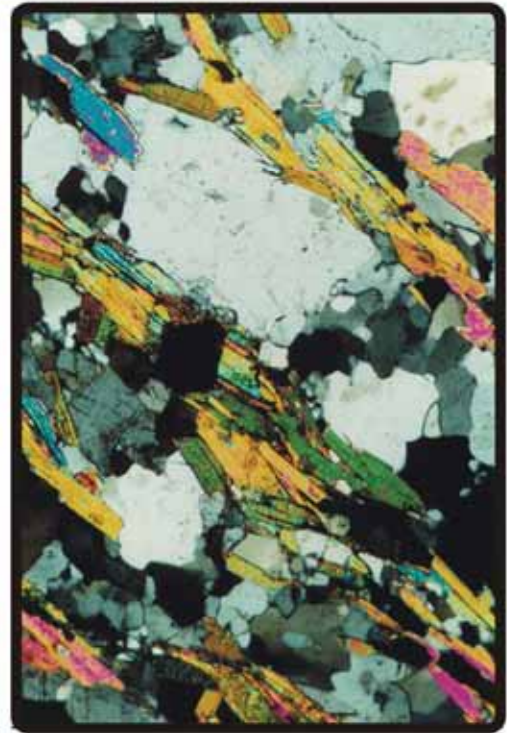


Fotomicrografia III-1 (MR-127) corpo 1



Foto III-2 (ponto MR-104) veio granítico em st xisto

0,4mm



Fotomicrografia III-3 (MR-104B) veio granítico



Fotomicrografia III-4 (MR-137BI) veio granítico

2 . 2 - Granitos pouco deformados:

Na área estudada foram encontrados dois corpos graníticos de forma ovalada, típica de corpos intrusivos tardi a pós-orogênicos e com pouca deformação; o *granito Faina* e o *granito Amador*, além de um *dique granítico* de dimensões métricas, com uma deformação muito incipiente. Destes granitos foram estudados ao microscópio 4 amostras, apresentadas no anexo 1.

O *granito Faina*; localizado ao sul da área, é o de maior porte, e tem uma forma aproximadamente elíptica com a extensão maior, de cerca de doze quilômetros, disposta na mesma direção da faixa. Seus afloramentos ocorrem em blocos e matacões no centro do corpo e em lajedos nas bordas onde apresenta uma foliação bastante pronunciada (N30-40E; 50-70NW) (foto III-5). No centro do corpo (MR-132) a granulometria é média a grossa (~1,0cm) e nas bordas (MR-130) um pouco mais grossa (>1,0cm). A mineralogia é formada principalmente por; quartzo (24-28%), plagioclásio (26-30%), microclínio (22-26%), biotita (14-16%) que por vezes forma aglomerados, ocorrendo também alguma muscovita (4-8%). Há a formação de mirmequitas, a substituição do plagioclásio por microclínio, a transformação da biotita em muscovita e o quartzo apresenta extinção ondulante com a formação de subgrãos. Os minerais acessórios mais comuns são opacos e o zircão que ocorre incluso em biotita, muscovita e plagioclásio. A alteração mais comum é o epídoto e a formação de sericita sobre plagioclásio (foto III-6).

O *granito Amador*; localiza-se no centro da área e tem uma forma aproximadamente circular e com cerca de um quilômetro de diâmetro (MR-154). Trata-se de um monzogranito, equigranular, leucocrático e de granulometria média (~4,0mm), cuja mineralogia principal é quartzo (32%), plagioclásio (34%), microclínio (28%) e em menor quantidade a biotita (5%) e a muscovita (1%). Os acessórios são opacos, titanita e zircão que geralmente se apresenta como inclusão em biotita formando halos pleocróicos. O epídoto aparece como principal mineral de alteração, além de zoisita, clinozoisita e alguma clorita. São observados duas gerações de plagioclásio; cristais de origem ígnea ou primários e cristais metamórficos. Os cristais primários são na maioria cristais grandes, subédricos com maclas da albita que ainda apresentam zonação ígnea típica e algumas inclusões de titanita e biotita. Os cristais metamórficos desenvolveram-se sobre grãos de microclínio. Também há a formação de mirmequitas no contato do plagioclásio com quartzo ou microclínio. A saussuritização é a alteração que comumente ocorre sobre o

Granitos pouco deformados

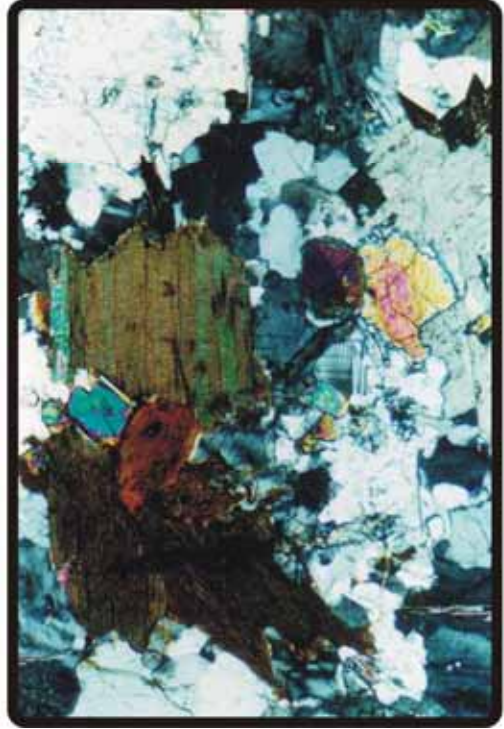


Foto III-5 aspecto geral de afloramento do granito Faina em sua borda MR-130

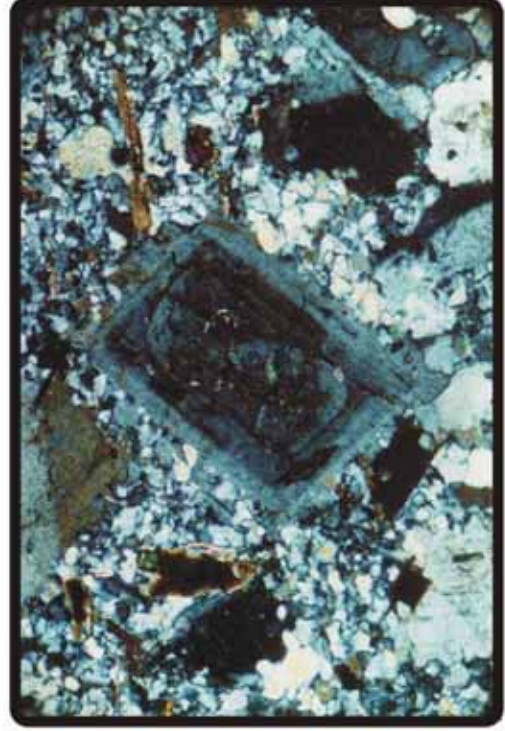


Fotomicrografia III-6 (MR-130) granito Faina (borda)

0,4mm



Fotomicrografia III-7 (MR-154) granito Amador



Fotomicrografia III-8 (MR-178B) dique granítico

plagioclásio e mais freqüentemente ocorre sobre os cristais primários. O microclínio é identificado pela macla típica aparecendo como grãos isolados ou com freqüência substituído pelo

plagioclásio, permanecendo como restos no interior de grãos de plagioclásio. O quartzo apresenta sempre anédrico com extinção ondulante, indicando que este corpo, apesar de não mostrar uma foliação penetrante, sofreu uma pequena deformação, que não alterou as texturas ígneas originais. A biotita é subédrica, com freqüência possui inclusões de zircão e apresenta transformação para muscovita, mas quando inclusa em plagioclásio a sua preservação é mais comum (foto III-7).

Dique granítico: A cerca de dois quilômetros a oeste do granito Amador aflora em uma drenagem, um dique granítico (MR-178B); com uma espessura média de dois metros, sua direção é a mesma da foliação dos metassedimentos que predominam na área. Possui uma cor rosada e uma granulometria de fina a média com uma discreta orientação das biotitas. Em lâmina, observa-se um textura porfirítica, subvulcânica, onde os pórfiros (~1,0mm) são na sua maioria grãos euédricos de plagioclásio, quartzo, microclínio e biotita, e a matriz (~0,1mm) é formada a base de quartzo (27%), plagioclásio (29%), microclínio (28%), biotita (12%) e muscovita (4%). Os acessórios são titanita e zircão. O plagioclásio geralmente é zonado com inclusões de titanita; o quartzo apresenta uma leve extinção ondulante, as biotitas tem um tamanho variado às vezes com inclusões de zircão e alguma transformação para muscovita e o microclínio possui inclusões de titanita e zircão. A alteração que ocorre é a sericitização (Foto III-8).

3 - ROCHAS METASSEDIMENTARES:

As rochas de origem sedimentar ocupam uma grande parte da área estudada. A maior quantidade de afloramentos destas rochas está no centro da faixa, cerca de sete quilômetros a oeste da cidade de Amaralina, aí também ocorre a maior diversidade nos termos minerais que determinam sua classificação petrográfica. Dirigindo-se a sul da faixa os afloramentos vão ocorrendo de maneira cada vez mais esparsa, até onde uma grande parte da área é dominada por solos. Somente bem mais ao sul, próximo ao granito Faina é que vão aparecer novamente afloramentos significativos.

3.1 - Petrografia:

Os metassedimentos possuem a foliação bem marcada por micas, típica de xistos, e por vezes discretos bandamento mineralógico, típico de gnaiss fino, para facilitar a descrição todos metassedimentos receberam a denominação de xistos. Em geral, apresentam cor cinza com

variações castanha a verde. A granulometria média varia de 0,5mm a 5,0mm, com porfiroblastos centimétricos. Tem, em sua composição principal, além de plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita, outros minerais como hornblenda, granada, estauroлита e cianita que apresentam quantidades menores e permitem uma distinção mais clara. As rochas foram divididas em cinco grupos principais: - *Hornblenda-biotita xisto com cianita*; - *Granada-biotita xisto com cianita*; - *Granada-estauroлита-biotita-muscovita xisto*; - *Muscovita-cianita xisto* e - *Granada-biotita xisto*.

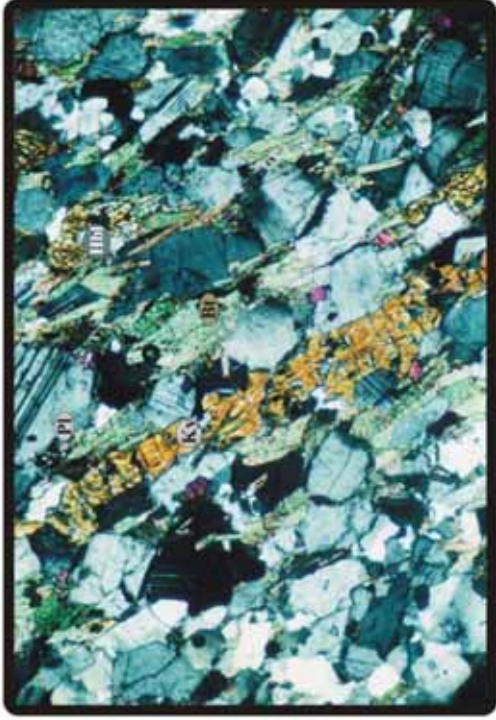
Hornblenda-biotita xisto com cianita: Esta rocha ocorre tanto nos extremos leste e oeste da faixa por vezes intercalada a camadas de anfibólito. No lado leste da faixa (MR-101) a coloração é cinza a verde claro, possui uma foliação penetrativa marcada por biotita e porfiroblastos de anfibólio (3cm), tem uma granulometria média (<1,0mm) equigranular onde identifica-se ainda, granada, plagioclásio e quartzo. Os xistos do lado oeste (MR-111C) são similares aos do lado leste, sua principal diferença é a ausência de porfiroblastos de anfibólio. Ao microscópio, os grãos de plagioclásio e quartzo apresentam uma homogeneidade no tamanho (~0,6mm) e forma, a biotita é um pouco menor (0,4mm) e seu pleocroísmo é verde, identificando-se também porfiroblastos de cianita (1,0mm) com inclusões de plagioclásio e quartzo, e a hornblenda na amostra MR-101B apresenta-se como porfiroblastos (>3mm, seção basal). Nestas amostras ocorre o predomínio do plagioclásio (42%), quartzo (21%), biotita (26%), hornblenda (10%) e cianita (<1%), além de opacos e zircão incluso em biotita. As principais feições texturais são o arranjo granoblástico poligonal do plagioclásio e quartzo que envolvem os porfiroblastos de hornblenda e cianita (fotos III-9 e III-10).

Granada-biotita xisto com cianita: Na porção centro norte da área, ponto MR-173, o xisto aflora na forma de pequenas cristas de cor cinza esverdeada onde destacam-se porfiroblastos centimétricos de granada. A rocha tem um aspecto gnáissico com porções quartzo-feldspáticas e porções ricas em biotita e porfiroblastos de granada de alguns milímetros à alguns centímetros. A granulometria da matriz varia de 0,5mm a 1,0mm, formada de plagioclásio, quartzo e biotita, além de cianita. A composição é de plagioclásio (33%), quartzo (27%) que ocorre geralmente como subgrãos e em sombra de pressão de granadas, biotita (25%) de cor avermelhada, granada (10%), cianita (3%) e muscovita (<2%). Na banda quartzo-feldspática ocorre a textura granoblástica entre grãos de plagioclásio e quartzo e na banda com predomínio de biotita a textura é lepidoblástica com porfiroblastos de granada (fotos III-11 e III-12).

Metassedimentos



Fotomicrografia III-9 (MR-101B)

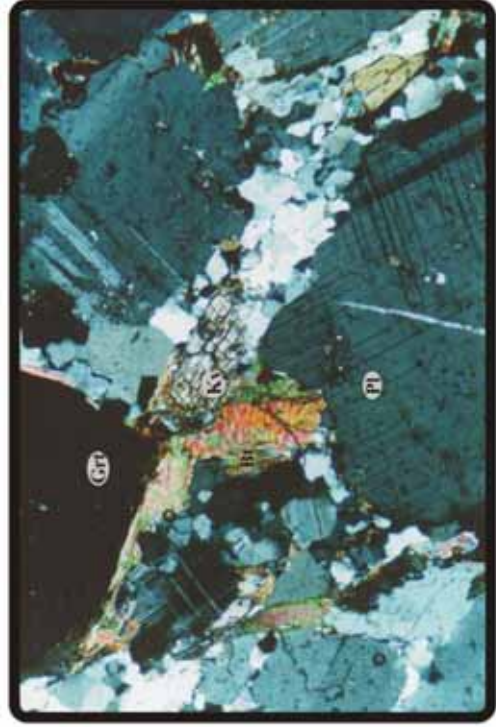


Fotomicrografia III-10 (MR-111C)

0,4mm



Foto III-11 aspecto porfiroblástico das granadas (MR-173)



Fotomicrografia III-12 (MR-173)

Granada-estauroлита-muscovita-biotita xisto: Nos pontos MR-104, parte central da faixa, e MR-137, na parte sul, ocorrem xistos de cor cinzenta a castanha, ricos em mica e porfiroblastos de estauroлита e granada. A granulometria da matriz é média (0,3-0,7mm), formada principalmente por plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita. Os porfiroblastos de estauroлита são centimétricos, os de granada raramente atingem 1cm e as micas por vezes atingem tamanhos centimétricos. A composição média é de plagioclásio (28%), quartzo (25%), biotita (22%), muscovita (10%), estauroлита (10%) e granada (5%), além de opacos e acessórios como titanita, apatita, alanita e zircão. As texturas mais proeminentes são a lepidoblástica das micas e a granoblástica da estauroлита e granada. A granada apresenta feições de crescimento a partir do consumo de estauroлита. A estauroлита apresenta textura intragranular poiquiloblástica e geminação de interpenetração, são cristais sintectônicos e sua foliação interna ora é paralela à foliação externa das micas, ora fazendo ângulos com esta, indicando que eles podem ter sido envolvidos pela deformação e até rotacionados (fotos III-13 e III-14).

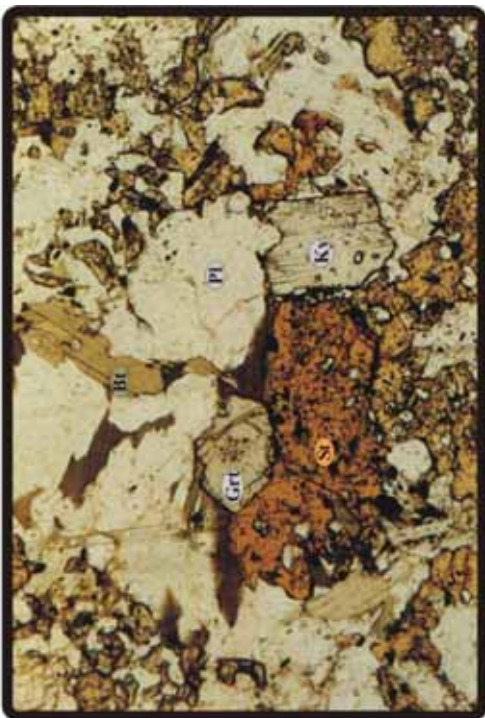
Particularmente no ponto MR-137, os xistos apresentam bandas, onde a granulometria do quartzo e feldspato é mais fina (0,2 - 0,4mm) e há um predomínio de micas, sem mudança na granulometria dos porfiroblastos (granada e estauroлита). A amostra MR-137A é de grão fino e a amostra MR-137B de grão grosso (foto III-15). Também ocorrem seixos de natureza granítica (Am. MR-137B1), deformados e envolvidos pela foliação (foto III-4). Em lâmina, o seixo apresenta uma granulometria fina (~0,3mm) a base de quartzo, plagioclásio, biotita, algum feldspato potássico, porfiroblastos de granada e uma foliação marcada por biotita.

Muscovita-cianita xisto: O ponto 175 é marcado por uma ocorrência bastante significativa de cianita. O afloramento localiza-se em um morro com grandes cristas de rochas e uma foliação bastante acentuada de direção NNW. São rochas de coloração branca acinzentada, e avermelhada nas partes mais alteradas, ocorrem também aglomerados decimétricos de cianita com grãos de até 4,0cm. Em lâmina a rocha apresenta uma granulometria fina a base de quartzo (40%), plagioclásio (30%) e muscovita (20%), e ainda cianita (10%) que ocorre como grãos menores e também porfiroblastos centimétricos. Os grãos de quartzo e plagioclásio são equigranulares e com um arranjo granoblástico. A muscovita, principal mineral que marca a foliação, dá a rocha uma textura lepidoblástica e a cianita a textura porfiroblástica (foto III-16).

Metassedimentos



Fotomicrografia III-13 (MR-104A)

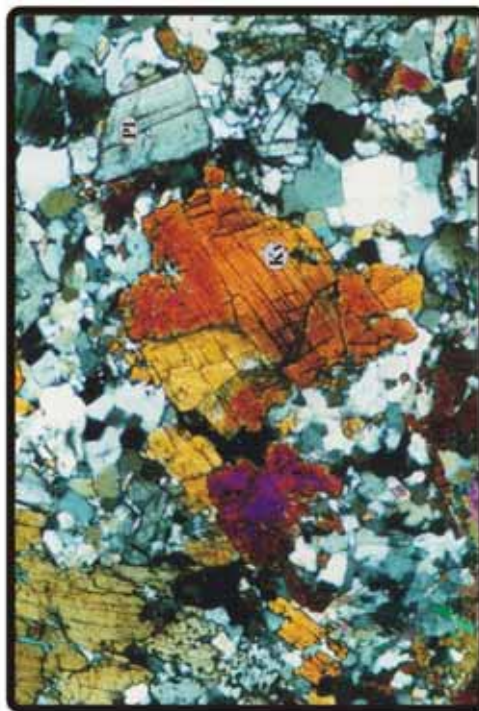


Fotomicrografia III-14 (MR-137A)

0,4mm



Foto III-15 Amostra de mão do ponto MR-137



Fotomicrografia III-16 (MR-175)

Granada-biotita xisto: O xisto do ponto MR-31C também ocorre do lado leste da faixa, próximo ao hornblenda-biotita xisto. A granulometria de sua matriz é inferior a 0,5mm e composta principalmente de plagioclásio e quartzo além de biotita, epídoto e alguma muscovita. Ocorrem também porfiroblastos (1,0mm) de epídoto, plagioclásio e granada. Os teores de plagioclásio ficam em torno de 40%, quartzo 20%, biotita 35%, e granada 5%.

Ocorrem texturas lepidoblástica, marcada pelas micas e porfiroblástica da granada. Mas a feição textural mais importante é a blastoporfirítica do plagioclásio, que aponta uma origem ígnea para esta rocha.

3 . 2 - Interpretações:

Os metassedimentos apresentam uma paragênese mineral típica de pelitos submetidos a um metamorfismo do fácies anfibolito, zona barrovia da estauroлита/cianita, com alto grau de recristalização. A presença de um seixo granítico dentro de um metassedimento não é decisivo para indicar a fonte, mas demonstra uma contribuição importante (MR-137B1).

Em um perfil leste-oeste, que corta perpendicularmente as principais direções estruturais da faixa de metassedimentos, observa-se que ocorrem mudanças simétricas na composição mineral dos metassedimentos. Observa-se uma zonação desde as bordas até o centro da faixa de metassedimentos, a qual manifesta-se da seguinte maneira: As bordas, no contato com os corpos anfibolíticos maiores, ocorrem os hornblenda-biotita xistos; mais ao centro, imediatamente ao lado, aparecem os granada-biotita xisto com cianita; posteriormente surgem os granada-estauroлита-muscovita-biotita xistos; e por último, no centro o muscovita-cianita xisto.

A paragênese mineral metamórfica das rochas metassedimentares, indica condições semelhantes de metamorfismo em toda a faixa, assim sendo, a variação de termos minerais reflete uma diferença composicional dos sedimentos e o padrão de distribuição dos metassedimentos desta faixa pode ser atribuída a um processo tectônico compressivo que encurvou o pacote de sedimentos, soerguendo as bordas e colocando-as em uma posição topográfica igual às posições estratigráficas superiores.

A ausência de estauroлита em algumas amostras pode ser explicada por uma abundância maior em cálcio na rocha, o que privilegia a formação de anortita e epídoto (p/ex. MR-31C) (Yardley, 1989).

Capítulo IV

METAMORFISMO E QUÍMICA MINERAL DAS ROCHAS METASSEDIMENTARES

1 - INTRODUÇÃO:

Neste capítulo são apresentados e interpretados os dados de química dos minerais que compõem as rochas metassedimentares. O estudo tem como objetivo principal a determinação das condições de pressão e temperatura que estas rochas foram submetidas.

Os metassedimentos da faixa oeste apresentam paragêneses minerais variadas, todas típicas de pelitos submetidos a metamorfismo de fácies anfíbolito, zona barrovia da estauroлита/cianita. Foram escolhidas 5 amostras representativas das variações mineralógicas apresentadas pelas rochas metassedimentares. As abreviações dos nomes de minerais utilizadas são de Kretz (1983).

A determinação da composição dos minerais foi obtida com o uso de uma microsonda eletrônica CAMECA SX 50, do Laboratório de Microsonda Eletrônica da Universidade de Brasília. As condições de uso foram 15KV e 25nA, com feixe variando entre 5 e 10 μ . Silicatos naturais foram utilizados como padrões para todos os elementos.

2 - QUÍMICA MINERAL:

Cinco amostras de xistos, com representatividade litológica e areal, foram analisadas para a determinação da composição de sete minerais; anfíbólio, biotita, muscovita, estauroлита, epídoto, plagioclásio e granada. Nos dois últimos minerais foram feitos perfis com a finalidade de observar a zonação composicional.

A tabela IV-1 apresenta as amostras com as respectivas paragêneses analisadas e o número de análises feitas. Os dados obtidos são apresentados no anexo 1.

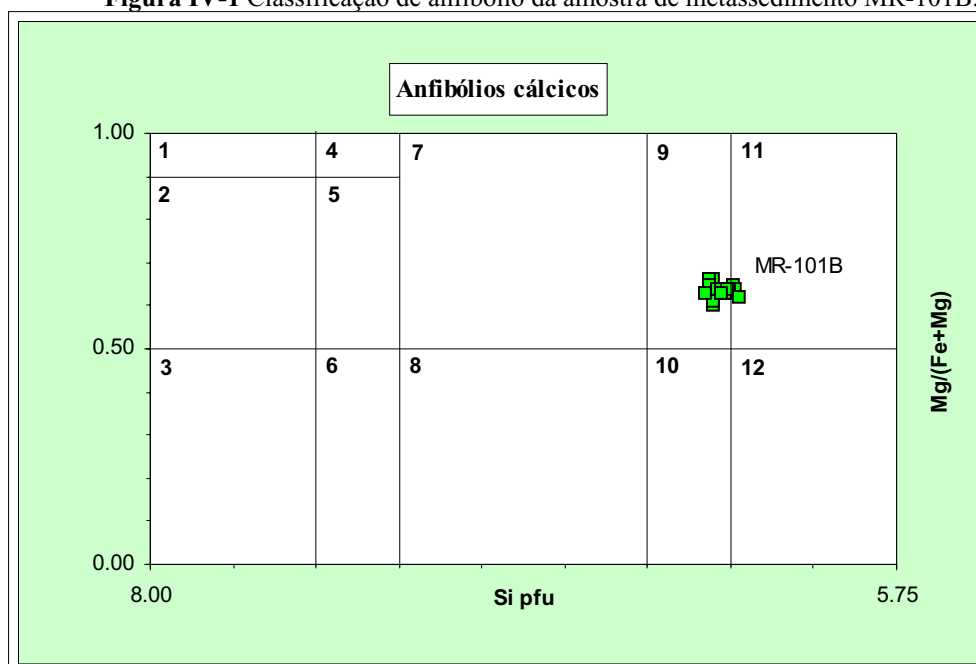
Tabela IV-1 Número de análises por minerais e amostras.

Amostra	Rocha	Hbl	Pl	Grt	Bt	Ms	St	Ep	Total
MR-101B	Hbl-Bt xisto c/Ky	18	23	28	20				89
MR-31C	Grt-Bt xisto		24	39	22	3		3	91
MR-173	Grt-Bt xisto c/Ky		23	52	40	6			121
MR-104A	Grt-St-Ms-Bt xisto		13	20	18		14		65
MR-137A	Grt-St-Ms-Bt xisto		16	41	22	3	18		100
Total		18	99	180	122	12	32	3	466

2.1 - Análises minerais:

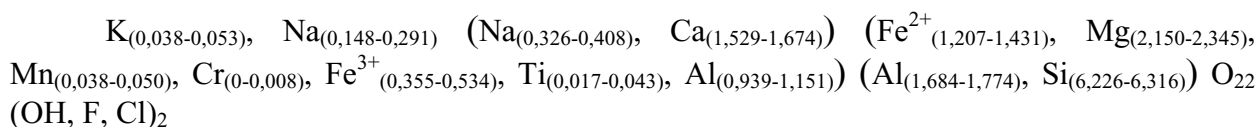
Anfibólio: O anfibólio da amostra MR-101B (Hbl-Bt xisto) contém teores de TiO_2 inferiores a 0,5% ($\approx 0,029$ íons pfu, por fórmula unitária), $CaO + NaO$ maior que 1,34% ($\approx 2,2$ íons pfu) e NaO menor que 0,67% ($\approx 0,58$ íons pfu). Segundo a classificação de Hawthorne (1981) estes parâmetros colocam o anfibólio desta amostra no grupo de anfibólios cálcicos (hornblenda) e no gráfico que utiliza a razão $Si \times Mg / (Mg + Fe)$, o posicionamento da média dos grãos dá-se no campo da hornblenda tschermatítica no limite com o campo da tschermaquita (figura IV-1).

Figura IV-1 Classificação de anfibólio da amostra de metassedimento MR-101B.



Campos: 1 Tremolita; 2 Actinolita; 3 Fe-actinolita; 4 Hbl tremolítica; 5 Hbl actinolítica; 6 Hbl Fe-actinolítica; 7 Mg hornblenda; 8 Fe-hornblenda; 9 Hbl tschermatítica; 10 Hbl Fe-tschermatítica; 11 Tschermaquita e 12 Fe-Tschermaquita.

A Fórmula estrutural do anfibólio da amostra MR-101B é:

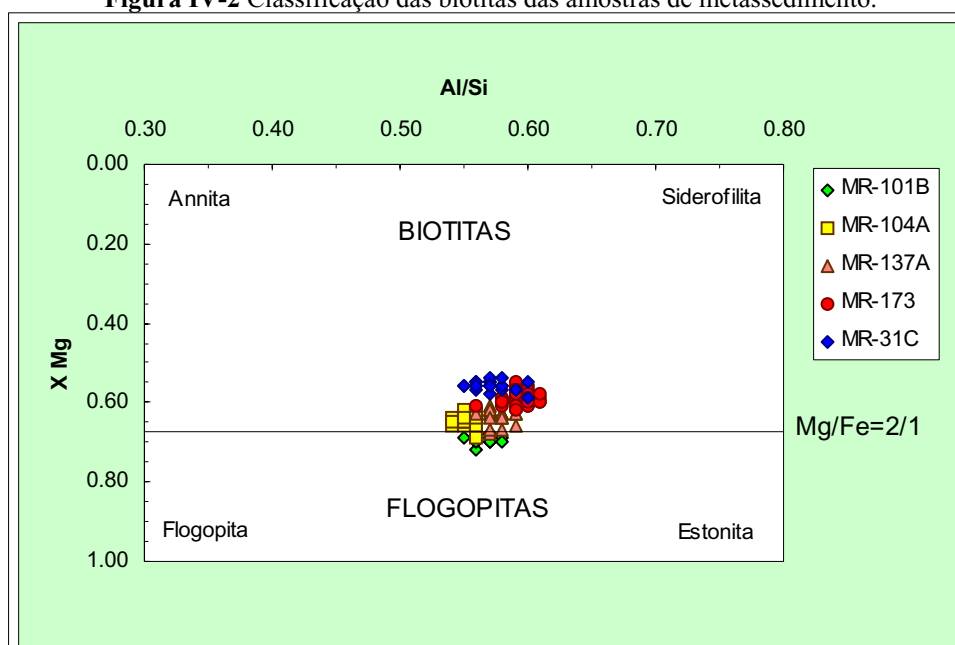


Biotita:

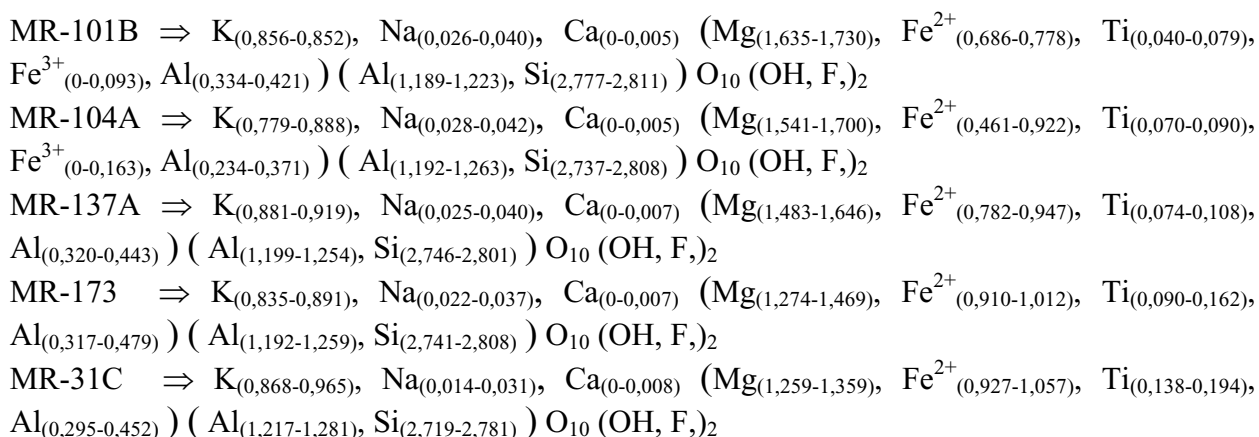
A análise de biotita foi feita em grãos individuais, com cerca de duas análises por grão. Para a classificação das micas foi utilizado o diagrama de razões de Al/Si x X_{Mg} (Mg/Mg+Fe) (figura IV-2).

As biotitas são bastante ricas em Mg, com X_{Mg} variando de 0,59 a 0,69. A classificação da maioria das amostras fica no campo das biotitas com uma amostra no campo das flogopitas. Estas micas possuem razões Al/Si de 0,59 a 0,69, um meio termo entre as razões das micas ricas em Fe-Mg e Al, que variam de 0,33 a 0,8 respectivamente.

Figura IV-2 Classificação das biotitas das amostras de metassedimento.

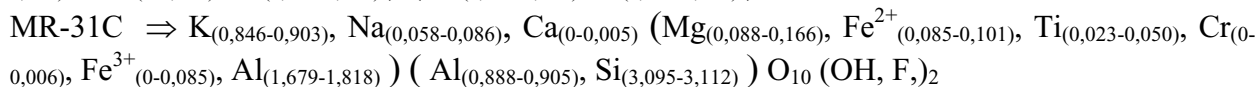
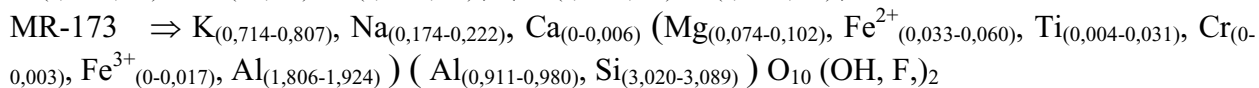
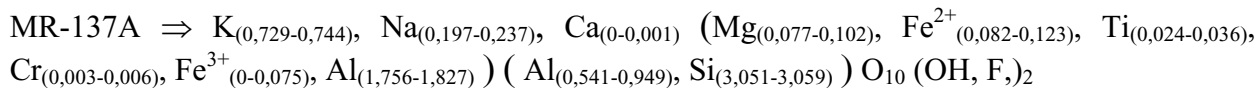


As fórmulas estruturais da biotita para cada amostra são as seguintes:



Muscovita:

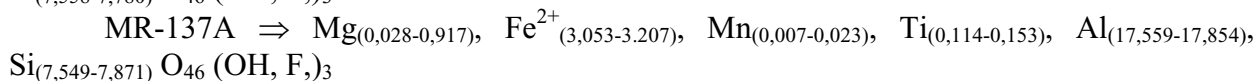
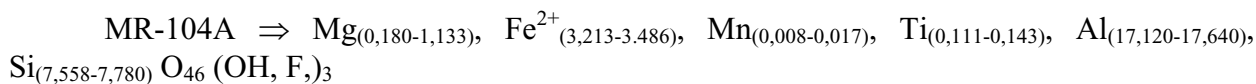
A muscovita analisada apresenta razões Si/Al menores que 3 (1,08 a 1,17), e para cada amostra foram calculadas as seguintes fórmulas estruturais:



Estaurolita:

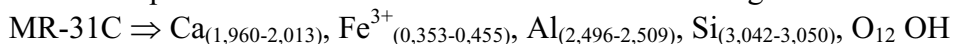
A estaurolita, além de mineral índice no esquema zonal barroviano, indica que a rocha é um pelito verdadeiro, rico em Al e pobre em Ca (Yardley, 1989), isto é sem contribuição de rochas carbonáticas.

Foram analisadas duas amostras de xistos com estaurolita, MR-104A e MR-137A, cujos valores de X_{Mg} variam pouco (0,21-0,25), sendo suas fórmulas estruturais:



Epidoto:

O epidoto da amostra MR-31C teve calculada a seguinte fórmula estrutural:



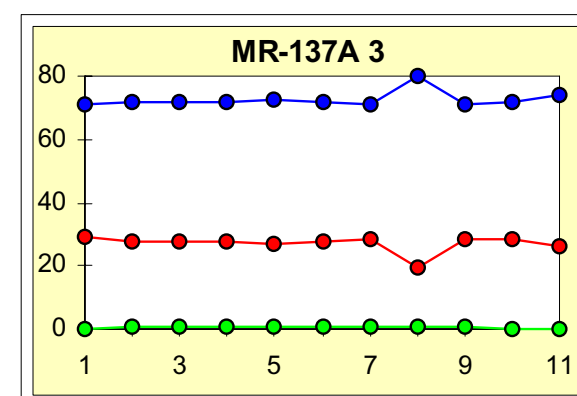
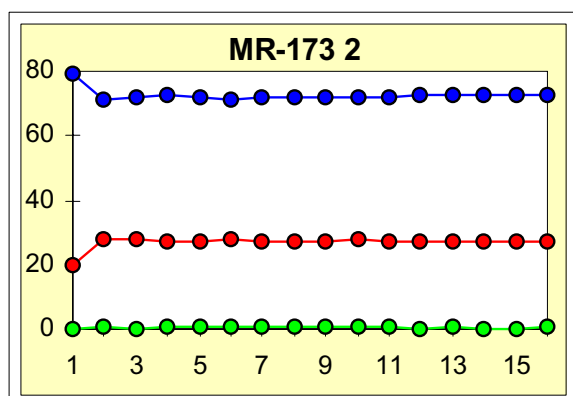
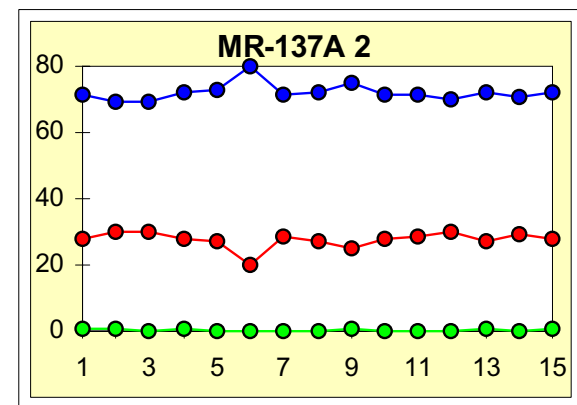
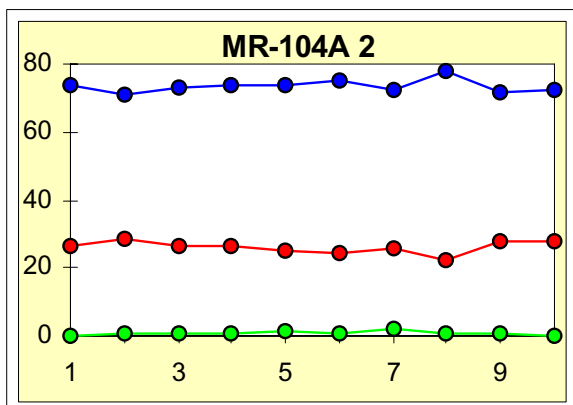
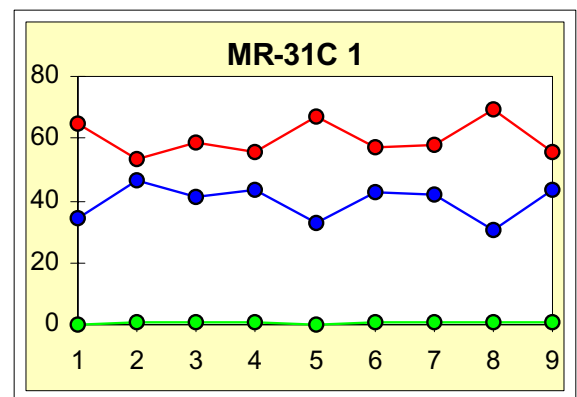
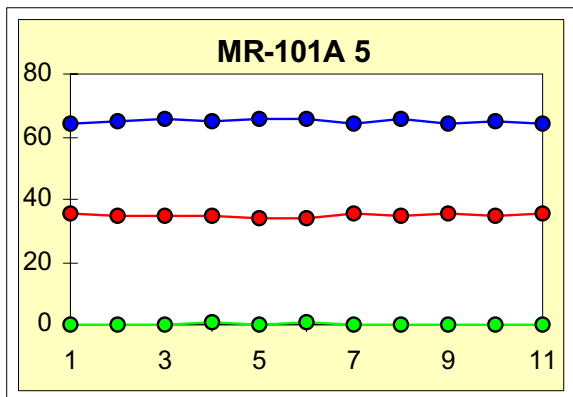
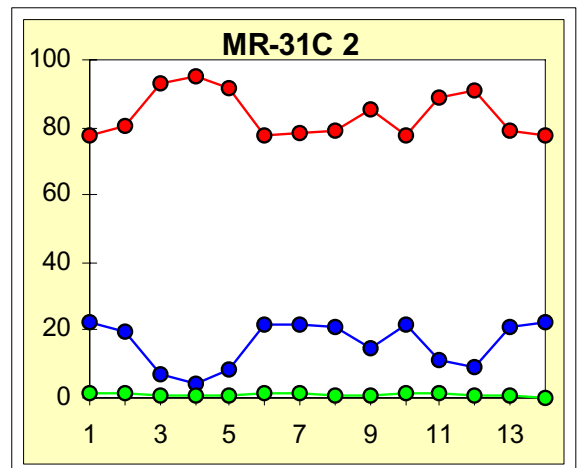
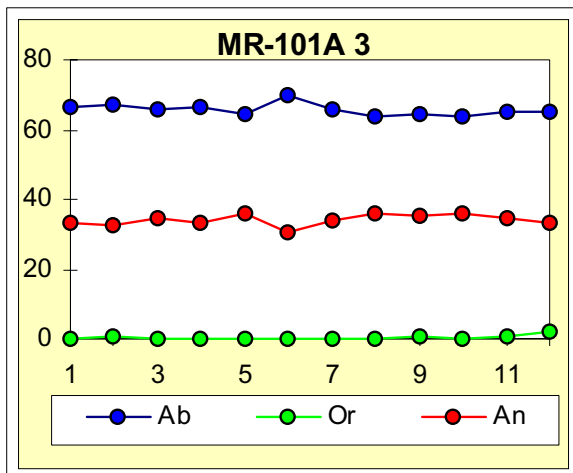
2.2 - Análises de porfiroblastos de plagioclásio e granada:

Cristais zonados são tidos como o registro químico pela qual a história da evolução metamórfica da rocha é registrada (Spear & Selverstone, 1983). Assim sendo, foram realizadas análises composicionais de porfiroblastos de plagioclásio e granada, na forma de perfis, em grãos de 0,5 a 1,5mm, com a finalidade de observar as variações composicionais, já que estas variações são resultantes da evolução metamórfica.

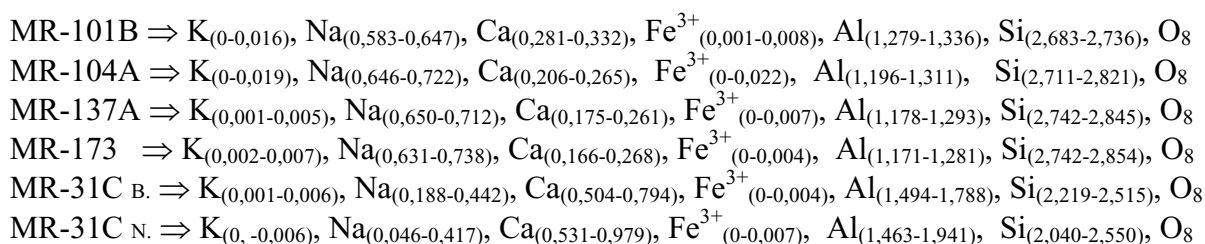
Plagioclásio:

As análises de microsonda eletrônica indicam que o plagioclásio dos xistos é do tipo oligoclásio, com An_{23-27} nos granada-estaurolita-muscovita-biotita xistos (MR-104A e MR-137A) e granada-biotita xistos (MR-173), e andesina, An_{30-35} , nos hornblenda-biotita xistos (MR-101B). O plagioclásio do granada-biotita xisto (MR-31C) tem teores de anortita altos, An_{77-91} , o que diferencia este xisto dos demais.

Figura IV- 3 Perfis composicionais de plagioclásio dos metassedimentos.



Foram calculadas as seguintes fórmulas estruturais para o plagioclásio dos xistos:



Perfis composicionais de alguns grãos de plagioclásio, de 0,7 a 1,5mm, foram confeccionados (figura IV-3) com a finalidade de observar variações através dos grãos. A maioria das amostras apresenta grãos de plagioclásio com um perfil composicional constante, sem variação significativa entre núcleo e borda. Uma exceção é a composição dos grãos da amostra MR-31C (granada-biotita xisto) que apresentam uma zonação normal, com composição variando entre anortita, An_{91} , no núcleo, a bitownita, An_{77} , nas bordas.

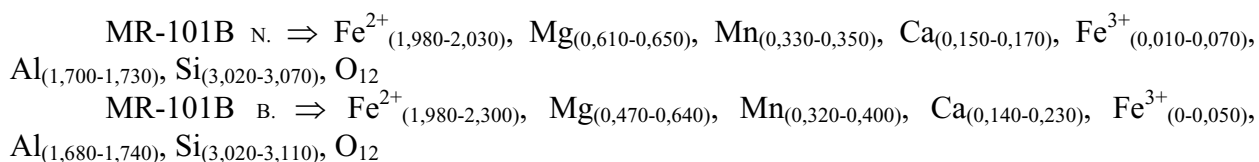
Na maioria dos xistos a composição do plagioclásio varia entre oligoclásio e andesina; o que é compatível com o grau metamórfico a que estas rochas foram submetidas.

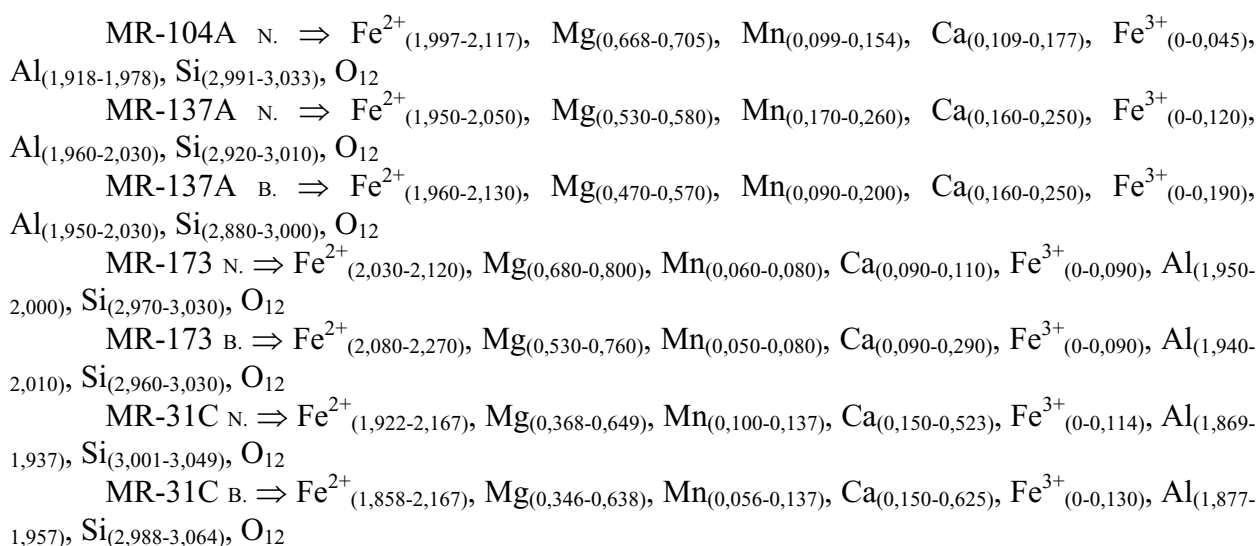
Plagioclásio com alto teor de anortita não é comum em rochas metamórficas de origem pelítica. Os grãos da amostra MR-31C são ricos em anortita, deste modo a sua composição é interpretada como reliquiar. A composição original destes grãos pode estar relacionada a uma significativa contribuição ígnea para a fonte dos sedimentos. Um processo rápido de sedimentação, com pouca ou nenhuma alteração intempérica, aliado ao tamanho do grão, contribuiu para que a composição original do feldspato desta amostra não fosse modificada pelo metamorfismo.

Granada:

Na maioria dos xistos a granada é dominada pelo par almandina (Fe^{2+}) Alm_{67-72} e piropo (Mg) $\text{Prp}_{(17-26)}$. Espessartita (Mn) $\text{Sps}_{(1-10)}$ e grossulária (Ca) $\text{Grs}_{(1-10)}$ aparecem em teores pouco expressivos, e uvarovita (Cr) e andradita (Fe^{3+} e Ti) são praticamente inexistentes. A granada do granada-biotita xisto (MR-31C) apresenta um pequeno aumento nos teores de grossulária (Grs_{1-16}) no núcleo dos grãos.

Foram calculadas as seguintes fórmulas estruturais para as granadas dos xistos:





A granada apresenta um perfil composicional do tipo “sino” e a composição é dominada por almandina que aumenta do centro para as bordas, ocorrendo o inverso para o piropo. Os perfis de espessartita e grossulária são praticamente planos e os teores pouco representam na composição final que é dominado pelo par almandina piropo (figura IV-4). Na borda de alguns grãos ocorre uma particular queda nos teores de almandina.

Feições texturais mostram que a granada cresceu sobre a estauroлита, isto é, a partir do consumo desta (ver fotomicrografias III-13 e III-14, capítulo III).

O padrão de crescimento de almandina do núcleo para as bordas é interpretado por Hollister (1966) como um fracionamento dos elementos a uma temperatura constante, e Treczinski (1977) atribui este padrão a uma reação contínua acompanhada por aumento de temperatura.

A queda dos teores de almandina nas bordas de alguns grãos pode ser devida a um reequilíbrio da granada com a matriz durante a diminuição de temperatura após o pico metamórfico, onde estauroлита ou biotita retomam seu crescimento, aumentando o consumo de ferro da matriz e as granadas conseqüentemente tendo suas bordas empobrecidas em ferro.

A razão X_{Mg} varia de 0,20 a 0,28 no interior dos grãos decrescendo para valores de 0,13 a 0,22 nas bordas. Os valores são mais baixos que o da estauroлита e da biotita das mesmas amostras, o que é coerente com os modelos de coexistência mineral de xistos pelíticos (Yardley; 1989, Philpotts; 1990).

Figura IV-4 perfis composicionais de granada dos metassedimentos.

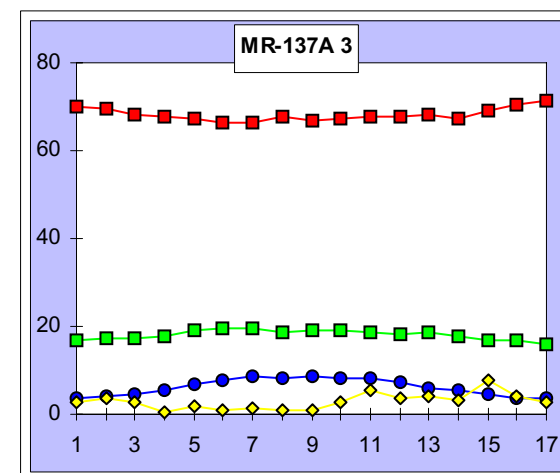
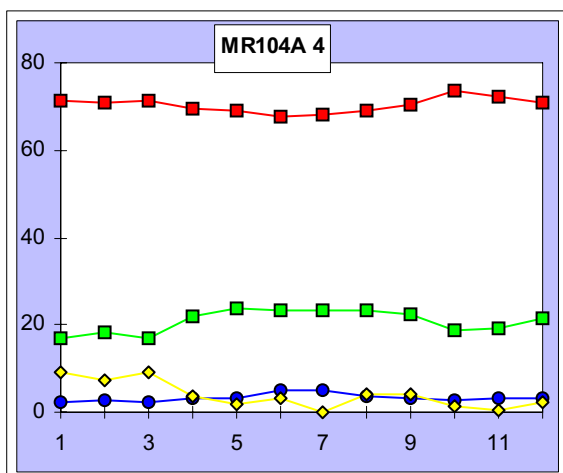
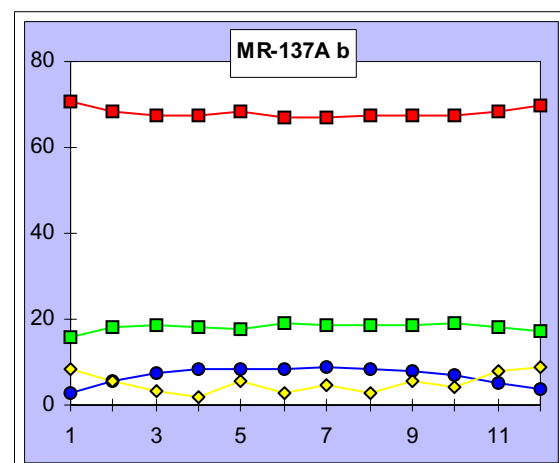
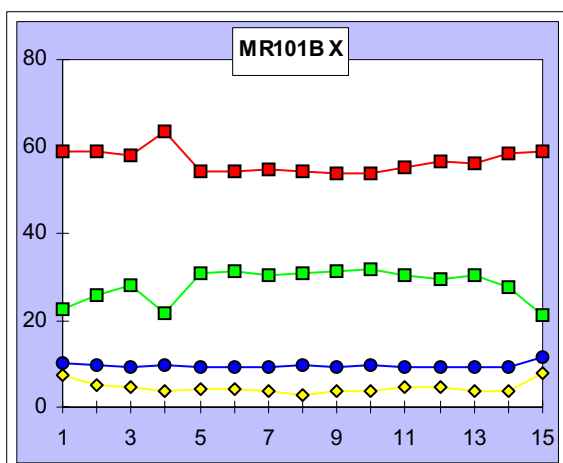
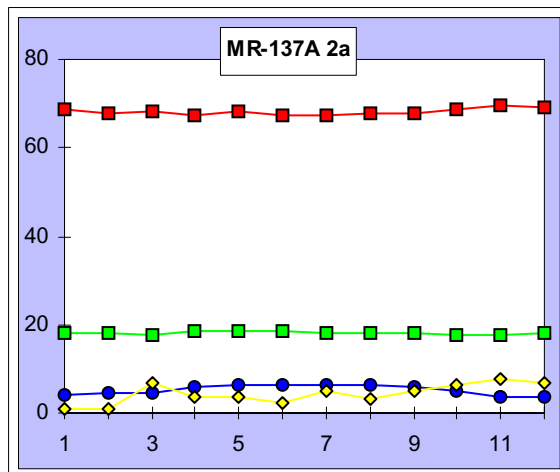
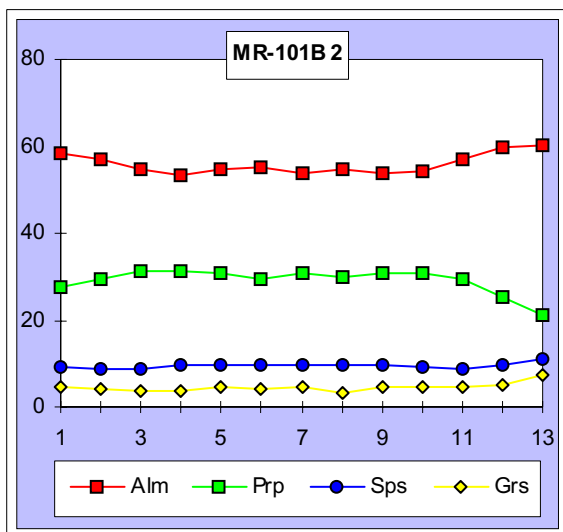
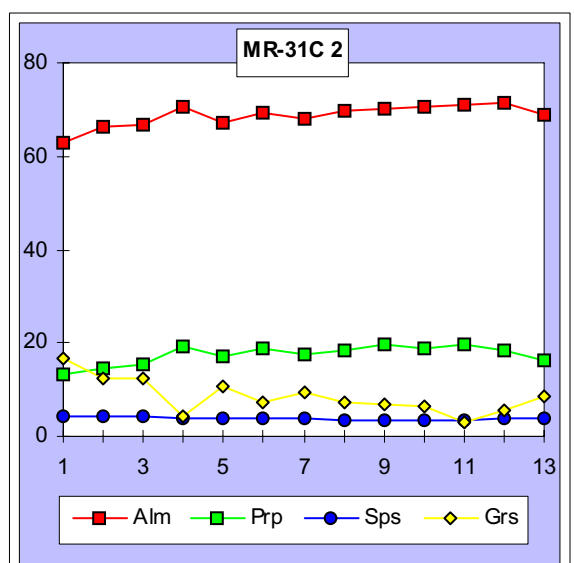
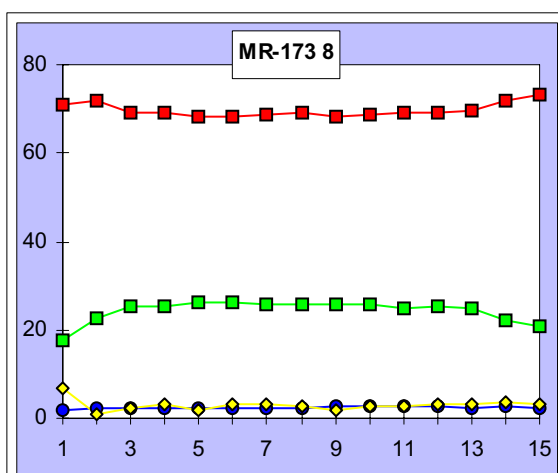
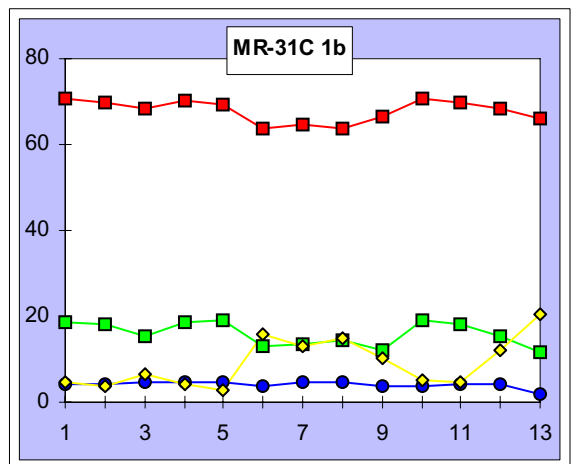
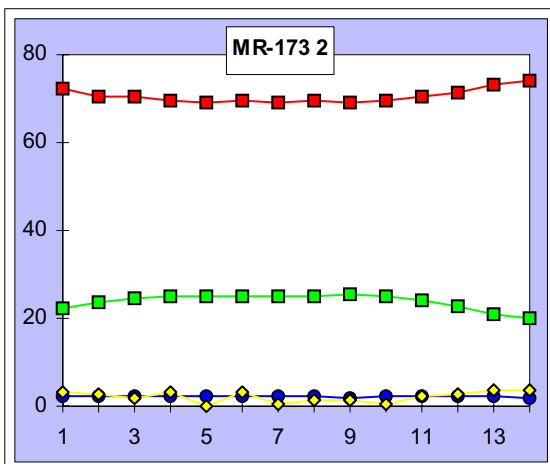
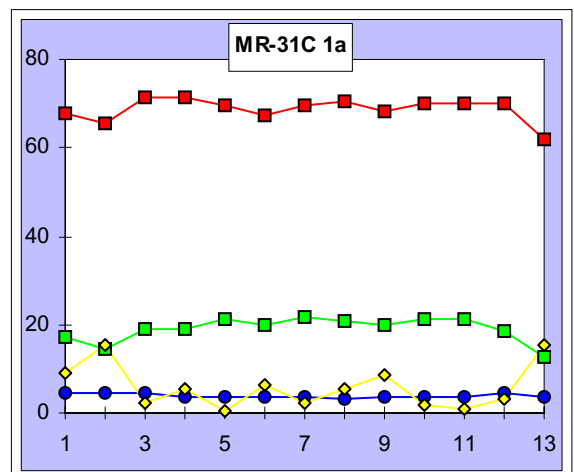
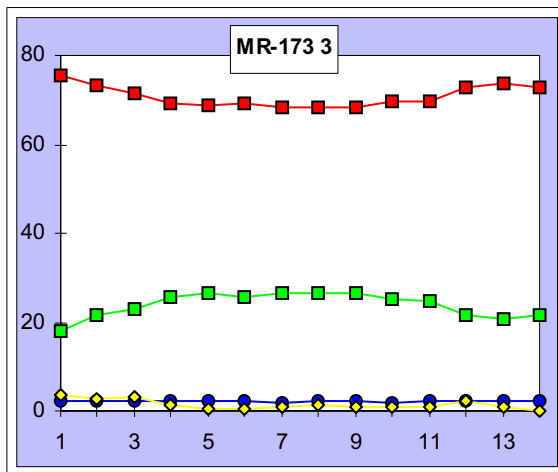


Figura IV-4 (cont) perfis composicionais de granada dos metassedimentos.



3 - GEOTERMOBAROMETRIA:

As rochas metassedimentares da seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa possuem paragêneses que favorecem a determinação das condições de temperatura e pressão do metamorfismo. As amostras escolhidas para o estudo apresentam associações metamórficas variadas, formadas durante o pico do metamorfismo, com poucas evidências de retrometamorfismo. Foram selecionadas amostras distribuídas ao longo de toda a faixa oeste a fim de se obter dados de pressão e temperatura (P e T) para toda a sua extensão.

3 . 1 - Conceitos básicos:

A geotermobarometria tem por finalidade quantificar as condições de temperatura (T) e pressão (P) do metamorfismo a partir da composição química de minerais coexistentes em uma rocha (Spear 1989, 1993).

A determinação da temperatura é baseada em reações de troca catiônica, que evoluem com grande variação de entalpia (ΔH), pequena variação de volume (ΔV) e sendo por isso, pouco dependentes da pressão. A substituição de Fe por Mg é um bom exemplo de reação de troca catiônica estando presente na maioria dos minerais metamórficos ferro-magnesianos como granada, biotita, estauroлита, cordierita, etc. Em geral as reações que envolvem esta substituição são bons geotermômetros (Philpotts, 1990; Spear, 1993).

A determinação da pressão é baseada em reações metamórficas que apresentam grande variação de volume (ΔV). Em geral, a variação química dos minerais presentes nestas reações ocorre via substituições acopladas, por exemplo a substituição do plagioclásio ($\text{Ca Al Na}_1 \text{Si}_{11}$) que envolve cátions com valências diferentes (Spear, 1993).

3 . 2 - Metodologia:

A determinação das condições de P e T foi feita com o uso do programa Thermocalc, um banco de dados termodinâmicos internamente consistente (Powell & Holland, 1988), sendo utilizada a versão V2.6 com banco de dados atualizado em abril de 1996. Foram utilizadas as seguintes paragêneses minerais para a determinação de P e T:

MR-101A (Hbl-Bt xisto c/ Ky) - Hbl, Pl, Grt, Bt, Qtz e Ky.

MR-104A (Grt-St-Ms-Bt xisto) - Pl, Grt, Bt, St, Ms e Qtz.

MR-137A (Grt-St-Ms-Bt xisto) - Pl, Grt, Bt, St, Ms, Qtz e Ky.

MR-173 (Grt-Bt xisto c/ Ky) - Pl, Grt, Bt, Ms, Qtz e Ky.

MR-31C (Grt-Bt xisto) - Pl, Grt, Bt, Ms, Ep e Qtz.

3.3 - Resultados:

Os cálculos forneceram valores de pressão (P) e temperatura (T) cujos resultados obtidos são apresentados na tabela IV-2.

Tabela IV-2 Dados de temperatura e pressão das rochas metassedimentares da faixa oeste.

Amostra	Rocha	P (Kbar)	T (°C)
MR-137A 2	Grt-St-Ms-Bt xisto	7,3 ± 0,6	609 ± 12
MR-137A 3	Grt-St-Ms-Bt xisto	7,6 ± 0,8	613 ± 23
MR-101B 3	Hbl-Bt xisto c/Ky	5,8 ± 1,1	731 ± 41
MR-101B 5	Hbl-Bt xisto c/Ky	6,0 ± 1,1	711 ± 43
MR-173 2	Grt- Bt xisto c/Ky	5,6± 1,1	710 ± 43
MR-173 3	Grt -Bt xisto c/Ky	5,0± 1,1	706 ± 52
MR-104A 2	Grt-St-Ms-Bt xisto	6,6 ± 1,0	638 ± 35
MR-104A 4	Grt-St-Ms-Bt xisto	8,1 ± 0,9	616 ± 32
MR-31C 1	Grt-Bt xisto	8,1 ± 0,6	608 ± 20
MR-31C 2	Grt-Bt xisto	5,8 ± 1,4	657 ± 47

O número após a identificação da amostra refere-se a diferentes campos da mesma amostra.

Com base nos dados de temperatura e pressão obtidos e apresentados na tabela VI-2 e figura IV-5 foi possível obter as seguintes interpretações:

Os metassedimentos apresentam dois conjuntos P-T distintos: O conjunto onde razão P/T é alta, como na amostra MR-137A que apresenta pressão de cerca de 7,5Kbar e temperatura de cerca de 620°C, e o conjunto onde a razão P/T mais é mais baixa, como nas amostras MR-101B, MR-173 que apresentam pressão de 5 a 6 Kbar e temperatura de 700 a 740°C.

As amostras MR-101B e MR-173 apresentam em sua composição mineral cianita, mas são plotadas abaixo da reta univariante cianita/silimanita, indicando uma condição meta-estável da cianita, isto é, sua geração ocorreu em condições de razão P/T mais alta, mas não foi totalmente reequilibrada nas novas condições.

As amostras MR-104A e MR-31C apresentam valores transitórios da razão P/T, principalmente no que se refere a pressão. Esta variação pode ser interpretada como o registro dos dois eventos metamórficos, mas também pode ser devida a um baixo grau de homogeneização metamórfica da rocha. Particularmente no caso da amostra MR-31C o plagioclásio, cuja composição é importante no cálculo de pressão, apresenta uma composição reliquiar ígnea, o que compromete a confiabilidade dos resultados obtidos para esta amostra.

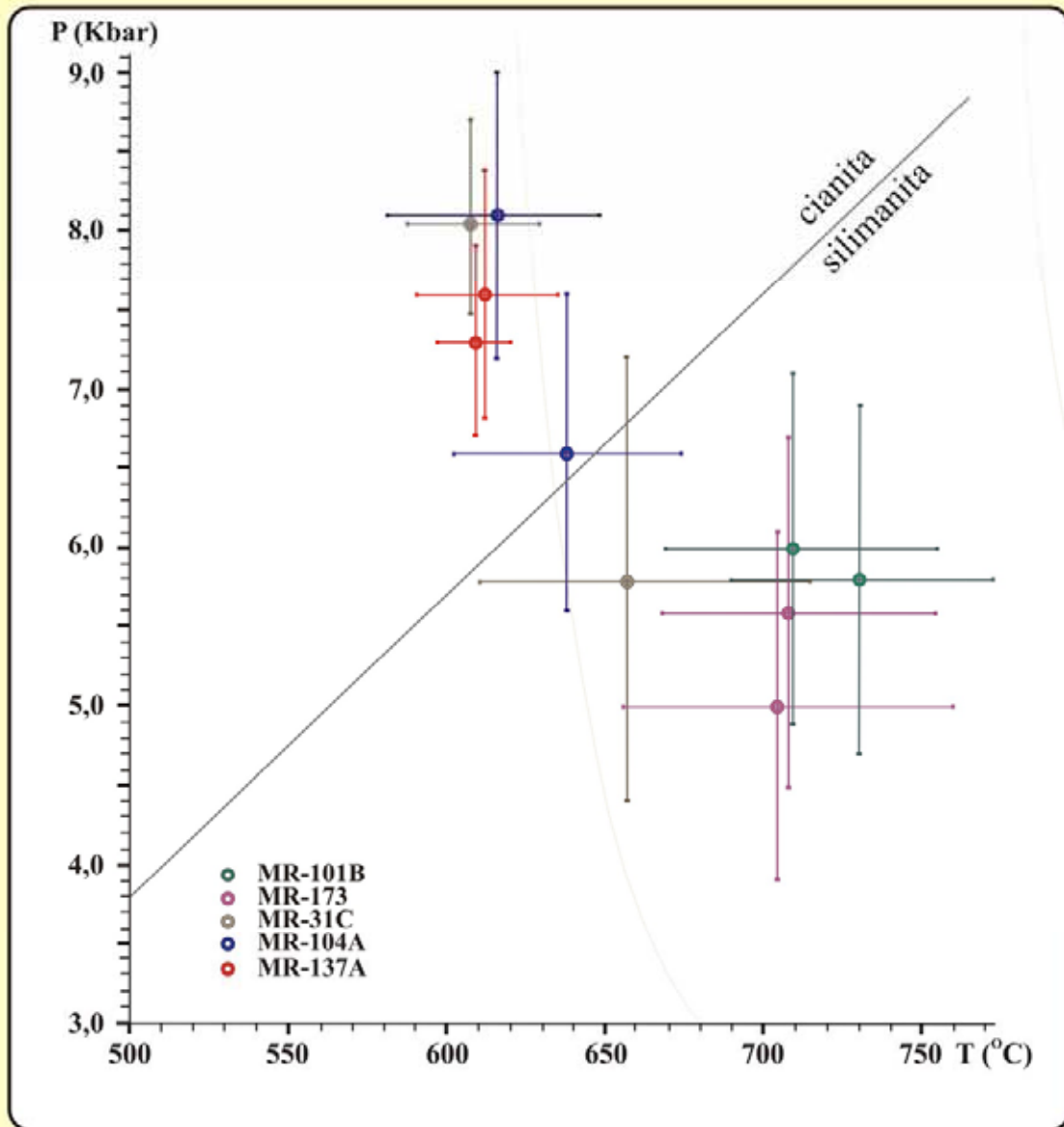


Figura IV - 5 Diagrama de P x T das rochas metassedimentares da Seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa.

4 - CONCLUSÕES:

Os dados de geotermobarometria dos metassedimentos mostram a existência de dois conjuntos P-T, ambos do fácies anfibolito, zona da cianita/silimanita. Um conjunto apresenta pressão de cerca de 7,5Kbar e temperatura de cerca de 620°C, e outro onde a pressão é mais baixa, de 5 a 6 Kbar, e a temperatura mais alta, de 700 a 740°C.

Os valores transitórios de P-T das amostras MR-104A e MR-31C, entre os dois conjuntos encontrados, são interpretados como resultado de cálculos a partir de uma paragênese mineral que não apresenta um equilíbrio químico total.

A presença de cianita em amostras cujos dados de P-T estão abaixo das condições de geração de cianita indica que a rocha já havia estado em condições de pressão mais alta.

Os dados de P-T podem indicar dois eventos metamórficos distintos, mas também podem representar um gradiente metamórfico entre os pontos amostrados, ou ainda ambos.

Para evidenciar a existência de um gradiente metamórfico é necessária uma quantidade muito maior de pontos de amostragem de P-T com distribuição areal homogênea, e para evidenciar a existência de dois eventos pode-se fazer a datação de cada um dos conjuntos de P-T.

Capítulo V

GEOQUÍMICA

1 - INTRODUÇÃO:

Neste capítulo são investigadas as características geoquímicas dos principais grupos de rochas que ocorrem na faixa oeste da Sequência vulcanossedimentar de Mara Rosa. Para tal, foram feitas análises de elementos maiores e traço para anfibolitos, gnaisses tonalíticos, rochas graníticas e rochas metassedimentares. Também foram feitas análises de elementos terras raras para os dois últimos grupos, já que suas interrelações representam um aspecto importante deste trabalho.

As rochas que ocorrem na área estudada são predominantemente metamórficas, tendo por isso sofrido alteração de sua composição original, principalmente no que se refere a elementos maiores. Deste modo algumas avaliações são utilizadas de modo qualitativo, enquanto que outras podem ter uma interpretação mais aproximada do real; ou porque o tipo de análise considera o fator metamórfico pouco importante, ou porque o processo metamórfico sofrido pela rocha não interferiu suficientemente para modificá-la.

2 - METODOLOGIA:

Todas análises foram feitas no laboratório de geoquímica da UnB (LAGEQ), a dissolução das amostras foi feita através de fusão com metaborato de lítio (LiBO_2) e a determinação dos elementos maiores, menores e terras raras foi feita por espectrometria de emissão de plasma (ICP), exceto o Na e K que foram determinados por espectrometria de emissão de chama; o ferro ferroso (FeO) foi obtido por volumetria e a perda ao fogo por gravimetria.

A análise dos elementos terras raras foi feita a nível experimental e a determinação feita por ICP, segundo o processo resumido no quadro no final do capítulo. Foram analisados apenas nove elementos (La, Ce, Pr, Sm, Nd, Eu, Gd, Er e Yb) dos quatorze que fazem parte do grupo de terras raras. Com a mesma metodologia, foi analisada uma amostra de granito padrão (JG2) do Geological Survey of Japan, o qual foi usado para monitorar e posteriormente corrigir os valores obtidos.

A comparação do valor do padrão JG2 obtido com o valor dado pelo banco de padrões de Govindaraju (1994) não apresentou diferenças significativas. Em algumas das amostras analisadas por ICP para ETRs, também foram realizadas análises Sm e Nd por espectrometria de massa no laboratório de geocronologia da UnB, e os resultados obtidos apresentaram semelhanças significativas. Os resultados do padrão e a comparação dos dados de Sm e Nd demonstram que a metodologia utilizada na análise de ETRs é satisfatória (ver tabela em anexo no fim deste capítulo).

3 - GEOQUÍMICA DAS UNIDADES LITOLÓGICAS:

Considerando que o objetivo principal deste trabalho é o estudo das rochas metassedimentares e granitos que ocorrem na área, foi dada mais ênfase a estas duas unidades litológicas, tendo como propósito identificar os possíveis protólitos da unidade metassedimentar, a evolução dos granitos e suas relações com estes metassedimentos. Nos gnaisses tonalíticos e anfibolitos foram realizados somente análises de elementos maiores e traços, cujo objetivo é realizar uma breve avaliação geoquímica permitir uma comparação com dados de outros pesquisadores.

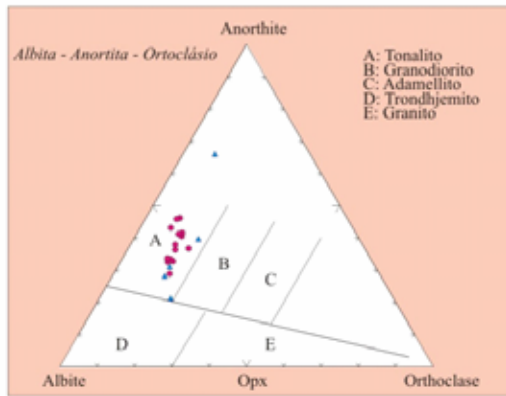
Para elementos maiores e traços foram analisadas um total de 37 amostras; 5 de gnaisses tonalíticos, 6 de anfibolitos, 12 de rochas metassedimentares e 14 de rochas graníticas. Para elementos terras raras foram analisadas 12 amostras; 5 de rochas metassedimentares e 7 de rochas graníticas.

3.1 - Gnaisses tonalíticos:

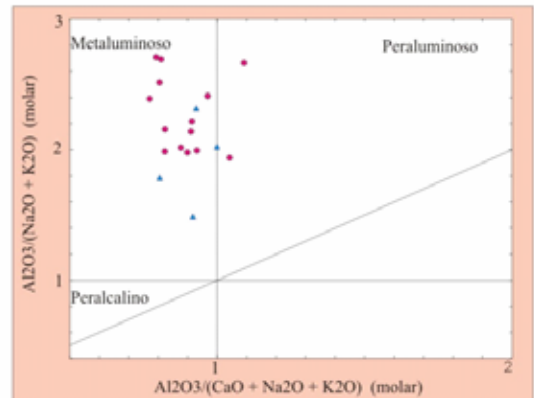
Trabalhos mais exaustivos e profundos a respeito destas rochas foram obtidos anteriormente por Viana e Pimentel (1994) e Viana (1995). Durante os trabalhos de campo foram coletadas algumas amostras com a finalidade de complementar dados existentes e confirmar a presença destas rochas na área. As tabelas V3.1 e V3.2 apresentam os dados geoquímicos obtidos, e os gráficos foram construídos com dados aqui obtidos e complementados com dados de Viana(1995).

A composição original destas rochas, segundo a composição normativa de feldspato de O'Connor, é de tonalito (figura V-3.1a). São predominantemente metaluminosas, aproximando-se do campo pereluminoso (figura IV-3.1b); e de natureza calci-alcalina (figura V-3.1c). No diagrama de séries magmáticas de $K_2O \times SiO_2$, de Peccerillo & Taylor (1976), estes *tonalitos* apresentam um caráter transicional entre a série toleítica e calci-alcalina, semelhante aos granitóides do complexo de Uasilau (Whalen, 1985), no arco magmático de Papua-Nova Guiné (figura V-3.1d).

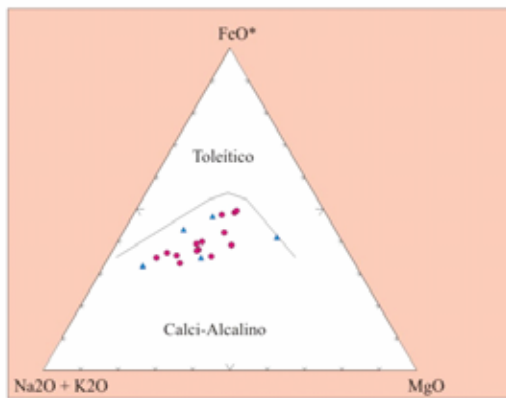
Gnaisses tonalíticos



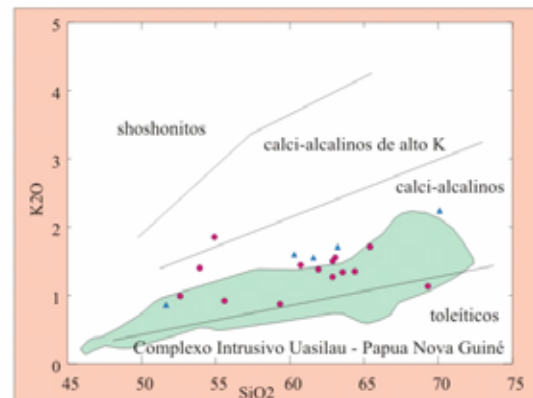
a) Diagrama de classificação de rochas baseado na composição normativa de feldspato (O'Connor, 1965)



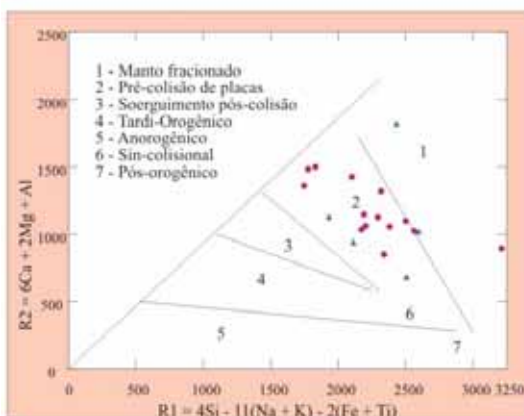
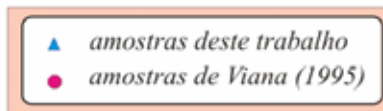
b) Diagrama de saturação em alumínio com base nos índices de Shand (Maniar & Piccoli, 1989)



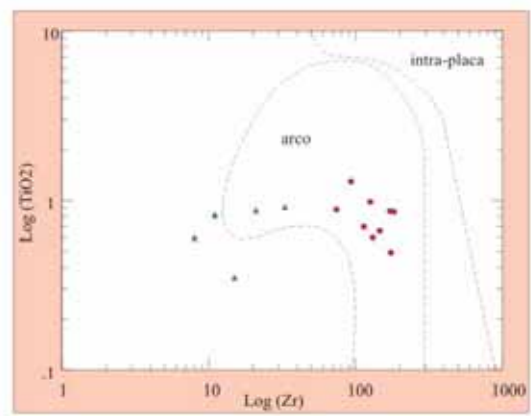
c) Diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971)



d) Diagrama K_2O vs SiO_2 (séries magmáticas) Dados do complexo Uasilau (Whalen, 1985)



e) Diagrama de caracterização de ambiente tectônico (Batchelor & Bowden, 1985)



f) Diagrama discriminante $Zr \times TiO_2$ (Pearce, 1980)

Figura V-3.1

O diagrama de ambientação tectônica de Batchelor e Bowden (1985) mostra que os tonalitos pertencem a um ambiente de pré-colisão de placas (figura V-3.1e), e o diagrama de Pearce (1980) coloca-os no campo das rochas de arco (figura V3.1f), sendo que neste último observa-se que algumas amostras, obtidas neste trabalho, caem fora do campo das rochas de arco, o que possivelmente deve-se a um problema laboratorial na avaliação do Zr.

Tabela V3.1a- Análises de elementos maiores (GnTo)

	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	PF	Total
MR-109A	63,21	0,87	14,96	3,25	4,08	0,09	3,15	5,31	2,80	1,71	0,25	0,69	100,37
MR-113	70,10	0,60	14,09	1,30	2,53	0,08	1,19	3,24	4,28	2,24	0,12	0,51	100,28
MR-128	51,64	0,35	20,38	1,27	5,23	0,13	6,48	10,27	1,74	0,86	0,12	1,59	100,06
MR-135	60,30	0,82	15,86	2,01	3,36	0,08	3,67	5,94	4,35	1,60	0,33	1,21	99,53
MR-143	61,59	0,91	16,84	3,33	3,03	0,08	2,17	4,69	4,04	1,55	0,45	1,10	99,78

Tabela V3.1b- Análise de elementos traço (GnTo)

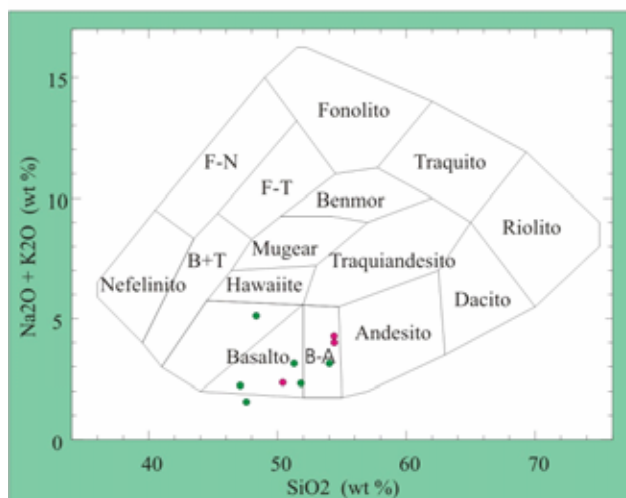
	Co	Nb	Sr	Y	V	Ni	Zr	Cu	Be	Cr	Ba	Zn
MR-109A	89	2	340	26	150	36	21	36	2	87	430	60
MR-113	90	-1	230	28	5	-5	8	6	2	1	550	50
MR-128	93	0	202	17	73	167	15	43	1	61	150	61
MR-135	109	0	336	12	96	51	11	10	1	54	467	63
MR-143	117	0	492	21	87	0	33	19	2	2	778	62

3.2 - Anfibolitos:

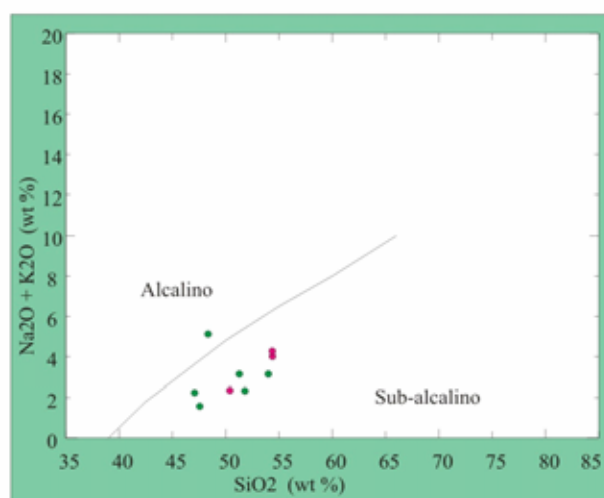
Com intuito de registrar alguma informação geoquímica a respeito dos anfibolitos que ocorrem na seqüência de Mara Rosa, foram feitas algumas análises destas rochas (tabelas V-3.2a e V-3.2b) aos quais foram reunidos dados obtidos por Viana (1995). Os dados foram plotados em gráficos de classificação litológica e de ambientação tectônica usados para rochas de origem ígnea. Os resultados não devem ser tomados como definitivos por tratar-se de rochas metamorfisadas, mas é possível obter-se uma idéia da natureza e origem dos protólitos.

O protólito dos anfibolitos são basaltos e basalto-andesíticos (Fig. V-3.2a) de filiação sub-alcalina, a exceção da amostra MR-172 que cai no campo das rochas alcalinas (Fig. V 3.2b). Tanto no diagrama AFM de Irvine & Baragar (1971, figura V-3.2c) como no diagrama de ambientação tectônica de Pearce & Norry (1979, figura V-3.2d) as amostras não apresentam um comportamento químico claro; assim sendo, não é possível determinar qual tipo de série sub-alcalina pertenciam os basaltos e nem seu ambiente tectônico. O espalhamento dos pontos nos dois últimos gráficos pode ser explicado pelos processos metamórficos, e/ou intempéricos/hidrotermais que afetaram estas rochas, os quais mobilizaram de modo significativo alguns elementos que compunham a rocha original (p/ex. álcalis), ou ainda pode dever-se a problemas laboratoriais na análise do Zr.

Anfibolitos

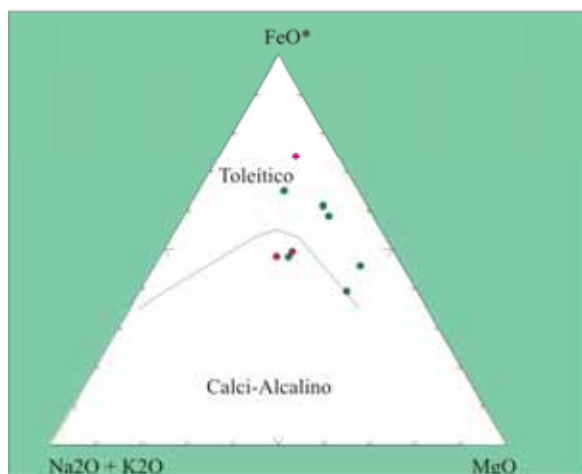


a) Diagrama álcalis Vs sílica para classificação de rochas ígneas (Cox et al., 1979).

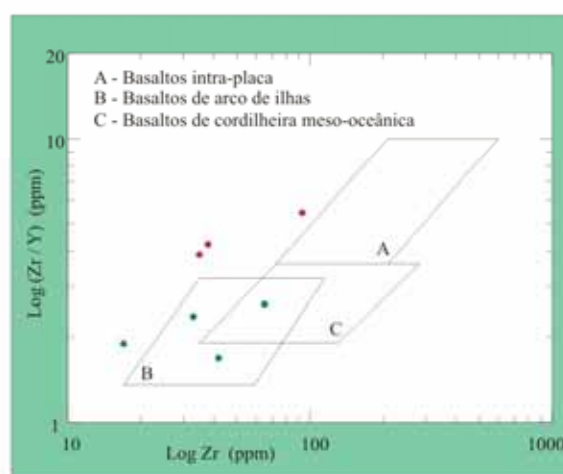


b) Diagrama álcalis Vs sílica para discriminação entre basaltos alcalino e sub-alcalino (Irvine & Baragar, 1971)

- amostras deste trabalho
- amostras de Viana (1995)



c) Diagrama AFM de discriminação entre basaltos toleítico e calci-alcalino (Irvine & Baragar, 1971).



d) Diagrama Log Zr Vs Log (Zr/Y) de identificação de ambiente tectônico (Pearce & Norry, 1979)

Figura V-3.2

Tabela V3.2a Análises de elementos maiores (anfíbolitos)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	PF	Total
MR-111A	51,82	2,27	12,48	5,46	9,78	0,19	7,04	8,15	2,02	0,31	0,30	0,71	100,53
MR-124	47,57	0,49	17,17	2,02	5,96	0,15	7,66	15,12	1,34	0,23	0,10	1,60	99,41
MR-144	47,10	1,70	15,21	2,63	11,12	0,19	7,32	12,43	1,84	0,40	0,21	0,09	100,24
MR-150	54,02	0,51	13,49	2,40	5,78	0,15	9,19	10,13	2,50	0,64	0,14	1,30	100,25
MR-172A	48,35	2,15	17,98	1,58	8,92	0,16	6,07	7,82	4,44	0,68	0,31	0,57	99,03
MR-176	51,29	2,50	15,48	2,84	9,90	0,27	3,61	8,35	2,50	0,64	1,13	0,95	99,46

Tabela V3.2b Análises de elementos traços (anfíbolitos)

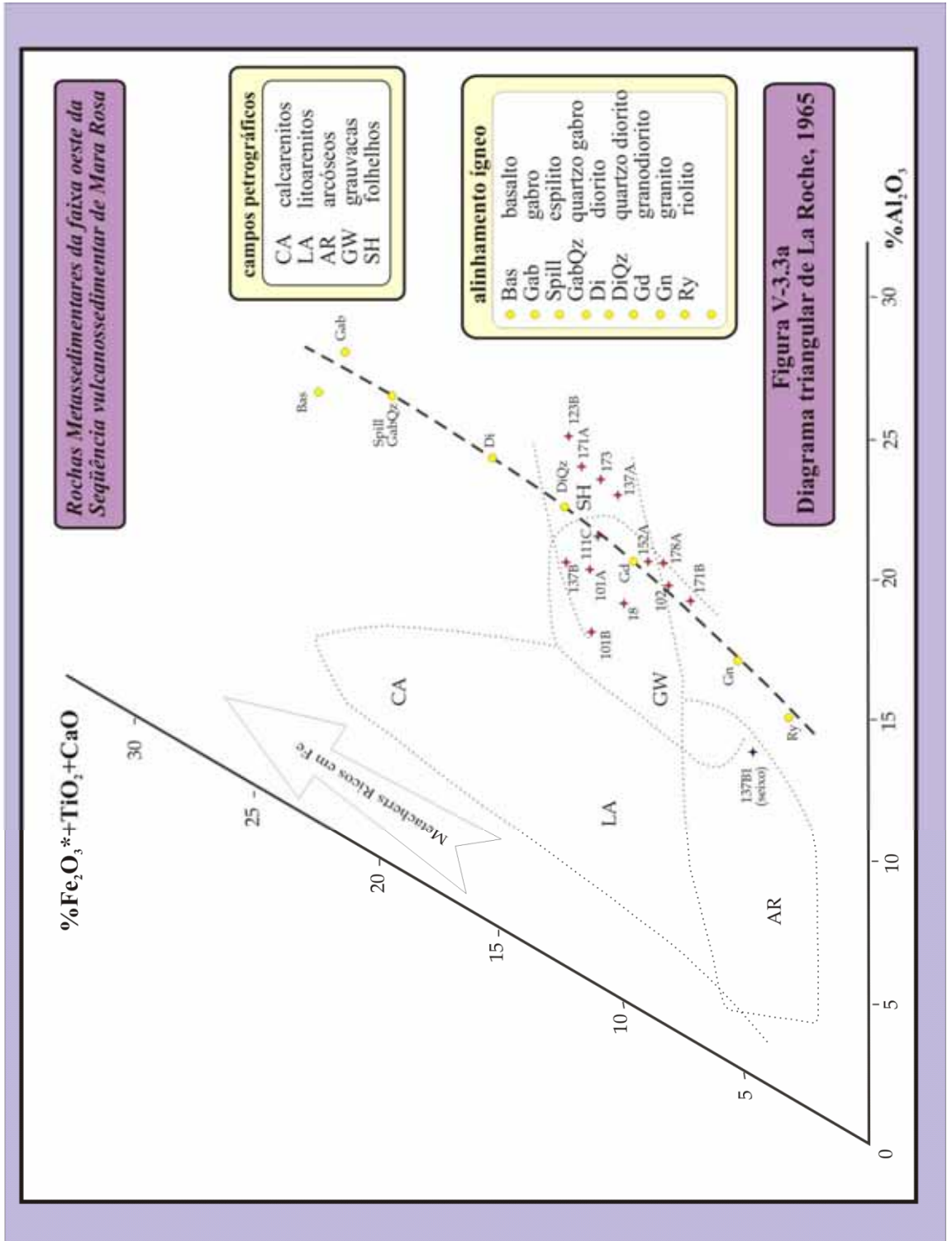
	Co	Nb	Sr	Y	V	Ni	Zr	Cu	Be	Cr	Ba	Zn
MR-111A	135	2	670	48	450	67	23	64	1	119	25	100
MR-124	116	0	232	9	187	107	17	29	0,5	229	2258	55
MR-144	126	0	357	25	267	78	65	55	1	165	31	96
MR-150	96	0	109	14	193	132	33	22	1	943	200	70
MR-172A	118	19	771	25	295	70	42	55	2	88	84	122
MR-176	137	68	555	55	79	24	18	15	3	5	47	166

3.3 - Metassedimentos:

A aplicação de uma metodologia de análise química em rochas de origem sedimentar é muito limitada devido a natureza variada das fontes dos sedimentos e dos processos geoquímicos sofridos, principalmente no que se refere aos elementos de maior mobilidade. Por tratarem-se de rochas metamorfisadas as dificuldades na determinação da rocha fonte aumentam. Estudos petrográficos destas rochas indicam que elas possivelmente tinham uma fonte próxima e que as condições metamórficas (P e T) foram semelhantes em toda a faixa. Deste modo, as diferentes paragêneses mineralógicas encontradas são decorrentes dos diferentes tipos litológicos que serviram de fonte para as rochas sedimentares.

O diagrama ternário de La Roche (1965) tem por objetivo caracterizar o protólito de rochas metamórficas e indicar a origem dos sedimentos baseado em dados químicos. As amostras de metassedimentos da faixa oeste, previamente identificadas por características petrográficas, foram inseridas neste diagrama com objetivo de melhor caracteriza-las (figura V-3.3a). O comportamento apresentado é de espalhamento no campo das grauvas e folhelhos, mas tipicamente acompanhando o alinhamento geral de rochas ígneas. Este comportamento é interpretado como resultado de um ciclo sedimentar curto onde os sedimentos preservaram muito das características geoquímicas das rochas ígneas originais (possivelmente vulcânicas) que serviram de fonte.

Os elementos terras raras das amostras de metassedimentos apresentam Σ ETRs (teores estimados, considerando que foram analisados apenas nove elementos) que variam de 50 a 150ppm (tabela V-3.3c). O padrão de fracionamento é bastante homogêneo (figura V-3.3b) e a inclinação das curvas é suave (La/Yb entre 10 e 15), com uma marcante anomalia negativa de európio (Eu/Eu* entre 0,078 e 0,103).



Metassedimentos

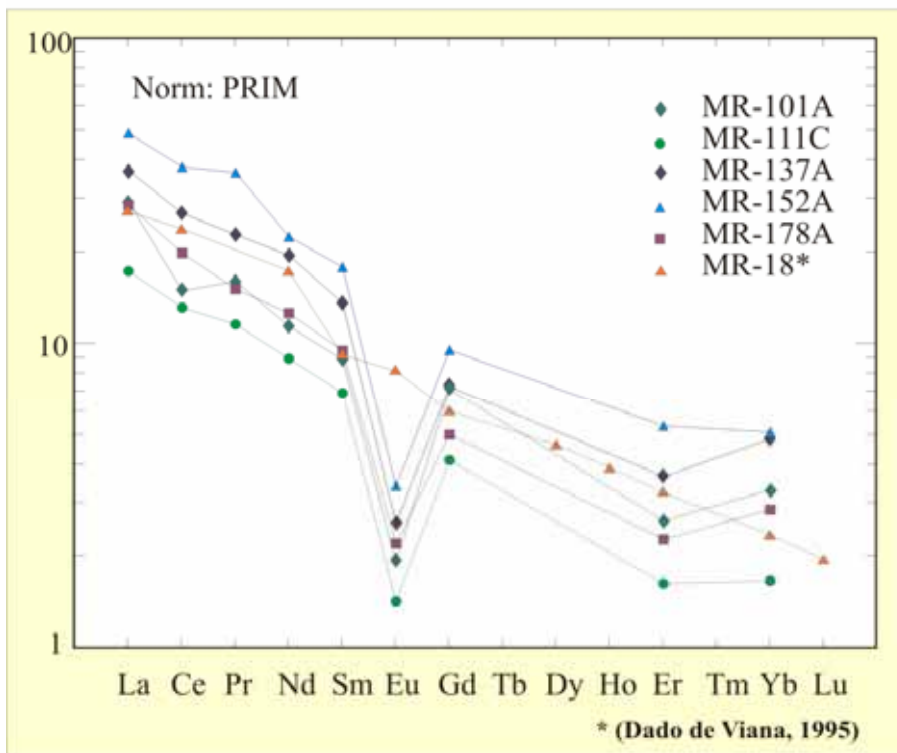


Figura V-3.3b Diagrama de distribuição de ETR das rochas metassedimentares da faixa oeste

Tabela V3.3a Análises de elementos maiores (metassedimentos)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	PF	Total
MR-101A	67,15	0,73	14,38	4,10	2,70	0,06	2,03	3,44	3,25	1,54	0,35	0,62	100,35
MR-101B	69,50	0,71	12,44	5,06	2,39	0,03	1,80	2,72	3,16	1,23	0,13	0,80	99,97
MR-102	70,71	0,66	15,33	2,06	2,01	0,02	1,31	3,24	2,11	1,62	0,25	0,70	100,02
MR-111C	65,20	0,84	16,09	2,34	3,19	0,06	2,66	4,37	2,40	1,85	0,14	0,80	99,94
MR-123B	58,19	1,07	20,46	7,71	2,07	0,03	2,67	0,56	2,04	4,12	0,07	0,94	99,93
MR-137A	63,40	0,94	17,47	3,16	4,86	0,17	3,47	0,85	1,07	2,55	0,33	1,11	99,38
MR-137B	63,90	0,65	14,40	0,51	7,02	0,50	3,18	3,66	2,70	1,63	0,47	0,89	99,51
MR-152A	66,73	1,05	15,89	2,54	4,02	0,08	2,74	0,99	2,16	2,25	0,14	1,44	100,03
MR-171A	59,15	0,93	18,77	2,42	3,24	0,07	2,65	4,83	3,70	1,92	0,19	1,29	99,16
MR-171B	67,71	0,73	15,48	1,91	2,39	0,08	1,26	2,10	4,02	2,61	0,16	0,70	99,15
MR-173	60,22	0,80	18,55	0,89	6,32	0,14	3,96	2,25	3,08	1,90	0,16	0,99	99,26
MR-178A	64,89	0,70	16,73	1,29	4,03	0,06	2,39	1,69	4,01	1,92	0,14	1,16	99,01

Tabela V3.3b Análises de elementos traços (metassedimentos)

	Co	Nb	Sr	Y	V	Ni	Zr	Cu	Be	Cr	Ba	Zn
MR-101A	89	1	250	10	125	56	59	1	1	134	370	45
MR-101B	103	1	310	16	150	50	76	39	1	134	270	21
MR-102	83	-1	510	5	78	2	78	127	1	10	500	560
MR-111C	62	1	310	12	150	19	47	42	1	46	615	67
MR-123B	169	0	155	14	24	0	54	6	1	20	347	35
MR-137A	121	0	66	24	84	108	102	69	1	128	468	42
MR-137B	132	0	99	20	53	32	23	6	2	78	309	66
MR-152A	159	0	101	16	96	36	45	22	1	98	611	32
MR-171A	92	10	360	15	125	18	77	17	4	5	381	87
MR-171B	77	12	352	21	74	4	147	28	1	12	782	81
MR-173	105	4	273	19	145	52	17	51	1	111	548	98
MR-178A	87	10	256	14	105	22	86	14	1	113	352	27

Tabela V3.3c Análise de elementos terras raras (ETRs) (metassedimentos)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Er	Yb	La/Yb	Eu/Eu*	teores*
MR-101A	17,31	22,27	3,78	12,99	3,33	0,27	3,55	1,06	1,37	12,68	0,078	74ppm
MR-111C	10,24	19,65	2,73	10,18	2,59	0,20	2,07	0,66	0,69	14,91	0,086	54ppm
MR-137A	21,84	39,93	5,37	22,15	5,10	0,36	3,63	1,48	2,02	10,41	0,083	112ppm
MR-152A	28,96	56,66	8,57	25,46	6,68	0,48	4,79	2,18	2,12	13,67	0,085	150ppm
MR-178A	16,87	29,61	3,56	14,33	3,56	0,31	2,51	0,92	1,18	14,35	0,103	81ppm

* valores estimados

3.4 - Rochas graníticas:

No capítulo anterior foram discutidos alguns aspectos que permitiram separar as rochas graníticas da área estudada em dois grupos distintos; - *Corpos graníticos deformados* e - *Corpos graníticos pouco deformados*. Além dos estudos de mineralogia; se fez necessário um estudo geoquímico (elementos maiores, menores e terras raras) para melhor caracterizar e diferenciar estes dois grupos e assim poder sugerir sua provável origem e evolução. Também foram analisadas uma amostra de diorito e o seixo granítico encontrado em metassedimentos. Os resultados analíticos são apresentados nas tabelas V-3.4a (maiores), V-3.4b (traços) e V-3.4c (ETRs).

A classificação geoquímica das rochas graníticas deformadas e pouco deformadas, segundo o diagrama álcalis x sílica de Middlemost (1985) demonstra que elas variam de granitos a granodioritos, de modo indistinto para os dois grupos (figura V-3.4a). No diagrama QAP (normativo) de Le Maitre (1989), os granitos pouco deformados caem no campo de granodioritos e os mais deformados apresentam um espalhamento que vai desde o campo dos tonalitos até o dos monzogranitos (figura V-3.4b). No diagrama de Maniar & Piccoli (1989, figura V-3.4c)

ambos grupos de rocha apresentam composição peraluminosa, e no diagrama AFM, de Irvine & Baragar (1971), é evidenciado o caráter calci-alcálico de ambos grupos de granitóides granitóides (figura V-3.4d).

Os teores de ETRs (estimados) para as rochas graníticas deformadas variam de 77 a 137ppm com uma média de 110ppm. Nas rochas graníticas pouco deformadas o granito Amador e o dique apresentam teores de 47 a 51ppm, e o granito Faina teores bem mais elevados de 150 a 197ppm. Os padrões de fracionamento são distintos; enquanto os granitos deformados apresentam razões La/Yb entre 11 e 15, os granitos pouco deformados apresentam razões La/Yb muito mais acentuadas, entre 20 e 48. Isto fica mais evidente na apresentação gráfica da distribuição de ETRs (figura. V-3.4e) onde ainda pode-se observar a marcante inclinação da curva do granito Faina. As amostras de ambos grupos apresentam anomalias negativas de európio (Eu/Eu* entre 0,037 e 0,101).

O diagramas de ambientação tectônica TiO₂ x Zr de Pearce (1980), demonstra que ambos grupos foram formados em ambiente de arco (figura V-3.4f) e no diagrama de Batchelor & Bowden (1985), eles seriam originados em um ambiente pré- a sin-colisional (figura V-3.4g).

Com relação ao corpo diorítico (definido por Viana, 1995) no diagrama de álcalis x sílica de Middelmost (1985, figura V-3.4a), esta amostra cai no campo de granodiorito, demonstrando assim que o corpo citado apresenta variações composicionais.

O seixo granítico deformado, encontrado dentro dos metassedimentos, apresentou uma composição tonalítica rica em quartzo; tanto quando plotado no diagrama de álcalis x sílica de Middlemost (1985) como quando plotado no diagrama AFM de Le Maitre (1989) (figuras V-3.4a e V-3.4b).

Tabela V3.4a Análise de elementos maiores (% em peso) (rochas graníticas)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	PF	Total
MR-127	78,95	0,08	11,58	0,06	0,86	0,02	0,05	0,55	2,37	5,01	0,02	0,56	100,11
MR-149	73,70	0,31	14,28	0,90	1,44	0,03	0,42	1,82	3,29	3,11	0,09	1,05	100,44
MR-165A	74,19	0,24	12,60	1,26	0,84	0,03	0,81	0,83	3,62	3,74	0,04	0,87	99,07
MR-145	72,29	0,32	15,16	0,61	1,12	0,03	0,74	2,56	5,08	1,29	0,10	1,05	100,35
MR-139	69,70	0,22	16,59	0,30	1,21	0,01	0,66	2,95	5,67	0,99	0,07	0,72	99,09
MR-120	76,15	0,20	12,69	0,33	1,53	0,07	0,57	0,70	2,19	4,67	0,15	1,05	100,29
MR-164B	75,48	0,20	12,95	0,76	1,20	0,05	0,66	2,43	3,62	1,59	0,12	1,21	100,27
MR-104B	75,80	0,16	13,66	1,11	0,54	0,02	0,51	2,14	3,49	1,70	0,10	1,08	100,31
MR-137B1	77,89	0,17	11,34	2,31	0,02	0,14	0,99	2,67	2,54	0,78	0,05	0,37	99,27
MR-130	76,12	0,15	13,47	1,35	0,00	0,06	0,25	2,32	4,09	1,42	0,07	0,72	100,02
MR-132	70,81	0,55	14,15	1,46	1,37	0,08	1,23	3,16	3,74	1,89	0,17	1,21	99,82
MR-154	73,12	0,17	15,23	0,95	0,00	0,01	0,25	1,48	4,18	3,77	0,08	0,68	99,92
MR-178B	68,79	0,28	16,85	1,09	0,99	0,03	0,76	1,94	4,46	3,60	0,09	0,65	99,53
MR-157	69,35	0,56	15,30	1,79	1,86	0,06	1,27	3,13	3,58	2,90	0,17	0,63	100,60

Rochas graníticas

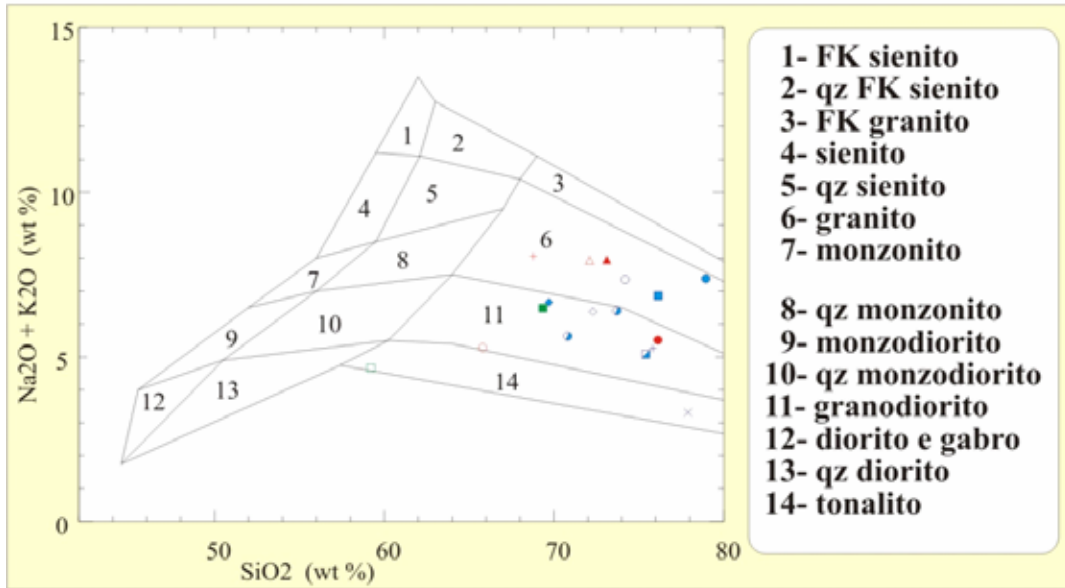


Figura V-3.4a) Diagrama de álcalis Vs sílica para classificação de rochas ígneas (Middlemost, 1985)

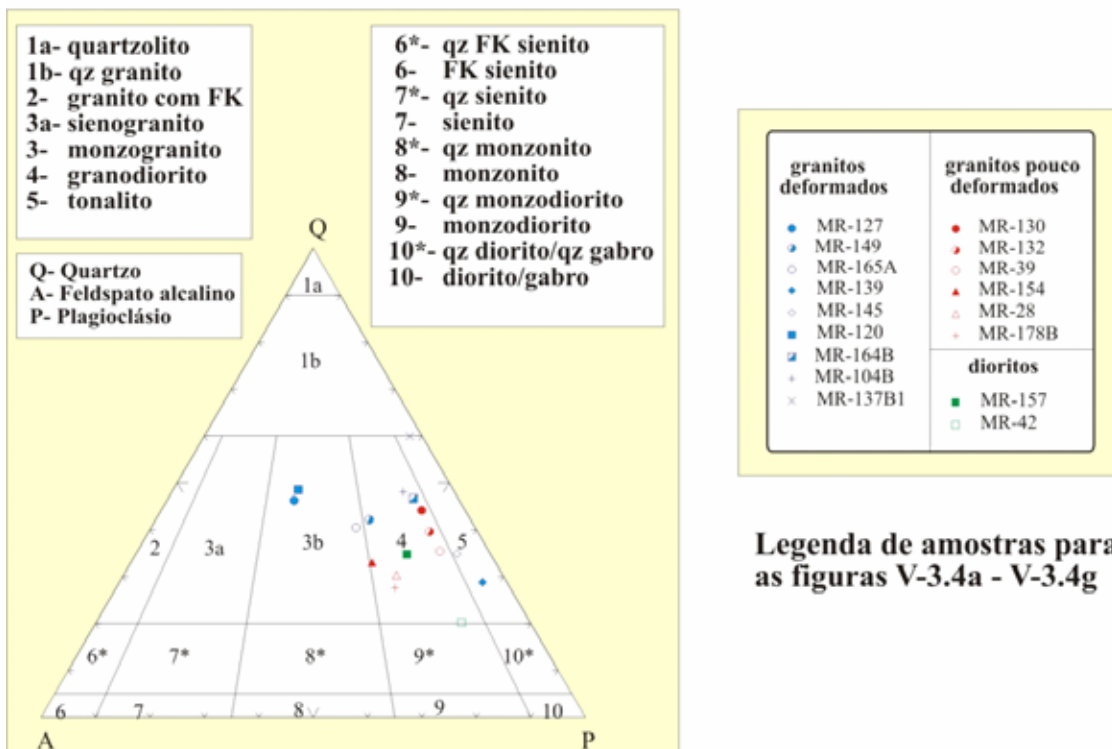


Figura V-3.4b) Diagrama $QAP(normativo)$ para classificação de rochas ígneas (Le Maitre, 1989).

Rochas graníticas

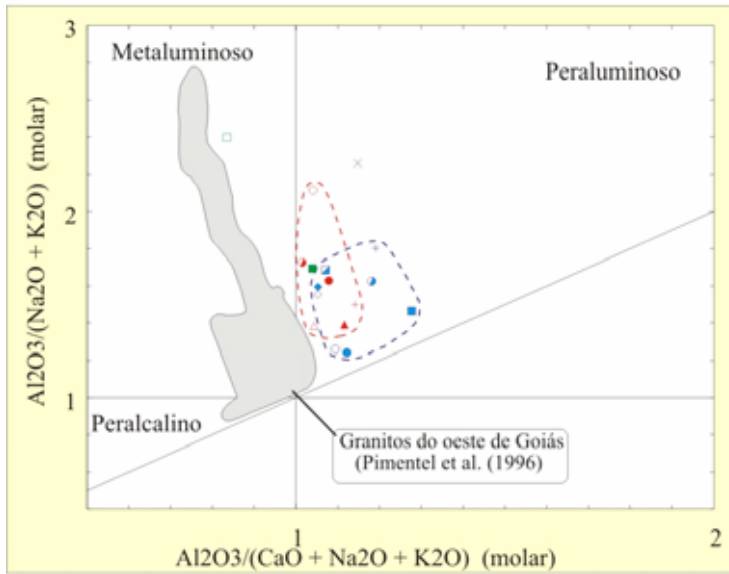


Figura V-3.4c
Diagrama de *aluminosidade* (Maniar & Piccoli, 1989) para os granitos da faixa oeste da Sequência vulcanossedimentar de Mara Rosa e granitos do oeste de Goiás.

Figura V-3.4d
Diagrama *AFM* para os granitos da faixa oeste (Irvine & Baragar, 1971).

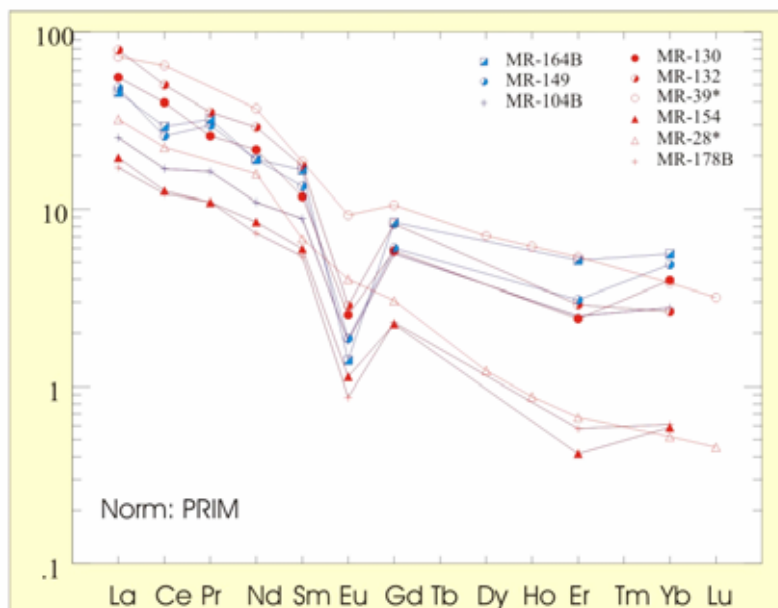
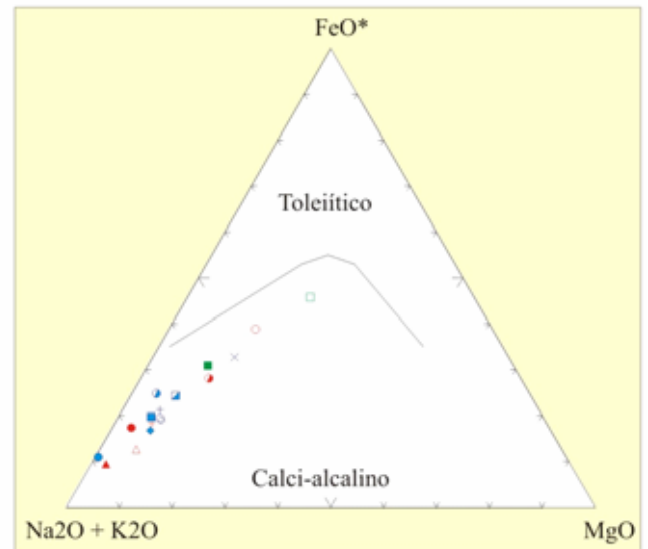


Figura V-3.4e
Diagrama de distribuição dos elementos terras raras (ETRs) dos granitos da faixa oeste (* dados de Viana, 1995).

Rochas graníticas

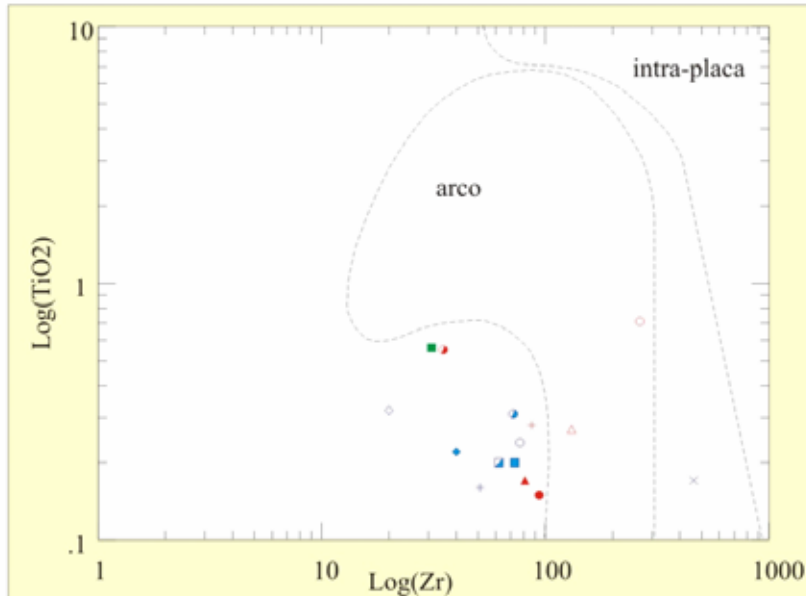


Figura V-3.4f) Diagrama discriminante Zr x TiO₂ (Pearce, 1980)

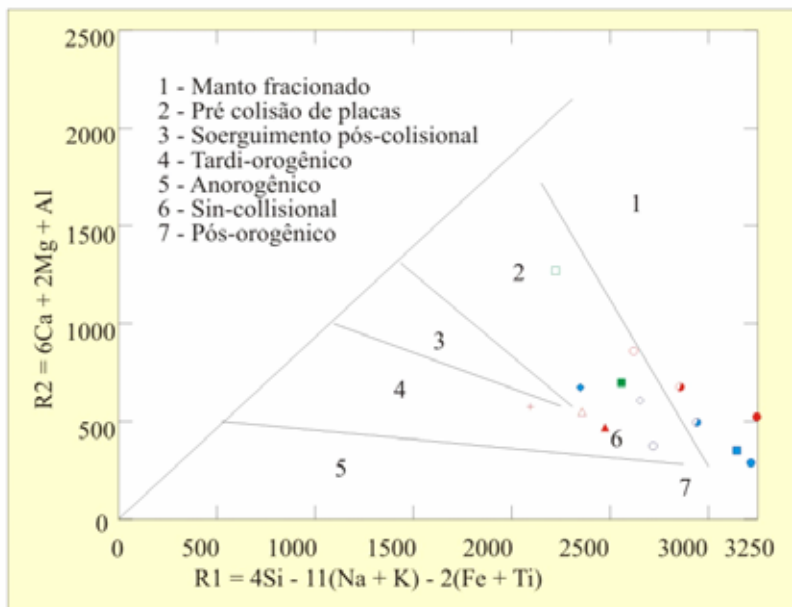


Figura V-3.4g) Diagrama de classificação de ambientes de formação de granitos (Batchelor & Bowden, 1985)

Tabela V3.4b Análise de elementos traços (ppm) (rochas graníticas)

	Co	Nb	Sr	Y	V	Ni	Zr	Cu	Be	Cr	Ba	Zn
MR-127	163	0	0	11	0	0	105	2	1	0	417	54
MR-149	119	0	132	13	9	0	72	4	3	0	942	50
MR-165A	102	10	62	22	11	-5	77	4	1	-1	680	31
MR-145	129	0	416	2	10	0	20	0	2	4	450	25
MR-139	112	0	637	0	9	0	40	5	1	2	388	27
MR-120	100	0	12	22	5	0	73	4	1	7	315	43
MR-164B	102	10	62	22	11	-5	77	4	1	-1	680	31
MR-104B	70	1	230	15	14	-5	51	8	5	6	690	14
MR-137B1	144	0	337	59	15	0	461	0	2	1	113	19
MR-130	156	0	126	12	0	0	94	0	2	0	356	22
MR-132	105	0	361	18	32	0	35	9	1	7	608	52
MR-154	104	0	607	2	7	0	81	0	3	0	1130	49
MR-178B	112	10	448	3	29	3	87	4	5	5	760	64
MR-157	84	15	375	26	47	4	31	1	2	3	1066	44

Tabela V3.4c Análise de ETRs (rochas graníticas)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Er	Yb	La/Yb	Eu/Eu*	teores*
MR-149	30,25	41,05	7,45	23,01	5,35	0,28	3,20	1,33	2,14	12,91	0,068	124ppm
MR-164B	28,57	46,51	8,06	23,01	6,60	0,21	4,99	2,22	2,47	14,11	0,037	137ppm
MR-104B	15,92	26,76	4,07	13,22	3,52	0,27	2,98	1,08	1,23	11,54	0,083	77ppm
MR-130	34,74	63,44	6,48	26,12	4,68	0,38	3,09	1,04	1,75	19,80	0,100	150ppm
MR-132	49,68	79,34	8,33	35,09	6,96	0,43	4,40	1,25	1,17	45,57	0,078	197ppm
MR-154	12,24	20,12	2,74	10,24	2,38	0,17	1,20	0,18	0,26	47,72	0,101	51ppm
MR-178B	10,75	19,36	2,75	8,82	2,16	0,13	1,22	0,25	0,27	39,36	0,080	47ppm

*valores estimados

4 - CONCLUSÕES:

Comparando-se os padrões de fracionamento e teores de ETRs das rochas metassedimentares aos dos gnaisses tonalíticos, é observada uma forte semelhança. Estes gnaisses são presumidamente vistos como a porção plutônica de um sistema magmático onde a porção efusiva foi erodida e depositada como sedimentos.

Os teores e padrões de fracionamento dos ETRs dos granitos deformados e dos metassedimentos são muito parecidos. Este fato associado a natureza dos granitos (tipo S) indicam que eles podem ter sido produto de fusão dos sedimentos ou o magma granítico original ter sido contaminado pelas rochas metassedimentares encaixantes.

Uma característica distintiva bastante acentuada para rochas geradas em um ambiente tectônico similar é fato dos granitos da faixa oeste serem peraluminosos, e os da região de Arenópolis serem metaluminosos (figura V3.4c).

Procedimentos de preparação de amostras para análise de ETRs

Os procedimentos de preparação iniciam pela fusão de 0,2g de amostra e 0,6g de fundente (LiBO_2) em cadinho de platina no forno Mufla a 1000°C durante cerca de um hora. Depois de resfriada a amostra é eluída em 50ml de HCl 2N com agitador magnético e aquecedor. A amostra eluída é colocada na coluna de separação acrescentando-se mais 150ml de HCl 2N e descarta-se. Depois de seca a coluna acrescenta-se 250ml de HCl 4N e recolhe-se o material (as colunas são recuperadas com mais 150ml de HCl 4N). Evapora-se os 250ml de material até atingir 5ml; e então depois de preparada a curva dos elementos para a calibragem, é feita a leitura no ICP.

Tabela de valores de ETR medidos e corrigidos

	MR-130	MR-132	MR-154	MR-178B	MR-104	MR-149	MR-164B	MR-101A	MR-111C	MR-137A	MR-152A	MR-178A	JG1	Fator
La	29,540	42,240	10,410	9,140	13,540	25,720	24,290	14,720	8,710	18,570	24,620	14,340	20,100	
La*	34,740	49,680	12,240	10,750	15,920	30,260	28,570	17,310	10,240	21,840	28,960	16,870	17,090	1,176
Ce	65,310	81,680	20,710	19,930	27,580	42,260	47,880	22,930	20,230	41,110	58,330	30,480	49,400	
Ce*	63,440	79,340	20,120	19,360	26,790	41,050	46,510	22,270	19,650	39,930	56,660	29,610	50,860	0,971
Pr	15,220	20,740	6,430	6,470	9,560	17,490	18,920	8,870	6,410	12,620	20,120	8,350	6,000	
Pr*	6,480	8,830	2,740	2,750	4,070	7,450	8,060	3,780	2,730	5,370	8,570	3,560	14,090	0,426
Nd	24,810	33,340	9,730	8,380	12,560	21,860	21,860	12,340	9,670	21,040	24,190	13,610	25,800	
Nd*	26,120	35,090	10,240	8,820	13,220	23,010	23,010	12,990	10,180	22,150	25,460	14,330	24,510	1,053
Nd**	28,763	38,344	11,000	8,760	14,228			15,650	10,225	21,175	25,384	16,926		
Sm	6,820	10,150	3,470	3,150	5,130	7,800	9,620	4,860	3,780	7,440	9,740	5,190	7,700	
Sm*	4,680	6,960	2,380	2,160	3,520	5,350	6,600	3,330	2,590	5,100	6,680	3,560	11,230	0,686
Sm**	4,837	7,632	2,163	1,627	3,341			3,414	2,175	4,771	5,527	3,588		
Eu	1,200	1,370	0,530	0,400	0,850	0,890	0,660	0,870	0,640	1,160	1,530	0,980	0,090	
Eu*	0,380	0,430	0,170	0,130	0,270	0,280	0,210	0,270	0,200	0,360	0,480	0,310	0,290	0,313
Gd	5,100	7,260	1,980	2,010	4,920	5,280	8,240	5,860	3,420	6,000	7,900	4,150	7,100	
Gd*	3,090	4,400	1,200	1,220	2,980	3,200	4,990	3,550	2,070	3,630	4,790	2,510	11,730	0,605
Er	1,750	2,110	0,310	0,430	1,830	3,680	3,750	1,790	1,120	2,500	3,680	1,560	5,000	
Er*	1,040	1,250	0,180	0,250	1,080	2,180	2,220	1,060	0,660	1,480	2,180	0,920	8,440	0,592
Yb	2,120	1,410	0,310	0,330	1,490	2,560	2,990	1,650	0,830	2,440	2,560	1,420	7,300	
Yb*	1,750	1,170	0,260	0,270	1,230	2,120	2,470	1,370	0,690	2,020	2,120	1,180	8,820	0,828

- Os dados foram determinados por ICP (espectrometria de emissão de plasma).

-JG1 - Amostra de granodiorito padrão; os valores são do banco de dados de Govindaraju (1994).

-* - Dados corrigidos por JG1.

-** - Dados obtidos no espectrômetro de massa.

GEOLOGIA DE ISÓTOPOS RADIOGÊNICOS

1 - INTRODUÇÃO:

Os estudos de geoquímica isotópica tem como finalidade determinar idades e estudar a evolução de rochas da crosta terrestre utilizando razões isotópicas de elementos como Rb-Sr, K-Ar, U-Pb, Sm-Nd, etc. Cada método tem diferentes aplicações e valores interpretativos. Assim, por vezes, é necessária a aplicação de mais de um método para o entendimento em conjunto da evolução e idades.

A boa distribuição de Sm e Nd nas mais variadas litologias, a baixa mobilidade destes terras raras durante os processos intempéricos, hidrotermais e metamórficos, bem como o comportamento geoquímico similar de Sm e Nd, permite que o método Sm-Nd tenha uma aplicação muito ampla no estudo de idades e evolução da crosta.

Os procedimentos analíticos estão resumidos em um quadro no final do capítulo.

1.1 - O método Sm-Nd:

Samário e neodímio são elementos terras raras leves, suas concentrações em rocha ígneas crescem com o aumento do grau de diferenciação pois na maior parte dos casos são incompatíveis. No entanto a razão Sm/Nd decresce, já que o Nd vai sendo mais concentrado no líquido em relação ao Sm durante o processo da cristalização fracionada.

Os minerais exercem um considerável grau de seletividade na admissão de ETR assim; piroxênio, anfibólio e granada costumam concentrar ETR pesados, enquanto que feldspato,

biotita e apatita concentram os ETR leves. Esta seletividade reflete na concentração de ETR nas rochas (Faure, 1986).

Sm e Nd são ligados em uma relação pai e filho pelo decaimento alfa do ^{147}Sm para ^{143}Nd estável com uma meia vida de $1,06 \times 10^{11}$ anos. O decaimento do ^{147}Sm é descrito pela equação;

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_m (e^{\lambda t} - 1)$$

onde o ^{144}Nd é usado como isótopo de referência, “t” é o tempo decorrido, “λ”, é a constante de decaimento ($6,54 \times 10^{-12} \text{ a}^{-1}$), e “m” e “i” designam, respectivamente, a razão isotópica atual da amostra e a razão inicial.

A abundância de ^{143}Nd e, conseqüentemente, a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ da Terra cresceu com o tempo por causa do decaimento do ^{147}Sm para ^{143}Nd . Isto pode ser descrito por um modelo baseado na idade e razão Sm/Nd da Terra e sua razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ primordial. Estes dois parâmetros são considerados iguais às razões dos meteoritos condríticos, referidos como reservatório condrítico uniforme *CHUR* (*Chondritic Uniform Reservoir*) (De Paolo & Wasserburg, 1976). A fusão parcial de um reservatório condrítico uniforme faz crescer a razão Sm/Nd do resíduo, evoluindo para uma razão Sm/Nd maior que a do CHUR. As partes do manto que não foram envolvidas em eventos de fusão parcial devem conter Nd, cuja composição isotópica evoluiu junto com a linha do CHUR.

Diferenças de procedimentos analíticos de diferentes laboratórios apresentam diferenças na razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ primordial (Wasserburg et al., 1981). Razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ foram normalizadas de diferentes formas (Faure, 1986). Dados corrigidos para uma razão $^{146}\text{Nd}/^{142}\text{Nd} = 0,636151$ o CHUR tem $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,511844$, enquanto que dados corrigidos para $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$ o CHUR tem $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,512638$. Todos os dados isotópicos Nd discutidos neste trabalho foram corrigidos para o último valor.

Para comparar as diferenças entre as razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ de rochas ígneas e CHUR, De Paolo & Wasserburg (1976) introduziram o parâmetro;

$$\varepsilon_{\text{Nd}} = \{ [(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}) / I_{\text{CHUR}}^t] - 1 \} \times 10^4$$

onde I_{CHUR}^t é a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ na época da formação da rocha. O cálculo deste parâmetro também evita o problema de procedimento de normalização de diferentes laboratórios. Um valor de ε positivo implica que os magmas foram formados de um manto depletado, enquanto que um valor negativo indica que eles foram derivados de fontes mantélicas enriquecidas ou fusão de rochas crustais que tinham uma razão Sm/Nd mais baixa que o CHUR.

1.2 - Aplicação do método Sm-Nd a rochas sedimentares:

Rochas de origem sedimentar são compostas de minerais e partículas de rocha derivados do intemperismo de rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares mais antigas. A composição isotópica Sm-Nd de sedimentos não depende apenas do decaimento de ^{147}Sm a partir da deposição, mas também das idades das partículas que os compunham (Faure, 1986).

Estudos de MacCulloch & Wasserburg (1978) demonstram que sedimentos tem as razões Sm/Nd muito constantes e similares às das rochas das quais foram derivadas. Concluindo assim, que durante os processos de intemperismo, transporte, deposição e diagênese, os sedimentos não sofrem alterações significativas nas razões Sm/Nd.

Possíveis efeitos metamórficos na abundância de elementos mais móveis em rochas sedimentares são discutidos em trabalhos de Taylor et al. (1986) concluindo que não existem perturbações significativas nos padrões de ETR, e estudos de Fletcher et al. (1992) comprovaram que o sistema Sm-Nd de rochas metassedimentares do fácies anfíbolito superior/granulito do oeste da Austrália permaneceram fechados desde a sedimentação e sem perturbação durante os eventos metamórficos.

As idades modelo Sm-Nd de rochas sedimentares refletem as idades das rochas das quais elas foram derivadas, podendo ser úteis na identificação de sua fonte. As idades modelo também podem ser interpretadas como o tempo gasto desde que o Nd foi separado do reservatório condritico CHUR. Idades modelo são “idades de residência crustal” e podem ser usadas para estudar a interação entre o manto e a crosta através do tempo geológico. As relações entre idades modelo e idade de deposição permite o estudo de modelos de crescimento da crosta continental pela adição de material manto derivado (Faure, 1986).

Uma condição importante a ser observada é de que quando houver mais de uma fonte, de idades diferentes, a composição Sm-Nd da rocha sedimentar será a média das fontes e, conseqüentemente as razões isotópicas e idades modelo calculadas.

2 - ANÁLISES Sm-Nd:

Foram feitas análises Sm-Nd de metassedimentos e rochas graníticas. Para os metassedimentos o objetivo é identificar as fontes do protólito através da análise de rocha total e a idade do metamorfismo através de isócronas minerais. A análise de rocha total das rochas graníticas tem como objetivo determinar a idade modelo e a origem do magma que os geraram.

2.1 - Rochas metassedimentares:

Análises isotópicas Sm-Nd de rocha total foram feitas em sete amostras de xistos e uma de seixo granítico encontrado em metassedimento. A tabela VI 2.1a apresenta além dos resultados obtidos, dados obtidos por Viana (1995); um metassedimento da mesma faixa e uma amostra de gnaiss tonalítico de idade U-Pb de 0,86 Ga, que é utilizada para o cálculo das idades modelo. Os gnaisses tonalíticos são interpretados como porção plutônica das rochas supracrustais que serviram de fonte para os sedimentos, por isso uma análise desta rocha é acrescentada como referencial.

Tabela VI 2.1a - Dados Sm-Nd das rochas metassedimentares.

Amostra	Rocha	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	T_{DM}	$\epsilon_{\text{Nd}}(\text{T})$
MR-3*	GnTo	3.300	14.353	0.139	0.512551	1.00	+4.6
MR-18*	MS-1	3.560	16.530	0.130	0.512374	1.20	+2.0
MR-101A	MS-2	3.414	15.650	0.132	0.512449	1.10	+3.4
MR-111C	MS-2	2.175	10.225	0.129	0.512487	0.93	+4.5
MR-137A	MS-3 (fina)	4.771	21.446	0.134	0.512209	1.58	-1.5
MR-137B	MS-3 (grossa)	5.331	26.169	0.123	0.512440	1.01	+1.8
MR-137B1	Seixo	3.360	11.144	0.182	0.512735	-----	+3.5
MR-152A	MS-3	5.527	25.384	0.132	0.512400	1.19	+2.5
MR-173	MS-1	4.520	21.010	0.130	0.512464	1.05	+2.0
MR-178A	MS-1	3.588	16.926	0.128	0.512440	1.06	+3.8

O cálculo de $\epsilon_{\text{Nd}}(\text{T})$ tem como base a idade U-Pb em zircão do GnTo (0,86Ga)

MS-1 Grt-Bt Xisto c/Ky; MS-2 Hbl-Bt Xisto c/Ky; MS-3 Grt-St-Ms-Bt Xisto

* Dados de Viana (1995)

Os valores $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ estão por volta de 0.13 e são similares às razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ dos gnaisses tonalíticos.

As idades modelo da maioria das amostras de metassedimentos variam de 0,9Ga a 1,2Ga, também semelhantes à idade modelo do gnaiss tonalítico.

Os valores de ϵ_{Nd} da maioria das amostras são positivos, demonstrando que os sedimentos derivaram de rochas que possuíam um caráter primitivo. Exceção dada a amostra MR-137A, um metassedimento fino cuja idade de 1,56Ga, é interpretada como idade mista, já que sedimentos finos podem ter origens mais distais.

Não foi possível calcular a idade modelo do seixo (MR-137B1) devido a sua alta razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (0,182).

Na figura VI-1 são comparados os valores de ϵ_{Nd} dos metassedimentos com os valores de gnaisses regionais. Os metassedimentos apresentam um comportamento semelhante aos gnaisses do arco de Mara Rosa e diverso dos gnaisses arqueanos de Goiás, demonstrando uma contribuição dominante das rochas do arco como rocha fonte dos sedimentos.

2.2 - Isócronas minerais Sm-Nd dos metassedimentos:

Para as análises Sm-Nd de minerais dos metassedimentos foram utilizados os seguintes minerais; hornblenda granada, biotita, estauroлита e plagioclásio. Foram escolhidas quatro amostras de metassedimentos, duas da porção norte e duas da porção sul da faixa de metassedimentos. Para a confecção das isócronas foram adicionados dados de rocha total (tabela VI-2.1b).

Tabela VI - 2.1b - Dados Sm-Nd de rocha total e minerais dos metassedimentos.

Amostra	Mineral	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	T_{DM}	MSWD
MR-101A	Rocha total 1	3.414	15.650	0,132	0,512449	1.10	7.9
	Rocha total 2	3.221	14.640	0,133	0,512429	1.15	
	Plagioclásio	3.000	14.250	0,127	0,512414		
	Hornblenda	3.670	13.760	0,161	0,512458		
	Granada 1	2.071	5.687	0,220	0,512680		
	Granada 2	2.057	6.017	0,207	0,512748		
MR-173	Rocha total	4.520	21.010	0,130	0,512464	1.05	1.6
	Plagioclásio	3.130	10.300	0,184	0,512686		
	Granada	2.634	7.866	0,202	0,512772		
	Biotita	6.697	30.653	0,132	0,512497		
MR-137A	Rocha total	4,771	21,446	0,134	0,512090	1.58	9.6
	Granada	3.720	12.480	0,180	0,512409		
	Biotita 1	4.334	19.350	0,135	0,512147		
	Biotita 2	4.166	18.610	0,136	0,512189		
	Estauroлита	4.474	20.830	0,130	0,512187		
MR-137B	Rocha total	5,331	26,169	0,123	0,512440	1.01	
	Granada	3.890	11.087	0,212	0,512889		

As amostras MR-101A e MR-173, no centro norte da faixa, apresentaram idades isocrônicas para o metamorfismo de $610 \pm 52 \text{Ma}$ e $604 \pm 66 \text{Ma}$ e valores iniciais de $\epsilon_{\text{Nd}}(T) = +2,0$ e $+0,9$ respectivamente. Os valores positivos de ϵ_{Nd} e idades modelo entre 1,0 e 1,1Ga indicam um caráter juvenil dos sedimentos originais. As idades de metamorfismo correspondem ao ciclo Brasileiro que afetou toda região.

As amostras MR-137A (porção fina) e MR-137B (porção mais grosseira) 20Km a sul, forneceram idades metamórficas de $733 \pm 75 \text{Ma}$ com $\epsilon_{\text{Nd}} = -1,5$ e $760 \pm 75 \text{Ma}$ com $\epsilon_{\text{Nd}}(T) = +1,8$, respectivamente. Estas idades são substancialmente mais antigas que as idades encontradas a norte. Dentro da faixa oeste as duas idades são idênticas e provavelmente representam um pico metamórfico mais antigo similar ao de $777-780 \text{Ma}$ encontrado em zircões metamórficos dos complexos Barro Alto e Niquelândia (Ferreira F^o. Et al., 1994, Suita et al., 1994), e isócronas minerais Sm-Nd do complexo Cana Brava com $770 \pm 43 \text{Ma}$ (Correia et al., 1997).

2.3 - Rochas graníticas:

Seis amostras de rochas graníticas foram analisadas para rocha total de Sm-Nd, sendo uma de veio granítico pertencente ao grupo de rochas graníticas deformadas, uma do granito Amador, uma de um dique subvulcânico, duas do granito Faina e uma de quartzo diorito, estas últimas cinco pertencentes ao grupo das rochas graníticas pouco deformadas. A tabela VI - 2.3 apresenta também dados Sm-Nd do granito amador obtido por Viana (1995). Para o cálculo dos valores de ϵ_{Nd} foi utilizada a idade de alojamento dos corpos pós-tectônicos ocorrido há 600Ma.

Tabela VI - 2.3 Dados Sm-Nd das rochas graníticas.

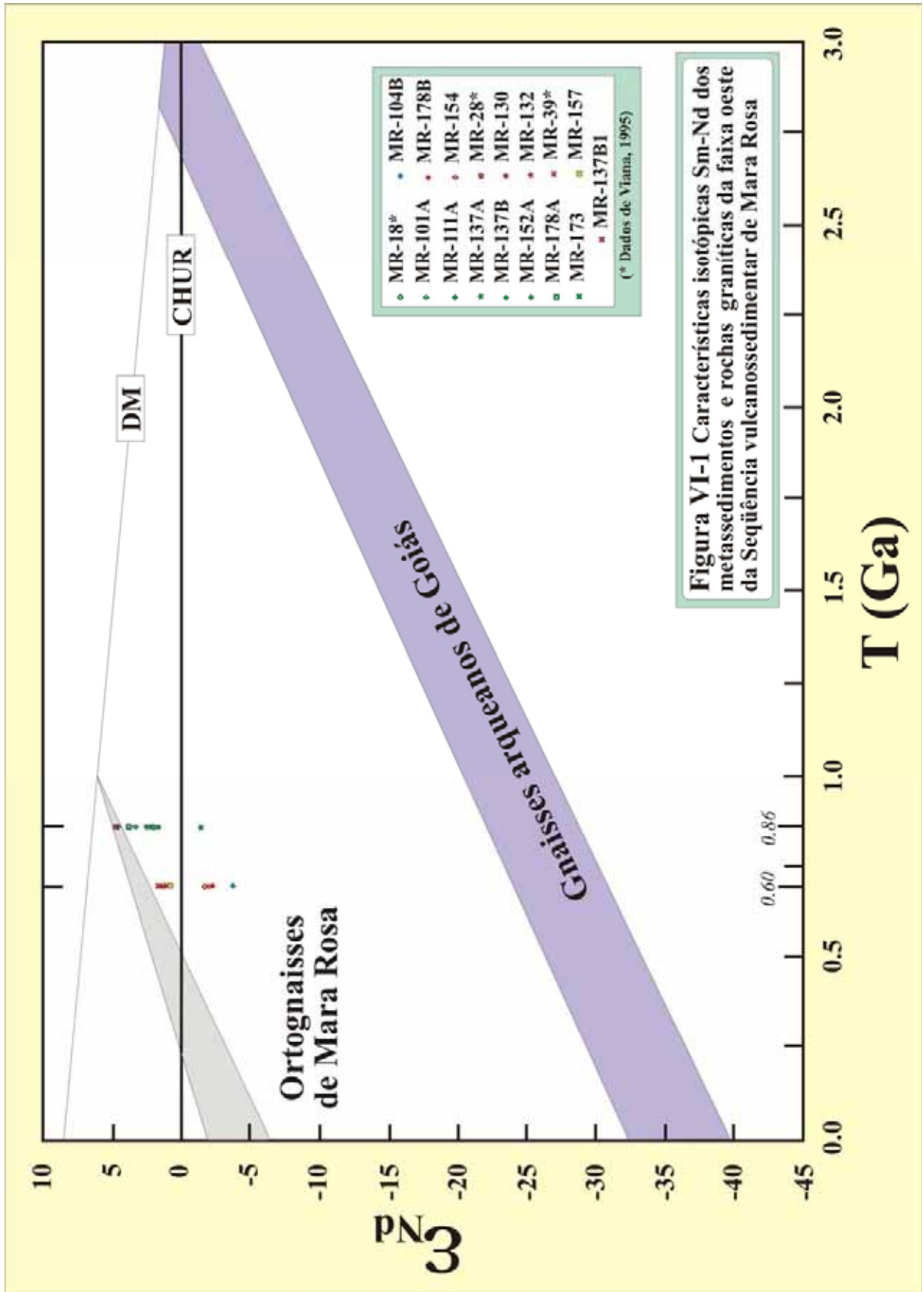
Amostra	Rocha	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	T_{DM}	ϵ_{Nd}
MR-104	veio (γ deformado)	3,341	14,228	0,142	0,512227	1,60	-3,8
MR-28*	γ Amador	3,172	18,608	0,103	0,512160	1,21	-2,1
MR-154	γ Amador	2,163	11,000	0,119	0,512216	1,32	-2,3
MR-178B	dique γ sub-vulc.	1,627	8,760	0,112	0,512204	1,25	-1,9
MR-130	γ Faina (borda)	4,837	28,763	0,102	0,512335	0,97	+1,3
MR-132	γ Faina	7,632	38,344	0,120	0,512394	1,05	+1,1
MR-39*	γ Faina	6,420	33,980	0,114	0,512391	1,00	+1,5
MR-157	Qtz diorito	5,019	27,243	0,111	0,512343	1,04	+0,8

* Dados de Viana (1995)

Os valores $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ das rochas graníticas variam de 0,10 a 0,12 exceção da amostra de veio granítico que possui um valor ligeiramente maior (0,14), mais próximo dos valores encontrados nos metassedimentos.

As rochas graníticas possuem idades modelo variadas. A idade mais alta pertence ao veio granítico (1,6Ga). O granito Amador e o dique subvulcânico possuem idades entre 1,21 a 1,32Ga, semelhantes as idades modelo dos metassedimentos. As idades encontradas para o granito Faina e para o quartzo diorito são mais baixas, por volta de 1,0Ga. Na figura VI-1 são comparados os dados de $\epsilon_{Nd} \times T$ dos granitos aos de gnaisses arqueanos de Goiás e ortognaisses de Mara Rosa.

As rochas graníticas apresentam dois conjuntos; um com idades acima de 1,2Ga e ϵ_{Nd} negativo, referente a corpos de menos de 1km de diâmetro, o segundo com idades por volta de 1,0Ga e ϵ_{Nd} positivo referente a corpos com mais de 2Km de diâmetro. As amostras com ϵ_{Nd} negativo sugerem a participação de fontes levemente mais antigas e as amostras com ϵ_{Nd} positivo demonstram que os magmas originais possuíam um caráter primitivo, isotopicamente semelhantes aos gnaisses tonalíticos e aos metassedimentos mencionados anteriormente.



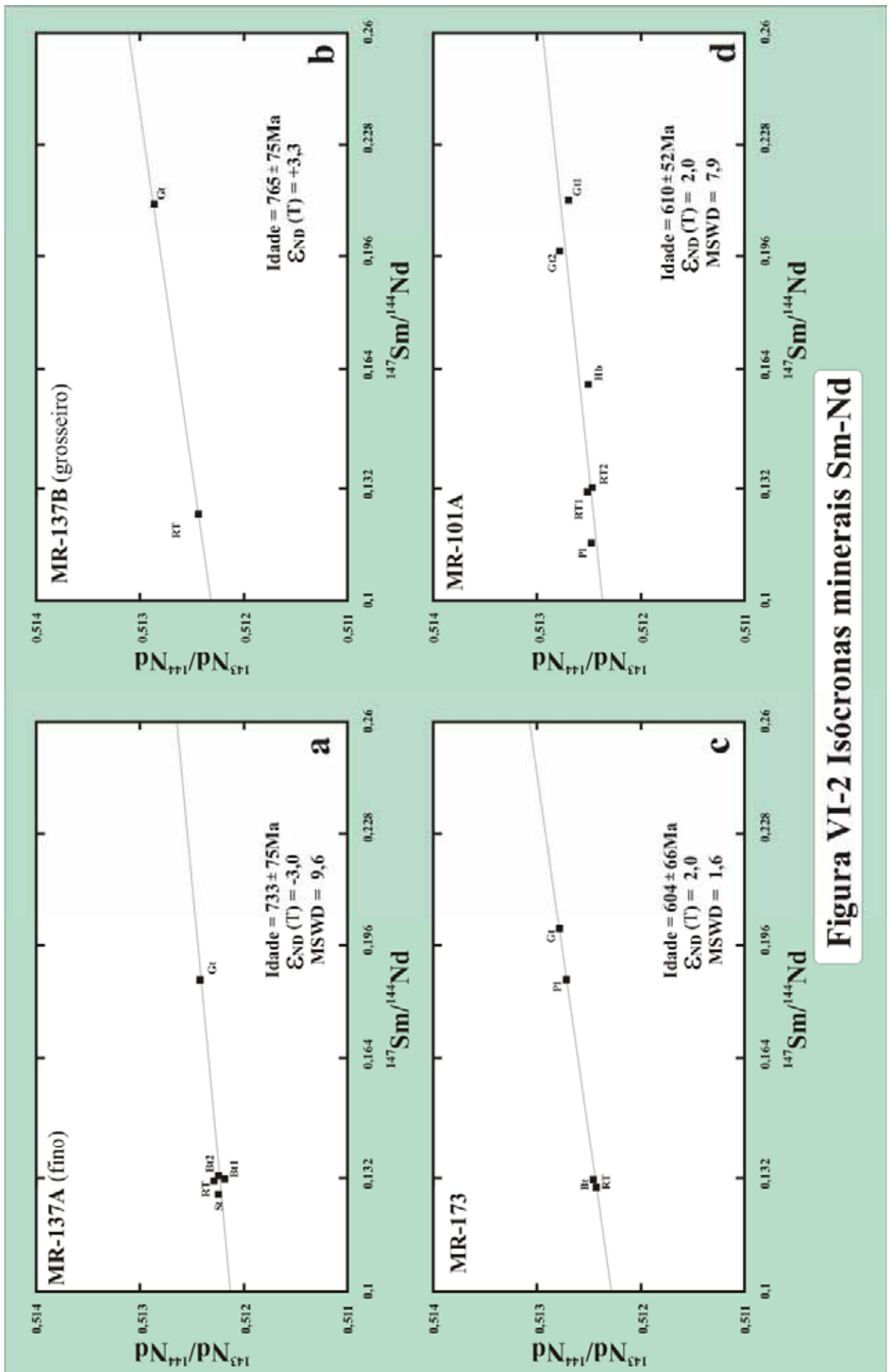


Figura VI-2 Isócronas minerais Sm-Nd

3 - DISCUSSÃO:

Os resultados indicam que os sedimentos tem uma contribuição predominantemente do arco. Algumas amostras indicando que contribuição de fontes mais pouco velhas também estão presentes. Isto pode refletir a situação paleogeográfica e estratigráfica original do complexo de arco; enquanto amostras com uma assinatura juvenil poderiam ter-se originado em um ambiente verdadeiramente intraoceânico, sedimentos de uma fonte sílica mais antiga das proximidades poderiam ter-se depositado juntos aos sedimentos do arco, provavelmente pouco antes do arco colidir contra a borda continental.

O fato das rochas graníticas apresentarem dois conjuntos com idades e valores de ϵ_{Nd} diferentes demonstra a existência de dois magmatismos diferentes. A causa desta diferença pode ser atribuída a diferentes épocas de intrusão, ou processos magmáticos diferentes com variação no grau de contribuição entre magmas primitivos e fusão de sedimentos. O mais provável é que tanto a idade como o processo magmático sejam a causa da diferença, pois normalmente eles estão associados à ambientação tectônica.

Procedimentos de preparação de amostras para análise de Sm e Nd:

A - Digestão da amostra: A digestão das amostras de rocha total foi feita em bombas de teflon, enquanto que a digestão dos minerais foi feita em cápsulas de teflon (Savilex).

Digestão em bomba de teflon: Pesar 50 a 100 mg de amostra de rocha e adicionar ao traçador (*spike*). Dissolver a mistura em bomba de teflon revestida com jaqueta de aço inox, passando por um ataque de ácido, que consiste de adição de 1ml de HNO₃ concentrado (destilado) e adição de 4ml de HF concentrado (destilado), seguido de evaporação através de um sistema de evaporação montado com lâmpadas de infravermelho. Após a evaporação, nova adição de 1ml de HNO₃ concentrado e 4ml de HF seguido de aquecimento de 3 a 4 dias a 190°C em estufa. Depois da completa dissolução, prossegue-se com evaporação. Após a evaporação são adicionados 2ml de HNO₃ concentrado os quais também são totalmente evaporados. Novo ataque com 6ml de HCl 6N (destilado) é feito em estufa por uma noite.

Digestão em cápsula de teflon (Savilex): Pesar 50 a 100mg de amostra e misturar ao traçador (*spike*) e dissolver em cápsula de teflon. Adicionar 250µl de HNO₃ concentrado (destilado) e 3ml de HF concentrado (destilado). Deixar em chapa quente por um dia e uma noite. Evaporar. Adicionar novamente 250µl de HNO₃ concentrado e 3ml de HF e aquecer por 3 a 4 dias na chapa quente. Evaporar. Adicionar 1ml de HNO₃ e evaporar. Adicionar 4ml de HCl 6N (destilado) e deixar na chapa quente por um dia e uma noite.

No fim da etapa de digestão deve-se observar-se se houve a total digestão da amostra. A solução deve estar homogênea. Evaporar a solução da amostra e adicionar 2ml de HCl 2,5N (repouso). A solução deve estar homogênea como anteriormente.

B) Separação dos ETRs (calibração da coluna primária): Uma coluna de quartzo (h=15cm e d.i.=8mm) é empacotada com 2,2g (seca a 60°C) ou 12cm de resina catiônica Bio-Rad AG 50W-X8 200-400 *mesh* em meio aquoso. A primeira fração com cerca de 32ml de HCl 2,5N é descartada. O grupo dos ETRs é coletado na fração entre 1 e 15ml de HCl 6N. A coluna é regenerada com mais 15ml de HCl 6N e estocada em solução fracamente ácida.

C) Separação de Sm e Nd (calibração da coluna secundária): Uma coluna de teflon (Savilex) (h=10cm e d.i.=5mm) é empacotada com resina LN-Spec (resina líquida HDEHP - ácido di-(etilxil) fosfórico impregnada em pó de teflon de 270-150 *mesh*) e completada com H₂O destilada até a altura de 6,5cm. Evaporação total do concentrado de ETRs e adição de 200µl de HCl 0,18N. Fazer a deposição dos 200µl da solução da amostra na coluna. A primeira fração de 10ml é descartada e a fração de Nd é coletada com 4ml de HCl 0,3N. Após a coleta de Nd são descartados 2ml de HCl 0,3N, e a fração de Sm é coletada com 3,5ml de HCl 0,4N. A regeneração da resina é feita com 6ml de HCl 6N. A coluna é novamente condicionada com a passagem de duas vezes 3ml de HCl 0,18N.

D) Deposição no filamento: A fração coletada na coluna secundária é evaporada. O resíduo é dissolvido com 1µl de HNO₃ 5% (destilado). No filamento de Re foi depositado 1µl de da amostra e evaporado lentamente, primeiro a 0,7A até a gota ficar plana, depois a 1,2A para secar a gota, e então é levado a 1,8A, sem levar ao rubro. O espectrômetro utilizado é o Finnigan MAT dotado de 7 coletores tipo "Faraday Cup" e as análises têm sido realizadas em modo estático, utilizando o arranjo de filamento duplo. A razão ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd foi normalizada para ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd=0,7219 e a constante de decaimento utilizada foi o valor revisado por Lugmair & Marti (1978) de 6,54x10⁻¹²/a. A incerteza típica na razão ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd é de 0,004% (2σ) e a incerteza analítica da razão ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd é estimada em torno de 0,05%. A amperagem tanto para Nd quanto para Sm no filamento de ionização é de 4A (correspondendo a uma temperatura de aproximadamente 1660°C) e no de evaporação pode variar, normalmente, de 1,5 a 2,3A.

CONCLUSÕES E INTERPRETAÇÕES REGIONAIS

1 - INTRODUÇÃO:

A reunião de dados de petrografia, química mineral, geoquímica e geoquímica de isótopos da faixa oeste da seqüência vulcanossedimentar de Mara Rosa obtidos neste trabalho e dados de outros autores, possibilitaram uma ampliação do conhecimento a respeito da evolução do arco magmático na região de Mara Rosa.

Neste capítulo são apresentadas as principais interpretações obtidas a partir dos dados levantados a respeito das rochas metassedimentares e graníticas. Com base nisto é feita uma explicação da evolução geológica da região, sugerindo assim uma ordem para cada etapa da evolução.

2 - AS ROCHAS METASSEDIMENTARES:

Os dados levantados permitiram uma caracterização mais profunda dos xistos, revelando sua origem e evolução metamórfica.

Dados de geoquímica associados a dados petrográficos das amostras de metassedimentos mostram que, segundo o diagrama de La Roche (1965), se tratam de grauvacas com características de rochas ígneas, por isso interpretadas como produto de um ciclo sedimentar curto onde características geoquímicas das rochas originais ainda estão presentes.

A paragênese mineral dos metassedimentos é típica de pelitos/psamitos submetidos a um metamorfismo do fácies anfíbolito, zona barroviana da estauroлита/cianita, e a variação de paragênese dentro da faixa é interpretada como resultado de variações da composição química da seqüência pré-metamórfica.

Os cálculos de geotermobarometria apontam dois eventos metamórficos de fácies anfíbolito; um com pressão acima de 7 Kbar e temperatura de 600 a 650°C e o outro com pressão de 5 a 6 Kbar e temperatura de 700 a 750°C.

As análises Sm-Nd forneceram idades modelo de 0,93 a 1.20Ga e valores de ϵ_{Nd} positivos, similares aos gnaisses tonalíticos, levando assim a interpretação de que tanto os tonalitos como a rocha fonte dos sedimentos tinham a mesma origem, ou seja, a maior parte dos metassedimentos estudados representam o produto de erosão do próprio arco juvenil, longe de influência de crosta siálica mais antiga. Exceção feita a uma amostra ao sul da área, com idade modelo de 1,58Ga e ϵ_{Nd} negativo, interpretado como idade mista, devido a uma contribuição de sedimentos mais distais, possivelmente um bloco continental mais antigo.

Isócronas minerais Sm-Nd forneceram duas idades de metamorfismo, uma por volta de 750Ma e outra por volta de 610Ma, relacionados aos dois eventos metamórficos. As amostras mais antigas possuem uma relação P/T alta (7Kbar/600-650°C), enquanto que as amostras mais jovens apresentam a relação P/T mais baixa (5-6Kbar/700-750°C).

A deposição dos sedimentos ocorreu entre a geração das rochas do arco (860Ma) e o metamorfismo. Neste caso, o evento metamórfico mais antigo (ca. 750Ma) é o mais aceitável como limite inferior, já que as amostras de idade metamórfica mais jovem apresentam indícios de condições de metamorfismo semelhantes aos das amostras mais antigas.

A idade mais antiga do metamorfismo é aqui interpretada como a idade da colisão do arco com o Maciço de Goiás e cráton do São Francisco-Congo, enquanto que a mais jovem é interpretada como idade tipicamente brasileira, resultado da colisão do cráton Amazônico contra o lado oeste do arco e também às várias intrusões graníticas e dioríticas de grande porte que afetaram a região.

3 - AS ROCHAS GRANÍTIICAS:

Dados levantados neste trabalho e novas informações bibliográficas permitiram reinterpretar o conjunto de rochas graníticas, caracterizando dois grupos distintos; um formado por corpos graníticos deformados; e outro por corpos de natureza granítica e diorítica de porte maior e com pouca deformação.

As amostras de ambos grupos variam de granitos a granodioritos ambos peraluminosos. Sua principal diferença química está no fracionamento de terras raras indicado pela razão La/Yb, que nos granitos deformados está em torno de 13 e nos granitos pouco deformados acima de 19.

As análises Sm-Nd dos corpos maiores, granito Faina e corpo diorítico, forneceram idades modelo entre 0,97 e 1.05Ga e valores de ϵ_{Nd} baixos, variando de +0,8 a +1,5. Corpos menores, como o granito Amador e o dique subvulcânico, forneceram idades modelo maiores, de 1,21 a 1,32Ga e valores de ϵ_{Nd} também baixos mas negativos, de -1,9 a -2,1.

As idades modelo maiores devem-se a possível contaminação com as rochas encaixantes mais antigas, demonstrando uma contribuição de metassedimentos durante a fusão e cujos valores de ϵ_{Nd} são semelhantes. O veio granítico relacionado aos granitos deformados tem idade modelo bem mais elevada de 1,60Ga e valores de ϵ_{Nd} de -3,8, indicando uma fonte enriquecida em elementos LIL.

4 - CORRELAÇÕES ENTRE A PARTE NORTE E SUL DO ARCO MAGMÁTICO DO OESTE DE GOIÁS:

Os estudos deste trabalho identificaram algumas características distintas entre duas regiões do Arco Magmático do Oeste de Goiás, Mara Rosa ao norte, e Arenópolis/Iporá ao sul. Estas características, que apesar de evidentes, não alteram significativamente as interpretações de ambientação geotectônica dadas.

O tipo e volume de sedimentos que ocorrem nas regiões norte e sul apresentam uma diferença significativa. Na região do arco de Mara Rosa os sedimentos são mais abundantes e predominantemente detríticos, como grauvacas, arcóseos, arenitos e litoarenitos, enquanto que ao sul eles são predominantemente químicos, como cherts e carbonatos (Amaro; 1989, Pimentel & Fuck; 1996).

A diferença do tipo e volume de sedimentos pode ser devida a uma atividade vulcânica maior e uma ação intempérica muito mais ativa, bem como, uma estruturação geomorfológica mais propícia à retenção dos sedimentos na época da deposição. A ação intempérica mais ativa pode dar-se com uma exposição maior do arco e a estruturação geomorfológica pode ser obtida através de “calhas” em um ambiente multi-arcos.

Os granitos tardi- a pós-orogênicos de ambas regiões tem composições isotópicas semelhantes, mas eles apresentam diferenças nas características petrográficas e geoquímicas. Os granitos da região norte são caracteristicamente mais leucocráticos que os da região de Arenópolis/Iporá. A norte os granitos são peraluminosos, enquanto que a sul eles são predominantemente metaluminosos.

A causa da diferença de características petrográficas e geoquímicas entre granitos das duas regiões, pode dever-se a uma contribuição mais significativa de sedimentos durante a geração na região norte do arco. Isto é evidenciado por características de distribuição de terras raras e isótopos Sm-Nd semelhantes entre os granitos e metassedimentos.

5 - A CRONOLOGIA DOS EVENTOS:

Os dados isotópicos e geocronológicos apresentados nesta dissertação junto aos existentes na literatura permitiram melhor conhecer a história evolutiva da região do arco juvenil de Mara Rosa. Os principais eventos nessa história estão sumarizados abaixo.

t0 (<1,3Ga) - Estabelecimento de litosfera oceânica entre os crátoms Amazônico e o Maciço de Goiás:

-Rochas: basaltos oceânicos, dunitos, etc.

t1(~0,86Ga) - Formação do arco de ilhas intraoceânico:

-Metamorfismo: Serpentinitos e xistos magnesianos.

-Magmatismo: Basaltos e andesitos de arco de ilha, intrusões tonalíticas.

-Erosão do arco e sedimentação proximal.

t2 (~0,75Ga) - Colisão do arco com Maciço de Goiás (micro-contidente) e Cráton São Francisco/Congo:

-Metamorfismo de fácies anfibolito ($P \cong 7\text{Kbar}$, $T=600-650^\circ\text{C}$) com geração de anfibolitos, gnaisses tonalíticos, xistos pelíticos.

-Magmatismo: Pequenas intrusões graníticas (granitos deformados).

t3 (~610Ma) - Colisão do Cráton Amazônico (Evento Brasileiro):

-Metamorfismo de fácies anfibolito com temperatura mais elevada e pressão mais baixa ($P=5-6\text{Kbar}$, $T=700-750^\circ\text{C}$).

-Magmatismo: Intrusões de grandes corpos; γ Faina, Qtz-diorito e gabros.

-Tectonismo: Movimentos transcorrentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Almeida, F. F. M. De; Hasui, Y.; Neves, B. B. de B. & Fuck, R. A. 1977. *Províncias Estruturais Brasileiras*. Atas do Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande - PB. p363-391.
- Almeida, F. F. M. 1984. Província Tocantins - setor sudoeste. In: Almeida, F.F.M. & Hasui, Y. ed. , *O Pré-Cambriano do Brasil*. Edgard Blücher. p265-281.
- Amaro, V. E. 1989: *Geologia e petrologia da seqüência metavulcânica de Jaupaci - GO e lineamentos associados*. Dissertação de Mestrado, IG/UnB. Brasília, 213pp.
- Arantes D.; Osborne, G. A.; Buck, P. S. & Porto, C. G. 1991. *The Mara Rosa volcano-sedimentary sequence and associated gold mineralization*. Brazil Gold'91, E. A. Ladeira (ed.). Balkena. p221-229.
- Batchelor, R. A. & Bowden, P. 1985. *Petrogenic interpretation of granitoid rock series using multicational parametres*. Chemical Geology, **48**:83-155.
- Condie, K. C. 1989. *Plate tectonics & crustal evolution*, 3rd ed. Pergamon Press, Oxford. 476p.
- Cordani, U.G.; Melcher, G.C. & Almeida, F.F.M.de 1964. *Outline of Precambrian geochronology of South America*. Canadian Journal of Earth Sciences, **5**:624-632.
- Correia, C. T.; Girardi, V. A. V.; Tassinari, C. C. G. & Jost, H. 1997. Rb-Sr and Sm-Nd geochronology of the Cana Brava layered mafic-ultramafic intrusion, Brazil, and considerations regarding its tectonic evolution. Revista Brasileira de Geociências, **27**:163-168.
- Cox, K. G.; Bell, J. D. & Pankhurst, R. J. 1979. *The interpretation of igneous rocks*. London, George Allen and Unwin, 450p.
- De Paolo, D. J. 1981. *Trace elements and isotope effects of combined wall-rock assimilation and fractional crystallization*. Earth and Planetary Science Letters, **53**:189-202.
- De Paolo, D. J. & Wasserburg, G. J. 1976. *Interferences about magma sources and mantle structures from variation of ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd*. Geophys. Res. Lett., **3**:743-6.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. & Zussman, J. 1966. *Minerais Constituintes das rochas*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa 560p.
- Faure, G. 1986. *Principles of isotope geology*. J. Wiley, 589p.
- Ferreira Filho, C. F.; Kamo, S. L.; Fuck, R. A.; Krogh, T. E. & Naldrett, A. J. 1994. *Zircon and rutile U-Pb geochronology of the Niquelândia layered mafic and ultramafic intrusion, Brazil: Constraints for the timing of magmatism and the high-grade metamorphism*. Precambrian Research., **68**: 241-255.
- Fletcher, I. R.; Paul, D. K. & Trendall, A. F. 1992. *Sm-Nd and geochemical characteristics of metasedimentary rocks at Mt Narryer, Western Australia*. Australian Journal of Earth Sciences. **36**:67-78.
- Fuck, R. A.; Pimentel, M. M. & De'l-Rey Silva, L. J. H. 1994. *A compartimentação tectônica na porção oriental da província Tocantins*. XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia (anais), SBG/DNPM/CPRM, Balneário Camboriu. **1**:215-216.
- Govindaraju, K. 1994. *Compilation of working values and samples description for 383 geostandars*. *Geostandars Newsletter* (special issue) Vandoeuvre, Lès Nancy, France. **18**:1-158.
- Gioia, S.M.C.L. 1997. *Preparação da metodologia Sm-Nd para datações de amostras geológicas e sua aplicação em rochas das áreas de Firminópolis, Fazenda Nova e Americano do Brasil -GO*. Dissertação de Mestrado UnB, Brasília 126p.
- Hawthorne, F. C. 1981. *Crystal chemistry of the amphiboles*. Reviews in Mineralogy. **9A**:1-95.
- Hollister, L.S. 1966. *Garnet zoning: an interpretation based on the Rayleigh fractionation model*. Science **154**:1647-1650.
- Irvine, T. N. & Baragar, W. R. A. 1971. *A guide to chemical classification of the common volcanic rocks*. Canadian Journal Earth Sciences, **8**:523-548.
- Kennedy, W.Q. 1964. *The structural differentiation of Africa in the Pan-African (± 500 my) tectonic episode*. Res. Inst. Afr. Geol. Univ. Leeds, 8th Annu. Rep. Sci., p48-49.
- Kretz, R. 1993. *Symbols for rock forming minerals*. American Mineralogist, **58**:277-279.
- Kröner, A. 1980. *Pan-African crustal evolution*. Episodes, **2**:3-8.
- Kuyumjian, R. M. 1989a. *The geochemistry and tectonic significance of amphibolites from the Chapada Sequence, Central Brazil*. (D.Phil. Thesis, Royal school of Mines - Imperial College of Science and Technology - University of London). 289p.
- Kuyumjian, R. M. 1989b. *Geoquímica e o significado do posicionamento geotectônico de rochas plutônicas na região de Chapada, Goiás Brasil*. II Congresso Brasileiro de Geoquímica (anais), SBGq/CPRM/DNPM, Rio de Janeiro. 195-201.
- Kuyumjian, R. M. & DIAS, R. R. 1991. *Anfibolitos proterozóicos de Goiás, Brasil: Representantes de vulcanismo de arcos magmáticos?* Geochimica Brasiliensis, **5**:35-44.

- Kuyumjian, R. M. 1992. *Epidotização e mobilidade de elementos químicos nos metabasaltos de Chapada, Goiás*. *Geochimica Brasiliensis*, **6**:77-80.
- Kuyumjian, R. M. 1994a. *Geologia da seqüência Mara Rosa na região de chapada, Goiás*. IV Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, anais p142-144.
- Kuyumjian, R. M. 1994b. *Geoquímica e significado geotectônico da seqüência Mara Rosa, região de Chapada, Goiás*. IV Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, anais p145-147.
- Lacerda, H. 1986. *As mineralizações auríferas da região de Mara Rosa (GO)*. *Revista Brasileira de Geociências*, **16**:274-284.
- Le Maitre, R.W. ed, 1989. *Classification of igneous rocks and glossary of terms*, Blackwell, Oxford, 193p.
- La Roche, H.1965. *Sur L'existence de plusieurs facies geochimiques dans les schistes paleozoiques de pyrenees lachonaises*. *Geologische Rundschau*, **55**:274-301.
- MacCulloch, M. T. & Wasserburg, G. J. 1978. *Sm-Nd and Rb-Sr chronology of continental crust formation*. *Science*, **200**:1003-1011.
- Machado E. C.; Souza, C. J. M.; Silva, M. A. & Berbert, C. O. 1981. *Projeto Porangatu (Etapa II). Rel. Final*, Goiânia, DNPM/CPRM, inédito.
- Maniar, P. D. & Piccoli, P. M. 1989. *Tectonic discrimination of granitoids*. *Geological Society of America Bulletin*, **101**: 635-643.
- Middlemost, E. A. K. 1985. *Magma and magmatic rocks: An introduction to igneous petrology*, London, Longman, 266p.
- Nakamura, N. 1974. *Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites*. *Geochimica and Cosmochimica Acta*. **38**:757-775.
- O'Connor, J. T. 1965. *Classification of quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios*. U.S. Geol. Surv. Paper, **525B**: 79-84.
- Palermo, N. 1996. *Le Gissement aurifère précambrien de Posse (Goiás, Brasil) dans sou cache géologique*. These de doctorat, ENSPM, Paris, 175p + annexes.
- Pearce, J. A. 1980. *Geochemical evidence for genesis and eruptive setting of lavas from tethyan ophiolites*. In: Proc. Intern. Ophiolite Symposium, Cyprus, Ministry of Agriculture and Natural Resources, 261-272.
- Pearce, J. A., Norry, M. J. 1979. *Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nd variations in volcanic rocks*. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **69**:33-47.
- Peccerillo, A. & Taylor, S. R. 1976. *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey*, *Contributions to Mineral Petrology*, **58**:63-81.
- Phillips, A. R. 1990. *Principles of igneous and metamorphic petrology*. Prentice Hall, New Jersey, 498p.
- Pimentel, M. M. & Fuck, R. A. 1986. *Geologia da seqüência vulcanossedimentar de Arenópolis (GO)*. *Revista Brasileira de Geociências*, **16**:217-233.
- Pimentel, M. M. & Fuck, R. A. 1987. *Origem e evolução das rochas metavulcânicas e metaplutônicas da região de região de Arenópolis (GO)*. *Revista Brasileira de Geociências*. **17**:2-14.
- Pimentel, M. M. & Fuck, R. A. 1992. *Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil*. *Geology*, **20**:375-359.
- Pimentel, M. M.; Fuck, R. A. & Alvarenga, C.J.S. 1996. *Post Brasiliano (Pan-African) high-K granitic magmatism in Central Brazil: the role of the Late Precambrian-early Paleozoic extension*. *Precambrian Research*. **80**:217-38.
- Pimentel, M. M.; Fuck, R. A. & De'l Rey Silva, L. J. H. 1996. *Dados Rb-Sr e Sm-Nd da região de Jussara-Goiás-Mossâmedes (GO), e o limite entre os terrenos antigos do maciço de Goiás e o arco magmático de Goiás*. *Revista Brasileira de Geociências*. **26**(2):61-70.
- Pimentel, M. M.; Fuck, R. A.; Machado, N.; Fuck, R. F.; Ribeiro, R.K. & Viana, M. G. 1993. *Dados geocronológicos U-Pb preliminares da região de Mara Rosa, Goiás: Implicações para a época de mineralização de Au e para a evolução neoproterozóica no Centro-Oeste*. IV Congresso Brasileiro de Geoquímica. Brasília, anais 255-258.
- Pimentel, M. M.; Rodrigues, J. B.; Fuck, R. A. & Nuno Machado 1993. *Idade U-Pb em zircões do metarriolito da seqüência vulcano-sedimentar de Iporá, oeste de Goiás*. IV Congresso Brasileiro de Geoquímica. Brasília, anais, 259-261.
- Pimentel, M. M.; Whitehouse, M. J.; Viana, M. G.; Fuck, R.A. & Nuno Machado 1997. *The Mara Rosa arc in the Tocantins Province: further evidence for Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil*. *Precambrian Research*. **81**:299-310.
- Poll, N. J. 1993. *The geology of the Zacarias gold-silver-barite deposit, Goiás state, Brazil*. Master of Science thesis, Colorado School of Mines, Colorado, USA. 124p.
- Porada, H. 1989. *Pan-African rifting and orogenesis in southern to equatorial African and eastern Brazil*. *Precambrian Research*, **44**(2):103-136.

- Powell, R. & Holland, T. J. B. 1988. *An internally consistent dataset with uncertainties and correlations: 3. Applications to geobarometry, worked examples and a computer program*. Journal of Metamorphic Geology, **6**:173-204.
- Ribeiro Filho, W. 1981. *Reavaliação da geologia de Pilar - Mara Rosa. 1º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*. Goiânia - GO, atas, 281-295.
- Richardson, S. V.; Kesler, S. E.; Essene, E. J. & Jones, L. M. 1986. *Origin and geochemistry of the Chapada Cu-Au deposit, Goiás, Brazil: A metamorphosed wall-rock porphyry copper deposit*. Economic Geology, **51**:1889-1898.
- Rodrigues, J. B. 1996. *Geocronologia e geoquímica da Sequência Vulcano-Sedimentar de Ipora e rochas graníticas associadas*. Brasília, IG-UnB, Dissertação de Mestrado N°108.
- Schobbenhaus C.; Campos, D. A.; Derze, G. R. & Asmus, H. E. 1984. *Mapa geológico do Brasil*. DGM/DNPM, Brasília, 485p.
- Spear, F. S. 1989. Petrologic determination of metamorphic pressure-temperature-time paths. In Spear, F. & Peacock, S.M. 1989. *Metamorphic pressure-temperature-time paths. Short Course in Geology*. Vol. 7. 28th International Geology Congress. Washington, DC. 1-55.
- Spear, F. S. 1993. *Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths*. Mineralogical Society of America Monograph. Chelsea, Michigan. 799p.
- Spear, F. S. & Selverstone, J. 1983. *Quantitative P-T paths from zoning minerals: Theory and tectonic applications*. Contributions to Mineral Petrology **83**:348-57.
- Suita, M. T. F. Kamo, S. L. Krough, T. E.; Fyfe, W. S. & Hartmann, L. A. 1994. *U-Pb ages from the high-grade Barro Alto mafic-ultramafic Complex (Goiás, central Brazil): Middle Proterozoic continental mafic magmatism and the Upper Proterozoic continental collision*. In: Eighth International Conference on Geochronology, Cosmochronology and Isotope Geology. Berkeley, 1994. US Geological Survey Circular 1107. Berkeley. 309p.
- Taylor, S. R. & McLennan, S. M. 1985: *The continental crust: Its evolution and composition*. Blackwell, London, 312p.
- Taylor, S. R.; Rudnick, R. L.; McLennan, S. M. & Ericson, K. A. 1986. *Rare earth element patterns in Archean high-grade metasediments and their tectonic significance*. Geochimica et Cosmochimica Acta. **50**:2267-2279.
- Treczienski, W. J. Jr. 1977. *Garnet zoning - product of continuous reaction*. Can. Mineral. **15**:250-256.
- Trompette, R. 1994. *Geology of Western Gondwana (2000 - 500Ma)*. Balkema, Rotterdam, 350p.
- Viana, M. G. 1995. *Geocronologia e geoquímica das rochas ortognáissicas e metavulcânicas da região de Mara Rosa, norte de Goiás*. Brasília IG-UnB, Dissertação de Mestrado N° 97.
- Viana, M. G. & Pimentel, M. M. 1993. *Dados geoquímicos e isotópicos Sm-Nd preliminares para rochas metavulcânicas e metaplutônicas da região de Mara Rosa*. IV Simpósio de Geologia do Centro-Oeste. SBG, Brasília, anais, p148-151.
- Viana, M. G.; Pimentel, M. M.; Whitehouse, M. J.; Fuck, R. A. & Nuno Machado 1995. *O arco magmático de Mara Rosa, Goiás: Geoquímica e geocronologia e suas implicações regionais*. Revista Brasileira de Geociências. **25**(2):111-123.
- Wasserburg, G. J.; Jacobsen, S. B.; De Paolo, D. J.; McCulloch, M. T. & Wen, T. 1981. *Precise determination of Sm/Nd ratios, Sm and Nd isotopic abundances in standard solutions*. Geochimica et Cosmochimica Acta. **45**:2311-2323.
- Yardley, B. W. D. 1989. *An introduction to metamorphic petrology*. Longman Group Uk Limited. London 250p.

Análises Minerais

Anfibólio
Biotita
Muscovita
Granada
Feldspato
Estaurólita
Epidoto

Biotita

Amostra	2H1104		2H2104		2H3104		2H4104		2B1104		2H1104		2H2104		2B1104		2H1104		2B1104		4H1104		4B2104		4B3104		4H1104		4B1104		4B1104 md						
	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et	Bt	Et					
SiO2	37,70	37,03	37,47	38,12	37,43	37,79	38,55	38,25	38,18	37,81	37,83	36,15	37,61	37,25	37,60	38,31	37,55	37,23	37,24	37,42																	
TiO2	1,55	1,61	1,41	1,52	1,60	1,49	1,54	1,40	1,47	1,44	1,50	1,28	1,37	1,42	1,50	1,34	1,35	1,25	1,30	1,37																	
Al2O3	17,45	17,61	17,55	17,55	17,38	17,89	18,30	17,99	17,84	17,84	17,74	17,06	17,75	17,11	17,48	17,69	17,85	17,39	17,58	17,52																	
Cr2O3	0,10	0,09	0,14	0,14	0,06	0,06	0,07	0,03	0,06	0,07	0,08	0,09	0,13	0,10	0,14	0,04	0,02	0,10	0,14	0,09																	
Fe2O3	0,47	2,49	2,08	0,00	0,00	0,05	0,00	0,36	0,00	0,00	0,55	2,89	1,44	2,59	0,32	0,75	0,55	0,73	2,38	1,36																	
FeO	14,29	12,68	13,29	14,43	14,88	14,87	14,87	14,08	13,98	14,16	14,15	14,71	13,58	13,21	13,87	13,96	14,43	14,37	12,12	13,82																	
MnO	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	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
MgO	14,34	14,63	14,47	14,32	13,83	14,14	14,37	14,69	14,52	14,28	14,36	14,16	14,56	14,37	14,48	14,73	14,21	14,16	15,47	14,50																	
CaO	0,00	0,01	0,03	0,01	0,04	0,00	0,01	0,02	0,06	0,06	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,00	0,04	0,03																	
Na2O	0,26	0,20	0,20	0,26	0,28	0,26	0,29	0,28	0,26	0,29	0,26	0,23	0,26	0,26	0,26	0,26	0,24	0,25	0,28	0,26																	
K2O	9,03	8,90	8,88	9,04	8,93	9,20	9,15	9,07	9,00	8,91	9,01	8,37	9,06	8,68	8,96	9,05	9,16	9,32	8,27	8,88																	
Total	95,22	95,25	95,52	95,39	94,43	95,75	97,16	96,20	95,39	94,88	95,52	94,98	95,78	95,04	94,65	96,14	95,42	94,81	94,83	95,24																	
O	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00																	
Si	2,79	2,74	2,76	2,81	2,80	2,79	2,79	2,79	2,81	2,80	2,79	2,71	2,77	2,76	2,79	2,80	2,78	2,78	2,75	2,77																	
Ti	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08																	
Al	1,52	1,53	1,53	1,53	1,53	1,56	1,56	1,55	1,55	1,56	1,54	1,51	1,54	1,50	1,53	1,52	1,56	1,53	1,53	1,53																	
Cr	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01																	
Fe3	0,03	0,14	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,16	0,08	0,15	0,02	0,04	0,03	0,04	0,13	0,08																	
Fe2	0,89	0,78	0,82	0,89	0,93	0,92	0,90	0,86	0,86	0,88	0,87	0,92	0,84	0,82	0,86	0,85	0,89	0,90	0,75	0,86																	
Mn	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
Mg	1,58	1,61	1,59	1,57	1,54	1,55	1,55	1,60	1,59	1,58	1,58	1,58	1,60	1,59	1,60	1,60	1,57	1,58	1,70	1,60																	
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
Na	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04																	
K	0,85	0,84	0,84	0,85	0,85	0,87	0,85	0,85	0,85	0,84	0,85	0,80	0,85	0,82	0,85	0,85	0,87	0,89	0,78	0,84																	
Sum	7,79	7,77	7,77	7,78	7,79	7,80	7,78	7,79	7,78	7,78	7,78	7,80	7,79	7,76	7,79	7,78	7,80	7,82	7,76	7,79																	
Al/Si	0,55	0,56	0,55	0,54	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55	0,56	0,55	0,56	0,56	0,54	0,55	0,54	0,56	0,55	0,56	0,55																	
X Mg	0,64	0,67	0,66	0,64	0,62	0,63	0,63	0,65	0,65	0,64	0,64	0,63	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,69	0,65																	
Mg/Fe	1,79	2,06	1,94	1,77	1,66	1,69	1,72	1,86	1,85	1,80	1,81	1,72	1,91	1,94	1,86	1,88	1,76	1,76	2,27	1,88																	

Biotita

Amostra	1I131C		1I231C		1I331C		1I431C		1I531C		1I631C		1I731C		1I831C		1I931C		1B131C		1B331C		1B431C		1B531C		2M331C		1M431C md		
	Min	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	
SiO2	36,62	37,22	36,01	36,04	36,21	36,94	37,43	37,05	36,81	36,50	36,21	36,77	36,27	37,18	37,78	36,74															
TiO2	3,00	2,54	3,39	3,29	3,40	2,87	2,44	3,35	2,65	2,57	2,85	3,17	2,68	2,71	2,83	2,92															
Al2O3	17,55	18,10	17,17	17,49	17,42	17,28	18,17	18,30	18,43	17,91	18,11	17,75	17,89	19,00	18,42	17,93															
Cr2O3	0,12	0,00	0,03	0,09	0,07	0,06	0,07	0,09	0,03	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,10	0,05															
Fe2O3	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	0,00	0,00	0,00															
FeO	16,28	15,58	16,69	16,34	16,30	17,37	17,09	16,67	15,90	16,12	15,76	16,41	16,26	15,01	17,62	16,36															
MnO	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	0,02	0,00	0,00															
MgO	11,42	11,97	11,48	11,84	11,19	12,27	11,74	11,68	11,97	11,96	11,71	11,67	11,73	12,13	11,70	11,76															
CaO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,03	0,10	0,05	0,04	0,04	0,02															
Na2O	0,14	0,15	0,09	0,10	0,13	0,13	0,21	0,15	0,13	0,14	0,17	0,16	0,15	0,15	0,16	0,14															
K2O	9,94	9,88	9,96	9,86	9,88	9,78	9,43	9,80	9,76	9,92	9,76	9,88	9,70	9,69	9,32	9,77															
Total	95,07	95,46	94,83	95,08	94,62	96,70	96,60	97,11	95,75	95,13	94,69	95,94	94,80	95,95	97,98	95,71															
O	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00															
Si	2,76	2,77	2,73	2,72	2,74	2,75	2,77	2,73	2,74	2,74	2,73	2,74	2,74	2,74	2,76	2,74															
Ti	0,17	0,14	0,19	0,19	0,19	0,16	0,14	0,19	0,15	0,15	0,16	0,18	0,15	0,15	0,16	0,16															
Al	1,56	1,59	1,54	1,56	1,56	1,51	1,58	1,59	1,62	1,59	1,61	1,56	1,59	1,65	1,58	1,58															
Cr	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00															
Fe3	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	0,00	0,00	0,00															
Fe2	1,03	0,97	1,06	1,03	1,03	1,08	1,06	1,03	0,99	1,01	0,99	1,02	1,03	0,93	1,08	1,02															
Mn	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	0,00	0,00	0,00															
Mg	1,28	1,33	1,30	1,33	1,26	1,36	1,29	1,28	1,33	1,34	1,32	1,30	1,32	1,33	1,27	1,31															
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00															
Na	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02															
K	0,96	0,94	0,97	0,95	0,96	0,93	0,89	0,92	0,93	0,95	0,94	0,94	0,94	0,91	0,87	0,93															
Sum	7,78	7,77	7,80	7,80	7,77	7,81	7,76	7,76	7,78	7,80	7,78	7,78	7,79	7,75	7,74	7,78															
Al/Si	0,56	0,57	0,56	0,57	0,57	0,55	0,57	0,58	0,59	0,58	0,59	0,57	0,58	0,60	0,57	0,57															
X Mg	0,56	0,58	0,55	0,56	0,55	0,56	0,55	0,56	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0,59	0,54	0,56															
Mg/Fe	1,25	1,37	1,23	1,29	1,22	1,26	1,22	1,25	1,34	1,32	1,32	1,27	1,29	1,44	1,18	1,28															

Biotita

Amostra	2M531C		2M631C		2M831C		2M931C		2B231C		2B331C		2B431C		imd
	Min	Bt	Min	Bt	Min	Bt	Min	Bt	Min	Bt	Min	Bt	Min	Bt	
SiO2	37,35		36,55		36,64		36,31		35,96		37,53		36,45		36,73
TiO2	3,10		2,88		2,70		2,76		2,41		3,03		2,99		2,83
Al2O3	18,03		17,46		17,18		17,79		18,24		17,74		17,31		17,91
Cr2O3	0,05		0,01		0,05		0,05		0,01		0,01		0,00		0,03
Fe2O3	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
FeO	16,30		16,39		16,33		16,69		16,44		16,50		16,46		16,33
MnO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
MgO	11,60		11,45		11,55		11,15		11,41		12,07		11,63		11,68
CaO	0,02		0,06		0,01		0,05		0,04		0,06		0,05		0,04
Na2O	0,10		0,13		0,13		0,13		0,15		0,15		0,15		0,14
K2O	9,82		9,69		9,65		9,67		9,52		9,84		9,61		9,69
Total	96,37		94,64		94,23		94,61		94,18		96,74		94,64		95,40
0	11,00		11,00		11,00		11,00		11,00		11,00		11,00		11,00
Si	2,77		2,76		2,78		2,75		2,73		2,77		2,76		2,75
Ti	0,17		0,16		0,15		0,16		0,14		0,17		0,17		0,16
Al	1,57		1,56		1,54		1,59		1,63		1,54		1,54		1,58
Cr	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe3	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe2	1,01		1,04		1,04		1,06		1,04		1,02		1,04		1,02
Mn	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Mg	1,28		1,29		1,31		1,26		1,29		1,33		1,31		1,30
Ca	0,00		0,01		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Na	0,01		0,02		0,02		0,02		0,02		0,02		0,02		0,02
K	0,93		0,94		0,94		0,94		0,92		0,91		0,93		0,93
Sum	7,75		7,77		7,77		7,77		7,79		7,76		7,78		7,77
Al/Si	0,57		0,56		0,55		0,58		0,60		0,56		0,56		0,57
X Mg	0,56		0,55		0,56		0,54		0,55		0,57		0,56		0,56
Mg/Fe	1,27		1,24		1,26		1,19		1,24		1,30		1,26		1,28

Muscovita

MR-137

MR-173

MR-31C

Amostra	2H137	2I2137		2I3137		Amostra 4M1173		4B7173		4M2173		4M4173		4M5173		4M6173		Amostra 2M131C		2M231C		2B131C	
		MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Min							Min												Min				
SiO2	46,14	45,27	45,31	45,57		46,94	47,75	45,78	46,71	46,40	45,31	46,48	45,85	45,81	45,85	45,81	45,81	SiO2	45,85	45,81	45,81	47,14	46,27
TiO2	0,48	0,57	0,70	0,58		0,41	0,47	0,56	0,33	0,08	0,61	0,41	0,94	0,45	0,94	0,45	0,45	TiO2	0,94	0,45	0,45	1,00	0,80
Al2O3	35,41	34,04	34,37	34,61		36,91	36,53	36,00	36,44	36,46	36,06	36,40	32,47	33,97	32,47	33,97	33,97	Al2O3	32,47	33,97	33,97	34,32	33,59
Cr2O3	0,05	0,11	0,05	0,07		0,06	0,04	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	Cr2O3	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02
Fe2O3	0,00	1,47	0,29	0,59		0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,06	1,68	0,00	1,68	0,00	0,00	Fe2O3	1,68	0,00	0,00	0,00	0,56
FeO	2,13	1,46	2,18	1,92		1,08	1,09	0,95	1,10	1,00	1,07	1,05	1,51	1,79	1,51	1,79	1,71	FeO	1,51	1,79	1,79	1,71	1,67
MnO	0,00	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	0,00	0,00	MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,77	1,02	0,87	0,89		0,78	0,76	1,04	0,87	0,85	0,96	0,88	1,65	1,04	1,65	1,04	0,90	MgO	1,65	1,04	1,04	0,90	1,20
CaO	0,00	0,01	0,00	0,00		0,05	0,08	0,01	0,03	0,01	0,00	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,01	CaO	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04
Il2O	1,84	1,56	1,51	1,64		1,76	1,51	1,35	1,49	1,52	1,37	1,50	1,44	1,06	1,44	1,06	0,62	Il2O	1,44	1,06	1,06	0,62	0,57
K2O	8,60	8,71	8,99	8,77		8,60	8,71	9,08	8,80	9,08	9,48	8,96	9,82	10,46	9,82	10,46	10,56	K2O	9,82	10,46	10,46	10,56	10,28
Total	95,45	94,24	94,28	94,66		96,60	96,96	95,15	95,78	95,41	94,88	95,80	94,46	94,22	94,46	94,22	96,30	Total	94,46	94,22	94,22	96,30	94,99
0	11,00	11,00	11,00	11,00		11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	0	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Si	3,06	3,05	3,06	3,06		3,05	3,09	3,03	3,06	3,06	3,02	3,05	3,10	3,10	3,10	3,10	3,11	Si	3,10	3,10	3,10	3,11	3,10
Ti	0,02	0,03	0,04	0,03		0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	Ti	0,05	0,02	0,02	0,05	0,04
Al	2,77	2,71	2,73	2,73		2,83	2,79	2,81	2,82	2,84	2,83	2,82	2,58	2,71	2,58	2,71	2,67	Al	2,58	2,71	2,71	2,67	2,65
Cr	0,00	0,01	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	0,00	Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,00	0,08	0,02	0,03		0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	Fe3	0,09	0,00	0,00	0,00	0,03
Fe2	0,12	0,08	0,12	0,11		0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,09	0,10	0,09	Fe2	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09
Mn	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	0,00	0,00	0,00	Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,08	0,10	0,09	0,09		0,08	0,07	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,17	0,11	0,17	0,11	0,09	Mg	0,17	0,11	0,11	0,09	0,12
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Il2	0,24	0,20	0,20	0,21		0,22	0,19	0,17	0,19	0,20	0,18	0,19	0,06	0,09	0,06	0,09	0,08	Il2	0,06	0,09	0,09	0,08	0,07
K	0,73	0,75	0,77	0,75		0,71	0,72	0,77	0,74	0,77	0,81	0,75	0,85	0,90	0,85	0,90	0,89	K	0,85	0,90	0,90	0,89	0,88
Soma	7,02	7,00	7,02	7,01		6,98	6,95	6,99	6,97	7,00	7,02	6,99	6,97	7,02	6,97	7,02	6,99	Soma	6,97	7,02	7,02	6,99	6,99

Granada MR-101B c2

101B	e2b1		e2b2		e2i1		e2i2		e2n1		e2n2		e2n3		e2n4		e2i3		e2i4		e2b3		e2b4		e2b5		md	B	H		
	Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt				Grt	
SiO2	38,46	38,57	38,28	38,90	38,22	38,27	38,27	38,27	38,22	38,22	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,27	38,13	38,13	38,13	38,24	38,24	38,24	38,24	38,24	38,24	38,24	38,23	38,16		
TiO2	0,02	0,01	0,00	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		
Al2O3	21,71	21,72	21,54	21,55	21,63	21,37	21,37	21,55	21,63	21,55	21,37	21,37	21,55	21,63	21,55	21,63	21,55	21,63	21,55	21,55	21,51	21,57	21,57	21,57	21,57	21,57	21,65	21,43	21,43		
Cr2O3	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02		
Fe2O3	0,03	0,14	0,36	0,63	0,17	0,49	0,34	0,34	0,63	0,17	0,49	0,34	0,34	0,63	0,17	0,49	0,34	0,32	0,26	0,26	0,00	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,06	0,47	0,47		
FeO	26,75	26,22	25,37	24,80	25,30	25,26	25,16	25,26	25,16	25,26	25,16	25,26	25,16	25,26	25,16	25,26	25,16	25,13	25,19	25,19	27,35	25,83	25,83	25,83	25,83	25,83	26,98	25,25	25,25		
MnO	4,11	4,04	4,04	4,39	4,31	4,39	4,31	4,39	4,31	4,31	4,39	4,31	4,39	4,31	4,31	4,39	4,31	4,42	4,14	4,14	4,98	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,40	4,38	4,38		
MgO	7,17	7,65	8,15	8,17	7,94	7,62	7,99	7,99	8,15	8,03	7,99	7,99	8,15	8,03	7,99	8,15	8,03	7,69	6,53	6,53	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,67	7,84	7,84		
CaO	1,80	1,71	1,73	2,04	1,93	2,05	2,10	2,09	2,14	2,02	2,09	2,14	2,02	2,09	2,14	2,02	1,73	1,91	1,91	2,66	1,99	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,04	2,04		
Na2O	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	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	0,00	0,00	0,00		
K2O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total	100,09	100,06	99,47	100,55	99,54	99,48	99,48	99,35	100,03	99,89	99,34	99,92	99,34	99,92	100,37	99,62	99,82	100,04	99,60	99,60	99,62	99,82	99,82	99,82	99,82	99,82	100,04	99,60	99,60		
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
Si	3,08	3,09	3,06	3,11	3,06	3,06	3,02	3,02	3,06	3,02	3,06	3,02	3,06	3,02	3,06	3,02	3,06	3,05	3,06	3,02	3,02	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,05	3,05	
Ti	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al	1,74	1,74	1,72	1,72	1,73	1,71	1,72	1,70	1,73	1,72	1,70	1,72	1,73	1,72	1,70	1,72	1,73	1,74	1,73	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,73	1,72	1,72	1,72	
Cr	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe3	0,00	0,01	0,03	0,05	0,01	0,04	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,04	0,04	0,04	
Fe2	2,14	2,10	2,03	1,98	2,02	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,01	2,02	2,11	2,21	2,19	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,16	2,02	2,02	2,02	
Mn	0,33	0,32	0,32	0,35	0,34	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,32	0,36	0,40	0,36	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
Mg	0,57	0,61	0,65	0,65	0,64	0,61	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,61	0,52	0,43	0,43	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,53	0,63	0,63	0,63	
Ca	0,14	0,14	0,14	0,16	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	0,14	0,14	0,15	0,21	0,21	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	
Na	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	
K	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	
Somma	8,01	8,00	7,96	8,04	7,96	7,96	7,95	8,00	7,95	8,00	7,95	7,96	7,95	8,00	7,95	8,00	7,95	7,99	8,03	7,97	7,99	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,97	7,97	7,97	
Alm	58,17	56,83	54,91	53,45	54,67	55,02	54,02	54,64	53,63	54,44	56,85	59,72	60,42	55,91	58,79	54,59	58,79	54,44	53,63	54,44	56,85	59,72	60,42	55,91	58,79	54,59	58,79	54,59	54,59	54,59	
Prp	27,77	29,57	31,45	31,38	30,58	29,59	30,59	30,02	31,00	30,92	29,54	25,18	20,97	25,87	30,20	30,20	30,20	30,92	29,54	25,18	20,97	25,87	25,18	20,97	25,87	30,20	30,20	30,20	30,20	30,20	30,20
Sps	9,06	8,87	8,85	9,59	9,44	9,69	9,64	9,56	9,55	9,05	8,83	9,81	11,14	9,47	9,58	9,58	9,58	9,05	8,83	9,81	11,14	9,47	9,47	9,47	9,47	9,47	9,72	9,58	9,58	9,58	9,58
Grs	4,73	4,30	3,47	3,66	4,69	4,21	4,74	3,14	4,79	4,76	4,72	5,04	7,37	4,59	4,20	4,20	4,20	4,76	4,72	5,04	7,37	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	5,36	4,20	4,20	4,20	
Uv	0,16	0,00	0,00	0,00	0,08	0,04	0,01	0,09	0,07	0,06	0,00	0,08	0,01	0,05	0,06	0,06	0,06	0,00	0,08	0,01	0,08	0,01	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
Ad	0,11	0,44	1,04	1,92	0,54	1,46	1,01	2,55	0,96	0,77	0,07	0,17	0,08	0,86	1,39	1,39	1,39	0,77	0,07	0,17	0,08	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,20	1,39	1,39	1,39	
X Mg	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15	

Granada MR-101B cx

101B	xb1		xb2		xb3		xi1		xi2		xi3		xi4		xi5		xi6		xb4		xb5		xb6		md		B		H					
	Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt										
SiO2	37,92	37,99	37,73	37,43	38,52	38,17	38,22	38,32	38,08	38,26	37,93	37,98	38,05	37,87	37,93	38,03	37,92	38,21																
TiO2	0,03	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,08	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01				
Al2O3	21,48	21,59	21,60	21,00	21,59	21,47	21,32	21,25	21,31	21,39	21,78	21,63	21,54	21,30	21,09	21,42	21,43	21,29																
Cr2O3	0,09	0,03	0,02	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01				
Fe2O3	0,07	0,24	0,04	0,42	0,55	0,35	0,52	0,85	0,62	0,56	0,08	0,17	0,18	0,46	0,25	0,36	0,21	0,66																
FeO	27,14	27,44	26,90	28,78	25,43	24,98	25,06	25,17	24,94	24,74	26,03	26,38	25,88	26,87	26,18	26,13	26,74	25,06																
MnO	4,69	4,45	4,30	4,41	4,28	4,13	4,20	4,34	4,30	4,33	4,29	4,13	4,20	4,25	5,05	4,36	4,49	4,28																
MgO	5,82	6,67	7,31	5,44	8,05	8,13	7,84	8,03	8,06	8,17	8,05	7,64	7,80	7,09	5,24	7,29	6,66	7,98																
CaO	2,92	2,11	1,71	1,86	2,04	1,94	1,95	1,99	2,01	1,94	1,88	1,90	1,60	1,80	3,02	2,04	2,19	1,98																
Na2O	0,00	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	0,02	0,00	0,00	0,00																
K2O	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00															
Total	100,16	100,53	99,66	99,42	100,46	99,21	99,14	100,00	99,32	99,38	100,11	99,87	99,26	99,67	98,85	99,67	99,49																	
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00																
Si	3,03	3,04	3,02	2,99	3,08	3,05	3,06	3,07	3,05	3,06	3,03	3,04	3,04	3,03	3,03	3,04	3,03	3,06																
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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																
Al	1,72	1,73	1,73	1,68	1,73	1,72	1,71	1,70	1,71	1,71	1,74	1,73	1,72	1,70	1,69	1,71	1,72	1,71																
Cr	0,01	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	0,00	0,00	0,00	0,00																
Fe3	0,01	0,02	0,00	0,03	0,04	0,03	0,04	0,07	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02																
Fe2	2,17	2,20	2,15	2,30	2,03	2,00	2,00	2,01	2,00	1,98	2,08	2,11	2,07	2,15	2,09	2,09	2,14	2,00																
Mn	0,38	0,36	0,34	0,35	0,34	0,33	0,34	0,35	0,34	0,35	0,34	0,33	0,34	0,34	0,40	0,35	0,36	0,34																
Mg	0,47	0,53	0,58	0,43	0,64	0,65	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,61	0,62	0,57	0,42	0,58	0,53	0,64																
Ca	0,23	0,17	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,13	0,14	0,24	0,16	0,18	0,16																
Na	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																
K	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																
Somma	8,01	8,04	7,97	7,95	8,04	7,94	7,93	8,00	7,95	7,95	8,01	7,99	7,94	7,97	7,91	7,97	7,97	7,96																
Alm	59,01	58,98	57,92	63,54	54,44	54,14	54,72	54,23	53,95	53,59	55,28	56,60	56,19	58,28	58,83	56,65	58,20	54,30																
Prp	22,56	25,53	28,06	21,39	30,70	31,39	30,53	30,83	31,07	31,53	30,47	29,23	30,16	27,39	21,00	28,12	25,78	30,81																
Sps	10,33	9,67	9,37	9,87	9,27	9,07	9,29	9,47	9,42	9,50	9,24	8,97	9,23	9,34	11,48	9,57	9,90	9,39																
Grs	7,57	5,04	4,42	3,80	4,00	4,29	3,90	2,89	3,75	3,76	4,66	4,61	3,86	3,54	7,77	4,52	5,37	3,51																
Uv	0,27	0,10	0,06	0,06	0,00	0,08	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,10	0,15	0,07	0,11	0,03																
Ad	0,26	0,68	0,18	1,34	1,59	1,03	1,54	2,50	1,80	1,62	0,36	0,51	0,56	1,35	0,77	1,07	0,63	1,95																
X Mg	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	0,14	0,15	0,15																

Granada MR-104A c4

104A	4B1104		4I1104		4I2104		4I3104		4I1104		4I2104		4I4104		4I5104		4B2104		4B3104		4B4104		md	B	II		
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt					
SiO2	39,65	38,20	39,65	38,50	38,48	38,76	38,33	38,71	38,55	37,32	36,80	38,40	38,45	38,55													
TiO2	0,03	0,00	0,03	0,03	0,02	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03		
Al2O3	21,57	21,37	21,57	20,90	21,51	21,42	20,74	21,51	21,48	20,35	20,46	20,64	21,13	21,08								20,64	20,64	21,13	20,76	21,08	
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,03	0,05		
Fe2O3	0,00	0,19	0,00	0,36	0,77	0,16	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,79	0,54	0,98	0,60		
FeO	33,14	32,36	33,14	32,11	31,85	31,44	31,29	31,70	32,41	32,80	31,88	32,52	32,22	32,59	31,37							32,52	32,22	32,59	31,37		
MnO	1,09	1,24	1,09	1,39	1,54	2,30	2,19	1,67	1,49	1,30	1,44	1,42	1,51	1,31	2,25							1,42	1,51	1,31	2,25		
MgO	4,47	4,70	4,47	5,73	6,09	6,09	5,98	5,98	5,74	4,72	4,70	5,49	5,35	4,85	6,04							5,49	5,35	4,85	6,04		
CaO	3,33	2,88	3,33	1,81	1,38	1,39	1,30	1,51	1,50	1,63	1,79	1,71	1,96	2,12	1,35							1,71	1,96	2,12	1,35		
Na2O	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	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
K2O	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	0,00	0,00						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total	103,28	100,97	103,28	100,92	101,64	101,61	100,98	101,12	101,18	99,27	99,10	101,03	101,20	100,67	101,30							101,03	101,20	100,67	101,30		
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00							12,00	12,00	12,00	12,00		
Si	3,04	3,00	3,04	3,02	2,99	3,01	3,01	3,02	3,01	3,00	2,97	3,02	3,01	3,01	3,01							3,02	3,01	3,01	3,01		
Ti	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	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00		
Al	1,95	1,98	1,95	1,93	1,97	1,96	1,92	1,98	1,98	1,93	1,94	1,91	1,95	1,93	1,94							1,91	1,95	1,93	1,94		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe3	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe2	2,13	2,13	2,13	2,11	2,07	2,04	2,05	2,07	2,12	2,21	2,15	2,14	2,11	2,15	2,05							2,14	2,11	2,15	2,05		
Mn	0,07	0,08	0,07	0,09	0,10	0,15	0,15	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,15							0,10	0,10	0,09	0,15		
Mg	0,51	0,55	0,51	0,67	0,71	0,71	0,70	0,70	0,67	0,57	0,56	0,64	0,62	0,57	0,70							0,64	0,62	0,57	0,70		
Ca	0,27	0,24	0,27	0,15	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13	0,14	0,16	0,14	0,16	0,18	0,11							0,14	0,16	0,18	0,11		
Na	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	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00		
K	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	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,00		
Soma	7,98	8,00	7,98	8,00	8,00	8,00	8,00	7,99	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00							8,00	8,00	7,99	8,00		
Alm	71,30	70,83	71,30	69,69	69,22	67,76	68,27	68,94	70,36	73,48	72,43	70,79	70,36	68,02								70,79	70,36	72,00	68,02		
Prp	17,13	18,32	17,13	22,17	23,56	23,38	23,25	23,19	22,20	18,86	19,01	21,30	20,79	23,32								21,30	20,79	19,08	23,32		
Sps	2,38	2,76	2,38	3,08	3,38	5,01	4,86	3,67	3,29	2,97	3,34	3,15	3,36	4,94								3,15	3,36	2,96	4,94		
Grs	9,19	7,44	9,19	3,74	1,61	3,39	0,20	4,15	4,10	1,20	0,68	2,27	3,93	1,80								2,27	3,93	3,34	1,80		
Uv	0,00	0,10	0,00	0,26	0,00	0,00	0,35	0,05	0,00	0,15	0,05	0,15	0,09	0,18								0,15	0,09	0,09	0,18		
Ad	0,00	0,55	0,00	1,07	2,23	0,46	3,07	0,00	0,05	3,35	5,86	2,35	1,58	1,77								2,35	1,58	2,89	1,77		
X Mg	0,19	0,21	0,19	0,24	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24	0,20	0,21	0,23	0,23	0,21	0,26							0,23	0,23	0,21	0,26		

Granada MR-104A c2

104A	2B2104	2H1104	2I2104	2H1104	2H2104	2H3104	2I3104	2I4104	md	B	H
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt			
SiO2	37,80	38,50	38,53	38,43	38,50	38,55	37,95	37,88	38,27	37,84	38,49
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,01	0,02	0,01	0,05
Al2O3	21,25	21,43	21,35	21,28	20,67	20,78	20,65	20,77	21,02	21,01	20,91
Cr2O3	0,01	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,04
Fe2O3	0,68	1,19	0,61	0,00	0,20	0,04	1,06	1,77	0,69	1,23	0,08
FeO	31,91	31,61	31,04	30,47	30,52	31,08	30,49	30,73	30,98	31,32	30,69
MnO	1,44	1,83	2,22	2,31	2,28	2,26	2,15	1,85	2,04	1,65	2,28
MgO	5,56	6,10	6,01	6,03	5,90	5,86	5,99	6,10	5,94	5,83	5,93
CaO	1,50	1,33	1,62	1,81	2,10	1,83	1,59	1,42	1,65	1,46	1,91
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,15	102,01	101,38	100,52	100,19	100,49	99,88	100,54	100,65	100,35	100,40
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Si	2,99	2,99	3,00	3,01	3,03	3,03	3,01	2,98	3,01	2,99	3,03
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,98	1,96	1,96	1,97	1,92	1,93	1,93	1,93	1,95	1,95	1,94
Cr	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,04	0,07	0,04	0,00	0,01	0,00	0,06	0,11	0,04	0,07	0,01
Fe2	2,11	2,05	2,02	2,00	2,01	2,04	2,02	2,02	2,03	2,07	2,02
Mn	0,10	0,12	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,12	0,14	0,11	0,15
Mg	0,66	0,70	0,70	0,70	0,69	0,69	0,71	0,72	0,70	0,69	0,69
Ca	0,13	0,11	0,14	0,15	0,18	0,15	0,14	0,12	0,14	0,12	0,16
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Somma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Alm	70,57	68,68	67,39	66,41	66,30	67,35	67,21	67,85	67,72	69,21	66,69
Prp	21,91	23,59	23,22	23,41	22,85	22,64	23,50	24,00	23,14	22,96	22,97
Sps	3,24	4,02	4,86	5,12	5,01	4,94	4,79	4,12	4,51	3,68	5,02
Grs	2,30	0,27	2,73	4,75	5,16	4,92	1,33	1,14	2,83	1,72	4,94
Uv	0,00	0,00	0,00	0,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,12
Ad	1,98	3,45	1,80	0,00	0,62	0,16	3,17	5,17	2,04	3,58	0,26
X Mg	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26

Granada MR137A c2

137A	2B2137		2H1137		2I2137		2I3137		2H1137		2H2137		2H3137		2I4137		2I5137		2I6137		2I7137		2B4137	
	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt
SiO2	36,32	35,97	37,88	37,51	37,72	37,58	37,88	37,39	37,80	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,10	38,08	38,08
TiO2	0,06	0,05	0,05	0,06	0,02	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Al2O3	21,65	21,50	21,82	21,54	21,32	21,08	21,50	21,29	21,50	21,56	21,71	21,49	21,56	21,71	21,49	21,56	21,71	21,49	21,56	21,71	21,49	21,56	21,49	21,49
Cr2O3	0,01	0,09	0,06	0,00	0,06	0,02	0,04	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	0,00	0,00	0,00	0,07
Fe2O3	3,13	3,17	0,73	1,68	1,14	1,83	0,94	1,76	1,11	0,59	0,40	0,74	1,11	0,59	0,40	0,74	1,11	0,59	0,40	0,74	1,11	0,59	0,40	0,74
FeO	29,93	29,27	31,04	30,29	30,77	30,35	30,50	30,34	30,65	31,41	31,71	31,62	30,65	31,41	31,71	31,62	30,65	31,41	31,71	31,62	30,65	31,41	31,71	31,62
MnO	1,67	1,90	2,08	2,55	2,72	2,83	2,90	2,72	2,66	2,24	1,67	1,70	2,66	2,24	1,67	1,70	2,66	2,24	1,67	1,70	2,66	2,24	1,67	1,70
MgO	4,42	4,36	4,53	4,66	4,66	4,69	4,64	4,50	4,53	4,55	4,54	4,57	4,50	4,53	4,55	4,54	4,57	4,50	4,53	4,55	4,54	4,57	4,54	4,57
CaO	3,12	3,19	3,22	2,90	2,58	2,62	2,79	2,80	2,95	2,99	3,19	3,20	2,80	2,95	2,99	3,19	3,20	2,80	2,95	2,99	3,19	3,20	3,19	3,20
Na2O	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2O	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,31	99,51	101,40	101,19	100,99	101,01	101,20	100,81	101,22	101,57	101,44	101,52	101,22	101,57	101,44	101,52	101,22	101,57	101,44	101,52	101,22	101,44	101,52	101,52
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Si	2,89	2,88	2,97	2,95	2,97	2,97	2,98	2,96	2,97	2,98	2,98	2,98	2,96	2,97	2,98	2,98	2,97	2,97	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
Ti	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	2,03	2,03	2,02	2,00	1,98	1,96	1,99	1,98	1,99	1,99	1,99	1,98	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,98
Cr	0,00	0,01	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,19	0,19	0,04	0,10	0,07	0,11	0,06	0,10	0,07	0,04	0,02	0,04	0,07	0,04	0,02	0,04	0,07	0,04	0,02	0,04	0,07	0,04	0,02	0,04
Fe2	1,99	1,96	2,03	1,99	2,03	2,00	2,00	2,01	2,02	2,06	2,08	2,07	2,01	2,02	2,06	2,08	2,07	2,02	2,06	2,08	2,07	2,08	2,07	2,07
Mn	0,11	0,13	0,14	0,17	0,18	0,19	0,19	0,19	0,18	0,15	0,11	0,11	0,18	0,18	0,15	0,11	0,11	0,18	0,15	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Mg	0,52	0,52	0,53	0,55	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Ca	0,27	0,28	0,27	0,25	0,22	0,22	0,24	0,24	0,24	0,25	0,27	0,27	0,24	0,25	0,25	0,27	0,27	0,25	0,25	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Na	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Somma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Alm	68,81	67,98	68,43	67,45	68,17	67,52	67,33	67,86	67,82	68,83	69,35	69,35	67,86	67,82	68,83	69,35	69,35	68,83	69,35	69,35	69,35	69,35	69,35	69,35
Prp	18,08	18,02	17,81	18,50	18,39	18,62	18,29	17,93	17,87	17,78	17,76	17,86	18,29	17,93	17,87	17,78	17,86	17,78	17,76	17,76	17,76	17,76	17,76	17,86
Sps	3,91	4,47	4,65	5,76	6,12	6,37	6,49	6,16	5,96	4,99	3,79	3,79	6,49	6,16	5,96	4,99	3,79	4,99	3,72	3,72	3,72	3,72	3,79	3,79
Grs	0,72	0,69	0,64	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Uv	0,05	0,27	0,19	0,00	0,20	0,05	0,15	0,00	0,05	0,15	0,25	0,20	0,15	0,00	0,05	0,15	0,25	0,05	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,20
Ad	8,44	8,57	2,09	4,77	3,31	5,26	2,73	4,98	3,21	1,73	1,13	2,17	4,98	3,21	1,73	1,13	2,17	3,21	1,73	1,13	1,13	1,13	1,13	2,17
X Mg	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20

Granada MR-137^a c2 (cont)

137A	2B1137	2I1137	2I2137	2I3137	2I1137	2I2137	2I3137	2I4137	2I5137	2I6137	2B2137	md	B	H
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt			
SiO2	37,44	38,00	38,17	37,55	37,96	37,53	37,72	37,61	37,78	37,56	38,24	38,44	37,68	37,71
TiO2	0,07	0,04	0,00	0,00	0,12	0,11	0,08	0,06	0,12	0,00	0,03	0,01	0,04	0,06
Al2O3	20,60	21,35	21,58	21,33	21,23	21,11	21,27	21,29	21,07	21,39	21,65	21,70	21,40	21,26
Cr2O3	0,00	0,00	0,03	0,08	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,01	0,03	0,03
Fe2O3	0,57	0,78	1,09	1,18	0,00	0,92	0,36	1,04	0,00	0,86	0,04	0,09	1,01	1,13
FeO	31,78	31,12	30,75	30,36	30,94	30,06	30,27	30,35	30,50	30,27	31,26	32,15	30,74	31,37
MnO	1,32	2,40	3,28	3,76	3,72	3,81	3,88	3,72	3,56	3,02	2,41	1,67	2,67	1,59
MgO	4,01	4,65	4,82	4,60	4,47	4,84	4,67	4,70	4,72	4,83	4,65	4,47	4,59	4,67
CaO	3,57	2,83	2,33	1,98	2,05	1,90	2,07	1,98	2,02	2,31	2,94	3,26	2,70	3,28
Na2O	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	0,00
K2O	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	0,00
Total	99,36	101,18	102,06	100,84	100,54	100,29	100,34	100,76	99,79	100,29	101,23	101,82	100,86	100,73
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Si	3,00	2,99	2,98	2,97	3,01	2,98	2,99	2,97	3,01	2,98	3,00	3,00	2,97	2,98
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,95	1,98	1,98	1,99	1,98	1,98	1,99	1,98	1,98	2,00	2,00	2,00	1,99	1,98
Cr	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,04	0,05	0,06	0,07	0,00	0,06	0,02	0,06	0,00	0,05	0,00	0,01	0,06	0,05
Fe2	2,13	2,05	2,01	2,01	2,05	2,00	2,01	2,01	2,03	2,01	2,05	2,10	2,03	2,01
Mn	0,09	0,16	0,22	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,24	0,20	0,16	0,11	0,18	0,23
Mg	0,48	0,55	0,56	0,54	0,53	0,57	0,55	0,55	0,56	0,57	0,54	0,52	0,54	0,55
Ca	0,31	0,24	0,19	0,17	0,17	0,16	0,18	0,17	0,17	0,20	0,25	0,27	0,23	0,19
Na	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	0,00
K	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	0,00
Somma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Alm	70,85	68,42	67,37	67,60	68,26	66,83	67,01	67,42	67,62	67,37	68,32	69,92	68,17	67,51
Prp	15,95	18,23	18,82	18,26	17,59	19,16	18,43	18,58	18,65	19,19	18,11	17,31	18,13	18,44
Sps	2,99	5,35	7,29	8,49	8,33	8,58	8,68	8,36	8,00	6,82	5,34	3,67	6,01	7,56
Grs	8,44	5,72	3,30	2,02	5,70	2,67	4,73	2,61	5,63	4,03	8,09	8,75	4,73	3,82
Uv	0,00	0,00	0,10	0,24	0,10	0,05	0,05	0,00	0,10	0,10	0,00	0,05	0,10	0,08
Ad	1,77	2,27	3,12	3,39	0,00	2,71	1,09	3,03	0,00	2,49	0,15	0,30	2,86	3,17
X Mg	0,18	0,21	0,22	0,21	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,20	0,21	0,21

Granada MR-137A c3

137A	3B1137		3B2137		3H1137		3I2137		3I3137		3I4137		3H1137		3H2137		3H3137		3H4137		3H5137		3I6137		3I7137		3I8137		3I9137		3B4137		3B3137 md		B		H					
	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt				
SiO2	36,83	36,76	36,52	36,32	36,79	36,97	36,93	36,71	37,11	37,43	37,58	37,50	37,28	37,31	37,85	37,42	36,50	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05	36,88	37,05
TiO2	0,01	0,02	0,04	0,02	0,06	0,03	0,07	0,12	0,03	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al2O3	21,39	21,55	21,03	20,88	21,55	21,80	21,70	20,96	21,45	21,37	21,15	21,72	21,34	21,50	21,38	21,28	20,81	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34	21,26	21,34
Cr2O3	0,00	0,06	0,06	0,04	0,03	0,00	0,04	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe2O3	2,46	1,96	2,59	2,90	1,67	1,94	1,46	1,71	1,72	0,99	0,00	1,10	1,07	1,10	0,61	1,67	2,25	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	1,66	2,09	1,47	
FeO	30,87	30,55	29,73	29,52	29,55	29,43	29,43	29,80	29,70	30,09	30,39	30,37	30,49	30,03	31,36	31,62	31,17	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	30,24	31,05	29,76	
MnO	1,52	1,71	2,05	2,39	3,03	3,32	3,69	3,52	3,71	3,54	3,66	3,17	2,54	2,44	2,02	1,59	1,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	2,68	1,61	3,62	
MgO	4,15	4,31	4,20	4,28	4,74	4,88	4,80	4,55	4,72	4,84	4,64	4,62	4,64	4,48	4,32	4,20	3,89	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	4,49	4,14	4,73	
CaO	3,30	3,14	3,45	3,02	2,34	2,15	1,95	1,98	1,98	1,92	1,97	2,35	2,53	3,24	3,29	3,15	3,08	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64	3,17	1,96	2,64
Na2O	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	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	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	0,00		
K2O	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	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	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	0,00		
Total	100,53	100,06	99,67	99,38	99,76	100,52	100,07	99,34	100,42	100,21	99,46	100,84	99,94	101,20	100,91	100,96	99,38	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16	100,23	100,01	100,16
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00		
Si	2,93	2,93	2,93	2,92	2,93	2,92	2,93	2,95	2,94	2,97	3,00	2,96	2,97	2,94	2,98	2,96	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94	2,95	2,94			
Ti	0,00	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Al	2,00	2,02	1,99	1,98	2,03	2,03	2,03	1,99	2,01	2,00	1,99	2,02	2,00	2,00	1,99	1,98	1,98	2,00	2,00	2,01	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Fe3	0,15	0,12	0,16	0,18	0,10	0,12	0,09	0,10	0,10	0,06	0,00	0,07	0,06	0,13	0,04	0,10	0,14	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,13		
Fe2	2,05	2,03	1,99	1,99	1,97	1,95	1,96	2,00	1,97	2,00	2,03	2,00	2,03	1,98	2,07	2,09	2,10	2,01	2,07	1,98	2,01	2,07	1,98	2,01	2,07	1,98	2,01	2,07	1,98	2,01	2,07	1,98	2,01	2,07	1,98	2,01	2,07	1,98	2,01			
Mn	0,10	0,12	0,14	0,16	0,21	0,22	0,25	0,24	0,25	0,24	0,25	0,21	0,17	0,16	0,14	0,11	0,11	0,18	0,11	0,25	0,11	0,18	0,11	0,25	0,11	0,18	0,11	0,25	0,11	0,18	0,11	0,25	0,11	0,18	0,11	0,25	0,11	0,18	0,11			
Mg	0,49	0,51	0,50	0,51	0,56	0,58	0,57	0,54	0,56	0,57	0,55	0,54	0,55	0,53	0,51	0,50	0,47	0,53	0,49	0,56	0,53	0,49	0,56	0,53	0,49	0,56	0,53	0,49	0,56	0,53	0,49	0,56	0,53	0,49	0,56	0,53	0,49	0,56	0,53			
Ca	0,28	0,27	0,30	0,26	0,20	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,20	0,22	0,27	0,28	0,27	0,27	0,23	0,27	0,17	0,27	0,23	0,27	0,17	0,27	0,23	0,27	0,17	0,27	0,23	0,27	0,17	0,27	0,23	0,27	0,17	0,27	0,23	0,27			
Na	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
K	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Soma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00				
Alm	70,06	69,44	68,00	67,93	67,05	66,52	66,55	67,75	66,89	67,21	67,70	67,74	68,40	67,27	69,19	70,63	71,33	68,22	70,37	67,10	68,22	70,37	67,10	68,22	70,37	67,10	68,22	70,37	67,10	68,22	70,37	67,10	68,22	70,37	67,10	68,22	70,37	67,10	68,22			
Prp	16,82	17,45	17,15	17,56	19,16	19,65	19,33	18,41	18,95	19,29	18,43	18,36	18,55	17,90	17,00	16,73	15,86	18,04	16,72	19,00	18,04	16,72	19,00	18,04	16,72	19,00	18,04	16,72	19,00	18,04	16,72	19,00	18,04	16,72	19,00	18,04	16,72	19,00	18,04			
Sps	3,52	3,96	4,75	5,58	6,98	7,59	8,44	8,09	8,46	8,01	8,27	7,17	5,77	5,51	4,52	3,62	3,77	6,12	3,72	8,																						

Granada MR-173 c3

173	3B2173		3B3173		3B4173		311173		312173		31H1173		31I2173		31I3173		31H4173		31I4173		3B5173		3B6173		3B7173		imd		B		H					
	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt	Min	Grt				
SiO2	38,08	38,51	38,56	38,53	38,3	38,46	38,31	38,46	38,62	38,43	38,2	38,28	37,55	37,69	38,28	38,11	38,46																			
TiO2	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0	0,03	0	0	0	0,05	0,03	0,01	0	0,02	0,02	0,01																			
Al2O3	21,09	21,5	21,52	21,68	21,43	21,56	21,39	21,85	21,66	21,66	21,57	21,24	21,25	21,58	21,50	21,36	21,62																			
Cr2O3	0,04	0,04	0,05	0	0	0,02	0,02	0	0,09	0	0	0,02	0,07	0,04	0,03	0,04	0,01																			
Fe2O3	0,25	0,12	0	0,57	0,9	0,86	0,79	0,55	0,76	0,65	0,86	0,37	1,43	1,2	0,67	0,56	0,74																			
FeO	34,38	33,78	32,81	31,93	31,45	31,79	31,3	31,38	31,62	31,95	31,87	33,31	33,09	32,87	32,40	33,37	31,52																			
MnO	0,94	0,96	1,07	0,93	0,93	0,95	0,85	1	0,88	0,96	1,08	0,97	0,9	0,9	0,96	0,99	0,95																			
MgO	4,65	5,57	5,84	6,66	6,76	6,64	6,87	6,83	6,84	6,55	6,34	5,56	5,2	5,49	6,13	5,39	6,80																			
CaO	1,52	1,09	1,2	1,04	1,08	1,1	1,11	1,11	1,07	1,16	1,21	1,16	1,23	1,17	1,16	1,23	1,10																			
Na2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00																			
K2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00																			
Total	100,96	101,6	101,06	101,35	100,89	101,37	100,68	101,18	101,55	101,41	101,03	101,04	100,81	100,94	101,13	101,07	101,20																			
O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12,00																			
Si	3,01	3,01	3,01	2,99	2,99	2,99	2,99	2,98	2,99	2,98	2,98	2,98	2,97	2,96	2,99	2,99	2,99																			
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00																			
Al	1,96	1,98	1,98	1,98	1,97	1,97	1,97	1,97	1,96	1,98	1,98	1,97	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98																			
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00																			
Fe3	0,02	0,01	0	0,03	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02	0,09	0,07	0,04	0,04	0,04																			
Fe2	2,27	2,2	2,14	2,07	2,05	2,07	2,04	2,04	2,05	2,08	2,08	2,19	2,19	2,16	2,12	2,19	2,05																			
Mn	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07																			
Mg	0,55	0,65	0,68	0,77	0,79	0,77	0,8	0,79	0,79	0,76	0,74	0,65	0,61	0,64	0,71	0,63	0,79																			
Ca	0,13	0,09	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1	0,10	0,11	0,09																			
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00																				
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00																				
Soma	8	8	7,99	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8,00																				
Alm	75,45	73,32	71,56	69,31	68,64	69,13	68,31	68,23	68,48	69,49	69,75	72,73	73,64	72,93	70,78	73,27	68,54																			
Prp	18,17	21,56	22,7	25,74	26,31	25,71	26,71	26,48	26,4	25,35	24,75	21,62	20,63	21,7	23,85	21,06	26,33																			
Sps	2,09	2,1	2,37	2,04	2,04	2,08	1,87	2,21	2,18	1,94	2,11	2,39	2,19	2,03	2,12	2,20	2,09																			
Grs	3,43	2,57	3,22	1,27	0,39	0,56	0,73	1,51	0,77	1,04	0,93	2,1	0,77	0,18	1,39	2,05	0,89																			
Uv	0,1	0,1	0,15	0	0	0,05	0,05	0	0	0,3	0	0,05	0,19	0,1	0,08	0,12	0,03																			
Act	0,76	0,35	0	1,64	2,62	2,47	2,33	1,58	2,18	1,88	2,46	1,11	4,11	3,42	1,92	1,63	2,14																			
X Mg	0,19	0,23	0,24	0,27	0,28	0,27	0,28	0,28	0,28	0,27	0,26	0,23	0,22	0,23	0,25	0,22	0,28																			

Granada MR-173 c2

173	2B1173		211173		212173		21H1173		2H2173		2H3173		2I3173		2I4173		2I5173		2I6173		2I7173		2B3173		2B4173		md	B	H
	Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt			
SiO2	38,35	38,16	38,3	38,27	38,18	38,44	37,9	38,35	38,36	38,2	38,66	38,28	38,66	38,28	38,66	38,34	38,47	38,34	38,34	38,34	38,34	38,34	38,69	38,66	38,66	38,34	38,47	38,17	
TiO2	0	0,02	0	0,02	0	0	0,04	0,06	0	0,04	0,04	0	0,04	0,04	0	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0	0	0,06	0,06	0,02	0,02	0,01	
Al2O3	21,69	21,73	21,93	21,09	21,42	21,7	21,39	21,48	21,66	21,46	21,52	21,45	21,46	21,52	21,45	21,48	21,41	21,46	21,46	21,46	21,46	21,45	21,03	21,18	21,18	21,48	21,41	21,50	
Cr2O3	0	0,05	0,04	0,02	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0	0	0,03	0,02	0,05	
Fe2O3	0	0,13	0,38	0	1,19	0	0,91	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,25	0	0	0	0,37	0,03	0,70	
FeO	33,06	32,26	32,26	31,8	31,51	31,58	31,41	31,84	31,7	31,77	32,59	32,74	33,84	33,84	32,74	33,84	33,24	33,84	33,84	33,84	33,84	32,74	33,68	33,84	33,84	32,30	33,24	31,50	
MnO	1,01	0,97	0,99	0,99	1,07	0,96	1,02	1,01	0,92	0,96	1,03	1,04	1,11	1,11	1,04	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,04	1,11	1,11	0,87	1,00	0,99	1,02	
MgO	5,7	6,1	6,26	6,39	6,43	6,41	6,41	6,48	6,57	6,41	6,22	5,86	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	5,86	5,41	5,2	5,2	6,13	5,60	6,42	
CaO	1,18	1,2	1,09	1,12	1,26	1,19	1,16	1,16	1,19	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,33	1,35	1,35	1,20	1,27	1,20	
Na2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
K2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Total	101,01	100,63	101,24	99,69	101,09	100,36	100,27	101	101,02	100,99	101,61	100,84	101,61	101,61	100,84	101,27	100,88	101,05	101,05	101,05	101,05	100,88	101,27	101,27	101,27	100,88	101,05	100,57	
O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12,00	12,00	12,00
Si	3	2,99	2,98	3,02	2,98	3,01	2,98	2,99	2,99	2,98	2,98	3	2,98	2,98	3	3,03	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3	3,03	3,03	3,03	3,00	3,01	2,99	
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Al	2	2,01	2,01	1,96	1,97	2	1,98	1,98	1,98	1,98	1,97	1,98	1,98	1,98	1,98	1,94	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,94	1,96	1,96	1,98	1,98	1,98	
Cr	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Fe3	0	0,01	0,02	0	0,07	0	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0	0	0,02	0,00	0,04	
Fe2	2,16	2,11	2,1	2,1	2,06	2,07	2,07	2,08	2,06	2,06	2,12	2,15	2,21	2,21	2,15	2,22	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,22	2,21	2,22	2,22	2,11	2,18	2,07	
Mn	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	
Mg	0,67	0,71	0,73	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,72	0,68	0,68	0,68	0,68	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,68	0,63	0,61	0,61	0,63	0,66	0,75	
Ca	0,1	0,1	0,09	0,09	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	
Soma	8	8	8	8	8	7,99	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8,00	8,00	8,00	
Alm	72,25	70,66	70,42	69,73	69,04	69,4	69,25	69,35	69,1	69,5	70,45	71,51	72,97	74,05	70,55	72,48	72,48	72,48	72,48	72,48	72,48	71,51	72,97	74,05	74,05	70,55	72,48	69,23	
Prp	22,2	23,8	24,35	24,95	25,08	25,09	25,18	25,18	25,54	25,18	23,96	22,79	20,91	20,22	23,88	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	22,79	20,91	20,22	20,22	23,88	21,78	25,12	
Sps	2,24	2,17	2,18	2,19	2,35	2,15	2,28	2,24	2,04	2,11	2,23	2,3	2,45	1,93	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,3	2,45	1,93	1,93	2,20	2,20	2,26	
Grs	3,31	2,83	1,87	3,07	3,11	3,11	0,54	1,4	1,54	0,63	2,36	2,65	3,62	3,8	2,20	3,39	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	3,8	3,62	3,8	3,8	2,20	3,39	1,22	
Uv	0	0,15	0,1	0,05	0,1	0,25	0,1	0,35	0,05	0,05	0,05	0	0,05	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0	0,05	0	0	0,09	0,05	0,15	
Ad	0	0,4	1,08	0	3,43	0	2,65	1,84	1,73	2,41	0,96	0,75	0	0	1,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0	0	0	0	1,09	0,10	2,03	
X Mg	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,22	0,21	0,21	0,25	0,23	0,27	

Granada MR-173 c8

173	8B14173		8B2173		8I3173		8I4173		8I11173		8I2173		8I3173		8I4173		8I5173		8I6173		8I7173		8B3173		8B4173		md		B		II	
	Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt		Grt	
Min	38,21	38,38	38,64	38,84	38,71	39,21	38,84	38,9	38,76	38,47	38,7	39,05	38,74	38,74	38,54	38,53	38,70	38,70	38,70	38,53	38,53	38,70	38,70	38,53	38,54	38,53	38,70	38,70	38,42	38,33	38,42	38,33
SiO2	0	0,03	0	0,05	0,01	0,03	0,01	0,25	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,07	
Al2O3	21,1	21,37	21,53	21,55	21,33	21,69	21,43	21,35	21,43	21,48	21,52	21,56	21,49	21,49	21,45	21,43	21,45	21,45	21,45	21,43	21,43	21,45	21,45	21,45	21,45	21,43	21,45	21,45	21,34	21,48	21,48	21,48
Cr2O3	0,07	0,02	0,02	0	0,05	0,07	0,04	0,03	0,02	0,07	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01	0	0,04	0,04	0,04	0	0	0,04	0,04	0,04	0,01	0	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	
Fe2O3	0,83	0,8	0,3	0	0,45	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,12	0,20	0,20	0,12	0,12	0,12	0,20	0,20	0	0	0,12	0,44	0,44	0,13	0,13		
FeO	32,47	33,06	31,91	32,04	31,68	31,54	31,77	31,85	31,62	31,37	32,01	31,79	32,19	32,65	32,65	32,11	32,11	32,11	32,65	32,65	32,65	32,11	32,11	32,65	32,65	32,65	32,11	32,96	31,70	31,70	31,70	
MnO	0,77	1,03	1,08	1,09	1,07	1,09	1,09	1,07	1,25	1,17	1,18	1,2	1,11	1,11	1,12	1,08	1,09	1,09	1,12	1,08	1,08	1,09	1,09	1,12	1,12	1,08	1,09	1,00	1,13	1,13	1,13	
MgO	4,53	5,81	6,54	6,8	6,77	6,84	6,63	6,61	6,68	6,54	6,5	6,49	6,51	6,51	6,53	6,42	6,27	6,27	6,53	6,42	6,42	6,27	6,27	6,53	6,53	6,42	6,27	5,35	6,69	6,69	6,69	
CaO	3,42	1,14	1,21	1,15	1,14	1,16	1,22	1,02	1,21	1,05	1,12	1,14	1,13	1,13	1,24	1,33	1,31	1,31	1,12	1,14	1,14	1,31	1,31	1,24	1,24	1,33	1,31	1,78	1,15	1,15	1,15	
Na2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	101,4	101,64	101,23	101,33	101,21	101,65	101,03	101,08	101,48	100,15	101,09	101,3	101,24	100,69	101,62	101,21	101,21	101,21	101,62	101,62	101,62	101,21	101,21	100,69	101,69	101,62	101,21	101,34	101,31	101,31	101,31	
O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12,00	12,00	12,00	12	12	12	12,00	12,00	12	12	12	12,00	12,00	12,00	12,00	
Si	3	2,99	3	3,01	3,01	3,02	3,02	3,02	3,01	3,02	3,01	3,03	3,01	3,02	3,02	3,01	3,01	3,01	3,02	3,01	3,01	3,01	3,01	3,02	3,02	3,01	3,01	3,01	3,01	3,02	3,02	
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
Al	1,95	1,96	1,97	1,97	1,95	1,97	1,96	1,96	1,96	1,99	1,98	1,97	1,97	1,98	1,98	1,97	1,97	1,97	1,98	1,97	1,97	1,97	1,97	1,98	1,98	1,97	1,97	1,97	1,96	1,96	1,96	
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe3	0,05	0,05	0,02	0	0,03	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	
Fe2	2,13	2,16	2,08	2,08	2,06	2,03	2,07	2,07	2,05	2,06	2,08	2,06	2,09	2,14	2,14	2,2	2,09	2,16	2,09	2,2	2,2	2,09	2,16	2,14	2,2	2,2	2,09	2,16	2,06	2,06	2,06	
Mn	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Mg	0,53	0,68	0,76	0,76	0,78	0,79	0,77	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,63	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,73	0,73	0,63	0,66	0,63	0,63	0,63	0,78	0,78	0,78	0,78
Ca	0,29	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,15	0,10	0,10	0,10	
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Soma	8	8	8	8	8	7,99	8	7,99	8	7,99	8	7,99	8	7,99	8	8,00	8,00	8,00	8	8	8	8,00	8,00	8	7,99	8	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Alm	71,05	72	69,05	69,05	68,45	68,1	68,68	69,22	68,25	68,63	69,28	69,07	69,44	71,87	73,02	69,69	71,89	71,89	69,69	73,02	73,02	69,69	71,89	71,87	73,02	73,02	69,69	71,89	68,56	68,56	68,56	
Prp	17,65	22,55	25,23	25,37	26,06	26,31	25,57	25,59	25,69	25,58	25,03	25,13	25,02	22,09	20,93	24,25	20,81	20,81	25,03	25,13	25,13	24,25	20,81	22,09	20,93	20,93	24,25	20,81	25,79	25,79	25,79	
Sps	1,7	2,27	2,36	2,39	2,33	2,38	2,39	2,34	2,73	2,61	2,59	2,65	2,42	2,52	2,36	2,40	2,21	2,40	2,59	2,65	2,65	2,40	2,21	2,52	2,36	2,36	2,40	2,21	2,46	2,46	2,46	
Grs	6,96	0,79	2,46	3,19	1,7	3,01	3,26	2,74	1,82	2,78	2,89	2,95	3,02	3,53	3,33	2,96	3,65	2,96	2,89	2,95	2,95	2,96	3,65	3,53	3,33	3,33	2,96	3,65	3,65	3,65		
Uv	0,2	0,05	0,05	0	0,15	0,2	0,1	0,1	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0,10	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,10	0	0	0	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	
Ad	2,45	2,34	0,85	0	1,31	0	0	0	1,46	0	0	0	0	0	0	0,35	0,59	0,35	0	0	0	0,35	0,59	0	0	0	0,35	1,29	0,37	0,37	0,37	
X Mg	0,2	0,24	0,27	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,26	0,27	0,27	0,27	0,26	0,23	0,24	0,22	0,22	0,26	0,23	0,23	0,23	0,23	

Granada MR-173 c4

173	4B1173	4B3173	4H1173	4I2173	4H1173	4H2173	4H1173	4H2173	4I3173	4B4173	4B5173	md	B	H
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt			
SiO2	38,13	37,77	38,06	38,44	38,49	38,14	37,88	37,98	37,88	37,98	38,82	38,19	38,18	38,32
TiO2	0	0,02	0,01	0,03	0,06	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0,01	0,03
Al2O3	21,28	21,13	21,55	21,71	21,58	21,44	21,43	21,62	21,43	21,62	21,65	21,49	21,42	21,51
Cr2O3	0	0	0	0,02	0,01	0,07	0,01	0,08	0,01	0,08	0,07	0,03	0,04	0,04
Fe2O3	0,14	1,09	0,51	1,52	0	0,92	0,78	0	0,78	0	0	0,55	0,31	0,46
FeO	34,03	32,1	32,07	32,33	32,25	32,33	32,13	32,82	32,13	32,82	33,02	32,56	32,99	32,29
MnO	1	1,08	0,98	1,03	1,15	1,03	1,23	1	1,23	1	1,02	1,06	1,03	1,09
MgO	4,99	5,8	6,12	6,13	6,16	5,99	5,83	5,59	5,83	5,59	5,49	5,79	5,47	6,08
CaO	1,29	1,29	1,21	1,32	1,19	1,22	1,19	1,23	1,19	1,23	1,18	1,24	1,25	1,21
Na2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
K2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Total	100,87	100,28	100,51	102,52	100,89	101,14	100,47	100,33	100,47	100,33	101,29	100,92	100,69	101,02
O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12,00	12,00	12,00
Si	3,01	2,98	2,99	2,97	3,01	2,98	2,98	2,99	2,98	2,99	3,03	2,99	3,00	3,00
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Al	1,98	1,97	1,99	1,98	1,99	1,98	1,99	2,01	1,99	2,01	1,99	1,99	1,99	1,99
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,01	0,07	0,03	0,09	0	0,05	0,05	0	0,05	0	0	0,03	0,02	0,03
Fe2	2,24	2,12	2,11	2,09	2,11	2,11	2,12	2,16	2,12	2,16	2,15	2,13	2,17	2,11
Mn	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Mg	0,59	0,68	0,72	0,71	0,72	0,7	0,68	0,66	0,68	0,66	0,64	0,68	0,64	0,71
Ca	0,11	0,11	0,1	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	0,11	0,10
Na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Soma	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7,98	8,00	8,00	8,00
Alm	74,6	71,05	70,45	70,31	70,25	70,89	70,94	72,33	70,94	72,33	72,78	71,51	72,69	70,57
Prp	19,52	22,89	23,96	23,76	23,88	23,41	22,93	21,96	22,93	21,96	21,58	22,65	21,49	23,65
Sps	2,23	2,41	2,18	2,26	2,54	2,28	2,75	2,24	2,75	2,24	2,3	2,35	2,30	2,41
Grs	3,25	0,46	1,93	-0,64	3,29	0,57	1,13	3,23	1,13	3,23	3,15	1,82	2,52	1,93
Uv	0	0	0	0,05	0,05	0,2	0	0,25	0	0,25	0,2	0,08	0,11	0,13
Ad	0,4	3,2	1,48	4,26	0	2,65	2,26	0	2,26	0	0	1,58	0,90	1,33
X Mg	0,21	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23	0,25

Granada MR-31C 1a

31C	1B131C	1B231C	1B331C	1I131C	1I231C	1I331C	1I531C	1I631C	1I731C	1I831C	1I931C	1B431C	1B531C	1B131C
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt
SiO2	38,50	38,27	38,14	37,56	37,09	37,39	38,09	38,81	38,32	38,44	37,84	37,58	37,36	37,74
TiO2	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,03	0,01	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00
Al2O3	21,26	20,53	20,71	20,22	19,71	19,85	20,78	20,68	20,45	20,09	19,96	20,04	19,98	20,00
Cr2O3	0,04	0,01	0,00	0,06	0,00	0,02	0,02	0,01	0,04	0,00	0,09	0,00	0,07	0,06
Fe2O3	0,48	0,00	0,86	0,07	1,88	0,81	0,95	0,00	0,00	0,94	1,31	1,37	2,16	0,65
FeO	31,30	29,80	32,63	32,09	30,88	30,17	31,66	32,36	31,24	32,20	31,68	31,38	27,78	31,84
MnO	2,03	2,10	1,98	1,70	1,54	1,61	1,66	1,50	1,59	1,68	1,65	1,98	1,52	1,85
MgO	4,39	3,70	4,89	4,74	5,34	5,05	5,51	5,34	5,07	5,51	5,36	4,68	3,14	4,68
CaO	3,79	5,49	1,78	2,06	1,89	3,07	1,87	2,01	3,06	1,77	1,83	2,50	7,64	2,40
Na2O	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	0,00
K2O	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	0,00
Total	101,81	99,90	100,99	98,52	98,35	98,00	100,54	100,76	99,76	100,67	99,72	99,53	99,68	99,21
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Si	3,01	3,04	3,01	3,03	3,00	3,03	3,00	3,05	3,04	3,04	3,02	3,01	2,99	3,03
Ti	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	0,00
Al	1,96	1,92	1,93	1,93	1,88	1,89	1,93	1,92	1,91	1,87	1,88	1,89	1,88	1,89
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Fe3	0,03	0,00	0,05	0,00	0,11	0,05	0,06	0,00	0,00	0,06	0,08	0,08	0,13	0,04
Fe2	2,04	1,98	2,15	2,17	2,09	2,04	2,09	2,13	2,07	2,13	2,11	2,10	1,86	2,14
Mn	0,13	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,13	0,10	0,13
Mg	0,51	0,44	0,58	0,57	0,64	0,61	0,65	0,63	0,60	0,65	0,64	0,56	0,38	0,56
Ca	0,32	0,47	0,15	0,18	0,16	0,27	0,16	0,17	0,26	0,15	0,16	0,22	0,66	0,21
Na	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	0,00
K	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	0,00
Somma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,99	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Alm	68,00	65,40	71,54	71,45	69,57	67,42	69,51	70,38	68,20	70,00	70,02	69,84	62,12	70,55
Prp	17,00	14,46	19,10	18,83	21,44	20,11	21,54	20,68	19,73	21,37	21,13	18,57	12,54	18,47
Sps	4,46	4,69	4,38	3,83	3,53	3,67	3,70	3,31	3,52	3,69	3,68	4,45	3,44	4,16
Grs	9,04	15,45	2,40	5,49	0,26	6,24	2,40	5,63	8,45	2,03	0,88	2,94	15,21	4,61
Uv	0,10	0,00	0,00	0,21	0,00	0,05	0,05	0,00	0,10	0,00	0,31	0,00	0,25	0,21
Ad	1,41	0,00	2,58	0,21	5,72	2,52	2,81	0,00	0,00	2,91	3,98	4,20	6,44	2,01
X Mg	0,20	0,18	0,21	0,21	0,24	0,23	0,24	0,23	0,22	0,23	0,23	0,21	0,17	0,21

Granada MR-31C 1b

31C	1B231C	1I131C	1I231C	1I331C	1I431C	1I531C	1I631C	1I731C	1I831C	1B331C	1B431C	1B531C	md
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	
SiO2	37,46	37,22	37,38	37,28	37,78	37,64	37,87	37,17	38,16	38,32	37,82	38,60	37,84
TiO2	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,11	0,02
Al2O3	20,00	19,96	19,80	19,86	20,13	19,73	19,83	19,80	20,57	20,54	20,21	20,14	20,19
Cr2O3	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,07	0,08	0,01	0,06	0,03	0,02	0,03
Fe2O3	1,24	1,52	0,86	1,30	1,25	1,36	0,73	2,22	0,40	0,73	0,00	0,00	0,89
FeO	31,36	30,52	31,30	30,88	28,80	29,10	28,89	29,54	32,23	32,03	30,82	30,16	30,87
MnO	1,90	2,01	1,96	2,01	1,58	1,99	2,08	1,74	1,72	1,97	1,97	0,83	1,78
MgO	4,52	3,86	4,62	4,82	3,28	3,43	3,65	3,07	4,89	4,71	3,90	2,93	4,43
CaO	2,72	3,96	2,49	2,39	6,98	6,06	6,08	6,00	2,31	2,65	4,22	7,34	3,63
Na2O	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
K2O	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
Total	99,29	99,07	98,44	98,58	99,82	99,34	99,20	99,63	100,34	101,13	99,02	100,15	99,67
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Si	3,01	3,00	3,03	3,01	3,01	3,02	3,04	2,99	3,03	3,02	3,04	3,06	3,02
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al	1,90	1,90	1,89	1,89	1,89	1,87	1,88	1,88	1,92	1,91	1,92	1,89	1,90
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,08	0,09	0,05	0,08	0,08	0,08	0,04	0,13	0,02	0,05	0,00	0,00	0,05
Fe2	2,11	2,06	2,12	2,09	1,92	1,96	1,94	1,99	2,14	2,11	2,07	2,00	2,06
Mn	0,13	0,14	0,13	0,14	0,11	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13	0,06	0,12
Mg	0,54	0,46	0,56	0,58	0,39	0,41	0,44	0,37	0,58	0,55	0,47	0,35	0,53
Ca	0,24	0,34	0,22	0,21	0,60	0,52	0,52	0,52	0,20	0,22	0,36	0,63	0,31
Na	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
K	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
Somma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,99	8,00
Alm	69,94	68,60	70,01	69,30	63,75	64,65	63,79	66,44	70,57	69,89	68,23	66,09	68,28
Prp	17,95	15,45	18,43	19,28	12,90	13,59	14,35	12,30	19,10	18,32	15,38	11,42	17,44
Sps	4,31	4,56	4,43	4,55	3,55	4,50	4,64	3,94	3,83	4,37	4,41	1,85	3,98
Grs	3,85	6,72	4,36	2,77	15,94	13,01	14,72	10,42	5,22	4,67	11,88	20,53	7,50
Uv	0,15	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,21	0,25	0,05	0,20	0,10	0,11	0,10
Ad	3,80	4,62	2,73	4,00	3,81	4,20	2,29	6,64	1,23	2,55	0,00	0,00	2,72
X Mg	0,20	0,18	0,21	0,22	0,17	0,17	0,18	0,16	0,21	0,21	0,18	0,15	0,20

Granada MR-31C c2

31C	2B131C	2B231C	2I131C	2I231C	2I331C	2I431C	2I531C	2I631C	2I731C	2I831C	2I931C	2B331C	2B431C	md
Min	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	Grt	
SiO2	38,46	38,06	37,93	37,36	37,66	38,09	37,95	38,12	38,05	37,86	37,87	37,64	37,66	37,90
TiO2	0,02	0,02	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,02
Al2O3	20,37	20,56	20,16	19,99	19,95	20,64	20,51	20,55	20,24	20,56	20,32	20,41	20,59	20,37
Cr2O3	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01
Fe2O3	1,09	0,76	0,47	0,69	0,35	0,18	0,39	0,47	0,00	0,10	0,85	0,19	0,82	0,49
FeO	28,92	30,13	30,27	31,50	30,23	31,63	30,87	31,77	31,59	32,02	32,22	32,23	30,95	31,10
MnO	1,88	1,91	1,88	1,77	1,69	1,76	1,65	1,60	1,55	1,53	1,51	1,64	1,75	1,70
MgO	3,38	3,76	3,88	4,78	4,37	4,84	4,45	4,67	4,94	4,78	5,04	4,65	4,11	4,43
CaO	7,14	5,28	4,90	2,26	4,14	2,75	3,83	3,03	2,48	2,48	2,01	2,22	3,88	3,57
Na2O	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	0,00
K2O	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	0,00
Total	101,31	100,49	99,52	98,42	98,39	99,90	99,68	100,23	98,87	99,41	99,84	99,00	99,79	99,60
O	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Si	3,02	3,02	3,03	3,02	3,04	3,03	3,02	3,02	3,05	3,03	3,02	3,03	3,01	3,03
Ti	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	0,00
Al	1,89	1,92	1,90	1,91	1,90	1,93	1,93	1,92	1,91	1,94	1,91	1,93	1,94	1,92
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,07	0,05	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,05	0,01	0,05	0,03
Fe2	1,90	2,00	2,03	2,13	2,04	2,10	2,06	2,11	2,12	2,14	2,15	2,17	2,07	2,08
Mn	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12
Mg	0,40	0,44	0,46	0,58	0,53	0,57	0,53	0,55	0,59	0,57	0,60	0,56	0,49	0,53
Ca	0,60	0,45	0,42	0,20	0,36	0,24	0,33	0,26	0,21	0,21	0,17	0,19	0,33	0,31
Na	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	0,00
K	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	0,00
Soma	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,99	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Alm	62,85	66,18	66,70	70,45	67,14	69,42	68,02	69,69	69,95	70,72	71,15	71,59	68,73	68,66
Prp	13,10	14,72	15,25	19,04	17,27	18,92	17,49	18,25	19,52	18,80	19,81	18,40	16,30	17,45
Sps	4,14	4,24	4,18	4,03	3,82	3,90	3,67	3,54	3,47	3,44	3,38	3,70	3,93	3,80
Grs	16,54	12,56	12,31	4,22	10,68	7,20	9,48	7,09	7,02	6,47	3,06	5,74	8,48	8,53
Uv	0,05	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,05	0,26	0,00	0,00	0,05	0,05
Ad	3,33	2,29	1,50	2,15	1,09	0,57	1,23	1,44	0,00	0,31	2,60	0,57	2,51	1,51
X Mg	0,17	0,18	0,19	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,22	0,21	0,22	0,20	0,19	0,20

Feldspato MR-101

Amostra	3B1101		3H1101		3I1101		3B2101		3B1101		3I1101		3I2101		3I3101		3I5101		3I6101		md
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		
SiO2	61,56		61,73		61,04		60,67		62,20		61,49		60,93		61,06		61,48		60,49		61,24
TiO2	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Al2O3	24,95		25,43		24,56		25,20		24,66		25,55		25,69		25,34		25,18		24,61		25,13
Cr2O3	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe2O3	0,02		0,13		0,11		0,07		0,07		0,15		0,10		0,03		0,09		0,03		0,08
FeO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
MnO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
MgO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CaO	6,35		6,23		6,54		6,88		5,96		6,57		7,03		6,86		6,61		6,25		6,54
Na2O	6,96		7,03		6,90		6,81		7,58		7,03		6,95		6,77		6,95		6,71		6,96
K2O	0,01		0,07		0,02		0,00		0,02		0,05		0,03		0,07		0,06		0,27		0,06
Total	99,86		100,62		99,17		99,62		100,50		100,84		100,73		100,09		100,37		98,36		100,02
O	8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00
Si	2,72		2,71		2,72		2,70		2,74		2,70		2,68		2,70		2,71		2,72		2,71
Ti	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Al	1,30		1,32		1,29		1,32		1,28		1,32		1,33		1,32		1,31		1,30		1,31
Cr	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe3	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,01		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe2	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Mn	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Mg	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Ca	0,30		0,29		0,31		0,33		0,28		0,31		0,33		0,33		0,31		0,30		0,31
Na	0,60		0,60		0,60		0,59		0,65		0,60		0,59		0,60		0,60		0,59		0,60
K	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,02		0,00
Soma	4,92		4,93		4,93		4,94		4,95		4,94		4,95		4,93		4,93		4,93		4,93

Feldspato MR-101

Amostra	5B1101		5I1101		5I2101		5H1101		5H2101		5I3101		5I4101		5B1101		5H1101		5I2101		5H1101		md
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		
SiO2	61,29	61,25	61,66	61,55	61,63	61,50	61,83	60,82	61,47	61,28	61,48	61,43											61,43
TiO2	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al2O3	25,86	25,44	25,21	25,49	25,40	25,32	25,46	25,31	25,48	25,49	25,61	25,46											25,46
Cr2O3	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
Fe2O3	0,17	0,05	0,04	0,05	0,02	0,04	0,23	0,03	0,10	0,06	0,02	0,07											0,07
FeO	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
MnO	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
MgO	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
CaO	6,91	6,57	6,64	6,73	6,66	6,47	6,78	6,70	6,86	6,74	6,90	6,72											6,72
Na2O	6,86	6,82	6,96	6,90	7,02	6,89	6,68	7,03	6,81	7,00	6,92	6,90											6,90
K2O	0,01	0,05	0,03	0,07	0,03	0,07	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04											0,04
Total	101,11	100,20	100,54	100,79	100,76	100,30	101,03	99,92	100,75	100,61	100,98	100,64											100,64
O	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00											8,00
Si	2,69	2,70	2,71	2,70	2,71	2,71	2,71	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70											2,70
Ti	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
Al	1,34	1,32	1,31	1,32	1,32	1,32	1,31	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32											1,32
Cr	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
Fe3	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											0,00
Fe2	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
Mn	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
Mg	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
Ca	0,33	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32											0,32
Na	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,59	0,57	0,60	0,58	0,60	0,59	0,59											0,59
K	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
Soma	4,94	4,93	4,93	4,93	4,94	4,93	4,92	4,95	4,93	4,94	4,94	4,93											4,93

Feldspato MR-104

Amostra	4H1104		4H3104		4H4104		4H5104		4H1104		2H1104		2H3104		2H1104		2B1104		2B2104		2B3104		2B5104		2H4104		md
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		
SiO2	62,39		62,16		63,68		64,95		61,50		62,70		62,51		62,44		61,81		62,86		62,21		63,04		61,10		62,30
TiO2	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		0,00
Al2O3	24,30		24,97		23,71		23,36		25,01		23,80		23,17		24,47		23,87		23,29		23,09		24,44		24,39		23,80
Cr2O3	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		0,00
Fe2O3	0,67		0,27		0,27		0,00		0,00		0,00		0,13		0,00		0,00		0,13		0,00		0,00		0,27		0,10
FeO	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		0,00
MnO	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		0,00
MgO	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		0,00
CaO	4,87		5,93		4,89		4,65		4,93		5,44		5,22		4,96		5,19		4,30		4,90		5,66		5,36		5,06
Na2O	8,37		8,56		8,20		8,15		7,60		7,52		7,89		7,59		8,36		7,45		7,70		7,97		7,79		7,73
K2O	0,23		0,00		0,00		0,19		0,00		0,11		0,00		0,00		0,19		0,11		0,34		0,08		0,00		0,13
Total	100,83		101,88		100,76		101,29		99,05		99,57		98,94		99,46		99,41		98,14		98,24		101,19		98,91		99,12
O	8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00
Si	2,74		2,71		2,79		2,82		2,74		2,78		2,79		2,76		2,75		2,81		2,79		2,75		2,73		2,77
Ti	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		0,00
Al	1,26		1,28		1,22		1,20		1,31		1,24		1,22		1,28		1,25		1,23		1,22		1,26		1,29		1,25
Cr	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		0,00
Fe3	0,02		0,01		0,01		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,01		0,00
Fe2	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		0,00
Mn	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		0,00
Mg	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		0,00
Ca	0,23		0,28		0,23		0,22		0,24		0,26		0,25		0,24		0,25		0,21		0,24		0,27		0,26		0,24
Na	0,71		0,72		0,70		0,69		0,66		0,65		0,68		0,65		0,72		0,65		0,67		0,68		0,68		0,67
K	0,01		0,00		0,00		0,01		0,00		0,01		0,00		0,00		0,01		0,01		0,02		0,00		0,00		0,01
Soma	4,98		5,01		4,95		4,93		4,94		4,93		4,94		4,93		4,99		4,90		4,94		4,96		4,96		4,94

Feldspato MR-137

Amostra	212137		213137		21H137		212137		md		362137		31H137		312137		314137		315137		316137		317137		318137		3184137		md	
	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
SiO2	61,59	61,96	61,04	60,52	61,28	61,54	61,77	61,70	61,61	62,63	61,57	64,48	61,83	61,46	63,05	62,71														
TiO2	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	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	0,00	0,00	0,00	
Al2O3	24,10	23,76	23,99	24,33	24,05	23,70	23,81	24,38	24,38	24,41	23,91	22,64	24,25	24,05	23,91	23,71														
Cr2O3	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	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	0,00	0,00	0,00	
Fe2O3	0,13	0,13	0,14	0,12	0,13	0,02	0,08	0,07	0,00	0,13	0,03	0,21	0,04	0,04	0,08	0,09														
FeO	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	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	0,00	0,00	0,00	
MnO	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	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	0,00	0,00	0,00	
MgO	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	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	0,00	0,00	0,00	
CaO	5,41	5,07	5,32	5,41	5,30	5,46	5,24	5,39	5,15	5,44	5,36	3,70	5,49	5,40	5,01	4,90														
Na2O	7,74	7,63	7,73	7,66	7,69	7,36	7,60	7,82	7,59	7,75	7,55	8,32	7,54	7,58	7,85	7,82														
K2O	0,07	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,07	0,09	0,04	0,06	0,07														
Total	99,05	98,58	98,28	98,08	98,50	98,12	98,59	99,43	98,81	100,45	98,51	99,42	99,24	98,56	99,96	99,30														
O	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00														
Si	2,75	2,77	2,75	2,73	2,75	2,77	2,76	2,74	2,75	2,75	2,76	2,85	2,75	2,75	2,78	2,78														
Ti	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	0,00	0,00	0,00														
Al	1,27	1,25	1,27	1,29	1,27	1,26	1,26	1,28	1,28	1,27	1,26	1,18	1,27	1,27	1,24	1,24														
Cr	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	0,00	0,00	0,00														
Fe3	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00														
Fe2	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	0,00	0,00	0,00														
Mn	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	0,00	0,00	0,00														
Mg	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	0,00	0,00	0,00														
Ca	0,26	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,18	0,26	0,26	0,24	0,23														
Na	0,67	0,66	0,67	0,67	0,67	0,64	0,66	0,67	0,66	0,66	0,66	0,71	0,65	0,66	0,67	0,67														
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00														
Soma	4,95	4,93	4,96	4,96	4,95	4,93	4,94	4,96	4,94	4,95	4,94	4,92	4,94	4,94	4,94	4,94														

Feldspato MR-173

Amostra	3B1173		3B2173		3B3173		3H1173		3I2173		3I3173		3I4173		3I5173		3I6173		3B4173		3B5173		3B1173		3I2173		3I3173		3B2173		imd	
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI			
SiO2	65,01	0,00	62,44	0,00	62,56	0,00	62,51	0,00	62,99	0,00	62,58	0,00	63,00	0,00	63,31	0,00	63,41	0,00	62,96	0,00	62,71	0,00	62,73	0,00	63,04	0,00	62,94	0,00	63,28	0,00	63,03	
TiO2	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al2O3	22,63	0,00	24,35	0,00	24,10	0,00	24,18	0,00	24,21	0,00	24,76	0,00	24,16	0,00	24,30	0,00	24,50	0,00	24,06	0,00	24,21	0,00	24,06	0,00	24,21	0,00	24,07	0,00	24,40	0,00	24,14	
Cr2O3	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe2O3	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00	0,12	0,00	0,02	0,09	0,03	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	
FeO	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MnO	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CaO	3,53	0,00	5,35	0,00	5,41	0,00	5,18	0,00	5,23	0,00	5,50	0,00	5,15	0,00	5,25	0,00	5,33	0,00	5,32	0,00	5,30	0,00	5,20	0,00	5,24	0,00	5,27	0,00	5,36	0,00	5,18	
Na2O	8,66	0,00	7,50	0,00	7,70	0,00	7,72	0,00	7,67	0,00	7,81	0,00	7,63	0,00	7,69	0,00	7,74	0,00	7,62	0,00	7,76	0,00	7,63	0,00	7,80	0,00	7,82	0,00	7,89	0,00	7,77	
K2O	0,05	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00	0,06	0,11	0,11	0,10	0,10	0,12	0,13	0,12	0,13	0,09	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	
Total	99,89	8,00	99,75	8,00	99,81	8,00	99,66	8,00	100,26	8,00	100,87	8,00	100,08	8,00	100,77	8,00	101,10	8,00	100,06	8,00	100,06	8,00	99,67	8,00	100,17	8,00	100,28	8,00	100,33	8,00	100,22	
O	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Si	2,85	0,00	2,76	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,74	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,76	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,77	0,00	2,76	0,00	2,77	0,00
Ti	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,17	0,00	1,27	0,00	1,26	0,00	1,26	0,00	1,26	0,00	1,28	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00	1,26	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00	1,25	0,00
Cr	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	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	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,17	0,00	0,25	0,00	0,26	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,26	0,00	0,24	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,24	0,00
Na	0,74	0,00	0,64	0,00	0,66	0,00	0,66	0,00	0,65	0,00	0,66	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,66	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,65	0,00	0,66	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	0,00
Soma	4,93	4,93	4,93	4,93	4,94	4,93	4,94	4,93	4,93	4,93	4,95	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,94	4,93	4,93	4,93	4,94	4,93	4,94	4,93	4,95	4,93	4,94	

Feldspato MR-173

Amostra	2B2173		211173		212173		213173		214173		2B3173		2B4173		md
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		
SiO2	62,78		62,60		62,35		62,09		62,33		62,59		64,56		62,87
TiO2	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Al2O3	23,99		24,31		24,23		24,61		24,30		24,20		22,66		24,10
Cr2O3	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe2O3	0,02		0,02		0,01		0,11		0,00		0,08		0,00		0,02
FeO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
MnO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
MgO	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
CaO	5,15		5,68		5,37		5,48		5,44		5,29		3,83		5,22
Na2O	7,66		7,67		7,34		7,66		7,53		7,83		8,45		7,74
K2O	0,09		0,08		0,08		0,07		0,06		0,02		0,02		0,06
Total	99,67		100,37		99,37		100,01		99,66		100,01		99,53		100,01
O	8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00
Si	2,78		2,76		2,76		2,74		2,76		2,76		2,85		2,77
Ti	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Al	1,25		1,26		1,27		1,28		1,27		1,26		1,18		1,25
Cr	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe3	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Fe2	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Mn	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Mg	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Ca	0,24		0,27		0,26		0,26		0,26		0,25		0,18		0,25
Na	0,66		0,66		0,63		0,66		0,65		0,67		0,72		0,66
K	0,01		0,01		0,01		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Soma	4,93		4,94		4,92		4,95		4,93		4,94		4,93		4,94

Feldspato MR-31C

Amostra	1B131C		1B231C		1B331C		1H131C		1E231C		1P131C		1P231C		1P331C		1P431C		1P531C		md
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		
SiO2	52,69	55,87	54,89	54,54	57,75	52,94	55,93	54,84	51,94	55,77	54,72	51,94	55,77	54,72	51,94	55,77	54,72	51,94	55,77	54,72	54,72
TiO2	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al2O3	30,49	28,16	29,47	28,02	28,09	30,67	29,07	28,57	30,84	28,80	29,22	30,67	29,07	28,57	30,84	28,80	29,22	30,67	29,07	28,57	29,22
Cr2O3	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2O3	0,04	0,03	0,12	0,04	0,21	0,11	0,07	0,09	0,09	0,15	0,10	0,11	0,07	0,09	0,09	0,15	0,10	0,09	0,09	0,15	0,10
FeO	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	13,00	10,46	11,65	10,84	9,92	13,32	11,23	11,31	13,78	11,08	11,66	13,32	11,23	11,31	13,78	11,08	11,66	13,32	11,23	11,31	11,66
Na2O	3,82	5,06	4,49	4,70	5,27	3,55	4,67	4,51	3,34	4,80	4,42	3,55	4,67	4,51	3,34	4,80	4,42	3,34	4,67	4,51	4,42
K2O	0,04	0,08	0,10	0,10	0,00	0,02	0,07	0,07	0,07	0,09	0,06	0,02	0,07	0,07	0,07	0,09	0,06	0,07	0,07	0,09	0,06
Total	100,08	99,66	100,72	98,25	101,25	100,62	101,04	99,39	100,06	100,69	100,18	100,62	101,04	99,39	100,06	100,69	100,18	100,06	100,69	100,18	100,18
O	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Si	2,38	2,52	2,45	2,50	2,55	2,38	2,49	2,48	2,35	2,49	2,46	2,38	2,49	2,48	2,35	2,49	2,46	2,35	2,49	2,46	2,46
Ti	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,63	1,49	1,55	1,51	1,46	1,63	1,52	1,52	1,65	1,52	1,55	1,63	1,52	1,52	1,65	1,52	1,55	1,65	1,52	1,52	1,55
Cr	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,63	0,50	0,56	0,53	0,47	0,64	0,54	0,55	0,67	0,53	0,56	0,64	0,54	0,55	0,67	0,53	0,56	0,67	0,53	0,52	0,56
Na	0,34	0,44	0,39	0,42	0,45	0,31	0,40	0,40	0,29	0,42	0,39	0,31	0,40	0,40	0,29	0,42	0,39	0,29	0,42	0,42	0,39
K	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Soma	4,97	4,96	4,97	4,96	4,94	4,96	4,95	4,96	4,97	4,96	4,96	4,96	4,95	4,96	4,97	4,96	4,96	4,97	4,96	4,96	4,96

Feldspato MR-31C

Amostra	2B131C		2B231C		2H131C		2I231C		2I331C		2B331C		2B431C		2B131C		2H131C		2I231C		2I331C		2B231C		2B331C		md		
	PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI		PI			PI	
SiO2	50,15		48,56		45,39		43,92		45,03		48,72		49,65		48,30		47,21		48,73		46,21		45,11		48,32		49,43		47,67
TiO2	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		0,00		0,00
Al2O3	32,52		33,19		35,11		35,45		34,59		32,80		32,44		32,54		33,81		32,37		34,12		34,17		31,96		32,61		33,14
Cr2O3	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		0,00		0,00
Fe2O3	0,08		0,02		0,02		0,12		0,02		0,00		0,04		0,00		0,00		0,03		0,08		0,07		0,02		0,04		0,03
FeO	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		0,00		0,00
MnO	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		0,00		0,00
MgO	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		0,00		0,00
CaO	15,77		15,99		19,07		19,67		18,61		15,78		15,90		15,96		17,10		15,42		17,64		18,26		15,98		15,76		16,64
Na2O	2,48		2,12		0,83		0,51		0,97		2,45		2,45		2,32		1,82		2,38		1,25		1,03		2,31		2,50		1,93
K2O	0,05		0,01		0,00		0,02		0,01		0,06		0,03		0,04		0,04		0,09		0,04		0,00		0,03		0,03		0,04
Total	101,04		99,89		100,41		99,68		99,24		99,81		100,50		99,15		99,78		99,02		99,34		98,65		98,63		100,38		99,45
O	8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00		8,00
Si	2,26		2,22		2,09		2,04		2,09		2,23		2,26		2,23		2,17		2,25		2,14		2,11		2,24		2,25		2,20
Ti	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		0,00		0,00
Al	1,73		1,79		1,90		1,94		1,90		1,77		1,74		1,77		1,83		1,76		1,86		1,88		1,75		1,75		1,80
Cr	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		0,00		0,00
Fe3	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		0,00		0,00
Fe2	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		0,00		0,00
Mn	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		0,00		0,00
Mg	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		0,00		0,00
Ca	0,76		0,78		0,94		0,98		0,93		0,77		0,77		0,79		0,84		0,76		0,87		0,91		0,79		0,77		0,82
Na	0,22		0,19		0,07		0,05		0,09		0,22		0,22		0,21		0,14		0,21		0,11		0,09		0,21		0,22		0,17
K	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,01		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Soma	4,98		4,98		5,00		5,01		5,00		5,00		4,99		4,99		4,99		4,98		4,99		5,00		4,99		4,99		4,99

Estaurolita MR-104A

Amostra	4B1104		4I1104		4J2104		4I1104		4I3104		4B2104		md		2B0104		2B1104		2B2104		2I1104		2I2104		2I1104		2H1104		2B3104		md						
	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St	St						
SiO2	27,87	27,80	27,61	27,58	27,09	27,03	28,02	27,57	28,32	29,24	28,15	27,56	27,88	27,89	27,76	28,11																					
TiO2	0,89	0,61	0,63	0,63	0,59	0,62	0,62	0,63	0,66	0,55	0,60	0,62	0,62	0,64	0,66	0,62																					
Al2O3	52,84	52,25	52,23	52,06	53,07	51,89	52,29	52,38	53,51	54,05	53,71	53,80	53,11	53,20	53,26	53,52																					
Cr2O3	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	0,00	0,00	0,00																					
Fe2O3	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	0,00	0,00	0,00																					
FeO	14,62	14,55	14,95	14,48	14,46	14,37	14,57	14,57	14,23	14,25	14,32	14,38	14,32	14,52	14,18	14,32																					
MnO	0,04	0,02	0,06	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	0,07	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06																					
MgO	2,48	2,70	2,59	2,71	2,58	2,64	2,66	2,62	2,47	2,54	2,39	2,35	2,43	2,51	2,42	2,16																					
CaO	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	0,00	0,00	0,00																					
Na2O	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	0,00	0,00	0,00																					
K2O	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	0,00	0,00	0,00																					
Total	98,54	97,94	98,07	97,50	97,82	96,59	98,23	97,81	99,25	100,70	99,28	98,80	96,41	98,80	98,33	98,80																					
O	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00																					
Si	7,72	7,74	7,70	7,72	7,56	7,64	7,78	7,69	7,76	7,88	7,72	7,60	7,86	7,70	7,68	7,74																					
Ti	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13																					
Al	17,24	17,16	17,17	17,18	17,46	17,29	17,12	17,23	17,28	17,18	17,36	17,49	17,64	17,30	17,38	17,38																					
Cr	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	0,00	0,00	0,00																					
Fe3	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	0,00	0,00	0,00																					
Fe2	3,38	3,39	3,49	3,39	3,37	3,40	3,38	3,40	3,26	3,21	3,30	3,32	3,37	3,35	3,28	3,30																					
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01																					
Mg	1,03	1,12	1,08	1,13	1,07	1,11	1,10	1,09	1,01	1,02	0,98	0,97	1,03	1,03	1,00	0,88																					
Ca	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	0,00	0,00	0,00																					
Na	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	0,00	0,00	0,00																					
K	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	0,00	0,00	0,00																					
Soma	29,52	29,55	29,58	29,56	29,59	29,58	29,53	29,56	29,46	29,42	29,48	29,52	29,19	29,52	29,49	29,44																					
X Mg	0,23	0,25	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,05	0,24	0,23	0,21																					

Epidoto MR-31C

Amostra	1E131C		1E331C		1E631C		md
	Ep		Ep		Ep		
Min							
SiO2		39,36		39,07		38,85	39,09
TiO2		0		0		0	0,00
Al2O3		27,32		27,27		27,13	27,24
Cr2O3		0		0		0	0,00
Fe2O3		7,74		7,76		5,97	7,16
FeO		0,07		0,07		1,37	0,50
MnO		0,06		0,01		0,04	0,04
MgO		0,09		0,04		0,04	0,06
CaO		23,6		23,58		23,94	23,71
Na2O		0		0		0	0,00
K2O		0		0		0	0,00
Total		98,24		97,81		97,36	97,80
O		12,5		12,5		12,5	12,50
Si		3,05		3,042		3,048	3,05
Ti		0		0		0	0,00
Al		2,496		2,503		2,509	2,50
Cr		0		0		0	0,00
Fe3		0,452		0,455		0,353	0,42
Fe2		0,005		0,005		0,09	0,03
Mn		0,004		0,001		0,003	0,00
Mg		0,01		0,005		0,005	0,01
Ca		1,96		1,968		2,013	1,98
Na		0		0,001		0	0,00
K		0		0		0	0,00
Soma		7,976		7,979		8,021	7,99