

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
CÂMPUS DE RIO CLARO – SP.
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOLOGIA REGIONAL**

**EVOLUÇÃO TECTONO-METAMÓRFICA DAS ROCHAS
MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS DA REGIÃO DE ÁGUAS
DE LINDÓIA E ARCADAS, ESTADO DE SÃO PAULO.**

Ana Paula Lazarini

Orientador: Prof. Dr. Antenor Zanardo

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Curso de Pós-Graduação em Geociências –
Área de Concentração em Geologia Regional,
para obtenção do Título de Doutora em
Geociências.

**Rio Claro (SP)
2008**

551. 9 Lazarini, Ana Paula
L431e Evolução tectono-metamórfica das rochas máficas e
ultramáficas da região de Águas de Lindóia e Arcadas,
Estado de São Paulo / Ana Paula Lazarini. – Rio Claro : [s.n.],
2008
140 p. : il., figs., tabs., fots., mapas

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Antenor Zanardo

1. Geoquímica. 2. Geocronologia. 3. Crosta oceânica.
4. Metassomatismo. I. Título.

Comissão Examinadora

Dr. Antenor Zanardo (Orientador) – IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Dr. Marcos Aurélio Farias de Oliveira - IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Dr. Antonio José Ranalli Nardy - IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Dra. Eliane Aparecida Del Lama - IG/USP/São Paulo (SP)

Dr. Gergely Andres Julio Szabó - IG/USP/São Paulo (SP).

Ana Paula Lazarini

-; aluna :-

Rio Claro-SP., 21 de maio de 2008.

Resultado: **Aprovada.**

Aos meus mestres...

“ Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra.

Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, e não nos deixa só, porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós.

Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso.”

(Charles Chaplin).

Agradeço Deus

Por guardar meu caminho com tantos anjos:

A família: mestres de primeiro impulso, meus pais, que desde meu nascimento, têm me provado, com amor e dedicação, que a vida é uma dádiva de Deus, e viver, e renascer a cada dia, é um verdadeiro milagre! A eles digo que compreendi sim todas as advertências, os conselhos, mas algumas “cabeçadas” são males necessários. Meus irmãos, com as tão normais brigas, as nossas querem nos mostrar o quanto nos gostamos. Os cachorros, claro!, companheiros nas noites frias e (quase) solitárias. Amo vocês!

Os mestres, e amigos, professores, responsáveis por minha instrução, desde que ingressei no grupo escolar, aos seis, até hoje, na pós-graduação. Agradeço inclusive seus puxões de orelha! Talvez seja ainda minha imaturidade e insegurança... Vocês são inesquecíveis!

Os velhos e novos amigos!

Os pequenos mestres que tive a sorte de encontrar. Pequenos não pelo tamanho, mas por ainda serem neófitos na senda da maestria. Aprendi muito com vocês!

Todas as pessoas que encontrei, mesmo que por apenas um instante.

A ajuda de última hora.

Os companheiros de todos os momentos, certa da lembrança de todos.

O acaso não existe!

"O mistério é a coisa mais nobre de que podemos ter experiência.

É a emoção que se encontra no cerne da verdadeira ciência.

Aquele que não sente essa emoção e que não pode mais se maravilhar nem se espantar, é como se já estivesse morto.

Saber que aquilo que é impenetrável para nós verdadeiramente existe e se manifesta como a mais alta sabedoria e a mais radiosa beleza, que nossas limitadas faculdades só podem apreender em suas formas mais primitivas, esse conhecimento, esse sentimento, está no centro de toda verdadeira devoção.

A experiência cósmica é, com efeito, o mais poderoso e mais nobre pivô da pesquisa científica."

(Albert Einstein).

SUMÁRIO

Índice.....	i
Índice de Figuras.....	ii
Índice de Tabelas.....	v
Anexos.....	v
Resumo.....	vi
Abstract	vii
1. Introdução.....	1
2. Localização da área.....	3
3. Materiais e Métodos de Trabalho.....	4
4. Contexto Geológico Regional.....	9
5. Geologia Local.....	15
6. Petrografia.....	39
7. Litoquímica.....	79
8. Química Mineral.....	88
9. Geoquímica isotópica e Geocronologia.....	96
10. Metamorfismo.....	114
11. Discussão dos Resultados.....	118
12. Conclusões.....	120
13. Referências Bibliográficas.....	122
Anexos	
Anexo 1- Mapa Geológico	
Anexo 2 – Mapa de Pontos	
Anexo 3 – Resumo dos Pontos Visitados e Compilados	
Anexo 4 – Resumo das Lâminas Descritas	
Anexo 5 – Tabelas de Dados Geoquímicos	
Anexo 6 – Tabelas de Dados de Química Mineral	
Anexo 7 – Tabelas de Dados Isotópicos e Geocronológicos	

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Objetivos.....	2
2.	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	3
3.	MATERIAIS E MÉTODOS DE TRABALHO.....	4
3.1	Atividades de Escritório.....	4
3.1.1.	Pesquisa bibliográfica.....	4
3.1.2.	Compilações cartográficas.....	4
3.1.3.	Outras atividades.....	5
3.2.	Atividades de Campo.....	6
3.3.	Atividades de Laboratório.....	6
3.3.1.	Estudos litoquímicos em rocha total.....	6
3.3.2.	Estudos de química mineral.....	7
3.3.3.	Estudos isotópicos e geocronológicos.....	8
4.	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	9
5.	GEOLOGIA LOCAL.....	15
5.1.	Bacia do Paraná.....	15
5.2.	Formação Eleutério.....	15
5.3.	Complexos Guaxupé e Socorro.....	17
5.4.	Faixa Itapira/Amparo.....	18
5.4.1.	Complexo Amparo.....	19
5.4.2.	Complexo Itapira.....	21
5.4.3.	Faixa Máfica/Ultramáfica Arcadas-Águas de Lindóia.....	24
5.4.3.A.	Serra das Águas Claras.....	29
5.4.3.B.	Arcadas.....	33
5.4.4.	Outros litotipos.....	36
5.4.4.A.	Microgranito.....	36
5.4.4.B.	Metabasalto.....	37
5.4.4.C.	Rochas Pneumato-Hidrotermais ou Metassomáticas.....	38
6.	PETROGRAFIA.....	39
6.1.	Petrografia das rochas metaultramáficas.....	39
6.1.1.	Metaperidotitos e olivina piroxenito.....	40
6.1.2.	Antofilita xistos/ <i>fels</i>	42
6.1.3.	Tremolita/actinolita xistos/ <i>fels</i>	42
6.1.4.	Clinopiroxênio-anfibólio xisto bandado.....	45
6.1.5.	Hornblenda xistos.....	46
6.1.6.	Cummingtonita/grunerita xistos.....	49
6.1.7.	Flogopita/biotita xistos/ <i>fels</i> (glimmeritos).....	50
6.1.8.	Clorita xistos.....	51
6.1.9.	Talco xistos/ <i>fels</i>	51
6.2.	Petrografia das Rochas Metamáficas.....	52
6.2.1.	Anfibolitos.....	53
6.2.2.	Diopsídio anfibolito bandados.....	54
6.3.	Rochas Exóticas.....	56
6.3.1.	Rochas pneumato-hidrotermais ou metassomáticas.....	56
6.3.2.	Quartzo-anfibólio-clinopiroxênio-granada <i>fels</i>	58
6.4.	Outros Litotipos.....	60
6.4.1.	Microgranito.....	60
6.4.2.	Metabasalto.....	61
6.5.	Petrografia das Rochas Encaixantes.....	62

6.5.1. Litotipos atribuídos ao Complexo Amparo.....	62
6.5.1.A. Migmatitos e ortognaisses bandados de composições tonalíticas/trondhjemiticas.....	64
6.5.1.B. Granitóides cinzas e migmatitos bem evoluídos com paleossomas tonalíticos.....	66
6.5.2. Biotita gnaisses granodioríticos (Gnaisses Tipo Serra Negra).....	67
6.5.3. Granada-hornblenda gnaiss monzogranítico.....	67
6.5.4. Litotipos pertencentes às supracrustais (Complexo Itapira).....	69
6.5.4.A. Quartzitos.....	70
6.5.4.B. Mica Xistos.....	71
6.5.4.C. Gnaisses e <i>fels</i> calciossilicáticos.....	73
6.5.4.D. Paragnaisses.....	73
6.5.5. Ortognaisses, granitóides e migmatitos relacionados ao Complexo Itapira.....	75
6.5.5.A. Gnaisses oftalmíticos.....	76
6.5.5.B. Gnaisses graníticos.....	76
6.5.5.C. Granitóides e migmatitos sincinemáticos à deformação neoproterozóica.....	77
7. LITOQUÍMICA.....	79
8. QUÍMICA MINERAL.....	88
8.1. Rochas de Arcadas.....	88
8.2. Rochas da Serra das Águas Claras.....	92
8.3. Discussão dos resultados.....	94
9. GEOQUÍMICA ISOTÓPICA E GEOCRONOLOGIA.....	96
9.1. Método Sm/Nd.....	99
9.2. Método Rb/Sr.....	106
9.3. Método U/Pb.....	107
9.4. Método Ar/Ar.....	109
9.5. Método K/Ar.....	112
9.6. Discussão dos Dados Isotópicos.....	112
10. METAMORFISMO.....	114
11. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	118
12. CONCLUSÕES.....	120
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Localização da área no Estado e vias de acesso.....	3
4.1. Faixa Alto Rio Grande e Nappe Socorro-Guaxupé (modificado de Campos Neto et al., 1990).....	9
4.2. Mapa tectônico esquemático do sudeste do Brasil, segundo Campos Neto & Caby, 1999.....	10
4.3. Esboço geotectônico da parte sul do Cráton do São Francisco, segundo Ebert (1956).....	11
4.4. Compartimentação geotectônica e terrenos arqueanos no Brasil ocidental (modificado de HaraLy & Hasui, 1982).....	12
5.4.3.a Lente decimétrica de ultramáfica encaixada em gnaiss granítico. Conjunto alterado (Ponto AAL-429).....	25
5.4.3.b Corpo ultramáfico gnaissificado (Ponto AAL-421).....	25
5.4.3.c Biotita xisto (bt) e anfibólio xisto grosso (amp), encaixados em gnaiss granítico claro (encx), e veios de quartzo (qtz) (Ponto AAL-296).....	26

5.4.3.d	Gnaiss anfibolítico gerado no contato da ultramáfica com o granitóide encaixante (Ponto AAL-210).....	26
5.4.3.e	Veios de quartzo (qtz) em xisto ultramáfico (xu) (Ponto AAL-209).....	27
5.4.3.f	Injeção de material quartzo-feldspático pegmatítico em anfibólio xisto (Ponto AAL-208).....	27
5.4.3.g	Ultramáfica alterada, cor esverdeada (Ponto AAL-205).....	28
5.4.3.h	Conjunto ultramáfica/encaixante alterado. Lente ultramáfica mais preservada, de cor ocre; ultramáfica bastante alterada, vermelha; encaixante esbranquiçada. (Ponto AAL-381).....	28
5.4.3.i	Banda de anfibolito, estirada e boudinada, com movimentação dextral, em gnaiss bandado (AAL-319).....	29
5.4.3.j	Núcleo preservado de anfibólio-talco xisto (Amp-tlc) em biotita xisto (Bt) e talco xisto (Tlc).(Ponto AAL-363).....	30
5.4.3.k	Antofiliação do anfibólio (Ponto AAL-01).....	31
5.4.3.l	Talco-flogopita xisto vermiculizado (Ponto AAL-209).....	32
5.4.3.m	Bandamento tectônico em rocha ultramáfica, (Ponto AAL-415).....	35
5.4.3.n	Injeção de pegmatito granítico em corpo ultramáfico (Ponto AAL-415).....	35
5.4.4.a	Microgranito encaixado em gnaiss granítico (Ponto AAL-451).....	36
5.4.4.b	Metabasalto encaixado em gnaiss migmatítico.(AAL-353).....	38
6.1.1.A.	Geração de espinélio verde a partir da reação de ortopiroxênio para clinofanfibólio. Os cristais de espinélio estão alongados segundo a foliação tectono-metamórfica. Cor arroxeada é de alteração supérgena. Nicóis paralelos (Seção AAL-386 Q) (amp: anfibólio; opx: ortopiroxênio; spl: espinélio).....	41
6.1.1.B.	Cristais de espinélio com coroa de mineral opaco, este envolto por clorita, que está bordejada por serpentina. (Seção AAL-386 B). (chl: clorita; op: opaco; serp: serpentina; spl: espinélio)/ 6.1.1.B.a.: Nicóis paralelos. 6.1.1.B.b.: Nicóis cruzados.....	41
6.1.2.A.	Talcificação dos cristais de antofilita. Nicóis cruzados. (Seção AAL-01 D). (ath: antofilita; op:opaco; tlc: talco).....	42
6.1.3.A.	Tremolita/actinolita xisto com exsolução basal de cummingtonita. (Seção AAL-400 A). 6.1.3.A.a.: Nicóis paralelos. 6.1.3.A.b.: Nicóis cruzados.....	43
6.1.3.B.	Agregados fibro-radiais de clorita intercrescida com estilpnomelano ao redor de mineral opaco, em talco-tremolita xisto. Nicóis cruzados. (Seção AAL-315) (amp: anfibólio); chl: agregados de clorita e estilpnomelano; op: opaco).....	44
6.1.4.A.	Clinopiroxênio-anfibólio xisto bandado, exibindo hornblenda marrom manchada, formada a partir do clinopiroxênio. A actinolita é posterior e ocorre principalmente sobre o clinopiroxênio. Nicóis paralelos. (Seção AAL-401 A). (Act: actinolita; cpx: clinopiroxênio; ep: epidoto; hbl: hornblenda; plag: plagioclásio).....	46
6.1.5.A.	Hornblenda xisto com exsoluções basais de cummingtonita/grunerita (Seção AAL-209 E). 6.1.5.A.a.: Nicóis paralelos. 6.1.5.A.b.: Nicóis cruzados.....	47
6.1.5.B.	Fatura preenchida por quartzo, clorita, titanita e estilpnomelano, em anfibólio xisto. (Seção AAL-301 B). (amp: anfibólio; chl: clorita; lcx: leucóxênio; stp: estilpnomelano; tit: titanita). 6.1.5.B.a.: Nicóis paralelos. 6.1.5.B.b.: Nicóis cruzados.....	49
6.1.6.A.	Cummingtonita/grunerita xisto. Nicóis cruzados. (Seção AAL-206 A). (amp: anfibólio; Rt: rutilo; tlc: talco).....	50
6.1.9.A.	Talco xisto com antofilita, onde aparecem cristais de talco substituindo o anfibólio, mas preservando a forma dos cristais, e minerais opacos. (Seção AAL-361) (ath:antofilita; op: opacos; tlc: talco). 6.1.9.A.a.: Nicóis paralelos. 6.1.9.A.b.: Nicóis cruzados.....	52
6.2.1.A.	Anfibolito. Nicóis cruzados. (Seção AAL-208 E). (amp: anfibólio manchado; plag: plagioclásio levemente saussuritizado).....	53
6.2.1.B.	Anfibolitos. 6.2.1.B.a.: Minúsculos cristais de allanita metamictica (all) sobre a hornblenda. Nicóis paralelos (Seção AAL-302 D). 6.2.1.B.b.: Cristais de zircão (zr) inclusos em quartzo. Nicóis cruzados. (Seção AAL-418 C).....	54
6.2.2.A.	Diopsídio anfibolito bandado, com fatura preenchida por epidoto. Nicóis	56

	cruzados. (Seção AAL-290). (Cpx: restos de clinopiroxênio; ep: epidoto; hbl: hornblenda; plag: plagioclásio; tit: titanita).....	
6.3.1.A.	Banda silicosa com gedrita, fibrolita e rutilo, encaixada em rocha metaultramáfica. Nicóis paralelos. (Seção AAL-386 A). 6.3.1.A.a.: quartzo (qtz); rutilo (rt); sillimanita (sill) e; material produto da alteração da sillimanita. 6.3.1.A.b.: gedrita; quartzo (qtz); rutilo (rt), restos de sillimanita e; material produto de alteração da sillimanita.....	57
6.3.1.B.	Hidrotermalito com quartzo, epidoto e titanita. (Seção AAL-396 A). (ep1: cristais euhedrais a subedrais de epidoto; ep2: massa de epidoto que envolve os outros minerais; qtz: quartzo; tit: titanita parcialmente leucoxenizada). 6.3.1.B.a.: Nicóis paralelos. 6.3.1.B.b. Nicóis cruzados.....	57
6.3.2.A.	Quartzo-anfibólio-clinopiroxênio-granada <i>fels</i> , que exhibe zoneamento do plagioclásio. Nicóis cruzados. (Seção AAL-406) (grt: granada; hbl: hornblenda; op: opacos; plag: plagioclásio).....	59
6.3.2.B.	Quartzo-anfibólio-clinopiroxênio-granada <i>fels</i> , com evidência de corrosão das fases cristalinas e com apatita (ap); clinopiroxênio (cpx); granada (grt); hornblenda (hbl); opacos (op); quartzo (qtz); titanita (tit). Nicóis paralelos. (Seção AAL-406). 6.3.2.B.a.: visão mais geral. 6.3.2.B.b.: detalhe um pouco maior.....	59
6.4.1.A.	Microgranito. Observar fenocristal de quartzo bipiramidal (qtz) e de feldspato (fd) e a matriz granofírica (matriz). Aumento aproximado de 45 X. Nicóis cruzados. (Seção AAL-451).....	60
6.4.2.A.	Metabasalto. Nicóis cruzados. (Seção AAL-353 A). (bt: biotita; carb: carbonato; chl: clorita; plag: plagioclásio; op: opacos).....	62
6.5.3.A.	Granada-hornblenda gnaiss monzogranítico, exibindo hornblenda marrom e verde-azulada (hbl), granada consumida por hornblenda (grt); biotita (bt); opacos (op). (Seção AAL-411 A). 6.5.3.A.a.: Nicóis paralelos. 6.5.3.A.b.: Nicóis cruzados.....	68
6.5.3.B.	Granada-hornblenda gnaiss monzogranítico. Notar consumo de granada (grt) pela hornblenda (hbl), cristal de allanita (all) e cristais de zircão (zr). (Seção AAL-411 A). 6.5.3.B.a.: Nicóis paralelos. 6.5.3.B.b.: Nicóis cruzados.....	69
7.1.	Diagrama de sílica x álcalis, de Cox et al. (1979) para as amostras de rochas máficas estudadas.....	83
7.2.	Diagrama SiO ₂ x álcalis, de Irvine & Baragar (1971), para as rochas máficas estudadas.....	83
7.3.	Diagrama Log Ti x Log Cr (Pearce, 1975) para as rochas máficas estudadas.....	83
7.4.	Diagramas de variação química de óxidos e elementos traços das rochas máficas estudadas.....	84
7.5.	Diagramas de variação química de óxidos e elementos traços das rochas ultramáficas estudadas.....	85
7.6.	Padrões de distribuição de elementos incompatíveis para as rochas máficas estudadas.....	86
7.7.	Padrões de distribuição de elementos incompatíveis para as rochas ultramáficas estudadas.....	86
7.8.	Padrões de abundância dos elementos terras-raras para as amostras de rochas máficas estudadas.....	87
7.9.	Padrões de abundância dos elementos terras-raras para as amostras de rochas ultramáficas estudadas.....	87
8.1.1.	Classificação do anfibólio para o metaperidotito representado pela amostra AAL-310 E.....	89
8.1.2.	Classificação do anfibólio do metaperidotito AAL-386 G.....	90
8.1.3.	Classificação dos cristais de piroxênio da amostra AAL-310 E.....	90
8.1.4.	Classificação dos cristais de piroxênio da amostra AAL-386 G.....	91
8.1.5.	Classificação do anfibólio da amostra AAL-385 E.....	91
8.2.1.	Classificação do anfibólio do anfibólio xisto AAL-354 B.....	93
8.2.2.	Classificação dos cristais de piroxênio da amostra AAL-354 B.....	93
8.2.3.	Classificação do plagioclásio da amostra AAL-354 B.....	94
9.1.1.	Isócrona rocha total (AAL-310 E, AAL-323, AAL-209 F, AAL-321 C).....	103
9.1.2.	Isócrona de referência. Diagrama mostra tendência dos pontos, que se	104

	alinham ao redor da isócrona de referência de 2 Ga.....	
9.1.3.	Isócrona interna Sm-Nd. Evento de rehomogeneização isotópica, em escala mineral, durante o Neoproterozóico.....	104
9.2.1.	Isócrona Rb/Sr x Sr/Sr, sugerindo idade ao redor de 2 Ga.....	107
9.2.2.	Isócrona Rb/Sr x Sr/Sr para a amostra AAL-386 A. O evento neoproterozóico fica evidente.....	107
9.3.1.	Resultados U/Pb para os zircões da amostra de anfibolito (AAL-213 A).....	108
9.3.2.	Resultados U/Pb para o granitóide representado pela amostra AAL-411 A...	108
9.4.1.	Resultados obtidos pelo método Ar/Ar onde se verifica o excesso de Ar (amostra AAL-354 A).....	110
9.4.2.	Resultados Ar/Ar para a amostra AAL-345 B.....	110
9.4.3.	Resultados Ar/Ar para a amostra AAL-386 G (Arcadas).....	110

ÍNDICE DE TABELAS

9.1.1.	Resultados Sm/Nd obtidos neste trabalho.....	100
9.1.2.	Cálculo do ϵ_{Nd} (TDM).....	101
9.1.3.	Idades-Modelo calculadas em estágio duplo.....	105
9.2.1.	Resultados Rb/Sr e razões $^{87}Sr/^{86}Sr$ obtidas com o auxílio do CPGeo-USP.....	106
10.1	Barômetros com base no teor de alumínio no anfibólio.....	115
10.2	Termômetro anfibólio-Plagioclásio.....	116
10.3	Termômetro ortopiroxênio.....	116

ANEXOS

1.	Mapa Geológico
2.	Mapa de Pontos
3.	Resumo dos Pontos Visitados e Compilados
4.	Resumo das Lâminas Descritas
5.	Tabelas de Dados Geoquímicos
6.	Tabelas de Dados de Química Mineral
7.	Tabelas de Dados Isotópicos e Geocronológicos

RESUMO

As rochas máficas e ultramáficas em foco estão inseridas na Faixa Itapira/Amparo. Ocorrem na forma de corpos tabulares a lenticulares e são representadas por metaperidotitos, xistos ultramáficos e anfíbolitos. Rochas metassomáticas aparecem associadas às máficas e ultramáficas. A litouímica juntamente com dados de campo, a petrografia e a geocronologia mostram que os processos tectono-metamórficos que atuaram sobre essas rochas provocaram mudanças químicas e mobilidade de elementos maiores, menores, traços e terras-raras. O contexto geológico juntamente com os dados obtidos sugere que essas rochas sejam derivadas de fragmentos de crostas oceânicas embutidas na crosta continental durante o Paleoproterozóico e não de ofiólitos brasileiros, como anteriormente aventado. Indicam, também, que não houve geração de material juvenil no Neoproterozóico, apenas retrabalhamento de rochas mais antigas. Diante da possibilidade de os litotipos atribuídos ao Grupo Itapira terem sido gerados em mais de um ciclo geotectônico optou-se pela denominação de Complexo Itapira.

Palavras-chave: geoquímica; geocronologia; crosta oceânica; metassomatismo.

ABSTRACT

The metamafic and metaultramafic rocks studied in this work are located in Itapira/Amparo belt. They occur as tabular to lenticular bodies and are represented by metaperidotites, ultramafic schists and amphibolites. Metassomatic rocks are associated with these rocks. Lithochemistry, field data, petrography and geochronology indicate that the tectonic-metamorphic processes which actuated over the studied region produced chemical changes and the mobility of major, minor, trace and rare earth elements. Geological context with such data suggest that these rocks were originated from oceanic crust pieces emplaced in continental crust during Palaeoproterozoic, not from brazilian ophiolites like avocated before. They also indicate that there were no primary material generation on the Late Proterozoic, just reworking of older rocks.

Keywords: geochemistry; geochronology; oceanic crust; metassomatism

1. INTRODUÇÃO

A compreensão da evolução tectono-metamórfica das rochas máficas e ultramáficas que ocorrem nas seqüências supracrustais dispostas ao sul do Cráton do São Francisco é de grande importância para um completo conhecimento da evolução geológica de tal região, como também, para a avaliação da potencialidade metalogenética da mesma.

Na pesquisa iniciada como Mestrado, aventou-se a possibilidade de rochas metamáficas e metaultramáficas, que ocorrem na região de Águas de Lindóia, Estado de São Paulo, pertencerem a uma única associação ofiolítica, rompida e subdividida em conseqüência de processos tectônicos que atuaram na área em questão. Nessa época, sentiu-se a necessidade de estudos geocronológicos com o objetivo de se determinar se tais rochas estariam relacionadas à evolução do embasamento (Complexo Amparo) ou das supracrustais (Complexo Itapira), neste último caso, aos processos colisionais neoproterozóicos.

Neste contexto, em continuidade à pesquisa desenvolvida como tema de Dissertação de Mestrado, foram selecionadas duas áreas de concentração das rochas citadas acima, para estudos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos: as ocorrências da Serra das Águas Claras, situadas a oeste-noroeste de Águas de Lindóia, e as do Distrito de Arcadas, Município de Amparo, ambas na porção paulista da Faixa Itapira/Amparo.

Esta pesquisa esteve inserida em uma das linhas de pesquisa do Grupo Acadêmico "Evolução de Terrenos Metamórficos" (denominação da UNESP), coordenado pelo Prof. Dr. Marcos Aurélio Farias de Oliveira e contou com o auxílio financeiro do CNPq (Processo 141928/ 2000-0 – Bolsa de Estudo) e da FAPESP (Processo 01/10034-2 – Auxílio à Pesquisa).

Ao longo deste trabalho serão apresentadas, portanto, a petrografia das ocorrências metamáficas/ultramáficas e das encaixantes, as características litoquímicas (elementos maiores, menores e terras-raras), de química mineral, isotópicas e geocronológicas dos corpos estudados. Os capítulos trazem a parte descritiva e uma breve discussão dos dados. Para finalizar, algumas considerações foram tecidas com base nos resultados obtidos durante a pesquisa.

1.1. OBJETIVOS

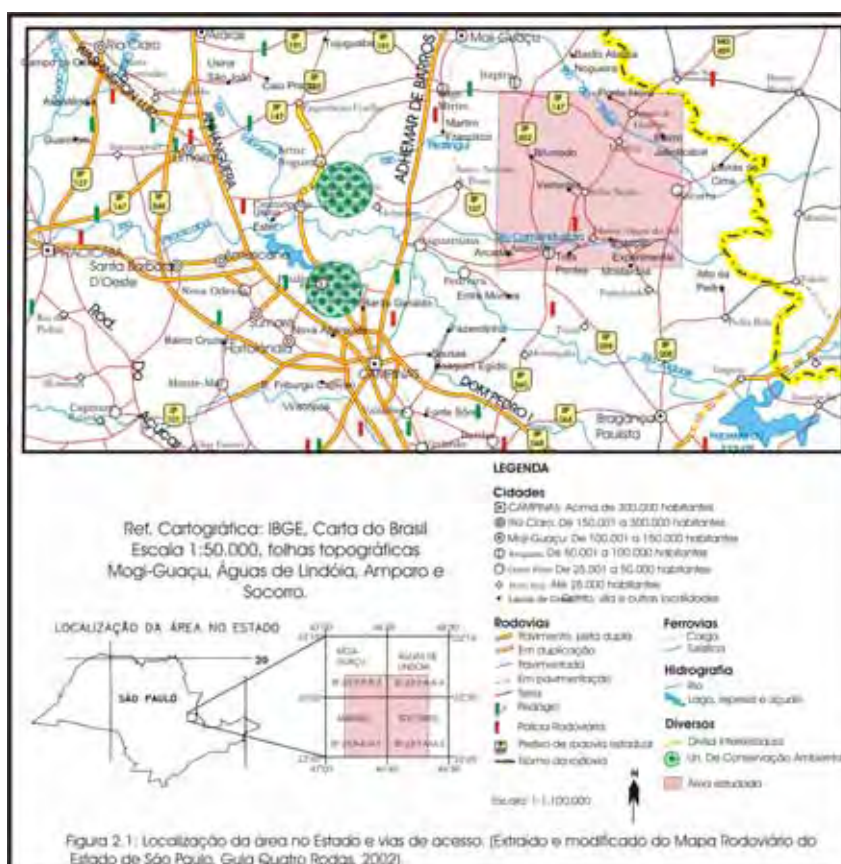
O principal objetivo desta pesquisa foi a obtenção de dados petrográficos, litoquímicos, metamórficos, isotópicos e geocronológicos de rochas metamáficas e metaultramáficas, que ocorrem na porção paulista da Faixa Itapira/Amparo, com a finalidade de se compreender a evolução tectono-metamórfica e de se buscar a caracterização dos ambientes tectônicos envolvidos na gênese dessas rochas.

Para a conquista do objetivo acima exposto, fez-se pesquisa de campo na Serra das Águas Claras (Águas de Lindóia-SP) e no Distrito de Arcadas (Amparo-SP), para a descrição, obtenção de medidas estruturais e amostragem das principais ocorrências e, em laboratório, realizou-se análises petrográficas, litoquímicas (elementos maiores, menores e terras-raras), de química mineral, isotópicas e geocronológicas.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.

A região estudada situa-se na porção nordeste do Estado de São Paulo e forma uma faixa de direção NNE/SSW, inclusa em área delimitada pelos paralelos 22° 25' e 22° 45' de latitude sul, e pelos meridianos 46° 55' e 46° 35' de longitude oeste, onde ocorrem rochas dos complexos Amparo (embasamento) e Itapira (supracrustais), aqui denominada Faixa Itapira/Amparo. Abrange parte das folhas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, Moji-Guaçu, Águas de Lindóia, Amparo e Socorro. Nessa área estão localizadas as cidades de Águas de Lindóia, Itapira, Lindóia, Serra Negra, Monte Alegre do Sul, Santo Antônio de Posse e Pedreira. A região é atendida por várias rodovias asfaltadas que interligam as cidades, como a SP-340, SP-352, SP-360, SP-95, SP-147 (Figura 2.1).

O Distrito de Arcadas situa-se no Município de Amparo, entre Amparo e Pedreira. A Serra das Águas Claras está a oeste-noroeste de Águas de Lindóia, entre os municípios de Lindóia e Itapira, abrangendo as porções sudeste da folha Moji-Guaçu, sudoeste da Folha Topográfica Águas de Lindóia, nordeste da folha Amparo e noroeste da folha Socorro.



3. MATERIAIS E MÉTODOS DE TRABALHO

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados os materiais e seguidos os métodos de trabalho descritos abaixo.

3.1. ATIVIDADES DE ESCRITÓRIO

3.1.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Foi realizada junto às bibliotecas da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Câmpus de Rio Claro, e do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, IGc-USP, em São Paulo, e teve como enfoque o conhecimento da geologia regional, da geologia local dos alvos e das metodologias litoquímicas, de química mineral e isotópicas.

3.1.2. COMPILAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Com base nos trabalhos anteriores dos integrantes do Grupo Acadêmico "Evolução de Terrenos Metamórficos", nos dados obtidos na pesquisa bibliográfica e juntamente com as atividades de campo, fez-se a compilação cartográfica e o ajuste dos contatos geológicos, para melhorar a delimitação das unidades e das discontinuidades.

Os mapas, que serviram de base para a confecção do mapa geológico da região, são provenientes dos trabalhos de:

- Wernick (1967): geologia da região de Amparo;
- Ebert (1971): mapa geológico na escala aproximada de 1:280.000;
- Cavalcante et al. (1979): Projeto Sapucaí.
- Artur (1980): geologia da região de Itapira;
- Grossi Sad & Barbosa (1983): mapa geológico da Folha Socorro, escala 1:50.000;
- Campanha; Fernandes; Gimenez Filho (1983a): mapas geológicos das folhas topográficas Moji-Guaçu e Águas de Lindóia, na escala 1:50.000;
- Basei et al. (1986): mapa geológico da Folha Amparo, escala 1:50.000, IG-USP;
- Zanardo (1987): Dissertação de Mestrado (IG-USP): mapa geológico na escala 1:50.000 da Folha Topográfica Águas de Lindóia;

- Peloggia (1990): Dissertação de Mestrado (IG-USP); região de Amparo-SP;
- Campos Neto (1991): Tese de Doutorado (IG-USP); Mapa geológico da porção ocidental da Faixa Alto Rio Grande e da *Nappe* de Empurrão Socorro-Guaxupé;
- Souza (1997): anfíbolitos da região de Águas de Lindóia;
- Lazarini (2000): metabásicas/ultrabásicas da região de Águas de Lindóia;
- Freitas (2000): região de Socorro;
- Hartwig (2003): Monografia de Graduação em Geologia enfocando área no limite entre o Complexo Socorro e a Faixa Itapira/Amparo, posicionada próxima à cidade de Socorro;
- Zanardo (2003): Tese de Livre Docência, abrangendo área posicionada ao sul do Cráton do São Francisco.

Para a confecção dos mapas topográficos, de pontos e geológico utilizou-se o *software* "AutoDesk Map 6" (*Autodesk Inc.*, Estados Unidos da América). Os *softwares* "Corel Draw", versões 9.0 e 10.0 (*Corel Corporation*, Canadá) e o "Adobe Photoshop" (*Adobe Systems Incorporated*, Estados Unidos da América) foram utilizados na confecção das figuras.

3.1.3. OUTRAS ATIVIDADES

Como atividades preliminares, visando minimizar os custos e reavaliar os dados já existentes, para seu melhor aproveitamento, de maneira integrada com os novos dados, realizaram-se o levantamento e o estudo das amostras e lâminas existentes no acervo do Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM), do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), provenientes de outros projetos realizados na região, e a confecção de seções delgadas novas das amostras levantadas.

As amostras e seções delgadas levantadas no acervo do IGCE, UNESP, Rio Claro, pertencem: às pesquisas do Prof. Dr. Heinz Ebert; aos mestrados do Prof. Dr. Antenor Zanardo, de Stella Cristina Alves de Souza e de Ana Paula Lazarini e; a projetos de iniciação científica orientados pelos professores Dr. Heinz Ebert, Dr. Marcos Aurélio Farias de Oliveira e Dr. Antenor Zanardo. Os dados litoquímicos de Grossi Sad et al (1983), Campanha et al. (1983 a), Peloggia (1990) e Lazarini (2000) também foram utilizados.

3.2. ATIVIDADES DE CAMPO

Os dados de campo foram obtidos através de visitas aos corpos metamáficos e metaultramáficos conhecidos; de perfis, na medida do possível perpendiculares à estruturação geral e; buscando, também, novos corpos, o levantamento da distribuição das rochas e associação, encaixantes e suas estruturas, a descrição dos corpos de rochas metamáficas e metaultramáficas quanto à mineralogia, estruturas interna e externa, distribuição dos litotipos, relações entre os litotipos e com as encaixantes, transformações supérgenas, obtenção de medidas estruturais e; coleta de amostras para estudos de laboratório.

3.3. ATIVIDADES DE LABORATÓRIO

As atividades de laboratório compreenderam investigações petrográficas, litoquímicas, de química mineral e isotópicas, e envolveram vários laboratórios e mais de uma instituição.

Em paralelo com as atividades acima, arquivou-se, de maneira adequada, as amostras coletadas, utilizadas ou não para estudos petrográficos, litoquímicos ou isotópicos, na Litoteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista (IGCE/UNESP), Câmpus de Rio Claro.

3.3.1. ESTUDOS LITOQUÍMICOS EM ROCHA TOTAL.

Os estudos litoquímicos em rocha total foram realizados no Laboratório de Geoquímica (Labogeo), do IGCE/UNESP, Rio Claro-SP, com os métodos descritos abaixo.

- Fluorescência de Raios X (FRX):

Por esse método foram analisados os elementos maiores e menores, na forma de óxidos (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ferro total na forma de Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) e os traços (Ba, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ni, Cu e Cr), em 39 amostras de rochas máficas e ultramáficas e 02 amostras de rochas leucocráticas (granitóide e hidrotermalito).

Para a análise dos elementos maiores foram utilizadas amostras fundidas em tetra/metaborato de lítio, e, para os traços, amostras prensadas, empregando-se um espectrômetro seqüencial da marca *Phillips*, modelo PW 2400, com tubo de ródio e

potência máxima de 3.000 W, segundo método de Nardy et al (1997), que também descrevem as condições analíticas.

- **Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-AES), com Nebulização Ultrassônica (USN).**

Para análise dos elementos terras-raras e ítrio de 27 amostras, selecionadas de acordo com seu teor em MgO e distribuição na área, utilizou-se o método descrito em Malagutti et al. (1997 e 1998): Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-AES), com Nebulização Ultrassônica (USN) e etapa de pré-concentração e separação cromatográfica, sendo esta feita com resina de troca catiônica fortemente ácida e gradiente de concentração de ácido clorídrico. O equipamento utilizado foi um ICP-AES, marca ARL, modelo 3410+ seqüencial, dotado de sistema mini-tocha, e Nebulizador Ultrassônico CETAC, modelo U-5000AT.

A condições de operação do equipamento podem ser encontradas em Malagutti et al. (1997).

Foram utilizados os *softwares* "Minpet 2.02" (Richard, 1988-1995), "Newpet 94.01.07" (Clarke, 1987-1994) e "Microsoft Excel" (*Microsoft Corporation*) para tratamento dos dados.

3.3.2. ESTUDOS DE QUÍMICA MINERAL

Os dados de química mineral foram obtidos no Laboratório de Microsonda Eletrônica, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), no período compreendido entre abril e maio de 2.003.

Utilizou-se equipamento da marca Jeol, modelo JXA-8600, com corrente de análise de $20,10 \pm 0,10 \text{ } \eta\text{A}$, ajuste fino e abertura do feixe de elétrons de 10 μm para feldspatos e de 5 μm para os demais minerais.

Neste trabalho, foram analisados cerca de 590 pontos, em 06 seções delgadas, dos quais 379 em anfibólio, 73 em piroxênio, 80 em plagioclásio, 13 em granada, 12 em clorita, 13 em talco, 24 em espinélio e minerais opacos.

As fases cristalinas quantificadas foram:

- Anfibólios: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO, MnO, MgO, CaO, Na_2O , K_2O , Cr_2O_3 , F, Cl;
- Espinélios e ilmenita: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , FeO, MnO, MgO;
- Clorita e talco: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , FeO, MnO, MgO, CaO, Na_2O , K_2O , F, Cl;
- Granada: SiO_2 , Al_2O_3 , Y_2O_3 , TiO_2 , FeO, MnO, MgO, CaO, Na_2O , K_2O ;
- Piroxênios: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 , FeO, MnO, NiO, MgO, CaO, Na_2O ;

- Plagioclásio: SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , SrO , BaO , Na_2O , K_2O .

Utilizou-se o *software* "Minpet 2.02" (Richard, 1988-1995), para os cálculos das fórmulas estruturais. Detalhes dos métodos de cálculo utilizados são encontrados em capítulo específico.

3.3.3. ESTUDOS ISOTÓPICOS E GEOCRONOLÓGICOS.

Neste trabalho, os métodos empregados foram: Sm/Nd em rocha total e nas frações minerais granada, anfibólio e plagioclásio; U/Pb em zircão, Ar/Ar em anfibólio, K/Ar em rocha total e; Sr/Sr, em rocha total, com finalidades genéticas e geocronológicas. As amostras foram britadas e pulverizadas em laboratórios do IGCE/UNESP, Rio Claro-SP.

Para o método Sm/Nd, U/Pb e Sr/Sr, a diluição isotópica foi feita no Laboratório de Geocronologia do Departamento de Petrologia e Metalogenia, do IGCE/UNESP, em Rio Claro-SP., à exceção das análises Sm/Nd efetuadas no ano 2.000, cuja abertura química e diluição isotópica foram realizadas pelo Centro de Pesquisas Geocronológicas, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo).

No Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília (UnB), fez-se a leitura no espectrômetro e os cálculos das razões isotópicas Sm/Nd e U/Pb e, no CPGeo do IGc-USP, em São Paulo, das razões isotópicas Ar/Ar, K/Ar e Sr/Sr.

Foram analisadas 01 amostra de um metabasalto pelo método K/Ar; 02 amostras por U/Pb (máfica e granitóide); 03 amostras por Ar/Ar (anfibólio xisto e anfibolito); 10 amostras pelo método Sr/Sr (pneumato-hidrotermalito, máficas e ultramáficas); 02 amostras por Sm/Nd nas frações granada, anfibólio e plagioclásio, e, em rocha total (retroeclogito e granada anfibolito); 14 amostras de máficas, ultramáficas, granitóide e pneumato-hidrotermalito pelo método Sm/Nd em rocha total.

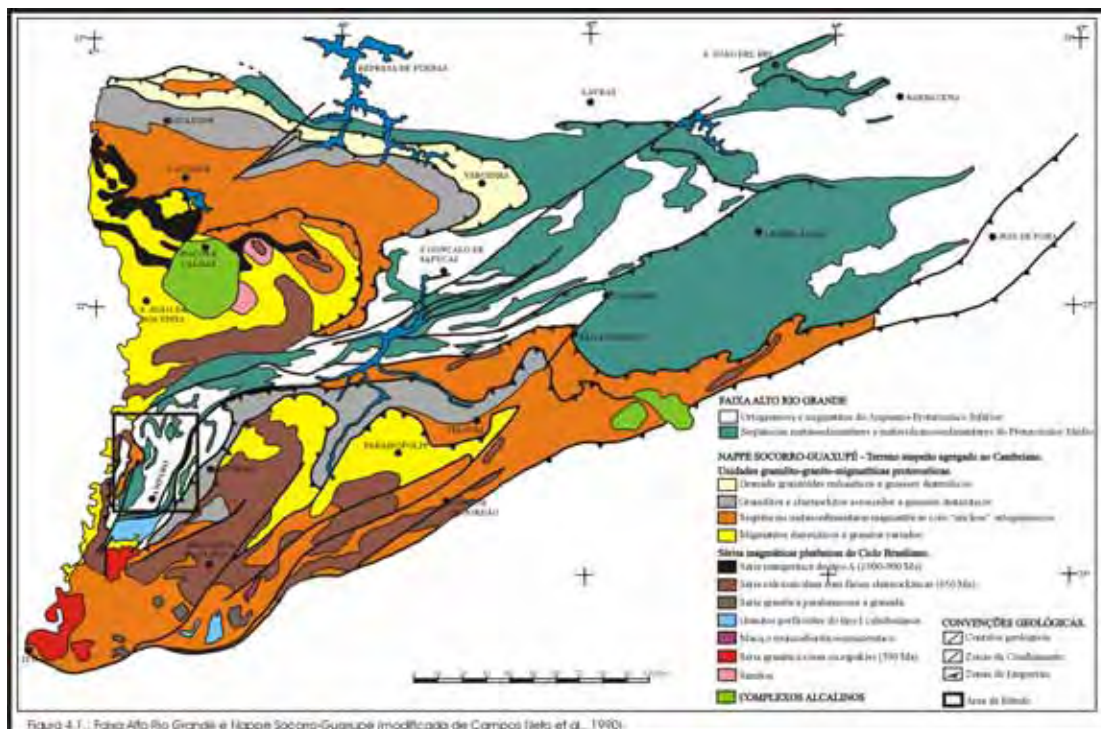
Para o tratamento dos dados, foram utilizados os *softwares* *Isoplot* (Ludwig, 2001), *Pisog* (Vlach, 1990) e *Microsoft Excel* (*Microsoft Corporation*).

A CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

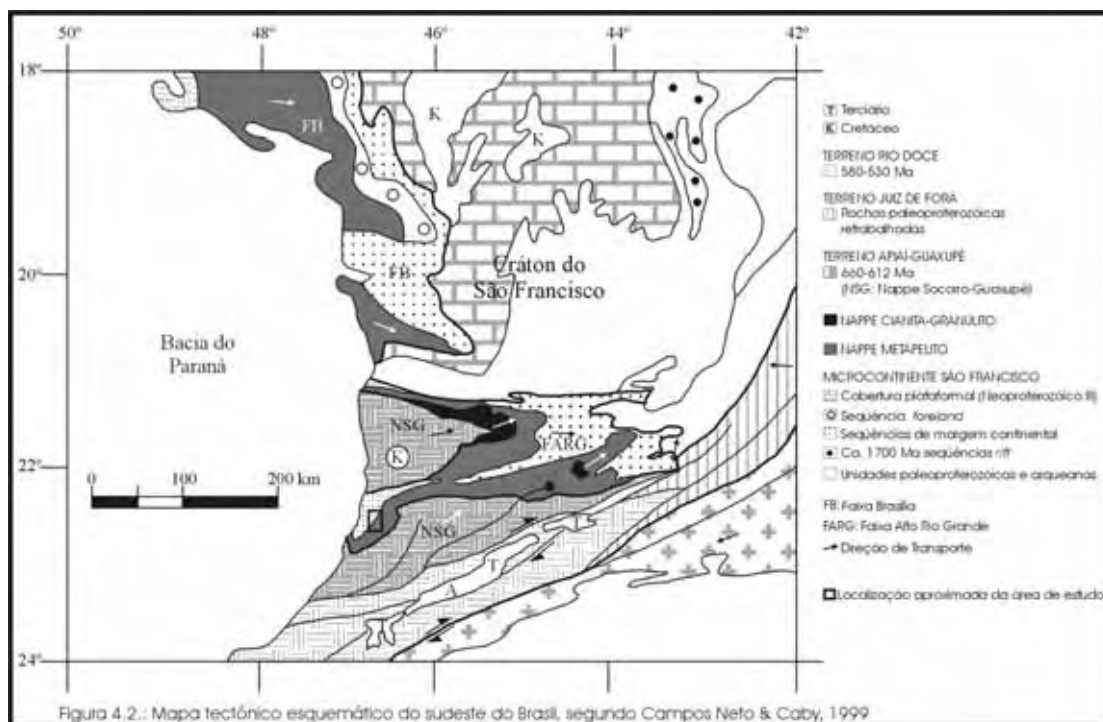
A área estudada está centrada na porção sudoeste da faixa de ocorrência de rochas dos complexos Itapira e Amparo (Faixa Alto Rio Grande), aqui denominada de Faixa Itapira/Amparo, com conotação simplesmente litológica.

Ebert (1968) definiu os grupos Amparo ("Geossinclínio Laurenciano") e Itapira ("Geossinclínio Assíntico"), este último constituído predominantemente por rochas metassedimentares ou vulcanossedimentares, incluídas por Vasconcellos (1988), Campos Neto et al. (1990), Peggia (1990) e Campos Neto (1991) na Faixa Alto Rio Grande, unidade definida por Hasui & Oliveira (1984), como faixa marginal ao Cráton do São Francisco.

Na região, a Faixa Itapira/Amparo ou Faixa Alto Rio Grande, em sua porção mais meridional, possui orientação N/S, aproximadamente e, para nordeste, inflecte no sentido horário para a direção NE/SW, sendo delimitada através de zonas de cisalhamento e/ou falhas, com o Complexo Guaxupé, a norte/noroeste, e a sul/sudeste com o Complexo Socorro (figura 4.1).



Trabalhos mais recentes, baseados em dados tectono-estratigráficos e geocronológicos, colocam a região no Sistema de *Nappes* do Sudeste do Brasil, *nappe* cianita granulito de alta pressão e *nappe* metapelito de fácies anfíbolito (Campos Neto & Caby, 1999) (Figura 4.2), no Cinturão Brasília (Trouw et al., 2000), ou no Sistema Orogênico Tocantins (Campos Neto, 2000).



Com a evolução do conhecimento geológico, as rochas da região foram agrupadas e reagrupadas em diferentes unidades, resultando em denominações diferentes para o mesmo conjunto de rochas.

Dados da literatura mostram que a região é composta por rochas e unidades geológicas geradas por diferentes ambientes e ciclos geotectônicos amalgamadas no Proterozóico Superior, por tectônica de placa e, na seqüência do processo colisional, foram fortemente afetadas pela expressiva atuação dos cinturões de cisalhamento dúcteis a dúcteis-rúpteis Paraíba do Sul ou Atlântico (Zanardo, 2003).

Ebert, em trabalhos publicados entre 1.955 e 1.968, esboçou o quadro estrutural inicial para a região, colocando que as rochas metamórficas foram estruturadas em dois grandes ciclos tectônicos, o Laurenciano, em 1,1–1,3 Ga, e o Assíntico, em 450–550 Ma. Para as rochas mais antigas que a orogênese laurenciana, Ebert assume idades arqueanas.

Este autor descreve um cinturão geossinclinal desenvolvido no assíntico, cuja zona central seria a faixa costeira do leste paulista, e, ao longo do Rio Paraíba do Sul, haveria uma zona de divergência com vergência à oeste, para o Cráton do São Francisco, e, à leste, para o Oceano Atlântico. Para a faixa principal assíntica, paralela à costa oriental do

Brasil, Ebert deu o nome de Paraibídes e; a ramificação à oeste de São João Del Rei (MG), que contorna a Bacia do Paraná e se dirige primeiro para oeste e noroeste, atravessando o Triângulo Mineiro e, depois para o norte, entrando no Estado de Goiás e dirigindo-se para a Bacia Amazônica, Ebert denominou Araxaídes (figura 4.3) (Lazarini, 2000).

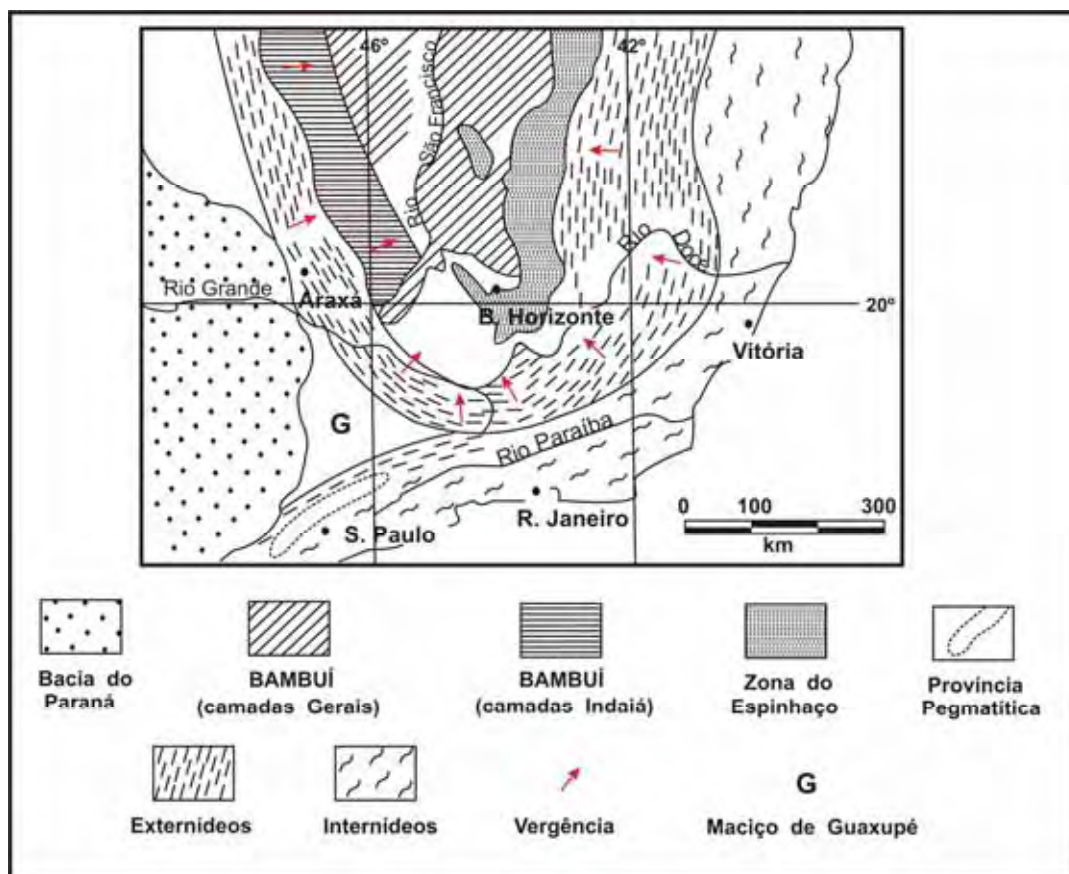
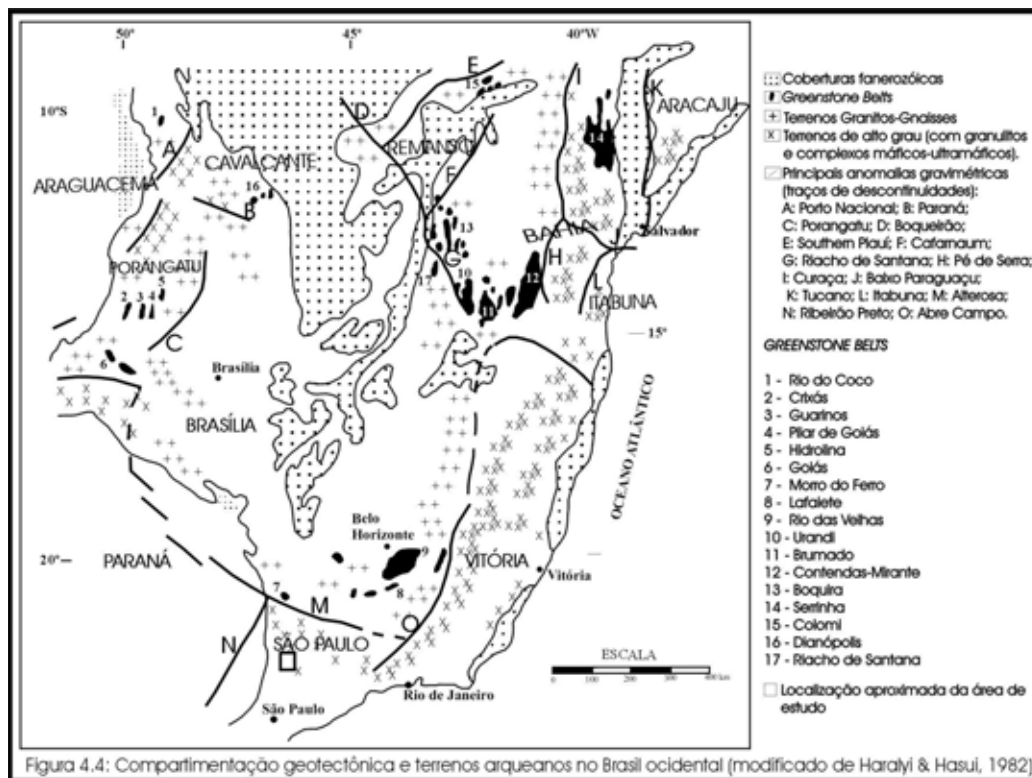


Figura 4.3: Esboço geotectônico da porção sul do Cráton do São Francisco (segundo Ebert, 1957).

Evolução policíclica, baseada em fases de dobramentos relacionados a ciclos tectônicos, com base na teoria geossinclinal e superposição de geossinclíneos ou faixas móveis, foi enfatizada em outros trabalhos posteriores (Fiori et al., 1978; Fiori, 1979; Fiori & Choudhuri, 1979; Artur et al., 1979; Artur, 1988; Wernick & Fiori, 1981; Campanha et al., 1983 a, b, e outros).

Campos Neto et al. (1984, 1990) e Campos Neto (1985, 1991) apresentam a evolução associada a *Nappe* de Socorro-Guaxupé. Para Haralji & Hasui (1982) e Haralji et al. (1985), a estruturação regional teria derivado da colisão entre os blocos Brasília, São Paulo, Paraná e Vitória, no Arqueano, envolvendo subducção do tipo A, marcada hoje por grandes anomalias gravimétricas (Figura 4.4). Para esses autores, a foliação de baixo ângulo de

mergulho teria sido gerada no arqueano e a de alto ângulo, que transpõe ou rotaciona a anterior, poderia ter atingido idade paleoproterozóica (Transamazônico).



Outras interpretações ligadas a movimentações e colisões de placas foram colocadas por Hasui (1983), Campos Neto et al. (1984), Campos Neto (1985), Zanardo (1987 e 1992), Hasui et al. (1988, 1990), Soares (1988), Soares et al. (1990 e 1991), Ebert et al. (1991, 1993, 1995), Trouw (1992); Vauchez et al. (1992), Trompette et al. (1993); Machado & Endo (1993, 1994), Endo & Machado (1993), Trouw et al. (1994), Heilbron et al. (1994 e 1995), Mesquita et al. (1995), Pedrosa Soares & Wiedemann-Leonardos (2000), Valeriano et al. (2000), Paciullo et al. (2000), Campos Neto & Caby (1999, 2000), Campos Neto (2000), Trouw et al. (2000), entre outros.

O Bloco São Paulo (Haralji & Hasui, 1982 – figura 4.4), onde está inserida a área de estudo, em sua parte norte constitui uma área triangular (“Cunha de Guaxupé”), limitada por zonas de cisalhamento e formada por terrenos de alto grau metamórfico (crosta inferior) (Zanardo, 1992) denominados de Complexo Varginha ou Varginha-Guaxupé (Cavalcante et al., 1979 e Fonseca et al., 1979), com porções metassedimentares em fácies granulito a anfíbolito denominada de Complexo Caconde (Campos Neto & Figueiredo, 1985) ou Grupo Caconde (Hasui et al., 1988), rochas ortoderivadas em fácies granulito a anfíbolito denominadas de Complexo ou Grupo Guaxupé (Zanardo et al.,

1996, Del Lama, 1998, Del Lama et al., 2000) e granitóides denominados de Grupo Pinhal (Wernick & Penalva, 1973) ou Complexo Pinhal (Campos Neto & Figueiredo, 1985). Esta área triangular foi denominada de Maciço Mediano (Almeida et al., 1976), Cráton do Paraná (Fyfe & Leonardos, 1974), Cunha de Guaxupé (Wernick et al., 1981) e Bloco Continental Paraná ou Placa do Paraná (Soares, 1988, Soares et al., 1990). Esta porção crustal corresponde à crosta inferior de um bloco continental que cavalga os terrenos arqueanos e coberturas proterozóicas do Bloco Brasília (Campos Neto et al., 1984; Campos Neto, 1985; Zanardo et al., 1990; Zanardo 1992 e 2003, Del Lama, 1998, Del Lama et al., 2000, entre outros).

No limite sul da "Cunha de Guaxupé", que grosso modo coincide com o Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, o qual faz parte do Cinturão Transcorrente Paraíba do Sul, Atlântico ou Cinturão Transcorrente Ribeira, de natureza dextral, ocorre uma faixa estruturada na direção NE/SW composta por rochas tipicamente metassedimentares intercaladas com terrenos gnáissico-migmatíticos de composição tonalítica a monzogranítica e granitóides sin- a tardi-tectônicos. As rochas tipicamente metassedimentares com alguns granitóides associados foram atribuídas ao Grupo Itapira e os gnaisses, migmatitos e granitóides mais antigos, ao Grupo Amparo por Ebert (1968, 1971). Esse conjunto todo, que é limitado pelas zonas de cisalhamento de Jacutinga e de Socorro, foi englobado na Faixa Alto Rio Grande (Hasui & Oliveira, 1984; Campos Neto et al., 1990 e outros) (Figura 4.1). Nessa faixa, Vasconcellos (1988), Campos Neto (1991) e Campos Neto et al. (1990) agruparam as rochas infracrustais, de idades arqueanas a paleoproterozóicas, nos Complexo Amparo e São Gonçalo do Sapucaí, nos Gnaisses Heliadora e na Associação Máfico-Ultramáfico de Arcadas, subdividindo as rochas supracrustais (Proterozóico Médio) nos Grupos Itapira e Andrelândia ou nas seqüências: Plataformais Transgressiva, Grauváquica e Plataformais Progradacional, sendo as duas primeiras correlacionáveis respectivamente, aos grupos Carrancas e Andrelândia e a última denominada de Grupo Itapira. Estes pesquisadores reconhecem ainda freqüentes intrusivas ácidas concordantes com as rochas supracrustais. O Grupo Amparo é correlacionável ao Grupo Barbacena ("Geossinclíneo Laurenciano"), enquanto que o Grupo Itapira, constituinte do Paraibídes ("Faixa Geossinclinal Assíntica") representaria a extensão dos grupos Andrelândia e São João Del Rei, sem continuidade física com estes (Ebert, 1968).

Ao sul da Faixa Alto Rio Grande, aqui denominada de Faixa Itapira/Amparo, delimitada pela Zona de Cisalhamento Socorro, ocorre a unidade denominada de Complexo Socorro (Wernick & Penalva, 1974a) ou Mostarda e Socorro (Grossi Sad & Barbosa, 1983 e Freitas, 2000). Esse domínio é constituído por rochas de alto grau metamórfico, idênticas às do Complexo Varginha-Guaxupé, que ocorrem na porção

noroeste, seqüências gnáissico-migmatíticas e granitóides, estas últimas denominadas de Grupo Pinhal (Wernick & Penalva, 1973).

Para leste e sudeste, no âmbito do Cinturão de Cisalhamento Paraíba do Sul e/ou Ribeira ocorrem diferentes tipos de granito sin-, tardi- a pós-cinemáticos e litotipos atribuídos aos Grupos São Roque, Açungui, Serra de Itaberaba, Paraíba e aos Complexos Embu e Pilar do Sul.

As rochas atribuídas ao Complexo Mantiqueira e ao Grupo ou Complexo Juiz de Fora ocorrem na porção nordeste. Estes dois complexos são constituídos por orto e paragneisses e migmatitos, o primeiro mostrando metamorfismo na fácies anfíbolito e o segundo na fácies granulito com metamorfismo retrógrado para a fácies anfíbolito. Os terrenos de alto grau atribuídos ao Grupo Juiz de Fora, segundo Haralyi & Hasui (1982), corresponderiam à crosta inferior do Bloco Vitória, que teria cavalgado o Bloco Brasília de leste para oeste.

Completando o quadro lito-estrutural proterozóico, encaixado no Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, em especial ao longo da zona de cisalhamento de Jacutinga, aparecem sedimentos com metamorfismo de baixo grau (anquimetamórficos a xisto verde). Esses metassedimentos correspondem à sedimentação em bacias tipo *pull apart* (Zanardo et al., 1988; Zanardo & Oliveira, 1990; Teixeira, 1995) e são representadas pelas formações Eleutério (Ebert, 1971, 1974) e Pouso Alegre (Leonardos et al., 1971).

5. GEOLOGIA LOCAL

A geologia da região estudada é representada, predominantemente, por rochas da Faixa Itapira/Amparo, aparecendo, também, litotipos da Formação Eleutério dispostos ao longo da Zona de Cisalhamento de Jacutinga e nas porções oeste e noroeste litotipos da Bacia do Paraná, a norte/noroeste, rochas do Complexo Guaxupé e, a sul, o Complexo Socorro (mapa geológico, anexo 1).

Nos anexos 1, 2 e 3 encontram-se, respectivamente, o Mapa Geológico, o Mapa de Pontos e tabela com um resumo dos pontos visitados e compilados.

Optou-se por utilizar a denominação informal Faixa Itapira/Amparo, preferencialmente ao nome Faixa Alto Rio Grande, por não possuir implicações genéticas. É um termo simplesmente petrográfico e geográfico, que marca uma região, com direção NNE/SSW, onde ocorrem rochas dos complexos Amparo e Itapira.

5.1. BACIA DO PARANÁ

Aparecem diabásios correlacionáveis à Formação Serra Geral, cujas diferentes granulações dependem do posicionamento e espessura do corpo, além de lamitos, siltitos, diamictitos e arenitos da Formação Aquidauana, nas porções oeste e noroeste da área em foco (Mapa Geológico, anexo 1). Raros diques de espessuras decimétricas a métricas ocorrem cortando as rochas cristalinas (Zanardo, 1987).

Essas unidades sustentam relevo relativamente plano e estão, normalmente, encobertas por solos bastante espessos, de cor vermelha e/ou sedimentos recentes que tiveram como área-fonte solos evoluídos.

5.2. FORMAÇÃO ELEUTÉRIO

A Formação Eleutério foi definida por Ebert (1971) e enfocada com diferentes objetivos por Wernick & Penalva (1974b), Cavalcante et al. (1979), Zanardo, (1987), Zanardo et al. (1988), Zanardo e Oliveira (1990), Teixeira (1995, 2000), Motta (2000), entre outros e está encaixada na Zona de Cisalhamento de Jacutinga.

Os dados estruturais e petrográficos evidenciam que os conjuntos de fácies que constituem a Formação Eleutério foram depositados em bacias romboédricas (*pull apart*), resultantes da atuação das zonas de cisalhamento que compõem o Cinturão de Cisalhamento de Ouro Fino, ramificação do Cinturão de Atlântico, Paraíba do Sul ou Ribeira. Estas zonas de cisalhamento em seus estágios iniciais foram predominantemente dúcteis, reequilibrando paragêneses em fácies anfíbolito, e em suas progressões passam a ter comportamento rúptil-dúctil, gerando brechação e catalisando a formação de paragêneses de fácies xisto-verde.

Os sedimentos foram depositados sobre rochas metamórficas de origem para ou ortoderivadas, metamorfizadas em fácies anfíbolito médio a alto, que constituem a Faixa Itapira/Amparo. O metamorfismo apresentado pelas rochas da faixa evidencia a presença de intensa erosão antes da deposição, sugerindo que nesta época a região estava bem acima do nível do oceano.

Essa formação é constituída por: conglomerados polimícticos, brechas, arcósios, arcósios conglomeráticos, lamitos, ritmitos, siltitos e margas submetidos a metamorfismo incipiente a xisto-verde. Esses metassedimentos apresentam estratificação plano-paralela, cruzada de pequeno a médio porte e marcas de ondas levemente assimétricas e, apesar da forte discordância erosiva e metamórfica, apresentam, localmente, perfeita concordância estrutural com rochas gnáissicas e migmatíticas. Nos conglomerados e brechas aparecem matacões arredondados com diâmetros decimétricos, até pouco mais de um metro, evidenciando a forte energia do sistema e sugerindo que a região era bem acidentada.

A estrutura mais marcante é o acamamento sedimentar, que foi rotacionado para alto ângulo de mergulho, no sentido do paralelismo com a foliação tectônica, embora zonas de falhas ou cisalhamentos internos delimitem blocos rotacionados entre si. As estruturas tectônicas são constituídas por microzonas de cisalhamento ou falhas e uma discreta clivagem ardosiana, oblíqua ou paralela à estratificação sedimentar. A textura sedimentar está bem preservada nos litotipos psamíticos a psefíticos, apesar do metamorfismo e da deformação. Os constituintes da matriz ou cimento sofreram neomineralização e orientação gerando *mica beards* e discreta clivagem ardosiana, que é bem mais marcante nos litotipos pelíticos (Zanardo & Oliveira, 1990).

Quanto ao metamorfismo, nota-se um leve zoneamento na porção oriental da bacia, onde ocorrem brechas e conglomerados, a formação de biotita verde e pistacita junto com clorita e muscovita fina, evidenciando que a temperatura atingiu valores da ordem de 300°C, ou pouco mais, possivelmente por ascensão de fluidos quentes ao longo de planos de falha (hidrotermalismo) (Zanardo & Oliveira, 1990 e Zanardo, 2003). Na porção ocidental, ocupada por metarcósios, aparecem apenas sericita e carbonato,

aspecto que, aliado às microestruturas, como dissolução por pressão e ausência de recuperação do quartzo, evidenciam que a temperatura não atingiu 290°C e possivelmente ficou abaixo de 270°C.

Essas condições metamórficas, mesmo admitindo que houve hidrotermalismo, evidenciam que esta unidade sofreu erosão da ordem de 10 km. Assim, na atualidade, aflora apenas a raiz da bacia, que atingiu subsidência superior à 10 Km (Zanardo, 2003).

5.3. COMPLEXOS GUAXUPÉ E SOCORRO

Os litotipos observados no Complexo Socorro apresentam composições e evoluções similares às encontradas no Complexo Guaxupé e são representados por granitóides, porfiróides a equigranulares, róseos a cinzas, com ou sem feições migmatíticas, e estrutura gnáissica superposta em grau variável de desenvolvimento.

No Complexo Guaxupé, a dezenas de quilômetros ao norte do contato com a Faixa Itapira/Amparo, próximo à borda sul do Complexo Alcalino intrusivo de Poços de Caldas, começam a aparecer restos de charnockitos, granulitos, ortognaisses e granitóides com biotita e/ou hornblenda hastingsítica e, às vezes, clinopiroxênio (salita/ferrosalita), que, a sul, foram observados como intercalações ou restos (paleossoma) nos granitóides, litotipos amplamente dominantes, rochas gnáissicas a migmatíticas com biotita e hornblenda, muito raramente clinopiroxênio, anfíbolitos e rochas metassedimentares psamíticas, pelíticas, margosas e, possivelmente, grauvaqueanas ou tufáceas, representadas por sillimanita quartzito, sillimanita-mica xistos, granada paragnaisse com ou sem sillimanita, hornblenda-biotita gnaisses, gnaisses calciossilicático e diopsídio-bytownita/anortita *fels* a gnaisses com ou sem granada e scheelita (Lazarini et al, 1997).

No Complexo Socorro, as rochas granulíticas, normalmente com granada e estrutura blastomilonítica, ocorrem no contato com a Faixa Itapira/Amparo, para leste-sudeste predominam granitóides porfiróides a equigranulares e gnaisses ocelares, com raras intercalações de hornblenda-biotita gnaisses, metassedimentos pelíticos a psamo-pelíticos, normalmente com granada, sillimanita e cordierita e, mais raramente, rochas calciossilicáticas e lentes de mármore.

O metamorfismo, nas porções estudadas dos dois complexos, exibe uma graduação de sudeste para noroeste (Zanardo et al., 1990, 1996; Zanardo, 1992, 2003). As paragêneses típicas da fácies granulito, no Complexo Socorro, foram observadas apenas nas imediações do contato com a Faixa Itapira/Amparo (porção noroeste do Complexo), onde as condições de pressão podem ter atingido valores da ordem de 10 kbars ou mais,

devido à presença de granada em granulitos graníticos (charnockíticos). Paragêneses anidras sugerem temperaturas em torno de 800 °C. No restante da área, as condições metamórficas observadas até o momento atingiram apenas a fácies anfibolito, com retrometamorfismo leve e heterogeneamente distribuído, e paragêneses ou associações minerais típicas de transição anfibolito - xisto-verde e da fácies xisto-verde. Neste contexto, é comum observar-se feições indicativas de injeções e/ou mobilizações graníticas, fusões parciais sin- a tardi-cinemáticas, e assimilações de litotipos mais antigos por material granítico de coloração rosada (Wernick & Penalva, 1974a; Wernick et al., 1976; Fiori et al., 1981; entre outros).

5.4. FAIXA ITAPIRA/AMPARO

Na porção estudada da Faixa Itapira/Amparo, podem ser reconhecidas rochas infracrustais de um embasamento mais antigo, atribuídas ao Grupo Amparo (Artur, 1988; Zanardo, 1987), neste Complexo Amparo, de idades arqueanas a paleoproterozóicas, fortemente afetadas por ciclos geotectônicos que atuaram no Proterozóico Inferior, inclusive com migmatização e geração de material primário (acresção) (Campos Neto et al., 1990; Campos Neto, 1991), e representadas por migmatitos mais ou menos gnaissificados e/ou ortognaisses variados, de composições tonalíticas/trondhjemíticas a granodioríticas; rochas supracrustais metamorizadas e tectonizadas no Proterozóico Superior (Complexo Itapira), representadas por metassedimentos; granitóides sin-cinemáticos à tectônica tangencial e direcional de idades brasileiras e; rochas máficas e ultramáficas.

As características das unidades supra e infracrustais foram profundamente modificadas pela atuação de zonas de cisalhamento dúcteis a dúcteis-rúpteis, de natureza transpressiva, que possibilitaram o soerguimento das unidades mais basais e provocaram lenticularização, dobras, cataclase e controlaram o posicionamento e a mobilização de magmas graníticos (Lazarini, 2000; Zanardo, 2003).

Portanto, a caracterização dos limites destes conjuntos não pode, ainda, ser feita com segurança no atual estágio do conhecimento geológico regional e local. Somente é possível a divisão da região segundo a frequência dos tipos litológicos que gradacionam entre si, ou estão intercalados em virtude dos eventos tectônicos que atuaram na região.

5.4.1. COMPLEXO AMPARO

Neste trabalho optou-se pela denominação de Complexo Amparo, em detrimento do Grupo, pelo fato de as evidências de campo e isotópicas, amparadas em dados da literatura, sugerirem que as rochas infracrustais atribuídas a essa unidade foram geradas em mais de um evento geotectônico.

Poucos são os afloramentos, na área, de litotipos arqueanos que, aparentemente, não sofreram modificações significativas em ciclos posteriores (Paleoproterozóico e Neoproterozóico), podendo ser citados os pontos: AAL-407, AAL-410 e AAL-468 (Mapa de Pontos, anexo 2). São encontradas, normalmente, rochas resultantes do retrabalhamento, em grau variável, dos litotipos primários e possivelmente materiais de acreção crustal de idade Paleoproterozóica (Campos Neto et al., 1990; Campos Neto, 1991).

Segundo Zanardo (1987), Zanardo et al. (1990) e Zanardo (2003) as rochas infracrustais que constituem esta unidade são representadas, basicamente, por migmatitos mais ou menos gnaissificados e/ou ortognaisses e granitóides de composições tonalíticas/trondhjemíticas a granodioríticas. Essas rochas possuem coloração cinza, muito raramente aparecem mobilizados levemente rosados, e apresentam estrutura bandada ou fitada, dobrada, *schlieren*, nebulítica, flebitica, oftalmítica e mais raramente ptigmáticas. A composição dessas rochas espalha-se pelos campos dos monzogranitos, granodioritos e tonalitos, e caem subordinadamente no campo dos quartzos dioritos e quartzo monzodioritos. As composições mais básicas normalmente correspondem aos melanossomas, embora apareçam com certa frequência leucossomas de composição tonalítica e pequenos corpos lenticulares ou *boudins* de anfibolito, às vezes, com granada e/ou clinopiroxênio.

Nas rochas que compõem esta unidade, observa-se um padrão deformacional complexo, com dobras desarmônicas, dobras redobradas e lineação de estiramento com atitudes mais heterogeneamente distribuídas. Foliações mais antigas ficaram preservadas em micrólitos de dimensões decimétricas a decamétricas, ou mesmo maiores.

De acordo com Zanardo (2003), essas rochas, na região entre Itapira (SP) e Pouso Alegre (MG), foram modificadas em grau variável, chegando com frequência a serem totalmente descaracterizadas pela atuação dos cisalhamentos tangencial e direcional, que atuaram em seqüência no Neoproterozóico e, principalmente, por remobilizações e injeções que ocorreram durante o auge metamórfico da seqüência supracrustal, ou seja, sin- a tardi-cinemático aos cisalhamentos mencionados. Nas porções menos afetadas pela deformação e migmatização neoproterozóicas, pode-se reconhecer uma fase deformacional mais antiga, eminentemente dúctil, com migmatização por anatexia e

injeção, obliterando feições migmatíticas pretéritas. Os dados isotópicos existentes na literatura indicam idades paleoproterozóicas e neoproterozóicas para as modificações, e arqueanas para os protólitos.

Nos protólitos mais preservados, as relações mineralógicas e texturais evidenciam estágios elevados de anatexia, que gerou produto de composição tonalítica a granodiorítica, portanto condições elevadas da fácies anfíbolito (temperaturas entre 700 e 800 °C), em condições de pressão média a baixa. Condições metamórficas similares, aparentemente pouco inferiores, em razão da composição dos produtos ser predominantemente monzogranítica, foram constatadas no retrabalhamento de idade neoproterozóica. Sobre estas paragêneses, durante a atuação do cisalhamento de alto ângulo de mergulho, desenvolveram-se paragêneses e associações minerais típicas da fácies xisto-verde. Essas transformações retrógradas são penetrativas, porém com intensidades diferentes, aparecendo de maneira mais marcante nas zonas onde a deformação dúctil-rúptil a rúptil é mais marcante (Zanardo, 2003).

Zanardo (2003) interpreta que as rochas dessa unidade pertençam ao extremo sudeste de um bloco continental gerado no Arqueano, cujas porções não significativamente modificadas no Paleoproterozóico e Neoproterozóico foram denominadas, respectivamente, de Cráton Paramirim e Cráton do São Francisco (Almeida, 1981). Esta unidade representaria, então, a extensão do Complexo Barbacena para sul, como já colocado por Ebert (1968, 1984), cavalgado de E-SE para W-NW, pela seqüência metassedimentar denominada de Grupo Itapira, e por outro continente, representado regionalmente pelos complexos Guaxupé e Socorro. Na progressão da colisão continental, a unidade "Amparo" foi seccionada e movimentada, na horizontal e vertical, interdigitando-se com as supracrustais, pela atuação das zonas de cisalhamento que constituem o Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, ramificação do Cinturão de Cisalhamento Atlântico (Paraíba do Sul ou Ribeira). Essas rochas teriam participado de evento colisional no Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico), com geração de magma juvenil e seqüência supracrustal nesta época e, com a ruptura de Rodínia na região, seguindo, aparentemente, a zona de sutura paleoproterozóica, passou a constituir novamente borda continental.

Diante da possibilidade dessa unidade ter sido borda de placa antes de 2,0 Ga e participado ativamente do evento colisional responsável pela formação de Atlântida (Brito Neves et al., 1999), pode ser que existam, também, seqüências metassedimentares de idades paleoproterozóicas, correlacionáveis ao Super Grupo Minas ou Formação Lafaiete (Ebert, 1963), as quais, devido aos aspectos deformacionais, dificilmente serão separáveis do Grupo Itapira, mesmo com pesquisas isotópicas (Zanardo, 2003).

5.4.2. COMPLEXO ITAPIRA

Optou-se por utilizar, nesse trabalho, a denominação de Complexo Itapira, em detrimento da denominação inicial de Grupo, pelo fato dos dados laboratoriais, em associação com dados de campo e petrográficos, terem indicado que os litotipos atribuídos ao Grupo Itapira por Zanardo (1987) e Itapira e Andrelândia por Campos Neto et al. (1990) possam ter sido gerados em mais de um ciclo geotectônico (Paleoproterozóico e Neoproterozóico).

Ebert (1968) foi quem criou a denominação "Grupo Itapira" para agrupar um conjunto de rochas de idade assíntica, dispostas em sinformes especiais entre antiformes constituídos por litotipos mais antigos (Grupo Amparo), sem aparente continuidade física com as unidades correlatas que afloram a nordeste (grupos Andrelândia e São João Del Rei). Esse conjunto de litotipos foi englobado na Faixa Alto Rio Grande por Vasconcellos (1988), Campos Neto et al. (1990) e Peloggia (1990).

Constituindo esta unidade aparecem quartzitos, quartzo xistos feldspáticos (ou não), xistos aluminosos com sillimanita e granada e xistos quartzosos, paragnaisses com granada e, às vezes, sillimanita e raramente restos de cianita, orto e parantibolitos, com ou sem granada, e clinopiroxênio, rochas calciossilicáticas, mármore, gonditos, biotititos, magnetita-cummingtonita-quartzo xisto e grafita xistos, sendo que os sedimentos mais arcoseanos certamente foram fundidos parcial a totalmente, resultando em granitóides ou gnaisses quartzo-feldspáticos. Essas rochas indicam origem a partir de seqüências pelíticas, psamo-pelíticas, psamíticas, grauvaqueanas, arcoseanos, margosas e calciossilicáticas com intercalações de derrames e/ou intrusivas básicas, e a rocha referida como gondito possui, por um lado, tendência pelítica (granada quartzitos e paragnaisses) e por outro, calciossilicática (metamarga silicosa) (Zanardo et al., 1998).

Os metassedimentos dessa unidade não apresentam mais texturas e estruturas primárias preservadas, foram intensamente deformados e recristalizados, devido ao fluxo plástico e, em menor expressão, rúptil-dúctil, que tende a concentrar-se em faixas definindo zonas de cisalhamento anastomosadas. As rochas ortoderivadas exibem relações estruturais, geocronológicas e litoquímicas que possibilitam reconhecer os litotipos mais antigos, contemporâneos, tardios ou posteriores ao auge metamórfico dos metassedimentos. Os litotipos sin- a tardi- tectônicos são predominantemente monzograníticos a sienograníticos e exibem estruturas migmatíticas mais evoluídas (difusamente bandadas, *schlieren* e nebulíticas) e estruturas gnáissicas homogêneas e/ou difusamente bandadas a levemente anisotrópicas. Os litotipos posteriores ao auge metamórfico dos metassedimentos são representados basicamente por aplitos e

pegmatóides discordantes (Zanardo, 2003).

Os ortognaisses ou granitóides, intimamente associados às supracrustais, de natureza sin- a tardi-tectônica, podem ser divididos em gnaisses ocelares, gnaisses monzo a sienograníticos róseos, gnaisses monzograníticos cinzas e migmatitos cinzas e/ou róseos, gnaissificados em grau variável (Zanardo, 1987). Já os ortognaisses e migmatitos de natureza pré-tectônica tendem a ter composição monzogranítica a tonalítica (trondhjemítica). Os gnaisses ocelares distribuem-se em igualdade pelos campos dos monzogranitos e granodioritos e nos migmatitos existem bandas ou porções de composição granodiorítica a tonalítica, que podem corresponder a restos de rochas do embasamento. As estruturas migmatíticas do tipo nebulítica e *schlieren* são mais freqüentes nas estruturas circulares e áreas que possam ser interpretadas como antifformes, algumas fácies mais evoluídas dos granitóides ou ortognaisses contêm hastingsita.

Os anfibolitos mostram normalmente contatos abruptos com as encaixantes, porém podem apresentar contatos difusos por assimilação pelos ortognaisses e migmatitos e, às vezes, transicionais com os hornblenda gnaisses e rochas "calciossilicáticas". Alguns corpos englobados por material granítico gnaissificado mostram estágio elevado de transformação de anfibólio em biotita, chegando a gerar biotita xistos.

Essa unidade foi submetida a condições metamórficas regionais na fácies anfibolito médio a alto, com fusão parcial das rochas menos refratárias e injeção de material ácido. O auge do metamorfismo aparenta ter sido cedo evento tectônico-tangencial e é nitidamente anterior à expressiva atuação da tectônica direcional, responsável pela desconfiguração, quase que total, da estruturação mais antiga e pela geração do Cinturão Transcorrente dextral Ouro Fino.

Alguns litotipos, a exemplo do retroeclogito, que ocorre a sudoeste da cidade de Silvanópolis (Choudhuri et al., 1978; Hoppe et al., 1985, 1989), e do gnaisse aluminoso (metapelito) das proximidades do Distrito de Sapucaí, localizado a sudoeste da cidade de Jacutinga (Zanardo, 1987; Zanardo et al., 1990), preservam parcialmente as associações minerais mais antigas, pré a cedo desenvolvimento da foliação de baixo ângulo. Para a geração do eclogito, Hoppe et al. (1989) estimaram ambiente de pressão entre 12 e 14 kbars e temperaturas mínimas de 650 a 700 °C. No gnaisse aluminoso aparece distênio nos micrólitos, normalmente englobado por plagioclásio (oligoclásio ou andesina), demonstrando ser pré- a sin- ápice termal, enquanto que nos septos associados à foliação de alto ângulo, que transpõe mobilizados tonalíticos a granodioríticos, aparece sillimanita/fibrolita, que nesse caso demonstra ser tardi- a pós ápice termal, configurando caminhamento metamórfico do tipo horário, com a progressão posicionada no campo de estabilidade do distênio e a regressão no campo da sillimanita (Zanardo, 1987; Zanardo et al., 1990; Zanardo, 2003).

Segundo Zanardo (2003), nos estágios iniciais da evolução das zonas de cisalhamento de alto ângulo de mergulho, o regime termal foi superior a 650 °C. Nesse período inicial, formou-se, nas rochas psamo-pelíticas, sillimanita e/ou fibrolita associada, em princípio, à biotita vermelha e, a seguir, à biotita e/ou muscovita, nos planos de foliação, devido à remoção de álcalis e conseqüente aumento relativo de alumina.

No decorrer da atuação das zonas de cisalhamento, catalisada pela deformação e passagem de fluidos, ocorre a substituição de biotita e sillimanita por muscovita, biotita marrom e granada por biotita verde e fengita, saussuritização do plagioclásio, cloritização dos minerais máficos, leucoxenização dos minerais de titânio e sericitização generalizada, acompanhada, localmente, de aporte de ferro, representado por concentrações de magnetita e mais raramente hematita/goethita. A sericitização generalizada ocorre em meio estático e, mais raramente, dinâmico gerando, respectivamente, *fels* e filonito. Nos gnaisses quartzo-feldspáticos, juntamente com a sericitização, forma-se estilpnomelano sobre clorita ou em fraturas, e, em rochas aluminosas, aparece cloritóide sobre pseudomorfos de sillimanita, granada, estaurolita e agregado de micas (Zanardo, 2003).

As transformações mineralógicas de maiores temperaturas são relativamente penetrativas por todos os conjuntos litológicos e estão associadas à evolução da foliação principal. As transformações catalisadas por condições térmicas menores tendem a ser cada vez menos penetrativas, aparecendo apenas em zonas de cisalhamento ou falha, que se distribuem de maneira anastomosada por toda a região.

De acordo com Zanardo (2003), as rochas ultramáficas que ocorrem intimamente relacionadas às supracrustais aventam a possibilidade de tratarem-se de fragmentos de crosta oceânica. A presença do retroeclogito indica consumo de crosta oceânica, porém, ainda não foram encontradas, na região, evidências irrefutáveis da existência de crosta oceânica, que teria sido consumida na formação do Gondwana. Dados isotópicos de Artur (1980 e 1988), Artur et al. (1979) e os obtidos neste trabalho, apresentados em capítulo próprio, sugerem a possibilidade de existirem metassedimentos e rochas vulcânicas básicas mais antigas, correlacionáveis ao Super Grupo Minas ou Formação Lafaiete, intercaladas tectonicamente com as rochas neoproterozóicas conforme já sugerido por Ebert (1963).

5.4.3. FAIXA MÁFICA/ULTRAMÁFICA ARCADAS-ÁGUAS DE LINDÓIA

Nessa faixa, as rochas metamáficas e metaultramáficas ocorrem na forma de intercalações concordantes com a estruturação geral, tabulares a lenticulares de espessuras centimétricas a decamétricas (figuras 5.4.3.a e 5.4.3.b), dentro ou entre rochas metassedimentares do Complexo Itapira e ortognaisses ou granitóides neoproterozóicos. Esses litotipos não aparecem inclusos em rochas atribuíveis ao Grupo Amparo, apenas entre estas rochas e metassedimentos ou granitóides neoproterozóicos. Aparecem dispersas por toda a Faixa Itapira/Amparo, intercalando-se em todas as associações petrográficas passíveis de serem cartografadas em escalas inferiores a 1:50.000. Sua distribuição, todavia, não é homogênea, chegando a formar concentrações localizadas, conforme já colocado por Wernick (1967), Zanardo (1987), Peloggia (1990) e Lazarini (2000).

Os corpos maiores encontram-se intercalados e/ou em íntima associação com granitóides e/ou gnaisses e migmatitos homogêneos e normalmente próximos de ocorrências de rochas atribuíveis ao embasamento. Normalmente não ocorrem de maneira isolada, aparecendo acompanhados de vários outros corpos lenticulares, e mais raramente tabulares em escala de afloramento, de dimensões decimétricas a métricas.

As duas maiores concentrações de litotipos máficos e ultramáficos ocorrem no Distrito de Arcadas, Município de Amparo, e na Serra das Águas Claras, a oeste-noroeste do Município de Águas de Lindóia. Existem, entre essas duas áreas, diversos corpos lenticulares (Mapa de Pontos, anexo 2), orientados de acordo com a estruturação geral, sugerindo que as duas concentrações eram ligadas e foram rompidas e intensamente subdivididas em consequência da atuação de tectônica tangencial e direcional.

Os contatos das metamáficas e das metaultramáficas com as encaixantes são normalmente abruptos. Aparecem, localmente, contatos "gradacionais" com os granitóides encaixantes devido a processos de assimilação, injeção de material granítico sin-tectônico e/ou intercalações tectônicas resultantes de transposição. Nesse caso, são gerados anfíbolitos, gnaisses anfíbolíticos e anfíbolio xistos à base de hornblenda e/ou actinolita, e/ou concentrações de micas coloridas (biotita/flogopita, atualmente vermiculitizada), evidenciando forte metassomatismo (Figuras 5.4.3.c e 5.4.3.d).

Em alguns corpos observa-se a colocação de granitóides, pegmatitos graníticos e quartzo e/ou plagioclásio e/ou feldspato potássico nos litotipos com hornblenda, e/ou carbonatos, em zonas de distensão formando filetes, vênulas e veios (Figuras 5.4.3.e; 5.4.3.f). Essas rochas apresentam coloração esverdeada a cinza-escuro e, em casos de reativação dessas discontinuidades, pode ser gerado litotipo de estrutura orientada a bandada, composto por quartzo, plagioclásio, magnetita, cummintonita/grunerita e, às

vezes granada, que pode ser confundido com formação ferrífera fácies silicato.



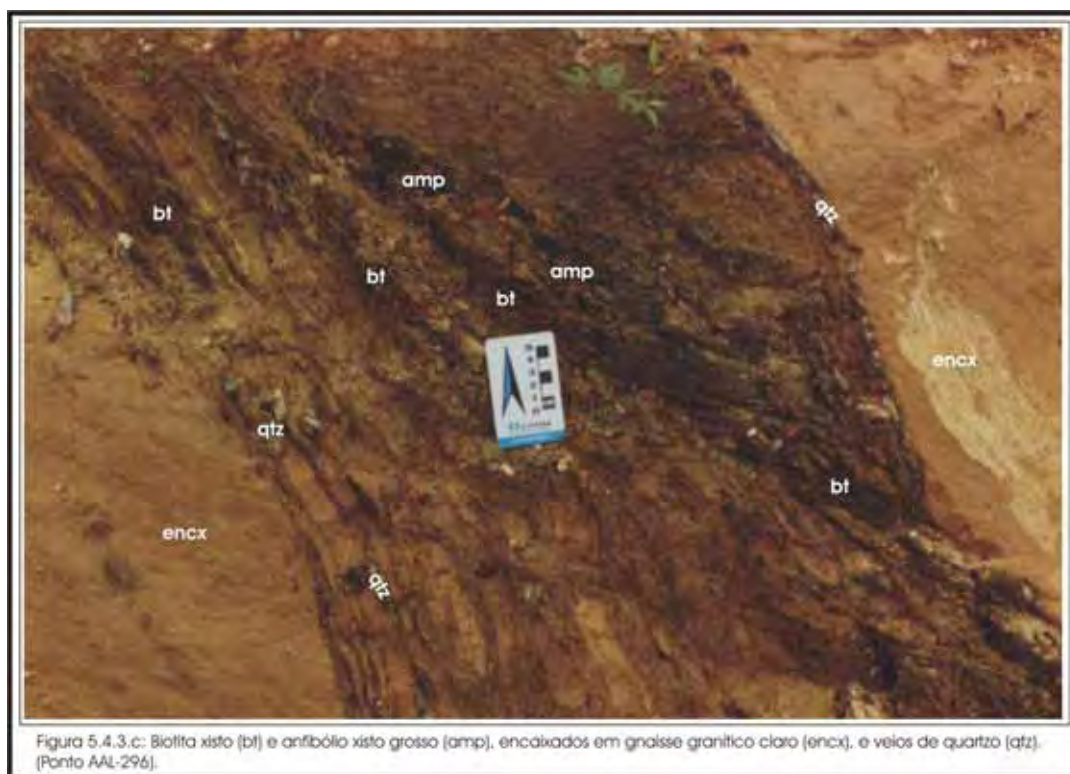




Figura 5.4.3.e: Veios de quartzo (qtz) em xisto ultramáfico (xu). (Ponto AAL-209).



Figura 5.4.3.f: Injeção de material quartzo-feldspático pegmatítico em anfíbólio xisto. (Ponto AAL-208).

Os processos supérgenos originam em primeira instância cores esverdeadas, passando a seguir para ocre e ao final da evolução para solo argiloso de cor vermelho-vivo (Figuras 5.4.3.g e 5.4.3.h).



Figura 5.4.3.g: Ultramáfica alterada, cor esverdeada. [Ponto AAI-205].



Figura 5.4.3.h: Conjunto ultramáfica/encaxante alterado. Lente ultramáfica mais preservada, de cor ocre; ultramáfica bastante alterada, vermelha; encaxante esbranquiçada. [Ponto AAI-381].

Os corpos máficos e ultramáficos observados entre as ocorrências de Arcadas e da Serra das Águas Claras são representados por anfibolitos, granada anfibolitos, anfibólio xistos, alguns semelhantes aos que ocorrem na Serra das Águas Claras, bandas de anfibolito estiradas e boudinadas encaixadas em gnaiss bandado (Figura 5.4.3.i), xistos e *fels* metaultramáficos, com ou sem granada. Essas rochas ocorrem associadas a gnaisses, metassedimentos e veios de quartzo. Em alguns afloramentos foram observados vênulas e veios de quartzo nas ultramáficas, fraturas preenchidas por material de origem hidrotermal (quartzo e epídoto) e forte transformação para biotita/flogopita.



Figura 5.4.3.i: Banda de anfibolito, estirada e boudinada, com movimentação dextral, em gnaiss bandado. (Ponto AAL-319).

5.4.3.A. Serra das Águas Claras

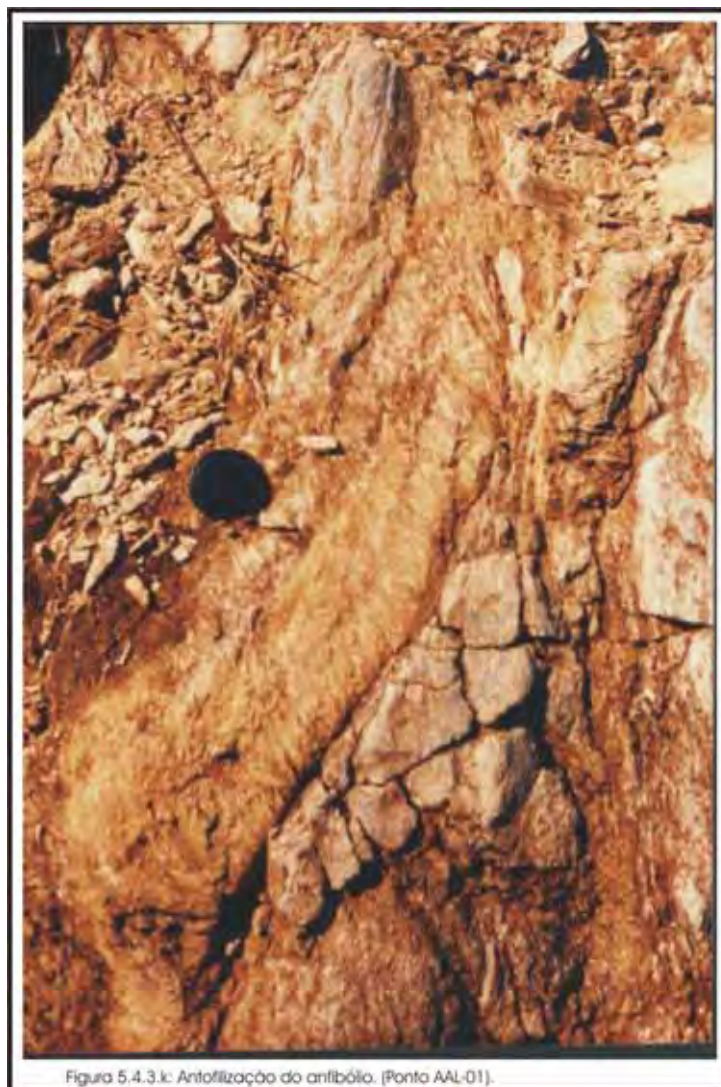
As ocorrências de rochas ultramáficas da Serra das Águas Claras foram alvos de estudos petrográficos por Zanardo (1987), Zanardo et al. (1992) e Lazarini (2000).

Nesta serra aparecem várias ocorrências lenticulares, com espessuras métricas a decamétricas, de rochas ultramáficas encaixadas em gnaisses graníticos leucocráticos a hololeucocráticos, onde os mais evoluídos, ou mais pobres em minerais ferromagnesianos (biotita e mais raramente anfibólio), geralmente contêm muscovita como o mineral mais importante depois dos feldspatos e quartzo. Intercalados com estas rochas, aparecem, também, litotipos bandados de composição tonalítica/trondhjemítica, atribuíveis ao Complexo Amparo, na forma de corpos isolados entre os granitóides sin-cinemáticos ao evento tectono-metamórfico de idade neoproterozóica.

As rochas ultramáficas são representadas por flogopita/biotita xistos, antofilita-talco xistos, talco-tremolita xistos ou *fels*, talco-xistos ou *fels*, talco-flogopita xistos, hornblenda/actinolita xistos ou *fels*, com ou sem clinopiroxênio. Estas rochas estão distribuídas de forma mais ou menos zonada, estruturação que, localmente, é perturbada por descontinuidades tectônicas. Os termos mais biofíticos (glimmeritos) geralmente ficam nas bordas e ao longo de zonas de cisalhamento internas às lentes, que correspondem a antigas descontinuidades (paleofraturas); os anfibólio-talco xistos alternam-se nas porções internas, chegando a formar núcleos mais preservados em meio a biotita xistos e talco xistos (Figura 5.4.3.); os hornblenda/actinolita xistos constituem lentes menores, tanto nas bordas dos corpos ultramáficos, quanto isolados nos granitóides ao redor dos corpos maiores.



Observa-se assimilação de material máfico/ultramáfico por rochas granitóides, com "injeções" das últimas, em vários locais, chegando a formar hornblenda gnaisses (Figuras 5.4.3.d e 5.4.3.f). Sin- a tardi-mobilizações graníticas, podem ser observados processos de flogopitização e/ou biotitização (formação de flogopita e/ou biotita xistos nas bordas dos corpos ultramáficos ou descontinuidades tectônicas desses corpos). Pós-mobilização de magmas graníticos, ou seja, a temperaturas inferiores a 650 °C, observam-se processos de cloritização, antofilitização e/ou talcificação dos anfibólios (antofilita, tremolita e cummingtonita), formação de talco-flogopita xistos, clorita xistos, talco-clorita xistos, talco xisto ou *fels* e amianto de antofilita ou tremolita/actinolita. (Figuras 5.4.3.k e 5.4.3.l).





Outra feição comum observada na Serra das Águas Claras é a ocorrência de rochas esbranquiçadas, resultantes da alteração dos granitóides encaixantes, que se intercalam com biotita xistos alterados, de cor vermelha a vermelha-arroxeadada, veios de quartzo e alguns núcleos mais preservados de anfibólio-talco xistos, estes ora mais anfibolíticos, ora com mais talco (Figuras 5.4.3.h e 5.4.3.j). No ponto AAL-363 foi coletado o produto de alteração do granitóide encaixante, de coloração esbranquiçada, para análise laboratorial através de Difração de Raios X. A análise da amostra indicou que o principal mineral de argila presente é a halloysita, que pode estar relacionada a alteração hidrotermal de baixa temperatura.

Nessa área, a foliação possui mergulhos variando de 40 a 80° para os quadrantes SW e NW, condizente com outros trabalhos efetuados na região, a exemplo da porção meridional/ocidental mapeada por Zanardo (1987) e descrita em Zanardo (2003), e os indicadores cinemáticos associados à foliação de alto ângulo de mergulho são, de maneira geral, dextrais. Em planos de foliação de mergulhos menores, podem ser observadas, localmente, lineações de estiramento com indicadores cinemáticos evidenciando transporte de massa para NW. Evidências de transporte de massa para NW também foram observadas ao longo de superfícies de cisalhamento de baixo ângulo de mergulho, associadas a flogopitização/biotitização, geração de antofilita ou actinolita. Na seqüência, ou posteriormente, a antofilita ou tremolita/actinolita, mostra ter sido amiantificada e a flogopita/biotita cloritizada.

Próximo à Serra das Águas Claras, entre a Serra dos Mosquitos e a Serra Negra, no ponto AAL-421 (Mapa de Pontos, anexo 2), observou-se que as rochas ultramáficas preservam duas lineações: a mais antiga, dada pela orientação de cristais de anfibólio, é de alto ângulo de mergulho, este com atitude 345/80 e; a lineação posterior é de baixo ângulo de mergulho (devido ao cisalhamento), marcada pela orientação dos cristais de clorita e com atitude do mergulho ao redor de 048/30.

5.4.3.B. Arcadas

As ocorrências de Arcadas foram alvo de estudos petrográficos por Wernick (1967) e petrográfico aliado a litoquímico por Basei et al. (1986) e Peloggia (1990), que as definiu como Associação Máfica-Ultramáfica de Arcadas.

Peloggia (1990) descreveu, para a região de Amparo, duas associações geológicas principais:

- Rochas ortognáissicas-migmatíticas, atribuídas por ele ao Complexo Amparo. Essa associação possui intercalações concordantes de anfibolito, com ou sem granada, e ultramáficas, nas subunidades "ortognaisse granítico" e "biotita ortognaisse". A ultramáfica pode aparecer alternada com biotita xisto e biotita-quartzo xisto e veios brancos quartzo-feldspáticos. O gnaiss encaixante pode apresentar enriquecimento em biotita nas bordas da intercalação. Gnaisses quartzosos hololeucocráticos têm também litotipos ultramáficos intercalados.

- Rochas supracrustais representadas por um conjunto xisto-quartzítico (Xistos Fazenda Bela Vista e Quartzito Serra dos Feixos) e; por um conjunto gnáissico-calciossilicático (Gnaisses Ribeirão do Pantaleão e Duas Pontes), descrito por Wernick (1967), que pode conter anfibolitos. Gnaisses graníticos apresentam, também, intercalações de ultramáficas e anfibolitos.

A Associação Máfica/Ultramáfica de Arcadas constitui um corpo com orientação norte-nordeste, parcialmente encaixado em ortognaises, reaparecendo em meio às supracrustais, de organização interna estratificada, dentro da qual distinguiu:

- Xistos ultramáficos verdes e rochas associadas, sendo olivina-tremolita xistos os litotipos predominantes. A olivina pode aparecer com hábito alongado e substituída por iddingsita e serpentinizada nas fraturas. Em algumas faixas, a textura macroscópica lembra "spinifex".

- Diopsídio anfibolitos bandados, com bandas a clinopiroxênio e plagioclásio e bandas a hornblenda e plagioclásio;

- Anfibolitos homogêneos (proporção equivalente de hornblenda e plagioclásio);

- Pequenas lentes de grafita-sillimanita-quartzo xistos, quartzitos recristalizados, glimmeritos e de biotita xistos com algum quartzo e hornblenda.

As ocorrências de glimmeritos ("biotititos"), associados com frequência a estreitas zonas de cisalhamento, Peloggia (1990) considera como evidências de metamorfismo aloquímico.

O mesmo autor sugere que a Associação Máfica/Ultramáfica de Arcadas represente uma seqüência vulcanossedimentar, com características geoquímicas komatiíticas, supostamente de idade arqueana, englobada nos terrenos ortognáissicos por dobramentos e de situação estratigráfica incerta.

No presente trabalho, não foi possível constatar em campo a estratificação primária dessa associação máfica/ultramáfica, como proposta por Peloggia (1990), apenas indícios da presença de rochas ultrabásicas mais ricas em olivina (dunito e/ou peridotito) que "transiciona" para piroxenitos. O que pôde ser observado foi a variação composicional dessas rochas formando, às vezes, estrutura bandada a fitada, com evidências de geração por processo tectono-metamórfico acompanhado de metassomatismo.

A interpretação acima está baseada na constatação da formação de bandamento por partição da deformação, onde uma camada aparece amoldando-se à outra (Figura 5.4.3.m), na observação de veios de quartzo, injeção de material granítico e pegmatítico (Figura 5.4.3.n), formação de biotita xistos (glimmeritos) nas bordas e descontinuidades tectônicas, como já observado por Peloggia, além de rochas hidrotermais e metassomáticas, concordantes a discordantes à estruturação geral.

O conjunto de rochas supracrustais descrito por Peloggia, recobrimdo as rochas metamáficas/metaultramáficas, é similar ao Complexo Itapira. O gnaisse granítico que aparece, a exemplo do encontrado no ponto AAL-414, é semelhante ao que ocorre na região da Serra das Águas Claras, porém não se observou muscovita, como na serra.

A estruturação observada tem direção norte-nordeste e mergulho para oeste-noroeste, condizente com os dados do setor 1 de Peloggia (1990).

Por nossas observações, as ocorrências da região de Arcadas foram menos afetadas por transformações retrometamórficas de fácies xisto-verde, e bem menos afetadas por metassomatismo, associáveis às fases finais de solidificação de granitos bem evoluídos e produtos anatéticos tardios, ambos com aspecto de solidificação sin- a tardi-cinematática de alto ângulo (Neoproterozóico, possivelmente com idade pouco superior a 600 Ma). Todavia, as transformações minerais e a evolução mineralógica são semelhantes às observadas nas ocorrências da Serra das Águas Claras, sugerindo a mesma origem e evolução. Cabe ressaltar que os corpos metaultramáficos, existentes entre as duas áreas de grande concentração de litotipos máficos e ultramáficos, inclusive aqueles que

Peloggia (1990) incluiu em outras unidades descritas em seu trabalho, evidenciam ligação física entre os corpos das duas ocorrências, antes da atuação das tectônicas tangencial e direcional referidas acima.



Figura 5.4.3.m: Bandamento tectônico em rocha ultramáfica. (Ponto AAL-415).



Figura 5.4.3.n: Injeção de pegmatita granítica em corpo ultramáfica. (Ponto AAL-415)

5.4.4. OUTROS LITOTIPOS

5.4.4.A. Microgranito

Foi encontrado em corte de estrada não pavimentada, a cerca de dois quilômetros ao norte, e também a sudoeste e sul, da cidade de Serra Negra, (ponto AAL-451, Mapa de Pontos – Anexo 2).

Forma corpo tabular de espessura métrica, com alto ângulo de mergulho, intensamente fraturado, com espaçamento das fraturas centimétrico a decamétrico, gerando blocos angulosos, achatados segundo o padrão de fraturamento. Não apresenta nítido contraste com as encaixantes, uma vez que estas são representadas por gnaisses graníticos, levemente bandados, que se intercalam com granitóides ou ortognaisses homogêneos de granulação predominantemente média. Nesses granitóides, aparecem, localmente, pequenos corpos máficos a ultramáficos lenticulares (Figura 5.4.4.a).



O microgranito é leucocrático a hololeucocrático, apresenta cor creme-claro, com difusas máculas cinzas-claro e tonalidade branca por alteração, estrutura levemente anisotrópica, marcada pela orientação de minerais máficos, quartzo e agregados de feldspatos, a maciça.

O intenso fraturamento, associado à presença de lineação de estiramento, estrias nos planos de fraturas e de filetes e vênulas com preenchimento de epidoto, demonstram que a rocha ígnea intrusiva foi submetida à deformação dúctil a rúptil-dúctil.

Os aspectos estruturais, texturais e microestruturais evidenciam que o magma granítico alojou-se e finalizou a sua cristalização em zona de cisalhamento ativa, durante os estágios finais da evolução do Cinturão de Cisalhamento de Ouro Fino, possivelmente entre 590 e 520 Ma.

Entre 590 e 520 Ma., em decorrência da movimentação das zonas de cisalhamento, devem ter sido geradas, também, as bacias romboédricas ou *pull apart*, denominadas de Eleutério e Pouso Alegre. Na Formação Eleutério foi descrita a presença de seixos de rochas vulcânicas ácidas (Ebert, 1974; Wernick & Penalva, 1974 b; Zanardo, 1987; Zanardo & Oliveira, 1990; Teixeira, 1995).

Teixeira (1995), ao descrever os metaconglomerados polimífticos, clasto a areia suportados, com raras intercalações arenosas delgadas, pertencentes à Formação Eleutério (nordeste da cidade de Itapira-SP), cita a ocorrência de seixos de rocha vulcânica ácida, em uma ocorrência isolada situada no extremo sudoeste, margem direita do rio Moji-Guaçu. Esses seixos arredondados de rochas riolíticas afaníticas têm fenocristais subcentimétricos de feldspato potássico e quartzo. O mesmo autor realizou análise pelo método K-Ar, em rocha total, em um dos seixos de riólito presentes nestes metaconglomerados, e obteve a idade de $530,5 \pm 14,5$ M.a.

Dessa forma, os seixos de rochas vulcânicas ácidas e microgranitos descritos nos arcósios conglomeráticos da Formação Eleutério devem, pelo menos em parte, ser provenientes de vulcanismo ácido contemporâneo à geração dessas bacias.

5.4.4.B. Metabasalto

Este litotipo foi observado apenas em um afloramento, no Córrego Cristália, Município de Itapira-SP (Ponto AAL-353 A, Mapa de Pontos – anexo 2), na forma de um dique, de cor cinza-escuro a preta, estrutura praticamente isotrópica e granulação fina (Figura 5.4.4.b).

O contato dessa rocha com a encaixante, representada por um gnaiss migmatítico, é brusco, dispondo-se paralelamente à direção de falhas rúpteis que cortam o gnaiss.



Figura 5.4.4.b: Metabasalto encaixado em gnaíse migmatítica. (Ponto AAL-353).

Os dados de campo, associados aos dados microscópicos, evidenciam que esta rocha colocou-se em fratura gerada pela ação do cisalhamento direcional dextral, em estágio tardio de desenvolvimento, quando as encaixantes apresentavam temperaturas inferiores a 450 °C, portanto com possibilidade de contemporaneidade com o microgranito descrito acima. A datação K/Ar realizada nesse material, apresentada e discutida no capítulo referente à geocronologia, confirma tal suposição.

5.4.4.B. Rochas pneumato-hidrotermais ou metassomáticas

Essas rochas aparecem sob a forma de corpos tabulares (veios), concordantes a subconcordantes com a estruturação geral das rochas encaixantes (ultramáficas) e, em alguns casos, devido à composição quartzosa, podem ser erroneamente interpretadas como metachert. Exemplos podem ser encontrados nos pontos AAL-386, AAL-429, AAL-430, AAL-448 e AAL-457 (Mapa de Pontos - anexo 2).

Apresentam estrutura compacta a foliada, bastante milonitizadas localmente, granulação fina a grossa e cores amarronzadas, cinzentas, cinza-esverdeado a preto e que podem ser confundidas com formações ferríferas fácies silicato, conforme já sugerido por Peloggia (1990), especialmente as que exibem estrutura laminada/fitada e contêm cummingtonita/grunerita, minerais opacos e, às vezes, granada.

6. PETROGRAFIA

Neste capítulo, será apresentada a caracterização petrográfica das rochas metamáficas e metaultramáficas, bem como de suas encaixantes, que ocorrem na porção estudada da Faixa Itapira/Amparo, incluindo as ocorrências da Serra das Águas Claras e de Arcadas, assim como uma interpretação dos aspectos estruturais e texturais observados, resultantes dos processos tectono-metamórficos, anatéticos, de infiltração magmática, metassomáticos ou pneumato-hidrotermais, que atuaram sobre esses litotipos.

6.1. PETROGRAFIA DAS ROCHAS METAULTRAMÁFICAS

Esses litotipos aparecem como intercalações tabulares a lenticulares, de espessuras centimétricas a decamétricas, que raramente ultrapassam 100 metros, dentro ou entre rochas metassedimentares do Complexo Itapira e ortognaisses ou granitóides gerados ou intensamente retrabalhados durante o evento tectono-metamórfico Itapira (Neoproterozóico). Esses litotipos não foram observados como inclusões em rochas atribuíveis ao embasamento (Complexo Amparo), apenas entre estas rochas e metassedimentos do Complexo Itapira ou granitóides mais jovens. São concordantes com a estruturação geral e aparecem dispersas por toda a Faixa Itapira/Amparo, intercalando-se em todas as associações litológicas passíveis de serem cartografadas em escalas inferiores a 1:50.000.

Os corpos maiores encontram-se intercalados e/ou em íntima associação com granitóides e/ou gnaisses e migmatitos homogêneos e normalmente próximos de ocorrências de rochas atribuíveis ao embasamento (Complexo Amparo). Normalmente não ocorrem de maneira isolada, aparecendo acompanhados de vários outros corpos lenticulares, e mais raramente tabulares, em escala de afloramento, de dimensões decimétricas a métricas.

Estas rochas sempre exibem transformações tectono-metamórficas ou metassomáticas que modificaram substancialmente a textura, mineralogia e até mesmo o quimismo, dificultando o reconhecimento dos protólitos. A proporção dos minerais, em paralelo com o quimismo, evidencia que a composição dos protólitos variou de peridotito a piroxenito. Este fato, associado às transformações mencionadas, possibilitou a geração de um grande número de tipos e subtipos petrográficos que seguem abaixo:

6.1.1. METAPERIDOTITOS E OLIVINA PIROXENITO

Esta denominação foi utilizada para agrupar rochas, em sua maioria de estrutura xistosa, portadoras de olivina e/ou pseudomorfos desse mineral (agregados de serpentina e/ou iddingsita, podendo ter também talco e clorita).

Os teores de olivina e pseudomorfos em algumas amostras podem ter atingido valores superiores a 40%, caracterizando a presença de metaperidotitos. Na prática, porém, devido às transformações metamórficas ou retrometamórficas, para a grande maioria dos casos, é praticamente impossível diferenciar os olivina piroxenitos do metaperidotito, mesmo utilizando a litoquímica, ou a química mineral.

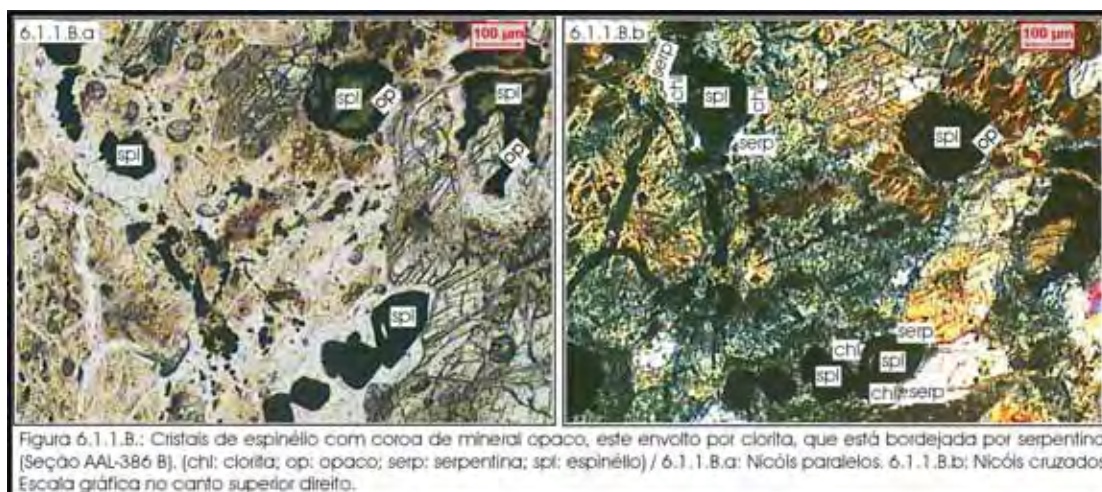
Essas rochas, quando não intensamente afetadas pelo retrometamorfismo, exibem, às vezes, granulação pegmatóide, com cristais centimétricos (foi observado cristal de ortopiroxênio com cerca de 5 cm em Arcadas), e pálidas feições que sugerem a presença de cumulos. Apresentam como minerais "primários" olivina magnésiana (forsterita/crisólita), ortopiroxênio (enstatita/bronzita) e, mais raramente, clinopiroxênio, caracterizando harzburgito, olivina ortopiroxenito e, aparentemente, também lherzolito e olivina websterito. Essas rochas estão melhores preservadas em pequenas ocorrências entre Arcadas e a Serra das Águas Claras.

Substituindo a olivina e os piroxênios, em condições de metamorfismo em fácies anfíbolito, aparecem anfibólios (antofilita, tremolita, cummingtonita e hornblenda magnésiana), clorita magnésiana, espinélio, este último gerado na reação da passagem de piroxênio para anfibólio e, às vezes, flogopita. Na transição da fácies anfíbolito para xisto-verde, continua a formação de tremolita, clorita e aparece a formação de talco de granulação relativamente grossa; em condições de menor temperatura, o talco exibe granulação mais fina. O estágio final do retrometamorfismo é representado por serpentinização da olivina e a alteração meteórica pela geração de iddingsita, hidróxidos e argilo-minerais, normalmente do grupo da montmorillonita. Completando a mineralogia desses litotipos aparecem: magnetita, apatita, cromita, ilmenita e raros sulfetos de ferro.

A análise microestrutural de uma seção delgada evidenciou que a mineralogia, considerada primária, apresentava orientação e evidências texturais de reequilíbrio metamórfico. Nesta seção, e em outras, observou-se a geração de espinélio verde a partir de ortopiroxênio, com a passagem deste para clinofanfíbolio (cummingtonita ou hornblenda magnésiana). Nestas rochas, os cristais de espinélio são alongados e orientados segundo a foliação tectono-metamórfica (Figura 6.1.1.A.).

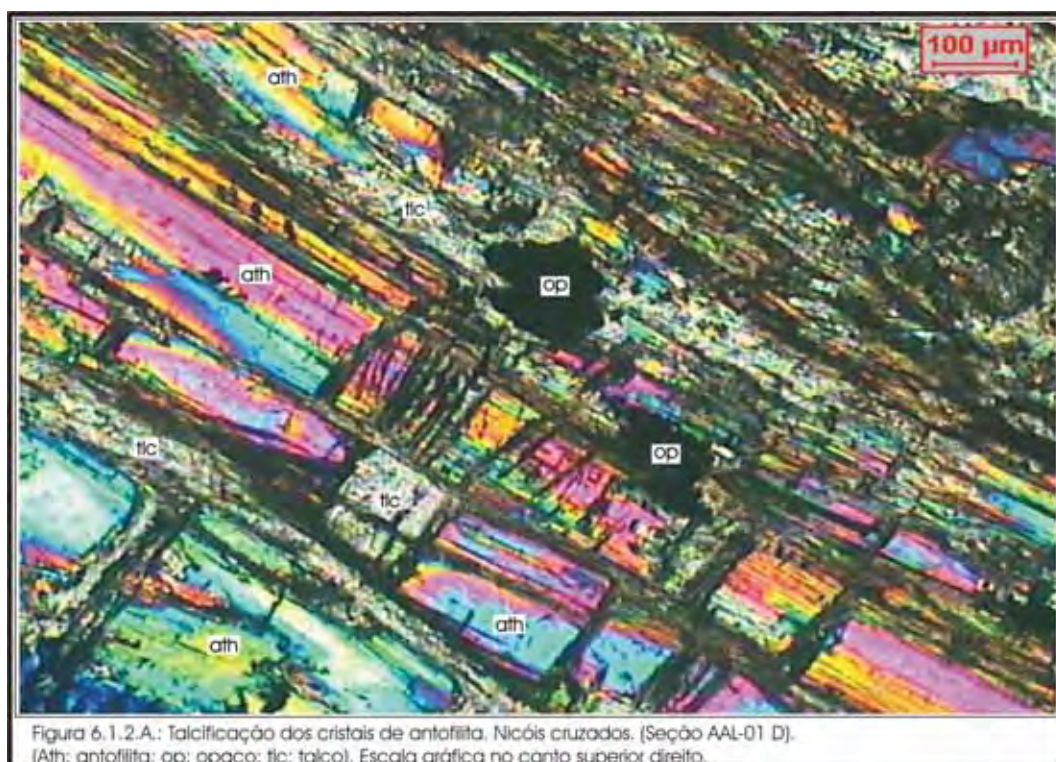


Em uma seção delgada, foram observados cristais de espinélio envolvidos por coroa de mineral opaco (reação com sobra de ferro), que por sua vez está envolta por coroa de clorita, a qual encontra-se bordejada por filossilicato, límpido, com arranjo fibro-radial, que evidencia ser serpentina (Figura 6.1.1.B).



6.1.2. ANTOFILITA XISTOS/FELS

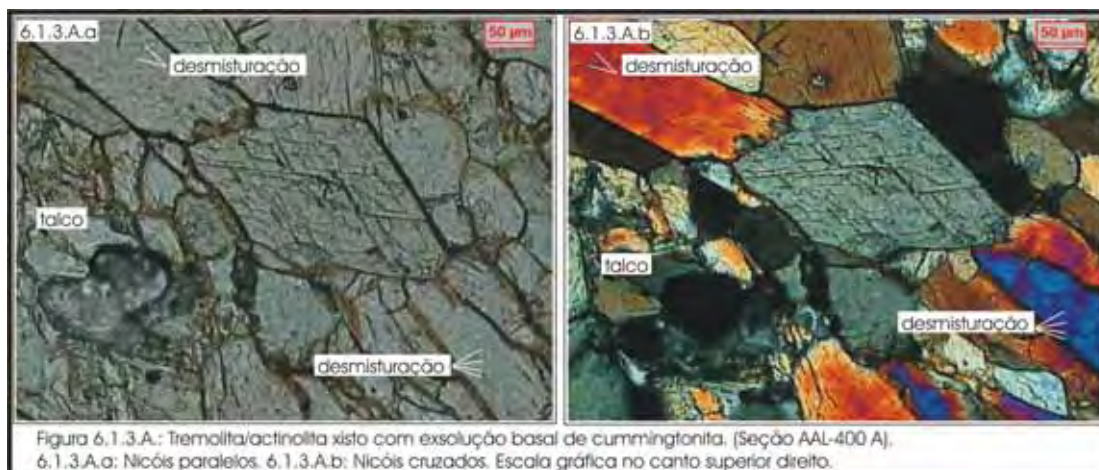
Esses litotipos são raros. Ocorrem em maior frequência na Serra das Águas Claras. Exibem cor cinza-claro a cinza-esverdeado pálido e tonalidade marrom por alteração, granulações médias a grossas, chegando a pegmatóide, com cristais centimétricos (alguns desses litotipos chegam a gerar amianto). Litotipos monominerálicos são raros. Possuem, normalmente, proporções variadas de talco, clorita e actinolita, mostrando gradação para tremolita xistos e clorita xistos, litotipos mais comuns. Os cristais de antofilita são prismáticos a aciculares (euhedrais a anedrais) e, freqüentemente, apresentam lamelas de desmisturação de tremolita, normalmente dispostas segundo $\{100\}$ e, secundariamente, $\{001\}$, e transformação para talco (Figura 6.1.2.A.).



6.1.3. TREMOLITA/ACTINOLITA XISTOS/FELS

Estes litotipos são similares quanto à textura, cor e granulação aos anteriores, necessitando, para o seu reconhecimento, da análise petrográfica. Formam, também, amianto e tendem a apresentar tonalidades mais esverdeadas que os antofilita xistos. A exemplo do anterior, não são freqüentes os termos monominerálicos, em geral exibem proporções variadas de clorita, talco, flogopita, antofilita e, às vezes, restos de olivina e piroxênios, nestes casos podendo tratar-se de olivina piroxenitos ou mesmo peridotito.

Esses litotipos, pelas variações nas proporções mineralógicas, gradacionam para clorita xistos, talco xistos/*fels*, flogopita xistos e antofilita xistos/*fels*. Além dos minerais citados, a magnetita está sempre presente em teores inferiores a 5%, outros minerais opacos podem aparecer, ocorre esporadicamente espinélio, rutilo e quartzo, este último, resultante de infiltração. Nos casos onde o quartzo aparece, a titanita e/ou leucoxênio podem ocorrer (Figura 6.1.3.A).



Essas rochas exibem grau variado de orientação, configurando xistos e *fels*. A textura, na dependência do tipo petrográfico, varia entre nematoblástica e em feltro, e, às vezes, asbestiforme. Aparecem, localmente, cristais ripiformes milimétricos a centimétricos de antofilita, crescidos caoticamente sobre a matriz actinolítica, gerando uma textura com aspecto de *spinifex*. Esses cristais de antofilita estão, normalmente, substituídos por uma massa de talco de granulação fina, podendo ter sobrado apenas raros resquícios que comprovem a pseudomorfose sobre antofilita.

Apresentam, com freqüência, cor acastanhada, com matiz dourada, em função da oxidação superficial, e certa untuosidade ao tato, pela presença de talco, clorita e argilo-minerais do grupo da montmorillonita, no caso de leve intemperismo. Quando fortemente intemperizadas geram material argiloso de cor verde em condições redutoras e vermelho forte (terra roxa) em ambiente oxidante.

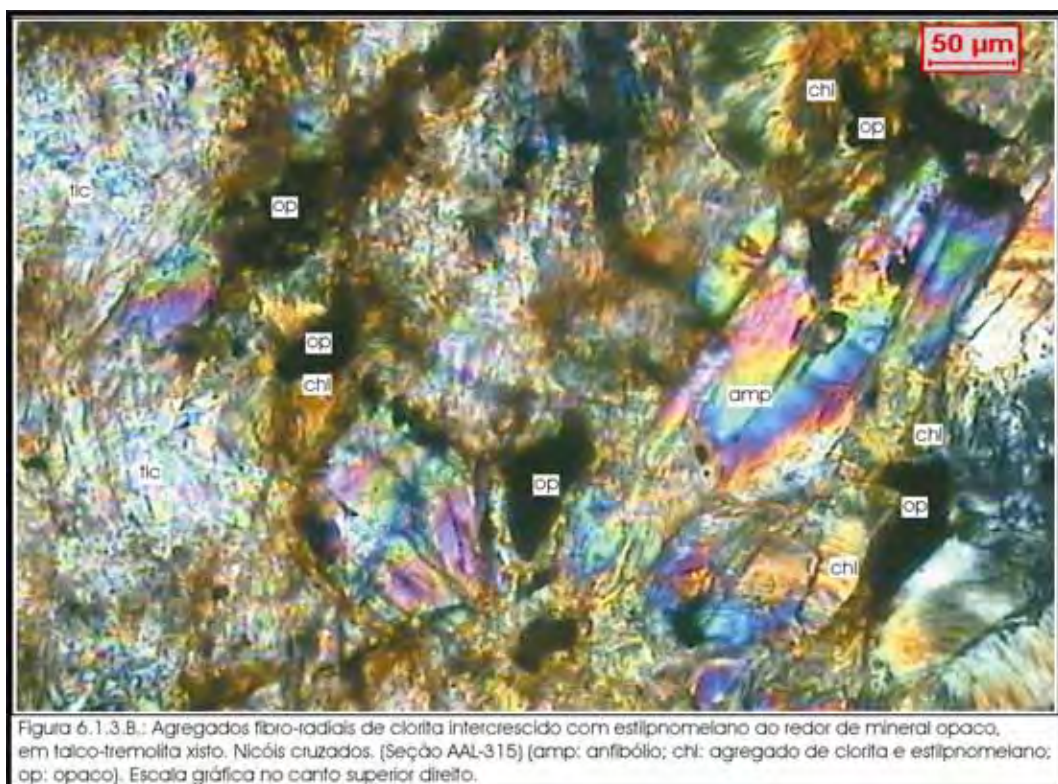
A tremolita, fase dominante nesses litotipos, é incolor e, em alguns litotipos, levemente esverdeada e com sutil pleocroísmo, evidenciando apresentar variação composicional para actinolita. Os dados de campo e de laboratório mostram que este fato decorre da natureza do protólito, mais ácidos nos termos mais actinolíticos, e, também, em função de metassomatismo, que contribui para o aumento do teor de ferro, alumínio e sódio nos anfibólios. Forma cristais anedrais a euhedrais, prismáticos a aciculares, possui partição basal com exsolução de antofilita e/ou cummingtonita, que se

dispõem na forma de finas lamelas e, a exemplo da antofilita, exhibe também alteração para talco.

Nestes litotipos, a flogopita constitui cristais milimétricos a micrométricos, na forma de agregados concentrados em planos de fratura ou de concentração da deformação (microzonas de cisalhamento), nas bordas do anfibólio e no contato com o talco.

A antofilita mostra, normalmente, transformação para flogopita, clorita e/ou talco e, a exemplo da tremolita, pode exhibir extinção ondulante leve e apresentar *kink bands* locais e geminação simples.

A clorita ocorre como palhetas quase incolores em seção delgada, às vezes com geminação, e praticamente não exhibe birrefringência anômala, o que sugere ser bem magnésiana. Os aspectos texturais mostram que esta fase mineral deve ter se formado em, pelo menos, duas fases, uma de temperatura mais alta, quando constituiu cristais maiores e “tabulares”, e uma outra, que originou cristais pequenos, às vezes com aparente crescimento “interestratificado” com estilpnomelano, chegando a formar agregados fibro-radiais. Em alguns litotipos a clorita forma agregados fibro-radiais ao redor de cristais de minerais opacos (magnetita) (Figura 6.1.3.B).



O talco aparece como uma massa fina, substituindo principalmente o anfibólio, ou constitui duas gerações de cristais: na mais antiga, onde ocorre mais ou menos paralelamente à foliação, está mais deformado; na mais jovem, o talco é discordante

da foliação e cresce, inclusive, sobre o talco mais antigo. Estão crenulados, com *kink bands* e podem incluir opacos nas bordas e interior de seus cristais. Podem aparecer, também, seções basais de anfibólio no interior de agregados de talco.

Os minerais opacos são anedrais a euedrais, podem ocorrer em manchas mais ou menos arredondadas, concentrados nas bordas ou planos de fraqueza principalmente do talco, ou dispersos entre os outros minerais de maneira intersticial, evidenciando formação no processo de talcificação.

6.1.4. CLINOPIROXÊNIO-ANFIBÓLIO XISTO BANDADO

Estas rochas aparecem de forma mais expressiva na região de Arcadas e na região entre esta localidade e a Serra das Águas Claras. Apresentam estrutura fitada a bandada, com leitos milimétricos até centimétricos (até cerca de 2 a 3 cm) de cores verde-maçã e verde-escuro, correspondentes respectivamente a concentrações de clinopiroxênio e hornblenda magnésiana.

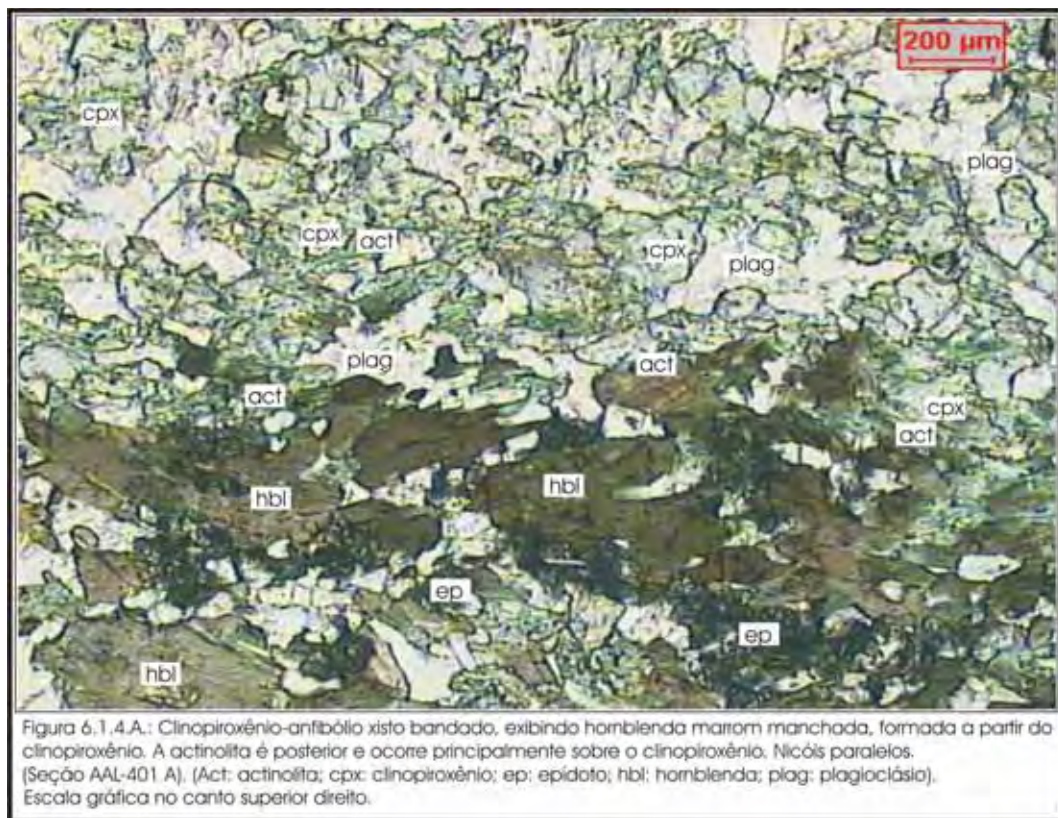
A granulação é variada, porém dominam os termos de granulação média a grossa, sendo que os domínios ricos em clinopiroxênios são mais grossos. A textura vai de granular decussada a nematoblástica e as proporções de anfibólio e clinopiroxênio variam significativamente: em certos locais dominam as bandas clinopiroxeníticas e, em outros, a banda rica em anfibólio.

O clinopiroxênio apresenta composição variando de diopsídio a salita e a cor, em seção delgada, varia de incolor a levemente esverdeada. Exibe transformação para hornblenda e actinolita.

O anfibólio mais antigo é uma hornblenda magnésiana, com aspecto manchado (manchas amarronzadas em domínio verde), sugerindo que a recalibragem para variedades de menor temperatura não foi total. Os mais tardios são representados por actinolita, que se desenvolve predominantemente sobre o clinopiroxênio.

Na maioria dos casos analisados microscopicamente, observou-se a presença de plagioclásio com composição bem variada (bytownita a albita), onde os mais cálcicos são zonados e mostram perda de cálcio com a epidotização, infiltração de feldspatos alcalinos (microclínio/ortoclásio e adulária) e de quartzo, aparecendo nesses domínios minúsculos cristais de zircão. Tem-se, pelo menos, duas fases de geração de titanita: uma melhor desenvolvida, normalmente radiativa, provocando halos no anfibólio e outra que forma cristais anedrais ou agregados e até mesmo leucoxênio. O epidoto é mais freqüente na região de Arcadas e desenvolve-se sobre o conjunto, em filetes nas paleofraturas e formando manchas intersticiais.

Completando a mineralogia dessas rochas aparecem carbonatos (especialmente na região de Arcadas), minerais opacos, apatita e clorita (Figura 6.1.4.A).



A paragênese mais antiga dessas rochas mostra ter sido constituída por clinopiroxênio, hornblenda castanha (\pm plagioclásio cálcico) e gradaciona ou está associada ao clinopiroxênio anfíbolito bandado a homogêneo. Todavia, em vários casos observados, existem evidências de metassomatismo associado à infiltração de material quartzo-feldspático, em condições de fácies anfíbolito médio a alto. Dessa forma, a variação na quantidade de anfíbolito e clinopiroxênio, pode depender tanto da composição do protólito (aparentemente clinopiroxenito associado a gabro), como dos processos tectono-metamórficos ou metassomáticos superpostos. Não é possível excluir a possibilidade de que algumas rochas colocadas nesse contexto possam corresponder a metamargas, todavia a grande maioria deriva de piroxenito.

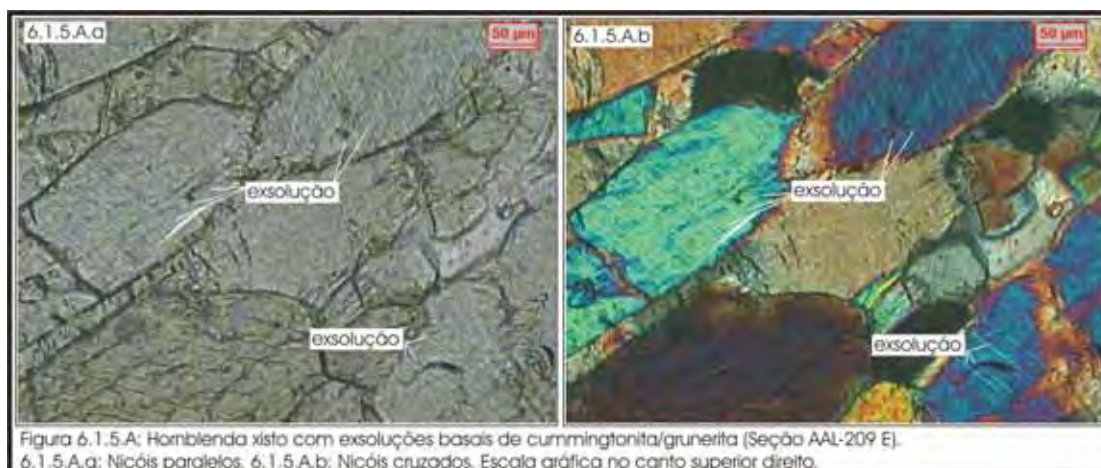
6.1.5. HORNBLENDAS XISTOSAS

São rochas de cor verde-escura a cinza-esverdeada-escura, podendo aparecer pontuações, filetes ou veios e vênulas de cor cinza-clara e que chegam a dar aspecto anastomosado. Exibem estrutura xistosa, textura decussada a nematoblástica, ou

poligonal a lobulada em seção transversal à lineação mineral. Compõem-se quase que exclusivamente de anfibólio (90-98 %) e quartzo e opacos como principais acessórios. Aparecem, subordinadamente, plagioclásio, biotita/flogopita, clorita, titanita, apatita, allanita, zircão e epidoto.

Ocorrem como corpos lenticulares a tabulares em escala de afloramento, normalmente inclusos em gnaisses graníticos, granitóides e migmatitos.

O anfibólio é representado por hornblenda e tremolita/actinolita. A hornblenda é subedral, pleocróica, pode ser verde-clara, ou exibir tonalidades acastanhadas e azuladas e estar zonada com bordas mais claras. Exibe extinção ondulante acompanhada de recuperação, formação de subgrãos e recristalização, com a formação de perfeita textura de equilíbrio e, localmente, são substituídos por tremolita/actinolita e flogopita e tomam forma de amianto. Inclui quartzo, opacos, apatita, allanita, titanita, epidoto e zircão e essas inclusões podem acompanhar o comprimento do cristal. A tremolita/actinolita constitui cristais subedrais, com aspectos fibrosos, que podem incluir quartzo, apatita, opacos e epidoto, ser substituídos por flogopita, estar bastante fraturados, bem orientados e com extinção ondulante leve a moderada, acompanhada de fragmentação e neomineralização e/ou formação de subgrãos e recristalização. A hornblenda, em várias seções analisadas, apresentou exsoluções de cummingtonita/grunerita (Figura 6.1.5.A).



O quartzo é anedral a subedral, aparece na forma de inclusões no anfibólio, intersticialmente e em filetes, veios e vênulas, exibe extinção ondulante leve a moderada, chegando a formar subgrãos e pode estar bastante fraturado. Nos filetes, veios e vênulas pode estar recristalizado. Parte das inclusões aparenta ser produto de reações metamórficas, porém a maior parte, em especial os filetes, deve resultar de infiltrações.

Os minerais opacos distribuem-se em fraturas dos anfibólios, ou ocorrem como inclusões nestes e na flogopita, intersticialmente a eles, na forma de manchas amebóides e irregulares, concentrados nos locais onde o anfibólio está mais alterado, ou formar um reticulado na rocha, por onde circularam fluidos. Cabe destacar que alguns litotipos são anormalmente pobres em minerais opacos, considerando-se a natureza dos protólitos, o que sugere que o ferro foi incluso no anfibólio durante a evolução tectono-metamórfica.

O plagioclásio aparece em alguns locais na forma de cristais anedrais a subedrais (oligoclásio), leve a moderadamente saussuritizados, que ocorrem intersticialmente, como inclusões no anfibólio, ou preenchendo filetes discordantes (albita ou adularia), na forma de pequenos cristais associados à apatita e que, devido à granulação fina, é difícil identificá-lo. Podem exibir extinção ondulante, com a formação local de subgrãos. A exemplo do quartzo, aspectos microestruturais e texturais sugerem que parte dessa fase cristalina resultou de infiltrações durante a evolução tectono-metamórfica.

A biotita/flogopita e a clorita são subedrais e substituem os anfibólios.

A titanita constitui pequenos cristais, normalmente malformados, sobre a hornblenda, é um pouco radioativa, provocando halos pleocróicos no anfibólio e dificultando a diferenciação de possíveis cristais de zircão sobre a hornblenda. Em algumas seções delgadas, notou-se uma concentração relativamente alta dessa fase cristalina. De modo geral, pode-se inferir mais de uma fase de formação desse mineral. Aparece, também, esfeno incluindo opacos (ilmenita ou magnetita) e rutilo.

A apatita aparece na forma de cristais incluídos por hornblenda e que podem causar halos pleocróicos nesta, indicando possuir elementos radioativos.

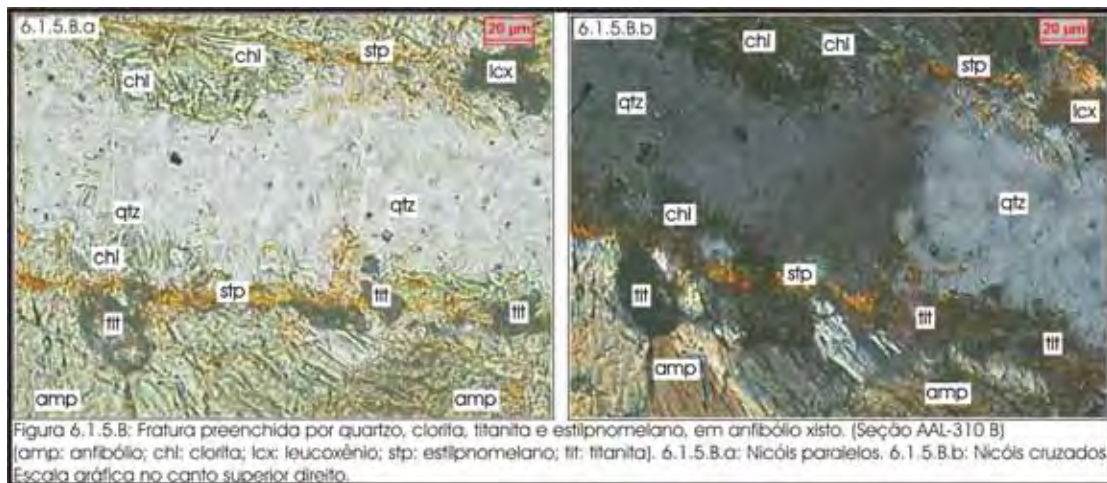
A allanita constitui inclusões nos anfibólios, podendo provocar halos pleocróicos nestes.

O epidoto pode ocorrer como inclusões nos anfibólios, intimamente associado a eles, ou preenchendo fraturas, juntamente com o quartzo, feldspato e opacos.

São muito comuns nessas rochas concentrações de quartzo de granulação relativamente grossa, bem alongada e orientada, o que evidencia infiltração de sílica que, às vezes, é acompanhada da entrada de feldspato alcalino (microclínio/albita).

Associadas aos estágios finais da evolução das zonas de cisalhamento aparecem fraturas abertas, que podem estar preenchidas por epidoto, albita, titanita, clorita, adularia, prehnita e estilpnomelano (Figura 6.1.5.B).

A composição mineralógica dessas rochas sugere protólitos ricos em clinopiroxênio, possivelmente um websterito ou mela gabro. Todavia, a presença comum dessas rochas no interior de litotipos graníticos com evidência de fundidos durante o auge metamórfico, associada às infiltrações relacionadas acima, não permitem descartar a hipótese de que efeitos metassomáticos modificaram substancialmente estas rochas.

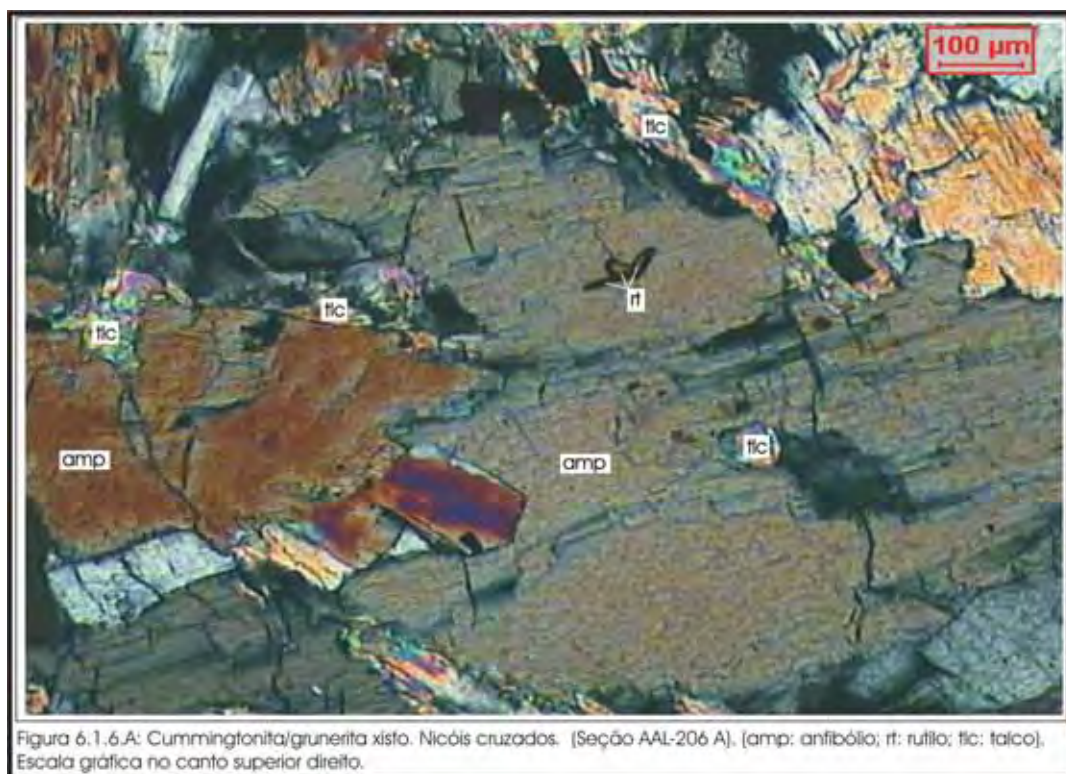


6.1.6. CUMMINGTONITA/GRUNERITA XISTOS

Macroscopicamente são muito similares aos hornblenda xistos, diferindo-se deste por apresentarem coloração um pouco mais clara e, desta forma, exibindo características idênticas às dos actinolita xistos. Estas rochas não são, portanto, passíveis de diferenciação em campo, apenas em laboratório, através de estudos microscópicos, com ou sem auxílio de microsonda e difração de raios X. Aparentemente são raros na região, podendo aparecer como bandas associadas aos hornblenda xistos.

Nesses litotipos o anfibólio dominante é um membro da solução sólida cummingtonita-grunerita, com texturas similares às dos outros anfibólios xistos/*fels*. Este anfibólio sempre apresenta partição basal e desmisturação de hornblenda magnesiânica e/ou tremolita/actinolita. Os cristais exibem formas prismáticas, de maneira similar ao observado em outros litotipos em que hornblenda e actinolita são os minerais dominantes. Completando a mineralogia podem aparecer hornblenda magnesiânica, actinolita, quartzo, minerais opacos, clorita, titanita, rutilo e principalmente talco, oriundo da alteração do anfibólio (Figura 6.1.6.A).

As evidências metassomáticas referidas para os hornblendas xistos não foram observadas nesses litotipos. O protólito deve ser uma rocha rica em ortopiroxênio e pobre em clinopiroxênio.



6.1.7. FLOGOPITA/BIOTITA XISTOS/*FELS* (GLIMMERITOS).

Os flogopita/biotita xistos/*fels* constituem corpos lenticulares a tabulares, decimétricos a decamétricos, parcial a totalmente vermiculitizados, de cores preta a verde-escura, quando frescos, e bronzeadas ou vermelha-forte quando alterados. São concordantes com a estruturação, exibem contatos abruptos com os gnaisses e migmatitos encaixantes e contatos nítido a transicional com os anfibolitos e anfibólios xistos, indicando terem sido formados a partir destes por metassomatismo potássico.

Ocorrem, normalmente, nas bordas dos corpos ultramáficos, em contato com as encaixantes, em zonas de cisalhamento internas às lentes, ou formando concentrações isoladas no interior de granitóides ou gnaisses graníticos. Estes litotipos estão espalhados por toda área, porém ocorrem em maior porcentagem na região da Serra das Águas Claras e vizinhanças.

A estrutura desses litotipos varia de bastante xistosa a pouco orientada e a textura, de perfeitamente lepidoblástica, até com clivagem de crenulação, a decussada (*glimmeritos* ou *fels*).

Estão frequentemente crenulados, com veios e bolsões de quartzo hialino ou leitoso dispostos concordantemente. Em alguns casos, com a infiltração de sílica (quartzo) associada ao cisalhamento, chegam a constituir quartzo-biotita xistos.

Na Serra de Águas Claras observa-se flogopita xistos gradando para anfibólitos xistos, para o interior dos corpos ultramáficos. Já nos corpos isolados, raramente observam-se restos de anfibólito, apenas mica e pequena proporção de clorita, minerais opacos e, às vezes, quartzo.

A mica é fortemente pleocróica, marrom a castanho-dourada, substitui o anfibólito, é substituída por talco e, às vezes, possui acículas de anfibólito preservadas dentro de seus cristais. Exibe extinção ondulante leve a moderada e apresenta grau variado de vermiculitização.

6.1.8. CLORITA XISTOS

Estes litotipos ocorrem associados tanto aos corpos metaultramáficos como aos metamáficos, normalmente nas bordas desses ou em zonas de cisalhamento. São relativamente raros e delgados, mostrando que foram originados pela transformação retrometamórfica mais intensa dos litotipos citados. Raramente são monominerálicos e mostram gradação para talco-clorita-tremolita xisto, clorita-anfibólito xisto, biotita/flogopita xisto, etc.

Normalmente apresentam estrutura xistosa, textura lepidoblástica e cores verde-escura a preta, quando não alterados, e dourada a vermelha quando alterados.

6.1.9. TALCO XISTOS/FELS

São rochas de cor esverdeada a cinza-esverdeada, às vezes com lentes amarronzadas pela concentração de mica dourada, estrutura xistosa a isotrópica, textura nematoblástica a lepidoblástica, compostas essencialmente por talco (40-75 %), anfibólitos (traços a 60 %) e mica dourada (traços a 25 %). Como principais acessórios aparecem opacos, e, subordinadamente, clorita/biotita, titanita, óxido/hidróxido de ferro, material microcristalino e rutilo (Figura 6.1.9.A).

O talco pode constituir cristais grandes (mais antigos) bem deformados, com extinção ondulante forte, lamelas de deformação, *kink bands*, e cristais mais finos (mais jovens), crenulados, que substituem os cristais maiores. As duas gerações aparecem corroendo e substituindo os anfibólitos, podendo crescer mimeticamente a eles, em planos de partição e paralelamente ao comprimento dos cristais, ou substituí-los totalmente, porém preservando a forma dos cristais de anfibólito. Podem ocorrer também intercalados com a flogopita, substituindo-a, formando lentes descontínuas com esta, incluir opacos e alterar-se para material microcristalino de coloração rósea (esmectitas).



Os anfibólios são anedrais a subedrais, fibrosos a amiantiformes e representados por antofilita e tremolita/actinolita, podendo ocorrer como restos, associados e corroídos principalmente por talco. Na tremolita/actinolita foi observada extinção ondulante leve, com a formação local de subgrãos.

A flogopita (mica dourada) exibe forte pleocroísmo, marrom e castanho bem claro, extinção ondulante leve a moderada e crenulação local, e ocorre intercalada ao talco, sendo corroída por este, podendo concentrar-se em lentes concordantes com a foliação. Pode incluir talco, epidoto, opacos e anfibólio e exibir estágio variado de vermiculitização.

Os opacos constituem minúsculas inclusões, subedrais a euhedrais, no talco, na flogopita e no anfibólio, ou aparecem nos contatos entre esses minerais, podendo estar leucoxenizados ou alterados com a saída de óxido/hidróxido de ferro.

A clorita é verde, pleocróica e pode ocorrer concentrada em porções da lâmina, ou associada ao talco e anfibólio. Pode aparecer também biotita verde, associada a clorita, diferenciando-se desta pela birrefringência e pleocroísmo superiores.

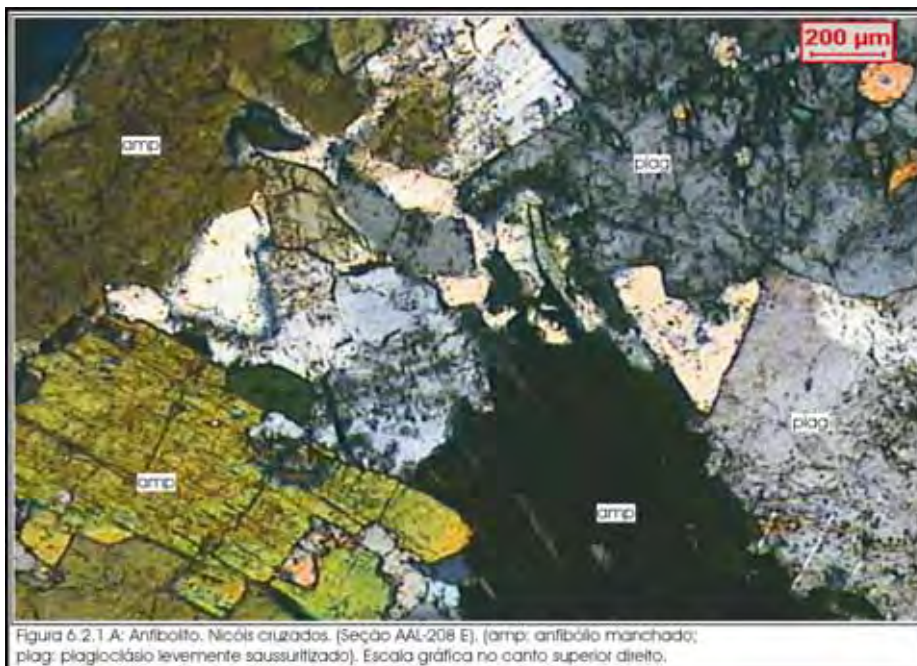
6.2. PETROGRAFIA DAS ROCHAS METAMÁFICAS

Representando esse conjunto petrográfico foram reconhecidos anfíbolitos e diopsídio anfíbolitos bandados, intercaladas ou inclusos em litotipos supracrustais, sendo que anfíbolitos também aparecem inclusos em rochas infracrustais atribuídas ao Grupo Amparo. Ocorrem sob a forma de intercalações centimétricas a decamétricas, raramente ultrapassando 100 metros de espessura, constituindo corpos lenticulares a sigmoidais e mais raramente tabulares, dispostos concordantemente com a estruturação geral (bandamento e foliação).

6.2.1. ANFIBOLITOS

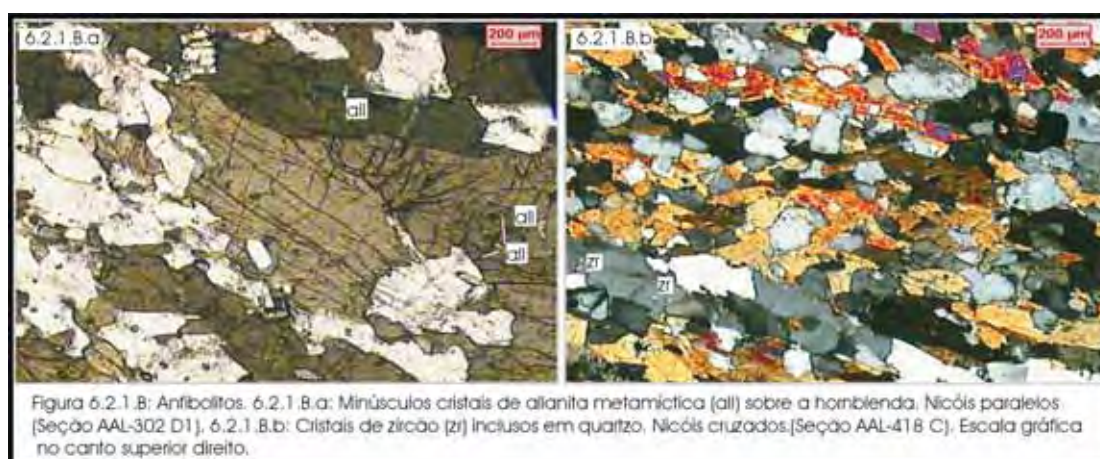
Os anfibolitos são rochas de cores verde-escuro a preta-esverdeada, salpicadas por pontuações e/ou manchas esbranquiçadas, de estrutura maciça a levemente xistosa ou gnáissica, e textura granoblástica a nematoblástica. Essas rochas apresentam, comumente, granulação média. Localmente aparecem vênulas ou filmes descontínuos de mobilizados constituídos por plagioclásio, plagioclásio e quartzo, às vezes com feldspato potássico, e apenas quartzo. A estrutura varia de acordo com a mineralogia e natureza das rochas encaixantes. Assim, os tipos mais ricos em biotita ou quartzo, por apresentarem menor competência, são mais foliados, já os encaixados em rochas que, na época do cisalhamento apresentavam menor competência, são mais maciços, fato que também ocorre com corpos pequenos envoltos em litotipos mais competentes.

A mineralogia bem como as proporções volumétricas dos minerais são extremamente variadas, resultando em grande número de subtipos. O único grupo de minerais que sempre está presente como constituinte essencial é o anfibólio (hornblenda, ferro-actinolita, actinolita, cummingtonita-grunerita). Podem aparecer ainda, como minerais essenciais: plagioclásio (andesina, oligoclásio e albita), diopsídio, granada, quartzo, biotita e mais raramente, microclínio, epidoto, minerais opacos (magnetita, ilmenita e sulfetos), apatita e titanita. Como acessórios ou secundários foram observados também: allanita, zircão, rutilo, carbonato, sericita, goethita e clorita (Figura 6.2.1.A).



Essas rochas apresentam contatos abruptos com os gnaisses quartzo-feldspáticos e migmatitos, porém, em alguns casos, os contatos são gradacionais com os hornblenda gnaisses e rochas calciossilicáticas. Esses aspectos, associados à mineralogia, sugerem que parte dessas rochas originou-se de metassedimentos (margas) e possíveis rochas vulcanoclásticas, todavia, a evolução tectono-metamórfica dificulta a separação dos tipos tipicamente ortoderivados, dominantes, (basaltos, diabásio e/ou gabros) dos metassedimentares.

Além da infiltração de material granítico e de sílica, da formação de biotita nos planos de maior deformação e bordas dos corpos, é comum observar a presença de pequenos cristais de zircão, arredondados a euhedrais, inclusos apenas em quartzo, ou em maior quantidade nessa fase cristalina, e a presença de minúsculos cristais de allanita metamíctica, desenvolvidos sobre os cristais de hornblenda, aspectos que evidenciam grau variado de contaminação dessas rochas pelas encaixantes, tanto em relação aos elementos maiores, menores e mesmo terras-raras, dificultando a caracterização desses litotipos quanto às suas origens e idades (Figura 6.2.1.B).



6.2.2. DIOPSÍDIO ANFIBOLITOS BANDADOS

Estes litotipos ocorrem isolados no interior de gnaisses graníticos ou granitóides, associados a metassedimentos e aos litotipos denominados de “clinopiroxênio-anfibólio xisto bandado”, descritos acima, encontrados junto às rochas ultramáficas de Arcadas e da Serra de Águas Claras. Apresentam estrutura bandada nítida a bem difusa, com bandas de coloração verde-claro e verde-escuro, quase preta. A textura é normalmente nematoblástica, aparecendo domínios granonematoblásticos, decussados e poiquiloblásticos.

Como minerais essenciais ocorrem clinopiroxênio, hornblenda, actinolita, plagioclásio e quartzo. Como minerais acessórios ou secundários foram observados: calcita, biotita, titanita, minerais opacos, granada, epidoto, clorita, sericita.

O clinopiroxênio constitui cristais submilimétricos a milimétricos (chega a atingir mais de 10 milímetros de comprimento). Em seção delgada exhibe cor verde pálido, sugerindo tratar-se de salita. Mostra evidências de substituição, inicialmente por hornblenda e depois por actinolita, sendo que os cristais maiores, devido ao crescimento de actinolita nas bordas como em seu interior, apresentam textura poiquiloblástica. Em uma seção delgada notou-se a desmisturação de ortopiroxênio.

A hornblenda exhibe cor verde-forte, pleocroísmo, e, em algumas rochas, aparecem manchas de cor castanha a marrom, evidenciando a presença de uma variedade de maior temperatura, que não foi totalmente recalibrada. A actinolita aparece com formas euédricas a anédricas desenvolvidas sobre o clinopiroxênio e, secundariamente, sobre a hornblenda.

O plagioclásio apresenta composição variando de seção para seção (de rocha para rocha) e, também, em uma mesma lâmina, pois observou-se a presença de labradorita/bytownita, oligoclásio e albita, estes dois últimos associados ao retrometamorfismo (formação de biotita, actinolita, clorita, epidoto, sericita).

O quartzo ocorre como gotas em outros minerais e como cristais independentes, os últimos relativamente longos e orientados e heterogeneamente distribuídos, evidenciando entrada no sistema, às vezes, em associação com feldspato alcalino (microclínio, albita ou adulária).

A granada foi observada em algumas seções delgadas com transformação para anfibólio, plagioclásio e clorita. A titanita sempre está presente, como resultado das transformações mineralógicas ocorridas em várias fases, e, em alguns casos, aparece com teor acima de 2%. O epidoto cresce sobre os outros minerais, em especial sobre o clinopiroxênio e plagioclásio, e também em fraturas (Figura 6.2.2.A).

As relações mineralógicas permitem visualizar que a paragênese no auge do metamorfismo era composta por plagioclásio cálcico, clinopiroxênio, hornblenda castanha e, localmente, granada. Com o retrometamorfismo, aparecem hornblenda verde, titanita, biotita, actinolita, oligoclásio, epidoto, clorita, titanita, albita, calcita.

Os estudos microscópicos, em associação com observações de campo, sugerem protólito magmático (gabro, diabásio ou basalto) para a grande maioria dos corpos observados, sendo o bandamento resultado de processo tectono-metamórfico ocorrido nos patamares superiores a intermediários da fácies anfíbolito.



6.3. ROCHAS EXÓTICAS

6.3.1. ROCHAS PNEUMATO-HIDROTERMAIS OU METASSOMÁTICAS

Essas rochas aparecem sob a forma de corpos tabulares (veios) concordantes a subconcordantes, com a estruturação geral das rochas encaixantes (ultramáficas). Apresentam estrutura compacta a foliada, bastante milonitizadas localmente, granulação fina a grossa e cores amarronzadas, cinza, cinza-esverdeado a preto e podem ser confundidas com formações ferríferas fácies silicato, como sugerido por Peggia (1990), quando descreveu "intercalações de quartzitos recristalizados impuros, ricos em opacos e minerais de alteração ocre", na Associação Máfica/ultramáfica de Arcadas, ou ser interpretadas como metachert, devido à composição quartzosa.

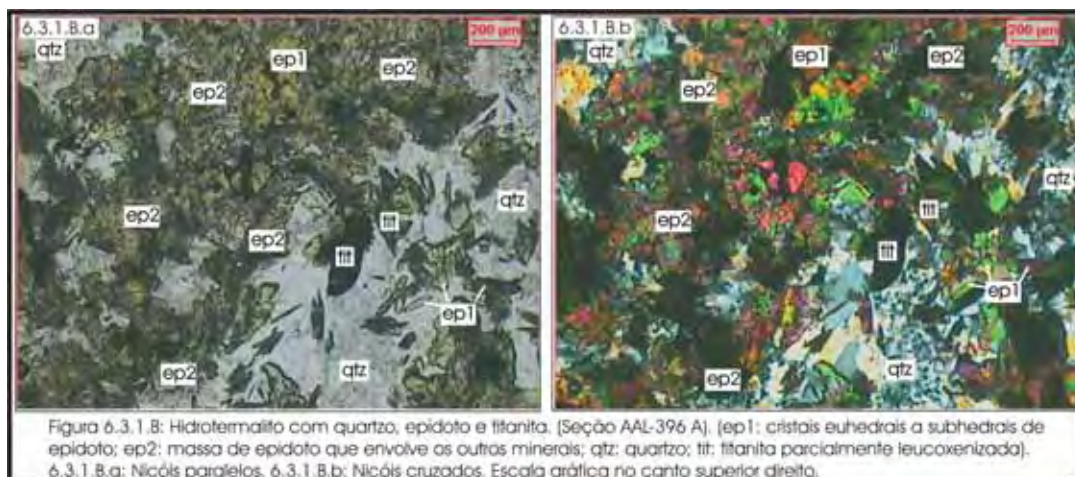
Apresentam composição mineralógica bastante variada. Como minerais essenciais aparecem: quartzo; anfibólios, representados por antofilita/gedrita, cummintonita/grunerita e/ou actinolita fibrosa; feldspatos, os potássicos microclínio e/ou adularia, e os plagioclásios andesina, oligoclásio e albita, sendo que os mais cálcicos estão, normalmente, saussuritizados ou sericitizados; granada; minerais opacos; biotita; epidoto; sillimanita (fibrolita) e; clorita. Como acessórios e secundários foram observados zircão arredondado a euedral, titanita, rutilo, prehnita e estilpnomelano.

Esses litotipos podem ser de mais baixa temperatura, constituídos basicamente por quartzo e epidoto, ou de temperatura muito alta, aparecendo ortoanfíbólio (antofilita/gedrita) e, às vezes, fibrolita.

Em Arcadas (Ponto AAL-386), em uma descontinuidade em metaulttramáfica, foi gerada uma banda silicosa com antofilita/gedrita e fibrolita, evidenciando que um fluido, rico sílica, entrou no sistema em temperaturas altas (Figura 6.3.1.A).



Em outro local (Ponto AAL-396 A), a rocha, composta por epidoto, quartzo, zircão, clorita e titanita parcialmente leucoxenizada, reproduz um hidrotermalismo em condições mais brandas de temperatura. Tem-se, pelo menos, duas fases de formação de epidoto: a mais antiga, representada por cristais eudrais, está associada à formação de titanita e; na mais nova, o epidoto aparece como uma massa que envolve todos os outros minerais. Há evidências de mobilidade de sílica e titânio, mesmo nas condições de temperaturas mais baixas. O quartzo, localmente muito rico em inclusões, entrou no sistema durante todo o processo de formação do veio, o qual teve início em condições de temperaturas superiores a 500 °C. Os últimos registros são compatíveis com temperaturas da ordem de 250 °C a 300 °C (Figura 6.3.1.B).

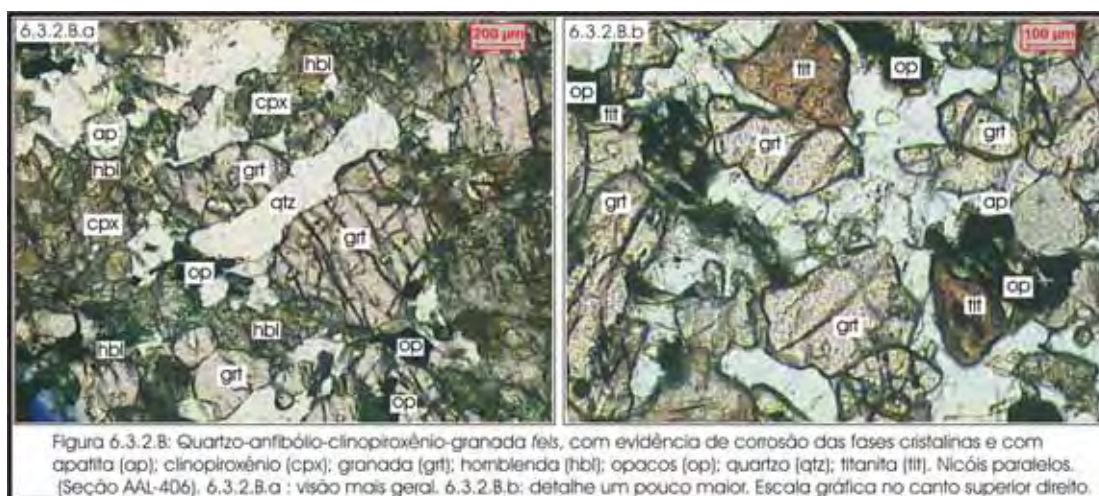
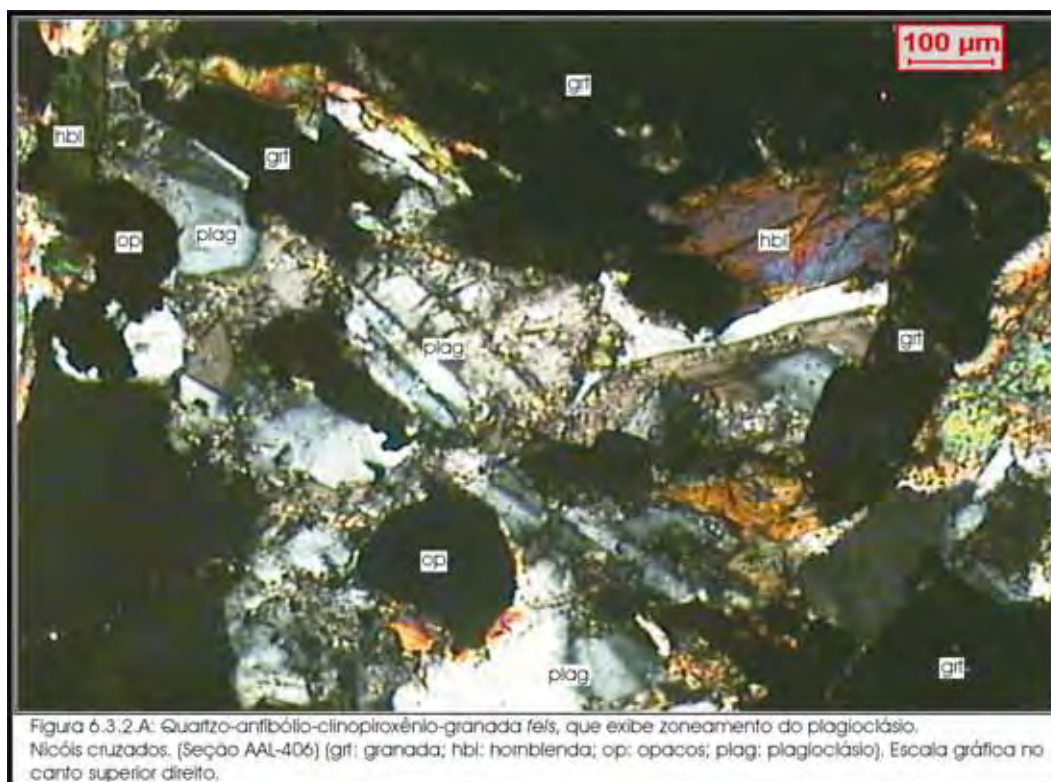


Nesses hidrotermalitos foram observados, também: apatita, rutilo, allanita, clorita, sericita, prehnita, adularia, estilpnomelano, sulfetos e outros minerais opacos e goethita.

Os aspectos estruturais, texturais e mineralógicos sugerem que estas rochas foram originadas pela passagem de fluidos, em condições de fácies anfíbolito a xisto-verde, ao longo de descontinuidades das rochas metaultramáficas. Nessas descontinuidades, normalmente em condições de maior temperatura (fácies anfíbolito médio a alto), ocorre a infiltração de material quartzo-feldspático (quartzo-plagioclasítico a granítico), material este que é desestabilizado na progressão da evolução tectono-metamórfica. Na seqüência, ocorre a passagem de fluidos pela descontinuidade, desestabilizando os feldspatos, especialmente na porção central dos veios, gerando anfíbólio de cor verde-pálido sob a forma de cristais fibrosos a capilares, dispostos de maneira isolada ou formando agregados fibrosos a plumosos, que acabam englobados por cristais de quartzo em razão da migração dos limites dos grãos ou neoformação destes. Nos estágios iniciais, podem ser gerados também biotita, muscovita, granada e fibrolita. Com a diminuição da temperatura, os anfíbólios podem ser substituídos por clorita, sericita e até mesmo montmorillonita, e os feldspatos podem estar totalmente sericitizados ou saussuritizados.

6.3.2. Quartzo - anfíbólio - clinopiroxênio - granada fels

No extremo sudeste da área, inclusa em granitóides alterados, foi encontrada uma rocha com aparência de granulito básico (Ponto AAL-406). Esta apresenta textura granoblástica lobulada, com evidência de corrosão de todas as fases cristalinas. É constituída por granada (cerca de 40 %); clinopiroxênio; hornblenda castanha a verde; actinolita; plagioclásio muito cálcico; quantidades significativas de quartzo, titanita, opacos, apatita e zircão; allanita sobre hornblenda. A granada, arredondada, pode aparecer dentro do piroxênio. O piroxênio tem características da augita, e aparenta ter sido gerado em, pelo menos, duas fases. As texturas apresentadas pelos cristais de titanita indicam que foi consumida e formada em várias fases e alguns cristais, principalmente aqueles que ocorrem dentro do anfíbólio, são bastante radioativos. A apatita forma cristais grandes anedrais a subedrais. Os cristais de quartzo também são grandes e envolvem os demais. O zircão está incluso no quartzo e no contato da granada com a hornblenda, onde é radioativo (halos pleocróicos no anfíbólio). O zoneamento do plagioclásio atesta que as paragêneses não atingiram equilíbrio. (Figuras 6.3.2.A e 6.3.2.B).



Esta rocha poderia ser interpretada como um granulito básico, porém não foi observada a presença de ortopiroxênio. Poderia tratar-se de um granulito de alta pressão, com clinopiroxênio e granada, todavia as rochas das imediações não atestam tal hipótese. A quantidade de granada e clinopiroxênio, associada às feições texturais (titanita, apatita, zircão, etc), e o contexto da ocorrência sugerem que esta rocha represente um "restito" de fusão, cujo protólito seja, possivelmente, um material anfibolítico.

6.4. OUTROS LITOTIPOS

Na área de estudo, completando o conjunto de rochas, em quantidade bem menores, intercaladas ou cortando as rochas descritas acima, foram observados microgranito e metabasalto

6.4.1. MICROGRANITO

Trata-se de rocha leucocrática a hololeucocrática, de cor creme-claro, com difusas máculas cinzas-claro e tonalidades brancas por alteração, estrutura levemente anisotrópica por fluxo magmático e/ou deformação, marcada pela orientação dos minerais máficos (biotita, clorita, epidoto, às vezes, com forma que sugerem pseudomorfos de inossilatos), quartzo e agregados de feldspatos.

A análise microscópica, na amostra menos deformada, apresenta textura porfírica, com fenocristais euédrais a subédrais de quartzo bipiramidal e de feldspatos, com grau variado de deformação, envolvidos por matriz granofírica de granulação fina (Figura 6.4.1.A).

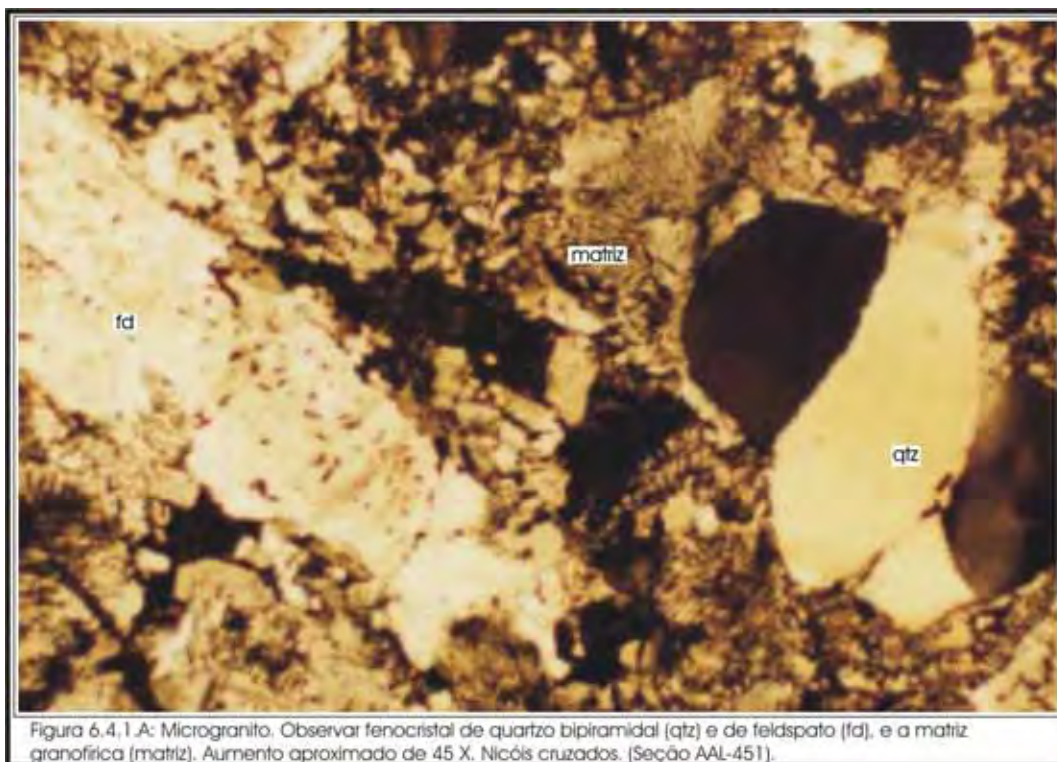


Figura 6.4.1.A: Microgranito. Observar fenocristal de quartzo bipiramidal (qtz) e de feldspato (fd), e a matriz granofírica (matiz). Aumento aproximado de 45 X. Nicóis cruzados. (Seção AAL-451).

A seção delgada da amostra mais deformada mostra maior grau de modificação da textura primária, devido a cataclase e recristalização dinâmica, efeitos que chegam a descaracterizar a matriz granofírica e os fenocristais, gerando textura milonítica a cataclástica. A textura primária indica resfriamento rápido, sugerindo cristalização em profundidades inferiores a 15 km, e que as encaixantes estavam submetidas a temperaturas inferiores a 400 °C. Outro aspecto textural marcante é o fato dos feldspatos estarem, nitidamente, mais deformados que o quartzo, tanto em relação à deformação dúctil quanto a rúptil, enquanto que nas porções mais deformadas, nota-se leve estiramento no quartzo acompanhado de extinção ondulante, recuperação e recristalização localizada. Já os fenocristais de feldspato potássico apresentam fraturas bem abertas preenchidas por quartzo e/ou formam agregados policristalinos lenticulares.

Os aspectos estruturais, texturais e microestruturais advogam que o magma granítico alojou-se e finalizou a sua cristalização em zona de cisalhamento ativa, durante os estágios finais da evolução do Cinturão de Cisalhamento de Ouro Fino, possivelmente entre 590 e 520 Ma. Os aspectos de colocação do material associados aos aspectos mineralógicos, que sugerem magma relativamente anidro, insinuam que, nas fases finais do desenvolvimento do Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, existiam vulcões ativos de natureza ácida na região.

6.4.2. METABASALTO

Este litotipo foi observado apenas em um afloramento, sob a forma de corpo subtabular a irregular, discordante, de cor cinza-escuro a preta, estrutura praticamente isotrópica, granulação fina e contato brusco com a encaixante. É composto basicamente por: clorita, biotita cloritizada, albita, carbonatos, minerais opacos, quartzo e carbonato (Figura 6.4.2.A).

Os dados de campo, em associação com os dados microscópicos, evidenciam que esta rocha colocou-se em fratura gerada pela ação do cisalhamento direcional dextral, em estágio tardio de desenvolvimento, quando a temperatura das encaixantes era inferior a 450 °C, portanto com possibilidade de contemporaneidade com o microgranito descrito acima. A datação K/Ar realizada nesse material confirma tal suposição.



6.5. PETROGRAFIA DAS ROCHAS ENCAIXANTES

O estudo das rochas encaixantes foi executado com o objetivo de se traçar possíveis correlacionamentos com a evolução e transformações metamórficas e metassomáticas das rochas metamáficas/metaultramáficas, buscando subsídios para a interpretação dos dados litoquímicos, de química mineral e isotópicos dessas rochas e, também, de se entender a evolução tectono-metamórfica da região.

6.5.1. LITOTIPOS ATRIBUÍDOS AO COMPLEXO AMPARO

As rochas que constituem o Grupo ou Complexo Amparo são representadas, basicamente, por migmatitos mais ou menos gnaissificados e/ou ortognaisses e granitóides de composições tonalíticas/trondhjemiticas a granodioríticas. Possuem coloração cinza, muito raramente aparecem mobilizados levemente rosados, e apresentam estrutura bandada ou fitada, dobrada, *schlieren*, nebulítica, flebítica, oftalmítica e mais raramente ptigmáticas. A composição dessas rochas espalha-se pelos campos dos tonalitos/trondhjemitos, monzogranitos e granodioritos, e caem subordinadamente no campo do quartzo diorito e quartzo monzodiorito. As composições mais básicas normalmente correspondem aos melanossomas, embora apareçam com

certa frequência leucossomas de composição tonalítica e pequenos corpos lenticulares ou *boudins* de anfibolito, às vezes, com granada e/ou clinopiroxênio. O padrão deformacional é complexo, marcado por dobras desarmônicas, dobras redobradas, lineação de estiramento com atitudes heterogeneamente distribuídas, etc.

Microscopicamente essas rochas mostram textura granoblástica, inequigranular, lobulada a amebóide, com grau variável de anisotropia e os cristais de plagioclásio, normalmente, são ricos em inclusões de quartzo arredondado (gotas), chegando a gerar subtextura poiquilítica ou poiquiloblástica. Como minerais essenciais aparecem: plagioclásio (andesina sódica, oligoclásio e, às vezes, albita sob a forma de coroa ou de material de substituição em alguns litotipos retrometamorfizados e/ou hidrotermalizados), quartzo, feldspato potássico (ortoclásio e microclínio), biotita e, às vezes, hornblenda e mais raramente clinopiroxênio. Como acessórios ou secundários podem aparecer: muscovita/sericita, clorita, epidoto, titanita, magnetita, ilmenita, zircão, allanita, granada, carbonatos, actinolita, prehnita, hidróxidos de ferro e minerais de argila.

As relações mineralógicas e texturais/estruturais observadas nos protólitos mais preservados, tidos como de idade arqueana, evidenciam grande plasticidade e estágio elevado de anatexia, gerando produto de composição tonalítica a granodiorítica, portanto condições elevadas da fácies anfibolito (temperaturas entre 700 e 800 °C), em condições de pressão média a baixa. Dados isotópicos mostram que esta unidade foi afetada, em grau variado, por eventos tectono-metamórficos no Proterozóico Inferior e no Neoproterozóico, até o momento, porém, não foi possível diferenciar através da petrografia os produtos desses ciclos. Observa-se retrabalhamento associado à tectônica tangencial que ocorreu no Neoproterozóico, em condições metamórficas similares, aparentemente pouco inferiores, em razão da composição dos produtos serem, predominantemente, monzograníticos. A superposição de cisalhamento de alto ângulo catalisa, na sua progressão, a formação de associações minerais da fácies anfibolito a xisto-verde. Essas transformações retrógradas são penetrativas, porém com intensidades diferentes, aparecendo de maneira mais marcante nas zonas onde a deformação dúctil-rúptil a rúptil é mais significativa.

O retrabalhamento das rochas arqueanas tende a aumentar o teor de microclínio e a diminuir a complexidade estrutural, gerando gnaisses bandados/fitados, granitóides e/ou ortognaisses homogêneos, ao mesmo tempo em que as texturas tornam-se mais poligonais, e, dessa forma reduzindo as diferenças em relação aos gnaisses e migmatitos mais novos. Nos granitóides mais evoluídos, de um modo geral, os cristais de plagioclásio exibem composições mais alcalinas e são representados por oligoclásio, secundariamente por albita, com nítida diminuição do número de inclusões de quartzo nesta fase mineral. Os cristais de feldspato potássico (ortoclásio e/ou microclínio),

normalmente contêm quartzo em gotas e ocorrem envolvendo e corroendo os cristais de plagioclásio e no contato entre estas duas fases cristalinas, catalisado pela passagem de fluidos e/ou deformação, ocorre, freqüentemente, o desenvolvimento de lóbulos mirmequíticos, às vezes assimétricos, servindo como indicadores cinemáticos (Zanardo, 1987).

Cabe ressaltar, que as observações de campo, a exemplo das relações de contato entre os diferentes litotipos, bem como dados litoquímicos, indicam que parte dos granitóides classificados como sin- a tardi-cinemáticos ao cisalhamento de alto ângulo de mergulho, de idade neoproterozóica, foram gerados pela fusão ou tiveram contribuição de litotipos pertencentes ao Complexo Amparo (rochas de idade arqueana retrabalhada no paleoproterozóico). Outro aspecto observado, localmente, foi a concentração de minerais máficos envolvendo hornblenda, granada e/ou clinopiroxênio em meio a material granitóide ou migmatítico, que pode ser interpretado como resíduo de fusão ("restito") ou de reação entre magma granítico e material básico.

6.5.1.A. Migmatitos e ortogneisses bandados de composições tonalíticas/trondhjemíticas

Esta unidade está representada no mapa geológico em anexo sob a sigla Fghg e aflora em pedreiras, na maioria abandonadas, como a do perímetro urbano da cidade de Amparo, em leitos de drenagem e em cortes de estradas, como nas proximidades da Fazenda Cristália, na entrada para o Bairro da Ponte Nova (estrada que liga Itapira a Lindóia), na entrada da cidade de Monte Alegre do Sul e na estrada que liga esta cidade a Amparo.

Tratam-se de rochas de cores cinzentas, compostas por alternância rítmica de leitos brancos a cinzas-claros e lâminas e leitos de cores mais escuras com tonalidade cinza, de granulação média a grossa e estrutura gnáissica a migmatítica ou migmatítica com grau variado de gnaissificação. O bandamento é nítido a difuso, desenhado pela concentração maior ou menor de minerais máficos (biotita e/ou hornblenda). As bandas ou lâminas de cores mais escuras (melanossoma, mesossoma ou paleossoma) normalmente apresentam xistosidade bem desenvolvida, localmente com dobras intrafoliares e concentração maior de biotita. As bandas ou lâminas mais claras (leucossomas ou neossomas) são hololeucocráticos a leucocráticos (possuem biotita e/ou hornblenda com teores variando de 0% até aproximadamente 7%). Nesses domínios, os silicatos máficos e os óxidos (magnetita e ilmenita) aparecem dispersos de maneira caótica a bem orientada, chegando a formar trilhas e *schlieren*, gerando aspecto maciço a bem foliado.

Nesses gnaisses e migmatitos são observados, localmente, a presença de lentes ou *boudins* de espessuras decimétricas a métricas de anfibolitos, concordantes com a gnaissificação, compostos basicamente por hornblenda e andesina, podendo conter ainda granada, clinopiroxênio e biotita, esta última, especialmente nas bordas ou superfícies de deformação.

Os litotipos mais heterogêneos, dentre os quais os de estrutura estromática, são os mais freqüentes, seguidos pelos de estrutura dobrada, flebítica e, raramente, ptigmática e constantemente exibem transições para tipos mais homogêneos (*schlieren* a nebulíticos). Nessas rochas, os contatos entre o leucossoma e melanossoma são difusos ou marcados por concentração de biotita. Aparecem, também, estruturas do tipo *pinch and swell*; segregação de quartzo, ou de quartzo e feldspato, em zonas de dilatação ou, às vezes, formação de megacristais de diopsídio e/ou hornblenda e; boudinamento dos estratos mais competentes.

A composição das porções neossomáticas ou leucossomáticas dessas rochas posiciona-se nos campos dos granitos 3b, granodiorito, tonalito e quartzo monzodiorito, indicando evolução complexa, polifásica, para este material, onde os mais antigos tendem a serem tonalíticos a granodioríticos. As composições das partes melanossomáticas são tonalíticas, subordinadamente quartzo-dioríticas e o índice de coloração varia de leucocrático a melanocrático.

Nessas rochas o quartzo, oligoclásio cálcico ou andesina sódica, freqüentemente antiperfítico, e biotita estão sempre presentes, sendo que a última pode estar presente apenas como acessório. Pode aparecer ainda, como fase cristalina essencial, o microclínio perfítico ou não, com ou sem quartzo em gotas, e a hornblenda. Como acessórios foram observados: minerais opacos (magnetita, ilmenita), apatita, zircão, titanita, allanita, granada e rutilo. Como minerais secundários foram reconhecidos: muscovita/sericita, clorita, titanita, rutilo, albita, epidoto, carbonatos, leucoxênio, clinozoisita, prehnita, estilpnomelano, hematita, pirita e goethita.

Devido à atuação de evento tectono-metamórfico atribuído ao Neoproterozóico, as estruturas referidas acima podem estar localmente cortadas, discordantemente e/ou concordantemente, por material granitóide e, às vezes, pegmatóide, com pouco ou sem deformação, conforme pode ser observado ao longo das proximidades da Cidade de Amparo e nas rodovias que interligam Amparo a Monte Alegre e Itapira a Lindóia, onde a última corta os corpos desses litotipos. O material granitóide injetado possui coloração rosada a cinza-claro com sutil matiz rosado, estrutura maciça a levemente foliada, textura granular, xenomórfica, de granulação média a pegmatóide e; composição monzogranítica com leve predomínio de microclínio sobre oligoclásio, sendo que o quartzo aparece com teor ao redor de 30%, enquanto que a biotita dificilmente atinge

5%. Esse material pode conter ainda megacristais de hornblenda e/ou clinopiroxênio e magnetita, além dos acessórios: zircão, apatita, titanita, allanita, minerais opacos e de minerais secundários como: epidoto, clorita e sericita.

6.5.1.B Granitóides cinzas e migmatitos bem evoluídos com paleossomas tonalíticos.

Esses litotipos ocorrem em íntima associação com as rochas referidas acima, com as quais possuem contatos transicionais que se processam no espaço de metros ou centenas de metros, como constatado por Campanha et al. (1983) e Zanardo (1987), na Folha Águas de Lindóia. Esse conjunto de rochas aparenta ser resultado de intensa anatexia sobre rochas da crosta primitiva de idade arqueana, durante eventos tectono-metamórficos dessa mesma época e/ou ocorrido no Paleoproterozóico (Tranzamazônico) (Artur, 1980 e 1988; Artur et al., 1979; Wernick et al., 1981; Zanardo, 1987; Campos Neto, 1991).

Tratam-se de rochas de cor cinza-claro, de granulação média a grossa, textura granular a granoblástica lobulada a poligonal, com bandamento bastante difuso ou ausente, causando aspecto de granitóide, e foliação incipiente a bem desenvolvida, gerada pela isorientação de biotitas, secundariamente hornblenda e, esporadicamente, por quartzo estirado. O "bandamento" é desenhado por maior e menor concentração de minerais máficos.

Possuem a mesma mineralogia que os litotipos referidos acima, em proporções diferentes, onde as partes mais ricas em máficos raramente possuem teores superiores a 15% do volume total da rocha desses minerais, excluindo-se raros corpos lenticulares a elípticos constituídos predominantemente por biotita com ou sem hornblenda. A composição é predominantemente granodiorítica a monzogranítica e as porções mais ricas em máficos podem apresentar composição tonalítica/trondhjemítica.

Nessa unidade, especialmente próximos ao contato com a unidade descrita acima, aparecem, às vezes, "nódulos" centimétricos a decimétricos com núcleos ricos em piroxênio e bordas ricas em anfibólio (hornblenda e/ou actinolita) e biotita, que sugerem origem por reação de assimilação de material básico por material anatéctico.

6.5.2. BIOTITA GNAISSES GRANODIORÍTICOS (GNAISSES TIPO SERRA NEGRA)

No mapa geológico em anexo (Anexo 1), este conjunto está presente na associação petrográfica agrupada sob sigla Fgmh, onde encontra-se envolvido ou como intercalações em granitóides mais evoluídos, com evidências de ter sido gerado ou cristalizado durante a atuação do evento neoproterozóico. A ocorrência mais expressiva, desse litotipo, aparece ao norte da cidade de Serra Negra (SP), formando um corpo alongado no sentido NE/SW que se intercala com ortognaisses, granitóides e migmatitos relacionados ao evento Neoproterozóico. Outras ocorrências menores aparecem espalhadas pela área de estudo, normalmente, inclusas e parcialmente infiltradas e/ou assimiladas por material granítico, de coloração dominante rosada, com estruturas e texturas que evidenciam colocação sin- a tardi- desenvolvimento das zonas de cisalhamento dextrais, que constituem o Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino.

São rochas homogêneas, leucocráticas, de coloração cinzenta e granulação média (ao redor de 1,0 mm), com ou sem foliação de alto ângulo bem desenvolvida. É comum a ocorrência de epidoto preenchendo planos de fraturas.

Os afloramentos que caracterizam esta unidade podem ser observados em cortes de estradas e afloramentos naturais, logo ao norte da cidade de Serra Negra, a exemplo do ponto AAL-419, localizado na rodovia Lindóia-Serra Negra.

Esse litotipo foi separado da unidade dos "Granitóides cinzas e migmatitos bem evoluídos com paleossomas tonalíticos" (item 6.5.1.B) por não ter sido observada relação com os migmatitos e ortognaisses atribuídos ao Arqueano, apresentar-se intercalado com rochas tipicamente metassedimentares atribuídas ao Complexo Itapira, "englobar" rochas metaultramáficas, por apresentar evidências de assimilação de rochas supracrustais e possuir, normalmente, textura blastogranular hipidiomórfica.

Essas rochas, com base nos dados obtidos com as atividades de campo, as análises petrográficas e compilados da literatura, especialmente de Campos Neto (1991), sugerem que foram originadas pelo retrabalhamento das rochas descritas acima (item 6.5.1.B), no Paleoproterozóico, e foram afetadas, em grau variado, pelo retrabalhamento neoproterozóico.

6.5.3. GRANADA-HORNBLENDA GNAISSE MONZOGRANÍTICO.

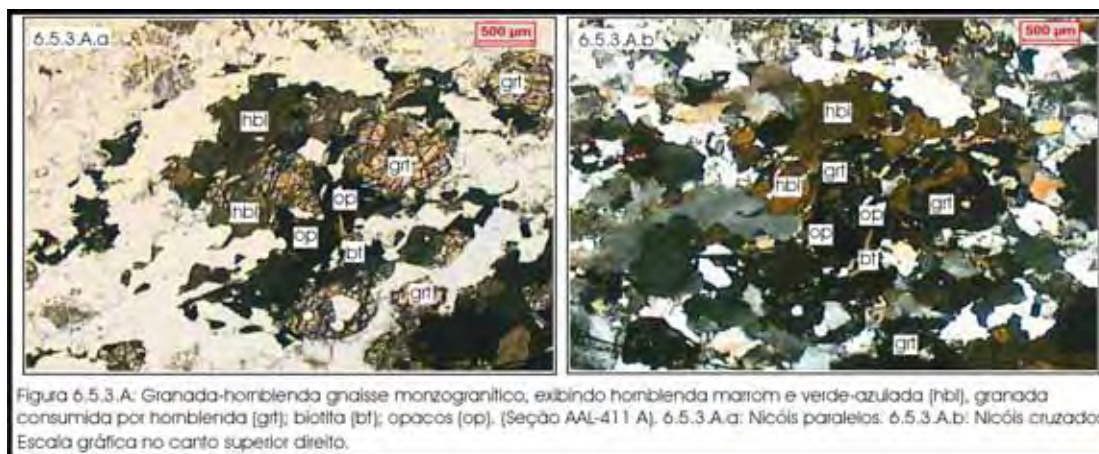
Este litotipo foi destacado por apresentar uma aparência de charnockito e uma composição diferente dos outros granitóides presentes na faixa. O afloramento amostrado para estudo localiza-se a SSE do Município de Santo Antônio de Posse (Ponto AAL-411 -

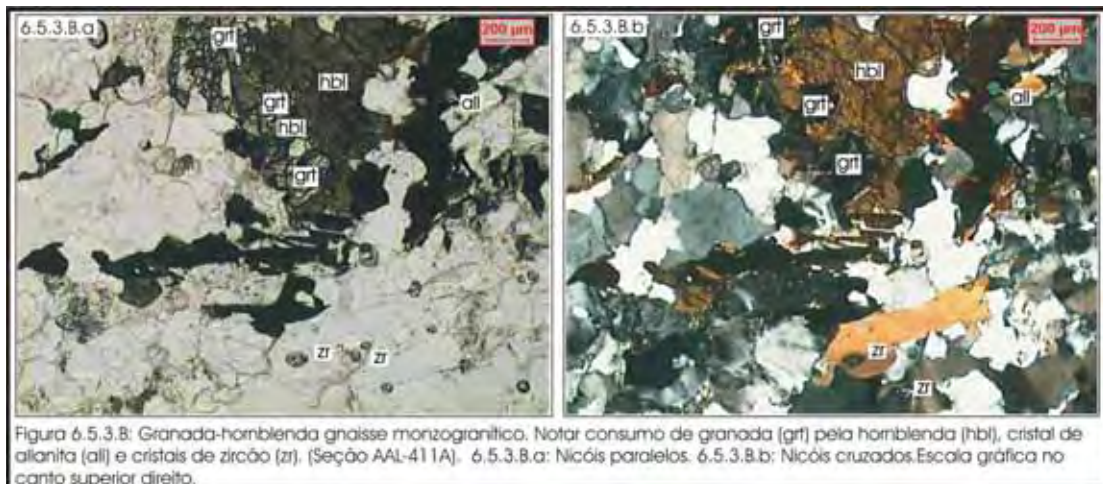
Mapa de Pontos, Anexo2) e, macroscopicamente, exhibe estrutura difusamente bandada, coloração cinza-esverdeado pálido com máculas de alteração dos minerais máficos, de cor marrom-amarelada, exibindo aspecto de granulito ácido ou charnockito.

Apresenta foliação pouco desenvolvida, textura blastogranular, granulação média a grossa e apresenta composição monzogranítica, com granada, hornblenda, biotita escura, zircão, allanita, apatita, albita e opacos.

A granada é anedral por corrosão por hornblenda, biotita e feldspatos. O plagioclásio está saussuritizado. O feldspato potássico consome o plagioclásio, é invadido por lóbulos mirmequíticos e possui pontuações de carbonato, o que evidencia a presença de CO₂ no fluido final da cristalização. A albita ocorre intersticialmente, formando halos nos cristais de feldspato potássico recristalizados e, localmente, como coroa nos cristais maiores de plagioclásio. Os opacos aparecem como pontuações nos feldspatos e como cristais maiores dispostos intergranularmente, em especial entre os minerais máficos. A allanita está inclusa no anfibólio e chega a constituir cristais relativamente grandes. Têm-se dois "tipos" de zircão, cristais arredondados, interpretados como herdados das encaixantes, e cristais euhédricos, que cristalizaram a partir do fundido.

A distribuição dos cristais de granada e allanita associada com suas formas sugere que se tratam de resíduos de fusão. (Figuras 6.5.3.A. e 6.5.3.B.).





6.5.4. LITOTIPOS PERTENCENTES ÀS SUPRACRUSTAIS (COMPLEXO ITAPIRA)

Nas supracrustais que constituem o Complexo Itapira e granitóides intimamente associados, a estrutura planar mais antiga, que raramente é reconhecida em porções menos deformadas correspondentes às porções centrais de corpos com formas de amêndoas ou fusiformes, aparenta estar relacionada a cisalhamento simples, de baixo ângulo de mergulho, essencialmente dúctil, que resultou de transporte de massa para NW ou N, devido à colisão continental que ocorreu durante o Proterozóico Superior (Artur, 1980 e 1988; Campos Neto, 1991, Zanardo 2003, entre outros). Esta estrutura foi posteriormente submetida à rotação para alto ângulo de mergulho na direção NE, em consequência da atuação do Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino (Hasui et al., 1988; Hasui et al., 1990; Ebert et al., 1991, 1993 e 1995). A estruturação geral é representada por bandamento, xistosidade, feições de transposição e lenticularização resultantes de imbricamento tectônico. Estes foram acompanhados por metamorfismo regional, migmatização por injeção e anatexia, produzindo fortes imbricações e fazendo com que fragmentos do embasamento aparecessem entremeados entre si e com as rochas supracrustais (Zanardo 1987, Hasui et al., 1988 e Zanardo et al, 1990). Dessa forma, nem sempre é possível diferenciar, com segurança, rochas granitóides e ortogneisses, oriundos de retrabalhamento das rochas arqueanas, das geradas por anatexia das supracrustais ou constituídas pela mistura de material anatético das supracrustais com as infracrustais.

6.5.4.A. Quartzitos

Na região de estudo, esses litotipos ocorrem formando lentes contínuas e descontínuas, com direções predominantemente N-S a NE/SW, intercaladas com outros litotipos, especialmente na unidade cartografada com a sigla FQpg, embora apareçam com menor expressão e frequência em outras unidades que contêm rochas metassedimentares.

Os quartzitos ocorrem intercalados com quartzos xistos e xistos aluminosos formando faixas contínuas de espessuras normalmente inferiores a 1 km de largura, com estrangulamentos e rompimentos nas extremidades gerando corpos lenticulares delgados e alinhados, os quais apresentam, localmente, dobras de arrasto, isoclinais a abertas. Intercalados com estas rochas, não separáveis em escalas menores que 1:25.000, aparecem, ainda, gnaisses quartzo-feldspáticos, rochas calcissilicáticas, anfíbolitos e mais raramente rochas metaultramáficas.

Na área, os corpos mais expressivos aparecem constituindo as serras dos Feixos e do Fundão (porção sudeste da Folha Amparo), do Bico do Bugio, dos Godóis, Negra (porção central da Folha Socorro) e alguns alinhamentos de relevo que passam a leste da cidade de Monte Alegre, e oeste de Socorro. Devido à continuidade desses corpos e o realce textural em fotografias aéreas, essas rochas constituem elementos básicos para o entendimento da estruturação da área. Essa associação petrográfica é responsável pelo relevo mais acidentado e pelas maiores altitudes da área.

O teor de mica (muscovita e secundariamente biotita) varia, configurando quartzitos micáceos, ortoquartzitos e quartzos xistos. Alguns níveis são feldspáticos, com ou sem evidências de infiltração granítica. Os estratos de ortoquartzitos exibem espessuras decimétricas a métricas, muito raramente decamétricas, e estão intercalados de maneira rítmica com os outros tipos de quartzitos, xistos ou mesmo gnaisses. Os quartzitos micáceos e quartzos xistos são mais frequentes que os ortoquartzitos e o contato com os outros litotipos é abrupto a transicional, dado pela repetição rítmica entre as rochas envolvidas.

Apresentam textura granoblástica orientada denteada (engrenada) a lobulada, normalmente rica em domínios de textura em mosaico de granulação mais fina (produto de recristalização) e mais raramente domínios de textura lepidoblástica e cataclástica, ou em moldura. Os aspectos texturais, associados aos microestruturais e aos mineralógicos, evidenciam atuação de deformação eminentemente dúctil compatível com a fácies anfíbolito, superposta por deformação em estado dúctil-frágil, esta responsável pela reativação dos planos de foliação gerados em condições térmica superiores, bem como pela geração local de microfalhas e fraturamentos, por onde circularam fluidos hidrotermais que catalisaram a neomineralização de epidoto, clorita, pirita, hidróxidos, etc.

Encontram-se, freqüentemente, milonitizados e mostram, às vezes, aspectos vítreos, quando frescos, e quando parcialmente alterados dão origem a um material quartzoso muito fino de aspecto leitoso.

O ortoquartzito exibe estrutura maciça a finamente laminada, cores esbranquiçadas, cremes ou cinzas, granulação fina a grossa, na dependência da deformação e recristalização, e ocorre, normalmente, nas partes centrais dos horizontes mais espessos.

Os quartzitos micáceos e quartzos xistos ocorrem intimamente associados transicionando-se entre si, em função do aumento do teor de mica e/ou do grau de deformação dúctil. Apresentam estrutura foliada a xistosa, marcada por cristais alongados a lenticulares de quartzo e micas bem orientadas, que normalmente estão concentradas em lâminas descontínuas e subparalelas à orientação. O feldspato (microclínio e/ou oligoclásio/albita) aparece em teores variados, chegando a configurar tipos que podem ser denominados de metarcósios. Todavia, em alguns casos, os feldspatos podem ter sido injetados nessas rochas, durante evento de migmatização regional. A biotita também pode estar presente nesses litotipos, em quantidades variadas, porém, normalmente como acessório.

De modo geral, exibem cores claras, cinzentas, cremes ou amareladas. Os termos alterados são normalmente amarelados e estão, freqüentemente, manchados por hidróxidos de ferro.

Constituindo a mineralogia dessas rochas, além dos minerais já citados, foram observados: minerais opacos (magnetita, ilmenita, goethita e hematita), granada, sillimanita (fibrolita), zircão, turmalina, apatita, allanita, epidoto, clorita e monazita. Na maioria das lâminas estudadas, os maiores cristais de quartzo, devido a sua forma alongada e relação de contatos, evidenciam uma deformação dúctil compatível com a fácies anfíbolito e apresentam lamelas de deformação associadas à forte extinção ondulante e acompanhadas de recuperação grosseira, formando difusos subgrãos, e recristalização fina nos limites dos cristais ou locais de concentração da deformação, sugerindo reativação compatível com temperaturas da ordem de 290 °C (Kruhl, 1986).

6.5.4.B. Mica xistos

Esta denominação está sendo utilizada para englobar rochas com forte xistosidade, quantidades inferiores a 20% de feldspato e superiores a 20% de filossilicatos, com ou sem teores significativos de sillimanita.

Esse litotipo ocorre espalhado por toda a região, incluso em outras rochas, ou unidades de mapeamento, sob a forma de lentes ou leitos intercalados concordantemente com as outras rochas. É muito mais freqüente, porém, em associação

com os quartzitos, formando faixas facilmente delimitáveis com auxílio de fotointerpretação. Cabe ressaltar que algumas lentes de biotita xistos, com ou sem anfibólios, que ocorrem inclusas em gnaisses graníticos ou migmatitos. São produto de transformação metassomática de anfibolitos e de lentes de rochas metaultramáficas.

Possuem espessuras que variam de decímetros a algumas centenas de metros e encontram-se, normalmente, bastante intemperizados, gerando topografias que se destacam pela sua maior suavidade, quando não muito quartzosos ou com intercalações de quartzitos. Devido à intensidade elevada de intemperismo, é difícil a delimitação dos corpos maiores e o volume constituído por estas rochas pode ser subestimado. O produto de alteração apresenta cor vermelha-forte a amarela-forte e material argiloso a argilo-arenoso.

Caracterizam-se pelo acentuado desenvolvimento de estrutura xistosa, estrutura esta que, freqüentemente, encontra-se crenulada, ondulada e/ou corrugada. Possuem cor cinza-escuro a preto ou cinza-esverdeado; granulação média a grossa; estrutura xistosa a gnáissica; textura lepidoblástica e/ou nematoblástica com variações, na dependência da composição, que levam à textura granoblástica orientada ou porfiroblástica e, em vários casos, aparecem leitons lepidoblásticos ou nematoblásticos intercalados com leitons granoblásticos. Superposta à foliação, ocorre, localmente, uma outra deformação, formando estrutura lenticular e ocelar.

Em consequência da segregação metamórfica, aparecem leitons de quartzo e/ou pegmatitos, concordantes com a xistosidade e mais raramente discordantes, de espessuras centimétricas a métricas, sendo que as espessuras métricas são bastante raras. Os pegmatóides são menos abundantes e espessos que os corpos de quartzo, de um modo geral. Os corpos de quartzo e pegmatitos são lenticulares, formam bolsões e muitas vezes exibem "boudinagem" e microdobramentos. Outro aspecto marcante dessas rochas é a presença de forte lineação de estiramento, mineral e/ou de intersecção.

Essas rochas são compostas basicamente por quartzo, biotita e muscovita, minerais que normalmente estão presentes em proporções variadas, chegando a estarem presentes em quantidades inferiores a 2%. Outros minerais que podem estar presentes como constituintes essenciais, acessórios ou mesmo estarem ausentes são: granada, que chega em alguns casos a atingir 3 cm de diâmetro, hornblenda, feldspatos (microclínio, oligoclásio/andesina ou albita), sillimanita (prismática a fibrosa) e clorita. Como minerais acessórios e/ou secundários aparecem: cianita, zircão, minerais opacos, carbonatos, turmalina, apatita, titanita, epidoto, allanita e monazita. Em alguns tipos de tendência calcissilicática (protólitos margosos), podem ser encontrados clinopiroxênio, cummingtonita/grunerita e/ou hornblenda e actinolita.

6.5.4.C. Gnaisses e fels calciossilicáticos

Essas rochas aparecem associadas a quartzitos e xistos e como intercalações nos gnaisses graníticos. Formam corpos lenticulares, de espessuras centimétricas a decamétricas e em escala de afloramento chegam a formar bancos métricos. Apresentam contatos abruptos ou gradacionais com as rochas encaixantes, especialmente as de natureza metassedimentar, marcados por variações mineralógicas e estruturais no sentido dos xistos, paragnaisses, anfibolitos e anfibólio xistos, sugerindo gradações entre estes litotipos. Com as rochas ortoderivadas, de natureza granítica, o contato é predominantemente brusco, todavia, com certa frequência, aparece contato gradacional marcado por reação de assimilação.

Apresentam cores cinza-esverdeado, verde-pálido a verde-escuro, na dependência da mineralogia, granulação média a grossa, textura granoblástica a nematoblástica e a estrutura varia de isotrópica (maciça) a bandada, gnáissica e xistosa.

A mineralogia e a proporção volumétrica desses minerais são bastante variadas. Um mineral essencial em um tipo, pode estar ausente no outro, ou presente apenas como acessório, aparecendo litotipo praticamente monominerálico a base de clinopiroxênio ou anfibólio. Os minerais observados como constituintes essenciais dessas rochas são: quartzo, plagioclásio (bytownita, labradorita, andesina ou oligoclásio e, às vezes, anortita), diopsídio-hedenbergita, biotita magnésiana, hornblenda cálcica, tremolita-actinolita, cummingtonita-grunerita, escapolita, granada, clinozoisita-pistacita e microclínio. Os principais acessórios são: carbonatos, minerais opacos (magnetita e pirita), titanita, apatita, muscovita, allanita e, mais raramente, zircão, rutilo e turmalina. Aparecem, ainda, como minerais secundários, clorita e sericita. Localmente, nos gnaisses graníticos e granitóides, aparece corpo elíptico a arredondado, composto basicamente por quartzo, plagioclásio cálcico (bytownita/anortita) e clinopiroxênio, com estrutura maciça (*fels*) a levemente foliada.

6.5.4.D. Paragnaisses

No mapa geológico (Anexo1) aparece em maior quantidade na associação Fqpc. Os gnaisses interpretados como oriundos de protólitos metassedimentares (grauvacas e possíveis rochas vulcanoclásticas) são frequentes na região em estudo em associação com rochas tipicamente metassedimentares ou não. Constituindo esses litotipos foram encontrados granada-biotita gnaisses com ou sem hornblenda, biotita gnaisses micáceos, biotita gnaisses e biotita-hornblenda gnaisses.

Os *granada-biotita gnaisses* aparecem sob a forma de corpos tabulares a lenticulares, de espessuras que variam de decímetros a centenas de metros, intercalados concordantemente com as outras rochas metassedimentares ou ortoderivadas. Na maioria dos afloramentos, encontram-se bastante intemperizados, aparecendo apenas material arenoso, areno-argiloso, de coloração avermelhada a amarelada ou ocre, rico em nódulos relativamente esféricos de cor preta a ocre (manganês e/ou limonita), de dimensões milimétricas a centimétricas (chega a 3 cm de diâmetro). Apresenta contato transicional com os xistos psamo-pélficos ou com os gnaisses quartzo-feldspáticos ricos ou pobres em máficos. Apresentam estrutura gnáissica a xistosa e, localmente, de migmatitos acamados, com predominância de paleossoma em relação ao neossoma, com composições variando de tonalítica a monzogranítica. A textura é predominantemente granoblástica, inequigranular a porfiroblástica, com domínios lepidoblásticos, nematoblásticos e poiquiloblásticos e a granulação é normalmente média. São compostos basicamente por: quartzo, oligoclásio, biotita e granada, podendo estar presentes ainda, como minerais essenciais: microclínio, muscovita e, mais raramente, hornblenda, sillimanita, turmalina e cianita. Outros minerais primários que aparecem apenas como acessórios são: apatita, zircão, rutilo, allanita, minerais opacos e titanita. Como secundários foram reconhecidos: clorita, epidoto, sericita, goethita e pirita.

Foram denominadas de *biotita gnaisses micáceos*, rochas de estrutura xistosa a gnáissica, com mais de 20% de feldspatos e normalmente mais de 15% de biotita e/ou muscovita. São rochas de cor cinza-escuro, às vezes, com tonalidades esverdeadas, compostas por manchas milimétricas a submilimétricas, orientadas, de matiz cinza-claro, envolvidas por material de matiz cinza-escuro a preto, que forma filetes anastomosados bem orientados, gerando freqüentes sigmóides, com o matiz mais claro no centro. Esses litotipos são relativamente raros e ocorrem sob a forma de corpos lenticulares, de espessuras decimétricas a decamétricas, encaixados em outros gnaisses e xistos, com os quais, normalmente, apresentam contatos gradacionais, marcados pela diminuição de mica ou aparecimento de teores razoáveis de granada ou hornblenda, no contato com outros gnaisses, e com os xistos a transição se dá pela diminuição dos feldspatos. São compostos basicamente por quartzo, plagioclásio e biotita.

Os *biotita gnaisses* e *biotita-hornblenda gnaisses* aparecem intimamente associados, constituindo intercalações, contínuas ou não, na forma de leitos, camadas e mais raramente lentes, com espessuras variando de alguns centímetros a até dezenas de metros. Os *biotita gnaisses* predominam amplamente sobre os *biotita-hornblenda gnaisses*.

De modo geral, são rochas de estrutura gnáissica bem desenvolvida, caracterizada por alternância de leitos claros e escuros, geralmente persistentes ao nível

de afloramentos, resultando, no conjunto, estruturas bandadas, fitadas e/ou finamente laminadas. Tanto os leitos claros como os escuros mostram intensa foliação. Os leitos escuros apresentam cores cinza-esverdeado a verde-acastanhado, enquanto os claros são cinza-esbranquiçados, que por intemperismo adquirem, respectivamente, cores avermelhada a ocre, na dependência do teor de anfibólio e biotita, e esbranquiçada. A granulação varia de fina a grossa, porém é predominantemente média.

Os leitos escuros são fortemente foliados e enriquecidos em biotita e/ou hornblenda, tendo como outros minerais essenciais o oligoclásio cálcico/andesina, quartzo em menor proporção e, esporadicamente, microclínio. A composição global varia dentro dos campos dos granodioritos, tonalitos, quartzo monzodiorito e quartzo diorito. O índice de coloração vai de leucocrático a melanocrático, a espessura é submilimétrica a centimétrica e, no geral, são menos espessos que os leitos claros.

Os leitos claros são menos foliados, empobrecidos em máficos (leucocráticos a hololeucocráticos) e constituídos predominantemente por: oligoclásio, microclínio e quartzo, exibindo composições mozograníticas a granodioríticas. Localmente, exibem feições migmatíticas, geradas por anatexia e/ou injeção de material granítico.

Como minerais acessórios podem estar presentes: zircão, muscovita, allanita, titanita, clinopiroxênio, apatita, minerais opacos e granada e, como secundários, epidoto, clinozoisita, sericita, clorita, carbonato e pirita.

6.5.5. ORTOGNAISSES, GRANITÓIDES E MIGMATITOS RELACIONADOS AO COMPLEXO ITAPIRA

Esses litotipos ocupam a maior parte da área em estudo e aparecem envolvendo as demais rochas descritas, excetuando o microgranito, metabasalto e as rochas hidrotermais e/ou metassomáticas, e podem ser divididos em gnaisses oftalmíticos, gnaisses graníticos (monzograníticos a sienograníticos) e migmatitos evoluídos (homogêneos), cinza a róseos, com grau variável de remigmatização, principalmente rósea, sin- a pós-gnaissificação.

6.5.5.A. Gnaisses oftalmíticos

Ocorrem sob a forma de corpos tabulares de espessuras métricas a decamétricas, intercalados com outros tipos de gnaisses, metassedimentos e migmatitos, com os quais exibem contato brusco a gradacional. Apresentam estrutura gnáissica maculada, homogênea a difusamente bandada, e textura porfíroide a porfiroclástica, com megacristais, tanto ocelares (bem estirados) como idiomórficos, constituídos por feldspatos cinzas-claros ou rosados. Os megacristais exibem geminação "Carlsbad" e granulação média entre 1 e 2 cm, podendo, esporadicamente, atingir 5 cm e estão orientados segundo a estruturação geral.

A matriz é composta basicamente por oligoclásio, microclínio, quartzo, biotita e, às vezes, hornblenda. Possui granulação média a fina, normalmente é bem foliada e por vezes xistosa. De modo geral, a matriz e a foliação tendem a moldar-se de forma a contornar os megacristais ou porfiroclastos, gerando freqüentes estruturas sigmoidais. A proporção de megacristais em relação a matriz é bastante variada, com alta ou baixa concentração de megacristais, de uma banda para outra, ou mesmo dentro de um único leito. Os megacristais, dispõem-se, às vezes, de maneira orientada, gerando estruturas em "rosário" e freqüentemente aparecem leitões desprovidos de cristais maiores.

A composição dessas rochas situa-se nos campos dos monzogranitos e granodioritos. Os termos mais plagioclásiticos, contêm, normalmente, biotita e hornblenda, ao passo que os mais graníticos apenas biotita. O índice de coloração varia de 5 a 30% de máficos, com média da ordem de 10%. Os principais acessórios são: titanita, muscovita, zircão, apatita, minerais opacos, rutilo, granada, e os principais secundários são representados por clorita, epidoto, albita, muscovita/sericita e carbonatos.

6.5.5.B. Gnaisses graníticos

Os gnaisses graníticos ocorrem intercalados ou envolvendo rochas metassedimentares, anfibolitos e rochas metaultramáficas. Transiciona para migmatitos sin- a pós-cinemáticos ao evento neoproterozóico. Possuem coloração rosa, normalmente de tonalidade fraca, ou cinza em certas regiões. Ocorre na forma de camadas, lentes ou faixas com espessuras bem variadas, chegando a atingir até dezenas de metros, envolvendo ou embutidos em outros litotipos, em especial biotita e hornblenda gnaisses e migmatitos.

Esses litotipos diferenciam-se dos demais gnaisses por apresentarem baixos teores de minerais máficos (normalmente menos de 7%), excetuando-se em algumas bandas onde podem atingir teores pouco superiores. Exibem estrutura discretamente foliada a

maciça, tendendo a um bandamento difuso, e textura predominantemente granoblástica.

A foliação e o tênue bandamento são gerados pela presença de lâminas ou leitos enriquecidos em máficos isorientados, intercalados ritmicamente com leitos compostos quase que exclusivamente por feldspato e quartzo, de cor cinza e/ou rósea. Podem ocorrer, ainda, lâminas enriquecidas ou compostas por grandes cristais alongados de quartzo, ou leitos compostos essencialmente por feldspatos, sugerindo a presença de cristais maiores estirados e recristalizados, ou pela variação na granulação, exibindo delgados leitos paralelos entre si, e maior ou menor granulação. Nos litotipos onde o bandamento não é visível, a foliação e a lineação são geradas pelas orientações difusas dos máficos e dos cristais inequidimensionais de quartzo (estirados) e, mais raramente, de feldspatos. Nessas rochas, podem aparecer, também, porfiroblastos ou porfiroclastos de feldspato potássico e restos de estruturas migmatíticas, principalmente do tipo *schlieren*, nebulítica e acamada, que escaparam parcialmente do processo de gnaissificação.

A cor dessas rochas depende do tipo e da proporção do feldspato potássico presente, o qual pode ser cinza ou róseo. O intemperismo sobre essas rochas produz, de modo geral, material areno-caulinítico, esbranquiçado a creme, facilmente transportável pelas águas pluviais, ocasionando freqüentes ravinamentos.

A composição varia de sienogranítica a granodiorítica, raramente quartzomonzonítica, porém com um amplo domínio da composição monzogranítica. Como minerais essenciais aparecem: quartzo, microclínio, oligoclásio, biotita, hornblenda hastingsítica e muscovita, sendo que, dos três últimos, apenas a biotita sempre está presente, os outros dois aparecem esporadicamente com teores variáveis. Os principais acessórios são: zircão, apatita, titanita, granada, turmalina, minerais opacos e allanita e; os principais secundários são: clorita, sericita/muscovita fina, epidoto, clinozoisita, carbonato, pirita, goethita e limonita.

6.5.5.C. Granitóides e migmatitos sin-cinemáticos à deformação neoproterozóica.

Sob essa denominação foram agrupadas rochas hololeucocráticas a leucocráticas que, em afloramentos ou amostras de mão, apresentam estruturas migmatíticas reconhecíveis. As estruturas migmatíticas mais comuns são nebulíticas, *schlieren*, difusamente acamada e flebíticas, as quais encontram-se parcialmente transpostas. Apresentam granulação média, mobilizados de coloração rosada, estão intimamente associadas aos gnaisses graníticos e apresentam intercalações de rochas metaultrabásicas e/ou metaultramáficas e "biotititos". Com os gnaisses graníticos

apresentam contato gradacional, originado pela destruição das estruturas migmatíticas. Já com os demais litotipos apresentam contato brusco ou tectônico.

As estruturas são desenhadas por difusa concentração de minerais máficos sob a forma de filetes, lentes e bandas, que se intercalam de maneira aleatória a rítmica, com porções cinzas ou rosadas. As porções rosadas formam, freqüentemente, lentes, filetes, bandas descontínuas e manchas irregulares, em material cinza-claro, com o qual apresentam contatos nítidos e mais comumente difusos (gradacionais). O material quartzo-feldspático neossomático apresenta graus variados (forte a ausente) de gnaissificação, evidenciando processo de migmatização sin-deformacional. A foliação, gerada pela orientação dos minerais máficos (biotita e, às vezes, hornblenda hastingsítica), quartzo alongado e mais raramente feldspatos inequidimensionais, é desenvolvida em graus variáveis mesmo em amostra de mão.

A composição predominante é monzogranítica seguida pela granodiorítica, aparecendo porções sienograníticas e mais raramente tonalíticas. Os termos mais básicos correspondem a seções delgadas confeccionadas onde a porção "mesossomática ou melanossomática" perfaz a maior parte do volume, ou até mesmo a totalidade. A composição e a mineralogia dessas rochas são idênticas às dos gnaisses graníticos, estando os minerais essenciais representados por: quartzo, microclínio e biotita, cabendo ressaltar que esta última aparece, freqüentemente, com teores inferiores a 5%. Como acessórios são encontrados muscovita, hornblenda hastingsítica a tschermarskítica, titanita, zircão, apatita, allanita, minerais opacos, granada e turmalina. Desses minerais, a muscovita e o anfibólio podem atingir, de maneira localizada, mais de 5% do volume. Os minerais secundários encontrados foram: clorita, sericita, clinozoisita, epidoto, leucoxênio, pirita, carbonato, goethita e limonita.

Completando o quadro de rochas que compõem o conjunto crustal, destaca-se a presença de magnetita-grunerita quartzito, interpretado como formação ferrífera, posicionado a norte do Rio do Peixe à WSW de Águas de Lindóia, descrita por Artur (1980) e Zanardo (1987), a ocorrência de mármore referida por (Ebert, 1971) e de grafita xisto associado a rochas calciossilicáticas, ao redor do corpo lenticular de mármore, que já foi objeto de exploração, na Fazenda Fortaleza, região central da Folha Águas de Lindóia (Zanardo, 1987), posicionado a norte do mapa geológico em anexo (Anexo1).

7. LITOQUÍMICA

Para os estudos litoquímicos, foram analisados os elementos maiores e menores, na forma de óxidos, (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ferro total na forma de Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) e os traços (Ba, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ni, Cu, Cr) no Labogeo (Laboratório de Geoquímica) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista (IGCE, UNESP).

Além dos dados obtidos neste trabalho, foram aqui incluídas análises obtidas entre o ano de 2000 e 2003, de Oliveira et al. (1998) e Lazarini (2000), cujos resultados seguem anexados (anexo 5). Dos trabalhos de Oliveira et al. (1998) e Lazarini (2000) separou-se os resultados litoquímicos de rochas máficas e ultramáficas encontradas dentro da área de estudo deste doutorado, cujos locais de coleta compilados (Anexo 3) podem ser visualizados no Mapa de Pontos (Anexo 2).

Para a análise dos elementos terras-raras, as amostras foram selecionadas considerando-se a distribuição na área e o teor de MgO , neste caso, foram separadas nos intervalos 6-8 %, 8-10%, 10-12%, 12-14%, 14-16%, 16-18%, 18-20%, 20-22%, 22-24%, 24-26%, 26-28%, 28-30%.

As amostras foram separadas em máficas e ultramáficas e divididas em três grupos: provenientes da Serra das Águas Claras, de Arcadas e de outros corpos isolados entre as duas primeiras áreas.

Utilizou-se diagramas tipo Fenner, de óxidos e elementos traços contra MgO , diagramas multielementos (*spidergrams*) e diagramas de elementos terras-raras, os dois últimos normalizados ao condrito C1 (Evensen et al., 1978). Classificou-se as rochas máficas segundo Cox et al. (1979), Pearce (1975) e Irvine & Baragar (1971).

O comportamento do SiO_2 em relação ao de MgO (Figuras 7.4. e 7.5.), mostra uma dispersão relativamente grande, com ligeira diminuição da sílica com o aumento do teor de óxido de magnésio, esperava-se uma diminuição mais acentuada. Chama a atenção, porém, o fato de, para algumas amostras, o valor de sílica manter-se aproximadamente o mesmo com o aumento do magnésio, fato esse observado discretamente nos dados de Arcadas (Figura 7.5.). Para algumas rochas talcificadas da Serra das Águas Claras e de Arcadas a tendência é inversa (aumento do teor de sílica com o do MgO), o que sugere a entrada de sílica no sistema e saída de cálcio, ferro e titânio. Em Arcadas, isso é bem menos evidente, todavia o processo de talcificação foi constatado em algumas amostras, além da presença de veios e bandas silicosas.

Para o Al_2O_3 , um grupo de amostras de rochas ultramáficas da região de Arcadas destaca-se da tendência de diminuição desse óxido com o aumento do teor de MgO (Figura 7.5.). Petrograficamente, essas amostras possuem biotita/flogopita e clorita em sua composição e outras estão associadas ao hidrotermalito, composto por minerais como quartzo, sillimanita, fibrolita e gedrita. Esse fato pode ser um indício do aporte hidrotermal de alumínio para as ultramáficas encaixantes dessas bandas silicosas.

Quanto ao cálcio, para as amostras de Arcadas, Peloggia (1990), atribuiu teores mais altos de CaO e de Al_2O_3 aos anfibolitos bandados. Neste trabalho, verificou-se que, além do plagioclásio dos anfibolitos foram encontrados, epidoto, carbonato, plagioclásio bastante cálcico associado com diopsídio, este pode estar associado também a anfibólio cálcico, o que eleva o teor de CaO. As amostras com alto magnésio e baixo CaO estão talcificadas em maior ou menor intensidade. As de maior teor em MgO são as que também estão mais hidratadas.

Todos os elementos maiores apresentam relacionamento inverso, mais ou menos definidos, em relação ao magnésio (Figuras 7.4. e 7.5.), excetuando a sílica, que para rochas ultramáficas talcificadas apresentam o teor de sílica aumentando com o teor de alumínio. De um modo geral, as rochas mais magnesianas são mais ricas em minerais mais hidratados (clorita, talco e serpentina).

As amostras dos corpos menores entre as duas áreas de concentração (Serra das Águas Claras e Arcadas) têm maior teor em álcalis. As amostras de Arcadas e da Serra das Águas Claras com teor um pouco mais elevado de álcalis têm biotita/flogopita na composição. Na petrografia, observou-se que parte desse potássio pode ter sido perdida devido à cloritização e vermiculitização da biotita, em processos retrometamórfico e de alteração supergênica recente, o que pode levar a uma falsa interpretação dos resultados: baixo potássio para se falar em metassomatismo, o que não é condizente com dados de campo (Figuras 7.4. e 7.5.).

Para os elementos traços, observou-se correlação positiva, ou seja, enriquecimento de Cr e Ni com o aumento do teor de MgO, à exceção de algumas amostras de rochas ultramáficas cujo teor de Cr não acompanha o de MgO (muito alto magnésio) (Figura 7.5). Nessas amostras, principalmente as com certo grau de talcificação, verificou-se que, nesse processo, são formados minerais opacos, dentre eles, cromita. Portanto, essa diferença no teor de cromo pode ser explicada por amostras com e sem cromita. Outro aspecto que pode ter ocorrido com estas rochas mais magnesianas é a formação de cumulado de cromita, fato que teria diminuído o teor desse elemento da rocha e concentrado em níveis cumuláticos. Cabe ressaltar que nas análises de microsonda identificou-se a presença de cromita, todavia nos trabalhos de campo não foram observados cumulatos de cromita ou litotipos ricos nesse mineral.

Em relação ao Sr, Nb e Zr, observa-se uma difusa correlação negativa, com difusão maior dos valores para os termos mais pobres em magnésio, especialmente no caso do Sr, o que sugere abertura do sistema, em alguns casos de forma marcante, para este elemento (Figuras 7.4. e 7.5.).

Tanto as amostras analisadas por Peloggia (1990) quanto nesse trabalho, aquelas com maior teor em Sr, Nb e Zr, são anfíbolitos bandados e granadas anfíbolitos. Também se constatou, nesse trabalho, que essas rochas podem ser anfíbólio xistos com veios de quartzo e zircão associado. No caso do Sr, rochas com clinopiroxênio e clinofanfíbólio cálcico, epidoto, carbonato.

Nos diagramas de classificação e nos de discriminação de basaltos para as rochas máficas (Figuras 7.1. – 7.3.), observa-se que as análises aproximam-se do campo de basaltos (Cox et al., 1979, figura 7.1.) subalcalinos (Irvine & Baragar, 1971, figuras 7.2) de fundo oceânico (Pearce, 1975, figuras 7.3). As amostras que fogem a essa regra (campos: basaltos-andesitos, andesitos, basaltos alcalinos) correspondem a granada anfíbolitos e quartzo anfíbolitos.

Os elementos traços sugerem contaminação crustal, uma vez que suas magnitudes não podem ser explicadas simplesmente por diferenciação magmática (Figuras 7.6. e 7.7.). Quando normalizadas ao condrito, percebe-se forte anomalia negativa de Rb e Sr, apesar do enriquecimento, tanto para os dados de Peloggia (1990) quanto para os desse trabalho. Essas amostras mostram menor enriquecimento quando comparadas com a crosta oceânica, com basaltos de ilha oceânica e crosta continental, porém é nítido o maior teor de Cr e Ni das amostras em relação a esses últimos padrões.

Os padrões de distribuição dos elementos terras-raras e dos elementos incompatíveis, ambos normalizados pelo condrito C1 (Evensen, 1978), mostram anomalia negativa de cério (Figuras 7.8 e 7.9.), o que pode sugerir ambiente oceânico para essas rochas (oxidação pela interação com a água do mar) ou modificações metassomáticas causadas por passagem de fluidos (pneumatolíticos ou hidrotermais) (Zanardo, 2003). A anomalia positiva de európio é mais comum para as rochas com teores de terras-raras mais baixas, aparentemente menos diferenciadas, enquanto que a anomalia de cério é mais comum para as rochas com maior teor de elementos terras-raras. As amostras dos corpos que não pertencem às seqüências da Serra das Águas Claras e de Arcadas estão mais fracionadas e mais enriquecidas em terras-raras leves que as demais, cabendo ressaltar que esses corpos são menores e a petrografia evidencia maior grau de contaminação crustal. Algumas amostras da Serra das Águas Claras e de Arcadas têm curvas subparalelas, porém mais enriquecidas, que à do condrito. Aparece, também, em alguns casos, um ligeiro enriquecimento em terras-raras pesados.

Quando comparadas com o padrão de crosta oceânica, com exceção das anomalias negativas de cério e positivas de európio, essas amostras estão menos enriquecidas quando em relação ao condrito e com um enriquecimento de terras raras leves. Quando comparadas com o padrão de crosta continental, as curvas tendem a apresentarem padrão subhorizontal, exibindo grande semelhança com o comportamento das rochas de natureza calcioalcalinas, que constituem os ortogneisses e migmatitos encaixantes. Exibem, portanto, aspecto similar ao apresentado pelos diagramas multielementos, evidenciando que, também a distribuição dos elementos terras-raras, nas rochas máficas e ultramáficas, foi afetada de forma marcante por contaminação crustal.

Padrões bastante aleatórios também são observados, sugerindo que tanto os elementos terras-raras, quanto os traços tiveram comportamento móvel em algum momento da evolução dessas rochas.

O contexto geológico, a petrografia e a litoquímica permitem interpretar que os processos tectono-metamórficos que atuaram na região, provocaram mudanças químicas e mobilidade dos elementos maiores, traços e terras-raras.

Os dados geológicos, petrográficos e litoquímicos sugerem origem magmática subalcalina para as rochas estudadas. As metamáficas que se espalham pelo campo do andesito são aquelas com evidência clara de entrada de sílica no sistema (Figura 7.1.). Grande parte das amostras tem composição similar à dos basaltos de fundo oceânico.

Os dados obtidos, portanto, dão apenas indicações de ambiente, indicando afinidade com basaltos de fundo oceânico, e sugerem que não só os teores dos elementos maiores sofreram modificações devido ao metassomatismo, associado ao metamorfismo de fácies anfíbolito dentro do campo de anatexia e hidrotermalismo, visíveis macro e microscopicamente, mas também os menores, traços e terras-raras.

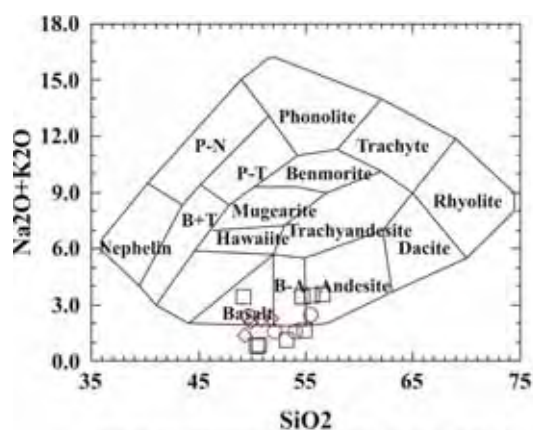


Figura 7.1.: Diagrama $\text{SiO}_2 \times \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, de Cox et al., 1979, para as amostras de rochas máficas estudadas.

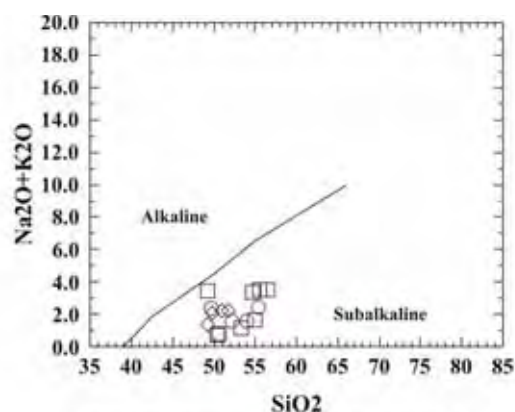


Figura 7.2.: Diagrama $\text{SiO}_2 \times \text{Alcalis}$, de Irvine & Baragar (1971), para as rochas máficas estudadas.

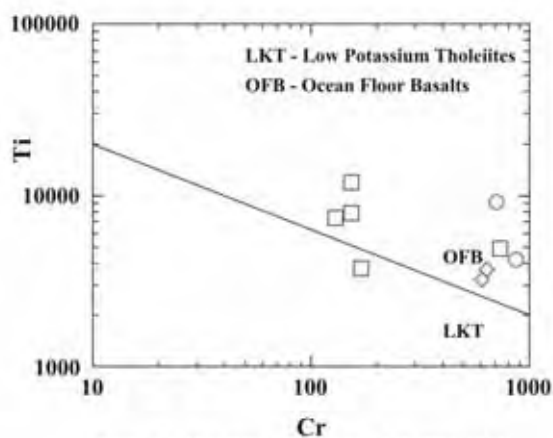


Figura 7.3.: Diagrama $\text{Log Ti} \times \text{Log Cr}$ (Pearce, 1975), para as rochas máficas estudadas.

LEGENDA PARA AS FIGURAS

- Rochas máficas da Serra das Águas Claras
- ◇ Rochas Máficas de Arcadas
- Rochas máficas das ocorrências localizadas entre a Serra das Águas Claras e Arcadas.

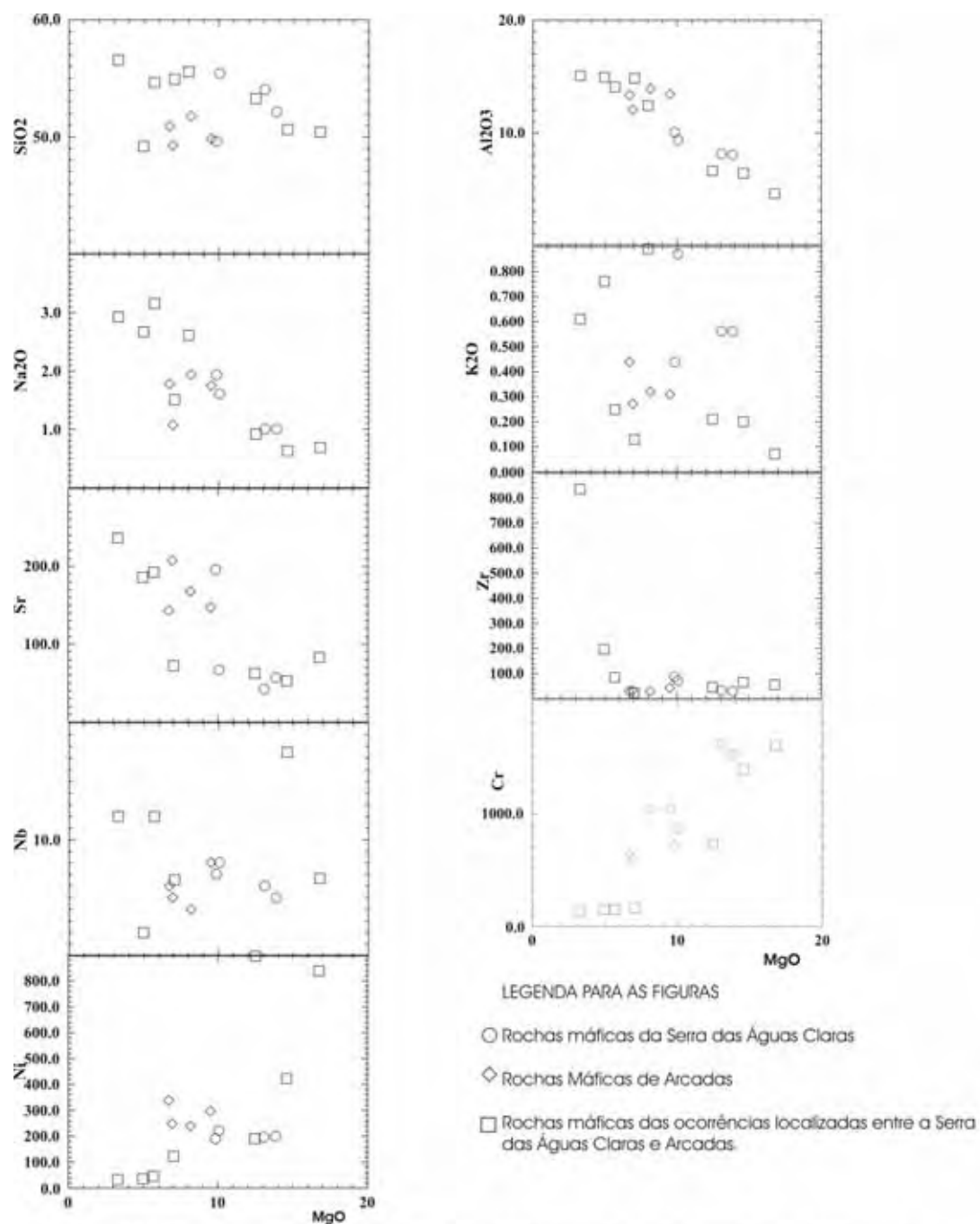


Figura 7.4.: Diagramas de variação química de óxidos e elementos traços das rochas máficas estudadas.

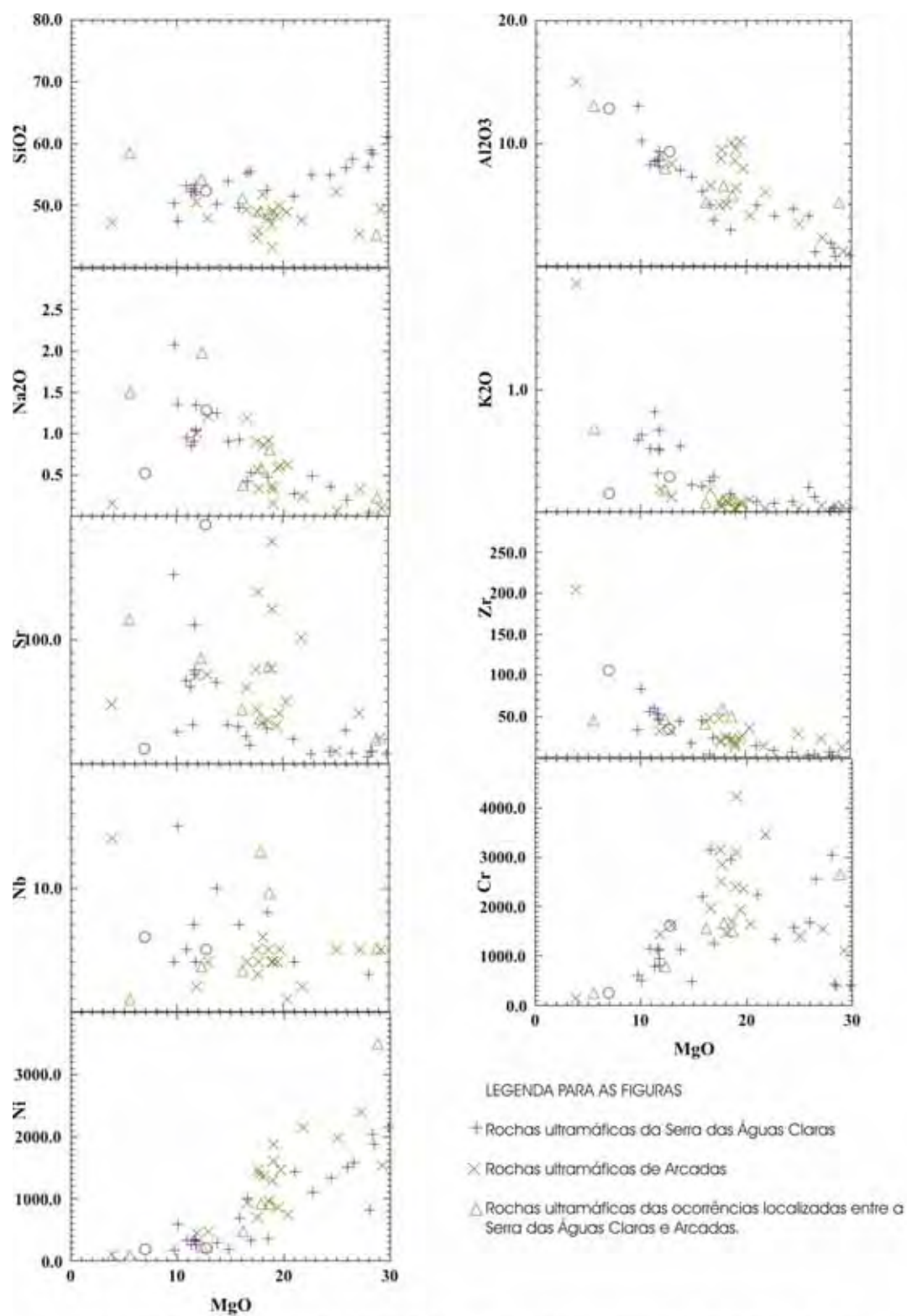


Figura 7.5.: Diagramas de variação química de óxidos e elementos-traços das rochas ultramáficas estudadas.

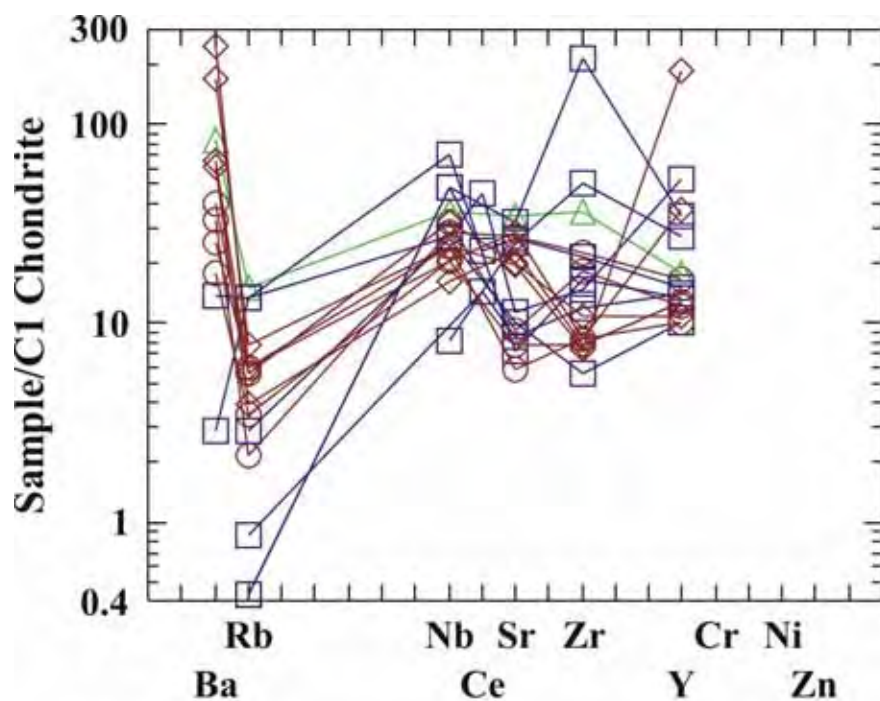


Figura 7.6.: Padrões de distribuição dos elementos incompatíveis para as rochas máficas estudadas.

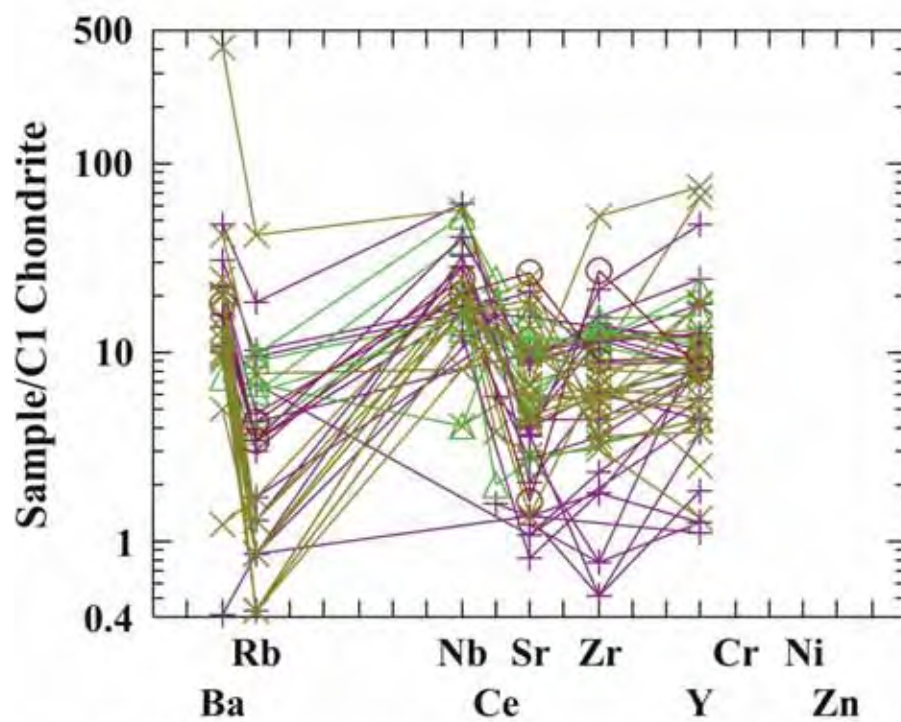


Figura 7.7.: Padrões de distribuição de elementos incompatíveis para as rochas ultramáficas estudadas.

(Legenda como nas figuras 7.4. e 7.5.).

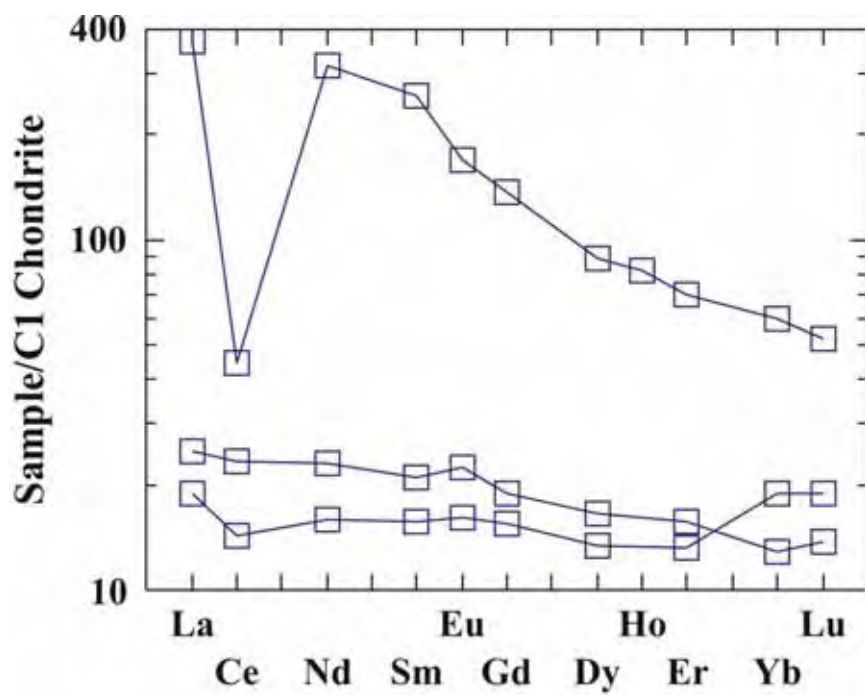


Figura 7.8.: Padrões de abundância dos elementos terras-raras para as amostras de rochas máficas estudadas.

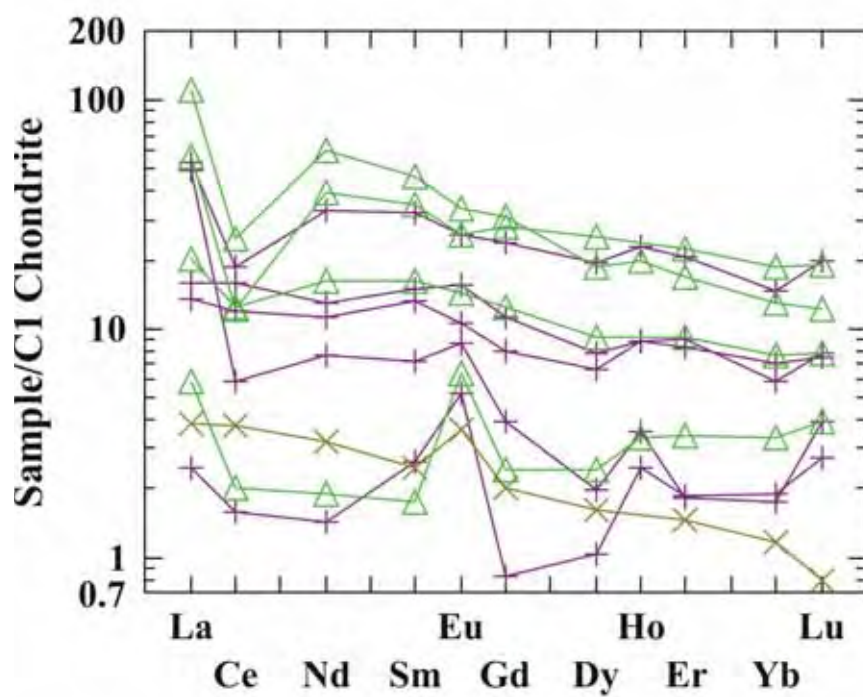


Figura 7.9.: Padrões de abundância dos elementos terras-raras para as amostras de rochas ultramáficas estudadas.

(Legenda como nas figuras 7.4. e 7.5.).

8. QUÍMICA MINERAL

No período compreendido entre abril e maio de 2003, foram realizados estudos de química mineral no Laboratório de Microsonda Eletrônica do Instituto de Geociências da USP, em São Paulo.

Os resultados das análises seguem anexados (anexo 6).

Os anfibólios foram classificados de acordo com Leake et al. (1997; 2003). Para o cálculo da proporção de Fe^{3+} , foram utilizados o método 15-NK e a média dos métodos 15-NK e 13-CNK, os mais apropriados para as análises em questão. O método 15-NK considera como 15 o número total de cátions, excluindo Na e K. O método 13-CNK considera que o número total de cátions seja 13, pois exclui Ca, Na e K. A média entre esses dois métodos é aconselhada para anfibólios cálcicos.

Os resultados com fechamento abaixo de 96 % foram descartados. Embora o fechamento da análise em 96 % ainda seja baixo para anfibólios, optou-se por considerá-lo devido à frequência de resultados ao redor desse valor.

Os piroxênios foram classificados segundo as recomendações da Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais, traduzidas por Garda & Atencio (1990).

8.1. ROCHAS DE ARCADAS.

Na região de Arcadas as amostras de rochas analisadas (AAL-310 E, AAL-385 E, F, AAL-386 G) representam dois anfibólios xistos (AAL-385E), um com plagioclásio, granada e quartzo (AAL-385F) e de metaperidotitos (AAL-310E, AAL-386G).

Os metaperidotitos (amostras AAL-310E e AAL-386G) apresentam dois tipos de clinoanfibólio (Figuras 8.1.1. e 8.1.2.), restos de olivina e ortopiroxênios, além de talco retrometamórfico. O anfibólio cálcico é representado por magnésio-hornblenda e que apresenta uma variação composicional pequena, no sentido do campo da tremolita, catalisada pelo retrometamorfismo. O anfibólio ferro-magnésiano é representado por cummingtonita e que, também neste mineral, existe uma pequena variação na composição. O ortopiroxênio é representado por enstatita (Figuras 8.1.3. e 8.1.4.).

Os cristais de olivina analisados exibem maior conteúdo de ferro em relação à amostra da região da Serra das Águas Claras (Lazarini, 2000), aspecto que é

acompanhado pela composição do ortopiroxênio. A composição do talco mostra ser este normalmente pobre em ferro, de maneira idêntica ao da região da Serra das Águas Claras.

A amostra AAL-385E é composta basicamente por anfibólio cálcico (Figura 8.1.5.), representado por magnésio hornblenda, com variação composicional clara em relação a silício e alumínio, sendo que a composição dos núcleos de alguns cristais aproximam-se do campo da tremolita (Figura 8.1.1.b.). Variação composicional do anfibólio mais marcante foi detectada na amostra AAL-385F, onde o anfibólio é pouco mais rico em ferro e álcalis que o da amostra anterior e as análises definem um nítido *trend*, que atravessa o campo da magnésio-hornblenda e adentra o campo da tschermakita, marcado principalmente pela variação no teor de alumínio e sílica, com leve enriquecimento em magnésio com a diminuição da sílica.

O plagioclásio presente nesta amostra também exibe grande variação composicional. A composição dominante é de andesina, todavia os termos mais cálcicos são representados por bytownita (An 80) e os mais sódicos representados por albita quase pura. Estes dados, especialmente da amostra AAL-385F, demonstram forte modificação na composição dos minerais, catalisada pelo retrometamorfismo.

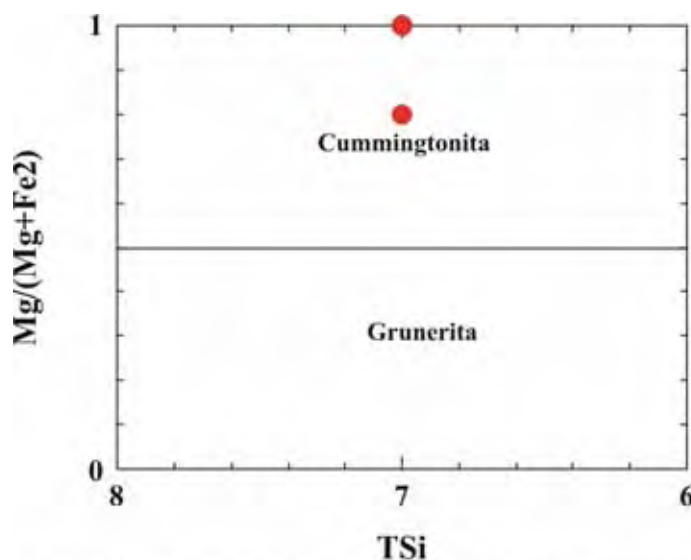


Figura 8.1.1.: Classificação do anfibólio para o metaperidotito representado pela amostra AAL-310 E.
(Parâmetros do diagrama: $(Ca + Na)_i < 1.00$; $(Mg, Fe^{2+}, Mn, Li)_i \geq 1.00$; $Li < 1.00$)

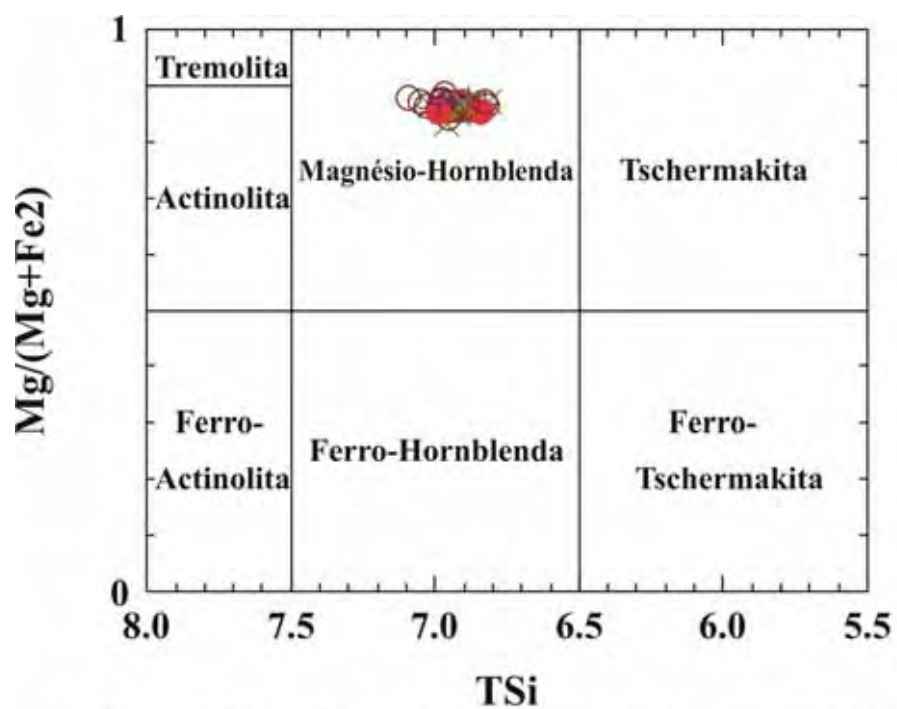


Figura 8.1.2: Classificação do anfíbio do metaperidotito AAL-386 G. (Parâmetros do diagrama: $(Ca_b > 1,50; (Na+K)_A < 0,50); Ca_A < 0,50$)

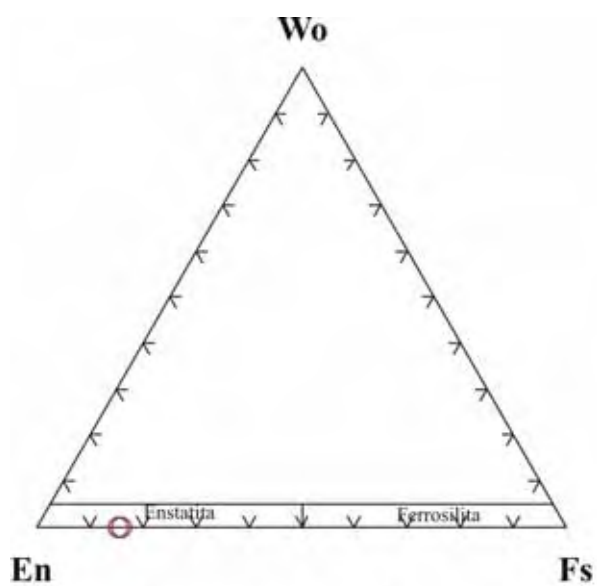


Figura 8.1.3.: Classificação dos cristais de piroxênio da amostra AAL-310 E (Intervalos de composições de piroxênios de Ca-Mg-Fe).

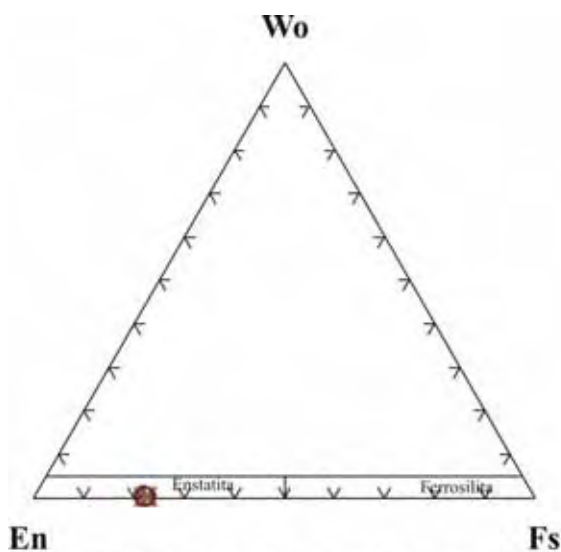


Figura 8.1.4.: Classificação dos cristais de piroxênio da amostra AAL-386 G. (Intervalos de composições de piroxênios de Ca-Mg-Fe).

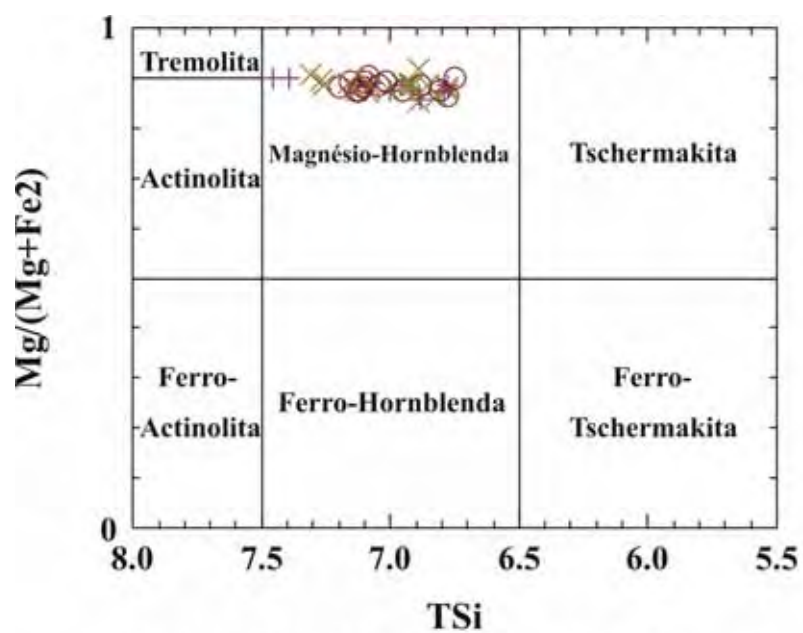


Figura 8.1.5.: Classificação do anfibólio da amostra AAL-385 E. (Parâmetros do diagrama: $(Ca)_y \geq 1,50$; $(Na+K)_x < 0,50$; $Ca_x < 0,50$)

- X Composição da borda do cristal
- + Composição do núcleo do cristal
- O Composição das posições intermediárias entre o núcleo e a borda do cristal
- Composição de inclusões no cristal.

8.2. ROCHAS DA SERRA DAS ÁGUAS CLARAS.

Na região da Serra das Águas Claras as rochas analisadas neste trabalho são representadas pelas amostras de dois anfibólitos xistos (AAL-354 A e AAL-354 B). O primeiro constituído por anfibólio, titanita, opacos, allanita/zircão e quartzo (AAL-354 A) e o segundo por anfibólio, piroxênio, plagioclásio, titanita, quartzo, allanita, opacos e epidoto (AAL-354 B).

A amostra AAL-354 A é constituída de anfibólio cálcico, representado por magnésio-hornblenda a actinolita, composições essas tanto nos núcleos como nas bordas dos cristais. Na amostra AAL-354 B, o anfibólio é cálcico e têm uma variação na sua composição. A maioria das análises indica uma magnésio-hornblenda (núcleo, borda, posições intermediárias e inclusões), adentrando, porém, no campo da actinolita (borda e posições intermediárias dos cristais) (Figura 8.2.1). O piroxênio presente representa um diopsídio (Figura 8.2.2).

O plagioclásio presente nesta amostra (AAL-354 B) exibe, também, variação composicional (Figura 8.2.3.). A composição dominante é a de oligoclásio cálcico a andesina. Os termos mais sódicos são representados por albita quase pura. Várias composições de borda de cristal mostram um enriquecimento na molécula de ortoclásio, podendo representar aporte de potássio no sistema.

Ao se comparar esses dados com os de Lazarini (2000), na mesma região, pode-se concluir que as paragêneses do auge metamórfico foram desestabilizadas durante o retrometamorfismo, e devido à continuidade do processo não foi possível novo equilíbrio mineral, dificultando os estudos termobarométricos.

Os cristais de clinopiroxênio analisados correspondem principalmente a um diopsídio. A borda de um dos cristais apresentou composição de augita.

O talco apresenta pequena variação composicional em relação ao Ferro e Magnésio, sendo que o primeiro sempre ocorre em pequena proporção em relação ao magnésio. Ressalta-se que as análises com maiores teores de ferro, podem ter sido contaminadas pela presença de microcristais de minerais opacos intercrescidos com os cristais de talco.

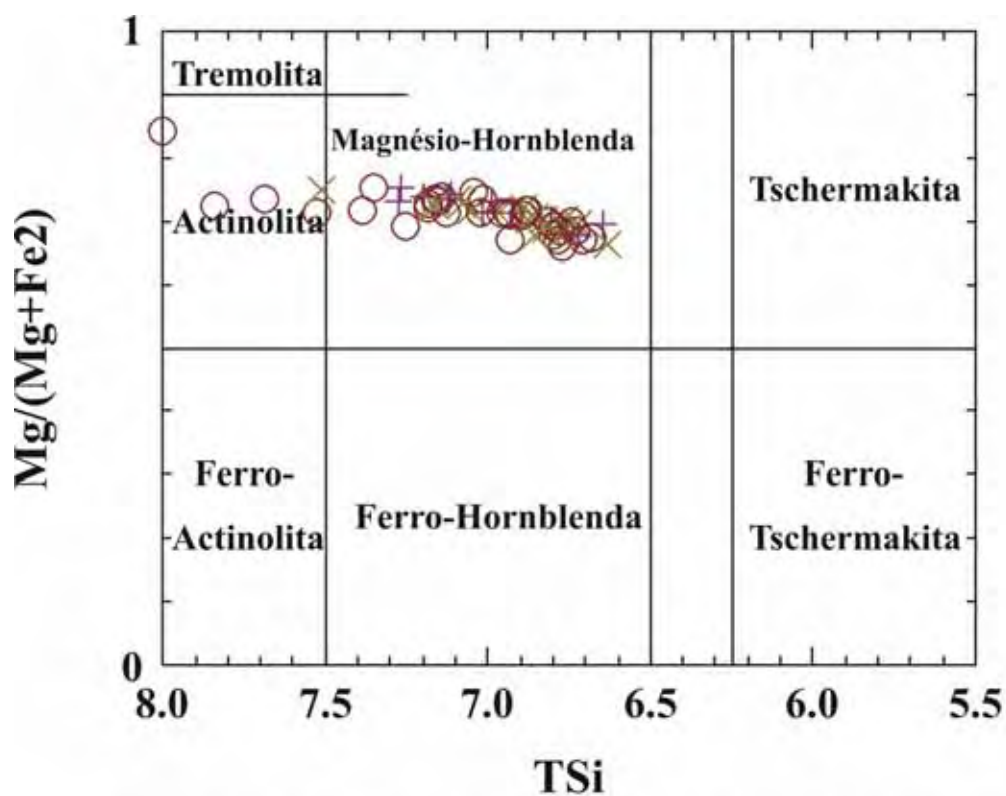


Figura 8.2.1: Classificação do anfíbólio do anfíbólio xisto AAL-354 B. (Parâmetros do diagrama: $(Ca_b) > 1,50$; $(Na+K)_A < 0,50$; $Ca_A < 0,50$)



Figura 8.2.2.: Classificação dos cristais de piroxênio da amostra AAL-354 B (intervalos de composições de piroxênios de Ca-Mg-Fe).

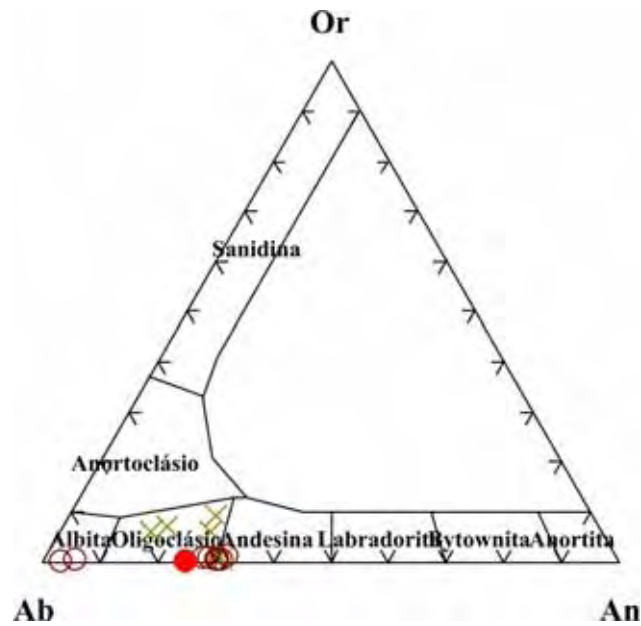


Figura 8.2.3.: Classificação do plagioclásio da amostra AAL-354 B.

- X Composição da borda do cristal
- + Composição do núcleo do cristal
- O Composição de posições intermediárias entre o núcleo e a borda do cristal
- Composição de inclusões no cristal

8.3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

Na análise petrográfica observou-se que nos corpos metaultramáficos da Serra de Águas Claras, as transformações retrometamórficas não permitiram a preservação de olivina e piroxênios. As rochas podem ser mono ou poliminerálicas, tendo como constituintes essenciais: anfibólios magnesianos, da série antofilita-gedrita (ortoanfibólios) e cummintonita-grunerita (clinoanfibólios), e cálcicos magnesianos da série tremolita-actinolita; flogopita; clorita; talco e vermiculita. Corpos com restos de olivina e piroxênios foram encontrados apenas nas imediações, a exemplo do afloramento AAL-323, localizado a leste, onde a lente de metaultramáfica aparece encaixada em metassedimentos. As metamáficas dessa região são compostas basicamente por hornblenda e plagioclásio, podendo esporadicamente aparecer como constituintes essenciais, clinopiroxênio, biotita e granada.

As rochas metaultramáficas e metamáficas da região de Arcadas são representadas por litotipos cujas paragêneses geradas no auge metamórfico estão melhores preservadas.

De um modo geral, os minerais presentes nas rochas da Serra da Águas Claras exibem uma menor variação composicional, sugerindo melhor reestruturação (reequilíbrio) durante o retrometamorfismo, em relação a Arcadas. Este aspecto parece estar relacionado a uma maior passagem de fluidos, fato que possibilitou flogopitização, cloritização e talcificação mais generalizada.

Estudos posteriores de quimismo mineral deveriam incluir a mensuração dos elementos terras-raras na titanita (bastante radioativa em certos locais), allanita ou epidoto, e de certas "inclusões" em anfibólios, observadas em algumas seções, constituídas por carbonatos, com teores em flúor e cloro relativamente altos (até 2 % de Cl e de F). Nestas inclusões, o fechamento das análises foi baixo, indicando que elementos importantes não foram lidos e que poderiam sugerir que esses halogenetos estariam mobilizando elementos traços e até mesmo terras-raras.

9. GEOQUÍMICA ISOTÓPICA E GEOCROMOLOGIA

Inúmeros trabalhos de cunhos isotópicos e geocronológicos já foram realizados na região. Estudos geocronológicos pioneiros podem ser atribuídos a Ebert que, em trabalhos publicados entre 1955 e 1962, expôs a tese de que as rochas metamórficas da região foram estruturadas em dois grandes ciclos tectônicos, que teriam atuado no escudo cristalino brasileiro, correspondendo respectivamente a 1,1-1,3 G.a. e 450-550 Ma. O diastrofismo laurenciano corresponderia ao ciclo mais antigo e o assíntico, ao ciclo mais jovem. O autor assumiu que as rochas mais antigas que a orogênese laurenciana fossem arqueanas, e as rochas originadas entre os dois diastrofismos fossem "algonquianas".

Em 1968, Ebert & Brochini confirmaram a idade assíntica, até baikaliana, para a zona central dos Paraibídes (área situada dentro da bifurcação entre Araxáides e Paraibídes: São José do Rio Pardo, Machado, Pouso Alegre, Itapira) e deduziram que houve remobilização total no período entre 650 M.a. (fase assíntica) e 550 Ma. (subfase baikaliana), com a idade primária do paleossoma em granitos migmatizados não se refletindo nas análises.

Oliveira (1973) e Cavalcante et al. (1979) constataram, por meio do método K/Ar, um importante evento termal que afetou rochas da região de São José do Rio Pardo e adjacências há 600 Ma. Em 1986, Oliveira et al., obtiveram idades Rb/Sr e U/Pb de 650 a 660 Ma, porém com erro grande em certas isócronas e concluíram que os valores têm boa concordância ao redor de 600 Ma. Esses dados corroboraram aqueles obtidos por Ebert & Brochini (1968).

Hasui (1982), ao discutir aspectos da evolução geológica da Província Mantiqueira, advoga que as anomalias gravimétricas mostram grandes descontinuidades ao longo de zonas de espessamento crustal e que tal fato pode sugerir colisão de continentes durante o evento Jequié ($2,7 \pm 0,2$ Ga). Os cinturões dobrados do Proterozóico Inferior e Superior desenvolveram-se dentro ou próximos de cinturões granulíticos antigos, no domínio da Província Mantiqueira. Os processos termo-tectônicos posteriores (Transamazônico 2,0 Ga, Uruçuano, $1,05 \pm 0,15$ Ga e Brasiliano 550 ± 150 Ma) afetaram as rochas em escala regional, mas não de maneira uniforme.

Artur (1988) fez uma revisão dos dados isotópicos e geocronológicos (Rb/Sr, Pb/Pb, U/Pb, K/Ar) na região sul do Estado de Minas Gerais e adjacências no Estado de São Paulo (Cordani & Bittencourt, 1967; Ebert & Brochini, 1968; Oliveira, 1973; Wernick et al., 1976, 1981; Cavalcante et al., 1979; Fonseca et al., 1979; Hama et al., 1979; Artur, 1980;

Correia et al., 1982; Campos Neto, 1985; Campos Neto & Cordani, 1985; Teixeira, 1985; Vlach, 1985; Wernick & Oliveira, 1986; Cordani et al., 1987) e notou que, nas regiões externas ao Cráton do São Francisco, os dados variam entre 3,4 a 2,5 Ga (Arqueano), entre 2,2 e 1,9 Ga (Proterozóico Inferior); 690 ± 20 Ma, 600 ± 30 Ma, 660-550, 590 e 560 Ma, 504 ± 44 Ma, dependendo do autor e métodos, as rochas analisadas foram granitos, gnaisses charnockíticos, migmatitos e granulitos. O autor, com posse de novos dados, concluiu que os terrenos de infra-estrutura, na região, apresentam evolução geológica complexa, policíclica e polifásica: no Arqueano, houve geração de crosta a partir de acreção vertical, transformada por retrabalhamentos crustais em granulitos, ortognaisses e migmatitos. Os dados geocronológicos oscilam entre 3,4 e 2,4 Ga, com agrupamentos nos intervalos entre 3,0-2,9, 2,8-2,7, 2,5-2,4 Ga; no Proterozóico Inferior houve modificação das litologias arqueanas por acreção vertical e processos deformacionais e anatéticos, originando o Complexo Amparo. As datações geocronológicas apontaram para dois períodos de migmatização e intrusões magmáticas nos intervalos entre 2,2-2,1 Ga e entre 1,9 e 1,8 Ga e; no Proterozóico Superior ocorreram novas modificações, também por acreção vertical (batólitos de Jaguariúna, Morungaba, Socorro, Pinhal, Caldas, Pedra Branca e Mococa, etc) e por retrabalhamentos crustais polifásicos, que envolveram migmatização, responsável pela geração do Complexo Pinhal, e cisalhamentos dúcteis e rúpteis, que levaram à formação do Complexo Campos Gerais e às Faixas de Cisalhamento Pouso Alegre/Varginha e Ouro Fino/Jacuí. Os estudos radiométricos em migmatitos, granitóides e gnaisses blastomiloníticos forneceram idades entre 880 e 500 Ma, com concentração de valores no intervalo 585-560 Ma. A fase dúctil seria mais velha que 560 Ma e a fase rúptil estaria próxima dos 490 Ma (Artur, 1988).

Campos Neto et al. (1990) apresentaram uma síntese geométrica e histórica da evolução da margem sudoeste do Cráton do São Francisco (Faixa Alto Rio Grande – FARG), baseados em dados de Artur, 1980 e 1988, Teixeira, 1985, Tassinari 1988, Heilbron et al., 1989, Oliveira et al., 1986, Vasconcellos, 1988, Campos Neto et al., 1988, Vlach, 1985, Janasi, 1986. Para esses autores, os dados isotópicos indicariam eventos metamórficos importantes por volta de 2,2 e 1,8 Ga, além de alguns valores esparsos em torno de 2,5 Ga. Migmatitos de Amparo, com desequilíbrio isotópico de Rb/Sr, forneceram o período mais antigo de adição de Pb à crosta, de 3,4 Ga. As unidades metassedimentares admitem, para a história evolutiva do Sr radiogênico, erosão de uma crosta sílica de composição isotópica semelhante aos ortognaisse-migmatitos do Arqueano-Proterozóico Inferior. Os resultados isocrônicos disponíveis até então caracterizariam dois grupos de "idades", acompanhadas por valores K/Ar (Tassinari, 1988; Heilbron et al., 1989), um entre 1150 e 900 Ma e outro entre 550 e 500 Ma. Portanto, os autores concluem que o processo orogênico responsável pelo empilhamento de nappes

e seu redobramento em direção ao Cráton do São Francisco, que culminou com o soerguimento da Faixa Alto Rio Grande, teria se dado no limite Proterozóico Médio-Superior. O final deste regime compressivo deveria estar marcado pelo estabelecimento das bacias lineares ao longo das zonas de cisalhamento (Campos Neto et al., 1990).

Ainda segundo Campos Neto et al. (1990), granitóides e charnockitóides metamorfizados de 500-560 Ma (Rb/Sr), cujas relações isotópicas indicam contribuição crustal, são incompatíveis com derivações a partir de unidades da Faixa Alto Rio Grande, e sugerem que a história do magmatismo Brasileiro envolveu domínios distantes da Faixa Alto Rio Grande, caracterizando os terrenos da Nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé. O limite inferior do processo de colagem desses terrenos estaria no regime tracional de 590 Ma, relativo ao final do Ciclo Brasileiro. Os dados K/Ar utilizados por esses autores foram interpretados como indicativos de um resfriamento sob condições de fácies anfíbolito a 650-600 Ma, ainda sob um regime de arco magmático continental Brasileiro. Essas condições teriam perdurado até 500 Ma tanto na nappe quanto na Faixa Alto Rio Grande. Esse valor, juntamente com os dados isocrônicos Rb/Sr entre 560-500 Ma poderia refletir a tectônica de instalação da Nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé sobre a Faixa Alto Rio Grande (Campos Neto et al., 1990).

Dentre os trabalhos mais recentes são citados aqui os de Ebert et al. (1996), Tassinari & Nutman (2001), Fetter et al. (2001), Oliveira et al. (2006).

Ebert et al. (1996), por meio de estudos estruturais e geocronológicos, verificaram que a atividade ígnea principal do Complexo Socorro durou pelo menos 55 Ma, desde o empurrão dúctil para noroeste (650 Ma) até a deformação lateral dextral (595 Ma). O magmatismo durou até as fases finais do cisalhamento transcorrente a baixas temperaturas. Observaram, também, que as rochas mostram idades discordantes, o que reflete em forte herança do evento tectono-metamórfico transamazônico (1,9 a 2,0 Ga). Propuseram modelo para a origem dos granitos calcioalcalinos do Cinturão Ribeira por fusão parcial da crosta inferior com pequenas contribuições do manto litosférico durante o espessamento transpressional das margens das placas, as quais foram delimitadas por zonas de cisalhamento profundas. O regime transpressional também parece ter colocado em evidência a migração do granito de níveis crustais mais profundos para os mais rasos (Ebert et al, 1996)..

Tassinari & Nutman (2001), por meio dos métodos U/Pb em zircão (SHRIMP), idades-modelo Sm/Nd e $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, chegaram à conclusão que a história geológica crustal do embasamento da Faixa Alto Rio Grande iniciou-se há, pelo menos, 3,0 Ga e foi afetada por eventos tectono-termiais ao redor de 2,0 Ga e 600 Ma.

Fetter et al. (2001) obtiveram, por meio dos métodos Sm/Nd, em rocha total, e U/Pb em zircão e monazita, a idade de $3,024 \pm 9$ Ga para a fase mais antiga dos migmatitos

do Complexo Amparo e TDM de 3,28 Ga, o que sugere que a gênese desta unidade crustal envolveu o consumo da crosta antiga. Ao sul de Amparo, gnaisses tonalíticos indicaram crescimento crustal ao redor de núcleo mais antigo por volta de 2,77 Ga e em duas fases durante o Paleoproterozóico, em 2,23 e 2,14 Ga. Dados Nd nessas rochas produziram, respectivamente, as idades TDM 3,28 Ga, 3,02 Ga, 2,25 a 3,28 Ga, indicando que esses eventos de crescimento (acresção ?) envolveram contribuições significativas de fontes arqueanas. A idade do pico da orogênese brasileira nessa região, segundo esses autores, foi determinada em 609 ± 2 Ma, por meio de análises em monazita metamórfica.

Oliveira et al. (2006), ao estudarem biotita-hornblenda gnaisses e anfíbolitos do Complexo Amparo na região de Serra Negra, concluíram, com o auxílio de dados U/Pb, Sm/Nd e padrão ETR, que essas rochas têm uma origem magmática comum e que representam um evento magmático ocorrido há cerca de 2,0 Ga, com significativa contribuição de fontes arqueanas e também acresção juvenil, semelhante ao evento representado pela Unidade Quirino, entre os Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Os autores obtiveram para os biotita-hornblenda gnaisses idade U/Pb de $2,12 \text{ Ga} \pm 19 \text{ Ma}$ e idade modelo TDM entre 2,23 e 2,72 Ga e, para o anfíbolito, idade U/Pb de $2,02 \text{ Ga} \pm 60 \text{ Ma}$.

Os dados acima indicam, conforme já colocado pelos diversos autores, que a história geológica da região é bastante complexa. O registro mais antigo está no Paleoarqueano (3,4 Ga). Os eventos posteriores estariam relacionados ao Ciclo Jequié (Neoarqueano, 2,8-2,7 Ga), ao Ciclo Transamazônico, (2,5 – 2,0 Ga) a 1,8 Ga (Paleoproterozóico), com a colagem final no Brasileiro (Neoproterozóico – 1,0 Ga a 550 Ma), cujas últimas manifestações, de caráter rúptil, devem ter se estendido até o limite Cambriano-Ordoviciano (490 Ma).

Os resultados obtidos no desenvolvimento deste projeto serão discutidos abaixo.

A relação das amostras analisadas bem como os resultados estão relacionados nas tabelas que seguem nos subitens abaixo e no Anexo 7.

9.1 MÉTODO Sm/Nd

A geoquímica de rochas máficas e ultramáficas intensamente transformadas por processos tectono-metamórficos é complexa.

O método Re/Os foi inicialmente descartado devido às dificuldades analíticas que apresenta, inclusive as baixas concentrações de ósmio em minerais silicáticos (Dickins, 1997; Faure, 1986).

O fato de os ETR, como Sm e Nd, terem preferência pelos retículos cristalinos de minerais como os anfibólitos, piroxênios e granadas, dentre outros, e por não se difundirem facilmente no estado sólido, isto é, o sistema Sm/Nd ser pouco afetado por processos crustais, (Sato, 1998), portanto pouco suscetível ao reequilíbrio isotópico, levou-nos a optar por esse método.

Conforme citações em Toledo (2002), vários autores têm utilizado o método para se obter informações geocronológicas, isotópicas e petrogenéticas das rochas máficas e ultramáficas, como idade de cristalização e metamorfismo, idade de extração do manto (Idade Modelo – TDM) e natureza da fonte do magma progenitor (manto empobrecido, enriquecido ou crosta).

Todavia, como qualquer método, apresenta limitações que podem levar a interpretações errôneas. Dentre os fatores que podem modificar a razão Sm/Nd, podem ser citados: variações químicas e isotópicas do manto; enriquecimento em minerais que concentram elementos terras-raras como allanita e granada; mistura de fontes (manto + crosta) e; rochas paraderivadas de sedimentos heterogêneos (Sato, 1998).

Além disso, a estimativa de idades com base em isócronas só se aplica se as amostras analisadas forem cogenéticas, ou se os minerais analisados pertencerem à mesma paragênese.

Diversos autores têm demonstrado, também, que processos metamórficos e de alteração podem mobilizar esses elementos e abrir o sistema isotópico Sm/Nd (Tourpin et al., 1991, Gruau et al., 1992, Lahaye & Arndt, 1996 in Toledo, 2002).

Os dados obtidos neste trabalho estão na tabela abaixo e nas tabelas I, II e VI do Anexo 7.

Tabela 9.1.1.: Resultados Sm/Nd obtidos neste trabalho.

AMOSTRA	FRAÇÃO	ROCHA	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	fSm/Nd	E (0)	TDM (Ma)
AAL-205 A	rocha total	anfibólio xisto	0,1841	0,511561	-0,06	-21,01	-----
AAL-209 F	rocha total	Anfibolito	0,1711	0,512176	-0,13	-9,01	3.204,00
AAL-302 B	rocha total	granada anfibolito	0,1609	0,512110	-0,18	-10,30	2.730,20
AAL-302 B	Granada	granada anfibolito	0,2034	0,512298	0,03	-6,63	-----
AAL-302 B	Anfibólio	granada anfibolito	0,1667	0,512203	-0,15	-8,49	2.768,10
AAL-302 B	Plagioclásio	granada anfibolito	0,1314	0,512072	-0,33	-11,04	1.795,40
AAL-310 E	rocha total	Metaharzburgito	0,1688	0,512115	-0,14	-10,20	3.254,50
AAL-321 C	rocha total	granada anfibolito	0,1721	0,512172	-0,13	-9,09	3.312,00
AAL-323	rocha total	Metaperidotito	0,1607	0,511996	-0,18	-12,52	3.081,00
AAL-385 B	rocha total	Anfibolito	0,1210	0,511451	-0,38	-23,15	2.637,80

AAL-385 C	rocha total	Anfibolito	0,0189	0,513158	-0,90	10,14	-63,90
AAL-385 E	rocha total	anfibólio xisto	0,1667	0,512290	-0,15	-6,79	2.460,70
AAL-385 F	rocha total	granada anfibólio xisto	0,1749	0,512392	-0,11	-4,80	2.590,20
AAL-385 G	rocha total	anfibólio xisto	0,1945	0,512235	-0,01	-7,86	-----
AAL-386 A	rocha total	Hidrotermalito	0,1126	0,511637	-0,43	-19,53	2.123,10
AAL-398 A1	rocha total	Metatonalito	0,1383	0,511677	-0,30	-18,75	2.793,40
AAL-401 B	rocha total	Metagabro	0,1168	0,511593	-0,41	-20,38	2.288,10

Conforme pode ser observado na tabela acima, os resultados mais satisfatórios obtidos pelo método Sm/Nd ($^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} < 0,125$) foram de um granulito básico da região de Ouro Fino-MG (Complexo Socorro – amostra AAL-43 A1), com TDM 1,84 Ga e $\epsilon_{\text{Nd}(0)} - 13,28$, e de rochas da região de Arcadas, com TDM 2,64 Ga, 2,12 Ga e 2,29 Ga, com os respectivos $\epsilon_{\text{Nd}(0)}$ -23,2, -19,53 e -20,4 (amostras AAL-385 B, AAL-386 A e AAL-401 B).

Calculou-se o $\epsilon_{\text{Nd}(\text{TDM})}$ e os resultados podem ser visualizados na tabela abaixo:

Tabela 9.1.2.: Cálculo do $\epsilon_{\text{Nd}(\text{TDM})}$

No. Campo	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\epsilon_{(0)}$	T_{DM} (Ma)	$\epsilon_{(\text{TDM})}$
AAL-205A	0,1841	0,511561	-21,01	-----	-----
AAL-302B	0,1609	0,512110	-10,30	2.730,2	2,17
AAL-302B	0,2034	0,512298	-6,63	-----	-----
AAL-302B	0,1667	0,512203	-8,49	2.768,1	2,11
AAL-302B	0,1314	0,512072	-11,04	1.795,4	3,91
AAL-310E	0,1688	0,512115	-10,20	3.254,5	1,38
AAL-323	0,1607	0,511996	-12,52	3.081,0	1,62
AAL-209F	0,1711	0,512176	-9,01	3.204,0	1,45
AAL-321 C	0,1721	0,512172	-9,09	3.312,0	1,30
AAL-385 B	0,1210	0,511451	-23,15	2.637,8	2,32
AAL-385 C	0,0189	0,513158	10,14	-63,9	8,69
AAL-385 E	0,1667	0,512290	-6,79	2.460,7	2,63
AAL-385 F	0,1749	0,512392	-4,80	2.590,2	2,40
AAL-385 G	0,1945	0,512235	-7,86	-----	-----
AAL-386 A	0,1126	0,511637	-19,53	2.123,1	3,25
AAL-398 A1	0,1383	0,511677	-18,75	2.793,4	2,06
AAL-401 B	0,1168	0,511593	-20,38	2.288,1	2,94

Pode-se notar que os valores de ϵ_{Nd} para as idades modelo calculadas são positivos e indicam que a fonte do material apresenta razão Sm/Nd mais elevada que o CHUR (*Chondritic Uniform Reservoir* – manto primordial), ou seja, é oriunda do manto superior empobrecido (DM: *depleted mantle*) (Sato, 1998).

“Quando o parâmetro ϵ_{Nd} é positivo a fonte é, em geral, mantélica, e quanto maior for o seu valor mais empobrecido geoquimicamente seria o manto. Quando ϵ_{Nd} indicar valores negativos, a fonte dos magmas é crustal, e quanto maior for a contribuição crustal no processo de formação das rochas, mais negativo será o valor deste parâmetro. Quando ocorre uma participação de duas fontes (manto e crosta), os valores de ϵ_{Nd} flutuam, podendo ser negativos ou positivos, dependendo do grau de participação do material de uma determinada fonte, e neste caso, a idade modelo representa uma época intermediária entre a derivação do material do manto e a idade da rocha recristalizada na crosta.” (Sato, 1998).

Para $\epsilon_{Nd(0)}$, os valores encontrados são muito negativos, possivelmente devido a forte contaminação crustal e/ou mistura das razões isotópicas da rocha com os fluidos hidrotermais que atuaram nas fases finais de solidificação de granitos bem evoluídos e produtos anatóxicos tardios.

A princípio pensou-se que as metaultramáficas/máficas da região de Arcadas estivessem menos transformadas. Assim, houve uma tentativa, frustrada, de se determinar a idade de tais rochas por meio da construção de isócrona com análises de rocha total (amostra AAL-385 B, C, E, F, G). Essas amostras ocorrem em um mesmo afloramento, algumas são mais ricas em plagioclásio que outras, com granada ou espinélio e piroxênio (ver Anexo 4). Não se conseguiu boa distribuição dos pontos, nem construir a isócrona.

Uma isócrona rocha total com amostras da Serra das Águas Claras (Águas de Lindóia), de Arcadas (Amparo) e da região entre essas duas ocorrências foi construída e indicou uma idade de 2,23 Ga (Figura 9.1.1.).

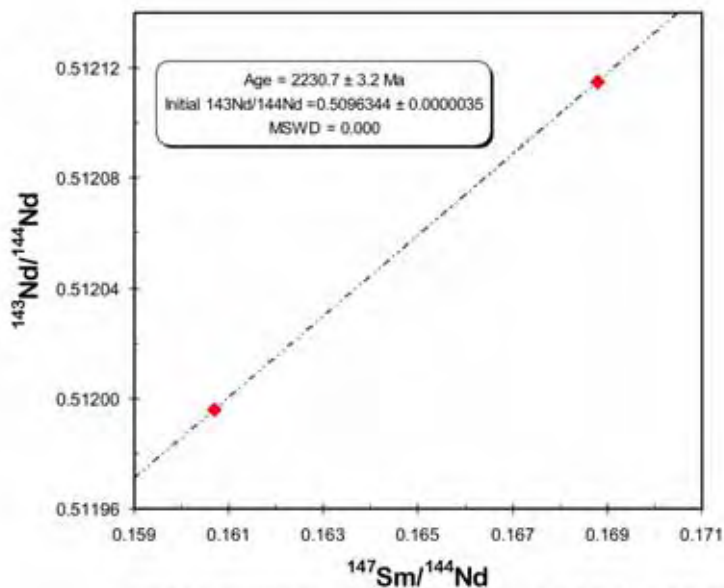


Figura 9.1.1.: Isócrona rocha total (AAL-310 E, AAL-323, AAL-209 F, AAL-321 C)

As demais isócronas construídas com o Programa *Isoplot* (Ludwig, 2001) apresentaram MSWD (*Mean Squares of Weighted Deviates*) muito alto. Uma isócrona ideal deveria ter um MSWD menor ou igual a um (Rollinson, 1993). Se o MSWD for maior que 2,5 o erro não é analítico e caracteriza uma errócrona. Uma errócrona indica que o espalhamento dos pontos é devido a um “erro geológico” e que uma ou mais premissas das isócronas não foi cumprida.

Os problemas na construção das isócronas, associados aos resultados analíticos, a exemplo das razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$, aos valores negativos do $\epsilon_{\text{Nd}(0)}$ e a presença de minerais acessórios em muitas das rochas (granada, titanita, allanita), levaram-nos a calcular as idades modelo em estágio duplo (Tabela 9.1.3).

Para tanto, fez-se uma isócrona Sm/Nd x Nd/Nd (errócrona) de referência, com as amostras analisadas também pelo método Rb/Sr (Figura 9.1.2).

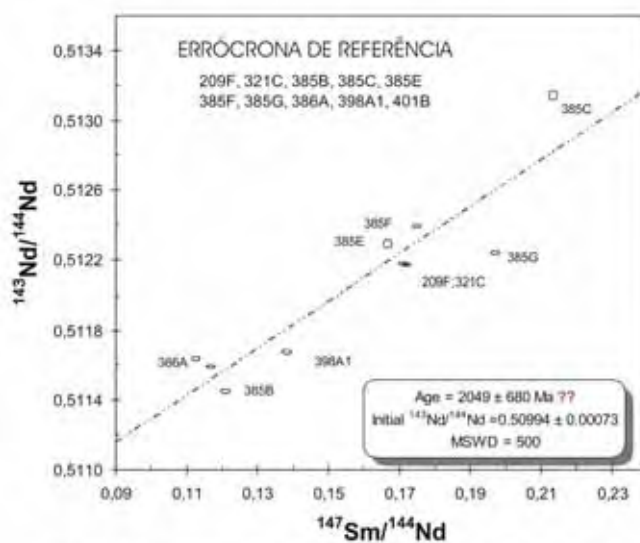


Figura 9.1.2.: Diagrama mostra tendência dos pontos, que se alinham ao redor da errocrona de referência de 2 Ga.

Os pontos alinharam-se perto do valor de 2,0 Ga. Os resultados obtidos pelo método Rb/Sr também apontam para uma idade ao redor de 2,0 Ga (Figura 9.2.1.).

Para a segunda idade, utilizou-se a isócrona interna da amostra AAL-302 B, cujas fases analisadas foram, anfibólio, plagioclásio e granada e rocha total (Figura 9.1.3.) e da isócrona Rb/Sr x Sr/Sr da amostra AAL-386 A (Figura 9.2.2.).

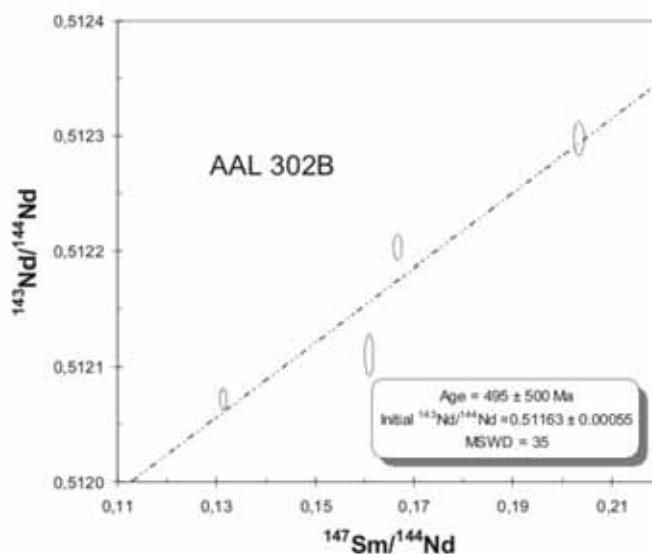


Figura 9.1.3.: Isócrona interna Sm-Nd. Evento de rehomogeneização isotópica, em escala mineral, durante o Neoproterozóico.

Na figura acima observa-se que as fases minerais constituem uma errocrona, o que sugere que as fases minerais não estão em equilíbrio isotópico, ou por não pertencerem a mesma paragênese, ou porque a rehomogeneização isotópica não fora tão eficiente.

Quando apenas dois pontos (granada e rocha total) foram colocados na construção da isócrona desse granada anfíbolito (AAL-302 B), obteve-se uma idade metamórfica em torno de 675 Ma.

As idades modelo calculadas em estágio duplo foram:

Tabela 9.1.3: Idades modelo calculadas em estágio duplo

Tc(GA)	TDM (GA)	(Tc)	Tc(GA)	TDM (GA)	(Tc)	AMOSTRA
0.5	2.58	-20.21	2	3.49	-17.79	AAL-205 A
0.5	1.82	-8.02	2	2.45	-1.17	AAL-302 B
0.5	1.76	-7.06	2	2.93	-8.34	AAL-302 B
0.5	1.72	-6.57	2	2.43	-0.83	AAL-302 B
0.5	1.74	-6.88	2	1.93	5.62	AAL-302 B
0.5	1.85	-8.42	2	2.59	-3.08	AAL-310 E
0.5	1.97	-10.23	2	2.61	-3.34	AAL-323
0.65	1.85	-6.89	2	2.55	-2.48	AAL-209 F
0.65	1.86	-7.05	2	2.57	-2.81	AAL-321 C
0.65	2.49	-16.88	2	2.64	-3.84	AAL-385 B
			2	1.93	5.63	AAL-385 C ***
0.65	1.66	-4.30	2	2.31	0.86	AAL-385 E
0.65	1.56	-2.99	2	2.31	0.76	AAL-385 F
0.65	1.91	-7.80	2	2.90	-7.87	AAL-385 G ***
0.65	2.22	-12.55	2	2.23	1.93	AAL-386 A
0.65	2.31	-13.90	2	2.64	-3.85	AAL-398 A1
0.65	2.30	-13.76	2	2.37	0.00	AAL-401 B

Nas três primeiras colunas têm-se as idades TDM calculadas com segundo estágio ocorrido durante Neoproterozóico. Da quarta a sexta colunas estão as TDMs calculadas com o segundo estágio em 2,0 Ga, de acordo com a tendência dos pontos observada anteriormente. A idade TDM foi baseada segundo DePaolo et. al. 1991.

Segundo Arndt & Goldstein (1987), o sistema samário-neodímio pode ser utilizado na história do crescimento crustal e, às vezes, para dar idades de formação da crosta, que refletem a época de diferenciação da crosta a partir do manto. Porém, se amostra for resultante da mistura de material oriundo do manto em épocas diferentes, a sistemática Sm/Nd fornece apenas uma estimativa do tempo médio de residência do material na crosta continental. Para a idade modelo de Nd fornecer a época da formação da crosta, todo o material representado pela amostra deve ter vindo do manto durante um único evento.

Além disso, de acordo com Fitton et al. (1998), concentrações muito baixas de elementos incompatíveis em magmas primitivos não contaminados fazem estes serem extremamente sensíveis aos efeitos isotópicos da contaminação crustal. Esses autores reconheceram dois contaminantes crustais: granulitos básicos da crosta inferior com Nd, Sr e Pb não-radiogênico e gnaisses, fácies anfíbolito, da crosta superior com Nd não-

radiogênico, mas com Sr altamente radiogênico e razão alta de $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. As rochas da Groenlândia, por eles estudadas, mostraram que o primeiro contaminante afetou apenas os magmas mais antigos, já magmas continentais posteriores foram afetados pelo segundo contaminante, sugerindo armazenagem de magmas em níveis progressivamente mais rasos na crosta com o desenvolvimento da extensão litosférica.

A história geológica antiga, complexa e policíclica do nordeste do Estado de São Paulo pode ter provocado mistura de materiais, contaminando materiais com baixas concentrações de terras-raras, mascarando e desequilibrando os sistemas isotópicos.

9.2 MÉTODO Rb/Sr

O sistema rocha total para Rb/Sr pode permanecer fechado durante evento termal e, portanto, ser usado para se datar a idade de cristalização inicial da rocha. Durante o metamorfismo esse sistema pode ser aberto. Nessas áreas, onde o sistema Rb/Sr foi perturbado, é necessária uma amostragem detalhada para se medir a mobilidade das espécies antes de se fazer interpretações geocronológicas regionais. (Dickins, 1997).

Os resultados obtidos por esse método nesta pesquisa podem ser visualizados na Tabela 9.2.1., nas figuras 9.2.1. e 9.2.2. e na Tabela V do Anexo 7.

Tabela 9.2.1.: Resultados Rb/Sr e razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas no CPGeo-USP.

ident	Rocha	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
AAL 209	Anfibolito	0.192	0.749118
AAL302B	Granada anfibolito	0.158	0.709578
AAL321C	Granada anfibolito	0.069	0.70361
AAL323	Metaperidotito	0.013	0.709257
AAL385B	Anfibolito	0.245	0.709827
AAL 385C	Anfibolito	0.674	0.710686
AAL 385G	Anfibólito xisto	0.072	0.710715
AAL386A	Hidrotermallito	4.284	0.745969
AAL401B	metagabro	0.331	0.713228

O método Rb/Sr demonstrou que a região foi intensamente afetada por evento geológico de idade neoproterozóica, responsável por modificações isotópicas de rochas paleoproterozóicas e arqueanas e metamorfismo de fácies anfibolito (Figura 9.2.1., 9.2.2.).

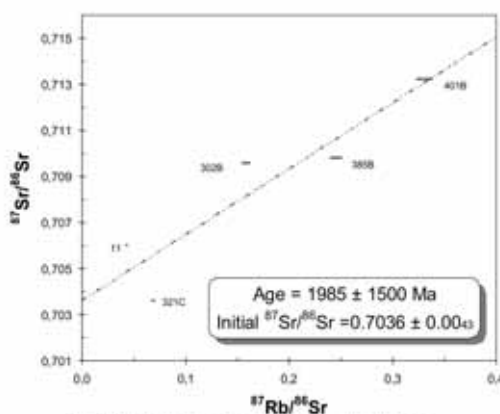


Figura 9.2.1.: Isócrona Rb/Sr x Sr/Sr, sugerindo idade do redor de 2,0 Ga.

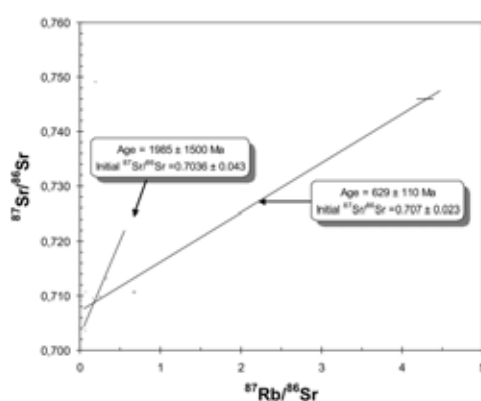


Figura 9.2.2.: Isócrona Rb/Sr x Sr/Sr para a amostra AAL-386A. O evento Neoproterozóico fica evidente.

Pela análise das figuras e dos resultados, observa-se que os processos tectono-metamórficos perturbaram os sistemas isotópicos ao longo da história geológica da região. Os pontos não estão alinhados, nota-se apenas a tendência dos pontos e grande erro.

A amostra AAL-386 A representa uma banda silicosa inserida em rochas ultramáficas na região de Arcadas. Tem TDM de 2,12 Ga, possivelmente herdada das ultramáficas encaixantes, e razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ que evidencia envolvimento crustal ($(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 \approx 0,705-0,735$), no caso neoproterozóico.

9.3. MÉTODO U/Pb

Para método U/Pb, separou-se zircão em seis amostras (AAL-213 A, AAL-302, AAL-296, AAL-401, AAL-411A, AAL-470), porém só duas foram analisadas (AAL-213 A e AAL-411 A), pois a morfologia dos cristais de zircão das demais indica que estes foram herdados do embasamento. Na amostra AAL-213 A, separou-se três frações de zircão e na AAL-411 A,

quatro frações, que apontaram, respectivamente, para as idades de 2.019 ± 60 Ma e 1.791 ± 22 Ma (Figuras 9.3.1. e 9.3.2, Tabela III-Anexo 7).

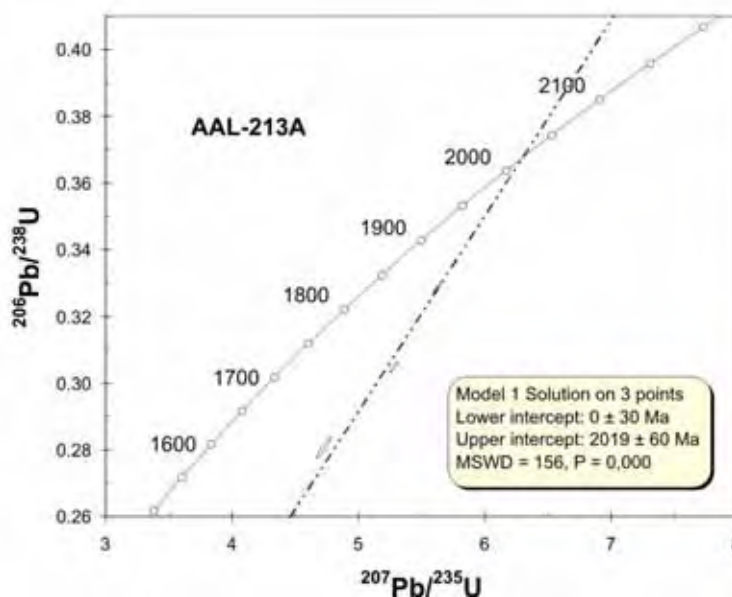


Figura 9.3.1.: Resultados U/Pb para os zircões da amostra de anfibólito AAL-213 A.

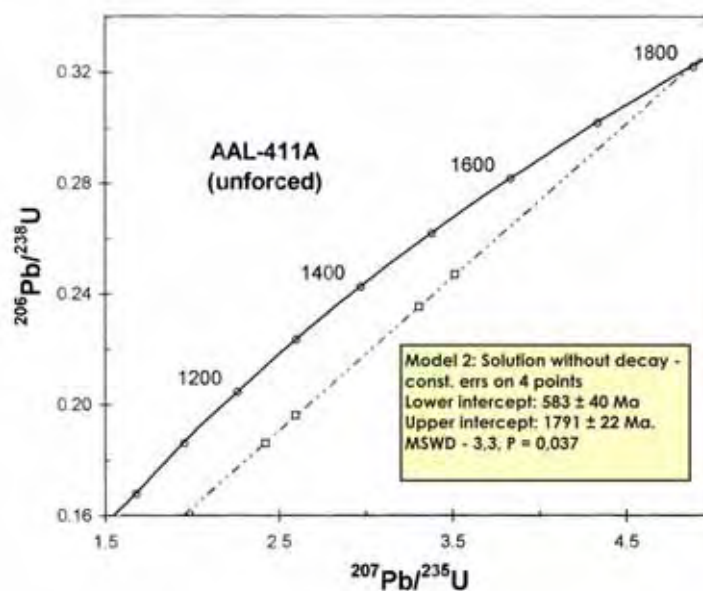


Figura 9.3.2.: Resultados U/Pb para o granitóide representado pela amostra AAL-411 A

Os zircões de ambas as rochas resultaram em discórdias, o que pode significar perda de chumbo radiogênico. O intercepto superior aponta para a idade de cristalização do mineral. Já o intercepto inferior pode indicar o evento de perda de chumbo, se essa não for contínua na história geológica da rocha.

No caso da rocha representada pela amostra AAL-213A, o intercepto inferior não parece ter significado geológico. No caso da AAL-411A, o intercepto inferior pode bem representar perda de chumbo durante o evento neoproterozóico.

Oliveira et al. (2006), conforme já colocado, concluíram que os biotita-hornblenda gnaisses e anfibólitos, estes representados pela amostra AAL-213A, da região de Serra Negra, podem ter uma origem magmática comum e que representam um evento magmático ocorrido há cerca de 2,0 Ga (intercepto superior).

A rocha representada pela amostra AAL-411A assemelha-se, petrograficamente, com a cristalização de resíduos de fusão. A idade de cristalização do zircão da amostra AAL-411A, 1,79 Ga, pode representar, portanto, o período de migmatização citado entre outros por Artur (1988).

Os dados U/Pb aqui apresentados estão coerentes com os citados acima, a exemplo de Artur (1988), Fetter et al. (2001) e Tassinari & Nutman (2001), que descreveram períodos de migmatização e intrusões magmáticas no Proterozóico Inferior (2,2-2,1; 1,9-1,8 Ga) e eventos tectono-termais ao redor de 2,0 Ga e 600 Ma.

Fetter et al. (2001) cita ainda a contribuição de fontes arqueanas nesses eventos de crescimento crustal.

9.4. MÉTODO Ar/Ar

O método de datação $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ é baseado na produção de ^{39}Ar a partir de ^{39}K , por bombardeamento de nêutrons em um reator nuclear. A principal vantagem desse método é que o argônio pode ser liberado parcialmente por etapas de aquecimento das amostras irradiadas. Um espectro de dados pode ser calculado a partir da razão $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}$ de cada fração. Rochas e minerais, que perderam parcialmente argônio depois de sua cristalização, podem registrar espectros de idades tendo um platô formado por argônio liberado de sítios de retenção em temperaturas elevadas. Os dados do platô podem ser iguais ou ligeiramente mais baixos que a época de cristalização (Faure, 1986).

A hornblenda tem uma temperatura de fechamento para argônio de 530 ± 30 °C, porém valores de 650 °C já foram registrados (Rollinson, 1993).

Neste trabalho, separou-se anfibólio das amostras AAL-354 A, AAL-345 B, AAL-386 G. Os resultados estão nas Tabelas VII, VIII e IX do Anexo 7.

Conforme mostra a Figura 9.8., os anfibólitos da amostra AAL-354 A (Serra das Águas Claras) apresentam excesso de argônio e mostram tê-lo herdado de rocha mais antiga. Os resultados apontam para a idade aproximada de 800 Ma para o resfriamento metamórfico.

Idades entre 880 e 500 Ma foram obtidas por Artur (1988) em migmatitos, gnaisses blastomiloníticos e granitóides. Brito Neves et al. (1999) definem a colagem brasileira como os eventos acrescionários e orogênicos colisionais (de cerca de 850 Ma a 490 Ma) e a formação final de uma massa supercontinental (Gondwana Ocidental).

As idades neoproterozóicas criogenianas aqui obtidas (830 ± 7 Ma, 813 ± 12 Ma e 756 ± 9 Ma) pode estarem superestimadas, em função do excesso de argônio detectado. Todavia, são coerentes com estágios iniciais da orogenia neoproterozóica (Artur, 1988; Brito Neves et al., 1999).

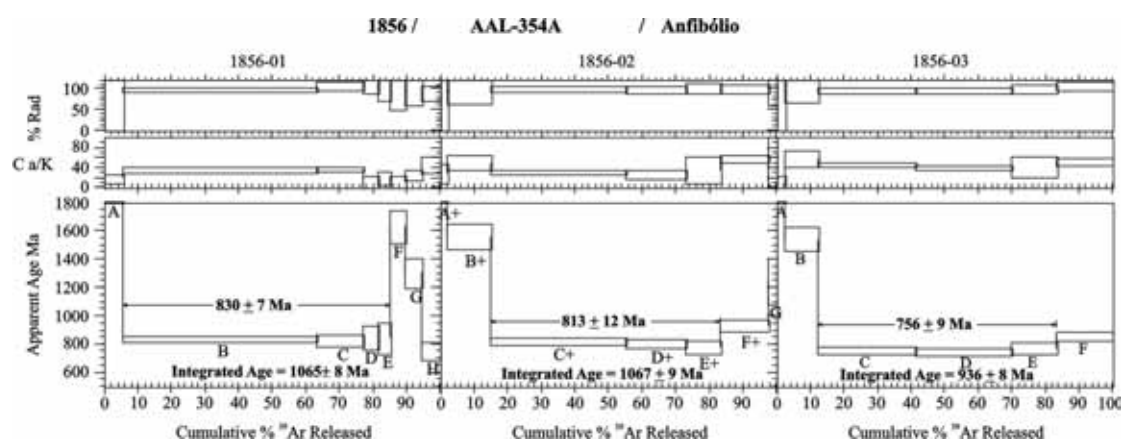


Figura 9.4.1.: Resultados obtidos pelo método Ar/Ar, onde se verifica o excesso de Ar. (amostra AAL-354 A).

Os anfibólios da amostra AAL-345 B (SOR-13 B), mostram resfriamento ao redor de 606 ± 12 Ma (Figura 9.4.2.) e da amostra AAL-386 G (Arcadas), idade de 569 ± 8 Ma (Figura 9.4.3.).

Nota-se, portanto, que o evento neoproterozóico foi bastante significativo, porém afetou as rochas de maneira não-uniforme, conforme já colocado por Hasui (1982).

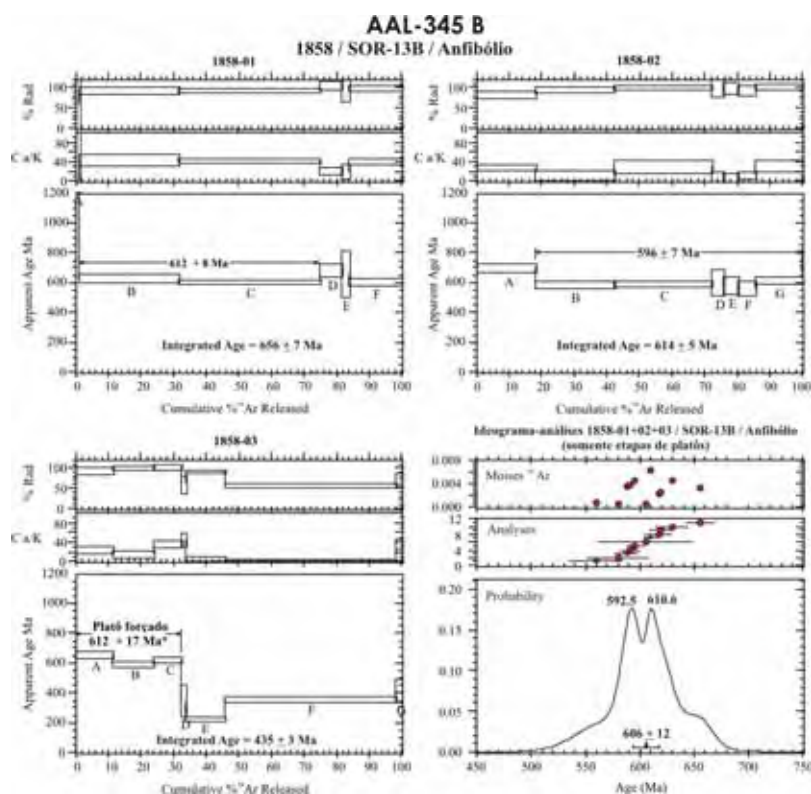


Figura 9.4.2.: Resultados Ar/Ar para a amostra AAI-345 B.

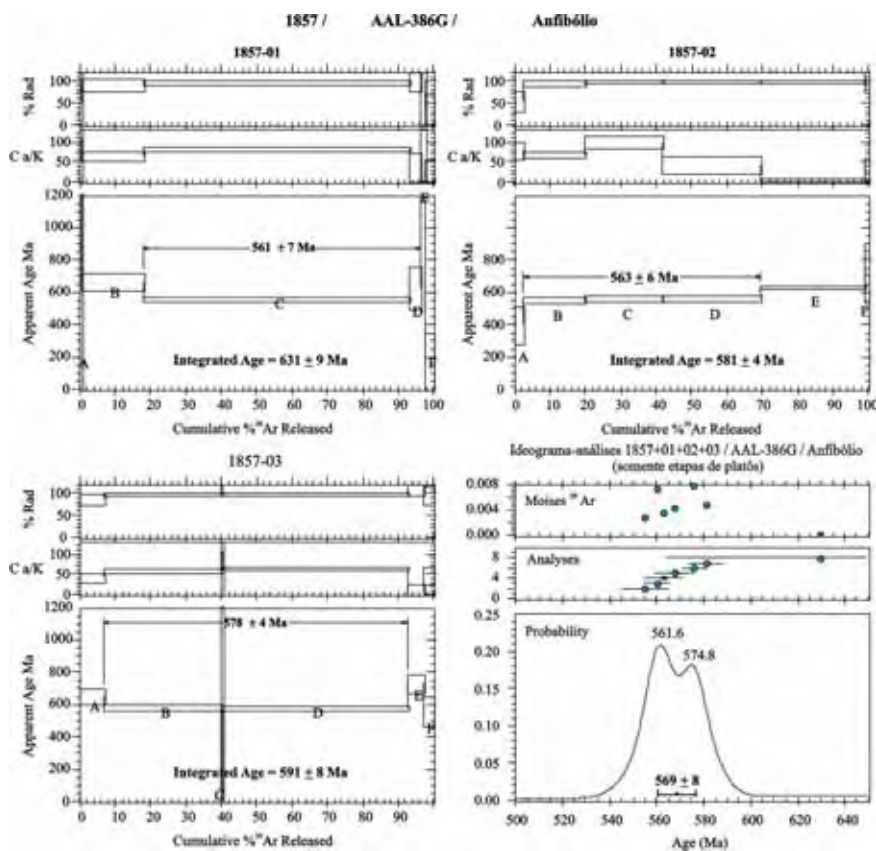


Figura 9.4.3.: Resultados Ar/Ar para a amostra AAL-386 G (Arcadas).

9.5. MÉTODO K/Ar

O objetivo da utilização deste método foi o de verificar se o corpo metabásico encontrado no Córrego Cristália, Município de Itapira-SP (amostra AAL-353 A), pertence ao conjunto de rochas da Formação Serra Geral, visto que a área está próxima ao contato com a Bacia do Paraná, ou se é mais antigo e a que fase está relacionado.

O resultado indicou, para a amostra de rocha em questão, que o sistema foi fechado em $482,2 \pm 9,7$ Ma (Cambro-Ordoviciano). A colocação do corpo, portanto, deve ter acontecido um pouco antes (Tabela IV – Anexo 7).

Datação em um seixo de riólito presente em metaconglomerado polimítico, clasto a areia suportado, com raras intercalações arenosas, de uma ocorrência isolada, situada na margem direita do Rio Moji-Guaçu (nordeste da cidade de Itapira-SP), pertencentes à Formação Eleutério, foi datado, por Teixeira (1995), também pelo método K-Ar em rocha total, em $530,5 \pm 14,5$ Ma.

O contexto geológico, geocronologia, aspectos de colocação e transformações metamórficas apresentadas pelos corpos, sugerem que sua colocação esteja relacionada com os estágios finais da evolução do Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, na transição Pré-Cambriano-Fanerozóico, período em que ocorreu a geração e inversão da Bacia. Nesse período, deveriam existir vulcões ativos de natureza ácida na região.

Com o relaxamento das tensões e conseqüente colapso do orógeno neoproterozóico deve ter ocorrido vulcanismo bimodal na região.

9.6. DISCUSSÃO DOS DADOS ISOTÓPICOS

Pelo exposto acima, fica claro que a área foi palco de intensa atividade tectono-metamórfica e magmática durante o Neoproterozóico, evento que atingiu o Eopaleozóico (800 e 490 Ma.). Os dados mostram que o auge do metamorfismo no Neoproterozóico, fácies anfibolito alto acompanhado de migmatização em rochas da Faixa Itapira-Amparo e granulito a anfibolito na Nappe Socorro Guaxupé, ocorreu antes de 600 Ma. e após 700 Ma. Os re-equilíbrios mineralógicos e químicos, catalisados pela passagem de fluidos e a atuação das zonas de cisalhamento direcionais dextrais, que constituem o Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, continuaram em condições de diminuição de temperatura e pressão até por volta de 490 Ma. A atuação das zonas de cisalhamento também possibilitou a colocação de magmas ácidos (granitos, microgranitos e riólitos) e básicos (meta diabásio), bem como a geração das bacias molássicas Eleutério e Pouso Alegre e o encaixe tectônico das mesmas, entre 600 e 490 Ma.

Os dados geocronológicos não evidenciam a geração de magma primário no Neoproterozóico, apenas retrabalhamento de material que já fazia parte da crosta. Mesmo o retroeclogito e granada anfibolitos, cujas evidências geológicas atestam associação com seqüência metassedimentar atribuída ao Grupo Itapira, não apresentam evidências isotópicas de terem sido acrescidos à crosta no Neoproterozóico ou Mesoproterozóico. Os dados isotópicos sugerem que o retroeclogito da região de Silvanópolis foi adicionado à crosta no Paleoproterozóico, em associação com seqüência metavulcanossedimentar, até o presente atribuída ao Grupo Itapira.

Os dados isotópicos das rochas metaultramáficas sugerem origem arqueana ou paleoproterozóica, com retrabalhamento no Paleoproterozóico e Neoproterozóico, em condições de fácies anfibolito, sendo que as condições retrometamórficas neoproterozóicas, apenas atingiram temperaturas inferiores a 530°C, por volta de 600 Ma., fato demonstrado pela datação $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em anfibólitos presentes nestas rochas. Estas rochas aparecem engolfadas em granitóides, cujas evidências isotópicas indicam origem juvenil no Paleoproterozóico, bem como retrabalhamento de crosta gerada no Paleoarqueano (3,4 Ga.) ou em épocas mais recentes, como colocado acima. Mesmo com a contaminação detectada na análise petrográfica e no tratamento e interpretação dos dados isotópicos, é possível descartar a hipótese levantada inicialmente: de que estas rochas corresponderiam a ofiólitos neoproterozóicos. A origem mais provável para estas rochas é de que se trata de *greenstones* ou fragmentos de crostas oceânicas (ofiólitos) embutidas na crosta continental durante o paleoproterozóico, conforme sugere o cálculo com duplo estágio, ou durante o Arqueano. A granulação pegmatóide, observada na região de Arcadas e em outros locais, resultaria de metamorfismo de fácies anfibolito, compatível com anatexia avançada de idade paleoproterozóica ou mesmo neoproterozóica, esta última pouco provável, diante da facilidade de se aceitar que tal textura seja pretérita, resultante de cristalização lenta em ambiente profundo, com modificações metamórficas posteriores alterando o equilíbrio químico.

Os aspectos tectônicos e a presença de retroeclogito em metassedimentos idênticos àqueles onde estão encaixadas as ultramáficas sugerem que estas sejam ofiólitos, que os dados isotópicos remetem para o Paleoproterozóico (Ciclo Minas?).

Os metassedimentos não foram objeto de investigação isotópica, porém os granitóides com evidência de contribuição metassedimentar (Artur, 1980 e 1988) apontam para protólitos e/ou fracionamento mantélico com idade da ordem de 2 Ga ou mais antigos. Este aspecto, em associação com os dados isotópicos obtidos em rochas básicas, intimamente associadas aos metassedimentos, leva a aventar que, parte dos metassedimentos, se não a totalidade, não fora depositada entre o Meso e Neoproterozóico e sim, antes do Paleoproterozóico, entre 2,5 e 2,0 Ga.

10 METAMORFISMO

Os estudos microscópicos em congruência com dados da literatura (Artur, 1980; Zanardo, 1987, Zanardo *et al.*, 1990; Peloggia, 1990, entre outros) mostram que a região foi submetida a metamorfismo de fácies anfibolito de intensidade média a alta. Também permite visualizar que as rochas atribuídas ao Complexo Amparo foram submetidas a um evento metamórfico anterior, de intensidade equivalente ou pouco superior, durante o evento colisional transamazônico, sendo que vários litotipos dessa unidade podem ter sido afetados anteriormente por um ou mais eventos de metamorfismo.

As paragêneses mais antigas, nas rochas supracrustais, precedem evento anatóxico, que chega a gerar mobilizado quartzo-plagioclástico, e nas rochas aluminosas possui cianita como fase estável. No ápice termal, responsável por intensa anatexia nos litotipos menos refratários e leve ou incipiente nos mais refratários (anfibolitos), ocorre a substituição da cianita por sillimanita, fase mineral que é estável no retrometamorfismo, projetando caminhamento metamórfico do tipo horário. Tais fatos indicam que a temperatura atingiu, de maneira generalizada, patamares superiores a 700°C, possivelmente ao redor de 750°C, e que a condição de pressão, pouco antes do ápice termal, era da ordem de 9 a 10 Kbars.

Reações que envolveram o consumo de granada evidenciam que o regime bórico diminuiu, enquanto a temperatura se mantinha ou mesmo aumentava pouco, evidenciando que o retrometamorfismo, associado à fase final da tectônica tangencial e inicial da direcional, iniciou-se em condições isotérmicas. Por outro lado, os estudos petrológicos, que abrangeram microscopia, litoquímica e química mineral, sugerem que a evolução metamórfica ocorreu em condições anisoquímicas na maioria dos litotipos estudados.

As dificuldades encontradas para os cálculos termobarométricos residiram no fato de as rochas analisadas neste projeto serem constituídas quase que exclusivamente por anfibólios, o que já restringe o número de termômetros e barômetros que podem ser utilizados e por não estarem em equilíbrio. Além disso, grande parte dos resultados teve fechamento baixo (96-97 %), o que poderia ser explicado, em parte, por mau polimento das seções, mas também por inclusões, menores que o feixe de elétrons da microsonda, nos anfibólios.

Para os cálculos termobarométricos, após reavaliação petrográfica das seções delgadas analisadas por microsonda, utilizou-se, de forma separada, o cálculo com composições das bordas e dos núcleos dos minerais, bem como das composições

médias. Nas tabelas 10.1, 10.2 e 10.3 são apresentados os resultados parciais obtidos a partir das composições médias, que têm fornecido resultados com menores variações, porém estão longe de demonstrar a realidade da evolução tectono-metamórfica.

Para as rochas metamáficas/metaultramáficas foram utilizados os geobarômetros com base no teor de alumínio do anfibólio de Hammarstrom & Zen (1986); Hollister *et al.* (1987) e Johnson & Rutherford (1989). Todos eles forneceram resultados próximos, com pressão máxima de 5,91 Kbar acusada pelo geobarômetro de Hollister *et al.* (1987), que sistematicamente resulta valores pouco superiores aos dos outros geobarômetros utilizados, para uma amostra da região de Arcadas (AAL-385F) - (Tabela 10.1).

Como já eram esperados, com base na petrografia, os valores de pressão em média, são maiores para a região de Arcadas, onde os minerais gerados no auge do metamorfismo estão mais preservados. Esses valores estão bem abaixo do estimado para o metamorfismo progressivo com base em reações minerais, aspecto que pode ser explicado pela descompressão isotérmica, compatível com o caminamento metamórfico horário.

Os geotermômetros utilizados anfibólio-plagioclásio (Spear, 1980; Plyusnina, 1982; Blundy & Holland, 1990; Fershater, 1991) e com base em ortopiroxênio (Brey & Kohler, 1990 e Witt-Eickschen, 1991) - (Tabelas 10.2 e 10.3) forneceram temperaturas compatíveis com as estimadas através do estudo petrográfico. Também para temperatura os valores obtidos para as amostras da região de Arcadas tendem a serem superiores.

O par anfibólio-plagioclásio fornece temperaturas entre 700°C e 800°C. A amostra AAL-385F, obtida na região de Arcadas, forneceu a temperatura de 807,64°C, para pressão de 4,54 Kbar, calculada para a região com base no geobarômetro de Johnson & Rutherford (1989). Este valor de temperatura está acima do estimado com base na associação mineralógica presente na região.

Tabela 10.1 - Geobarômetros com base no teor de Al no anfibólio.

AMOSTRA	HAMMARSTROM & ZEN	HOLLISTER <i>et al.</i>	JOHNSON & RUTHERFORD (1989)		
	(1986)	(1987)	P média	P máxima	P mínima
	P ± 3 Kbar	P ± 1 Kbar	Kbar	Kbar	Kbar
AAL205A1	2.63	2.58	2.05	2.46	1.64
AAL-385 F	5.60	5.91	4.54	5.03	4.06
AAL-385E	3.06	3.06	2.41	2.83	1.99
AAL-208 ^a	4.03	4.16	3.23	3.67	2.78
AAL-386G	3.91	4.02	3.13	3.57	2.68
AAL-386G	4.27	4.43	3.43	3.88	2.98

AAL-386G	3.98	4.10	3.19	3.63	2.74
AAL-354B	2.90	2.89	2.28	2.69	1.86
AAL-354B	2.40	2.33	1.86	2.26	1.45
AAL-354B	3.39	3.43	2.68	3.11	2.26
AAL-354B	3.36	3.41	2.67	3.09	2.24

Tabela 10.2: Geotermômetro Anfibólio-Plagioclásio

AMOSTRA	SPEAR (1980)		PLYUSNINA (1982)		BLUNDY & HOLLAND (1990)		FERSHATER (1991)	
	Ln(XAn/XAb)	Ln(CaM4/NaM4)	Ca PI	ÓAI Amp	LnKd	T °C	[Al/Si]PI	[Al/Si]Amp
AAL-385 F (P=4.54)	-0.208	-3.861	1.758	1.892	-0.051	807	0.526	0.289
AAL-208 A (P=0)	-0.972	3.728	1.097	1.581	0.505	766	0.463	0.233
AAL-208 A (P=4.16)	-0.972	3.728	1.097	1.581	0.505	707	0.463	0.233
AAL-208 A (P=3.23)	-0.972	3.728	1.097	1.581	0.505	720	0.463	0.233

Tabela 10.3: Geotermômetro Orttopiroxênio

AMOSTRA	BREY & KOHLER (1990)	WITT-EICKSCHEN(1991)
AAL-310E	769 ± 26 °C para P=4Kbars	655 °C
AAL-323	650 °C ± 26 °C para P=0kbar	651 °C
AAL-323	665 ± 26 °C para P=4 kbar	651 °C

Com relação ao metassomatismo que ocorreu na área, os aspectos observados sugerem que a entrada de potássio, água, sílica, alumínio, além de outros elementos, nos sistemas máficos/ultramáficos ocorreu em temperaturas altas, acima de 600 °C, com a formação da biotita/flogopita e, mais raramente, ortoclásio/microclínio, sillimanita e gedrita. A deformação continuaria, mas em temperatura mais baixa e a quantidade de potássio disponível no fluido deve ter sido bem menor, pelo menos em vários locais, o que provocaria a formação do talco mais grosso, hipótese que pode ser baseada nos aspectos de corrosão da flogopita pelo talco, na temperatura necessária para a formação do último (temperaturas superiores a 400 °C) e no fato de as rochas encaixantes não mostrarem evidências de saída significativa de potássio pós-cristalização. A reação de talcificação das rochas provocou a formação de cromitas e outros minerais opacos em várias amostras. Posteriormente, condições de temperaturas mais baixas, relacionadas às últimas reativações das zonas de falhas da região provocariam a formação do talco

fino, o desenvolvimento de *kink bands* e de crenulações no talco mais antigo, de epidoto e de fraturas perpendiculares à orientação das rochas e no fraturamento de outras rochas.

Condições mais brandas de hidrotermalismo também foram observadas em alguns locais, conforme já abordado no capítulo "Petrografia". A formação desses veios hidrotermais teve início em temperaturas da ordem de 500 °C, ou pouco menores formando epidoto bem desenvolvido, titanita, zircão junto com quartzo. Na progressão desse processo aparece epidoto fino, clorita, titanita fina, titanita leucoxenizada e leucoxênio. Esta fase hidrotermal de mais baixa temperatura (250 °C a 300 °C) pode ser correlacionada ao evento metamórfico do Eleutério (Zanardo & Oliveira, 1990), bem como ao metamorfismo da metabásica do ponto AAL - 353 e a reações retrometamórficas catalisadas pelas reativações finais das zonas de cisalhamento, no Neoproterozóico/Cambriano.

Cabe ressaltar que existe registro, na Serra das Águas Claras, de hidrotermalismo bem mais recente, gerando argilização nos granitóides (halloysita maciça e compacta).

11 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A quantidade de dados obtidos, frente à complexidade dos problemas enfocados, em razão das evidências de aberturas dos sistemas em épocas distintas, durante a evolução tectono-metamórfica e da dimensão da área em foco, demonstram que os estudos necessitam ser mais aprofundados, especialmente, envolvendo as rochas encaixantes e os produtos gerados no contato. Desta forma, ainda são necessários, para o entendimento do significado dos dados obtidos (isotópicos, de química mineral e litoquímicos) e, conseqüentemente, da evolução geológica da área e da região, de refinamento dos dados obtidos, além da obtenção de um número bem maior de informações direcionadas pelos dados já obtidos.

As dificuldades maiores resultam do grau de contaminação relativamente alto, e/ou modificações hidrotermais e metassomáticas ocorridas, durante a evolução tectono-metamórfica das rochas estudadas. Na Faixa Itapira/Amparo, em anfibólio xistos, foram observadas venulações de quartzo contendo minúsculos cristais de zircão, com formas arredondadas sugerindo "colocação mecânica" e formas euédricas, que sugerem cristalização *in situ* e, conseqüentemente, a entrada através de soluções fluidas ricas em zircônio e de outros elementos menores, com provável participação de elementos terras-raras. A entrada e saída dos constituintes maiores (Si, Al, Mg, Fe, Ca, K, Na), podem ser constatadas em campo e laboratório, através dos processos de biotitização e/ou flogopitização, talcificação, cloritização, uralitização e saussuritização. Contudo a sua quantificação é muito difícil de ser efetuada devido à falta de rocha com a composição pretérita preservada nesta faixa.

Os dados isotópicos obtidos nas rochas metamáficas/metaultramáficas da Faixa Itapira/Amparo aventam que foram geradas no Paleoproterozóico, complicando ainda mais as interpretações, pois estão embutidas em um conjunto litológico dominado por rochas ortoderivadas de diferentes idades e origens, representadas por ortognaisses, migmatitos e granitóides associados ao evento Itapira, que se intercalam ou envolvem metassedimentos pelíticos, grauvaqueanos, psamíticos e calciossilicáticos, bem como, migmatitos, ortognaisses e granitóides associados ao evento Amparo (Arqueano com retrabalhamento em grau variado no Paleoproterozóico e Neoproterozóico, sendo raros os restos de terrenos tipicamente arqueanos, devido aos retrabalhamentos mencionados).

Na região de Arcadas-Lindóia são reconhecidas rochas infracrustais de natureza tonalítica/trondhjemítica, com complexas estruturas migmatíticas relacionáveis a crosta primitiva (Arqueano) e evidências de retrabalhamento em ciclos geotectônicos posteriores (Jequié ?, Transamazônico, e Brasiliano) e uma ou mais seqüência(s) supracrustal (is), paleoproterozóica (s) e/ou neoproterozóica (s), intercalada tectonicamente por evento tangencial superposto por direcional, que ocorreu no Neoproterozóico/Cambriano. Intercalados com estas rochas ocorrem corpos máficos/ultramáficos intimamente associados a granitóides do Ciclo Itapira (Paleoproterozóico ? ou Neoproterozóico ?), metassedimentos que carecem de melhor investigação geocronológica.

Nas porções menos afetadas pela tectônica direcional de caráter dextral, às vezes, pode ser reconhecida uma foliação de baixo ângulo com lineação de estiramento e indicadores cinemáticos mostrando movimento de massa de ESE a SE para WNW a NW, relacionável a colisão continente-continente. Essa estrutura foi quase que totalmente rotacionada e/ou cortada por cisalhamento dúctil a dúctil-rúptil, dextral de direção NNE a NE, e caráter transpressivo, gerando intercalações verticalizadas da infra e supra-estrutura, ou seja, Amparo e Itapira.

Nesse contexto, as rochas metamáficas e metaultramáficas ocorrem como pequenos corpos, localmente, formando trilhas, com ou sem evidências claras de assimilação e ou contaminação por material granítico, sendo observados: flogopitização, infiltração quartzo-feldspática originando anfíbolito, talcificação e geração de amianto. Estas transformações, pelo menos localmente, modificaram a composição química relativa aos elementos maiores, e mesmo dos elementos terras-raras.

A litoquímica e a geocronologia indicam que a origem mais provável para as rochas em questão seja a partir de *greenstones* arqueanos ou de fragmentos de crostas oceânicas embutidas na crosta continental durante o Paleoproterozóico (ofiólitos transamazônicos).

As análises isotópicas permitem dizer, também, que as rochas metamáficas e metaultramáficas das duas regiões estudadas (Serra das Águas Claras e Arcadas) sejam mais antigas do que se imaginava, com retrabalhamentos paleo e neoproterozóicos, que as aberturas de sistemas afetaram, também, o sistema isotópico e que a região foi palco de intensa atividade tectono-metamórfica e magmática neoproterozóica. No Neoproterozóico, porém, não houve a geração de magma juvenil, apenas retrabalhamento de material já presente na crosta à época. É possível, também, aventar que, pelo menos parte dos metassedimentos, foi depositada antes do Paleoproterozóico e não entre o Meso e Neoproterozóico. É muito provável que não hajam metassedimentos gerados a partir de sedimentos depositados após 2 Ga.

12. CONCLUSÕES

A região estudada está situada na porção nordeste do Estado de São Paulo e forma uma faixa de direção NNE/SSW entre os paralelos 22° 25' e 22° 45' de latitude sul e pelos meridianos 46° 55' e 46° 35' de longitude oeste.

Nesta faixa ocorrem rochas atribuíveis ao Complexo Amparo (embasamento) e ao Complexo Itapira (supracrustais).

A denominação Faixa Itapira/Amparo, aqui utilizada, não tem conotação genética, apenas litológica, pois predominam rochas dos complexos acima citados.

A denominação de Complexo Itapira, em detrimento da denominação inicial de Grupo, deve-se ao fato de que os litotipos atribuídos ao Grupo Itapira por Zanardo (1987) e Itapira e Andrelândia por Campos Neto et al. (1990) possam ter sido gerados em mais de um ciclo geotectônico, anteriores ao Neoproterozóico.

As rochas metamáficas e metaultramáficas ocorrem na forma de intercalações tabulares a lenticulares, centimétricas a decamétricas, dentro ou entre rochas metassedimentares do Complexo Itapira e ortognaisses ou granitóides neoproterozóicos e entre as rochas do Complexo Amparo e os metassedimentos ou granitóides neoproterozóicos. São concordantes com a estruturação geral. Aparecem dispersas por toda a Faixa Itapira/Amparo, porém de distribuição não homogênea. As concentrações aqui estudadas localizam-se no Distrito de Arcadas (Amparo-SP) e na Serra das Águas Claras (Itapira-SP).

As rochas metaultramáficas são representadas por metaperidotitos, olivina piroxenito, antofilita xistos/*fels*, tremolita/actinolita xistos/*fels*, clinopiroxênio-anfibólio xisto bandado, hornblenda xistos, cummingtonita/grunerita xistos, flogopita/biotita xistos/*fels*, clorita xistos e talco xistos/*fels*.

As metamáficas estudadas correspondem a anfibolitos e diopsídio anfibolitos bandados.

Além das rochas metaultramáficas/máficas aparecem rochas pneumato-hidrotermais ou metassomáticas, quartzo-anfibólio-clinopiroxênio-granada *fels*, que representa um resíduo de fusão, microgranito e metabasalto, além das rochas das encaixantes.

O microgranito e o metabasalto podem ser produtos de vulcanismo bimodal nos estágios finais da evolução do Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino, na transição Pré-Cambriano-Fanerozóico, período em que ocorreu a geração da Bacia Eleutério.

A litoquímica, juntamente com o contexto geológico e a petrografia permitem dizer que os processos tectono-metamórficos que atuaram na região provocaram mudanças químicas e mobilidade de elementos maiores, menores, traços e terras-raras. Sugerem origem magmática, de filiação subalcalina para as rochas metaultramáficas e metamáficas. Os resultados dão apenas indicações de ambiente e apontam para uma afinidade com basaltos de fundo oceânico.

Estudos de metamorfismo indicaram que os valores de pressão e temperatura são, em média, superiores para a região de Arcadas, onde os minerais gerados no auge do metamorfismo estão mais preservados. Valores esses ainda abaixo do estimado para o metamorfismo progressivo com base em reações minerais.

A litoquímica e a geocronologia indicam que as rochas ora estudadas sejam derivadas de fragmentos de crostas oceânicas embutidas na crosta continental durante o Paleoproterozóico e não de ofiólitos brasileiros, como anteriormente aventado.

Dados isotópicos indicam que as rochas metamáficas e metaultramáficas da Serra das Águas Claras e de Arcadas foram gerados no Arqueano ou Paleoproterozóico e que não houve geração de material juvenil no Neoproterozóico, apenas retrabalhamento de rochas mais antigas.

Os resultados permitem, também, aventar que, pelo menos parte dos metassedimentos, foi depositada antes do Paleoproterozóico e não entre o Meso e Neoproterozóico e seria correspondente ao Grupo Minas ou Lafaiete e não ao Grupo Andrelândia.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M. de. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. *Bol. Inst. Geogr. e Geol.*, São Paulo, n. 41, p.169-263, 1964.
- _____. Evolução tectônica do centro-oeste brasileiro no Proterozóico Superior. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro, n. 40, p. 285-295, 1968 (suplemento).
- _____. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. de Geoc.*, 7(4): 349-363, 1977.
- _____. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1981, [s.]. *Anais...* [s.l: s.n.], 1981. p. 1-10.
- ALMEIDA, F. F. de & HASUI, Y. (coords.) *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.
- ALMEIDA, F. F. M. et al. The upper Precambrian of South America. *Boletim do Instituto de Geologia da USP*. São Paulo, n. 7, p. 45-80, 1976.
- _____. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, 1977. Campina Grande. *Atas...* Campina Grande: SBG, 1977, p. 363-391.
- _____. Brazilian Structural Provinces: an introduction. *Earth Science Review*, 17: 1-29, 1981.
- ALMEIDA, F. F. M. de et al. Informações geofísicas sobre o oeste mineiro e seu significado geotectônico. *Anais da Acad. Bras. de Ciências*, 52 (1): 49-60, 1980.
- ALMEIDA, S. 1998. *Petrologia de Rochas Ultramáficas Associadas ao Grupo Andrelândia, São Vicente de Minas e Carrancas, MG*. São Paulo, 1998. 194p. Tese de Doutorado, IG-USP.
- ANGEIRAS, A. G. A faixa de serpentinitos da região central de Goiás. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, n. 50 (1), p. 49-60, 1968.
- ARAÚJO *et al.* Projeto Pontalina – Fase I. Goiânia: DNPM/CPRM, 1980.
- ARNDT, N. T. & GOLDSTEIN, S. Use and abuse of crust-formation ages. *Geology*, v. 15, p. 893-895, 1987.
- ARTUR, A. C. *Rochas metamórficas dos arredores de Itapira – SP*. São Paulo, 1980. 193p. Dissertação (Mestrado) – IG-USP.
- _____. *Evolução policíclica da infra-estrutura da porção sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1988. 231p. Tese (Doutoramento) – IG-USP.

- ARTUR, A. C. & WERNICK, E. Interpretação geotectônica de alguns aspectos do embasamento cristalino do Estado de São Paulo e áreas adjacentes do Estado de Minas Gerais. In: GONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG, 1986, v. 3, p. 1285-1295.
- ARTUR, A. C. et al. Dobramentos superpostos na região de Itapira (SP): caracterização e cronologia. In: SIMP. GEOL. REGIONAL, 2, 1979. *Afas...* [s.l.]: SBG – Núcleo de São Paulo, 1979. p: 58-70.
- BARBOSA, O.; BRAUN, O. P. G.; DYER, R. C.; CUNHA, C. R. *Projeto Goiânia: relatório preliminar*. Goiânia: DNPM-PROSPEC, 1970.
- BASEI, M. A. S.; CAMPOS NETO, M. C.; BERGMANN, M.; FIGUEIREDO, M. C. H. *Geologia da Folha de Amparo (SP)*. v.1, 109p, 1986. (Relatório, Convênio IG-USP/Pró-Minério).
- BATISTA FILHO, J. J. *Mapeamento geológico da região de Boltelhos, MG*. Monografia de Trabalho de Formatura, Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro-SP, 2003, 154 p.
- BEN OTHMAN, D.; POLVÉ, M.; ALLEGRE, C. J. Nd-Sr isotopic composition of granulites and constraints on the evolution on the evolution of the lower continental crust. *Nature*, 307, p. 510-515, 1984.
- BERBERT, C. O. Geologia geral dos complexos básicos-ultrabásicos de Goiás. In: CONGR. BRAS. DE GEOL., 24, 1970, Brasília-DF. *Anais...* Brasília: [s.n.], 1970. p. 41-50.
- BITTAR, S. M. B. *Mapeamento geológico estrutural da Folha Caxambu e da parte sul da Folha Luminárias. Rio de Janeiro*, 1989. 255 p. Dissertação (Mestrado) – UFRJ.
- BLUNDY, J. D. & HOLLAND, T. J. B. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 104, p. 208-224, 1990.
- BREY, G. T. & KHLER, T. Geothermobarometry in four phase lherzolites, part II: new thermobarometers, and practical assessment of existing thermobarometers. *J. Petrol.*, 31, 1353-1378, 1990
- BRITO NEVES, B. B. & CORDANI, U. G. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*, 53: 23-40, 1991.
- BRITO NEVES, B. B. & CORDANI, U. G. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*, **53**: 23-40, 1991.
- BRITO NEVES, B. B. et al. From Rodinia to Western Gondwana: an approach to the Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage. *Episodes*, v.22, n. 3, 1999. p. 155-166.
- CAMPANHA, G. A. da C. et al. *Mapeamento geológico na escala 1: 50.000 das Folhas Mogi-Guaçu (parte correspondente ao embasamento cristalino) e Águas de Lindóia (parte correspondente ao Estado de São Paulo)*. São Paulo: IPT, 1982. (Inédito) (Relatório final , M.17446, IPT, Convênio Pró-Minério-IPT, São Paulo).

- CAMPANHA, G. A. da C. et al. Quadriculas Mogi-Guaçu e Águas de Lindóia. In: JORNADA SOBRE A CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO EM 1:50.000, 1, 1983a, São Paulo. *Atas...*São Paulo: Pró-Minério, 1983a. p. 137-169 (2 tab.; 5 fig., 2 mapas).
- _____. Caracterização do estilo estrutural e discussão de aspectos estratigráficos do Complexo Amparo na região de Itapira e Águas de Lindóia. In: SIMP. REG. GEOL., 4, 1983b, São Paulo. SBG. p. 3-15.
- CAMPOS NETO, M. da C. Evolução do Pré-Cambriano paulista e regiões adjacentes. In: SIMP. REG. GEOL., 4, 1985, São Paulo. *Atas...* São Paulo: SBG-SP, 1985. p. 79-80.
- _____. *A porção ocidental da Faixa Alto Rio Grande: ensaio de evolução tectônica.* São Paulo, 1991. 210p. Tese (Doutorado) – IG-USP.
- _____. Orogenic Systems from Southwestern Gondwana: An Approach to Brasiliano-Pan African Cycle and Orogenic Collage in Southeastern Brazil. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. (eds). *Tectonic evolution of South America.* 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 335-365, 2000.
- CAMPOS NETO, M.C. & CABY, R. Neoproterozoic High-Pressure Metamorphism and Tectonic Constraint From the Nappe System South of the São Francisco Craton, Southeast Brazil. *Precambrian Research* 97, p. 3-26. 1999.
- _____. Terrane Accretion and Upward Extrusion of High-Pressure Granulites in the Neoproterozoic Nappes of Southeast Brazil: Petrologic and Structural Constraints. *Tectonics*, 19 (4): 669-687. 2000.
- CAMPOS NETO, M. da C. & CORDANI, U. G. Evolução do Pré-Cambriano Paulista e regiões adjacentes. In: SIMP. REG. GEOL., 5, 1985, São Paulo. *Atas...* São Paulo-SP: SBG, 1985, 2: 561-585.
- CAMPOS NETO, M. da C. & FIGUEIREDO, M. C. H. *Geologia das Folhas de São José do Rio Pardo e Guaranésia [porção paulista]* 1:50.000. SICCT PRÓ-MINÉRIO/USP-IG, 1985. 123p.
- _____. A orogênese Rio Doce. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37, 1992, São Paulo-SP. *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo-SP: SBG, 1992. v. 1, p. 276-277.
- CAMPOS NETO, M. da C. et al. A Nappe de Cavalgamento Socorro (SP-MG). In: CONGR. BRAS. DE GEOL., 33, 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 1984, v.4: 1809-1822.
- CAMPOS NETO, M. da C. et al. The São José do Rio Pardo mangeritic-granitic suite, southeastern Brazil. *Geochimica Brasiliensis*, 2 (2): 185-199, 1988.
- CAMPOS NETO, M. da C. et al. A porção ocidental da Faixa Alto Rio Grande (SP-MG). In: CONGR. BRAS. GEOL., 36, 1990, Natal-RN. *Anais...* Natal-RN: SBG, 1990. v. 6: 2615-2630.

- CAVALCANTE, J.C. et al. *Projeto Sapucaí: relatório final de geologia*. Estados de São Paulo e Minas Gerais. Brasília-DF: DNPM/CPRM, 1979. 299p. (Série Geologia, n. 4; Seção Geologia básica, n.2).
- CHOUDHURI, A. et al. Charnockite gneisses and granulites of the Botelhos Region, southern Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife: SBG, 1978, v. 3, p. 1236-1249.
- CLARKE, D. *Newpet, version 94.01.07*. Memorial University of Newfoundland. Department of Earth Sciences Centre for Earth Resources Research. St. John's, NF, Canada. Copyright © 1987-1994.
- CORDANI, U. G. & BITENCOURT, I. Determinação de idade potássio-argônio em rochas do Complexo Açungui. In: CONGR. BRAS. GEOL., 21, 1967, p. 218-233.
- CORDANI, U. G. et al. Sr isotopic of crustal evolution: the precambrian orogenic provinces of Brazil. In: INT. SYMP. GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS – ISGAM, 1987, p. 35-40.
- CORDANI, U.G. et al. Crustal Evolution of the South American Platform. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. (eds). Tectonic evolution of South America. 31ST International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 19-40. 2000.
- CORRÊA, J. A. & SOBRINHO, M.L. 1969. Mineralizações de Cromo, Níquel e Talco lamelar em Mairipotaba, Goiás. In: CONGR. BRAS. GEOL., 23, 1969, Salvador-BA. *Bol. Especial nº 1...* Salvador-BA: SBG, Núcleo Bahia. n. 1, p. 24.
- CORREIA, C. T. et al. Datações Rb/Sr e K/Ar em rochas metamórficas da região de Cássia (MG) e considerações sobre seu significado tectônico. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 54 (4): 676-677, 1982.
- CRÓSTA, A. P. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas-SP: IG/UNICAMP, 1992. 170p.
- COX, K. G. et al. *The interpretation of igneous rocks*. London: George Allen and Unwin, 1979.
- DANI, J. C. M.; TEIXEIRA, N. E. Características e sistematização das associações de rochas máficas e ultramáficas pré-cambrianas do Estado de Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 1, 1981, Goiânia. *Anais...* Goiânia-GO: SBG, 1981. p. 371.
- DARDENE, M.A. 2000. The Brasília Fold Belt. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. eds. TECTONIC EVOLUTION OF SOUTH AMERICA. 31ST International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 231-263. 2000.
- DAVINO, A. O Baixo Gravimétrico da Região de Caldas Novas, GO. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, 1979, Rio Claro. *Afas...* Rio Claro: SBG, v.1, p.87-100.

- DEL LAMA, E. A. *Terrenos granulíticos de Guaxupé: evolução petrológica de um segmento da crosta inferior*. Rio Claro, 1998. 188p. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - IGCE, UNESP.
- DEL LAMA, E. A. et al. Exhumation of high-pressure granulites of the Guaxupé Complex, southeastern Brazil. *Geological Journal*, Reino Unido, v.35, n.3-4, p 231-249, 2000.
- DICKIN, A. P. *Radiogenic isotope Geology*. Cambridge University Press: Great Britain, 1997. 490p.
- EBERT, H. A tectônica do sul do Estado de Minas Gerais. *Relat. An. Div. Geol. Mineral.*, DNPM, p. 97-107 e 136-137, 1957.
- _____. The manganese-bearing Lafaiete – Formation as a guide – horizon in the Pré-Cambriam of Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 35. n. 4, p. 543-559, 1963.
- _____. Ocorrências da fácies granulítica do sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogenética: Hipóteses sobre a sua origem. *Anais da Acad. Bras. Ciências*, Rio de Janeiro, 40: 215-229, 1968 (suplementos).
- _____. Os Paraíbides entre São João Del Rei, Minas Gerais e Itapira, São Paulo, e a bifurcação entre Paraíbides e Araxáides. *Boletim Especial: SBG*, 1971, 1: 177-178.
- _____. O Grupo Eleutério e a Falha de Jacutinga (nordeste de São Paulo). In: CONGR. BRAS. DE GEOL, 28, 1974, Porto Alegre. *Res. Comum...* Porto Alegre: SBG (núcleo Rio Grande do Sul), 1974. Bol. Especial 1: 726-730.
- _____. *Os Paraíbides entre São João Del Rei (MG) e Itapira (SP), e a bifurcação entre Paraíbides e Araxáides*. São Paulo: SBG-SP/Pró-Minério, 1984. Pub. 12/84: 72-103. (in memorian).
- EBERT, H. & BROCHINI, M. F. Estudos estratigráficos e geocronológicos no Escudo Cristalino Brasileiro. *Ciência e Cultura*, 20: 621-625, 1968.
- EBERT, H. D. et al. O caráter transpressivo do cinturão transcorrente Rio Paraíba do Sul. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3, 1991, Rio Claro-SP. *Boletim...* Rio Claro-SP: SBG/UNESP, 1991. p. 139-141.
- EBERT, H. D. et al. Arcabouço estrutural e tectônica transpressiva das faixas móveis das bordas sul e sudeste do cráton do São Francisco e da síntaxe de Guaxupé. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4, 1993a, Belo Horizonte-MG. Belo Horizonte-MG: SBG, 1993a. p. 166-171.
- EBERT, H. D. et al. Evolução dos Cinturões de Cisalhamento entre os Blocos São Paulo, Vitória e Brasília através da tectônica colisional oblíqua: uma modelagem física. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4, 1993b, Belo Horizonte-MG. Belo Horizonte-MG: SBG, 1993b. p. 254-258.

- EBERT, H. D. et al. Compartimentação crustal e evolução cinemática da Província Mantiqueira através de modelagem física. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS (SNET), 5, 1995, Gramado (RS). Gramado(RS): SBG, 1995. p. 26-28.
- EBERT, H. D. et al. Tectonic setting and U/Pb zircon dating of the plutonic Socorro Complex in the Transpressive Rio Paraíba do Sul Shear Belt, SE Brazil. *Tectonics*, 15 (3): 688-699, 1996.
- ENDO, I.; MACHADO, R. Sistema de Cisalhamento Transatlântico: um modelo tectônico transpressional para o neoproterozóico do Brasil oriental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4, 1993, Belo Horizonte-MG. *Anais...* Belo Horizonte-MG: SBG, 1993, p. 356-359.
- EVENSEN, N. M. et al. Rare-earth abundances in chondritic meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, n. 42, p. 1199-1212, 1978.
- FAURE, G. *Principles of Isotope Geology*. 2. ed. Wiley: New York, 1986. 589 p.
- FERRARI, M. A. D. et al. Estudo das zonas de alteração hidrotermal do Greenstone Belt de Almas-Dianópolis (TO) através de sensoriamento remoto multiespectral. In: CONGR. BRAS. GEOL., 40, 1998, Belo Horizonte-MG. *Anais...* Belo Horizonte-MG: SBG, Núcleo Minas Gerais, 1998. p. 329.
- FERSHTATER, G. B. An empirical plagioclase-hornblende barometer. *Geochemistry Int.*, 27, 20-27., 1991.
- FETTER, A. H. et al. New Sm/Nd and U/Pb geochronological constraints on the archaean to neoproterozoic evolution of the Amparo Basement Complexo of the Central Ribeira Belt, southeastern Brazil. *Revista Comunicaciones (Edición Especial)*, n. 52, p. 36, 2001 (III South American Symposium on Isotope Geology)
- FIGUEIREDO, A. N. Depósitos de Cromita de Goiás e Campo Formoso (BA).- Diagênese e análise comparativa. *Rev. Bras. Geociências.*, 7(1): 73-83, 1977
- FIORI, A. P. *Geologia da região de Pouso Alegre e Machado: Análise estrutural de dobramentos superpostos*. São Paulo, 1979, 220p. Tese (Doutoramento) - IG-USP.
- FIORI, A. P. & CHOUDHURI, A. Fases de migmatização de dobramentos superpostos nas rochas granulíticas e nos migmatitos de Serrania e Machado (MG). In: SIMP. GEOL. REG. 2, 1979, Rio Claro-SP. *Atas...* Rio Claro-SP, 1979. 1: 47-58.
- FIORI, A. P. et al. Evolução policíclica da região nordeste do Estado de São Paulo e áreas vizinhas do Estado de Minas Gerais. In: CONG. BRAS. GEOL., 30, 1978, Recife. *Anais...* Recife, 1978. v. 1: 309-320.
- FIORI, A. P. et al. Geologia da região de Pouso Alegre – Machado: análise geométrica de dobramentos superpostos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 11, p. 22-34, 1981.
- FISCHEL, D. P. et al. Idade do metamorfismo de alto grau no Complexo Anápolis-Itaçu, Goiás, determinada pelo método Sm-Nd. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 28(4): 543-544, 1998.

- _____. Preliminary Sm-Nd isotopic study of the Anápolis-Itaúçu Complex, Araxá Group and associated granite intrusions, central Brazil. Implications for the evolution of the Brazilian belt. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 2, 1999. *Actas...* [s.l.: s.n.], 1999. p. 302-305.
- FITTON, J. G. et al. Sr-, Nd-, and Pb isotopic composition of volcanic rocks from the southeast Greenland margin at 63 °N: Temporal variation in crustal contamination during continental breakup. In: Saunders, A. D.; Larsen, H. C.; Wise Jr, S. W. (Eds). *Proceedings of the ocean drilling program, scientific results*, v. 152, p. 351-352, 1998. Extraído de <http://www-odp.tamu.edu/publications/152-SR/VOLUME/CHAP-29.PDF>, em 11/12/2001, às 22:10 h.
- FONSECA, M. J. G. et al. *Carta geológica do Brasil ao Milionésimo – Folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape*. Texto explicativo. Brasília: MME/DNPM, 1979. 240p.
- FREITAS, F. C. *Geotermobarometria e evolução metamórfica das rochas granulíticas da região de Socorro-SP*. São Paulo-SP, 2000. 175 p. Dissertação (Mestrado em Mineralogia e Petrologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IG-USP).
- FUCK, R. A. et al. As Faixas de Dobramentos Marginais do Cráton do São Francisco: Síntese dos Conhecimentos. In: DOMINGUEZ, J. M. L. & MISI, A. coords. *O Cráton do São Francisco*. Salvador: SBG, 1993, p. 161-185.
- FUJIMORI, S. *Composição química de rochas e suas aplicações*. Salvador-BA: Centro Editorial de Didático da UFBA, 1990. 306p.
- FYFE, W. S. & LEONARDOS, O. H. Ancient metamorphic – migmatite belts of the Brazilian Atlantic Coast: the african connection. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 4 (4): 247-251. 1974.
- GARCIA, M. da G. M. *Associações metamórficas de alta pressão: nappes neoproterozóicas a sul do Cráton do São Francisco*. São Paulo-SP, 2001. 199 p. Tese (Doutoramento em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo (IG-USP).
- GARDA, G. M. & ATENCIO, D. Nomenclatura de piroxênios. *Rev. Bras. Geoc.*, 20(1-4): 318-328, 1990.
- GROSSI SAD, J. H. & BARBOSA, A. L. M. Síntese geológica da Folha de Socorro, São Paulo. In: JORNADA SOBRE A CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO EM 1: 50.000, 1, 1983, São Paulo. *Atas...* São Paulo: Pró-Minério, 1983. p. 109-135.
- GRUAU, G. et al. Loss of isotopic (Nd, O) and chemical (REE) memory during metamorphism of komatiites: new evidence from eastern Finland. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 112: 66-82, 1992.
- GUIA QUATRO RODAS. *Mapa rodoviário do Estado de São Paulo*. São Paulo: Abril, 2002. 01 mapa. Escala: 1: 1.100.000.

- HAMA, M. et al. Idades Rb/Sr e K/Ar na região sul de Minas Gerais e leste de São Paulo. *Atas 2º Simp. Reg. Geol.*, (SBG-SP), 1:71-86.
- HAMMARSTROM, J. M. & ZEN, E-an. Aluminium in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *Am. Mineral.*, 71, p. 1297-1313, 1986.
- HARALYI, N. L. & HASUI, Y. Anomalias gravimétricas e estruturas maiores do sul do Estado de Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 1, 1981, Goiania-GO. *Ata... Goiânia-GO: SBG-CO*, 1981. p. 73-92.
- _____. The gravimetric information and the archaean-proterozoic structural framework of eastern Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 12 (1/2/3), p. 160-166, 1982.
- HARALYI, N. L. E. et al. *Ensaio sobre a estruturação crustal do Estado de Minas Gerais com base na informação geofísica e geológica*. Contribuições à geologia e à petrologia. [s.l.]: SBG-MG, 1985. p. 71-93.
- HARTWIG, M. E. *Evolução geológica do extremo noroeste do Complexo Socorro*. Monografia de Trabalho de Formatura, Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro, 2003, 95 p.
- HASUI, Y. The Mantiqueira Province: archaean structure and proterozoic evolution. *Rev. Bras. Geoc.*, 12 (1-3): 167-171, 1982.
- _____. Aspectos geológicos essenciais da seção Caconde-Caraguatatuba e suas implicações na reconstrução da organização e evolução do Pré-Cambriano paulista. In: JORNADA SOBRE A CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO EM 1: 50.000, 1, 1983, São Paulo. *Atas... São Paulo: Pró-Minério*, 1983. p. 227-252.
- HASUI, Y. & ALMEIDA, F. F. M. de. Geocronologia do centro-oeste brasileiro no Proterozóico Superior. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 19, n. 1, p. 5-26, 1970.
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M. A. F. de. Província Mantiqueira – Setor Central. In: F. F. M de Almeida e Y. Hasui (Coords.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. Ed. Edgard Blucher, SP, 1984. p. 309-344.
- HASUI, Y. et al. *Deformação por cisalhamento dúctil: modelo de transformações de rochas pré-cambrianas antigas do leste de São Paulo. Fase 1*. São Paulo, Pró-Minério (Relatório IPT 25.908). 1988.
- HASUI, Y. et al. Estruturação da extremidade oriental da chamada Cunha de Guaxupé. Dados preliminares. In: CONGR. BRAS. DE GEOL., 36, 1990, Natal-RN. *Anais... Natal-RN: SBG*, 1990, v.5, p. 2296-2308.
- HASUI, Y. et al. Megaestruturação pré-cambriana do território brasileiro baseada em dados geofísicos e geológicos. *Geociências*, 12 (1), p. 7-31, 1993.
- HEILBRON, M. et al. Geocronologia da região entre Lavras, São João Del Rei, Lima Duarte e Caxambu (MG). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 61: 177-199, 1989.

- HEILBRON, M. et al. Segmento central da Faixa Ribeira, exemplo de colisão continental oblíqua no evento termo-tectônico brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário Camboriú-SC. *Boletim de Resumos Expandidos...* Balneário Camboriú-SC: SBG, 1994, v.1, p. 263-265.
- HEILBRON, M. et al. Modelagem física da deformação principal brasileira no segmento central da Faixa Ribeira. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5, 1995, Gramado. *Boletim de Resumos Expandidos...* Porto Alegre-RS: SBG, 1995. p. 241-242.
- HOLLISTER, L. S. et al. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *Am. Mineral.*, 72, p. 231-239, 1987.
- HOPPE, A. et al. Eclogitos pré-cambrianos no sudeste de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 3, 1985, Belo Horizonte. *Boletim...* Belo Horizonte: SBG, 1985, v. 5, p. 180-192.
- HOPPE, A. et al. Precambrian eclogites from Minas Gerais, Brasil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 28th., Washington, 1989. *Abstracts...* Washington, DIC. USA, 1989, v. 2, p. 68-69.
- IANHEZ, A. C. et al. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL, Folha SE.22 - Goiânia. Rio de Janeiro: MME-SG, 1983. vol. 31. p. 97-122, 294, 305 e 309.
- IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO). *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1981. 2 v. (Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais – Pró-Minério)
- IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 8: 523-548, 1971.
- JANASI, V.A. *Geologia e petrologia do maciço monzodiorítico-monzonítico de Piracais, SP*. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 281 p. 1986.
- _____. Crustal anatexis and granite genesis in the Socorro-Guaxupé Thrust Nappe, southeastern Brazil: some constraints from elemental geochemistry. *Revista Brasileira de Geociências*, **27**: 139-150.
- JOHNSON, M. C. & RUTHERFORD, M. J. Experimental calibration of the aluminum-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley Caldera (California) volcanic rocks. *Geology*, 17, p. 837-841, 1989.
- KRUHL, J. H. Textures and C-axis orientations of deformed quartz crystals from porphyric dikes of the Alpine "Root Zone" (Western Alps). *Geol. Rundsch.*, 75 (3), p.601-623, 1986.
- LACERDA FILHO, J. V. Geologia e esboço tectônico da folha Goiânia – SE.22-X. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 5, 1995, Goiania. Goiânia: SBG, Núcleo Centro-Oeste e Brasília, p. 160-165.

- LACERDA FILHO, J. V. & OLIVEIRA, C.C. Geologia da região sudeste de Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 4, 1994, Brasília-DF. Brasília: SBG, Núcleo Centro-Oeste e Brasília, p. 157-160.
- LACERDA FILHO, J. V. de et al., *Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Folha Goiânia, SE. 22-X. Brasília: CPRM-SUREG-Goiás, 1995.
- LACERDA FILHO, J.V. de et al. Arcabouço Geotectônico de Goiás e Distrito Federal. In: Lacerda Filho, J.V.; Resende, A.; Silva, A. da (coords), *Programa de Levantamentos Básicos do Brasil – Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia: conv. CPRM/METAGO S.A./UnB. P 19-30. 1999.
- LAHAYE, D. D. & ARNDT, N. T. Alteration of a komatiite flow from Alexo, Ontario, Canada. *Journal of Petrology*, 37: 1261-1284, 1996.
- LAZARINI, A. P. *Petrologia de metabasitos/ultrabasitos da região de Águas de Lindóia*. Rio Claro-SP, 2000. 134p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – IGCE-UNESP.
- LAZARINI, A.P. et al. Ocorrência de scheelita em rochas calciosilicáticas do Complexo Varginha-Guaxupé. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 5, 1997, Penedo. Atas... Rio de Janeiro: SBG/UERJ, 1997, p. 437-439.
- LAZARINI, A. P. et al. Metamafic/ultramafic rocks of Itapira/Amparo metamorphic belt. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000, Rio de Janeiro-RJ. *Abstracts Volume...* Rio de Janeiro-RJ, Brazil: Organizing Committee, august, 2000. (CD-ROM).
- LEAKE, B. E. The chemical distinction between ortho- and para-amphibolites. *J. Petrol.* v.5, n. 2, p. 238-254, 1964.
- LEAKE, B. E. et. al. Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *The Canadian Mineralogist*, 35: 219-246, 1997.
- _____. Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Association's 1997 recommendations. *The Canadian Mineralogist*, 41: 1355-1362, 2003.
- LEONARDOS Jr., O. H. et al. Nota sobre a Formação Pouso Alegre. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.43(e);131-134. 1971.
- LUDWIG, K. R. *Isoplot: a plotting and regression program for radiogenic isotope data*. Open-File Report 91-445. U. S. Geological Survey, Berkeley.

- MACHADO, R. & ENDO, I. Cinturão de Cisalhamento Atlântico: um exemplo de tectônica transpressional neoproterozóica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4, 1993, Belo Horizonte-MG. *Anais...* Belo Horizonte-MG: SBG, 1993, p. 189-191.
- _____. Superposição cinemática brasileira no Cinturão de Cisalhamento Atlântico e na Cunha de Guaxupé. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário Camboriú-SC. *Boletim de Resumos Expandidos...* Balneário Camboriú-SC: SBG, 1994, v.1, p. 269-270.
- MALAGUTTI, M. I. A. et al. Determinação de elementos terras raras e ítrio em rochas silicáticas por ICP-AES com separação em resina trocadora de íons. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6, 1997, *Anais...* 1997, p. 353 – 356.
- _____. _____. *Geochimica Brasiliensis*. v. 12, n. ½, p. 075-080, 1998.
- MELLO, J. C. R. de & FIGUEIREDO, A. N. Notas sobre ocorrências de Níquel, Cobre e Amianto no Morro Paraíso, município de Cromínia – Goiás. In: CONGR. BRAS. GEOL., 23, 1969, Salvador-BA. *Bol. Especial nº 1...* Salvador-BA: SBG, Núcleo Bahia, 1969. n. 1, p. 28.
- MESCHEDE, M. A Method of discrimination between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chemical geology*. 56:207-218, 1986.
- MESQUITA, M. P. S. et al. Análise estrutural de um segmento das zonas de cisalhamento transcorrentes de Monte Sião e Ouro Fino, sul de Minas Gerais. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS (SNET), 5, 1995, Gramado (RS). Gramado (RS): SBG. p. 57-58.
- MIYASHIRO, A. Volcanic rock series and tectonic setting. *Ann. Rev. Earth Sci.*, v. 3, p. 251-269, 1975.
- MORALES, N. *Evolução tectônica do Cinturão de Cisalhamento Campo do Meio na sua porção ocidental*. Rio Claro-SP, 1993. 2 volumes. Tese (Doutoramento) – IGCE-UNESP.
- MOREIRA, M. D. *Aplicações dos minerais e rochas industriais*. Salvador-BA: SBG-BA-SE: Superintendência de Geologia e Recursos Minerais: Associação Baiana de Geólogos, 1994. 87p
- MOTTA, J.F.M. *As matérias-primas cerâmicas e o estudo de três casos de rochas fundentes*. Rio Claro, 2000. 206p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- MÜLLEN, E. D. MnO/TiO₂/P₂O₅. A minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 62: 53-62, 1983.
- NARDY, A. J. R. et al. Determinação de elementos maiores e menores em rochas silicáticas por espectrometria de fluorescência de raios-X: resultados preliminares. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6, 1997. *Anais...* 1997, p. 346-348.
- NAVARRO, G. R. B. Caracterização metamórfica/estrutural dos corpos metaultramáficos da região de Mairipotaba-Cromínia (GO). 2002. 102 p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo, 2002.
- NIGGLI, P. *Rocks and mineral deposits*. San Francisco: W. H. Freeman & CO. 1954.
- NILSON, A. A. O atual estágio de conhecimento dos complexos máfico-ultramáficos pré-cambrianos do Brasil – Uma avaliação preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro-RJ. *Anais...* Rio de Janeiro-RJ: SBG, 1984. v. 9, p. 4166-4203.
- NILSON, A.A. et al. Geologia da região de Cromínia-Pontalina-Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, 1969, Salvador-BA. *Boletim Especial n. 1...* Salvador-BA p.70.
- NORTON, F. H. *Introdução à tecnologia cerâmica*. São Paulo-SP: Edgard Blucher: EDUSP, 1973.
- OLIVEIRA, M. A. F. de. Petrologia das rochas metamórficas da região de São José do Rio Pardo (SP). *Rev. Bras. Geoc.*, 3: 257-278, 1973.
- _____. Novos Dados geocronológicos para rochas charnockíticas da Associação Guaxupé, Complexo Varginha. *Rev. Bras. Geoc.*, 16 (3): 301-305, 1986.
- OLIVEIRA, M. A. F. de et al. Geoquímica dos granulitos básicos e anfibolitos de parte das regiões sudeste e sul do Brasil. *Bol. IG-USP*, publ. esp., n. 18, p. 5-6, out. 1996.
- OLIVEIRA, M. A. F. de et al. Anfibolitos associados à Faixa Metamórfica Amparo-Itapira na região de Socorro-Amparo-Águas de Lindóia. In: CONGR. BRAS. GEOL., 40, 1998, Belo Horizonte-MG. *Anais...* Belo Horizonte-MG: SBG/NMG, 1998. p. 456.
- OLIVEIRA, M. A. F. de et al. Caracterização petrográfica e geoquímica de rochas anfibolíticas e metamáficas associadas às faixas metamórficas Amparo e Itapira na região nordeste de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 3, p. 393-400, 2004.
- OLIVEIRA, M. A. F. de et al. New U/Pb and Sm/ Nd geochronological data of palaeoproterozoic orthogneiss and amphibolite (Serra Negra Unit) from the Amparo Basement Complex, southeastern, Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 5, 2006, Punta Del Este, Uruguay.
- PACIULLO, F.V.P. et al. The Andrelândia Basin, an Neoproterozoic Intraplate Continental Margin, Southern Brasília Belt, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1):200-202. 2000.
- PEARCE, J. A. Basalt geochemistry used to investigate last tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics*. 25:41-67, 1975.

- PEARCE, J. A. & CANN, J. R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element. *Earth and Planetary Science Letters*. 19:290-300, 1973.
- PEARCE, T. H. et al. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 36, p. 121-132, 1977.
- PEDROSA-SOARES, A.C. & WIEDEMANN-LEONARDOS, C.M. Evolution of the Araçuaí Belt and its Connection to Ribeira Belt, Eastern Brazil. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. (eds.) *Tectonic evolution of South America*. 31ST International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 265-285. 2000.
- PELOGGIA, A. U. G. *A Faixa Alto Rio Grande na região de Amparo (SP)*. São Paulo-SP, 1990. 124p. Dissertação (Mestrado) – IG-USP.
- PÉREZ, D. J. & CRÓSTA, A. P. Remote sensing applied to geological mapping of neopaleozoic sequences in the Cordon Del Portillo Region, Cordillera De Los Andes, Argentina. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000, Rio de Janeiro-RJ. *Abstracts Volume...* Rio de Janeiro-RJ, Brazil: Organizing Committee, 2000. (CD-ROM).
- PIMENTEL, M. M. & FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, 20, 375-379.
- PIMENTEL, M.M. et al. The Mara Rosa Arc in Tocantins Province: Further Evidence for Neoproterozoic Crustal Accretion in Central Brazil. *Precambrian Research*, 81: 299-310. 1997.
- PIMENTEL, M. M. et al. Estudo isotópico Sm-Nd regional da porção central da Faixa Brasília, Goiás: implicações para idade e origem dos granulitos do Complexo Anápolis-Itaçu e rochas metassedimentares do Grupo Araxá. *Rev. Bras. Geociências.*, 29(2):271-276, 1999.
- PIMENTEL, M. M. et al.. The neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Central Brazil: a review and new Sm-Nd data. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 35-39, 2000a.
- PIMENTEL, M.M. et al. The Basement of the Brasília Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. (eds.) *Tectonic Evolution of South America*. 31ST International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 195-229. 2000b.
- PIRES, F. R. M. The Archean Barbacena greenstone belt in its typical development and the itabirite distribution at the Lafaiete District. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 50: 599-600.
- PLYUSNINA, L. P. Geothermometry and geobarometry of plagioclase-hornblende bearing assemblages. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 80, 140-146, 1982.
- PRADO, I. D. M. do & CRÓSTA, A. P. Avaliação do uso de dados multiespectrais do sensor aeroportado Geoscan AMSSMK-II na exploração de ouro no Greenstone Belt do Rio

- Itapecuru, BA. In: CONGR. BRAS. GEOL., 39, 1996, Salvador-BA. *Anais...* Salvador-BA: SBG, Núcleo Bahia-Sergipe, 1996. v. 7, p. 41-44.
- PROJETO RADAMBRASIL. *Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro-RJ: MME/SG, 1983, 780 p, 06 mapas. (Levantamento de recursos naturais, v.32).
- RESENDE, A. et al. Descrição das unidades litoestratigráficas. In: Lacerda Filho, J. V.; Resende, A.; Silva, A. (coords.). Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia: Conv. CPRM/METAGO S. A./UnB, p. 31-78, 1999.
- RICHARD, L. R. *Minpet: Mineralogical and petrological data processing system. Minpet version 2.02*. Copyright 1988-1995. Canadá.
- ROCHA, M. M. C. *Caracterização tectono-metamórfica da região das serras do Lobo, Mota e Norte da Serra do Sudário, municípios de Pontalina e Morrinhos, Estado de Goiás*. Monografia de Trabalho de Formatura, Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro, 2003, 91 p.
- ROLLINSON, H. R. *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*, England: Longman, 1993. 352 p.
- SATO, K. *Evolução crustal da plataforma sul americana, com base na geoquímica isotópica Sm-Nd*. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. [s.n.]: São Paulo-SP., 1998.
- SATO, K. & TASSINARI, C. C. G. Principais eventos de acreção continental no Cráton Amazônico baseados em idade-modelo Sm-Nd, calculada em evoluções de estágio único e estágio duplo. In: COSTA, M. C. & ANGÉLICA, R. S. (coordenadores) *Contribuições à Geologia da Amazônia*, p.91-142, 1993.
- SATO, K. et al. O método geocronológico Sm/Nd no IG/USP e suas aplicações. *An. Acad. Brasil. Ciências*, 67 (3), p. 313-336, 1995.
- SCHOBENHAUS FILHO, C. et al. *Geologia do Brasil*. Rio de Janeiro: DNPM/DMG, 1984. 501p.
- SIMÕES, L. S. A. & VALERIANO, C. M. Porção meridional da Faixa de Dobramentos Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação estratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. *Anais...* Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2564-2575.
- SOARES, P. C. Tectônica colisional em torno do Bloco Paraná, Brasil. In: CONGR. LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, 1988, Belém-PA. *Anais...* Belém: SBG, 1988. v. 1: 63-79.
- SOARES, P. C. et al. Tectônica colisional oblíqua entre o Bloco Paraná e a margem sul do Cráton do São Francisco, no Maciço Guaxupé. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal-RN. *Anais...* Natal-RN: SBG, 1990, v.6, p. 2723-2734.

- SOARES, P. C. et al. Evolução tectônica dos terrenos máficos-ultramáficos na margem sul do Cráton do São Francisco. In: SIMPÓSIO NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3, 1991, Rio Claro-SP. *Boletim...* Rio Claro-SP: SBG, 1991. p. 66-68.
- SOUZA, S. C. A. de. *Anfibolitos ortoderivados do Complexo Itapira e do Bloco São Roque nas folhas Cabreúva, Sorocaba, Itu e São Roque (SP)*: petrografia, litoquímica, química mineral e termobarometria. 1997. 137 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional). IGCE/UNESP, Rio Claro-SP.
- SOUZA, S. C. A. de et al. Petrografia e litoquímica dos anfibolitos do Complexo Itapira: Folhas Águas de Lindóia (SP/MG) e Cabreúva (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA., 39, 1996, Salvador. *Anais...* Salvador-BA: SBG, 1996. v. 2 (sessões temáticas), p. 131-133.
- SOUZA FILHO, C. R. de & DRURY, S. A. Mapping of Pan-African ophiolitic and volcano-sedimentary associations in the north-western desert of Eritrea, NE Africa, using TM and Jers-1 data: implications for future aster data. In: CONGR. BRAS. GEOL., 39, 1996, Salvador-BA. *Anais...* Salvador-BA: SBG, Núcleo Bahia-Sergipe, 1996. v. 7, p. 13-15.
- SPEAR, F. S. NaSi=CaAl exchange equilibrium between plagioclase and amphibole. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 72, 33-41, 1980.
- STRIEDER, A. J. Análise estrutural da região de Abadiânia – GO. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 20 (1-4), p. 204-257, 1990.
- STRIEDER, A. J. & NILSON, A. A. Melange ofiolítica nos metassedimentos Araxá de Abadiânia (GO) e implicações tectônicas regionais. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22 (2), p. 204-215, 1992_a.
- _____. Estudo petrológico de alguns fragmentos tectônicos da melange ofiolítica em Abadiânia (GO): I – O protólito dos corpos de serpentinitos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22 (3), p. 329-337, 1992_b.
- _____. Estudo petrológico de alguns fragmentos tectônicos da melange ofiolítica em Abadiânia (GO): II – Cromita primária e suas transformações metamórficas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22 (3), p. 353-362, 1992_c.
- TASSINARI, C. C. G. *Comentários sobre a geocronologia das Folhas 1:100.000 do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Projeto Sudeste de Goiás*. CPRM/DNPM, 1988 (Relatório Inédito).
- TASSINARI, C. C. G. & NUTMAN, A. P. Archean and proterozoic multiple tectonothermal events recorded by gneisses in the Amparo region, São Paulo State, Brazil. *Revista Comunicaciones, (Edición especial)*, n. 52, p. 68, 2001 (III South American Symposium on Isotope Geology).
- TAYLOR, S. R. & McLENNAN. *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell: Oxford, 1985, 312 p.

- TEIXEIRA, A. L. *Ambientes geradores dos sedimentos da Bacia Eleutério*. São Paulo, 1995. 122p. Dissertação de Mestrado, IG-USP.
- _____. *Análise das Bacias da Transição Proterozóico-Fanerozóico do Estado de São Paulo e Adjacências*. São Paulo, 2000. 158p. Tese (de Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar).
- TEIXEIRA, W. *A evolução tectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco com base em interpretações geocronológicas*. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: [s.n.], 1985. 207 p.
- TEIXEIRA, W. et al. (organizadores). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 568 p.
- TOLEDO, C. L. B. *Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas no Greenstone Belt Barbacena, região de Nazareno, MG*. Campinas-SP.: [s.n.], 2002. 308 p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- TOURPIN, S. et al.; GRUAU, G.; BLAIS, S. Resetting of REE, and Nd and Sr during carbonization of a komatiite flow from Finland. *Chem. Geol.*, 39: 217-219, 1991.
- TROMPETTE, R. et al. Amalgação do Gondwana Ocidental no Panafricano Brasileiro e o papel da geometria do Cráton do São Francisco na arquitetura da Faixa Ribeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 23 (3), p. 187-193, 1993.
- TROUW, R. A. J. Evolução Tectônica ao sul do Cráton do São Francisco baseada em análise metamórfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo-SP. *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo-SP.: SBG, 1992, v. 1, p. 327-328.
- TROUW, R. A. J. & PANKHURST, R. J. Idades radiométricas ao sul do Cráton do São Francisco: região da Folha de Barbacena, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2, 1993, Salvador-BA. *Anais...* Salvador-BA: SBG-Núcleo Bahia, 1993, 6: 145-148.
- TROUW, R. A. J. et al. A Faixa Alto Rio Grande reinterpretada como zona de interferência entre a Faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário Camboriú-SC. *Boletim de Resumos Expandidos...* Balneário Camboriú-SC: SBG, 1994, v.1, p. 234-235.
- TROUW, R.A.J. et al. The Central Segment of the Ribeira Belt. In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomas Filho, A.; Campos, D.A. (eds). *Tectonic evolution of South America*. 31ST International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 287-310. 2000.
- TUPINAMBÁ, M. et al. Neoproterozoic western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p.7-11, 2000.

- VALENTE, C. R. *Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais*. Folha Morrinhos, SE.22-X-D. Brasília: DNPM/CPRM/SRG. 18 p. 1986.
- VALERIANO, C.M. et al. Southern Brasilia Belt (SE Brazil): Tectonic Discontinuities, K-Ar data and Evolution During the Neoproterozoic Brasiliano Orogeny. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1):195-199. 2000.
- VASCONCELLOS, A. C. B. C. *O Grupo Andrelândia na região a norte de Ouro Fino, MG*. São Paulo-SP, 1988. 199p. Dissertação (Mestrado) – IG-USP.
- VAUCHEZ, A. et al. Tectônica de escape na terminação de um cráton: a Faixa Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo-SP.: SBG, 1992, v.2, p. 373-375.
- VILLEGAS, H. Changes in vegetation associated with changes in lithology: its use for ultramafic rocks discrimination in totally vegetated terrains as the colombian pacific coast. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000, Rio de Janeiro-RJ. *Abstracts Volume...* Rio de Janeiro-RJ, Brazil: Organizing Committee, 2000. (CD-ROM).
- VLACH, S. R. F. *Geologia, petrografia e geocronologia das regiões meridional e oriental do Complexo de Morungaba, SP*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1985. 253 p.
- _____. *Pisog: Isócronas e errócronas Rb/Sr e Sm/Nd*. CPGeo, IG, USP, 1990.
- VLACH, S. R. F. & GUALDA, G. A. R. Microprobe monazite dating and the ages of some granitic and metamorphic rocks from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 214-218, 2000.
- WERNICK, E. *A geologia na região de Amparo, leste do Estado de São Paulo*. Rio Claro-SP, 1967. 107p. Tese (Doutorado) – FFCLRC.
- WERNICK, E. & FIORI, A. P. Contribuição à geologia da borda sul do Cráton do São Francisco. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1981. *Anais...* [s.l: s.n.], 1981. p. 169-179.
- WERNICK E. & OLIVEIRA, M. A. F. de. Novos dados geocronológicos U/Pb para as rochas arqueanas do Complexo Amparo. In: CONG. BRAS. GEOL., 34, 1986. *Resumos e Breves Comunicações, Bol. 1...* [s.l.]: SBG. 1: 151.
- WERNICK, E. & PENALVA, F. As relações entre os Grupos Amparo e Itapira (SP). In: CONGR. BRAS. GEOL., 27, 1973. *Bol. Esp. no 1 (Res. E Comum.)...*[s.l.]: SBG. p. 116-117.
- _____. Migmatização e feldspatização de charnockitos e granulitos no leste paulista e sul de Minas Gerais. In: CONGR. BRAS. DE GEOL., 28, 1974a, Porto Alegre-RS. *Anais...* Porto Alegre-RS: [s.n], 1974a. v. 5, p. 155-160.
- _____. Depósitos molassóides da Formação Eleutério. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, 1974b, Porto Alegre-RS. *Resumo das Comunicações...* Porto Alegre-RS: [s.n.], 1974b. p. 723-726.

- WERNICK, E. et al. Estudo geocronológico pelo método Rb/Sr em rochas do Bloco Jundiá e regiões adjacentes. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 6, n. 2, p.125-135, 1976.
- WERNICK, E. et al. Reavaliação de dados geocronológicos da região nordeste do Estado de São Paulo e unidades equivalentes dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba: SBG, 1981, v.1: 328-341.
- WINCHESTER, J. A. & FLOYD, P. A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geology*, v. 20: 325-343, 1977.
- WINCHESTER, J. A. et al. The geochemistry of Lewisian semipelitic schists from the Gairloch District, Wester Ross. *Scott Jour. Geol.*, 16, p. 165-179.
- WITT-EICKSCHEN, G. & SECK, H. A. Solubility of Ca and Al in orthopyroxene from spinel peridotite: an improved version of an empirical geothermometer. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 106, 431-439, 1991.
- ZANARDO, A. *Análise petrológica e microestrutural das rochas da Folha Águas de Lindóia (SP)*. São Paulo, 1987. 270p. Dissertação (Mestrado) – IG-USP.
- _____. *Análise petrográfica, estratigráfica e microestrutural da região de Guaxupé-Passos-Delfinópolis (MG)*. Rio Claro-SP., 1992. 288p Tese de Doutorado, IGCE-UNESP (inédita).
- _____. *Pesquisa geológica e de matérias-primas cerâmicas do centro nordeste do Estado de São Paulo e vizinhanças*. Tese (Livre Docência), Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Rio Claro, 2003. 283 p.
- ZANARDO, A. & OLIVEIRA, M. A. F. de. Aspectos microestruturais e texturais dos metassedimentos da Formação Eleutério, São Paulo. *Geociências*, São Paulo (no especial): 317-330, 1990.
- ZANARDO, A. et al. Contribuição ao conhecimento da Formação Eleutério. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. *Anais...* Belém: SBG, 1988, v.5, p.2308-2317.
- ZANARDO, A. et al. Evolução metamórfica da porção sul do Cráton do Paramirim. In: CONGR. BRAS. DE GEOL., 36, 1990, Natal. *Anais...* Natal, 1990. v. 4, p. 1945-1955.
- ZANARDO, A. et al. Os corpos metaultramáficos da Serra das Águas Claras, Município de Itapira. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37, 1992, São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo: SBG-SP, 1992. v. 1, p. 460.

ZANARDO, A. et al. Geologia da porção limítrofe entre os blocos São Paulo e Brasília. *Geociências*, São Paulo, v.15(n.esp.):143-168, 1996.

ZANARDO, A. et al. de A. Protominério de manganês das ocorrências do Grupo Itapira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBG, 1998, p. 159.



TOCANDO EM FRENTE

Ando devagar
Porque já tive pressa
Levo o meu sorriso
Porque já chorei demais

Hoje me sinto mais forte
Mais feliz quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco eu sei
Eu nada sei

Conhecer as manhas e as manhãs
O sabor das maçãs e das maçãs
É preciso amor prá poder pulsar
É preciso paz prá poder sorrir
É preciso a chuva para florir

Penso que cumprir a vida
Seja simplesmente
Compreender a marcha
Ir tocando em frente

Como um velho boiadeiro
Levando a boiada
Eu vou tocando os dias
Pela longa estrada
Eu vou
Estrada eu sou

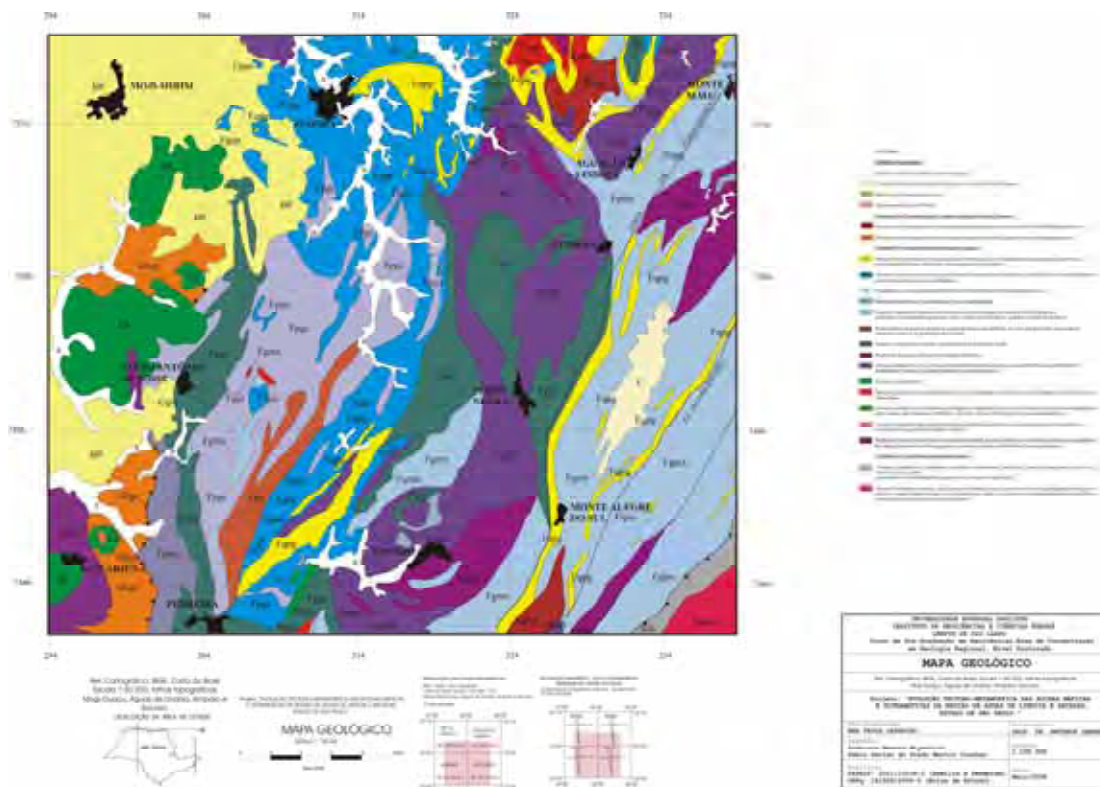
Conhecer as manhas e as manhãs
O sabor das maçãs e das maçãs
É preciso amor prá poder pulsar
É preciso paz prá poder sorrir
É preciso a chuva para florir

Todo mundo ama um dia
Todo mundo chora um dia
A gente chega
E o outro vai embora
Cada um de nós
Compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
De ser feliz.”

(Almir Sater/Renato Teixeira).

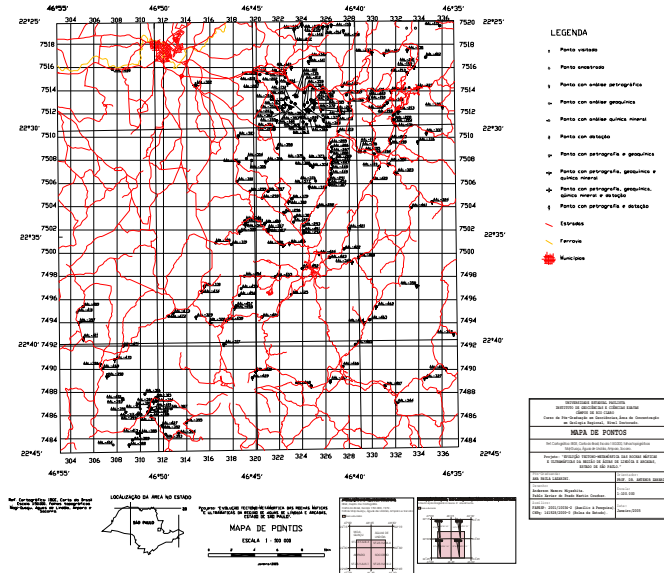
ANEXO 1

MAPA GEOLÓGICO



ANEXO 2

MAPA DE PONTOS



ANEXO 3

RESUMO DOS PONTOS VISITADOS E COMPILADOS

PONTO	OUTRO NOME	LOCALIZAÇÃO (UTM)	BREVE DESCRIÇÃO
AAL-01		7513,6 Km N; 323,35 Km E	Xistos ultramáficos e material anfíbolítico assimilados por material quartzo-feldspático.
AAL-02		7513,95 Km N; 331,6 Km E	Anfíbolito encaixado em ortogneisses sin tectônicos do Grupo Itapira.
AAL-115	AL-22	7519,6 Km N; 335,8 Km E	Biotita paragneisse, com veios de apito granodiorítico
AAL-124	AL-301	7515,15 Km N; 322,5 Km E	Paragneisse com lente de pegmatito trondhjemítico
AAL-131	AL-375	7515,5 Km N; 321 Km E	Anfíbolito
AAL-132	AL-377	7513 Km N; 323 Km E	Rocha composta por antofilita e talco
AAL-133	AL-383	7520 Km N; 324 Km E	Mica xisto fortemente deformado
AAL-135	AL-409	7513,5 Km N; 323,5 Km E	Hornblenda xisto rico em apatita
AAL-136	AL-410	7511 Km N; 332 Km E	Hornblenda xisto com quartzo
AAL-138	AL-536	7517,5 Km N; 333 Km E	Biotita xisto
AAL-139	AL-542	7515,5 Km N; 322,5 Km E	Metarcócio e actinolita xisto
AAL-140	AL-543	7516 Km N; 323 Km E	Quartzo anfíbolito gnaissico
AAL-141	AL-545	7516,5 Km N; 324,5 Km E	Leuco gnaisse e biotita gnaisse
AAL-142	AL-546	7516,85 Km N; 324,65 Km E	Biotita gnaisse
AAL-143	AL-550	7514,4 Km N; 327,4 Km E	Leuco gnaisse e anfíbolito
AAL-144	AL-554	7512,75 Km N; 331Km E	Biotita gnaisse e anfíbolito
AAL-145	AL-555	7513 Km N; 331,25 Km E	Leuco gnaisse e anfíbolito
AAL-146	AL-581	7519,5 Km N; 325,7 Km E	Calcário cristalino; cálcio-mica xisto; grafita xisto; biotita paragneisse fino dobrado
AAL-147	AL-564	7517,2 Km N; 331 Km E	Rocha calcossilicática e metarcócio
AAL-148	AL-628	7512,65 Km N; 322,85 Km E	Metarcócio, actinolita xisto e metaultrabasito com infiltração de sílica
AAL-149	AL-625	7519,75 Km N; 323,9 Km E	Actinolita xisto, quartzo, muscovita quartzo, anfíbolito e rocha calcossilicática
AAL-150	AL-632	7513,25 Km N; 329,65 Km E	Gnaisse anfíbolítico rico em titanita e apatita, de provável origem calcossilicática.
AAL-151	AL-633	7513,35 Km N; 329,65 Km E	Máfica
AAL-152	AL-642	7516,05 Km N; 333,6 Km E	Metaultrabasito
AAL-153	AL-644	7515,55 Km N; 333 Km E	Metarcócio
AAL-154	AL-646	7519,5 Km N; 326,15 Km E	Básica
AAL-155	AL-658	7519,65 Km N; 326,45 Km E	Hornblenda gnaisse xistoso homogêneo
AAL-156	AL-684	7512,95 Km N; 328 Km E	Magnetita-cummingtonita-quartzo xisto
AAL-158	AL-767	7519,15 Km N; 327,5 Km E	Biotita-diopsídio fels calcossilicático
AAL-194		7508,55 Km N; 330,15 Km E	Migmatito alterado
AAL-195		7508,75 Km N; 329,35 Km E	Gnaisse granítico com biotita, intercalado com material avermelhado, que sugere ser anfíbolítico.
AAL-196		7508,75 Km N; 329 Km E	Material anfíbolítico, material granítico porfíroide, com veios de biotititos.
AAL-197		7508,75 Km N; 328,85 Km E	Anfíbolito intercalado com material quartzo-feldspático grosseiro.
AAL-198		7509,45 Km N; 331,55 Km E	Gnaisse tonalítico bandado
AAL-199		7512 Km N; 331,85 Km E	Anfíbolito/metabasito encaixado em gnaisse granítico
AAL-200		7515,4 Km N; 320,3 Km E	Corpos anfíbolíticos concordantes com o gnaisse quartzoso com muscovita encaixante
AAL-201		7514,8 Km N; 320,25 Km E	Biotita gnaisse
AAL-202		7514,75 Km N; 321,75 Km E	Biotita gnaisse
AAL-203		7512,1 Km N; 321,35 Km E	Biotita gnaisse
AAL-204		7514,6 Km N; 322,7 Km E	Gnaisse migmatítico com bandas de anfíbolito
AAL-205		7512,9 Km N; 325,05 Km E	Anfíbolio xisto com veios de material quartzo-feldspático, e biotita xisto, encaixados em rocha quartzo-feldspática.
AAL-206		7512,95 Km N; 324,95 Km E	Anfíbolio xisto, com biotita, e amianto.
AAL-207		7512,5 Km N; 324,95 Km E	Ultramáfica e máfica, com veios félsicos milimétricos.

AAL-208		7512,85 Km N; 323,99 Km E	Ultramáfica encaixada em rocha quartzo-feldspática com biotita, migmatito.
AAL-209		7512,84 Km N; 324,1 Km E	Xisto ultramáfico (biotita xisto vermiculitizado)
AAL-210		7510,5 Km N; 327,05 Km E	Gnaise quartzo-feldspático intercalado com anfibolito
AAL-211		7511,45 Km N; 327,05 Km E	Anfibolito encaixado em gnaise quartzo-feldspático com muito quartzo e muscovita
AAL-212		7513,85 Km N; 324,15 Km E	Anfibolito alterado intercalado com a encaixante quartzo-feldspática
AAL-213	Alin-1 A	7512,2 Km N; 332,2 Km E	Metaultamáficas (anfíbólio xistos, biotita xistos) e máficas, encaixadas em gnaise granítico.
AAL-214	Alin-4 A	7513,4 Km N; 322,6 Km E	Anfibolito
AAL-219	Alin-9	7514,8 Km N; 320,05 Km E	Olivina anfibolito com granada
AAL-223	AL-28	7509,85 Km N; 331,5 Km E	Diopsídio anfibolito
AAL-224	AL-73	7511,35 Km N; 331,8 Km E	Anfibolito
AAL-227	AL-271	7514,2 Km N; 333,85 Km E	Granada anfibolito
AAL-228	AL-277	7511,55 Km N; 331,75 Km E	Quartzo anfibolito
AAL-230	AL-382	7520 Km N; 319,6 Km E	Hornblenda gnaise fortemente catadástico
AAL-233	AL-528	7517,3 Km N; 329,95 Km E	Anfibolito ou anfíbólio xisto
AAL-235	AL-581 C	7519,5 Km N; 325,7 Km E	Paranfobolito
AAL-237	AL-621	7519,25 Km N; 323,25 Km E	Anfibolito a gnaise anfibolítico, ou anfibolito e metarcósio
AAL-238	AL-625	7519,7 Km N; 323,9 Km E	Anfibolito
AAL-239	AL-626	7520 Km N; 323,95 Km E	Tremolita-actinolita anfibolito foliado
AAL-240	AL-633	7513,35 Km N; 329,65 Km E	Anfibolito e gnaise
AAL-241	AL-642	7516,05 Km N; 333,6 Km E	Paragnaize calciossilicático.
AAL-285		7509,5 Km N; 326,35 Km E	Gnaise migmatítico englobando ultramáfica, veios de quartzo
AAL-286		7509,15 Km N; 326,5 Km E	Anfibolito e material granitóide
AAL-287		7508,75 Km N; 326,45 Km E	Ortognaisse com camada de biotita xisto
AAL-288		7508,20 Km N; 326,45 Km E	Gnaise blastomilonítico com camadas de metabásica
AAL-289		7508,05 Km N; 326,60 Km E	Granito gnaissificado com camadas de anfibolito
AAL-290		7508 Km N; 326,55 Km E	Anfibolito bandado
AAL-291		7506,3 Km N; 326,25 Km E	Metassedimento infiltrado por material granitóide, com camadas de anfibolito
AAL-292		7504 Km N; 325,3 Km E	Migmatito gnaissificado digerindo metabásica
AAL-293		7502,35 Km N; 324,1 Km E	Anfibolito bandado, ortognaisse granítico
AAL-294		7501,75 Km N; 324,1 Km E	Anfibolito bandado sendo assimilado por material quartzo-feldspático.
AAL-295		7502,7 Km N; 323,2 Km E	Clorita-talco xisto
AAL-296		7503,5 Km N; 322,35 Km E	Biotita xisto, anfíbólio xisto grosso, veios de quartzo e gnaise granítico
AAL-297		7505,35 Km N; 321 Km E	Granitóide claro, com lentes de material anfibolítico bandado.
AAL-298		7504,75 Km N; 320,5 Km E	Anfíbólio xisto, veios de quartzo e material quartzo-feldspático
AAL-299		7505,35 Km N; 319,45 Km E	Gnaise retrometamorizado
AAL-300		7506,2 Km N; 318,35 Km E	Muscovita quartzo gnaissificado, com camada de anfibolito
AAL-301		7507,85 Km N; 318,5 Km E	Xisto básico com clorita
AAL-302		7514,45 Km N; 314,75 Km E	Hornblenda gnaise gradando para anfibolito, com granada de reação
AAL-303		7510,1 Km N; 318,45 Km E	Ortognaisse.
AAL-304		7508,15 Km N; 319,15 Km E	Migmatito gnaissificado (tipo Amparo)
AAL-305		7508 Km N; 319,6 Km E	Ortoquartzito, Quartzito feldspático, muscovita quartzito, biotita-muscovita quartzito, quartzo xisto, calciossilicática, xistos ultramáficos intercalados.
AAL-306		7507,9 Km N; 320,8 Km E	Anfíbólio xisto. Ocorrência expressiva
AAL-307		7505,9 Km N; 326,3 Km E	Pacote de xisto alterado (muscovita-biotita xisto com bastante quartzo), talvez até com sillimanita.

AAL-308	7507,6 Km N; 324,65 Km E	Anfibólio xisto encaixado em gnaiss granítico
AAL-309	7513,65 Km N; 327,75 Km E	Xisto alterado dentro de gnaiss
AAL-310	7486,7 Km N; 310,8 Km E	Ultramáfica
AAL-311	7486,25 Km N; 309,85 Km E	Fels calciossilicático
AAL-312	7486,6 Km N; 310 Km E	Blocos de calciossilicática
AAL-313	7486,1 Km N; 310,05 Km E	Quartzito bem grosseiro, ou veios de quartzo espessos, bastante cisalhados e recrystalizados, intercalados com gnaiss, xisto e material básico.
AAL-314	7487,25 Km N; 311,4 Km E	Gnaiss cinza tipo Amparo
AAL-315	7487,55 Km N; 311,35 Km E	Ultramáfica
AAL-316	7487,85 Km N; 310,4 Km E	Pacote metasedimentar alterado (Grupo Itapira)
AAL-317	7492,15 Km N; 317,2 Km E	Xisto ultramáfico, provavelmente com olivina, encaixado em gnaiss
AAL-318	7500,9 Km N; 316,5 Km E	Gnaiss fino, bandado, muscovita quartzito, muscovita quartzito feidspático, níveis xistosos e níveis básicos.
AAL-319	7500,75 Km N; 317,85 Km E	Gnaiss bandado, com bandas de anfibolito estiradas e budinadas
AAL-320	7501,85 Km N; 318,55 Km E	Xisto ultramáfico em gnaiss fino com biotita e veios de quartzo
AAL-321	7502,65 Km N; 319,10 Km E	Ultramáficas
AAL-322	7507,65 Km N; 331,35 Km E	Anfibolito
AAL-323	7506,9 Km N; 332 Km E	Olivina-ortopiroxênio anfibolito
AAL-324	7504,45 Km N; 335,15 Km E	Anfibolito
AAL-327	7489,25 Km N; 334,5 Km E	Granada anfibolito
AAL-328	7494 Km N; 316 Km E	Anfibolito
AAL-329	7494,5 Km N; 314,8 Km E	Biotita-hornblenda-granada anfibolito
AAL-330	7497,15 Km N; 315,5 Km E	Biotita gnaiss
AAL-331	7520,3 Km N; 315,8 Km E	Hornblenda gnaiss
AAL-332	7520,3 Km N; 315,8 Km E	Material quartzo-feldspático milonitizado, com bandas de material básico alterado
AAL-336	7509,6 Km N; 333,9 Km E	Anfibolito
AAL-337	7510,35 Km N; 334,65 Km E	Anfibolito
AAL-338	7512,6 Km N; 336,05 Km E	Anfibolito
AAL-339	7520,35 Km N; 334,65 Km E	Biotita-hornblenda gnaiss
AAL-340	7520 Km N; 334 Km E	Biotita-hornblenda gnaiss
AAL-342	7493,05 Km N; 337 Km E	Gnaiss calciossilicático
AAL-344	7487,1 Km N; 332,05 Km E	Plagioclásio anfibolito e plagioclásio granada anfibolito
AAL-345	7502,45 Km N; 319,05 Km E	Ultramáfica
AAL-346	7502,8 Km N; 319 Km E	Anfibolito
AAL-347	7502 Km N; 320,9 Km E	Ultramáfica
AAL-348	7500,7 Km N; 322,3 Km E	Piroxênio anfibolito
AAL-349	7499,25 Km N; 328,25 Km E	Granada-piroxênio granulito
AAL-350	7497,2 Km N; 333,8 Km E	Plagioclásio anfibolito
AAL-351	7513,49 Km N; 321,36 Km E	Pacote alterado de material félsico e material básico
AAL-352	7512,55 Km N; 321,8 Km E	Ultramáfica alterada, muitos veios de quartzo
AAL-353	7512,49 Km N; 322,22 Km E	Biotita gnaiss granítico, veios de quartzo, xisto ultramáfico, gnaiss granítico migmatítico
AAL-354	7512,78 Km N; 322,50 Km E	Gnaiss granítico, anfibólio xisto
AAL-355	7511,410 Km N; 321,75 Km E	Gnaiss granítico
AAL-356	7510,86 Km N; 321,51 Km E	Material gnaissico granítico com biotita
AAL-357	7510,67 Km N; 321,52 Km E	Granitóide, migmatito e veios de quartzo

AAL-358	7509,05 Km N; 321,79 Km E	Migmatito
AAL-359	7512,78 Km N; 324,13 Km E	Material granítico róseo, gnaiss granítico com biotita e veios de quartzo.
AAL-360	7512,98 Km N; 324,40 Km E	Gnaiss granítico com <i>boudins</i> de ultramáfica alterada, e veios de quartzo
AAL-361	7513,21 Km N; 324,71 Km E	Xisto ultramáfico
AAL-362	7512,34 Km N; 325,57 Km E	Xisto ultramáfico, biotita-muscovita gnaiss granítico, muito quartzo
AAL-363	7511,88 Km N; 325,72 Km E	Xisto ultramáfico
AAL-364	7511,48 Km N; 325,77 Km E	Ultramáficas (anfíbólio xisto, talco-anfíbólio xisto, anfíbólio xisto com máculas)
AAL-365	7511,42 Km N; 325,04 Km E	Gnaiss granítico com biotita e muscovita
AAL-366	7511,44 Km N; 324,62 Km E	Gnaiss granítico fino e veios de quartzo.
AAL-367	7511,12 Km N; 324,32 Km E	Gnaiss esbranquiçado fino, localmente ultramáfica
AAL-368	7511,31 Km N; 324,03 Km E	Blocos de gnaiss granítico fino
AAL-369	7511,72 Km N; 323,83 Km E	Gnaiss granítico fino, veios de quartzo
AAL-370	7512,38 Km N; 324,31 Km E	Gnaiss granítico, veios de quartzo
AAL-371	7512,33 Km N; 324,60 Km E	Ultramáfica, veios de quartzo, gnaiss granítico
AAL-372	7512,54 Km N; 324,83 Km E	Xisto ultramáfico alterado, veios de quartzo
AAL-373	7508,191 Km N; 325,904 Km E	Gnaiss granítico.
AAL-374	7507,428 Km N; 324,857 Km E	Gnaiss granítico migmatítico.
AAL-375	7508,193 Km N; 324,092 Km E	Quartzito, biotita gnaiss, veios de quartzo, dique de ultramáfica.
AAL-376	7506,222 Km N; 325,116 Km E	Biotita xisto alterado.
AAL-377	7506,023 Km N; 324,633 Km E	Biotita gnaiss com porções mais quartzo-feldspáticas.
AAL-378	7505,713 Km N; 324,576 Km E	Gnaiss granítico com porções aparentemente mais graníticas, veios de quartzo, xistos ultramáficos.
AAL-379	7504,710 Km N; 323,049 Km E	Gnaiss granítico bastante foliado, com cristais de quartzo alongados, blocos de máficas na estrada.
AAL-380	7504,459 Km N; 322,755 Km E	Gnaiss granítico, anfíbólio xisto, veios de quartzo.
AAL-381	7503,114 Km N; 323,337 Km E	Biotita gnaiss granítico, material anfibolítico, ultramáficas, veios de quartzo.
AAL-382	7512,175 Km N; 322,361 Km E	Material granitóide envolvendo ultramáficas, veios de quartzo.
AAL-383	7512,584 Km N; 322,986 Km E	Gnaiss granítico, xisto ultramáfico, veios de quartzo.
AAL-384	7512,882 Km N; 323,342 Km E	Gnaiss granítico migmatítico.
AAL-385	7484,476 Km N; 309,936 Km E	Ultramáfica.
AAL-386	7487,190 Km N; 311,159 Km E	Ultramáfica, hidrotermalito.
AAL-387	7486,594 Km N; 312,641 Km E	Ponto de controle, aluvião; solo avermelhado.
AAL-388	7483,472 Km N; 309,032 Km E	Biotita gnaiss granítico, com feldspato róseo.
AAL-389	7483,911 Km N; 309,321 Km E	Ultramáficas.
AAL-390	7486,297 Km N; 308,748 Km E	Sem afloramento. Ponto de controle.
AAL-391	7487,384 Km N; 308,489 Km E	Quartzito.
AAL-392	7485,042 Km N; 311,948 Km E	Veios de quartzo, gnaiss granítico alterado, em alguns locais envolve ultramáficas.
AAL-393	7484,394 Km N; 312,186 Km E	Encaixante e ultramáficas alteradas. Contexto semelhante ao da Serra das Águas Claras.
AAL-394	7484,50 Km N; 313,3 Km E	Solo marrom-alaranjado, micáceo com porções de material quartzo-feldspático alterado.
AAL-395	7485,428 Km N; 313,962 Km E	Gnaiss alterado.
AAL-396	7490,44 Km N; 306,55 Km E	Biotita gnaiss quartzo-feldspático.
AAL-397	7494,020 Km N; 304,690 Km E	Granada anfibolito
AAL-398	7489,376 Km N; 307,124 Km E	Granitóide cataclásico, cisalhado com ultramáfica e metabásica intercalada.
AAL-399	7486,059 Km N; 309,787 Km E	Ponto de controle, sem afloramento.
AAL-400	7486,328 Km N; 310,634 Km E	Ultramáfica.
AAL-401	7486,508 Km N; 310,859 Km E	Calciossilicatada, ultramáfica.

AAL-402	7516,896 Km N; 334,580 Km E	Ponto para visualização da geomorfologia da Faixa Itapira/Amparo, Complexos Socorro e Guaxupé.
AAL-403	7499,447 Km N; 343,207 Km E	Granulito básico.
AAL-404	7496,896 Km N; 342,326 Km E	Granulito com quartzo blastomilonitizado.
AAL-405	7492,603 Km N; 340,249 Km E	Granulito com falhamento distal, com injeção de pegmatito portando xenólitos de granulito.
AAL-406	7490,073 Km N; 336,334 Km E	<i>Boudins</i> de granada anfíbolo ou granulito básico, dentro de material quartzo-feldspático alterado.
AAL-407	7488,555 Km N; 331,073 Km E	Gnaiss embrechítico com composição granodiorítica, gnaiss tipo Amparo.
AAL-408	7515,849 Km N; 307,572 Km E	Quartzito do Grupo Itapira.
AAL-409	7495,393 Km N; 305,052 Km E	Material anfíbólico, ora com porções mais máficas, ora formando material gnaissico.
AAL-410	7494,906 Km N; 304,557 Km E	Gnaiss dobrado, cisalhado, com deformação plástica.
AAL-411	7492,591 Km N; 305,085 Km E	Granada hornblenda gnaiss.
AAL-412	7487,482 Km N; 308,454 Km E	Quartzito com muscovita.
AAL-413	7484,495 Km N; 309,727 Km E	Ortognaisse cisalhado com feldspato róseo, semelhante ao da Serra das Águas Claras.
AAL-414	7483,495 Km N; 307,670 Km E	Granitóide cataclásado, semelhante ao que aparece na região da Serra das Águas Claras, veios de quartzo, mas sem muscovita.
AAL-415	7486,650 Km N; 310,940 Km E	Ultramáfica com bandamento métrico aparentando ser por deformação, dique pegmatóide.
AAL-416	7500,866 Km N; 322,861 Km E	Gnaiss granítico englobando lentes de máfica-ultramáfica, vênulas e infiltrações de material quartzo-feldspático.
AAL-417	7502,041 Km N; 321,088 Km E	Material anfíbólico milonítico com feldspato estirado; ultracataclásito cor verde fonólito, veios de quartzo, básica com epidotização, xisto ultramáfico como o da Serra das Águas Claras.
AAL-418	7502,559 Km N; 320,715 Km E	Ultramáfica fina bastante foliada.
AAL-419	7507,472 Km N; 330,585 Km E	Gnaiss rico em biotita cloritizada.
AAL-420	7506,149 Km N; 329,914 Km E	Gnaiss granítico mais ou menos homogêneo.
AAL-421	7502,104 Km N; 328,035 Km E	Ultramáfica gnaissificada com máculas verde-maçã, encaixante esbranquiçada, ocorrência de veios de quartzo.
AAL-422	7500,377 Km N; 327,552 Km E	Granitóide cinza monzodiorítico a granulítico. Biotita gnaiss semelhante ao AAL-419, mas não cloritizado.
AAL-423	7499,632 Km N; 326,319 Km E	Gnaiss granítico cinza com mobilizado pouco deformado.
AAL-424	7499,985 Km N; 325,397 Km E	Granada gnaiss.
AAL-425	7496,451 Km N; 323,007 Km E	Gnaiss granítico, difusamente migmatizado, com coloração cinzenta, quase hololeucocrático.
AAL-426	7494,510 Km N; 320,497 Km E	Biotita gnaiss cinza migmatizado (mobilizados quartzo-feldspáticos esbranquiçados).
AAL-427	7485,147 Km N; 311,869 Km E	Gnaiss granítico com bandas mais biotíticas.
AAL-428	7485,996 Km N; 310,927 Km E	Gnaiss alterado esbranquiçado, lente de xisto ultramáfico, veios de quartzo, veio pegmatóide, com feldspato gráfico preenchendo distensão.
AAL-429	7489,254 Km N; 319,660 Km E	Gnaiss granítico com lentes de ultramáficas alteradas, xistificadas.
AAL-430	7489,845 Km N; 319,951 Km E	Conteúdo similar ao anterior, granitóide normal, cataclásado com epidotização, veios de quartzo, ultramáfica intercalada.
AAL-431	7512,253 Km N; 344,330 Km E	Gnaiss milonítico cinza com blasts de feldspato potássico e quartzo.
AAL-432	7511,339 Km N; 346,623 Km E	Gnaiss quartzo-feldspático com mais máficos, com intercalações de gnaiss quartzoso e lentes de material quartzoso com manganes.
AAL-433	7510,660 Km N; 345,720 Km E	Ponto de controle, alteração do Socorro.
AAL-434	7510,309 Km N; 345,762 Km E	Granada granulito, provavelmente a rocha que estava alterada no AAL-433.
AAL-435	7509,864 Km N; 345,704 Km E	Gnaiss migmatítico (biotita-hornblenda gnaiss migmatítico).
AAL-436	7508,981 Km N; 345,395 Km E	Biotita gnaiss com granada (Gnaiss Itapira?).
AAL-437	7501,977 Km N; 344,171 Km E	Granada gnaiss granulítico (blastomilonito ou milonito).
AAL-438	7503,470 Km N; 344,389 Km E	Granada gnaiss granulítico (blastomilonito ou milonito).
AAL-439	7504,198 Km N; 345,882 Km E	Granada gnaiss granulítico (blastomilonito ou milonito).
AAL-440	7504,702 Km N; 346,665 Km E	Gnaiss granítico ocelar ou granito porfiróide cisalhado.
AAL-441	7508,732 Km N; 347,988 Km E	Porção de charnockito, cisalhado cataclásado, ou milonitizado.

AAL-442	7509,274 Km N; 347,684 Km E	Gnaíse granítico blastomilonitizado com blastos de feldspato róseo.
AAL-443	7503,411 Km N; 343,465 Km E	Gnaíse granítico migmatítico, com biotita, feldspato branco e róseo.
AAL-444	7504,142 Km N; 343,992 Km E	Gnaíse migmatítico cinza, com feldspato róseo, biotita e anfibólio.
AAL-445	7506,654 Km N; 345,707 Km E	Veios de quartzo com diferentes granulacões.
AAL-446	7505,816 Km N; 344,136 Km E	Granada quartzo (gondito), calciossilicática.
AAL-447	7507,755 Km N; 326,509 Km E	Biotita gnaíse quartzo-feldspático cinzento, com veios de quartzo e mobilizados.
AAL-448	7507,269 Km N; 326,459 Km E	Lentes de ultramáficas em material esbranquiçado (granítico), veios de quartzo.
AAL-449	7506,856 Km N; 326,428 Km E	Gnaíse quartzoso cinza-escuro. Biotita gnaíse com veios de quartzo escuro, com alternância de bandas.
AAL-450	7506,028 Km N; 326,299 Km E	Leuco gnaíse fino com muscovita, calciossilicática. Similar a AAL-449.
AAL-451	7501,908 Km N; 324,084 Km E	Rocha aplítica cataclásada e brechada, lentes de ultramáficas.
AAL-452	7498,690 Km N; 323,953 Km E	Granitóide.
AAL-453	7497,974 Km N; 321,631 Km E	Gnaíse granítico com biotita, similar a AAL-452, com mobilizados quartzo- feldspáticos.
AAL-454	7498,029 Km N; 318,974 Km E	Veios de quartzo, gnaíse granítico, mais ou menos equigranular.
AAL-455	7496,965 Km N; 318,701 Km E	Biotita gnaíse granítico, xisto ultramáfico.
AAL-456	7496,371 Km N; 318,531 Km E	Granitóide gnaissificado com muscovita mais ou menos equigranular.
AAL-457	7495,478 Km N; 318,249 Km E	Blocos de ultramáficas.
AAL-458	7495,335 Km N; 318,147 Km E	Anfibolito bem fino, milonitizado.
AAL-459	7494,17 Km N; 317,436 Km E	Pacote relativamente espesso de anfibólio xisto, passando para biotita e flogopita vermiculitzada.
AAL-460	7499,652 Km N; 328,815 Km E	Pacote metassedimentar parcialmente alterado. Quartzo Itapira, calciossilicáticas, metapelitos, quartzo xisto, bolsões pegmatóides.
AAL-461	7503,948 Km N; 333,343 Km E	Paragnaíse intercalado com granitóides.
AAL-462	7495,407 Km N; 330,314 Km E	Gnaíse granítico com anfibólio e biotita, migmatítico envolvendo corpos métricos de anfibolito com clinopiroxênio e epidoto.
AAL-463	7494,280 Km N; 329,763 Km E	Granito gnaissificado com metassedimento do Itapira intercalado.
AAL-464	7494,001 Km N; 329,333 Km E	Granitóide milonitizado.
AAL-465	7492,156 Km N; 328,535 Km E	Gnaíse granítico milonítico.
AAL-466	7490,253 Km N; 327,451 Km E	Gnaíse tipo Amparo.
AAL-467	7488,971 Km N; 326,362 Km E	Quartzo grossoiro, paragnaíse com granada e xisto alterado (Grupo Itapira).
AAL-468	7488,550 Km N; 324,725 Km E	Gnaíse migmatítico do Amparo com entrada de granito pegmatóide esbranquiçado do Itapira.
AAL-469	7490,070 Km N; 306,759 Km E	Granitóide cataclásado na base de paleocanal.
AAL-470	7490,833 Km N; 307,801 Km E	Granitóide cinza cataclásado com porfiroblastos de feldspato potássico.
AAL-471	7492,012 Km N; 308,534 Km E	Granitóide do AAL-470, envolvendo e digerindo material mais fino e aparentemente mais básico.
AAL-472	7494,565 Km N; 312,455 Km E	Metassedimento do Itapira migmatizado (quartzo xisto e quartzo, gnaíse granítico).
AAL-473	7494,838 Km N; 312,810 Km E	Mesmo pacote do AAL-472.
AAL-474	7496,734 Km N; 315,312 Km E	Gnaíse diorítico tonalítico, cinza escuro, fino, bandado, com mobilizado granítico.
AAL-475	7530,274 Km N; 320,690 Km E	Contato entre granito cataclásado brechado, hidrotermalizado alterado com metarenito impuro do Eleutério.
AAL-476	7530,413 Km N; 321,206 Km E	Lamito da Formação Eleutério.

Os pontos AAL-01, AAL-02, AAL-194 a AAL-212 e AAL-285 a AAL-321 foram compilados de Lazarini, 2000. A sigla AL, pertence aos trabalhos de Zanardo, 1987; Alin à Dissertação de Mestrado de Souza, 1997 e; ALS, AMG, AMS e SOR, foram retiradas de Oliveira et al., 1998. Os demais pontos são deste trabalho.

ANEXO 4

RESUMO DAS LÂMINAS DESCRITAS

PONTO	DESCRIÇÃO
AAL-01 A	Hornblenda, quartzo.
AAL-01 C	Talco, biotita/flogopita vermiculitizada, opacos.
AAL-01 D	Antofilita, actinolita, talco, biotita/flogopita.
AAL-01 E	Plagioclásio sódico, quartzo, feldspato potássico intersticial, epidoto, biotita, goethita, monazita ?
AAL-01 F	Antofilita, actinolita, talco.
AAL-01 G	Antofilita, actinolita, talco, biotita/flogopita.
AAL-02	Clinopiroxênio alterado, hornblenda, plagioclásio, feldspato potássico, quartzo.
AAL-202 A	Opacos, biotita, quartzo, epidoto, allanita, clorita, apatita, zircão, muscovita.
AAL-202 B	Quartzo, biotita, opacos, clorita, muscovita, allanita, epidoto, estiplnomelano.
AAL-202 C	Quartzo, muscovita, opacos, biotita, clorita, estiplnomelano, apatita, zircão.
AAL-204 A	Anfibólio, actinolita, plagioclásio, quartzo, allanita, zircão.
AAL-205 A	Hornblenda, actinolita, plagioclásio, albita, adularia, epidoto, titanita.
AAL-205 A1	Hornblenda, quartzo, zircão.
AAL-206 A	Cummingtonita, tremolita/actinolita, clorita, talco, rutilo, opacos.
AAL-206 B	Talco, antofilita, biotita/flogopita, clorita.
AAL-207 A	Anfibólio, quartzo, feldspato potássico, albita, epidoto, titanita, zircão.
AAL-208 A	Hornblenda, plagioclásio, quartzo, titanita.
AAL-208 B	Hornblenda, actinolita, restos de clinopiroxênio, plagioclásio, quartzo, titanita, apatita, sericita.
AAL-208 D	Quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, epidoto, opacos, mirmequitas, biotita.
AAL-208 E	Anfibólio zonado, plagioclásio, quartzo, epidoto, zircão, biotita/flogopita, titanita.
AAL-209 B	Clinopiroxênio, quartzo, plagioclásio, epidoto, opacos, allanita, biotita, clorita.
AAL-209 C	Anfibólio, flogopita/biotita, talco, opacos, allanita, argilo-minerais
AAL-209 E	Anfibólio, opacos, allanita, quartzo, talco, argilo-minerais.
AAL-209 F	Piroxênio, anfibólio zonado, plagioclásio, quartzo, opacos, titanita, zircão.
AAL-209 G	Anfibólio, Quartzo, opacos, plagioclásio, allanita, zircão, clorita, biotita/flogopita.
AAL-213 A	Anfibólio, plagioclásio, clinopiroxênio, opacos, zircão.
AAL-213 B	Actinolita com desmisturação para cummingtonita, biotita, pouco quartzo
AAL-213 C	Anfibólio, biotita bem vermelha, plagioclásio magnético ? e que infiltrou na rocha junto com o quartzo, apatita, titanita, zircão, feldspato potássico.
AAL-214	Anfibólio, plagioclásio, quartzo, apatita, epidoto, granada, rutilo, clorita, opaco, zircão, carbonato, titanita.
AAL-215 A	Clinopiroxênio, anfibólio marrom, plagioclásio, quartzo de reação, opacos, clorita, epidoto, apatita, zircão, apatita, epidoto, apatita, zircão, carbonato, sericita.
AAL-215 B	Clinopiroxênio, hornblenda, actinolita, plagioclásio, clorita, titanita, apatita, opacos, zircão, prehnita.
AAL-216	Anfibólio marrom manchado, plagioclásio, quartzo, epidoto, apatita, opacos, titanita, zircão, clorita, traços de granada.
AAL-217	Hornblenda, plagioclásio cálcico, feldspato alcalino, quartzo, zircão, apatita, epidoto, allanita, prehnita.
AAL-218	Biotita, plagioclásio, quartzo em gotas, quartzo, allanita, epidoto, zircão, apatita.
AAL-219	Anfibólio, plagioclásio, quartzo, granada, biotita, clorita, zircão, allanita, prehnita, apatita.
AAL-286	Anfibólio manchado, plagioclásio, quartzo, granada, titanita, apatita, feldspato potássico, zircão.
AAL-290	Diosídeo, hornblenda, actinolita, quartzo, opacos, epidoto, apatita, biotita, titanita, feldspato potássico.
AAL-296	Biotita, anfibólio, plagioclásio saussuritizado, opacos, titanita
AAL-301	Hornblenda manchada, plagioclásio, quartzo, granada, biotita, clorita, opacos, apatita, zircão
AAL-302 A	Anfibólio, plagioclásio, granada, titanita, apatita, opacos, prehnita.
AAL-302 B	Anfibólio, plagioclásio, granada, quartzo, zircão.

AAL-302 C	Epidoto, clorita, albita, prehnita, carbonato.
AAL-302 C	Banda com bastante granada, entrada de material quartzo-plagioclásifco, epidoto, clorita, albita, prehnita.
AAL-302 D1	Contrações anormais de material metamórfico dentro do anfibólio.
AAL-302 D2	Hombrelnda manchada, quartzo, clorita, quartzo em gotas.
AAL-303	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, restos de biotita, opacos.
AAL-306	Anfibólio, biotita, opaco, zircão/allanita, titanita
AAL-310 B	Actinolita ou grunerita, manchado, quartzo, bastante opacos, titanita, epidoto, feldspatos alcalinos intersticiais, goethita, clorita, prehnita.
AAL-310 E	Tremolita/actinolita, piroxênio, restos de olivina, talco, clorita, opacos, carbonato.
AAL-315	Antofilita, opacos, talco, piroxênio, clorita
AAL-317	Anfibólio, apatita, zircão/allanita, quartzo, plagioclásio, flogopita/biotita
AAL-320	Anfibólio, titanita, opacos, zircão/allanita, quartzo, biotita
AAL-321 A	Anfibólio zonado, epidoto, titanita, quartzo, plagioclásio, opacos
AAL-321 B	Piroxênio, anfibólio, titanita, epidoto, quartzo, biotita
AAL-321 C	Granada, anfibólio, opacos, plagioclásio, epidoto, apatita, quartzo, biotita/flogopita, allanita
AAL-345 D	Hornblenda, cummingtonita.
AAL-348	Anfibólio, plagioclásio (andesina), restos de clinopiroxênio, quartzo, também quartzo em gotas, titanita, carbonato, feldspato potássico intersticial.
AAL-352 A	Anfibólio, opacos, talco, clorita.
AAL-352 E	Plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, opacos, biotita, clorita, titanita, epidoto.
AAL-353 A	Clorita, plagioclásio, carbonato, apatita, opacos, actinolita.
AAL-353 B	Hornblenda, actinolita, plagioclásio, quartzo, clorita, titanita, epidoto, feldspato alcalino, zircão.
AAL-354 A	Anfibólio, titanita, opacos, allanita/zircão, quartzo
AAL-354 B	Anfibólio, piroxênio, titanita, quartzo, allanita, opacos plagioclásio, epidoto
AAL-355 B	Feldspato potássico, quartzo, plagioclásio, opacos, anfibólio, clorita, biotita, titanita, epidoto.
AAL-359 A	Feldspato potássico, quartzo, plagioclásio, opacos, anfibólio, biotita, epidoto
AAL-359 B	Quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita, opacos, mirmequita.
AAL-359 C	Quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, epidoto, opacos, biotita, muscovita, pertita.
AAL-361	Talco, anfibólio, opacos, clorita, biotita/flogopita, argilo-minerais.
AAL-362 A	Anfibólio, Quartzo, biotita/flogopita, argilo-minerais.
AAL-362 B	Anfibólio, Quartzo, plagioclásio, piroxênio, opacos, biotita
AAL-362 C	Anfibólio, opacos, epidoto, quartzo, argilo-minerais, biotita, clorita, leucóxênio.
AAL-364 A	Anfibólio, Quartzo, opacos, epidoto.
AAL-375 B	Plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, biotita, epidoto, opacos, zircão, argilo-minerais.
AAL-378 C	Quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, opacos, biotita, epidoto, muscovita, zircão.
AAL-378 F	Quartzo, plagioclásio, opacos, biotita, epidoto, argilo-minerais.
AAL-380 A	Quartzo, epidoto, plagioclásio, opacos, biotita, clorita, argilo-minerais.
AAL-380 B	Anfibólio, opacos, quartzo, epidoto, biotita/flogopita, restos de piroxênio, granada.
AAL-383 A	Feldspato potássico, quartzo, biotita, plagioclásio, clorita, epidoto.
AAL-383 B	Anfibólio, quartzo, plagioclásio, restos de piroxênio, zircão, titanita, clorita, opacos, allanita.
AAL-383 C	Anfibólio, quartzo, plagioclásio, titanita, restos de piroxênio, zircão/allanita, argilo-minerais.
AAL-385 A	Anfibólio, restos de piroxênio, opacos, titanita, biotita, quartzo, plagioclásio.
AAL-385 B	Plagioclásio, carbonato, clorita, anfibólio, epidoto, opacos, quartzo, titanita, biotita, piroxênio, talco
AAL-385 C	Anfibólio (orto e clino), opacos, titanita, quartzo, plagioclásio, biotita, epidoto
AAL-385 E	Anfibólio, espinélio, opacos, piroxênio, olivina ?, biotita/flogopita, clorita.
AAL-385 F	Anfibólio zonado, titanita, opacos, olivina, granada, plagioclásio, quartzo, biotita/clorita, epidoto.

AAL-385 G	Piroxênio, anfibólio, espinélio, opacos, talco, epidoto,
AAL-386 A	Quartzo, antofilita/gedrita, opacos, sericita, argila, sillimanita, rutilo.
AAL-386 A1	Quartzo, muscovita/sericita, opacos, epidoto
AAL-386 B	Restos de olivina, piroxênio, anfibólio, espinélio, opacos, clorita, biotita, antigorita ? brucita ? gibbsita ?
AAL-386 C	Restos de olivina, opacos, espinélio, opacos, clorita, piroxênio, anfibólio,
AAL-386 D	Anfibólio, carbonato, opacos, clorita, biotita, massa de alteração.
AAL-386 E	Anfibólio, ortopiroxênio, opacos, espinélio verde, manchas de alteração.
AAL-386 F	Anfibólio, opacos, clorita, minerais de argila.
AAL-386 G	Piroxênio, anfibólio, espinélio verde, opacos, minerais de argila e massa de alteração
AAL-386 H	Massa alterada, quartzo, opacos, biotita/flogopita, clorita.
AAL-386 I	Anfibólio, espinélio, opacos, talco, biotita/flogopita, clorita, restos de piroxênio ?
AAL-386 J	Anfibólio, talco, epidoto, opacos, carbonato, clorita, restos de olivina ?
AAL-386 K	Anfibólio, talco, clorita, opacos, espinélio, biotita/flogopita, minerais de argila.
AAL-386 M	Restos de olivina, anfibólio, opacos, espinélio, clorita, piroxênio, minerais de argila
AAL-386 N	Anfibólio, clorita, restos de olivina, opacos, piroxênio, biotita/flogopita, manchas de alteração.
AAL-386 P	Quartzo, opacos, sericita, apatita, biotita, zircão, muscovita, sillimanita ?
AAL-386 Q	Anfibólio, ortopiroxênio grosso, espinélio, talco, restos de olivina, alteração de olivina.
AAL-388A	Quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, opacos, biotita, muscovita, granada, apatita e minerais de argila.
AAL-396A	Quartzo, epidoto, opacos, ilmenita e hidróxido de ferro.
AAL-397A	Anfibólio, granada, opacos, plagioclásio, titanita, biotita, argilo minerais e quartzo.
AAL-397B	Quartzo, granada, biotita, opacos, argilo minerais, muscovita, hidróxido de ferro e epidoto.
AAL-398A	Quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, clorita, granada, quartzo em gotas, epidoto, prehnita, opacos.
AAL-398 A1	Plagioclásio, quartzo, biotita, clorita, granada, quartzo em gotas, opacos, epidoto, apatita, zircão.
AAL-400A	Tremolita com exsolução de cummingtonita, opacos, hidróxido de ferro e argilo minerais.
AAL-400C	Anfibólio, opacos, talco, carbonato, hidróxido de ferro, epidoto, argilo minerais, biotita e clorita.
AAL-400D	Argilo minerais, opacos, anfibólio, clorita, carbonato e epidoto.
AAL-400E	Opacos, anfibólio, clorita, plagioclásio, biotita, hidróxido de ferro e argilo minerais.
AAL-400F	Opacos, anfibólio, talco, restos de olivina, epidoto, hidróxido de ferro, argilo minerais, biotitas, carbonato e restos de piroxênio.
AAL-400G	Talco, opacos, hidróxido de ferro, anfibólio, biotita/flogopita, clorita, argilo minerais e epidoto.
AAL-400H	Quartzo, muscovita, sericita, opacos, argilo minerais e biotita.
AAL-400I	Opacos, hidróxido de ferro, biotita e carbonato.
AAL-400J	Restos de anfibólio e piroxênio, argilo minerais e opacos.
AAL-401A	Opacos, anfibólio, piroxênio, plagioclásio, muscovita, titanita, biotita, carbonato, epidoto e argilo minerais.
AAL-401B	Diopsídio-salita, anfibólio, plagioclásio com zoneamento chegando a bytownita, clorita, carbonato, titanita, opacos e epidoto.
AAL-404	Quartzo, anfibólio, feldspato potássico, plagioclásio.
AAL-406	Plagioclásio, quartzo, granada, piroxênio, hornblenda marrom, apatita, titanita, zircão, actinolita.
AAL-407	Hornblenda passando para ferro-hastingsita, feldspato potássico, ribbons de quartzo, apatita.
AAL-411 A	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, biotita, hornblenda, granada, allanita, apatita, zircão, opacos, mirmequitas.
AAL-415 A	Hornblenda, actinolita, restos de diopsídio, clorita, pouco plagioclásio, opacos.
AAL-416 B	Hornblenda manchada, actinolita, plagioclásio, adularia, albita, titanita, epidoto.
AAL-416 E	Hornblenda, clorita, opacos, sulfetos.
AAL-416 F	Anfibólio, quartzo, epidoto, allanita.
AAL-417 B	Ferro-salita, plagioclásio, anfibólio, titanita, quartzo, apatita, adularia, albitazircão.
AAL-417 C	Clorita, epidoto, quartzo.

AAL-418 C	Hornblenda, plagioclásio, epidoto, quartzo, apatita, titanita, estilpnomelano.
AAL-418 F	Hornblenda, plagioclásio com gotas de quartzo, quartzo, clorita, carbonato, actinolita, allanita.
AAL-421	Clinopiroxênio, anfibólio, plagioclásio, quartzo.
AAL-429 A	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, mica, epidotização forte.
AAL-429 B	Feldspato potássico, quartzo, clorita, mica, titanita, epidoto, estilpnomelano.
AAL-430 A	Hornblenda, quartzo, biotita.
AAL-430 B	Hornblenda, material quartzo-plagioclásico, titanita, zircão, feldspato potássico, epidoto, sericita, clorita
AAL-430 C	Quartzo, feldspato alcalino (albita, adularia), anfibólio, epidoto.
AAL-431 A	Quartzo, feldspato.
AAL-432 A	Anfibólio, quartzo, feldspato alcalino.
AAL-432 B	Plagioclásio bastante cálcico, quartzo, epidoto, clorita, piroxênio alterado, escapolita.
AAL-434	Titanita, granada, clinopiroxênio, apatita, quartzo, feldspato potássico, plagioclásio.
AAL-437	Granada, clinopiroxênio, quartzo, feldspato, zircão.
AAL-440	Anfibólio, plagioclásio, apatita, feldspato potássico e quartzo intersticiais.
AAL-447	Plagioclásio, quartzo, biotita vermelha, zircão, apatita.
AAL-448	Microclíneo, plagioclásio muscovitizado, albita, quartzo, muscovita, biotita, opacos, sillimanita/fibrolita.
AAL-449 A	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, biotita, granada, apatita, epidoto, zircão.
AAL-449 B	Plagioclásio alterado, diopsídio, ortopiroxênio, epidoto.
AAL-449 C	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, antiperita, epidoto, titanita, acícula de anfibólio.
AAL-450	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, mirmequita e perita por deformação.
AAL-457 A	Clinopiroxênio, hornblenda, plagioclásio, quartzo, titanita, carbonato.
AAL-457 B	Hornblenda, plagioclásio, quartzo.
AAL-457 C	epidoto, quartzo.
AAL-458	Anfibólio, plagioclásio, quartzo, carbonato, epidoto, opacos.
AAL-462 A	Anfibólio, plagioclásio, quartzo, clinopiroxênio, epidoto, feldspato potássico intersticial.
AAL-464	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, turmalina.
AAL-467	Plagioclásio, quartzo, granada, biotita, apatita.
AAL-468	Feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, biotita.
AAL-474	Quartzo, plagioclásio, biotita, granada, apatita.

ANEXO 5

TABELAS DE DADOS GEOQUÍMICOS

Resultados de análises químicas de elementos maiores por FRX, no Labogeo do IGCE/UNESP, em junho/2003.

Resultados de análises químicas de elementos maiores por FRX, no Labogeo do IGCE/UNESP, em junho/2003.

LABOGEO	AMOSTRA	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ T	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	SOMA
ANA7413	AAL-204 A	55,42	0,7	9,29	10,87	0,14	10,08	9,6	1,61	0,87	0,07	1,38	100,03
ANA7414	AAL-208 B r	53,15	0,82	8,24	13,11	0,22	10,92	11,12	0,95	0,52	0,06	0,88	99,99
ANA7181	AAL-208 E	50,34	0,58	13,08	11,33	0,2	9,73	11,18	2,07	0,59	0,04	0,85	99,99
ANA7415	AAL-209 B	52,56	0,82	8,58	13,43	0,24	11,55	10,29	0,9	0,32	0,07	1,23	99,99
ANA7182	AAL-209 C	51,45	0,18	4,92	10,07	0,18	21	7,16	0,27	0,09	0,02	4,68	100,02
ANA7183	AAL-209 F	52,23	0,82	8,58	12,7	0,2	11,74	11,14	1,04	0,52	0,11	0,92	100
ANA7416	AAL-213 A	49,6	1,53	10,02	14,02	0,16	9,83	11,46	1,93	0,44	0,13	0,86	99,98
ANA7417	AAL-296	47,47	1,73	14,91	14,52	0,16	7,28	8,48	3,12	0,92	0,23	1,19	100,01
ANA7418	AAL-306	49,59	0,73	6,1	13,82	0,21	15,8	11,13	0,93	0,21	0,05	1,43	100
ANA7419	AAL-315	49,35	0,81	6,52	14,99	0,2	16,6	8,63	1,18	0,18	0,04	1,52	100,02
ANA7184	AAL-353 A	44,68	2,16	16,58	11,45	0,15	7,89	6,5	2,82	2,46	0,38	4,96	100,03
ANA7185	AAL-354 A	52,54	0,49	2,98	10,3	0,16	18,48	12,59	0,48	0,15	0,34	1,52	100,03
ANA7420	AAL-354 B	50,19	0,72	7,81	13,86	0,22	13,7	10,96	1,25	0,54	0,06	0,69	100
ANA7186	AAL-361	56,17	0,04	1,86	9,01	0,16	28,06	0,25	0,04	0,01	0,02	4,4	100,02
ANA7187	AAL-362 B	52,37	0,46	9,32	9,98	0,17	12,77	12,19	1,28	0,29	0,03	1,16	100,02
ANA7188	AAL-380 B	47,45	0,91	10,19	17,6	0,29	10,07	9,5	1,36	0,63	0,16	1,82	99,98
ANA7189	AAL-383 B	52,1	0,5	8,02	10,96	0,18	13,87	11,95	1	0,56	0,04	0,83	100,01
ANA7190	AAL-383 C	54,04	0,45	8,1	10,45	0,24	13,06	10,68	1,01	0,56	0,04	1,37	100
ANA7191	AAL-385 A	47,9	0,62	8,31	13,12	0,25	12,93	12,46	1,21	0,12	0,04	3,05	100,01
ANA7192	AAL-385 B	49,85	0,64	13,43	10,65	0,21	9,47	12,21	1,75	0,31	0,11	1,41	100,04
ANA7193	AAL-385 C	50,49	0,6	9,06	11,64	0,26	11,84	13,63	1,01	0,19	0,05	1,23	100
ANA7194	AAL-385 E	48,89	0,3	8,75	10,11	0,19	17,58	10,42	0,56	0,05	0,03	3,13	100,01
ANA7195	AAL-385 F	51,76	0,5	13,9	10,76	0,22	8,14	11,28	1,94	0,32	0,05	1,16	100,03
ANA7196	AAL-385 G	49,88	0,36	7,93	10,96	0,16	19,69	8,49	0,6	0,07	0,03	1,85	100,02
ANA7197	AAL-386 A	71,34	0,23	12,8	3,99	0,04	6,93	0,28	0,52	0,15	0,04	3,71	100,03
ANA7198	AAL-386 B	45,9	0,29	9,49	11,26	0,16	17,66	8,44	0,34	0,05	0,02	6,4	100,01
ANA7199	AAL-386 C	46,93	0,31	8,61	10,23	0,14	18,96	9,95	0,37	0,04	0,03	4,46	100,03
ANA7200	AAL-386 G	48,27	0,33	10,19	9,93	0,18	19,47	9,43	0,58	0,07	0,05	1,51	100,01
ANA7201	AAL-386 H	47,21	3,03	15,08	16,93	0,18	3,82	0,35	0,15	1,86	0,24	11,16	100,01
ANA7202	AAL-386 I	47,85	0,34	10,07	9,57	0,17	18,58	9,95	0,92	0,1	0,04	2,42	100,01
ANA7203	AAL-386 M	43,24	0,25	9,57	10,66	0,21	19,06	12,08	0,15	0,02	0,02	4,77	100,03
ANA7204	AAL-386 N	49,21	0,21	6,4	9,56	0,19	18,99	9,51	0,32	0,03	0,01	5,56	99,99
ANA7205	AAL-386 O	47,61	0,18	6,05	9,91	0,17	21,82	8,26	0,24	0,03	0,01	5,74	100,02
ANA7206	AAL-397 A	48,07	1,75	14,17	18,97	0,22	5,21	9,72	1,03	0,56	0,18	0,11	99,99
ANA7207	AAL-398 A1	60,35	0,98	16,13	8,43	0,11	3,3	3,65	2,59	2,1	0,2	2,18	100,02
ANA7208	AAL-400 A	51,79	0,4	5,02	11,1	0,21	18,12	10,08	0,86	0,09	0,01	2,36	100,04
ANA7209	AAL-400 F	45,3	0,39	2,29	13,15	0,18	27,23	5,98	0,32	0,05	0,01	5,09	99,99
ANA7210	AAL-400 G	52,14	0,3	3,42	12,5	0,14	25,06	0,23	0,07	0,03	0,02	6,12	100,03
ANA7211	AAL-400 I	44,79	0,86	4,99	17,84	0,29	17,49	10,05	0,9	0,09	0,02	2,7	100,02
ANA7212	AAL-401 A	49,27	0,54	12,03	9,07	0,32	6,93	19,26	1,08	0,27	0,05	1,19	100,01
ANA7213	AAL-401 B	50,89	0,62	13,31	9,47	0,2	6,71	14,14	1,78	0,44	0,06	2,4	100,02

Resultados de análises químicas de elementos-traço por FRX, no Labogeo do IGCE/UNESP, em junho/2003.

Resultados de análises químicas de elementos-traço por FRX, no Labogeo do IGCE/UNESP, em junho/2003.

LABOGEO	AMOSTRA	Ba	Ce	Cr	Cu	La	Nb	Ni	Rb	Sr	Y	Zr
ANA7413	AAL-204 A	96	14	866	67	11	8	224	13	67	19	71
ANA7414	AAL-208 Br	55	5	1153	44	13	5	333	11	67	16	56
ANA7181	AAL-208 E	75	3	616	19	1	4	178	22	153	14	34
ANA7415	AAL-209 B	26	8	1149	15	1	7	337	7	32	19	53
ANA7182	AAL-209 C	33	8	2239	44	5	4	1430	8	20	12	14
ANA7183	AAL-209 F	54	9	1114	71	4	4	347	8	112	15	53
ANA7416	AAL-213 A	79	13	707	165	3	7	192	5	196	26	88
ANA7417	AAL-296	201	28	213	103	17	9	182	35	249	28	140
ANA7418	AAL-306	24	7	2198	71	9	7	692	3	30	13	45
ANA7419	AAL-315	37	-5	1972	108	13	4	930	2	61	21	47
ANA7184	AAL-353 A	275	49	247	43	18	25	130	271	465	30	198
ANA7185	AAL-354 A	1	8	2959	3	1	8	361	2	29	7	24
ANA7420	AAL-354 B	38	12	1132	7	1	10	284	8	65	20	44
ANA7186	AAL-361	0	14	3054	0	1	3	818	1	6	2	7
ANA7187	AAL-362 B	43	9	1619	2	12	5	208	8	193	15	35
ANA7188	AAL-380 B	116	28	502	219	38	15	597	43	26	74	83
ANA7189	AAL-383 B	43	26	1523	54	55	5	199	8	57	20	30
ANA7190	AAL-383 C	62	15	1616	89	28	6	196	14	42	16	32
ANA7191	AAL-385 A	24	0	1634	65	5	4	471	3	72	15	32
ANA7192	AAL-385 B	158	9	1050	210	17	8	297	13	147	17	42
ANA7193	AAL-385 C	100	2	1434	53	1	2	441	18	71	12	32
ANA7194	AAL-385 E	23	6	2503	13	9	3	1469	1	44	16	22
ANA7195	AAL-385 F	149	9	1042	86	0	4	238	9	168	20	30
ANA7196	AAL-385 G	24	5	2370	2	7	5	1468	2	41	28	26
ANA7197	AAL-386 A	0	22	259	0	20	6	192	10	12	13	105
ANA7198	AAL-386 B	49	0	2846	27	5	4	1394	3	138	9	18
ANA7199	AAL-386 C	28	10	2397	2	19	4	1287	2	77	29	20
ANA7200	AAL-386 G	12	0	1933	5	0	4	857	2	31	11	23
ANA7201	AAL-386 H	971	94	154	99	239	14	106	97	48	117	204
ANA7202	AAL-386 I	24	4	1704	20	8	5	959	1	35	14	22
ANA7203	AAL-386 M	48	1	3094	79	6	4	1603	2	179	12	16
ANA7204	AAL-386 N	48	0	4233	8	4	4	1880	2	125	7	13
ANA7205	AAL-386 O	22	0	3451	2	0	2	2145	1	101	6	14
ANA7206	AAL-397 A	78	5	364	120	7	7	129	12	47	33	82
ANA7207	AAL-398 A1	650	44	349	137	37	10	62	75	228	50	159
ANA7208	AAL-400 A	3	12	1475	15	9	6	1366	4	33	9	25
ANA7209	AAL-400 F	32	10	1551	85	3	5	2392	1	41	8	23
ANA7210	AAL-400 G	32	5	1401	99	3	5	1982	3	10	4	29
ANA7211	AAL-400 I	59	7	3161	172	14	5	711	2	76	19	47
ANA7212	AAL-401 A	593	14	604	121	69	5	248	14	207	58	32
ANA7213	AAL-401 B	409	1	639	42	994	6	340	18	143	295	29

Resultados de análise química para elementos terras-raras por ICP-AES, no Labogeo do IGCE/UNESP, em 19/dezembro/2003.

Resultados de análise química para elementos terras-raras por ICP-AES, no Labogeo do IGCE/UNESP, em 19/dezembro/2003.

LABOGEO	AMOSTRA	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Er	Yb	Lu
ANA7413	AAL-204 A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7414	AAL-208 Br	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7181	AAL-208 E	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7415	AAL-209 B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7182	AAL-209 C	4,11	5,62	5,42	1,3	0,63	1,55	1,49	0,99	0,93	0,14
ANA7183	AAL-209 F	4,62	10,5	6,8	2,07	0,92	2,5	2,41	1,44	1,27	0,21
ANA7416	AAL-213 A	112	17,9	133	35,3	8,93	30,9	22,6	11,2	9,83	1,72
ANA7417	AAL-296	12,6	30,9	17,3	4,37	1,56	4,9	4,53	2,6	2,37	0,37
ANA7418	AAL-306	3,79	7,82	6,78	1,91	0,86	2,24	2,11	1,11	0,71	0,09
ANA7419	AAL-315	5,42	6,5	8,21	2,32	1,12	3,26	3,06	1,63	0,96	0,13
ANA3643	AAL-321 C	7,57	41,4	13	3,55	1,49	4,54	4,43	2,69	2,32	0,36
ANA7184	AAL-353 A	16,9	40,2	21	5,11	1,86	5,12	4,09	2,31	1,94	0,32
ANA7185	AAL-354 A	2,78	5,74	2,78	0,96	0,75	1,11	1,1	0,72	0,57	0,081
ANA7420	AAL-354 B	2,96	8,21	6,1	2,18	0,79	3	3,38	1,86	1,62	0,24
ANA7186	AAL-361	0,78	0,83	0,53	0,056	0,047	0,11	0,16	0,11	0,11	0,016
ANA7187	AAL-362 B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7188	AAL-380 B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7189	AAL-383 B	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7190	AAL-383 C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7191	AAL-385 A	2,4	3,15	3,2	1,12	0,49	1,67	2,07	1,33	0,89	0,14
ANA7192	AAL-385 B	8,29	15,8	8,09	1,89	0,92	2,2	2,64	1,68	1,23	0,18
ANA7193	AAL-385 C	1,7	3,7	2,83	1,12	0,63	1,61	2,06	1,31	1,01	0,14
ANA7194	AAL-385 E	3,4	6,41	4,1	1,3	0,64	1,73	2,99	2,3	2,61	0,38
ANA7195	AAL-385 F	3,48	4,36	4,69	1,47	0,76	2,1	3,12	2,37	2,15	0,34
ANA7196	AAL-385 G	5,9	2,34	9,75	3,39	1,27	3,97	6,23	3,53	3,18	0,49
ANA7197	AAL-386 A	13,7	11	11,6	2,44	0,87	2,48	2,16	1,22	0,94	0,13
ANA7198	AAL-386 B	1,3	2,32	1,57	0,38	0,3	0,77	0,98	0,62	0,46	0,07
ANA7199	AAL-386 C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7200	AAL-386 G	1,3	2,92	1,96	0,73	0,35	1,02	1,3	0,68	0,46	0,064
ANA7201	AAL-386 H	96,2	69,4	92,5	21,7	5,27	21,8	17,4	9,51	5,88	0,82
ANA7202	AAL-386 I	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7203	AAL-386 M	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7204	AAL-386 N	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7205	AAL-386 O	1,15	1,26	1,1	0,25	0,15	0,49	0,51	0,3	0,15	0,02
ANA7206	AAL-397 A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7207	AAL-398 A1	35,7	56,5	39,6	9,73	2,51	10,2	9,62	4,21	2,82	0,41
ANA7208	AAL-400 A	2,08	9,27	4,17	1,59	0,88	1,94	1,76	0,76	0,47	0,06
ANA7209	AAL-400 F	3,4	5,51	4,31	1,4	0,67	1,46	1,21	0,52	0,26	0,03
ANA7210	AAL-400 G	2,01	4,88	1,6	0,28	0,17	0,42	0,59	0,37	0,27	0,04
ANA7211	AAL-400 I	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7212	AAL-401 A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANA7213	AAL-401 B	548	6,3	528	106	23,41	78,9	53,3	24	18,2	3,05

Dados utilizados neste trabalho de Lazarini (2000), Oliveira et al. (1998) e obtidos entre 2000 e 2003.

AMOSTRA	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	FeOT	Fe ₂ O ₃ T	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	TOTAL
AAL-01A	55,48	0,18	3,73	5,10	4,71	9,30	10,33	0,24	16,92	11,19	0,53	0,29	0,01	1,66	100,04
AAL-01C	61,08	0,04	0,88	1,96	1,59	3,35	3,73	0,04	29,82	0,10	-0,02	0,03	0,01	4,53	100,04
AAL-01D	57,48	0,04	1,19	6,68	2,95	8,96	9,96	0,15	26,54	0,21	-0,01	0,12	0,01	4,03	99,39
AAL-01E	75,75	0,03	14,31	0,05	0,21	0,25	0,28	0,00	0,11	0,75	4,58	4,25	0,03	0,31	100,38
AAL-01F	58,35	0,04	0,77	3,57	4,79	8,00	8,89	0,17	28,51	0,44	-0,02	0,03	0,01	3,13	99,79
AAL-01G	58,90	0,04	1,45	4,28	2,77	6,62	7,36	0,12	28,29	0,36	-0,02	0,04	0,01	4,02	100,25
AAL-205A1	55,18	0,11	4,97	5,82	4,19	9,43	10,48	0,36	16,55	10,86	0,42	0,25	0,02	2,19	100,92
AAL-205A2	53,92	0,43	7,26	6,69	4,76	10,78	11,98	0,18	14,80	10,68	0,90	0,22	0,06	1,30	101,20
AAL-205A3	52,26	0,96	8,53	8,83	5,06	13,01	14,45	0,21	11,34	10,79	0,85	0,82	0,11	1,23	101,00
AAL-206A1	54,97	0,15	4,12	4,01	3,11	6,72	7,47	0,21	22,69	8,19	0,49	0,07	0,03	2,74	100,77
AAL-206A2	54,88	0,17	4,65	5,71	1,94	7,08	7,87	0,21	24,48	4,27	0,36	0,09	0,02	4,01	100,78
AAL-206B	56,08	0,18	4,09	4,32	3,53	7,42	8,24	0,18	25,95	1,21	0,20	0,20	0,02	4,95	100,91
AAL-208A	51,76	0,83	9,33	9,97	3,14	12,11	13,46	0,22	11,72	10,83	1,34	0,67	0,14	0,87	100,81
AAL-208B	53,30	0,83	8,09	7,39	5,50	12,15	13,50	0,21	11,69	11,01	1,03	0,50	0,08	0,86	100,81
AAL-302A	49,18	1,98	14,91	---	---	---	---	0,21	4,96	9,22	2,66	0,76	0,31	0,58	100,04
AAL-302B	56,55	1,24	15,07	---	---	---	---	0,22	3,26	7,51	2,92	0,61	0,21	0,18	100,01
AAL-310B	48,87	0,73	4,11	---	---	---	---	0,18	20,39	8,00	0,62	0,10	0,07	1,96	100,03
AAL-310E	49,27	0,32	1,25	---	---	---	---	0,17	29,29	2,99	0,10	0,05	0,02	3,77	100,63
AAL-317	53,14	0,64	7,22	---	---	---	---	0,23	11,51	9,99	0,96	0,63	0,07	1,21	100,03
AAL-320	49,24	2,95	7,99	---	---	---	---	0,26	10,28	11,61	1,05	0,74	0,17	2,30	99,98
AAL-321A	53,26	0,81	6,61	---	---	---	---	0,19	12,44	11,33	0,92	0,21	0,08	1,22	100,00
AAL-321B	58,53	0,49	13,05	---	---	---	---	0,11	5,52	11,12	1,49	0,68	0,06	1,67	100,35
AAL-321C	54,63	1,32	14,03	---	---	---	---	0,14	5,70	7,85	3,15	0,25	0,14	0,65	100,01
AAL-322	54,90	0,63	14,87	3,20	6,23	9,11	10,12	0,17	7,01	10,90	1,51	0,13	0,07	1,27	100,89
AAL-323	45,20	0,16	5,18	2,07	6,79	8,65	9,61	0,11	28,81	4,62	0,23	0,05	0,01	6,06	99,32
AAL-328	50,38	0,64	4,61	2,63	10,87	13,24	14,71	0,20	16,74	10,18	0,69	0,07	0,14	2,90	100,07
AAL-345A	51,20	0,62	5,19	---	---	---	---	0,19	16,16	11,86	0,38	0,07	0,06	1,03	99,18
AAL-345B	54,25	0,78	7,93	---	---	---	---	0,18	12,31	11,52	1,98	0,17	0,07	0,60	101,00
AAL-345D	48,98	0,81	6,53	---	---	---	---	0,20	17,82	9,36	0,58	0,10	0,11	0,97	99,57
AAL-346	50,60	0,83	6,41	---	---	---	---	0,18	14,57	11,44	0,63	0,20	0,07	1,75	99,76
AAL-347	48,63	0,70	5,75	---	---	---	---	0,22	18,69	9,51	0,81	0,11	0,07	0,94	99,18
AAL-348	55,53	0,62	12,38	---	---	---	---	0,18	7,96	9,38	2,61	0,89	0,06	0,93	100,83

Dados utilizados neste trabalho de Lazarini (2000), Oliveira et al. (1998) e obtidos entre 2000 e 2003.

AMOSTRA	Ba	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Cu	Ni	Cr	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	
AAL-01A	---	4	15	13	24	---	---	329	1263	3	7	5	2	1	2	2	1	1	1	0	
AAL-01C	---	-13	8	7	-4	---	---	2146	411	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-01D	---	-8	9	2	3	---	---	1582	2570	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-01E	---	114	148	63	57	---	---	20	119	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-01F	---	-2	10	2	-3	---	---	1883	406	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
AAL-01G	---	-3	10	6	2	---	---	2030	428	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-205A1	---	-4	22	18	3	---	---	1006	3155	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-205A2	---	-5	32	13	17	---	---	182	494	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-205A3	---	24	62	39	60	---	---	255	791	13	12	15	5	2	5	5	1	3	3	1	
AAL-206A1	---	16	8	9	9	---	---	1112	1348	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-206A2	---	2	10	13	7	---	---	1336	1587	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-206B	---	-5	27	3	2	---	---	1505	1692	12	4	4	1	1	1	1	0	0	0	0	
AAL-208A	---	10	72	28	45	---	---	267	818	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-208B	---	2	75	14	48	---	---	323	955	4	10	6	2	1	2	2	1	2	1	0	
AAL-302A	---	0	186	43	198	2	---	37	153	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-302B	---	1	236	55	835	12	---	32	130	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-310B	---	0	50	104	36	1	---	746	1653	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-310E	---	1	21	2	12	5	---	1541	1121	1	2	2	0	0	0	0	---	0	0	0	
AAL-317	---	1	19	29	48	6	---	209	482	7	13	9	3	1	4	5	---	3	3	0	
AAL-320	---	2	176	41	238	63	---	389	389	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-321A	---	2	62	22	46	0	---	190	733	5	9	7	2	1	3	3	---	2	3	0	
AAL-321B	---	16	116	34	45	1	---	82	259	14	8	19	5	2	6	6	---	4	3	0	
AAL-321C	---	1	193	24	83	12	---	46	152	6	14	11	3	1	4	4	---	3	2	0	
AAL-322	-4	7	73	16	22	7	---	124	169	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-323	18	9	19	7	-14	5	---	3494	2647	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	
AAL-328	33	31	83	83	57	7	---	840	1599	88	27	147	39	10	28	23	5	12	10	1	
AAL-345A	---	14	44	13	42	3	---	470	1554	5	8	8	2	1	3	2	---	2	1	0	
AAL-345B	-8	21	84	19	46	4	---	235	799	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-345D	-5	23	37	25	59	13	---	925	1674	27	15	28	7	2	6	5	1	3	2	0	
AAL-346	7	31	53	21	64	18	---	422	1384	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-347	-2	14	78	17	50	10	---	924	1512	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
AAL-348	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dados extraídos do trabalho de Peloggia (1990).

AMOSTRA	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	FeOT	Fe ₂ O ₃ T	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	TOTAL
AP-II-3	49,40	0,32	1,06	4,20	7,70	11,48	12,75	0,16	32,20	4,80	0,23	0,03	0,05	100,15
AP-II-40	47,70	3,00	14,00	3,50	12,30	15,45	17,17	0,19	6,10	11,00	1,40	0,36	0,55	100,10
AP-II-65	50,20	1,30	14,30	3,00	10,00	12,70	14,11	0,18	6,80	9,80	3,50	0,50	0,16	99,74
A-VII-110a	52,20	0,62	12,80	1,20	7,60	8,68	9,64	0,16	8,30	14,10	2,30	0,31	0,06	99,65
A-VII-72a	49,40	0,74	4,30	8,30	7,30	14,77	16,41	0,21	17,20	12,10	0,98	0,21	0,05	100,79
A-VII-130b	51,00	1,50	13,80	13,60	1,90	14,14	15,71	0,55	5,40	10,00	1,30	0,38	0,15	99,58
A-VII-71a	51,90	0,64	12,60	1,00	7,40	8,30	9,22	0,17	8,20	14,30	2,70	0,48	0,07	99,46
A-X-113b	55,90	0,60	12,40	2,00	8,90	10,70	11,89	0,16	7,20	10,30	2,60	0,21	0,07	100,34
A-XI-81	49,50	1,70	13,50	5,70	7,20	12,33	13,70	0,19	7,80	10,60	2,90	0,67	0,20	99,96
AP-183	50,40	0,47	6,70	7,90	3,30	10,41	11,57	0,15	23,10	8,50	0,55	0,05	0,05	101,17
AP-184	53,30	0,78	11,80	2,10	8,00	9,89	10,99	0,15	11,00	10,50	1,70	0,22	0,15	99,70
AP-II-1	51,70	0,61	13,10	1,10	7,40	8,39	9,32	0,18	7,70	15,20	2,20	0,43	0,07	99,69
AP-II-12	48,00	0,71	11,10	2,90	10,20	12,81	14,23	0,19	13,80	11,20	2,20	0,17	0,06	100,53
AP-II-13	50,70	0,49	10,30	4,20	5,90	9,68	10,75	0,20	13,60	13,50	1,20	0,21	0,05	100,35
AP-II-22	52,80	0,76	10,00	2,00	8,50	10,30	11,44	0,76	8,80	14,20	1,80	0,23	0,11	99,96
AP-II-120	48,10	1,90	15,30	3,40	11,00	14,06	15,62	0,19	7,10	8,90	2,60	1,40	0,25	100,14
AP-409	49,90	0,70	4,70	6,50	5,70	11,55	12,83	0,17	25,90	5,80	0,64	0,05	0,05	100,11

AMOSTRA	Ba	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ni	Cr	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
AP-II-3	20	10	18	13	22	20	2000	860	3	6	5	1	0	1	1	0	1	1	0
AP-II-40	20	10	160	42	260	40	134	220	27	64	35	8	2	7	8	2	5	4	1
AP-II-65	180	25	290	25	90	20	210	148	12	28	17	4	1	3	4	1	2	2	0
A-VII-110a	47	14	150	17	34	20	320	700	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
A-VII-72a	20	10	52	18	40	20	1190	1520	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
A-VII-130b	180	10	54	38	360	11	68	104	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
A-VII-71a	270	10	190	92	40	20	390	775	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
A-X-113b	28	10	76	25	56	20	166	190	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
A-XI-81	360	16	120	32	106	20	128	340	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
AP-183	22	10	19	23	37	20	1155	2385	4	5	6	2	1	2	3	1	2	2	0
AP-184	69	10	66	20	66	20	340	745	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
AP-II-1	210	10	170	32	35	20	380	675	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
AP-II-12	20	10	35	17	35	20	420	860	3	7	6	3	1	4	5	1	3	3	0
AP-II-13	41	10	57	17	28	20	520	1100	18	48	27	6	2	6	6	2	4	3	1
AP-II-22	57	20	210	18	44	20	370	900	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
AP-II-120	610	83	240	31	196	20	250	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
AP-409	20	10	64	16	50	20	1800	1500	4	5	5	2	0	1	2	0	1	1	0

ANEXO 6

TABELAS DE DADOS DE QUÍMICA MINERAL

LISTA DE ABREVIATURAS UTILIZADAS

amp: anfibólio
chl: clorita
grt: granada
op: opaco
pla: plagioclásio
px: piroxênio
spl: espinélio
tlc: talco

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL310E","c2","p2meio","amp",57.794,0.027,0.201,9.888,0.049,0.302,27.929,0.590,0.043,0.001,0.0
39,0.008,96,82,0,02,0,02,0,00,0,96,00,7,962,0,033,0,006,0,000,8,000,0,000,0,005,0,016,0,003,4,97
6,0,000,0,000,0,000,5,000,0,760,1,118,0,035,0,087,0,000,2,000,0,000,0,011,0,000,0,012,15,012,0,0
02,0,017,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p3meio","amp",50.248,0.677,6.486,4.959,0.300,0.061,19.963,12.317,1.259,0.218,0.
00,0.005,96,19,0,00,0,00,0,00,0,96,00,7,125,0,875,0,000,0,000,8,000,0,208,0,034,0,104,0,072,4,22
0,0,363,0,000,0,000,5,000,0,000,0,121,0,007,1,871,0,000,2,000,0,000,0,346,0,039,0,386,15,386,0,0
01,0,000,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p4meio","amp",50.670,0.465,6.230,4.654,0.284,0.087,20.663,12.238,1.308,0.156,0.
075,0.001,96,55,0,03,0,03,0,00,0,96,00,7,139,0,861,0,000,0,000,8,000,0,173,0,032,0,172,0,049,4,3
40,0,234,0,000,0,000,5,000,0,000,0,142,0,010,1,847,0,000,2,000,0,000,0,357,0,028,0,385,15,385,0,
000,0,033,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p5meio","amp",57.234,0.031,0.156,9.879,0.021,0.273,28.878,0.458,0.023,0.001,0.0
37,0.00,96,97,0,02,0,02,0,00,0,96,00,7,841,0,025,0,134,0,000,8,000,0,000,0,002,0,144,0,003,4,850,
0,000,0,000,0,000,5,000,1,047,0,854,0,032,0,067,0,000,2,000,0,000,0,006,0,000,0,006,15,006,0,00
0,0,016,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p6borda","amp",56.016,0.006,0.107,10.685,0.048,0.283,29.435,0.505,0.014,0.00,0.
00,0.00,97,05,0,00,0,00,0,00,0,97,00,7,654,0,017,0,329,0,000,8,000,0,000,0,005,0,336,0,001,4,658,
0,000,0,000,0,000,5,000,1,338,0,556,0,033,0,074,0,000,2,000,0,000,0,004,0,000,0,004,15,004,0,00
0,0,000,999.999,23,000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
 al,O_F,Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
 _C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL310E","c2","p15","amp",49.724,0.656,7.014,5.289,0.257,0.052,20.092,12.016,1.201,0.266,0.080
 ,0.00,96,39,0,03,0,03,0,00,0,96,00,7,038,0,962,0,000,0,000,8,000,0,207,0,029,0,209,0,070,4,240,0,
 246,0,000,0,000,5,000,0,000,0,172,0,006,1,822,0,000,2,000,0,000,0,330,0,048,0,378,15,378,0,000,
 0,036,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p16","amp",53.264,0.390,4.228,4.185,0.091,0.052,21.615,12.281,0.814,0.123,0.056
 ,0.00,97,01,0,02,0,02,0,00,0,97,00,7,430,0,570,0,000,0,000,8,000,0,124,0,010,0,112,0,041,4,495,0,
 218,0,000,0,000,5,000,0,000,0,158,0,006,1,835,0,000,2,000,0,000,0,220,0,022,0,242,15,242,0,000,
 0,025,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p17","amp",50.117,0.656,6.722,5.143,0.214,0.099,19.882,12.286,1.057,0.277,0.033
 ,0.00,96,27,0,01,0,01,0,00,0,96,00,7,100,0,900,0,000,0,000,8,000,0,221,0,024,0,175,0,070,4,199,0,
 311,0,000,0,000,5,000,0,000,0,123,0,012,1,865,0,000,2,000,0,000,0,290,0,050,0,340,15,340,0,000,
 0,015,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p18","amp",51.216,0.588,5.774,4.952,0.182,0.072,20.372,12.460,0.882,0.235,0.043
 ,0.00,96,59,0,02,0,02,0,00,0,96,00,7,212,0,788,0,000,0,000,8,000,0,169,0,020,0,191,0,062,4,276,0,
 281,0,000,0,000,5,000,0,000,0,112,0,009,1,880,0,000,2,000,0,000,0,241,0,042,0,283,15,283,0,000,
 0,019,999.999,23,000

"AAL310E","c2","p1meio","amp",49.718,0.742,7.273,5.508,0.226,0.045,19.644,12.458,1.154,0.322,0.
 00,0.00,96,86,0,00,0,00,0,00,0,96,00,7,016,0,984,0,000,0,000,8,000,0,225,0,025,0,203,0,079,4,132,
 0,336,0,000,0,000,5,000,0,000,0,111,0,005,1,884,0,000,2,000,0,000,0,316,0,058,0,374,15,374,0,00
 0,0,000,999.999,23,000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O>Total,TS
i,TAl,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,M2K,Sum
_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE**

**"AAL310E","c2","p19","px",57.397,0.128,0.401,10.497,0.003,0.265,32.106,0.317,0.008,0.006,101,13,
1,993,0,007,0,000,0,009,0,003,0,000,0,000,0,000,0,987,0,000,0,675,0,305,0,008,0,012,0,001,0,000,
4,000,0,594,83,668,15,738,0,041,0,000,0,004,0,169,0,184,0,239,83,964,15,400,1,979,0,001,0,594,8
3,668,15,738,99,946,0,054,0,000**

**"AAL310E","c2","p20","px",40.507,0.00,0.020,15.380,0.007,0.224,44.711,0.002,0.008,0.00,100,86,1,3
47,0,001,0,000,0,000,0,000,0,000,0,000,0,000,1,000,0,000,1,217,0,428,0,006,0,000,0,001,0,000,4,0
00,0,003,83,623,16,375,0,000,0,020,0,000,0,000,0,000,0,003,83,806,16,172,2,645,0,001,0,003,83,6
23,16,375,99,961,0,000,0,001**

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, Al₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Total, NiO, Si, Al, Ti, Fe₂, Fe₃, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

"AAL310E", "c2", "p10", "f1c", 62.291, 0.155, 2.139, 0.020, 29.916, 0.044, 94, 78, 0.218, 7, 992, 0, 023, 999.999, 0, 229, 999.999, 999.999, 0, 002, 5, 722, 0, 006, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL310E", "c2", "p11", "f1c", 61.681, 0.296, 2.029, 0.002, 29.053, 0.019, 93, 17, 0.089, 8, 030, 0, 045, 999.999, 0, 221, 999.999, 999.999, 0, 000, 5, 639, 0, 003, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL310E", "c2", "p12", "f1c", 61.897, 0.368, 2.239, 0.011, 29.706, 0.019, 94, 31, 0.071, 7, 978, 0, 056, 999.999, 0, 241, 999.999, 999.999, 0, 001, 5, 708, 0, 003, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL310E", "c2", "p13", "f1c", 60.572, 0.207, 2.516, 0.005, 29.529, 0.021, 92, 89, 0.035, 7, 947, 0, 032, 999.999, 0, 276, 999.999, 999.999, 0, 001, 5, 775, 0, 003, 999.999, 999.999, 999.999

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, Al₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Total, NiO, Si, Al, Ti, Fe₂, Fe₃, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

"AAL310E", "c2", "p7", "Hc", 61.697, 0.469, 2.385, 0.004, 29.497, 0.024, 94.12, 0.045, 7.972, 0.071, 999.999, 0, 258, 999.999, 999.999, 0, 000, 5, 682, 0, 003, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL310E", "c2", "p8", "Hc", 62.136, 0.495, 2.262, 0.008, 29.060, 0.024, 94.00, 0.011, 8.022, 0.075, 999.999, 0, 244, 999.999, 999.999, 0, 001, 5, 593, 0, 003, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL310E", "c2", "p9", "Hc", 59.325, 0.888, 2.549, 0.016, 28.304, 0.045, 91.19, 0.058, 7.927, 0.140, 999.999, 0, 285, 999.999, 999.999, 0, 002, 5, 638, 0, 006, 999.999, 999.999, 999.999

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, Total, Nb2O5, Si, Al, Ti, Fe2, Fe3, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

"AAL310E", "c1", "p1", "op", 0.00, 0.082, 0.00, 49.833, 0.00, 0.00, 0.031, 0.003, 0, 0, 49.95, 0.00, 0.000, 0.000, 0.015, 9.959, 999.999, 0.000, 0.000, 0.011, 0.001, 0.000, 0.000, 999.999

"AAL310E", "c1", "p2", "op", 0.019, 0.00, 0.00, 50.318, 0.00, 0.007, 0.017, 0.00, 0, 0, 50.36, 0.00, 0.005, 0.000, 0.000, 9.984, 999.999, 0.000, 0.001, 0.006, 0.000, 0.000, 0.000, 999.999

"AAL310E", "c1", "p3", "op", 0.012, 0.071, 0.00, 49.789, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0, 0, 49.87, 0.00, 0.003, 0.000, 0.013, 9.969, 999.999, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 999.999

"AAL310E", "c1", "p4", "op", 0.011, 0.00, 0.00, 50.101, 0.013, 0.023, 0.013, 0.016, 0, 0, 50.18, 0.00, 0.003, 0.000, 0, 0.000, 9.978, 999.999, 0.002, 0.005, 0.005, 0.004, 0.000, 0.000, 999.999

"AAL310E", "c1", "p6", "op", 0.034, 0.086, 0.00, 4.063, 0.029, 0.276, 19.994, 32.629, 0, 0, 57.12, 0.005, 0.005, 0.000, 0.009, 0.495, 999.999, 0.003, 0.034, 4.343, 5.094, 0.000, 0.000, 999.999

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL354B","c1","p27","amp",52.690,0.024,0.271,6.550,0.162,0.311,14.041,24.401,0.287,0.00,0.00,0.007,98.58,0.00,0.00,0.00,0.98.58,8.019,0.023,0.248,0.000,8.290,0.026,0.019,0.139,0.003,3.186,0.446,0.040,1.141,5.000,0.000,0.000,0.000,2.000,0.000,2.000,0.838,0.085,0.000,0.923,16.213,0.002,0.000,999.999,24.421

"AAL354B","c1","p29meio","amp",48.794,0.475,6.579,11.504,0.147,0.229,15.035,11.960,1.012,0.332,0.072,0.012,96.00,0.03,0.03,0.00,0.95.97,7.140,0.860,0.000,0.000,8.000,0.273,0.017,0.250,0.052,3.280,1.114,0.014,0.000,5.000,0.000,0.044,0.014,1.875,0.067,2.000,0.000,0.220,0.062,0.282,15.282,0.003,0.033,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p2borda","amp",47.110,0.607,8.345,12.518,0.190,0.215,14.179,11.956,1.185,0.510,0.084,0.024,96.73,0.04,0.04,0.01,0.96.69,6.887,1.113,0.000,0.000,8.000,0.324,0.022,0.339,0.067,3.090,1.146,0.013,0.000,5.000,0.000,0.046,0.013,1.873,0.068,2.000,0.000,0.268,0.095,0.363,15.363,0.006,0.039,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p30meio","amp",47.523,0.639,8.048,12.380,0.093,0.239,14.156,11.936,1.136,0.474,0.167,0.018,96.72,0.07,0.07,0.00,0.96.65,6.957,1.043,0.000,0.000,8.000,0.344,0.011,0.273,0.070,3.089,1.198,0.015,0.000,5.000,0.000,0.045,0.015,1.872,0.068,2.000,0.000,0.254,0.089,0.343,15.343,0.004,0.077,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p33borda","amp",48.562,0.391,7.159,11.737,0.087,0.193,14.808,11.980,0.994,0.349,0.014,0.007,96.19,0.01,0.01,0.00,0.96.18,7.093,0.907,0.000,0.000,8.000,0.324,0.010,0.275,0.043,3.224,1.112,0.012,0.000,5.000,0.000,0.046,0.012,1.875,0.067,2.000,0.000,0.215,0.065,0.280,15.280,0.002,0.006,999.999,23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL354B", "c1", "p35borda", "amp", 49.090, 0.536, 6.715, 11.441, 0.098, 0.215, 14.944, 12.010, 0.960, 0.352, 0.00, 0.015, 96.28, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 28, 7.161, 0.839, 0.000, 0.000, 8.000, 0.315, 0.011, 0.195, 0.059, 3.250, 1.157, 0.013, 0.000, 5.000, 0.000, 0.044, 0.013, 1.877, 0.066, 2.000, 0.000, 0.206, 0.066, 0.272, 15.272, 0.004, 0.000, 999.999, 23.003

"AAL354B", "c1", "p37borda", "amp", 45.562, 0.805, 9.623, 13.149, 0.127, 0.265, 13.184, 11.703, 1.337, 0.632, 0.089, 0.026, 96.38, 0.04, 0.04, 0.01, 0.96, 34, 6.730, 1.270, 0.000, 0.000, 8.000, 0.404, 0.015, 0.328, 0.089, 2.903, 1.244, 0.016, 0.000, 5.000, 0.000, 0.052, 0.017, 1.852, 0.079, 2.000, 0.000, 0.304, 0.119, 0.423, 15.423, 0.007, 0.042, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p38nucl", "amp", 48.811, 0.425, 6.734, 11.682, 0.195, 0.222, 14.937, 12.043, 0.980, 0.371, 0.00, 0.017, 96.22, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 22, 7.124, 0.876, 0.000, 0.000, 8.000, 0.282, 0.022, 0.256, 0.047, 3.250, 1.129, 0.014, 0.000, 5.000, 0.000, 0.041, 0.014, 1.883, 0.062, 2.000, 0.000, 0.215, 0.069, 0.284, 15.284, 0.004, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p3borda", "amp", 46.373, 0.650, 9.035, 12.639, 0.222, 0.193, 13.606, 11.930, 1.234, 0.561, 0.185, 0.012, 96.42, 0.08, 0.08, 0.00, 0.96, 34, 6.826, 1.174, 0.000, 0.000, 8.000, 0.392, 0.026, 0.281, 0.072, 2.986, 1.231, 0.012, 0.000, 5.000, 0.000, 0.043, 0.012, 1.881, 0.063, 2.000, 0.000, 0.289, 0.105, 0.394, 15.394, 0.003, 0.086, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p41borda", "amp", 46.267, 0.721, 9.131, 12.904, 0.055, 0.212, 13.421, 11.951, 1.329, 0.591, 0.038, 0.011, 96.58, 0.02, 0.02, 0.00, 0.96, 56, 6.817, 1.183, 0.000, 0.000, 8.000, 0.402, 0.006, 0.245, 0.080, 2.948, 1.306, 0.013, 0.000, 5.000, 0.000, 0.040, 0.013, 1.887, 0.060, 2.000, 0.000, 0.319, 0.111, 0.430, 15.430, 0.003, 0.018, 999.999, 23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL354B","c1","p1","amp",47.619,0.559,8.418,12.579,0.220,0.225,14.018,11.998,1.125,0.493,0.00,
0.017,97.05,0.00,0.00,0.00,0.97,0.05,6.931,1.069,0.000,0.000,8.000,0.373,0.025,0.277,0.061,3.041,1.
208,0.014,0.000,5.000,0.000,0.046,0.014,1.871,0.069,2.000,0.000,0.249,0.092,0.340,15.340,0.004,
0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p10borda","amp",46.588,0.663,8.627,12.288,0.278,0.218,13.708,11.995,1.119,0.53
8,0.138,0.018,95.90,0.06,0.06,0.00,0.95,84.6,879,1.121,0.000,0.000,8.000,0.379,0.032,0.249,0.074,
3.018,1.234,0.014,0.000,5.000,0.000,0.034,0.014,1.898,0.055,2.000,0.000,0.266,0.101,0.367,15.36
7,0.005,0.064,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p11borda","amp",45.801,0.724,9.244,12.673,0.369,0.245,13.476,11.936,1.261,0.59
6,0.00,0.012,95.97,0.00,0.00,0.00,0.95,97,6.761,1.239,0.000,0.000,8.000,0.368,0.043,0.314,0.080,2
.966,1.214,0.015,0.000,5.000,0.000,0.037,0.015,1.888,0.060,2.000,0.000,0.301,0.112,0.413,15.413,
0.003,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p12meio","amp",48.113,0.342,7.164,11.999,0.170,0.223,14.795,11.981,0.986,0.35
5,0.071,0.013,96.04,0.03,0.03,0.00,0.96,01,7.041,0.959,0.000,0.000,8.000,0.276,0.020,0.372,0.038,
3.228,1.054,0.014,0.000,5.000,0.000,0.043,0.014,1.879,0.065,2.000,0.000,0.215,0.066,0.281,15.28
1,0.003,0.033,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p13borda","amp",47.380,0.513,7.829,12.282,0.102,0.215,14.212,12.085,1.176,0.46
0,0.00,0.008,96.16,0.00,0.00,0.00,0.96,16,6.967,1.033,0.000,0.000,8.000,0.323,0.012,0.265,0.057,3
.116,1.214,0.013,0.000,5.000,0.000,0.031,0.013,1.904,0.051,2.000,0.000,0.284,0.086,0.370,15.370,
0.002,0.000,999.999,23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL354B","c1","p15dentr","amp",47.105,0.571,8.250,12.148,0.173,0.220,14.084,12.184,1.098,0.50
9,0.00,0.020,96.19,0.00,0.00,0.00,0.96,19,6.922,1.078,0.000,0.000,8.000,0.349,0.020,0.262,0.063,3
.085,1.207,0.014,0.000,5.000,0.000,0.024,0.014,1.918,0.044,2.000,0.000,0.269,0.095,0.365,15.365,
0.005,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p16dentr","amp",50.266,0.353,5.838,11.618,0.158,0.206,15.273,12.105,0.850,0.26
5,0.047,0.003,96.82,0.02,0.02,0.00,999.999,999.999,7.277,0.723,0.000,0.000,8.000,0.272,0.018,0.1
99,0.038,3.296,1.163,0.013,0.000,5.000,0.000,0.044,0.013,1.878,0.065,2.000,0.000,0.173,0.049,0.2
22,15.222,0.001,0.022,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p18borda","amp",48.159,0.543,7.397,11.788,0.362,0.177,14.468,12.110,1.050,0.40
8,0.00,0.006,96.11,0.00,0.00,0.00,0.96,11,7.049,0.951,0.000,0.000,8.000,0.324,0.042,0.200,0.060,3
.157,1.207,0.011,0.000,5.000,0.000,0.036,0.011,1.899,0.054,2.000,0.000,0.244,0.076,0.320,15.320,
0.001,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p24meio","amp",52.390,0.047,0.915,7.328,0.146,0.255,13.401,23.493,0.488,0.00,0
.074,0.002,98.39,0.03,0.03,0.00,0.98,36,7.998,0.077,0.185,0.000,8.260,0.088,0.018,0.181,0.005,3.0
50,0.570,0.033,1.056,5.000,0.000,0.000,0.000,2.000,0.000,2.000,0.787,0.144,0.000,0.931,16.191,0.
001,0.036,999.999,24.396

"AAL354B","c1","p26meio","amp",52.226,0.035,0.503,7.006,0.168,0.245,13.672,23.736,0.368,0.012,
0.00,0.003,97.81,0.00,0.00,0.00,0.97,81,8.010,0.042,0.222,0.000,8.274,0.048,0.020,0.197,0.004,3.1
26,0.479,0.032,1.093,5.000,0.000,0.000,0.000,2.000,0.000,2.000,0.807,0.109,0.002,0.919,16.193,0.
001,0.000,999.999,24.416

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
 al,O_F,Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
 _C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL354B","c1","p43nucl","amp",49.377,0.434,6.046,11.617,0.288,0.199,15.184,11.979,0.923,0.330,
 0.045,0.005,96.14,0.02,0.02,0.00,0.96,12.7,1.99,0.801,0.000,0.000,8.000,0.238,0.033,0.249,0.048,3.
 300,1.120,0.012,0.000,5.000,0.000,0.048,0.012,1.871,0.069,2.000,0.000,0.192,0.061,0.254,15.254,
 0.001,0.021,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p46nucl","amp",44.766,0.504,10.340,13.158,0.140,0.257,12.949,11.877,1.420,0.63
 8,0.027,0.019,95.96,0.02,0.01,0.00,0.95,94,6.643,1.357,0.000,0.000,8.000,0.450,0.016,0.368,0.056,
 2.865,1.229,0.016,0.000,5.000,0.000,0.036,0.016,1.888,0.060,2.000,0.000,0.349,0.121,0.470,15.47
 0,0.005,0.013,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p48nucl","amp",46.185,0.590,9.240,12.850,0.093,0.227,13.497,11.880,1.303,0.545,
 0.052,0.00,96.37,0.02,0.02,0.00,0.96,35,6.804,1.196,0.000,0.000,8.000,0.407,0.011,0.307,0.065,2.9
 64,1.232,0.014,0.000,5.000,0.000,0.044,0.014,1.875,0.067,2.000,0.000,0.306,0.102,0.408,15.408,0.
 000,0.024,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p4meio","amp",46.885,0.614,8.807,12.009,0.308,0.178,13.963,11.997,1.067,0.531,
 0.00,0.020,96.07,0.00,0.00,0.00,0.96,07,6.879,1.121,0.000,0.000,8.000,0.400,0.036,0.269,0.068,3.0
 54,1.163,0.011,0.000,5.000,0.000,0.042,0.011,1.886,0.061,2.000,0.000,0.243,0.099,0.342,15.342,0.
 005,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p50meio","amp",48.816,0.405,6.749,11.500,0.076,0.231,14.833,12.059,0.964,0.33
 6,0.066,0.009,95.97,0.03,0.03,0.00,0.95,94,7.153,0.847,0.000,0.000,8.000,0.318,0.009,0.208,0.045,
 3.240,1.166,0.014,0.000,5.000,0.000,0.035,0.014,1.893,0.057,2.000,0.000,0.217,0.063,0.280,15.28
 0,0.002,0.031,999.999,23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL354B","c1","p51borda","amp",45.555,0.700,9.597,13.169,0.173,0.245,13.255,11.837,1.321,0.64
5,0.00,0.022,96.35,0.00,0.00,0.00,0.96,35,6.722,1.278,0.000,0.000,8.000,0.390,0.020,0.349,0.078,2
.916,1.231,0.015,0.000,5.000,0.000,0.045,0.015,1.872,0.069,2.000,0.000,0.309,0.121,0.431,15.431,
0.006,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p52","amp",46.144,0.701,9.139,12.722,0.185,0.210,13.514,11.705,1.302,0.592,0.01
1,0.014,96.05,0.01,0.00,0.00,0.96,04,6.811,1.189,0.000,0.000,8.000,0.400,0.022,0.287,0.078,2.974,
1.228,0.013,0.000,5.000,0.000,0.056,0.013,1.851,0.079,2.000,0.000,0.293,0.111,0.405,15.405,0.00
4,0.005,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p53","amp",45.966,0.629,9.322,12.746,0.223,0.172,13.334,11.923,1.273,0.596,0.01
4,0.021,96.00,0.01,0.01,0.00,0.95,99,6.796,1.204,0.000,0.000,8.000,0.419,0.026,0.260,0.070,2.939,
1.275,0.011,0.000,5.000,0.000,0.041,0.011,1.889,0.059,2.000,0.000,0.306,0.112,0.418,15.418,0.00
5,0.007,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p54","amp",45.439,0.631,9.404,13.479,0.260,0.237,13.067,11.909,1.338,0.642,0.10
9,0.004,96.26,0.05,0.05,0.00,0.96,21,6.728,1.272,0.000,0.000,8.000,0.368,0.030,0.346,0.070,2.884,
1.286,0.015,0.000,5.000,0.000,0.037,0.015,1.889,0.059,2.000,0.000,0.325,0.121,0.446,15.446,0.00
1,0.051,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p55","amp",45.026,0.821,10.074,13.070,0.261,0.235,12.844,11.817,1.447,0.677,0.0
43,0.017,96.07,0.02,0.02,0.00,0.96,05,6.681,1.319,0.000,0.000,8.000,0.442,0.031,0.248,0.092,2.84
1,1.332,0.015,0.000,5.000,0.000,0.042,0.015,1.879,0.065,2.000,0.000,0.352,0.128,0.480,15.480,0.0
04,0.020,999.999,23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
 al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
 _C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL354B","c1","p56","amp",46.134,0.650,9.413,13.113,0.197,0.236,13.271,11.966,1.345,0.611,0.02
 2,0.015,96.78,0.01,0.01,0.00,0.96,77.6.781,1.219,0.000,0.000,8.000,0.410,0.023,0.268,0.072,2.908,
 1.305,0.015,0.000,5.000,0.000,0.039,0.015,1.884,0.062,2.000,0.000,0.322,0.115,0.436,15.436,0.00
 4,0.010,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p57borda","amp",45.630,0.651,9.519,13.166,0.286,0.251,13.031,11.829,1.220,0.58
 7,0.00,0.021,95.91,0.00,0.00,0.00,0.95,91.6.755,1.245,0.000,0.000,8.000,0.415,0.033,0.323,0.072,2
 .876,1.265,0.016,0.000,5.000,0.000,0.042,0.016,1.876,0.066,2.000,0.000,0.284,0.111,0.395,15.395,
 0.005,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p58nucl","amp",48.016,0.591,7.541,12.221,0.296,0.193,14.377,11.995,1.166,0.428,
 0.00,0.014,96.54,0.00,0.00,0.00,0.96,54.7.014,0.986,0.000,0.000,8.000,0.311,0.034,0.233,0.065,3.1
 31,1.215,0.012,0.000,5.000,0.000,0.045,0.012,1.877,0.066,2.000,0.000,0.265,0.080,0.344,15.344,0.
 003,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p59borda","amp",46.707,0.503,9.132,12.576,0.161,0.185,13.679,11.796,1.203,0.55
 7,0.00,0.006,96.34,0.00,0.00,0.00,0.96,34.6.855,1.145,0.000,0.000,8.000,0.434,0.019,0.289,0.056,2
 .993,1.198,0.011,0.000,5.000,0.000,0.056,0.012,1.855,0.077,2.000,0.000,0.265,0.104,0.369,15.369,
 0.001,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p5borda","amp",48.362,0.368,7.251,11.724,0.272,0.201,14.646,12.052,1.051,0.367
 ,0.131,0.004,96.16,0.06,0.06,0.00,0.96,10.7.076,0.924,0.000,0.000,8.000,0.326,0.031,0.237,0.041,3
 .195,1.158,0.012,0.000,5.000,0.000,0.039,0.013,1.889,0.059,2.000,0.000,0.239,0.069,0.308,15.308,
 0.001,0.061,999.999,23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Cr₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H₂O, CTotal, TSi, TAl, TFe₃, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe₃, CTi, CMg, CFe₂, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe₂, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL354B", "c1", "p60meio", "amp", 48.012, 0.420, 7.706, 11.915, 0.170, 0.225, 14.608, 11.808, 1.057, 0.425, 0.012, 0.020, 96.21, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 20, 7.014, 0.986, 0.000, 0.000, 8.000, 0.340, 0.020, 0.317, 0.046, 3.181, 1.082, 0.014, 0.000, 5.000, 0.000, 0.057, 0.014, 1.848, 0.081, 2.000, 0.000, 0.219, 0.079, 0.298, 15.298, 0.005, 0.006, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p61m-b", "amp", 46.925, 0.527, 8.579, 12.634, 0.165, 0.214, 13.882, 11.864, 1.189, 0.557, 0.00, 0.015, 96.39, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 39, 6.887, 1.113, 0.000, 0.000, 8.000, 0.370, 0.019, 0.307, 0.058, 3.038, 1.194, 0.013, 0.000, 5.000, 0.000, 0.049, 0.013, 1.866, 0.072, 2.000, 0.000, 0.267, 0.104, 0.371, 15.371, 0.004, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p63meio", "amp", 49.232, 0.236, 6.675, 11.723, 0.133, 0.203, 14.858, 11.933, 0.965, 0.341, 0.030, 0.012, 96.21, 0.02, 0.01, 0.00, 0.96, 19, 7.185, 0.815, 0.000, 0.000, 8.000, 0.333, 0.015, 0.221, 0.026, 3.233, 1.160, 0.012, 0.000, 5.000, 0.000, 0.050, 0.013, 1.866, 0.071, 2.000, 0.000, 0.202, 0.063, 0.265, 15.265, 0.003, 0.014, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p64m-b", "amp", 46.890, 0.421, 8.593, 12.743, 0.168, 0.221, 13.917, 11.771, 1.213, 0.439, 0.067, 0.013, 96.29, 0.03, 0.03, 0.00, 0.96, 26, 6.882, 1.118, 0.000, 0.000, 8.000, 0.367, 0.019, 0.370, 0.046, 3.045, 1.138, 0.014, 0.000, 5.000, 0.000, 0.056, 0.014, 1.851, 0.079, 2.000, 0.000, 0.266, 0.082, 0.348, 15.348, 0.003, 0.031, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c1", "p65meio", "amp", 47.412, 0.513, 8.080, 12.544, 0.243, 0.245, 14.110, 11.873, 1.184, 0.473, 0.081, 0.018, 96.53, 0.04, 0.03, 0.00, 0.96, 49, 6.941, 1.059, 0.000, 0.000, 8.000, 0.334, 0.028, 0.306, 0.056, 3.079, 1.181, 0.015, 0.000, 5.000, 0.000, 0.049, 0.015, 1.862, 0.073, 2.000, 0.000, 0.263, 0.088, 0.351, 15.351, 0.004, 0.038, 999.999, 23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL354B","c1","p66","amp",45.760,0.623,9.628,12.992,0.124,0.227,13.375,11.857,1.324,0.592,0.19
0,0.018,96.59,0.08,0.08,0.00,0.96.51,6.741,1.259,0.000,0.000,8.000,0.411,0.014,0.344,0.069,2.937,
1.211,0.014,0.000,5.000,0.000,0.046,0.014,1.871,0.069,2.000,0.000,0.310,0.111,0.421,15.421,0.00
4,0.089,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p67","amp",52.742,0.067,2.634,12.408,0.426,0.306,15.565,11.037,0.941,0.056,0.00
,0.004,95.76,0.00,0.00,0.00,0.95.76,7.688,0.312,0.000,0.000,8.000,0.140,0.049,0.289,0.007,3.382,1
.113,0.019,0.000,5.000,0.000,0.111,0.019,1.724,0.132,1.985,0.000,0.134,0.010,0.145,15.130,0.001,
0.000,999.999,23.082

"AAL354B","c1","p6nucl","amp",47.673,0.398,7.798,11.985,0.196,0.245,14.412,12.051,1.092,0.366,0
.101,0.016,96.14,0.05,0.04,0.00,0.96.09,6.988,1.012,0.000,0.000,8.000,0.334,0.023,0.303,0.044,3.1
49,1.132,0.015,0.000,5.000,0.000,0.035,0.015,1.893,0.057,2.000,0.000,0.253,0.068,0.322,15.322,0.
004,0.047,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p8nucl","amp",50.249,0.303,5.819,11.093,0.078,0.226,15.667,12.279,0.795,0.291,0
.016,0.003,96.74,0.01,0.01,0.00,0.96.73,7.266,0.734,0.000,0.000,8.000,0.257,0.009,0.230,0.033,3.3
77,1.080,0.014,0.000,5.000,0.000,0.032,0.014,1.902,0.052,2.000,0.000,0.171,0.054,0.224,15.224,0.
001,0.007,999.999,23.000

"AAL354B","c1","p9nucl","amp",48.883,0.388,6.730,11.676,0.228,0.225,15.039,12.125,0.955,0.348,0
.048,0.017,96.43,0.02,0.02,0.00,0.96.41,7.116,0.884,0.000,0.000,8.000,0.269,0.026,0.286,0.042,3.2
64,1.099,0.014,0.000,5.000,0.000,0.037,0.014,1.891,0.058,2.000,0.000,0.211,0.065,0.276,15.276,0.
004,0.022,999.999,23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_ox**

"AAL354B","c2","p43meio","amp",45.610,0.580,9.002,13.879,0.096,0.192,12.828,12.013,1.172,0.65
6,0.136,0.008,96.08,0.06,0.06,0.00,0.96,02,6.788,1.212,0.000,0.000,8.000,0.366,0.011,0.333,0.065,
2.846,1.367,0.012,0.000,5.000,0.000,0.027,0.012,1.916,0.045,2.000,0.000,0.293,0.125,0.418,15.41
8,0.002,0.064,999.999,23.000

"AAL354B","c2","p44borda","amp",64.646,0.073,1.155,7.889,0.048,0.179,12.828,9.408,0.189,0.036,
0.00,0.008,96.41,0.00,0.00,0.00,0.96,41,9.320,0.000,0.000,0.000,9.320,0.196,0.005,0.000,0.008,2.7
57,0.951,0.022,1.061,5.000,0.000,0.000,0.000,0.393,0.053,0.445,0.000,0.000,0.007,0.007,14.772,0.
002,0.000,999.999,24.171

"AAL354B","c2","p46meio","amp",45.074,0.526,9.962,13.685,0.073,0.220,12.619,11.885,1.352,0.63
6,0.021,0.029,96.01,0.02,0.01,0.01,0.95,99,6.707,1.293,0.000,0.000,8.000,0.452,0.009,0.317,0.059,
2.799,1.351,0.014,0.000,5.000,0.000,0.035,0.014,1.895,0.056,2.000,0.000,0.334,0.121,0.455,15.45
5,0.007,0.010,999.999,23.000

"AAL354B","c2","p47meio","amp",45.356,0.643,9.601,14.189,0.072,0.159,12.736,11.956,1.325,0.64
9,0.00,0.033,96.65,0.01,0.00,0.01,0.96,64,6.711,1.289,0.000,0.000,8.000,0.384,0.008,0.363,0.072,2
.809,1.354,0.010,0.000,5.000,0.000,0.039,0.010,1.895,0.056,2.000,0.000,0.324,0.123,0.447,15.447,
0.008,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c2","p48meio","amp",49.717,0.334,5.998,12.616,0.057,0.193,14.375,12.489,0.769,0.35
4,0.077,0.022,96.94,0.04,0.03,0.00,0.96,90,7.256,0.744,0.000,0.000,8.000,0.287,0.007,0.143,0.037,
3.128,1.387,0.012,0.000,5.000,0.000,0.010,0.012,1.953,0.025,2.000,0.000,0.192,0.066,0.258,15.25
8,0.005,0.036,999.999,23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

**"AAL354B","c2","p49meio","amp",53.903,0.032,1.173,11.654,0.065,0.289,16.163,12.711,0.143,0.03
0,0.064,0.002,96.16,0.03,0.03,0.00,0.96.13,7.840,0.160,0.000,0.000,8.000,0.041,0.007,0.080,0.004,
3.504,1.337,0.027,0.000,5.000,0.000,0.000,0.009,1.981,0.010,2.000,0.000,0.030,0.006,0.036,15.03
6,0.000,0.029,999.999,23.000**

**"AAL354B","c2","p50incl","amp",52.621,0.026,0.429,7.609,0.045,0.298,13.422,23.976,0.327,0.006,0.
00,0.003,98.72,0.00,0.00,0.00,0.98.72,8.027,0.036,0.223,0.000,8.286,0.041,0.005,0.208,0.003,3.05
2,0.540,0.039,1.112,5.000,0.000,0.000,0.000,2.000,0.000,2.000,0.806,0.097,0.001,0.904,16.190,0.0
01,0.000,999.999,24.428**

**"AAL354B","c2","p51meio","amp",46.147,0.552,8.155,13.172,0.069,0.247,12.985,11.940,1.071,0.55
1,0.00,0.047,94.87,0.01,0.00,0.01,0.94.86,6.931,1.069,0.000,0.000,8.000,0.373,0.008,0.230,0.062,2
.907,1.403,0.016,0.000,5.000,0.000,0.021,0.016,1.921,0.042,2.000,0.000,0.270,0.106,0.375,15.375,
0.012,0.000,999.999,23.000**

**"AAL354B","c2","p52meio","amp",49.156,0.276,6.413,12.126,0.070,0.186,14.749,12.142,0.958,0.32
2,0.006,0.008,96.34,0.00,0.00,0.00,0.96.34,7.185,0.815,0.000,0.000,8.000,0.289,0.008,0.232,0.030,
3.214,1.216,0.011,0.000,5.000,0.000,0.034,0.012,1.901,0.053,2.000,0.000,0.219,0.060,0.279,15.27
9,0.002,0.003,999.999,23.000**

**"AAL354B","c2","p53meio","amp",51.338,0.125,3.103,13.210,0.088,0.252,15.119,12.217,0.510,0.16
0,0.00,0.009,96.04,0.00,0.00,0.00,0.96.04,7.524,0.476,0.000,0.000,8.000,0.060,0.010,0.290,0.014,3
.303,1.307,0.016,0.000,5.000,0.000,0.022,0.016,1.919,0.044,2.000,0.000,0.101,0.030,0.131,15.131,
0.002,0.000,999.999,23.000**

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL354B", "c2", "p54meio", "amp", 48.941, 0.351, 6.370, 11.755, 0.094, 0.190, 14.990, 12.126, 0.940, 0.318, 0.042, 0.011, 96.03, 0.02, 0.02, 0.00, 0.96, 0.01, 7.164, 0.836, 0.000, 0.000, 8.000, 0.262, 0.011, 0.264, 0.039, 3.271, 1.141, 0.012, 0.000, 5.000, 0.000, 0.034, 0.012, 1.902, 0.052, 2.000, 0.000, 0.214, 0.059, 0.274, 15.274, 0.003, 0.019, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p55meio", "amp", 48.498, 0.412, 6.694, 12.342, 0.078, 0.231, 14.403, 12.182, 0.900, 0.386, 0.00, 0.013, 96.06, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 0.06, 7.126, 0.874, 0.000, 0.000, 8.000, 0.284, 0.009, 0.250, 0.046, 3.155, 1.243, 0.014, 0.000, 5.000, 0.000, 0.024, 0.014, 1.918, 0.044, 2.000, 0.000, 0.212, 0.072, 0.285, 15.285, 0.003, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p56borda", "amp", 45.535, 0.685, 9.220, 13.404, 0.00, 0.197, 13.004, 11.964, 1.262, 0.594, 0.049, 0.037, 95.95, 0.03, 0.02, 0.01, 0.95, 92.6, 7.775, 1.225, 0.000, 0.000, 8.000, 0.390, 0.000, 0.305, 0.077, 2.884, 1.332, 0.012, 0.000, 5.000, 0.000, 0.031, 0.012, 1.907, 0.050, 2.000, 0.000, 0.314, 0.113, 0.427, 15.427, 0.009, 0.023, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p57borda", "amp", 48.809, 0.412, 6.579, 11.882, 0.075, 0.198, 14.721, 11.996, 0.990, 0.335, 0.059, 0.009, 95.99, 0.03, 0.02, 0.00, 0.95, 96.7, 7.161, 0.839, 0.000, 0.000, 8.000, 0.297, 0.009, 0.220, 0.045, 3.220, 1.196, 0.012, 0.000, 5.000, 0.000, 0.041, 0.012, 1.886, 0.061, 2.000, 0.000, 0.221, 0.063, 0.283, 15.283, 0.002, 0.027, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p58meio", "amp", 47.925, 0.486, 7.444, 12.469, 0.062, 0.266, 14.281, 12.083, 1.102, 0.413, 0.052, 0.008, 96.53, 0.02, 0.02, 0.00, 0.96, 51.7, 7.022, 0.978, 0.000, 0.000, 8.000, 0.307, 0.007, 0.276, 0.054, 3.120, 1.220, 0.016, 0.000, 5.000, 0.000, 0.031, 0.017, 1.897, 0.055, 2.000, 0.000, 0.258, 0.077, 0.335, 15.335, 0.002, 0.024, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL354B", "c2", "p59meio", "amp", 45.795, 0.733, 9.051, 13.460, 0.036, 0.253, 13.024, 11.778, 1.274, 0.614, 0.00, 0.029, 96.01, 0.01, 0.00, 0.01, 0.96, 0.00, 6.802, 1.198, 0.000, 0.000, 8.000, 0.385, 0.004, 0.296, 0.082, 2.884, 1.333, 0.016, 0.000, 5.000, 0.000, 0.043, 0.016, 1.874, 0.067, 2.000, 0.000, 0.300, 0.116, 0.416, 15.416, 0.007, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p60", "amp", 50.453, 0.240, 4.805, 11.409, 0.051, 0.257, 15.708, 12.238, 0.691, 0.250, 0.230, 0.009, 96.29, 0.10, 0.10, 0.00, 0.96, 19.7, 351, 0.649, 0.000, 0.000, 8.000, 0.176, 0.006, 0.269, 0.026, 3.412, 1.096, 0.016, 0.000, 5.000, 0.000, 0.026, 0.016, 1.910, 0.048, 2.000, 0.000, 0.147, 0.046, 0.194, 15.194, 0.002, 0.106, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p63meio", "amp", 50.440, 0.209, 4.403, 12.576, 0.081, 0.233, 15.002, 12.381, 0.640, 0.266, 0.014, 0.004, 96.17, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 16.7, 389, 0.611, 0.000, 0.000, 8.000, 0.148, 0.009, 0.237, 0.023, 3.276, 1.292, 0.014, 0.000, 5.000, 0.000, 0.012, 0.014, 1.943, 0.030, 2.000, 0.000, 0.151, 0.050, 0.201, 15.201, 0.001, 0.006, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p64meio", "amp", 45.071, 0.590, 10.132, 13.610, 0.101, 0.261, 12.681, 11.870, 1.358, 0.605, 0.00, 0.014, 96.19, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 19.6, 683, 1.317, 0.000, 0.000, 8.000, 0.452, 0.012, 0.339, 0.066, 2.803, 1.312, 0.016, 0.000, 5.000, 0.000, 0.037, 0.016, 1.886, 0.061, 2.000, 0.000, 0.329, 0.114, 0.444, 15.444, 0.004, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL354B", "c2", "p65", "amp", 45.602, 0.599, 9.256, 14.050, 0.121, 0.187, 12.671, 12.036, 1.300, 0.619, 0.00, 0.007, 96.33, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 33.6, 769, 1.231, 0.000, 0.000, 8.000, 0.387, 0.014, 0.296, 0.067, 2.804, 1.420, 0.012, 0.000, 5.000, 0.000, 0.028, 0.012, 1.914, 0.046, 2.000, 0.000, 0.328, 0.117, 0.446, 15.446, 0.002, 0.000, 999.999, 23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL354B","c2","p67borda","amp",51.820,0.269,3.689,10.852,0.104,0.160,16.159,12.655,0.458,0.20
0,0.004,0.006,96.27,0.00,0.00,0.00,0.96,27,7.515,0.485,0.000,0.000,8.000,0.145,0.012,0.139,0.029,
3.493,1.171,0.010,0.000,5.000,0.000,0.006,0.010,1.966,0.018,2.000,0.000,0.111,0.037,0.148,15.14
8,0.001,0.002,999.999,23.000

"AAL354B","c2","p68nucl","amp",45.362,0.512,9.591,13.939,0.133,0.199,12.852,11.830,1.311,0.658,
0.131,0.020,96.41,0.06,0.06,0.00,0.96,35,6.720,1.280,0.000,0.000,8.000,0.394,0.016,0.385,0.057,2.
839,1.297,0.012,0.000,5.000,0.000,0.044,0.013,1.878,0.065,2.000,0.000,0.311,0.124,0.436,15.436,
0.005,0.061,999.999,23.000

"AAL354B","c2","p72borda","amp",46.408,0.686,8.589,13.630,0.126,0.195,13.162,11.958,1.128,0.57
1,0.00,0.013,96.34,0.00,0.00,0.00,0.96,34,6.857,1.143,0.000,0.000,8.000,0.351,0.015,0.308,0.076,2
.899,1.338,0.012,0.000,5.000,0.000,0.038,0.012,1.893,0.057,2.000,0.000,0.266,0.108,0.374,15.374,
0.003,0.000,999.999,23.000

"AAL354B","c2","p74borda","amp",44.693,0.882,9.934,14.142,0.132,0.197,12.589,12.048,1.386,0.74
4,0.00,0.013,96.63,0.00,0.00,0.00,0.96,63,6.629,1.371,0.000,0.000,8.000,0.364,0.015,0.347,0.098,2
.783,1.379,0.012,0.000,5.000,0.000,0.027,0.012,1.915,0.046,2.000,0.000,0.353,0.141,0.494,15.494,
0.003,0.000,999.999,23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, NiO, MgO, CaO, Na2O, K2O, Total, Cl, F, TSi, TAl, TFe3, M1Al, M1Ti, M1Fe3, M1Fe2, M1Cr, M1Mg, M1Ni, M2Mg, M2Fe2, M2Mn, M2Ca, M2Na, M2K, Sum_cat, Ca, Mg, Fe2_Mn, JD1, AE1, CFTS1, CTS1, CATS1, WO1, EN1, FS1, Q, J, WO, EN, FS, WEF, JD, AE

"AAL354B", "c1", "p26meio", "px", 52.226, 0.035, 0.503, 7.006, 0.168, 0.245, 0, 13.672, 23.736, 0.368, 0.012, 97.97, 0.003, 0.00, 1.979, 0.021, 0.000, 0.001, 0.001, 0.041, 0.180, 0.005, 0.772, 0.000, 0.000, 0.001, 0.008, 0.963, 0.027, 0.001, 3.999, 50.065, 40.124, 9.811, 0.049, 1.371, 0.998, 0.051, 0.000, 48.507, 39.717, 9.307, 1.917, 0.054, 49.020, 39.287, 11.694, 97.267, 0.063, 2.670

"AAL354B", "c1", "p27", "px", 52.690, 0.024, 0.271, 6.550, 0.162, 0.311, 0, 14.041, 24.401, 0.287, 0.00, 98.74, 0.007, 0.00, 1.978, 0.012, 0.010, 0.000, 0.001, 0.036, 0.160, 0.005, 0.786, 0.000, 0.000, 0.000, 0.010, 0.982, 0.021, 0.000, 4.000, 50.670, 40.569, 8.762, 0.000, 1.072, 1.035, 0.035, 0.000, 49.314, 40.339, 8.204, 1.927, 0.042, 49.499, 39.631, 10.870, 97.888, 0.000, 2.112

"AAL354B", "c2", "p20meio", "px", 52.669, 0.104, 1.071, 7.652, 0.073, 0.273, 0, 13.222, 23.545, 0.548, 0.007, 99.16, 0, 0, 1.974, 0.026, 0.000, 0.022, 0.003, 0.036, 0.198, 0.002, 0.739, 0.000, 0.000, 0.006, 0.009, 0.946, 0.040, 0.000, 4.000, 49.847, 38.948, 11.205, 1.122, 0.961, 1.018, 0.152, 0.000, 47.863, 38.312, 10.572, 1.888, 0.080, 48.919, 38.223, 12.858, 95.970, 1.513, 2.517

"AAL354B", "c2", "p21borda", "px", 52.962, 0.021, 0.544, 7.705, 0.037, 0.261, 0, 13.474, 23.813, 0.406, 0.00, 99.22, 0, 0, 1.985, 0.015, 0.000, 0.009, 0.001, 0.032, 0.204, 0.001, 0.753, 0.000, 0.000, 0.006, 0.008, 0.956, 0.030, 0.000, 4.000, 49.633, 39.075, 11.292, 0.486, 1.029, 0.682, 0.030, 0.000, 48.380, 38.649, 10.744, 1.919, 0.059, 48.816, 38.432, 12.752, 97.028, 0.675, 2.297

"AAL354B", "c2", "p22meio", "px", 52.337, 0.061, 1.605, 8.187, 0.054, 0.302, 0, 12.761, 22.859, 0.808, 0.00, 98.97, 0, 0, 1.966, 0.034, 0.000, 0.037, 0.002, 0.051, 0.194, 0.002, 0.715, 0.000, 0.000, 0.012, 0.010, 0.920, 0.059, 0.000, 4.000, 49.724, 38.623, 11.653, 1.932, 1.166, 1.613, 0.091, 0.000, 46.731, 37.621, 10.845, 1.840, 0.118, 48.385, 37.583, 14.032, 94.019, 2.497, 3.484

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,NiO,MgO,CaO,Na2O,K2O,Tot
al,Cl,F,TsI,TAI,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,
M2K,Sum_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE**

**"AAL354B","c2","p23borda","px",52.998,0.078,1.155,7.682,0.068,0.283,0,13.272,23.393,0.524,0.00,9
9.45,0,0,1.981,0.019,0.000,0.032,0.002,0.018,0.206,0.002,0.740,0.000,0.000,0.016,0.009,0.937,0,0
38,0.000,4.000,49.117,38.773,12.110,1.656,0.305,0.734,0.113,0.000,47.533,38.192,11.466,1.899,0.
076,48.655,38.408,12.937,96.170,2.447,1.382**

**"AAL354B","c2","p24borda","px",52.655,0.085,1.274,7.935,0.045,0.289,0,13.189,23.355,0.566,0.017,
99.41,0,0,1.970,0.030,0.000,0.026,0.002,0.040,0.195,0.001,0.735,0.000,0.000,0.013,0.009,0.936,0,
041,0.001,3.999,49.565,38.946,11.489,1.335,0.844,1.329,0.124,0.000,47.268,38.283,10.817,1.879,
0.082,48.527,38.130,13.344,95.833,1.617,2.549**

**"AAL354B","c2","p25borda","px",53.109,0.124,1.147,7.799,0.100,0.340,0,13.074,23.214,0.569,0.00,9
9.48,0,0,1.987,0.013,0.000,0.038,0.003,0.006,0.220,0.003,0.729,0.000,0.000,0.017,0.011,0.931,0,0
41,0.000,4.000,48.769,38.216,13.015,1.941,0.188,0.297,0.180,0.000,47.524,37.615,12.254,1.897,0.
083,48.604,38.087,13.308,95.853,3.540,0.608**

**"AAL354B","c2","p26borda","px",52.797,0.047,0.955,7.651,0.104,0.299,0,13.312,23.492,0.479,0.007,
99.14,0,0,1.980,0.020,0.000,0.022,0.001,0.026,0.202,0.003,0.744,0.000,0.000,0.011,0.009,0.944,0,
035,0.000,4.000,49.391,38.942,11.667,1.161,0.654,0.872,0.068,0.000,47.796,38.426,11.022,1.902,
0.070,48.716,38.410,12.874,96.483,1.615,1.902**

**"AAL354B","c2","p27","px",53.070,0.077,0.882,7.651,0.088,0.307,0,13.181,23.628,0.450,0.00,99.33,0
,0,1.989,0.011,0.000,0.028,0.002,0.009,0.222,0.003,0.736,0.000,0.000,0.009,0.010,0.949,0.033,0,0
00,4.000,49.265,38.240,12.495,1.428,0.250,0.341,0.111,0.000,48.233,37.789,11.848,1.916,0.065,4
9.038,38.063,12.898,96.715,2.487,0.797**

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,NiO,MgO,CaO,Na2O,K2O,Tot
al,Cl,F,TSi,TAI,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,
M2K,Sum_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE**

**"AAL354B","c2","p28","px",52.578,0.055,0.837,8.205,0.075,0.272,0,13.106,23.567,0.488,0.006,99.19,
0,0,1.975,0.025,0.000,0.012,0.002,0.044,0.207,0.002,0.734,0.000,0.000,0.007,0.009,0.948,0.036,0.
000,4.000,49.789,38.525,11.686,0.611,1.243,1.138,0.080,0.000,47.870,37.983,11.074,1.896,0.071,
48.670,37.660,13.670,96.403,0.764,2.833**

**"AAL354B","c2","p29meio","px",52.721,0.107,1.193,8.109,0.050,0.310,0,13.115,23.509,0.521,0.007,
99.64,0,0,1.970,0.030,0.000,0.022,0.003,0.038,0.205,0.001,0.731,0.000,0.000,0.011,0.010,0.941,0.
038,0.000,4.000,49.615,38.512,11.874,1.168,0.810,1.238,0.156,0.000,47.491,37.946,11.190,1.887,
0.075,48.641,37.756,13.603,96.173,1.423,2.404**

**"AAL354B","c2","p30meio","px",52.781,0.084,0.721,7.513,0.069,0.305,0,13.357,23.749,0.405,0.00,9
8.98,0,0,1.984,0.016,0.000,0.016,0.002,0.023,0.208,0.002,0.748,0.000,0.000,0.004,0.010,0.956,0.0
30,0.000,4.000,49.624,38.833,11.543,0.799,0.717,0.591,0.122,0.000,48.407,38.438,10.927,1.917,0.
059,49.028,38.367,12.604,97.028,1.187,1.785**

**"AAL354B","c2","p32m-
b","px",53.077,0.001,0.786,7.753,0.087,0.262,0,13.245,23.719,0.496,0.010,99.44,0,0,1.986,0.014,0.
000,0.020,0.000,0.027,0.211,0.003,0.739,0.000,0.000,0.004,0.008,0.951,0.036,0.000,4.000,49.701,
38.616,11.682,1.055,0.823,0.721,0.001,0.000,48.258,38.056,11.085,1.905,0.072,48.999,38.071,12.
929,96.375,1.551,2.075**

**"AAL354B","c2","p33meio","px",52.901,0.001,0.815,7.526,0.119,0.284,0,13.383,23.944,0.440,0.004,
99.42,0,0,1.978,0.022,0.000,0.014,0.000,0.036,0.200,0.004,0.746,0.000,0.000,0.000,0.009,0.959,0.
032,0.000,4.000,50.117,38.976,10.907,0.741,0.915,1.102,0.001,0.000,48.416,38.511,10.313,1.905,
0.064,49.203,38.264,12.533,96.774,0.928,2.298**

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,NiO,MgO,CaO,Na2O,K2O,Tot
al,Cl,F,Tsi,TAl,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,
M2K,Sum_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE**

"AAL354B","c2","p34","px",52.727,0.020,0.894,7.702,0.108,0.338,0,12.840,23.557,0.528,0.041,98.76,
0,0,1.988,0.012,0.000,0.028,0.001,0.019,0.223,0.003,0.722,0.000,0.000,0.000,0.011,0.952,0.039,0.
002,3.998,49.887,37.834,12.279,1.455,0.640,0.529,0.029,0.000,48.562,37.253,11.533,1.897,0.077,
49.384,37.453,13.163,96.110,2.303,1.587

"AAL354B","c2","p35meio","px",52.369,0.018,1.248,7.812,0.082,0.258,0,13.251,23.259,0.577,0.008,
98.88,0,0,1.967,0.033,0.000,0.023,0.001,0.049,0.184,0.002,0.742,0.000,0.000,0.013,0.008,0.936,0.
042,0.000,4.000,49.712,39.407,10.881,1.181,1.031,1.637,0.027,0.000,47.162,38.704,10.259,1.875,
0.084,48.458,38.413,13.129,95.727,1.356,2.917

"AAL354B","c2","p36","px",52.990,0.053,0.717,7.837,0.043,0.276,0,13.309,23.966,0.420,0.00,99.61,0
,0,1.980,0.020,0.000,0.012,0.001,0.034,0.210,0.001,0.742,0.000,0.000,0.001,0.009,0.960,0.030,0,0
00,4.000,49.953,38.598,11.449,0.615,0.951,0.850,0.077,0.000,48.468,38.167,10.872,1.912,0.061,4
9.091,37.932,12.977,96.929,0.804,2.267

"AAL354B","c2","p37","px",53.185,0.00,0.701,7.568,0.031,0.291,0,13.367,24.137,0.386,0.011,99.68,0
,0,1.985,0.015,0.000,0.016,0.000,0.026,0.210,0.001,0.744,0.000,0.000,0.000,0.009,0.965,0.028,0,0
01,3.999,50.057,38.572,11.371,0.824,0.637,0.753,0.000,0.000,48.809,38.190,10.786,1.919,0.056,4
9.387,38.055,12.558,97.184,1.070,1.746

"AAL354B","c2","p38","px",53.313,0.00,0.392,6.960,0.026,0.325,0,13.667,24.169,0.376,0.028,99.26,0
,0,1.994,0.006,0.000,0.012,0.000,0.022,0.196,0.001,0.762,0.000,0.000,0.000,0.010,0.969,0.027,0,0
01,3.999,50.005,39.344,10.650,0.597,0.866,0.284,0.000,0.000,49.254,38.976,10.024,1.927,0.055,4
9.451,38.908,11.641,97.261,0.957,1.782

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,NiO,MgO,CaO,Na2O,K2O,Tot
al,Cl,F,Tsi,TAl,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,
M2K,Sum_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE**

**"AAL354B","c2","p41","px",53.244,0.068,0.820,7.608,0.012,0.328,0,13.171,23.782,0.439,0.013,99.49,
0,0,1.992,0.008,0.000,0.029,0.002,0.007,0.227,0.000,0.735,0.000,0.000,0.004,0.010,0.953,0.032,0.
001,3.999,49.417,38.080,12.503,1.462,0.202,0.188,0.098,0.000,48.572,37.649,11.829,1.919,0.064,
49.232,37.938,12.830,96.804,2.549,0.647**

**"AAL354B","c2","p50incl","px",52.621,0.026,0.429,7.609,0.045,0.298,0,13.422,23.976,0.327,0.006,98
.76,0.003,0,1.983,0.017,0.000,0.002,0.001,0.036,0.204,0.001,0.754,0.000,0.000,0.000,0.010,0.968,
0.024,0.000,4.000,50.018,38.960,11.023,0.112,1.128,0.785,0.038,0.000,48.818,38.666,10.452,1.92
6,0.048,49.105,38.249,12.646,97.590,0.138,2.272**

**"AAL354B","c2","p75","px",52.460,0.070,0.518,7.191,0.029,0.292,0,13.705,23.920,0.387,0.005,98.58,
0.005,0.00,1.975,0.023,0.002,0.000,0.002,0.048,0.177,0.001,0.769,0.000,0.000,0.000,0.009,0.965,0.
.028,0.000,4.000,50.251,40.060,9.689,0.000,1.469,1.057,0.102,0.000,48.595,39.664,9.113,1.911,0.
057,48.984,39.050,11.967,97.141,0.000,2.859**

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, BaO, CaO, Na₂O, K₂O, Total, Si, Al, Fe₃, Ti, Fe₂, Mn, Mg, Ba, Ca, Na, K, Cations, X, Z, Ab, An, Or

"AAL354B", "c1", "p68", "pla", 68.022, 0.014, 22.385, 0, 0.304, 0.002, 0.00, 0, 0.668, 6.477, 0.054, 97.93, 11.89
9, 4.611, 0.000, 0.002, 0.044, 0.000, 0.000, 0.000, 0.125, 2.197, 0.012, 18.890, 16.512, 2.378, 94.15, 4, 0, 5

"AAL354B", "c1", "p69meio", "pla", 67.953, 0.00, 19.701, 0, 0.232, 0.031, 0.00, 0, 0.681, 11.712, 0.045, 100.36
, 11.878, 4.055, 0.000, 0.000, 0.034, 0.005, 0.000, 0.000, 0.128, 3.969, 0.010, 20.079, 15.933, 4.146, 96.6, 3.1
, 0, 2

"AAL354B", "c2", "p10", "pla", 60.205, 0.00, 24.410, 0, 0.167, 0.00, 0.00, 0, 6.260, 8.039, 0.102, 99.18, 10.806,
5.160, 0.000, 0.000, 0.025, 0.000, 0.000, 0.000, 1.204, 2.798, 0.023, 20.016, 15.966, 4.050, 69.5, 29.9, 0, 6

"AAL354B", "c2", "p13meio", "pla", 60.227, 0.006, 24.004, 0, 0.112, 0.018, 0.00, 0, 5.927, 8.197, 0.152, 98.64,
10.863, 5.099, 0.000, 0.001, 0.017, 0.003, 0.000, 0.000, 1.145, 2.867, 0.035, 20.030, 15.963, 4.067, 70.8, 28.
3, 0, 9

"AAL354B", "c2", "p14borda", "pla", 59.389, 0.00, 24.604, 0, 0.197, 0.012, 0.101, 0, 5.277, 7.627, 1.068, 98.27
, 10.777, 5.258, 0.000, 0.000, 0.030, 0.002, 0.027, 0.000, 1.026, 2.684, 0.247, 20.051, 16.035, 4.016, 67.8, 25.
9, 6, 2

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, BaO, CaO, Na₂O, K₂O, Total, Si, Al, Fe₃, Ti, Fe₂, Mn, Mg, Ba, Ca, Na, K, Cations, X, Z, Ab, An, Or

"AAL354B", "c2", "p15meio", "pla", 59.464, 0.004, 24.484, 0, 0.182, 0.00, 0.00, 0.00, 0.6.611, 7.836, 0.208, 98.79, 1.2
0.739, 5.207, 0.000, 0.001, 0.027, 0.000, 0.000, 0.000, 1.279, 2.744, 0.048, 20.045, 15.947, 4.098, 67.4, 31.4,

"AAL354B", "c2", "p16borda", "pla", 59.176, 0.057, 23.882, 0, 0.248, 0.00, 0.194, 0.5.307, 7.467, 1.601, 97.93
, 10.814, 5.140, 0.000, 0.008, 0.038, 0.000, 0.053, 0.000, 1.039, 2.646, 0.373, 20.111, 15.962, 4.149, 65.2, 25.6, 9.2

"AAL354B", "c2", "p17meio", "pla", 60.170, 0.00, 23.633, 0, 0.080, 0.021, 0.001, 0.5.706, 8.269, 0.171, 98.05,
10.912, 5.047, 0.000, 0.000, 0.012, 0.003, 0.000, 0.000, 1.109, 2.908, 0.040, 20.031, 15.959, 4.072, 71.7, 27.3, 1.0

"AAL354B", "c2", "p18borda", "pla", 60.749, 0.017, 23.551, 0, 0.244, 0.011, 0.171, 0.3.676, 8.354, 1.200, 97.9
7, 11.018, 5.030, 0.000, 0.002, 0.037, 0.002, 0.046, 0.000, 0.714, 2.938, 0.278, 20.065, 16.050, 4.015, 74.8, 18.2, 7.1

"AAL354B", "c2", "p4", "pla", 59.470, 0.009, 24.250, 0, 0.121, 0.022, 0.007, 0.6.351, 7.878, 0.097, 98.21, 10.78
4, 5.179, 0.000, 0.001, 0.018, 0.003, 0.002, 0.000, 1.234, 2.770, 0.022, 20.013, 15.964, 4.049, 68.8, 30.7, 0.5

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, BaO, CaO, Na₂O, K₂O, Total, Si, Al, Fe₃, Ti, Fe₂, Mn, Mg, Ba, Ca, Na, K, Cations, X, Z, Ab, An, Or

"AAL354B", "c2", "p5borda", "pla", 59.753, 0.001, 24.388, 0, 0.171, 0.017, 0.00, 0, 6.435, 7.937, 0.106, 98.81, 10.776, 5.179, 0.000, 0.000, 0.026, 0.003, 0.000, 0.000, 1.243, 2.775, 0.024, 20.026, 15.955, 4.071, 68.7, 30.8, 0.6

"AAL354B", "c2", "p61incl", "pla", 61.329, 0.00, 25.585, 0, 0.310, 0.00, 0.00, 0, 5.114, 8.577, 0.066, 100.98, 10.783, 5.298, 0.000, 0.000, 0.046, 0.000, 0.000, 0.000, 0.963, 2.924, 0.015, 20.029, 16.081, 3.948, 74.9, 24.7, 0.4

"AAL354B", "c2", "p7", "pla", 59.531, 0.00, 24.238, 0, 0.287, 0.00, 0.002, 0, 6.263, 8.072, 0.136, 98.53, 10.776, 5.167, 0.000, 0.000, 0.043, 0.000, 0.001, 0.000, 1.215, 2.833, 0.031, 20.066, 15.943, 4.123, 69.5, 29.8, 0.8

"AAL354B", "c2", "p8", "pla", 59.490, 0.00, 24.160, 0, 0.202, 0.00, 0.00, 0, 6.306, 8.064, 0.125, 98.35, 10.784, 5.158, 0.000, 0.000, 0.031, 0.000, 0.000, 0.000, 1.225, 2.834, 0.029, 20.061, 15.942, 4.119, 69.3, 30.0, 0.7

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c1", "p10borda", "amp", 51.664, 0.167, 6.917, 5.377, 0.317, 0.097, 19.273, 12.347, 0.565, 0.034, 0.037, 0.00, 96.48, 0.02, 0.02, 0.00, 0.96, 46.7, 261.0, 739.0, 0.000, 0.000, 8.000, 0.406, 0.035, 0.102, 0.018, 4.038, 0.401, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.129, 0.012, 1.859, 0.000, 2.000, 0.000, 0.154, 0.006, 0.160, 15.160, 0.000, 0.016, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p11meio", "amp", 50.629, 0.241, 8.032, 5.796, 0.324, 0.139, 18.831, 12.016, 0.672, 0.071, 0.017, 0.007, 96.45, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 44.7, 135.0, 865.0, 0.000, 0.000, 8.000, 0.468, 0.036, 0.113, 0.026, 3.956, 0.401, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.169, 0.017, 1.814, 0.000, 2.000, 0.000, 0.184, 0.013, 0.196, 15.196, 0.002, 0.008, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p12meio", "amp", 49.509, 0.335, 9.763, 5.895, 0.368, 0.107, 18.136, 12.349, 0.778, 0.067, 0.00, 0.00, 96.94, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 94.6, 951.1, 1049.0, 0.000, 0.000, 8.000, 0.565, 0.041, 0.148, 0.035, 3.796, 0.414, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.130, 0.013, 1.858, 0.000, 2.000, 0.000, 0.212, 0.012, 0.224, 15.224, 0.00, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p13meio", "amp", 51.218, 0.207, 7.568, 5.578, 0.237, 0.162, 18.948, 12.320, 0.576, 0.044, 0.00, 0.00, 96.62, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 62.7, 199.0, 801.0, 0.000, 0.000, 8.000, 0.451, 0.026, 0.115, 0.022, 3.970, 0.415, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.125, 0.019, 1.855, 0.000, 2.000, 0.000, 0.157, 0.008, 0.165, 15.165, 0.00, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p14borda", "amp", 52.078, 0.132, 6.909, 5.216, 0.170, 0.104, 19.459, 12.623, 0.517, 0.031, 0.00, 0.00, 97.07, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97, 07.7, 271.0, 729.0, 0.000, 0.000, 8.000, 0.407, 0.019, 0.129, 0.014, 4.050, 0.380, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.099, 0.012, 1.888, 0.000, 2.000, 0.000, 0.140, 0.006, 0.145, 15.145, 0.00, 0.000, 999.999, 23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL385E","c1","p15nucl","amp",53.458,0.161,5.105,5.072,0.044,0.134,20.256,12.514,0.345,0.014,0.00,0.002,97.06,0.00,0.00,0.00,0.97,0.06,7.453,0.547,0.000,0.000,8.000,0.292,0.005,0.121,0.017,4.210,0.356,0.000,0.000,5.000,0.000,0.115,0.016,1.869,0.000,2.000,0.000,0.093,0.002,0.096,15.096,0.00,0.000,999.999,23.000

"AAL385E","c1","p16nucl","amp",49.447,0.303,9.533,5.797,0.428,0.095,18.280,12.374,0.788,0.059,0.014,0.007,96.70,0.01,0.01,0.00,0.96,6.69,6.953,1.047,0.000,0.000,8.000,0.531,0.048,0.179,0.032,3.832,0.378,0.000,0.000,5.000,0.000,0.124,0.011,1.864,0.000,2.000,0.000,0.215,0.011,0.225,15.225,0.002,0.006,999.999,23.000

"AAL385E","c1","p17nucl","amp",49.193,0.329,10.530,6.028,0.250,0.114,17.838,12.477,0.904,0.087,0.00,0.006,97.51,0.00,0.00,0.00,0.97,5.1,6.887,1.113,0.000,0.000,8.000,0.624,0.028,0.131,0.035,3.723,0.460,0.000,0.000,5.000,0.000,0.115,0.014,1.872,0.000,2.000,0.000,0.245,0.016,0.261,15.261,0.001,0.000,999.999,23.000

"AAL385E","c1","p18borda","amp",50.852,0.251,8.208,5.585,0.347,0.117,18.663,12.396,0.633,0.050,0.00,0.00,96.75,0.00,0.00,0.00,0.96,7.5,7.138,0.862,0.000,0.000,8.000,0.495,0.038,0.093,0.027,3.906,0.441,0.000,0.000,5.000,0.000,0.122,0.014,1.864,0.000,2.000,0.000,0.172,0.009,0.181,15.181,0.000,0.000,999.999,23.000

"AAL385E","c1","p19borda","amp",49.134,0.305,9.486,5.908,0.242,0.100,18.694,12.438,0.785,0.055,0.00,0.00,96.91,0.00,0.00,0.00,0.96,9.1,6.891,1.109,0.000,0.000,8.000,0.458,0.027,0.336,0.032,3.909,0.238,0.000,0.000,5.000,0.000,0.119,0.012,1.869,0.000,2.000,0.000,0.213,0.010,0.223,15.223,0.000,0.000,999.999,23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c1", "p1borda", "amp", 49.691, 0.344, 9.666, 5.971, 0.121, 0.083, 18.268, 12.572, 0.742, 0.052, 0.00, 0.012, 97.40, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97.40, 6.953, 1.047, 0.000, 0.000, 8.000, 0.546, 0.013, 0.204, 0.036, 3.811, 0.389, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.105, 0.010, 1.885, 0.000, 2.000, 0.000, 0.201, 0.009, 0.211, 15.211, 0.003, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p20nucl", "amp", 50.474, 0.302, 8.372, 5.516, 0.423, 0.086, 18.824, 12.474, 0.701, 0.068, 0.00, 0.001, 96.82, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96.82, 7.075, 0.925, 0.000, 0.000, 8.000, 0.457, 0.047, 0.154, 0.032, 3.934, 0.376, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.116, 0.010, 1.873, 0.000, 2.000, 0.000, 0.191, 0.012, 0.203, 15.203, 0.00, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p21meio", "amp", 50.294, 0.326, 8.838, 5.784, 0.269, 0.121, 18.743, 12.231, 0.689, 0.068, 0.00, 0.00, 97.09, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97.09, 7.041, 0.959, 0.000, 0.000, 8.000, 0.498, 0.030, 0.163, 0.034, 3.912, 0.363, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.151, 0.014, 1.835, 0.000, 2.000, 0.000, 0.187, 0.012, 0.199, 15.199, 0.00, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p22nucl", "amp", 53.119, 0.211, 5.623, 4.928, 0.124, 0.118, 20.124, 12.636, 0.410, 0.031, 0.00, 0.011, 97.21, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97.21, 7.394, 0.606, 0.000, 0.000, 8.000, 0.316, 0.014, 0.116, 0.022, 4.176, 0.356, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.102, 0.014, 1.885, 0.000, 2.000, 0.000, 0.111, 0.006, 0.116, 15.116, 0.003, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p23meio", "amp", 48.225, 0.545, 11.372, 6.179, 0.194, 0.110, 17.471, 12.404, 0.943, 0.111, 0.093, 0.005, 97.46, 0.04, 0.04, 0.00, 0.97.42, 6.775, 1.225, 0.000, 0.000, 8.000, 0.656, 0.022, 0.156, 0.058, 3.659, 0.450, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.120, 0.013, 1.867, 0.000, 2.000, 0.000, 0.257, 0.020, 0.277, 15.277, 0.001, 0.041, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c1", "p24borda", "amp", 50.494, 0.340, 8.794, 5.478, 0.311, 0.105, 18.414, 12.560, 0.702, 0.056, 0.00, 0.010, 96.95, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 95.7, 0.083, 0.917, 0.000, 0.000, 8.000, 0.536, 0.034, 0.074, 0.036, 3.851, 0.469, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.100, 0.012, 1.888, 0.000, 2.000, 0.000, 0.191, 0.010, 0.201, 15.201, 0.002, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p25borda", "amp", 49.892, 0.303, 9.308, 5.676, 0.307, 0.096, 18.326, 12.458, 0.738, 0.051, 0.024, 0.00, 96.87, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 86.7, 0.006, 0.994, 0.000, 0.000, 8.000, 0.545, 0.034, 0.141, 0.032, 3.836, 0.412, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.114, 0.011, 1.874, 0.000, 2.000, 0.000, 0.201, 0.009, 0.210, 15.210, 0.000, 0.011, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p26borda", "amp", 48.558, 0.379, 11.183, 6.055, 0.213, 0.108, 17.535, 12.447, 0.942, 0.092, 0.00, 0.013, 97.31, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97, 31.6, 8.19, 1.181, 0.000, 0.000, 8.000, 0.669, 0.024, 0.136, 0.040, 3.671, 0.461, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.114, 0.013, 1.873, 0.000, 2.000, 0.000, 0.257, 0.016, 0.273, 15.273, 0.003, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p27borda", "amp", 48.418, 0.351, 11.330, 6.000, 0.230, 0.105, 17.694, 12.572, 0.920, 0.121, 0.00, 0.00, 97.51, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97, 51.6, 7.77, 1.223, 0.000, 0.000, 8.000, 0.645, 0.025, 0.207, 0.037, 3.692, 0.393, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.102, 0.012, 1.885, 0.000, 2.000, 0.000, 0.250, 0.022, 0.271, 15.271, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p29borda", "amp", 48.097, 0.473, 11.231, 6.024, 0.251, 0.127, 17.586, 12.345, 0.939, 0.102, 0.058, 0.00, 96.98, 0.02, 0.02, 0.00, 0.96, 96.6, 7.76, 1.224, 0.000, 0.000, 8.000, 0.640, 0.028, 0.181, 0.050, 3.694, 0.408, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.121, 0.015, 1.864, 0.000, 2.000, 0.000, 0.257, 0.018, 0.275, 15.275, 0.000, 0.026, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F_Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c1", "p2borda", "amp", 49.409, 0.437, 9.556, 6.077, 0.162, 0.110, 18.389, 12.411, 0.828, 0.055, 0.008, 0.008, 97.29, 0.01, 0.00, 0.00, 0.97, 28.6, 926, 1.074, 0.000, 0.000, 8.000, 0.504, 0.018, 0.225, 0.046, 3.843, 0.364, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.123, 0.013, 1.864, 0.000, 2.000, 0.000, 0.225, 0.010, 0.235, 15.235, 0.002, 0.004, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p30borda", "amp", 49.120, 0.399, 10.663, 6.220, 0.256, 0.152, 17.599, 12.288, 0.868, 0.092, 0.039, 0.008, 97.45, 0.02, 0.02, 0.00, 0.97, 43.6, 892, 1.108, 0.000, 0.000, 8.000, 0.653, 0.028, 0.090, 0.042, 3.681, 0.505, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.135, 0.018, 1.847, 0.000, 2.000, 0.000, 0.236, 0.016, 0.253, 15.253, 0.002, 0.017, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p31nucl", "amp", 50.131, 0.318, 9.407, 5.951, 0.269, 0.094, 18.273, 12.579, 0.744, 0.042, 0.00, 0.003, 97.54, 0.00, 0.00, 0.00, 0.97, 54.6, 999, 1.001, 0.000, 0.000, 8.000, 0.546, 0.030, 0.149, 0.033, 3.803, 0.438, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.107, 0.011, 1.882, 0.000, 2.000, 0.000, 0.201, 0.007, 0.209, 15.209, 0.001, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p32nucl", "amp", 48.092, 0.357, 11.182, 6.072, 0.181, 0.112, 17.709, 12.356, 0.921, 0.101, 0.00, 0.003, 96.91, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 91.6, 775, 1.225, 0.000, 0.000, 8.000, 0.630, 0.020, 0.230, 0.038, 3.719, 0.363, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.122, 0.013, 1.865, 0.000, 2.000, 0.000, 0.252, 0.018, 0.270, 15.270, 0.001, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p33nucl", "amp", 48.153, 0.385, 11.156, 6.106, 0.179, 0.138, 17.520, 12.353, 0.911, 0.103, 0.00, 0.00, 96.82, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 82.6, 795, 1.205, 0.000, 0.000, 8.000, 0.649, 0.020, 0.187, 0.041, 3.686, 0.418, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.116, 0.016, 1.868, 0.000, 2.000, 0.000, 0.249, 0.019, 0.268, 15.268, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F,Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL385E","c1","p34nucl","amp",48.844,0.293,10.964,5.909,0.200,0.119,17.466,12.311,0.858,0.094,
0.00,0.006,96.86,0.00,0.00,0.00,0.96,86,6.886,1.114,0.000,0.000,8.000,0.706,0.022,0.073,0.031,3.6
71,0.498,0.000,0.000,5.000,0.000,0.126,0.014,1.859,0.000,2.000,0.000,0.235,0.017,0.251,15.251,0.
001,0.000,999.999,23.000

"AAL385E","c1","p35m-

b","amp",48.022,0.453,11.206,5.993,0.211,0.120,17.782,12.513,0.840,0.092,0.00,0.00,97.02,0.00,0.
00,0.00,0.97,02,6.747,1.253,0.000,0.000,8.000,0.602,0.023,0.286,0.048,3.725,0.316,0.000,0.000,5.
000,0.000,0.102,0.014,1.884,0.000,2.000,0.000,0.229,0.016,0.245,15.245,0.000,0.000,999.999,23.0
00

"AAL385E","c1","p36m-

b","amp",50.382,0.353,8.912,5.751,0.260,0.105,18.877,12.394,0.715,0.065,0.00,0.00,97.55,0.00,0.0
0,0.00,0.97,55,7.019,0.981,0.000,0.000,8.000,0.481,0.029,0.192,0.037,3.921,0.340,0.000,0.000,5.0
00,0.000,0.138,0.012,1.850,0.000,2.000,0.000,0.193,0.012,0.205,15.205,0.000,0.000,999.999,23.00
0

"AAL385E","c1","p37m-

b","amp",48.199,0.473,10.873,6.091,0.222,0.101,17.721,12.227,0.936,0.092,0.099,0.006,96.82,0.04
,0.04,0.00,0.96,78,6.806,1.194,0.000,0.000,8.000,0.614,0.025,0.183,0.050,3.730,0.399,0.000,0.000,
5.000,0.000,0.138,0.012,1.850,0.000,2.000,0.000,0.256,0.017,0.273,15.273,0.001,0.044,999.999,23
.000

"AAL385E","c1","p38borda","amp",48.744,0.388,10.540,5.848,0.195,0.148,17.983,12.365,0.866,0.08
2,0.00,0.013,96.98,0.00,0.00,0.00,0.96,98,6.854,1.146,0.000,0.000,8.000,0.599,0.022,0.192,0.041,3
.770,0.376,0.000,0.000,5.000,0.000,0.119,0.018,1.863,0.000,2.000,0.000,0.236,0.015,0.251,15.251,
0.003,0.000,999.999,23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c1", "p39meio", "amp", 48.759, 0.336, 9.958, 5.960, 0.410, 0.108, 18.020, 12.376, 0.893, 0.060, 0.00, 0.004, 96.47, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 47.6, 883, 1.117, 0.000, 0.000, 8.000, 0.538, 0.046, 0.207, 0.036, 3.792, 0.382, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.115, 0.013, 1.872, 0.000, 2.000, 0.000, 0.244, 0.011, 0.255, 15.255, 0.001, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p3borda", "amp", 49.330, 0.355, 9.708, 6.044, 0.201, 0.109, 18.289, 12.329, 0.797, 0.070, 0.128, 0.00, 97.16, 0.05, 0.05, 0.00, 0.97, 11.6, 928, 1.072, 0.000, 0.000, 8.000, 0.533, 0.022, 0.212, 0.038, 3.829, 0.366, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.132, 0.013, 1.855, 0.000, 2.000, 0.000, 0.217, 0.013, 0.230, 15.230, 0.000, 0.057, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p40meio", "amp", 50.549, 0.257, 8.222, 5.591, 0.263, 0.117, 18.846, 12.444, 0.663, 0.046, 0.031, 0.002, 96.77, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 76.7, 097, 0.903, 0.000, 0.000, 8.000, 0.457, 0.029, 0.174, 0.027, 3.945, 0.368, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.114, 0.014, 1.872, 0.000, 2.000, 0.000, 0.180, 0.008, 0.189, 15.189, 0.000, 0.014, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p4nucl", "amp", 50.796, 0.264, 8.661, 5.709, 0.277, 0.100, 18.592, 12.650, 0.628, 0.043, 0.029, 0.006, 97.48, 0.01, 0.01, 0.00, 0.97, 47.7, 085, 0.915, 0.000, 0.000, 8.000, 0.508, 0.031, 0.144, 0.028, 3.866, 0.424, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.098, 0.012, 1.890, 0.000, 2.000, 0.000, 0.170, 0.008, 0.177, 15.177, 0.001, 0.013, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p5borda", "amp", 52.227, 0.160, 6.190, 5.296, 0.200, 0.110, 19.761, 12.520, 0.400, 0.034, 0.00, 0.006, 96.70, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 70.7, 309, 0.691, 0.000, 0.000, 8.000, 0.329, 0.022, 0.192, 0.017, 4.122, 0.318, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.110, 0.013, 1.877, 0.000, 2.000, 0.000, 0.109, 0.006, 0.115, 15.115, 0.001, 0.000, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F_Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c1", "p6meio", "amp", 51.050, 0.187, 7.777, 5.533, 0.260, 0.105, 19.103, 12.334, 0.595, 0.046, 0.00, 0.00, 96.73, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 96.73, 7.159, 0.841, 0.000, 0.000, 8.000, 0.443, 0.029, 0.159, 0.020, 3.994, 0.355, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.134, 0.012, 1.853, 0.000, 2.000, 0.000, 0.162, 0.008, 0.170, 15.170, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p7meio", "amp", 50.693, 0.266, 8.070, 6.208, 0.308, 0.187, 18.985, 11.693, 0.600, 0.061, 0.113, 0.00, 96.88, 0.05, 0.05, 0.00, 0.00, 96.83, 7.118, 0.882, 0.000, 0.000, 8.000, 0.453, 0.034, 0.164, 0.028, 3.974, 0.347, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.219, 0.022, 1.759, 0.000, 2.000, 0.000, 0.163, 0.011, 0.174, 15.174, 0.000, 0.050, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p8borda", "amp", 49.229, 0.374, 9.881, 6.071, 0.249, 0.076, 18.136, 12.444, 0.781, 0.063, 0.00, 0.00, 97.06, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 97.06, 6.911, 1.089, 0.000, 0.000, 8.000, 0.544, 0.028, 0.215, 0.039, 3.795, 0.379, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.119, 0.009, 1.872, 0.000, 2.000, 0.000, 0.213, 0.011, 0.224, 15.224, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c1", "p9nucl", "amp", 50.539, 0.244, 7.988, 5.607, 0.233, 0.088, 18.936, 12.178, 0.662, 0.060, 0.00, 0.00, 96.30, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 96.30, 7.128, 0.872, 0.000, 0.000, 8.000, 0.455, 0.026, 0.148, 0.026, 3.981, 0.364, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.149, 0.011, 1.840, 0.000, 2.000, 0.000, 0.181, 0.011, 0.192, 15.192, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c3", "p1meio", "amp", 50.913, 0.323, 8.220, 5.733, 0.262, 0.111, 18.960, 12.336, 0.678, 0.060, 0.144, 0.00, 97.48, 0.06, 0.06, 0.00, 0.00, 97.42, 7.110, 0.890, 0.000, 0.000, 8.000, 0.462, 0.029, 0.137, 0.034, 3.947, 0.391, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.141, 0.013, 1.846, 0.000, 2.000, 0.000, 0.184, 0.011, 0.194, 15.194, 0.000, 0.064, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F_Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL385E", "c3", "p2centro", "amp", 50.421, 0.228, 8.169, 5.480, 0.274, 0.120, 18.947, 12.497, 0.664, 0.045, 0.021, 0.00, 96.59, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 58.7, 0.085, 0.915, 0.000, 0.000, 8.000, 0.437, 0.030, 0.211, 0.024, 3.969, 0.329, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.104, 0.014, 1.881, 0.000, 2.000, 0.000, 0.181, 0.008, 0.189, 15.189, 0.000, 0.009, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c3", "p3borda", "amp", 51.004, 0.294, 7.726, 5.384, 0.334, 0.122, 18.962, 12.460, 0.581, 0.044, 0.041, 0.010, 96.63, 0.02, 0.02, 0.00, 0.96, 61.7, 0.163, 0.837, 0.000, 0.000, 8.000, 0.440, 0.037, 0.132, 0.031, 3.970, 0.390, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.111, 0.015, 1.875, 0.000, 2.000, 0.000, 0.158, 0.008, 0.166, 15.166, 0.002, 0.018, 999.999, 23.000

"AAL385E", "c3", "p4borda", "amp", 50.047, 0.351, 8.235, 5.688, 0.283, 0.086, 18.707, 12.251, 0.689, 0.066, 0.00, 0.008, 96.13, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 13.7, 0.077, 0.923, 0.000, 0.000, 8.000, 0.448, 0.032, 0.167, 0.037, 3.944, 0.372, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.134, 0.010, 1.856, 0.000, 2.000, 0.000, 0.189, 0.012, 0.201, 15.201, 0.002, 0.000, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F_Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL386G", "c1", "p19", "amp", 49.204, 0.430, 8.990, 6.666, 0.136, 0.134, 18.705, 11.380, 0.662, 0.054, 0.167, 0.001, 96.39, 0.07, 0.07, 0.00, 0.96.32, 6.964, 1.036, 0.000, 0.000, 8.000, 0.462, 0.015, 0.276, 0.046, 3.946, 0.254, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.258, 0.016, 1.726, 0.000, 2.000, 0.000, 0.182, 0.010, 0.191, 15.191, 0.000, 0.075, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p1meio", "amp", 49.194, 0.402, 9.362, 6.416, 0.278, 0.141, 18.049, 11.672, 0.700, 0.075, 0.00, 0.010, 96.02, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96.02, 6.985, 1.015, 0.000, 0.000, 8.000, 0.551, 0.031, 0.141, 0.043, 3.821, 0.414, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.207, 0.017, 1.776, 0.000, 2.000, 0.000, 0.193, 0.014, 0.206, 15.206, 0.002, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p2", "amp", 49.144, 0.298, 9.194, 6.600, 0.190, 0.146, 18.393, 11.493, 0.680, 0.085, 0.079, 0.001, 96.11, 0.03, 0.03, 0.00, 0.96.08, 6.973, 1.027, 0.000, 0.000, 8.000, 0.509, 0.021, 0.231, 0.032, 3.890, 0.317, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.235, 0.018, 1.747, 0.000, 2.000, 0.000, 0.187, 0.015, 0.202, 15.202, 0.000, 0.035, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p21", "amp", 48.329, 0.465, 10.349, 6.583, 0.174, 0.121, 17.690, 11.596, 0.762, 0.097, 0.002, 0.008, 96.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96.00, 6.877, 1.123, 0.000, 0.000, 8.000, 0.612, 0.020, 0.164, 0.050, 3.753, 0.402, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.217, 0.015, 1.768, 0.000, 2.000, 0.000, 0.210, 0.018, 0.228, 15.228, 0.002, 0.001, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p22", "amp", 49.047, 0.411, 10.095, 6.424, 0.215, 0.132, 17.915, 11.648, 0.719, 0.108, 0.000, 0.007, 96.51, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96.51, 6.935, 1.065, 0.000, 0.000, 8.000, 0.616, 0.024, 0.121, 0.044, 3.776, 0.419, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.220, 0.016, 1.765, 0.000, 2.000, 0.000, 0.197, 0.019, 0.217, 15.217, 0.002, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p23", "amp", 48.805, 0.370, 10.010, 6.546, 0.239, 0.118, 17.896, 11.557, 0.790, 0.091, 0.111, 0.012, 96.31, 0.05, 0.05, 0.00, 0.96.26, 6.926, 1.074, 0.000, 0.000, 8.000, 0.599, 0.027, 0.135, 0.039, 3.786, 0.413, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.229, 0.014, 1.757, 0.000, 2.000, 0.000, 0.217, 0.016, 0.234, 15.234, 0.003, 0.050, 999.999, 23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Cr2O3, MnO, MgO, CaO, Na2O, K2O, F, Cl, Total, O_F, Cl, O_F, O_Cl, H2O, CTotal, TSi, TAl, TFe3, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe3, CTi, CMg, CFe2, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe2, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL386G", "c1", "p25", "amp", 47.960, 0.426, 10.646, 6.816, 0.192, 0.148, 17.619, 11.608, 0.832, 0.097, 0.022, 0.004, 96.18, 0.01, 0.01, 0.00, 0.96, 17.6819, 1.181, 0.000, 0.000, 8.000, 0.602, 0.022, 0.220, 0.046, 3.735, 0.377, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.214, 0.018, 1.768, 0.000, 2.000, 0.000, 0.229, 0.018, 0.247, 15.247, 0.001, 0.010, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p26", "amp", 49.233, 0.368, 9.182, 6.507, 0.241, 0.143, 18.247, 11.719, 0.709, 0.077, 0.00, 0.00, 96.19, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 19.6.978, 1.022, 0.000, 0.000, 8.000, 0.510, 0.027, 0.198, 0.039, 3.855, 0.370, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.203, 0.017, 1.780, 0.000, 2.000, 0.000, 0.195, 0.014, 0.209, 15.209, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p28", "amp", 48.358, 0.493, 10.362, 6.700, 0.201, 0.128, 17.677, 11.657, 0.792, 0.077, 0.00, 0.00, 96.24, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 24.6.866, 1.134, 0.000, 0.000, 8.000, 0.599, 0.023, 0.175, 0.053, 3.742, 0.409, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.211, 0.015, 1.773, 0.000, 2.000, 0.000, 0.218, 0.014, 0.232, 15.232, 0.000, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p31", "amp", 48.962, 0.323, 9.444, 6.480, 0.266, 0.134, 18.170, 11.619, 0.748, 0.078, 0.00, 0.011, 95.97, 0.00, 0.00, 0.00, 0.95, 97.6.954, 1.046, 0.000, 0.000, 8.000, 0.534, 0.030, 0.192, 0.035, 3.847, 0.362, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.216, 0.016, 1.768, 0.000, 2.000, 0.000, 0.206, 0.014, 0.220, 15.220, 0.003, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p32nucl", "amp", 47.935, 0.420, 10.438, 6.787, 0.195, 0.111, 17.757, 11.553, 0.861, 0.093, 0.226, 0.009, 96.19, 0.10, 0.10, 0.00, 0.96, 09.6.827, 1.173, 0.000, 0.000, 8.000, 0.578, 0.022, 0.228, 0.045, 3.770, 0.357, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.224, 0.013, 1.763, 0.000, 2.000, 0.000, 0.238, 0.017, 0.255, 15.255, 0.002, 0.102, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c1", "p33incl", "amp", 48.854, 0.353, 9.841, 6.531, 0.227, 0.159, 18.096, 11.537, 0.720, 0.091, 0.074, 0.00, 96.26, 0.03, 0.03, 0.00, 0.96, 23.6.925, 1.075, 0.000, 0.000, 8.000, 0.568, 0.025, 0.192, 0.038, 3.824, 0.353, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.229, 0.019, 1.752, 0.000, 2.000, 0.000, 0.198, 0.016, 0.214, 15.214, 0.000, 0.033, 999.999, 23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL386G","c1","p34","amp",48.647,0.428,10.172,6.639,0.185,0.126,17.861,11.541,0.759,0.083,0.0
0,0.004,96.26,0.00,0.00,0.00,0.96.26,6.901,1.099,0.000,0.000,8.000,0.600,0.021,0.164,0.046,3.777,
0.393,0.000,0.000,5.000,0.000,0.231,0.015,1.754,0.000,2.000,0.000,0.209,0.015,0.224,15.224,0.00
1,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c1","p35incl","amp",49.117,0.324,9.643,6.419,0.178,0.130,18.082,11.497,0.746,0.086,0
.028,0.005,96.08,0.01,0.01,0.00,0.96.07,6.976,1.024,0.000,0.000,8.000,0.589,0.020,0.124,0.035,3.8
29,0.403,0.000,0.000,5.000,0.000,0.235,0.016,1.750,0.000,2.000,0.000,0.205,0.016,0.221,15.221,0.
001,0.013,999.999,23.000

"AAL386G","c1","p36borda","amp",48.317,0.410,10.184,6.658,0.081,0.165,17.886,11.614,0.759,0.0
62,0.008,0.00,96.06,0.00,0.00,0.00,0.96.06,6.870,1.130,0.000,0.000,8.000,0.575,0.009,0.238,0.044,
3.791,0.343,0.000,0.000,5.000,0.000,0.211,0.020,1.769,0.000,2.000,0.000,0.209,0.011,0.220,15.22
0,0.000,0.004,999.999,23.000

"AAL386G","c1","p37nucl","amp",49.391,0.302,9.156,6.470,0.294,0.125,18.198,11.491,0.665,0.084,
0.035,0.00,95.92,0.01,0.01,0.00,0.95.91,7.016,0.984,0.000,0.000,8.000,0.548,0.033,0.140,0.032,3.8
54,0.393,0.000,0.000,5.000,0.000,0.236,0.015,1.749,0.000,2.000,0.000,0.183,0.015,0.198,15.198,0.
000,0.016,999.999,23.000

"AAL386G","c1","p3meio","amp",48.678,0.355,9.829,6.820,0.189,0.161,18.130,11.413,0.744,0.084,0
.037,0.00,96.25,0.02,0.02,0.00,0.96.23,6.904,1.096,0.000,0.000,8.000,0.545,0.021,0.234,0.038,3.83
3,0.328,0.000,0.000,5.000,0.000,0.246,0.019,1.734,0.000,2.000,0.000,0.205,0.015,0.220,15.220,0.0
00,0.017,999.999,23.000

"AAL386G","c1","p4borda","amp",48.863,0.347,9.617,6.549,0.274,0.124,18.047,11.605,0.715,0.076,
0.074,0.007,96.02,0.03,0.03,0.00,0.95.99,6.942,1.058,0.000,0.000,8.000,0.551,0.031,0.192,0.037,3.
822,0.367,0.000,0.000,5.000,0.000,0.219,0.015,1.766,0.000,2.000,0.000,0.197,0.014,0.211,15.211,
0.002,0.033,999.999,23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Total,O_F,Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_ox

"AAL386G","c1","p5","amp",49.069,0.430,9.931,6.538,0.183,0.116,17.971,11.843,0.736,0.079,0.00,0.00,96.71,0.00,0.00,0.00,0.96,71,6.926,1.074,0.000,0.000,8.000,0.576,0.020,0.171,0.046,3.781,0.406,0.000,0.000,5.000,0.000,0.195,0.014,1.791,0.000,2.000,0.000,0.201,0.014,0.216,15.216,0.000,0.00,999.999,23.000

"AAL386G","c1","p6borda","amp",48.679,0.434,10.051,6.568,0.214,0.161,17.746,11.679,0.770,0.088,0.045,0.006,96.23,0.02,0.02,0.00,0.96,21,6.914,1.086,0.000,0.000,8.000,0.595,0.024,0.146,0.046,3.758,0.431,0.000,0.000,5.000,0.000,0.203,0.019,1.777,0.000,2.000,0.000,0.212,0.016,0.228,15.228,0.001,0.020,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p14borda","amp",49.118,0.435,9.768,6.737,0.295,0.171,18.110,11.664,0.746,0.082,0.030,0.006,96.87,0.01,0.01,0.00,0.96,86,6.921,1.079,0.000,0.000,8.000,0.542,0.033,0.194,0.046,3.804,0.381,0.000,0.000,5.000,0.000,0.219,0.020,1.761,0.000,2.000,0.000,0.204,0.015,0.219,15.219,0.001,0.013,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p15nucl","amp",49.328,0.367,9.278,6.517,0.260,0.117,18.032,11.608,0.730,0.078,0.052,0.00,96.11,0.02,0.02,0.00,0.96,09,7.007,0.993,0.000,0.000,8.000,0.559,0.029,0.112,0.039,3.818,0.443,0.000,0.000,5.000,0.000,0.219,0.014,1.767,0.000,2.000,0.000,0.201,0.014,0.215,15.215,0.000,0.023,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p16borda","amp",0.056,0.021,0.028,0.084,0.013,0.00,0.006,0.054,0.008,0.00,0.00,0.952,1.21,0.21,0.00,0.21,0,1.00,3.332,1.962,2.706,0.000,8.000,0.000,0.611,1.254,0.940,0.532,0.220,0.000,1.443,5.000,0.000,0.000,0.000,2.000,0.000,2.000,0.000,0.923,0.000,0.923,15.923,96.048,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p17borda","amp",48.943,0.329,10.227,6.818,0.250,0.153,17.817,11.504,0.796,0.068,0.00,0.00,96.66,0.00,0.00,0.00,0.96,66,6.916,1.084,0.000,0.000,8.000,0.618,0.028,0.138,0.035,3.753,0.428,0.000,0.000,5.000,0.000,0.240,0.018,1.742,0.000,2.000,0.000,0.218,0.012,0.230,15.230,0.000,0.000,999.999,23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F,Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy

"AAL386G","c2","p18nucl","amp",48.096,0.412,10.310,6.597,0.249,0.154,17.731,11.616,0.795,0.087
,0.084,0.013,95.90,0.04,0.04,0.00,0.95.86,6.853,1.147,0.000,0.000,8.000,0.583,0.028,0.212,0.044,3
.766,0.366,0.000,0.000,5.000,0.000,0.208,0.019,1.773,0.000,2.000,0.000,0.220,0.016,0.235,15.235,
0.003,0.038,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p19meio","amp",48.811,0.401,9.847,6.548,0.275,0.122,17.969,11.464,0.763,0.080
,0.00,0.00,96.01,0.00,0.00,0.00,0.96.01,6.935,1.065,0.000,0.000,8.000,0.583,0.031,0.141,0.043,3.8
06,0.397,0.000,0.000,5.000,0.000,0.240,0.015,1.745,0.000,2.000,0.000,0.210,0.015,0.225,15.225,0.
000,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p20borda","amp",48.534,0.332,10.134,6.739,0.195,0.118,17.865,11.625,0.782,0.0
95,0.028,0.007,96.26,0.01,0.01,0.00,0.96.25,6.888,1.112,0.000,0.000,8.000,0.581,0.022,0.206,0.03
5,3.780,0.376,0.000,0.000,5.000,0.000,0.218,0.014,1.768,0.000,2.000,0.000,0.215,0.017,0.232,15.2
32,0.002,0.013,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p21borda","amp",49.411,0.284,8.941,6.694,0.201,0.131,18.386,11.353,0.657,0.09
5,0.008,0.001,95.96,0.00,0.00,0.00,0.95.96,7.019,0.981,0.000,0.000,8.000,0.515,0.023,0.185,0.030,
3.894,0.354,0.000,0.000,5.000,0.000,0.256,0.016,1.728,0.000,2.000,0.000,0.181,0.017,0.198,15.19
8,0.000,0.004,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p23nucl","amp",49.280,0.397,9.404,7.019,0.242,0.148,18.072,11.323,0.745,0.092,
0.00,0.00,96.48,0.00,0.00,0.00,0.96.48,6.979,1.021,0.000,0.000,8.000,0.548,0.027,0.140,0.042,3.81
6,0.427,0.000,0.000,5.000,0.000,0.264,0.018,1.718,0.000,2.000,0.000,0.205,0.017,0.221,15.221,0.0
00,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p25borda","amp",48.863,0.404,10.271,6.503,0.217,0.142,17.400,11.592,0.758,0.0
80,0.00,0.007,96.02,0.00,0.00,0.00,0.96.02,6.957,1.043,0.000,0.000,8.000,0.679,0.024,0.029,0.043,
3.693,0.531,0.000,0.000,5.000,0.000,0.215,0.017,1.768,0.000,2.000,0.000,0.209,0.015,0.224,15.22
4,0.002,0.000,999.999,23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_ox

"AAL386G","c2","p26nucl","amp",47.968,0.514,10.377,6.869,0.128,0.105,17.539,11.623,0.818,0.082
,0.020,0.004,95.92,0.01,0.01,0.00,0.95.91,6.845,1.155,0.000,0.000,8.000,0.589,0.014,0.199,0.055,3
.731,0.411,0.000,0.000,5.000,0.000,0.210,0.013,1.777,0.000,2.000,0.000,0.226,0.015,0.241,15.241,
0.001,0.009,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p28","amp",48.850,0.320,9.838,6.517,0.276,0.140,17.816,11.606,0.757,0.056,0.00,
0.019,95.92,0.00,0.00,0.00,0.95.92,6.948,1.052,0.000,0.000,8.000,0.596,0.031,0.137,0.034,3.778,0.
424,0.000,0.000,5.000,0.000,0.214,0.017,1.769,0.000,2.000,0.000,0.209,0.010,0.219,15.219,0.005,
0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p30borda","amp",47.863,0.440,10.443,6.689,0.339,0.132,17.750,11.652,0.839,0.0
99,0.103,0.00,96.01,0.04,0.04,0.00,0.95.97,6.811,1.189,0.000,0.000,8.000,0.561,0.038,0.246,0.047,
3.765,0.342,0.000,0.000,5.000,0.000,0.208,0.016,1.777,0.000,2.000,0.000,0.231,0.018,0.249,15.24
9,0.000,0.046,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p31nucl","amp",48.899,0.363,9.441,6.635,0.245,0.147,18.102,11.612,0.717,0.079,
0.039,0.012,96.05,0.02,0.02,0.00,0.96.03,6.947,1.053,0.000,0.000,8.000,0.526,0.027,0.210,0.039,3.
834,0.364,0.000,0.000,5.000,0.000,0.215,0.018,1.768,0.000,2.000,0.000,0.198,0.014,0.212,15.212,
0.003,0.018,999.999,23.000

"AAL386G","c2","p32nucl","amp",49.142,0.424,9.621,6.493,0.224,0.118,17.956,11.727,0.735,0.084,
0.041,0.00,96.34,0.02,0.02,0.00,0.96.32,6.965,1.035,0.000,0.000,8.000,0.571,0.025,0.131,0.045,3.7
94,0.434,0.000,0.000,5.000,0.000,0.205,0.014,1.781,0.000,2.000,0.000,0.202,0.015,0.217,15.217,0.
000,0.018,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p20","amp",49.269,0.363,9.416,6.600,0.224,0.152,18.096,11.520,0.699,0.060,0.03
7,0.00,96.21,0.02,0.02,0.00,0.96.19,6.987,1.013,0.000,0.000,8.000,0.559,0.025,0.148,0.039,3.826,0.
.403,0.000,0.000,5.000,0.000,0.231,0.018,1.750,0.000,2.000,0.000,0.192,0.011,0.203,15.203,0.000,
0.017,999.999,23.000

**Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_oxy**

"AAL386G","c3","p21","amp",49.073,0.439,9.754,6.933,0.297,0.123,17.916,11.344,0.758,0.082,0.06
1,0.006,96.49,0.03,0.03,0.00,0,96.46,6.952,1.048,0.000,0.000,8.000,0.579,0.033,0.120,0.047,3.783,
0.438,0.000,0.000,5.000,0.000,0.264,0.015,1.722,0.000,2.000,0.000,0.208,0.015,0.223,15.223,0.00
1,0.027,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p22incl","amp",48.095,0.528,10.527,6.902,0.180,0.119,17.608,11.498,0.810,0.094,
0.00,0.00,96.18,0.00,0.00,0.00,0,96.18,6.840,1.160,0.000,0.000,8.000,0.603,0.020,0.184,0.056,3.73
3,0.404,0.000,0.000,5.000,0.000,0.234,0.014,1.752,0.000,2.000,0.000,0.223,0.017,0.240,15.240,0.0
00,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p24","amp",48.746,0.453,10.033,6.700,0.205,0.122,18.010,11.641,0.802,0.085,0.1
10,0.005,96.71,0.05,0.05,0.00,0,96.66,6.892,1.108,0.000,0.000,8.000,0.563,0.023,0.191,0.048,3.79
6,0.379,0.000,0.000,5.000,0.000,0.222,0.015,1.763,0.000,2.000,0.000,0.220,0.015,0.235,15.235,0.0
01,0.049,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p25nucl","amp",48.524,0.396,9.857,6.681,0.157,0.114,18.182,11.598,0.759,0.090,
0.055,0.00,96.26,0.02,0.02,0.00,0,96.24,6.882,1.118,0.000,0.000,8.000,0.528,0.018,0.264,0.042,3.8
44,0.305,0.000,0.000,5.000,0.000,0.224,0.014,1.762,0.000,2.000,0.000,0.209,0.016,0.225,15.225,0.
000,0.025,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p26nucl","amp",49.423,0.363,9.053,6.759,0.273,0.143,18.509,11.513,0.755,0.091,
0.00,0.00,96.61,0.00,0.00,0.00,0,96.61,6.976,1.024,0.000,0.000,8.000,0.481,0.030,0.213,0.039,3.89
5,0.343,0.000,0.000,5.000,0.000,0.242,0.017,1.741,0.000,2.000,0.000,0.207,0.016,0.223,15.223,0.0
00,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p27nucl","amp",49.089,0.329,9.164,6.565,0.247,0.146,18.441,11.431,0.717,0.064,
0.045,0.003,95.99,0.02,0.02,0.00,0,95.97,6.968,1.032,0.000,0.000,8.000,0.500,0.028,0.226,0.035,3.
902,0.310,0.000,0.000,5.000,0.000,0.244,0.018,1.738,0.000,2.000,0.000,0.197,0.012,0.209,15.209,
0.001,0.020,999.999,23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,Tot
al,O_F_Cl,O_F,O_Cl,H2O,CTotal,TSi,TAI,TFe3,TTi,Sum_T,CAI,CCr,CFe3,CTi,CMg,CFe2,CMn,CCa,Sum
_C,BMg,BFe2,BMn,BCa,BNa,Sum_B,ACa,ANa,AK,Sum_A,Sum_cat,CCI,CF,OH,Sum_ox

"AAL386G","c3","p28meio","amp",49.445,0.369,9.385,6.744,0.175,0.134,18.236,11.556,0.736,0.079
,0.00,0.00,96.68,0.00,0.00,0.00,0.96.68,6.982,1.018,0.000,0.000,8.000,0.542,0.020,0.163,0.039,3.8
39,0.398,0.000,0.000,5.000,0.000,0.236,0.016,1.748,0.000,2.000,0.000,0.202,0.014,0.216,15.216,0.
000,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p29meio","amp",49.901,0.293,8.656,6.449,0.229,0.153,18.566,11.586,0.642,0.054
,0.133,0.009,96.44,0.06,0.06,0.00,0.96.38,7.054,0.946,0.000,0.000,8.000,0.495,0.026,0.177,0.031,3
.913,0.358,0.000,0.000,5.000,0.000,0.227,0.018,1.755,0.000,2.000,0.000,0.176,0.010,0.186,15.186,
0.002,0.059,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p30bpx","amp",49.534,0.294,9.029,6.450,0.140,0.154,18.443,11.402,0.701,0.086,0
.004,0.011,96.11,0.00,0.00,0.00,0.96.11,7.027,0.973,0.000,0.000,8.000,0.536,0.016,0.150,0.031,3.9
00,0.366,0.000,0.000,5.000,0.000,0.248,0.019,1.733,0.000,2.000,0.000,0.193,0.016,0.208,15.208,0.
003,0.002,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p31bspl","amp",48.165,0.432,10.408,7.005,0.120,0.134,17.924,11.520,0.832,0.100
,0.00,0.00,96.52,0.00,0.00,0.00,0.96.52,6.824,1.176,0.000,0.000,8.000,0.560,0.013,0.264,0.046,3.7
86,0.331,0.000,0.000,5.000,0.000,0.235,0.016,1.749,0.000,2.000,0.000,0.229,0.018,0.247,15.247,0.
000,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p32meio","amp",49.243,0.303,9.198,6.478,0.196,0.193,18.366,11.558,0.695,0.063
,0.00,0.00,96.10,0.00,0.00,0.00,0.96.10,6.981,1.019,0.000,0.000,8.000,0.517,0.022,0.212,0.032,3.8
82,0.334,0.000,0.000,5.000,0.000,0.221,0.023,1.756,0.000,2.000,0.000,0.191,0.011,0.202,15.202,0.
000,0.000,999.999,23.000

"AAL386G","c3","p33meio","amp",49.924,0.171,8.261,6.233,0.221,0.158,18.724,11.497,0.575,0.071
,0.00,0.010,95.62,0.00,0.00,0.00,0.95.62,7.096,0.904,0.000,0.000,8.000,0.479,0.025,0.193,0.018,3.
967,0.318,0.000,0.000,5.000,0.000,0.230,0.019,1.751,0.000,2.000,0.000,0.158,0.013,0.171,15.171,
0.002,0.000,999.999,23.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Cr₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, F, Cl, Total, O_F_Cl, O_F_O_Cl, H₂O, CTotal, TSi, TAl, TFe₃, TTi, Sum_T, CAI, CCr, CFe₃, CTi, CMg, CFe₂, CMn, CCa, Sum_C, BMg, BFe₂, BMn, BCa, BNa, Sum_B, ACa, ANa, AK, Sum_A, Sum_cat, CCl, CF, OH, Sum_oxy

"AAL386G", "c3", "p34incl", "amp", 48.940, 0.380, 9.473, 6.455, 0.207, 0.124, 17.863, 11.595, 0.757, 0.102, 0.047, 0.002, 95.74, 0.02, 0.02, 0.00, 0.95, 72.6, 985, 1.015, 0.000, 0.000, 8.000, 0.577, 0.023, 0.105, 0.041, 3.801, 0.453, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.212, 0.015, 1.773, 0.000, 2.000, 0.000, 0.209, 0.019, 0.228, 15.228, 0.000, 0.021, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c3", "p35borda", "amp", 48.618, 0.389, 9.831, 6.621, 0.216, 0.137, 17.998, 11.616, 0.792, 0.089, 0.00, 0.006, 96.10, 0.00, 0.00, 0.00, 0.96, 10, 6.907, 1.093, 0.000, 0.000, 8.000, 0.551, 0.024, 0.200, 0.042, 3.812, 0.371, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.215, 0.016, 1.768, 0.000, 2.000, 0.000, 0.218, 0.016, 0.234, 15.234, 0.001, 0.000, 999.999, 23.000

"AAL386G", "c3", "p36nucl", "amp", 49.307, 0.287, 9.233, 6.543, 0.250, 0.114, 18.201, 11.740, 0.688, 0.096, 0.148, 0.007, 96.36, 0.06, 0.06, 0.00, 0.96, 30, 6.986, 1.014, 0.000, 0.000, 8.000, 0.526, 0.028, 0.193, 0.031, 3.844, 0.378, 0.000, 0.000, 5.000, 0.000, 0.204, 0.014, 1.782, 0.000, 2.000, 0.000, 0.189, 0.017, 0.206, 15.206, 0.002, 0.066, 999.999, 23.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Fe2O3,Cr2O3,MnO,NiO,MgO,CaO,Na2O,K2O>Total,TSi,TAI,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,M2K,Sum_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE

"AAL386G","c1","p10","px",54.253,0,2.517,13.558,0,0,0.290,0.006,27.824,0.245,0,0,98.69,1.963,0.037,0.000,0.070,0.000,0.000,0.000,0.000,0.930,0.000,0.571,0.410,0.009,0.009,0.000,0.000,4.000,0.492,77.784,21.723,0.000,0.000,0.000,0.000,1.896,0.000,77.044,21.060,1.921,0.000,0.492,77.784,21.723,100.000,0.000,0.000

"AAL386G","c1","p9","px",54.122,0,2.760,13.773,0,0,0.278,0.007,28.215,0.225,0,0,99.38,1.943,0.057,0.000,0.059,0.000,0.000,0.000,0.000,0.940,0.000,0.569,0.413,0.008,0.009,0.000,0.000,4.000,0.446,77.811,21.743,0.000,0.000,0.000,0.000,2.892,0.000,76.233,20.876,1.932,0.000,0.446,77.811,21.743,100.000,0.000,0.000

"AAL386G","c2","p1meio","px",53.443,0.055,2.983,13.968,0,0.148,0.328,0,28.219,0.203,0.001,0.00,99.35,1.920,0.080,0.000,0.046,0.001,0.027,0.000,0.004,0.921,0.000,0.590,0.393,0.010,0.008,0.000,0.000,4.000,0.407,78.645,20.949,0.004,0.000,1.577,0.075,2.308,0.000,76.233,19.803,1.911,0.000,0.401,77.552,22.047,99.993,0.005,0.003

"AAL386G","c2","p2meio","px",54.006,0.073,2.749,13.957,0,0.082,0.308,0,28.287,0.187,0.002,0.011,99.66,1.934,0.066,0.000,0.050,0.002,0.010,0.000,0.002,0.936,0.000,0.574,0.408,0.009,0.007,0.000,0.001,3.999,0.371,78.041,21.588,0.032,0.000,0.601,0.099,2.499,0.000,76.169,20.599,1.926,0.000,0.369,77.656,21.975,99.986,0.012,0.002

"AAL386G","c2","p3borda","px",53.622,0.084,2.893,13.873,0,0.152,0.324,0,28.567,0.207,0.004,0.001,99.73,1.917,0.083,0.000,0.038,0.002,0.036,0.000,0.004,0.919,0.000,0.603,0.379,0.010,0.008,0.000,0.000,4.000,0.413,79.338,20.249,0.016,0.000,2.033,0.114,1.924,0.000,76.805,19.107,1.909,0.001,0.406,77.877,21.718,99.971,0.015,0.014

"AAL386G","c2","p4borda","px",53.802,0.078,2.555,14.465,0,0.074,0.319,0,28.012,0.193,0.00,0.00,99.50,1.934,0.066,0.000,0.042,0.002,0.017,0.000,0.002,0.937,0.000,0.565,0.418,0.010,0.007,0.000,0.000,4.000,0.384,77.519,22.097,0.000,0.000,0.947,0.106,2.140,0.000,75.715,21.093,1.927,0.000,0.381,76.858,22.762,100.000,0.000,0.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Fe2O3,Cr2O3,MnO,NiO,MgO,CaO,Na2O,K2O>Total,TSi,TAI,TFe3,M1Al,M1Ti,M1Fe3,M1Fe2,M1Cr,M1Mg,M1Ni,M2Mg,M2Fe2,M2Mn,M2Ca,M2Na,M2K,Sum_cat,Ca,Mg,Fe2_Mn,JD1,AE1,CFTS1,CTTS1,CATS1,WO1,EN1,FS1,Q,J,WO,EN,FS,WEF,JD,AE

"AAL386G","c2","p6meio","px",54.254,0.008,2.806,13.653,0,0.094,0.314,0,28.078,0.191,0.015,0.003,99.42,1.948,0.052,0.000,0.066,0.000,0.000,0.000,0.003,0.931,0.000,0.572,0.410,0.010,0.007,0.001,0.000,4.000,0.381,77.880,21.739,0.060,0.000,0.135,0.011,2.642,0.000,76.330,20.821,1.920,0.002,0.381,77.880,21.739,99.892,0.108,0.000

"AAL386G","c2","p7","px",54.282,0.031,2.622,13.724,0,0.129,0.276,0,27.974,0.193,0.003,0.00,99.23,1.954,0.046,0.000,0.065,0.001,0.000,0.000,0.004,0.930,0.000,0.571,0.413,0.008,0.007,0.000,0.000,4.000,0.386,77.774,21.841,0.011,0.000,0.187,0.043,2.301,0.000,76.425,21.034,1.922,0.000,0.386,77.774,21.841,99.978,0.022,0.000

"AAL386G","c2","p8nucl","px",53.648,0.028,2.617,13.678,0,0.055,0.300,0,28.059,0.241,0.00,0.004,98.63,1.941,0.059,0.000,0.052,0.001,0.004,0.000,0.002,0.942,0.000,0.572,0.410,0.009,0.009,0.000,0.000,4.000,0.481,77.941,21.578,0.009,0.000,0.285,0.038,2.619,0.000,76.369,20.679,1.932,0.000,0.480,77.778,21.742,100.000,0.000,0.000

"AAL386G","c3","p10nucl","px",54.269,0.055,2.843,13.812,0,0.109,0.339,0,28.057,0.189,0.003,0.012,99.69,1.945,0.055,0.000,0.065,0.001,0.000,0.000,0.003,0.931,0.000,0.568,0.414,0.010,0.007,0.000,0.001,3.999,0.376,77.648,21.976,0.038,0.000,0.156,0.075,2.737,0.000,76.004,20.989,1.920,0.000,0.376,77.648,21.976,99.978,0.022,0.000

"AAL386G","c3","p1borda","px",54.005,0.079,2.825,14.361,0,0.123,0.288,0,28.099,0.179,0.00,0.003,99.96,1.932,0.068,0.000,0.051,0.002,0.010,0.000,0.003,0.934,0.000,0.564,0.420,0.009,0.007,0.000,0.000,4.000,0.355,77.476,22.169,0.007,0.000,0.658,0.107,2.550,0.000,75.511,21.167,1.925,0.000,0.353,77.094,22.553,100.000,0.000,0.000

"AAL386G","c3","p3borda","px",54.524,0.021,2.589,13.952,0,0.044,0.273,0,28.016,0.206,0.010,0.005,99.64,1.955,0.045,0.000,0.065,0.001,0.000,0.000,0.001,0.933,0.000,0.564,0.418,0.008,0.008,0.001,0.000,4.000,0.410,77.508,22.083,0.047,0.000,0.063,0.029,2.243,0.000,76.302,21.316,1.924,0.001,0.410,77.508,22.083,99.928,0.072,0.000

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Fe2O3, Cr2O3, MnO, NiO, MgO, CaO, Na2O, K2O, Total, TSi, TAl, TFe3, M1Al, M1Ti, M1Fe3, M1Fe2, M1Cr, M1Mg, M1Ni, M2Mg, M2Fe2, M2Mn, M2Ca, M2Na, M2K, Sum_cat, Ca, Mg, Fe2_Mn, JD1, AE1, CFTS1, CTS1, CATS1, WO1, EN1, FS1, Q, J, WO, EN, FS, WEF, JD, A E

"AAL386G", "c3", "p4meio", "px", 53.880, 0.00, 2.837, 13.835, 0, 0.091, 0.317, 0, 28.092, 0.194, 0.008, 0.005, 9.26, 1.937, 0.063, 0.000, 0.058, 0.000, 0.003, 0.000, 0.003, 0.937, 0.000, 0.569, 0.413, 0.010, 0.007, 0.001, 0.000, 4.000, 0.386, 77.774, 21.840, 0.040, 0.000, 0.273, 0.000, 2.865, 0.000, 75.975, 20.847, 1.927, 0.001, 0.385, 77.661, 21.954, 99.942, 0.055, 0.003

"AAL386G", "c3", "p5borda", "px", 53.957, 0.061, 2.911, 13.937, 0, 0.108, 0.359, 0, 28.303, 0.204, 0.014, 0.002, 99.86, 1.928, 0.072, 0.000, 0.051, 0.002, 0.015, 0.000, 0.003, 0.929, 0.000, 0.579, 0.402, 0.011, 0.008, 0.001, 0.000, 4.000, 0.405, 78.202, 21.393, 0.054, 0.000, 0.907, 0.083, 2.521, 0.000, 76.152, 20.283, 1.917, 0.002, 0.402, 77.602, 21.996, 99.899, 0.078, 0.023

"AAL386G", "c3", "p6meio", "px", 54.210, 0.045, 2.789, 14.168, 0, 0.121, 0.343, 0, 28.300, 0.198, 0.002, 0.003, 100.18, 1.933, 0.067, 0.000, 0.050, 0.001, 0.011, 0.000, 0.003, 0.934, 0.000, 0.570, 0.412, 0.010, 0.008, 0.000, 0.000, 4.000, 0.391, 77.784, 21.825, 0.014, 0.000, 0.715, 0.061, 2.521, 0.000, 75.913, 20.777, 1.924, 0.000, 0.389, 77.354, 22.257, 99.986, 0.012, 0.003

"AAL386G", "c3", "p7borda", "px", 54.458, 0.138, 2.487, 14.048, 0, 0.064, 0.321, 0, 28.182, 0.195, 0.00, 0.020, 99.91, 1.948, 0.052, 0.000, 0.053, 0.004, 0.000, 0.000, 0.002, 0.941, 0.000, 0.562, 0.420, 0.010, 0.007, 0.000, 0.001, 3.999, 0.385, 77.455, 22.160, 0.046, 0.000, 0.091, 0.188, 2.428, 0.000, 75.995, 21.251, 1.931, 0.000, 0.385, 77.455, 22.160, 100.000, 0.000, 0.000

"AAL386G", "c3", "p8meio", "px", 54.025, 0.097, 2.637, 13.925, 0, 0.095, 0.319, 0, 28.258, 0.197, 0.024, 0.00, 9.58, 1.937, 0.063, 0.000, 0.048, 0.003, 0.009, 0.000, 0.003, 0.938, 0.000, 0.572, 0.409, 0.010, 0.008, 0.002, 0.000, 4.000, 0.391, 77.991, 21.619, 0.084, 0.000, 0.567, 0.132, 2.343, 0.000, 76.231, 20.642, 1.927, 0.003, 0.389, 77.648, 21.963, 99.828, 0.146, 0.026

"AAL386G", "c3", "p9meio", "px", 53.973, 0.054, 2.861, 13.711, 0, 0.108, 0.324, 0, 28.264, 0.190, 0.001, 0.00, 9.49, 1.935, 0.065, 0.000, 0.056, 0.001, 0.002, 0.000, 0.003, 0.937, 0.000, 0.574, 0.409, 0.010, 0.007, 0.000, 0.000, 4.000, 0.377, 77.999, 21.624, 0.004, 0.000, 0.262, 0.073, 2.831, 0.000, 76.201, 20.629, 1.927, 0.000, 0.376, 77.913, 21.710, 99.993, 0.007, 0.000

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,Cr2O3,FeO,MnO,MgO,CaO,Na2O,K2O,F,Cl,H2O,Total,O_F_Cl,O_F,O_Cl,CTotal,BaO,Si,AlIV,Sum_T,AlVI,Ti,Fe3,Fe2,Cr,Mn,Mg,Ca,Na,K,Cations,CF,C Cl,OH,O,Fe_FeMg,Mg_FeMg

"AAL386G","c1","p40","chl",28.830,0.077,20.853,0,6.985,0.003,27.898,0.056,0.003,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,84.72,0.00,0.00,0.00,84.72,0.017,3.245,2.764,6.009,0.000,0.007,999.999,0.657,0.000,0.000,4.681,0.007,0.001,0.000,999.999,0.000,0.000,0.000,16.000,0.12,0.88

"AAL386G","c1","p41","chl",30.254,0.106,20.656,0,7.202,0.030,26.488,0.086,0.003,0.061,0.00,0.009,0.00,84.94,0.00,0.00,0.00,84.94,0.049,3.388,2.724,6.112,0.000,0.009,999.999,0.674,0.000,0.003,4.422,0.010,0.001,0.009,999.999,0.000,0.003,-0.002,16.000,0.13,0.87

"AAL386G","c3","p38","chl",28.935,0.038,20.303,0,6.693,0.017,29.567,0.042,0.015,0.003,0.039,0.012,-0.02,85.69,0.02,0.02,0.00,85.67,0.042,3.224,2.664,5.888,0.000,0.003,999.999,0.624,0.000,0.002,4.911,0.005,0.003,0.000,999.999,0.027,0.005,-0.016,16.000,0.11,0.89

"AAL386G","c3","p39","chl",28.947,0.113,20.687,0,6.495,0.024,28.275,0.012,0.004,0.011,0.104,0.009,-0.05,84.63,0.05,0.04,0.00,84.58,0.00,3.255,2.740,5.995,0.000,0.010,999.999,0.611,0.000,0.002,4.740,0.001,0.001,0.002,999.999,0.074,0.003,-0.039,16.000,0.11,0.89

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,Cr2O3,FeO,MnO,MgO,CaO,BaO,Na2O,K2O,F,Cl,H2O>Total,O_F_Cl,CTotal,Si,Ti,Al,Fe2,Cr,Mn,Mg,Ca,Ba,Na,K,Cations,CF,CCl,OH,O,Fe_FeMg,Mg_FeMg,Mgn

"AAL386G","c1","p11","t1c",58.682,0,1.438,0,6.665,0.044,25.142,0.163,0,0,0,0,0,0,92.13,0.00,92.13,7.912,0.000,0.228,0.752,0.000,0.005,5.053,0.024,0.000,0.000,0.000,13.974,0.000,0.000,0.000,24.000,0,0.13,0.87,87.05

"AAL386G","c1","p8","t1c",59.190,0,0.593,0,6.778,0.00,25.942,0.051,0,0,0,0,0,0,92.55,0.00,92.55,7.949,0.000,0.094,0.761,0.000,0.000,5.193,0.007,0.000,0.000,0.000,14.004,0.000,0.000,0.000,24.000,0.13,0.87,87.22

"AAL386G","c3","p37","t1c",59.042,0.034,1.171,0,7.021,0.058,24.818,0.157,0.030,0.058,0.051,0.00,0.004,0,92.44,0.00,92.44,7.950,0.003,0.186,0.791,0.000,0.007,4.982,0.023,0.002,0.015,0.009,13.968,0.000,0.002,0.000,24.000,0.14,0.86,86.30

Sample,Analysis,Location,Mineral,SiO2,TiO2,Al2O3,FeO,Cr2O3,MnO,MgO,CaO>Total,Si,Al,Ti,Fe2,Fe3,Cr,Mn,Mg,Ca,Na,K,Cations

"AAL386G","c3","p17borda","op",0.029,51.427,0.00,42.379,0.065,0.791,2.552,0,97.24,0.001,0.000,1.977,1.811,999.999,0.003,0.034,0.194,0.000,999.999,999.999,999.999

"AAL386G","c3","p19meio","op",0.004,50.795,0.00,43.179,0.054,0.809,2.505,0.011,97.36,0.000,0.000,1.959,1.851,999.999,0.002,0.035,0.191,0.001,999.999,999.999,999.999

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Cr₂O₃, MnO, MgO, Total, Si, Al, Ti, Fe₂, Fe₃, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

"AAL386G", "c1", "p13", "spl", 0.008, 0.044, 60.257, 21.726, 1.947, 0.132, 13.802, 97.92, 0.002, 15.364, 0.007, 3.934, 999.999, 0.333, 0.024, 4.455, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c1", "p14", "spl", 0.020, 0.017, 60.409, 21.124, 1.893, 0.131, 13.819, 97.41, 0.004, 15.433, 0.003, 3.832, 999.999, 0.324, 0.024, 4.469, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c1", "p17", "spl", 0.021, 0.014, 59.998, 21.606, 2.321, 0.109, 13.542, 97.61, 0.005, 15.354, 0.002, 3.927, 999.999, 0.398, 0.020, 4.387, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c2", "p10", "spl", 0.028, 0.058, 59.092, 21.208, 2.150, 0.115, 14.317, 96.97, 0.006, 15.215, 0.010, 3.878, 999.999, 0.371, 0.021, 4.667, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c2", "p11", "spl", 0.006, 0.031, 59.715, 21.334, 1.944, 0.103, 14.245, 97.38, 0.001, 15.296, 0.005, 3.881, 999.999, 0.334, 0.019, 4.619, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Cr₂O₃, MnO, MgO, Total, Si, Al, Ti, Fe₂, Fe₃, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

"AAL386G", "c2", "p12", "spl", 0.002, 0.058, 59.972, 21.413, 1.928, 0.157, 13.672, 97.20, 0.000, 15.391, 0.010, 3.902, 999.999, 0.332, 0.029, 4.442, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c2", "p9", "spl", 0.00, 0.00, 59.907, 21.284, 1.873, 0.113, 14.353, 97.53, 0.000, 15.312, 0.000, 3.863, 999.999, 0.321, 0.021, 4.644, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c3", "p11meio", "spl", 0.007, 0.029, 60.328, 20.920, 1.687, 0.114, 14.095, 97.18, 0.002, 15.430, 0.005, 3.800, 999.999, 0.289, 0.021, 4.564, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c3", "p12borda", "spl", 0.014, 0.00, 60.810, 21.273, 1.673, 0.106, 13.881, 97.76, 0.003, 15.472, 0.000, 3.844, 999.999, 0.285, 0.019, 4.471, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c3", "p13meio", "spl", 0.022, 0.052, 60.637, 21.301, 1.398, 0.113, 14.096, 97.62, 0.005, 15.448, 0.008, 3.854, 999.999, 0.239, 0.021, 4.546, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Cr₂O₃, MnO, MgO, Total, Si, Al, Ti, Fe₂, Fe₃, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

AAL386G", "c3", "p14meio", "spl", 0.012, 0.086, 60.832, 20.817, 1.529, 0.128, 14.340, 97.74, 0.003, 15.445, 0.014, 3.753, 999.999, 0.260, 0.023, 4.609, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c3", "p15meio", "spl", 0.00, 0.005, 58.792, 22.673, 2.422, 0.107, 12.814, 96.81, 0.000, 15.281, 0.001, 4.185, 999.999, 0.422, 0.020, 4.216, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c3", "p16", "spl", 0.015, 0.033, 60.651, 20.760, 1.482, 0.133, 14.507, 97.58, 0.003, 15.424, 0.005, 3.749, 999.999, 0.253, 0.024, 4.670, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

"AAL386G", "c3", "p18", "spl", 0.022, 0.289, 61.579, 19.179, 1.371, 0.120, 15.276, 97.84, 0.005, 15.480, 0.046, 3.424, 999.999, 0.231, 0.022, 4.861, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999, 999.999

Sample, Analysis, Location, Mineral, SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Cr₂O₃, MnO, MgO, CaO, Total, Nb₂O₅, Si, Al, Ti, Fe₂, Fe₃, Cr, Mn, Mg, Ca, Na, K, Cations

"AAI354A", "c2", "p69", "op", 3.622, 0.209, 1.552, 45.156, 14.955, 0.415, 0.140, 0.291, 66.38, 0.036, 1.737, 0.877, 0.075, 18.114, 999.999, 5.665, 0.169, 0.100, 0.150, 999.999, 999.999, 999.999

"AAI354A", "c2", "p70", "op", 0.022, 0.860, 2.701, 48.858, 37.812, 1.620, 0.072, 0.91, 94.0, 0.008, 1.091, 0.222, 14.016, 999.999, 10.243, 0.471, 0.037, 0.000, 999.999, 999.999, 999.999

"AAI354A", "c2", "p71", "op", 0.032, 0.602, 3.552, 43.135, 43.287, 1.712, 0.099, 0.92, 42.0, 0.011, 1.391, 0.151, 11.993, 999.999, 11.365, 0.482, 0.049, 0.000, 999.999, 999.999, 999.999

"AAI354A", "c2", "p74", "op", 0.027, 0.616, 3.572, 44.408, 42.654, 1.821, 0.074, 0.155, 93.33, 0.007, 0.009, 1.390, 0.153, 12.272, 999.999, 11.131, 0.510, 0.036, 0.055, 999.999, 999.999, 999.999

"AAI354A", "c2", "p75", "op", 21.048, 0.536, 3.642, 31.466, 29.164, 1.125, 7.653, 4.061, 98.69, 0.00, 5.305, 1.081, 0.102, 6.633, 999.999, 5.805, 0.240, 2.876, 1.097, 999.999, 999.999, 999.999

ANEXO 7

TABELAS DE DADOS ISOTÓPICOS E GEOCRONOLÓGICOS

TABELA I: Dados Sm/Nd obtidos junto ao CPGeo do IGC da USP, em 2000.

AMOSTRA	FRAÇÃO	ROCHA	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro	fSm/Nd	E (0)	TDM (Ma)
AAL-205 A	rocha total	anfíbólio xisto	3,923	12,883	0,1841	0,0009	0,511561	0,000012	-0,06	-21,01	2731,20
AAL-302 B	rocha total	granada anfíbólio	8,739	32,863	0,1609	0,0007	0,512110	0,000015	-0,18	-10,30	2731,20
AAL-302 B	Granada	granada anfíbólio	6,708	19,943	0,2034	0,0008	0,512298	0,000012	-0,03	-6,63	2731,20
AAL-302 B	Anfíbólio	granada anfíbólio	9,335	33,863	0,1667	0,0007	0,512203	0,000009	-0,15	-8,49	2767,70
AAL-302 B	Plagioclásio	granada anfíbólio	1,353	6,229	0,1314	0,0005	0,512072	0,000008	-0,33	-11,04	1795,00
AAL-310 E	rocha total	metaharzburgito	0,459	1,645	0,1688	0,0010	0,512115	0,000030	-0,14	-10,20	3251,60
AAL-323	rocha total	Olivina-ortopiroxênio anfíbólio	3,197	12,028	0,1607	0,0006	0,511996	0,000016	-0,18	-12,52	3081,60

TABELA II: Dados Sm/Nd obtidos junto ao Laboratório de Geocronologia do Instituto de Geociências da UnB. Analista Simone, Maio/2.003.

AMOSTRA	FRAÇÃO	ROCHA	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro	E (0)	TDM (Ma)
AAL-209 F	Rocha total	anfíbólio	2,013	7,110	0,1711	0,0010	0,512176	0,000015	-9,30	3240,00
AAL-321 C	Rocha total	granada anfíbólio	3,755	13,186	0,1721	0,0010	0,512172	0,000015	-9,42	3350,00
AAL-385 B	Rocha total	anfíbólio	1,932	9,649	0,1210	0,0010	0,511451	0,000015	-23,15	2620,00
AAL-385 C	Rocha total	anfíbólio	1,048	33,589	0,0189	0,0010	0,513158	0,000015	10,14	-449,00
AAL-385 E	Rocha total	anfíbólio xisto	1,233	4,472	0,1667	0,0010	0,512290	0,000015	-6,79	2440,00
AAL-385 F	Rocha total	granada anfíbólio xisto	1,504	5,198	0,1749	0,0010	0,512392	0,000015	-4,80	2560,00
AAL-385 G	Rocha total	anfíbólio xisto	3,311	10,290	0,1945	0,0010	0,512235	0,000015	-7,86	25869,00
AAL-386 A	Rocha total	hidrotermalito	2,444	13,121	0,1126	0,0010	0,511637	0,000015	-19,53	2110,00
AAL-398 A1	Rocha total	metatalcito	8,801	38,470	0,1383	0,0010	0,511677	0,000015	-18,96	2770,00
AAL-401 B	Rocha total	metagabro	140,930	729,380	0,1168	0,0010	0,511593	0,000015	-20,39	1984,00
Branco 7 (pg)			1878,800	9319,4						
Branco 8 (pg)			218,200							
BCO 10 (pg)			401,500	10,1 ng						

TABELA III: Dados de U/Pb obtidos no Laboratório de Geocronologia da UnB - julho/2003

AMOSTRA Fração	Peso (mg)	U ppm	Pb ppm (obs.)	Pb206 Pb204 (obs.)	Pb207* U235	± 2σ (pct)	Proporções Radiogênicas (Dados Isótopos)				Pb206* U238	± 2σ (Ma)	Pb207* U235 Age	± 2σ (Ma)	Pb207* Pb206* Idade	± 2σ (Ma)				
							Coef. Correl. (rho)	Pb207* Pb206* (pct)	± 2σ (pct)	Pb206* U238 Idade										
AAL213A																				
M(0)1	0.098	33	12	1060	5.6220	0.44				0.32859	0.38	0.877	0.12409	0.21	1832	8	1920	7	2015	4
M(1)2	0.106	38	13	507	5.2823	0.47				0.30479	0.43	0.912	0.12569	0.20	1715	8	1866	8	2039	3
M(2)3	0.040	46	14	626	4.7262	0.97				0.28074	0.93	0.961	0.12210	0.27	1595	16	1772	16	1987	5
AAL411A																				
M(0)13	0.020	286	80	1264	3.5152	0.35				0.24695	0.35	0.996	0.10328	0.03	1423	5	1531	5	1683	1
M(1)15	0.044	93	23	2213	3.3080	0.25				0.23526	0.25	0.994	0.10198	0.03	1362	3	1483	4	1661	1
M(1)14	0.024	115	23	1205	2.5944	0.81				0.19602	0.79	0.992	0.09599	0.10	1154	9	1299	10	1548	2
NM(0)12	0.022	161	31	1545	2.4233	0.36				0.18599	0.34	0.971	0.09450	0.09	1100	4	1250	4	1518	2

Tabela IV: Resultado da análise por K/Ar do metabasalto, obtido junto ao CPGeo do IGc, da USP.

SPK	N. de Campo	Material Analisado	Rocha	% de K	erro de K (%)	A ⁴⁰ Rad ccSTP/g (*10 ⁻⁶)	A ⁴⁰ Atm (%)	Tmax (Ma)	Idade (Ma)	Erro Max (Ma)
7901	AAL-353A									

Tabela V: Resultados Rb/Sr obtidos junto ao CPGeo do IGc, da USP, em 2.004.

ident	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	ERRO	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	erro	Sr (ppm)	erro	Rb (ppm)	erro
AAL 385C	0.674	0.013	0.710686	0.000023	71.12	1.42	16.98	0.34
AAL 385G	0.072	0.001	0.710715	0.000018	37.64	0.75	0.95	0.02
AAL 11	0.043	0.001	0.706026	0.000014	95.13	1.90	1.46	0.03
AAL 209	0.192	0.004	0.749118	0.000014	114.28	2.29	7.75	0.15
AAL302B	0.158	0.003	0.709578	0.000017	191.24	3.82	10.73	0.21
AAL321C	0.069	0.001	0.70361	0.000012	208.39	4.17	5.08	0.10
AAL323	0.013	0.000	0.709257	0.000015	215.18	4.30	0.96	0.02
AAL385B	0.245	0.005	0.709827	0.000017	151.75	3.03	13.19	0.26
AAL386A	4.284	0.086	0.745969	0.000016	6.71	0.13	10.15	0.20
AAL401B	0.331	0.007	0.713228	0.000025	153.42	3.07	17.96	0.36
Branco*	1.582	0.032	0.712418	0.000066	0.0027	0.0001	0.0015	0.00003
Branco**							0.00208	0.00004

* Branco da série de amostras AAL-385 C e AAL-385G

** Branco da série de amostras AAL-11 a AAL 401B; Não foi possível de medir branco de Sr

Obs:

- 1) Os brancos nas colunas de Sr (ppm) e Rb (ppm) devem ser lidos como **µg**.
- 2) Algumas análises quantitativas por diluição isotópica de Sr e de Rb apresentam valores de Sr muito distintos com os de raios X de Rio Claro, tais como AAL323 e PO 70B; A amostra AAL-11 possui valor -27 ppm para Raios X de Rio Claro (ou seja, está abaixo do limite detecção!), enquanto quando analisado por processo de diluição isotópica altera para 1.46 ppm. Exceto estes casos, para as demais amostras parecem estar bem.
- 3) As análises de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ foram efetuadas por espectrômetro multi coletor da Finnigan Mat 262.
- 4) Tratam-se de rochas máficas → Normalmente são muito difíceis de serem datadas.

Tabela VI: Recálculos das idades modelo em estágio duplo (CPGeo do IGc, da USP, 2.004).

Tc(GA)	TDM (GA)	€ (Tc)	€ Tc(GA)	TDM (GA)	€ (Tc)	AMOSTRA
0.5	2.42	-17.35	2	3.60	-19.90	AAL-11
0.5	2.32	-15.70	2	3.47	-17.46	AAL-11
0.5	2.12	-12.50	2	2.48	-1.56	AAL-11
0.5	2.23	-14.27	2	2.96	-8.74	AAL-11
0.5	1.86	-8.63	2	1.95	5.34	AAL-43A1
0.5	2.58	-20.21	2	3.49	-17.79	AAL-205 A
0.5	1.82	-8.02	2	2.45	-1.17	AAL-302 B
0.5	1.76	-7.06	2	2.93	-8.34	AAL-302 B
0.5	1.72	-6.57	2	2.43	-0.83	AAL-302 B
0.5	1.74	-6.88	2	1.93	5.62	AAL-302 B
0.5	1.85	-8.42	2	2.59	-3.08	AAL-310 E
0.5	1.97	-10.23	2	2.61	-3.34	AAL-323
0.65	1.85	-6.89	2	2.55	-2.48	AAL-209 F
0.65	1.86	-7.05	2	2.57	-2.81	AAL-321 C
0.65	2.49	-16.88	2	2.64	-3.84	AAL-385 B
			2	1.93	5.63	AAL-385 C ***
0.65	1.66	-4.30	2	2.31	0.86	AAL-385 E
0.65	1.56	-2.99	2	2.31	0.76	AAL-385 F
0.65	1.91	-7.80	2	2.90	-7.87	AAL-385 G ***
0.65	2.22	-12.55	2	2.23	1.93	AAL-386 A
0.65	2.31	-13.90	2	2.64	-3.85	AAL-398 A1
0.65	2.30	-13.76	2	2.37	0.00	AAL-401 B

Tabela VII: Resultados Ar/Ai, amostra AAL-354 A, obtidos junto ao CPGeo do IGc, da USP, em 2.004.

Amostra	Material	Nº Lab	Laser (W)	40/39	38/39	37/39	36/39	40*/39	%Rad	Ar40 (mols)	Idade (Ma)	± (Ma)
AAL-354A	anfíbolito	1856-01A	0.4	1044.2600	-0.03360	9.57870	0.12012	1015.9400	96.7	6.05E-15	2696.70	88.71
		1856-01B	0.6	173.41750	0.01059	17.98571	0.01721	171.76860	97.9	1.06E-14	830.61	7.58
		1856-01C	0.8	158.55490	-0.02983	19.12346	-0.02835	170.56580	106.2	2.36E-15	825.94	17.60
		1856-01D	1.1	160.22680	-0.01022	0.67202	-0.04989	175.09640	109.2	7.67E-16	843.46	39.01
		1856-01E	1.5	177.45380	0.04917	9.44734	0.01981	173.41860	97.1	6.21E-16	836.99	52.36
		1856-01F	2.0	440.87450	-0.00809	5.12352	0.03676	431.86800	97.6	2.16E-15	1631.37	56.72
		1856-01G	2.5	335.43450	0.08051	12.76788	0.09344	311.45010	92.1	1.70E-15	1304.00	48.34
		1856-01H	3.2	167.66700	0.04005	23.29609	0.06819	151.65960	89.1	9.59E-16	750.95	30.64
		1856-02A+	0.4	2318.4300	0.27754	13.98426	1.13738	2001.9550	85.6	4.79E-15	3709.23	216.54
		1856-02B+	0.5	407.97090	0.03203	25.39764	0.04323	403.95450	97.4	6.47E-15	1560.60	43.41
		1856-02C+	0.6	171.97560	0.02412	16.08009	0.01957	169.23960	97.4	8.22E-15	820.78	9.20
		1856-02D+	0.8	169.48380	0.02025	13.27379	0.02227	165.38500	96.7	3.55E-15	805.70	14.43
		1856-02E+	1.4	154.40570	0.01161	17.58659	-0.00382	158.74350	101.6	1.89E-15	779.41	22.58
		1856-02F+	2.2	193.73270	-0.00491	29.84576	0.00710	197.85050	100.1	3.27E-15	928.95	17.02
		1856-02G	3.2	258.96020	-0.22975	0.00000	-0.10669	290.45760	112.2	7.15E-16	1240.31	77.29
		1856-03A	0.4	1096.4620	0.41355	0.13151	0.33749	996.8756	90.9	2.21E-15	2670.25	151.20
		1856-03B	0.5	407.55730	0.09534	29.81372	0.07203	396.41240	95.3	3.78E-15	1540.99	37.66
		1856-03C	0.6	158.46630	0.04971	23.33569	0.03428	152.50300	94.8	4.37E-15	754.36	10.46
		1856-03D	0.8	156.38680	0.03557	20.68887	0.02819	151.73690	95.7	4.19E-15	751.26	11.56
		1856-03E	1.4	155.41640	0.01815	20.95345	0.00606	157.43260	99.9	1.93E-15	774.18	17.87
		1856-03F	2.2	165.97150	-0.00567	26.78067	-0.02732	179.29310	106.1	2.58E-15	859.54	15.42

Tabela VIII: Resultados Ar/Ar, amostra AAL-386 G, obtidos junto ao CPGeo do IGc, da USP, em 2.004.

AAL-386G	anfíbolito	1857-01A	0.3	644.76900	0.65185	51.52855	1.12299	328.16260	49.2	3.59E-16	1353.14	868.13
		1857-01B	0.5	140.96990	-0.00337	27.91102	0.04945	130.93350	91.2	2.32E-15	664.98	25.82
		1857-01C	0.8	107.78590	0.01873	36.93526	0.02111	107.02500	96.9	7.91E-15	560.45	4.93
		1857-01D	1.0	110.98840	-0.10668	0.00000	-0.03948	122.64140	110.5	2.70E-16	629.41	64.67
		1857-01E	1.8	803.97050	-0.22699	0.00000	-0.13645	844.26540	105.0	1.13E-15	2443.22	194.67
		1857-01F	3.2	80.10434	0.11471	9.42158	0.17621	28.95270	35.9	1.62E-16	169.58	85.36
		1857-02A	0.5	132.27980	0.13095	40.01334	0.21895	72.61137	53.4	5.21E-16	398.49	54.94
		1857-02B	0.7	108.83780	0.01100	35.03761	0.02767	105.82780	95.0	3.05E-15	555.06	9.21
		1857-02C	0.8	105.56830	0.00918	50.99592	0.01880	107.59270	98.5	3.78E-15	563.01	7.50
		1857-02D	1.2	108.45670	0.01353	22.91532	0.01095	108.64290	98.7	4.68E-15	567.72	7.40
		1857-02E	2.0	125.95200	0.02314	2.65884	0.01135	123.02040	97.5	5.89E-15	631.05	4.44
		1857-02F	3.2	118.12350	0.06961	6.56709	-0.08383	144.03830	121.4	1.81E-16	719.81	90.12
		1857-03A	0.5	144.72130	0.02522	21.59730	0.06736	128.32260	87.4	1.44E-15	653.86	21.82
		1857-03B	0.7	111.16000	0.00216	30.00434	0.01365	111.66420	98.5	5.47E-15	581.22	6.95
		1857-03C	0.8	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-
		1857-03D	1.2	109.53020	0.00593	33.36573	0.01381	110.47030	98.6	8.47E-15	575.89	4.60
		1857-03E	2.0	135.47620	-0.03006	0.00000	-0.03952	147.15060	108.6	9.22E-16	732.59	26.42
		1857-03F	3.2	109.56660	0.06740	25.13375	0.02237	106.68320	95.7	4.26E-16	558.91	43.48

Tabela IX: Resultados Ar/Ar, amostra AAL-345 B (SOR-13B), obtidos junto ao CPGeo do IGc, da USP, em 2.004.

SOR-13B	anfíbólio	1858-01A	0.3	1871.4230	0.14652	0.00000	2.60534	1101.4990	58.9	2.18E-15	2810.87	580.20
		1858-01B	0.5	127.86960	0.00772	23.30090	0.03033	122.60030	94.4	5.77E-15	629.23	13.38
		1858-01C	0.8	124.50790	0.01494	22.51360	0.03339	118.14360	93.5	7.98E-15	609.82	4.88
		1858-01D	1.1	125.44820	-0.05437	11.45907	-0.02911	135.95990	107.6	1.31E-15	686.21	20.56
		1858-01E	1.4	122.45560	-0.03087	10.01350	-0.01698	129.09720	104.7	3.97E-16	657.17	75.50
		1858-01F	3.2	118.34830	0.00369	21.25183	0.01471	117.29500	97.7	2.81E-15	606.10	10.37
		1858-02A	0.5	166.21540	0.00185	14.74978	0.09904	139.44850	83.1	4.58E-15	700.80	12.77
		1858-02B	0.6	117.97270	0.01614	6.51964	0.01977	113.12280	95.5	4.38E-15	587.69	9.59
		1858-02C	0.7	114.01090	-0.00047	15.99414	0.00537	114.87730	99.7	5.31E-15	595.46	6.56
		1858-02D	0.8	116.41100	0.00071	3.18064	-0.00037	117.01000	100.3	6.82E-16	604.85	42.26
		1858-02E	1.2	112.00200	0.01042	4.87887	0.00478	111.32540	99.1	7.40E-16	579.71	27.42
		1858-02F	1.9	113.94030	0.00352	6.22818	0.02675	106.95570	93.5	9.27E-16	560.14	23.01
		1858-02G	3.2	116.86080	-0.01975	17.18262	-0.00108	119.86760	101.4	2.61E-15	617.35	11.10
		1858-03A	0.5	137.13350	0.00564	12.63183	0.03561	128.66180	93.0	4.68E-15	655.31	12.11
		1858-03B	0.6	113.74440	-0.00184	8.92503	0.00468	113.72240	99.4	4.47E-15	590.35	7.30
		1858-03C	0.7	116.22410	-0.01039	18.60039	-0.00391	120.29600	102.2	3.08E-15	619.22	8.37
		1858-03D	0.8	102.58500	0.09999	23.38007	0.14383	62.87432	60.3	3.80E-16	349.89	51.18
		1858-03E	1.2	42.36772	-0.00144	3.41840	0.01220	39.11442	92.1	1.54E-15	225.51	5.50
		1858-03F	1.9	112.85570	0.04218	1.98737	0.16253	65.06744	57.6	1.81E-14	360.95	4.92
		1858-03G	3.2	106.44770	0.05775	19.41524	0.10837	76.92007	71.3	5.85E-16	419.58	37.58