

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO MINERALÓGICO E PETROGRÁFICO DA
INTRUSÃO "FACÃO", GRUPO MATA DA CORDA
(CRETÁCEO), PRESIDENTE OLEGÁRIO, MG.**

Simone da Silva

Orientador: Prof. Dr. Francisco Rubens Alves

Co-Orientadores: Prof. Dr. Darcy P. Svisero
Prof. Dr. Excelso Ruberti

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2003/50)

SÃO PAULO
2003

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ESTUDO MINERALÓGICO E PETROGRÁFICO DA
INTRUSÃO “FACÃO”, GRUPO MATA DA CORDA
(CRETÁCEO), PRESIDENTE OLEGÁRIO, MG.**

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF/2003 – 50)**

Simone da Silva

Orientação: Profº. Dr. Francisco Rubens Alves
Co-orientação: Profº. Dr. Darcy P. Svisero e Profº. Dr. Excelso
Ruberti

12/11/2003

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

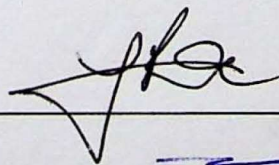
**ESTUDO MINERALÓGICO E PETROGRÁFICO DA
INTRUSÃO “FACÃO”, GRUPO MATA DA CORDA
(CRETÁCEO), PRESIDENTE OLEGÁRIO, MG**

SIMONE DA SILVA

Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

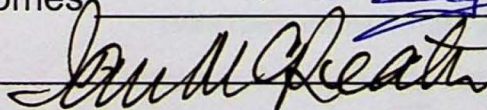
Prof. Dr. Francisco Rubens Alves



Prof. Dr. Celso de Barros Gomes



Prof. Dr. Ian McReath



São Paulo

2003

Aos meus familiares,
principalmente à minha mãe Dona Cida
e meu pai Sr. José, por seu amor, paciência
e por não medirem esforços
para propiciar sempre o melhor, em todos os sentidos.

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO.....	01
2. RESUMO.....	02
3. ABSTRACT.....	03
4. INTRODUÇÃO.....	04
5. METAS E OBJETIVOS.....	08
6. TRABALHOS PREVIOS.....	08
6.1. Geologia Regional.....	08
6.1.01. O Cráton do São Francisco.....	08
6.1.02. O Cráton sob a Bacia do Paraná.....	09
6.1.03. A Faixa Brasília.....	09
6.1.04. O Arco do Alto Paranaíba.....	09
6.1.05. A Bacia do Paraná no Oeste Mineiro.....	11
6.1.06. A Bacia Sanfranciscana.....	12
6.1.07. Província Ígnea do Alto Paranaíba.....	17
6.2. Tipos Magmáticos.....	18
6.2.01. Kimberlitos.....	18
6.2.02. Orangeitos.....	19
6.2.03. Lamproitos.....	19
6.2.04. Kamafugitos.....	22
7. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
7.1. Preparação das Amostras.....	23
7.1.01. Lâminas Petrográficas.....	23
7.1.02. Seções Polidas para a Microsonda.....	23
7.2. Caracterização Petrográfica.....	23
7.2.01. Equipamentos Utilizados para a Descrição Petrográfica.....	25
7.3. Microsonda Eletrônica.....	25
8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	26

8.1. Pesquisa Bibliográfica.....	26
8.2. Geoprocessamento do Projeto Chaminés.....	27
8.3. Geologia Local.....	27
8.4. Descrição Macro/Microscópica das Amostras.....	29
8.5. Análises Químicas com Microsonda Eletrônica.....	29
8.6. Processamento dos Dados Obtidos nas Análises Químicas.....	30
9. RESULTADOS OBTIDOS.....	30
9.1. Descrição Petrográfica.....	30
9.1.01. Macroscópica.....	30
9.1.02. Microscópica.....	30
9.2. Resultados das Análises Químicas.....	32
9.2.01. Olivinas.....	32
9.2.02. Clinopiroxênios.....	32
9.2.03. Flogopitas.....	34
9.2.04. Opacos.....	38
9.2.05. Perovskita.....	38
9.2.06. Vidro.....	40
9.2.07. Zeólitas.....	40
10. COMPARAÇÃO ENTRE A LITERATURA ESPECIALIZADA.....	40
10.1. Olivina.....	40
10.2. Clinopiroxênio.....	43
10.3. Flogopita.....	43
10.4. Opacos.....	45
10.5. Perovskita.....	48
10.6. Vidro.....	50
11. INTERPRETAÇÃO/DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	50
12. CONCLUSÕES.....	52
13. APROVEITAMENTO PESSOAL.....	53
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 01 – Mapa de Localização da Intrusão.....	05
Figura 02 – Localização da Província Ígnea do Alto Paranaíba e do Cráton do São Francisco.....	06
Figura 03 – Província Ígnea do Alto Paranaíba.....	07
Figura 04 – Possível Cráton Arqueano sob a Bacia do Paraná.....	10
Figura 05 – Evolução Paleogeográfica da Bacia Sanfranciscana.....	13
Figura 06 – Mapa de Localização e Geologia Simplificada da Bacia Sanfranciscana.....	14
Figura 07 – Estratigrafia da Bacia Sanfranciscana.....	15
Figura 08 - Estratigrafia (Mesozóico e Terciário) da Bacia Sanfranciscana	16
Figura 09 A e 9 B – Pipes Kimberlíticos e Lamproíticos.....	21
Figura 10 A– Fluxograma da Execução de Lâminas para Descrição Petrográfica.....	24
Figura 10 B – Fluxograma da Execução de Seções para Análise em Microsonda Eletrônica.....	24
Figura 11 – Seção Esquemática Observada nas proximidades das Cidades de Presidente Olegário e Patos, MG.....	28
Figura 12 – Relação entre os Componentes Magnésio e Ferro em Macro e Microcristais de Olivina.....	33
Figura 13 – Histograma Indicativo da composição (porcentagem de molécula de Forsterita) dos Cristais de Olivina da Intrusão Facão.....	33
Figura 14 – Diagrama En (enstatita) – Fs (ferrossilita) – Wo (wollastonita) dos Cristais de Clinopiroxênio da Intrusão Facão.....	35
Figura 15 – Diagrama Q (Ca + Mg + Fe²⁺) – J(2Na) dos cristais de clinopiroxênio da Intrusão Facão.....	36
Figura 16 – Relação entre os óxidos dos Cristais de Clinopiroxênio.....	36
Figura 17 – Distribuição de Al, Mg e Fe Para os Cristais de Flogopita da Intrusão Facão.....	37
Figura 18 – Comparação entre o conteúdo de Al₂O₃ em cristais de flogopita com ou sem zoneamento.....	37
Figura 19 – Teor de TiO₂ em Opacos da Intrusão Facão.....	39
Figura 20 - Teor de Al₂O₃ em Opacos da Intrusão Facão.....	39

Figuras 21 A e B – Gráficos Mostrando as Relações entre Pesos (%) dos Óxidos Al_2O_3 , MgO , BaO presentes em Vidros Inclusos em Olivinas ou Matriciais.....	41
Figuras 22 – Relações entre os Elementos Constituintes das Zeólitas da Intrusão Facão.....	42
Figura 23 – Comparação entre a Composição de Cristais de Clinopiroxênio.....	44
Figura 24 – Comparação entre os Trends Composicionais de Micas da Intrusão Facão, Kimberlitos, Minettes e Lamproitos.....	46
Figura 25 – Comparação entre as Flogopitas da PIAP e da Intrusão Facão	47
Figura 26 – Relações $Fe^{2+}_T/(Fe^{2+}_T+Mg)$ versus $Ti/(Ti+Cr+Al)$ para análises da Intrusão Facão.....	49
Figura 27 – Relações Na_2O versus FeO_T para análises de Cristais de Perovskita da Intrusão Facão.....	51

TABELAS

Tabela 01 – Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná no Oeste Mineiro.....	11
Tabela 02 – Principais Especificações dos Equipamentos utilizados para Descrição Petrográfica.....	26
Tabela 02 – Condições Analíticas por MSE / WDS.....	26
Tabela 04 - Cronograma de Atividades para o Desenvolvimento do Trabalho de Formatura.....	26

ANEXOS

Anexo 1 – Fichas para descrição microscópica de lâminas petrográfica

Anexo 2 – Pranchas de Fotomicrografias

Anexo 3 – Resultados Obtidos nas análises por MSE

1. IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto de Geociências

Projeto n° 50

Tema: ESTUDO MINERALÓGICO E PETROGRÁFICO DA INTRUSÃO FACÃO, NA REGIÃO DE PRESIDENTE OLEGÁRIO, MG.

Aluna: Simone da Silva

Orientação: Profº. Dr. Francisco Rubens Alves - GMG

Co-orientação: Profº. Dr. Darcy P. Svisero - GMG e Profº. Dr. Excelso Ruberti – GMG

São Paulo, 2003.

2. RESUMO

Neste estudo são descritas características petrográficas e de química mineral da Intrusão Facão, localizada na Província Ígnea do Alto Paranaíba, oeste de Minas Gerais – MG, a mais volumosa ($>15.000 \text{ km}^3$) província ultramáficas potássica do mundo, lugar de complexos carbonatíticos, rochas vulcânicas, rochas piroclásticas e depósitos de diamante, fosfato, pirocloro, nióbio e titânio.

Para este estudo, realizou-se exaustiva pesquisa bibliográfica, análises por petrografia macro e microscópica detalhada e por dispersão de comprimento de onda (microsonda), permitindo estudo aprofundado da mineralogia e química dos minerais que constituem a intrusão.

As rochas da Intrusão Facão, microscopicamente, constituem-se de rochas porfíricas a seriadas com matriz fina, onde se observam macro e microcristais de olivina (Fo_{83-90}), microfenocristais de diopsídio com ou sem zoneamento e matriz que apresenta abundantes cristais euédricos alongados de diopsídio com espessura de aproximadamente $0,005 \text{ mm}$, bolsões de flogopita, comumente zonada, perovskita e minerais do grupo do espinélio, série ulvoespinélio-magnetita, além de paragênese hidrotermal.

Aspectos químicos, visto que rochas de afinidade kimberlítica, orangeítica, lamproítica e kamafugítica são semelhantes em sua aparência petrográfica (macro e microscópica), indicam que a Intrusão Facão apresenta afinidade lamproítica, sendo, portanto, classificadas como hialo-flogopita-diopsídio-olivina lamproito.

3. ABSTRACT

Petrographic and mineral chemistry features of Facão Intrusion, located at the Alto Paranaíba Igneous province, western Minas Gerais – MG, is one of the world's most voluminous mafic potassic provinces ($>15.000 \text{ km}^3$), site of carbonatite-bearing plutonic alkaline complexes, volcanic rocks, pyroclastic rocks and diamond, phosphate, pyrochlore, niobium and titanium deposits.

For this paper, was made exhausted bibliographic search, petrographic studies and wavelength dispersion system (microprobe) leads to mineralogy and chemistry deep study of the minerals from intrusion.

The rocks from Facão Intrusion, microscopically, are composite by porphyritic to seriated rocks, with olivine macrocrysts and microcrysts (Fo_{83-90}), despite microphenocrysts with or without zoned and matrix with groundmass diopsides (0,005 mm) euhedral crystals, phogopite zoned, perovskite and minerals from spinel group, ulvospinel-magnetite serie, besides hidrothermal paragenesis.

Chemical aspects, since kimberlites, orangeites, lamproites and kamafigiticrocks are very similar in their macroscopic and petrographic appearance, indicate which Facão Intrusion show lamproitic affinity, been, therefore, ranked how hyalo-phogopite-diopside-olivine lamproite.

4. INTRODUÇÃO

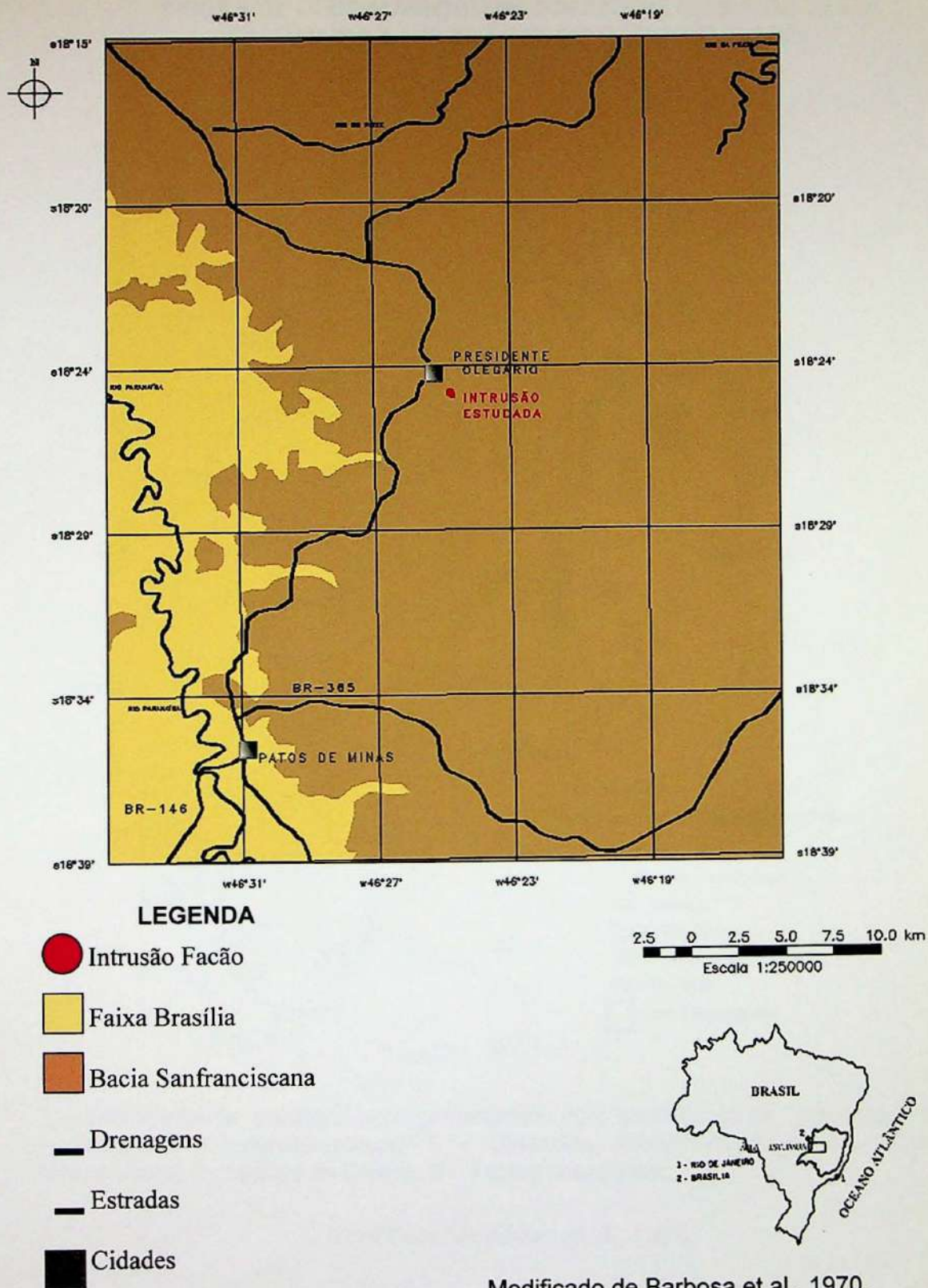
A Província Ígnea do Alto Paranaíba (PIAP) (Gibson et al. 1995), sudoeste do Brasil, onde se localiza a intrusão que esta sendo analisada (Figura 01), é a mais volumosa (> 15.000 km³) província ultramáfica potássica conhecida no mundo; consiste de complexos carbonatíticos maiores (Araxá, Catalão I e II, Salitre, Serra Negra e Tapira) e intrusões alcalinas relacionadas menores, além de rochas vulcânicas, tufos, lavas e depósitos piroclásticos associados ao Grupo Mata da Corda (Leonardos et al. 1991). Determinações isotópicas, K/Ar, U/Pb e Rb/Sr, em micas dessas rochas, revelam idades no intervalo de 80-109 Ma (Cordani & Hasui 1968; Bizzi et al. 1991). O magmatismo que originou a PIAP ocorreu em área restrita ocupada pela Faixa Brasília, cercada pela margem oeste do Cráton do São Francisco (Barbosa et al. 1970), área esta que também é uma das principais províncias ígneas alcalinas cretáceas localizadas ao longo da margem da Bacia do Paraná no Brasil e Paraguai. (Almeida 1967, 1983 e 1986, Barbosa et al. 1970, Cordani et al. 2000, Dardenne 2000, Fuck et al. 1993, Teixeira et al. 2000). (Figuras 02 e 03).

Análises geoquímicas e petrológicas detalhadas de toda a PIAP (Araújo et al. 2001, Bizzi et al. 1991, Carlson et al. 1996, Esperança et al. 1995, Gibson et al. 1995, Leonardos et al. 1991, Meyer et al. 1991, Sgarbi & Valença 1993 e 1995, Svisero 1979, Svisero et al. 1979, 1981 e 1984) mostram que ela é composta de relativa diversidade de suítes ultrapotássicas/potássicas, ultramáficas/máficas, na forma de intrusões hipoabissais e lavas insaturadas em sílica, isto é, rochas kimberlíticas, kamafugíticas e lamproíticas. Todas têm altas concentrações de elementos traços incompatíveis (Ba = 1500-1600 ppm e Th = 12-40 ppm, por exemplo) e fortemente enriquecidos em elementos Terras Raras Leves em relação aos elementos Terras Raras Pesados (La/Yb = 50 – 230).

Do ponto de vista econômico a PIAP também apresenta grande importância visto que rochas kimberlíticas e lamproíticas, quando situadas em regiões geologicamente estáveis, são a fonte primária de diamantes naturais (Gonzaga et al. 1994, Gonzaga & Tompkins 1991, Hasui & Penalva 1970, Sgarbi et al. 2001, Rimann 1917, Tompkins & Gonzaga 1989).

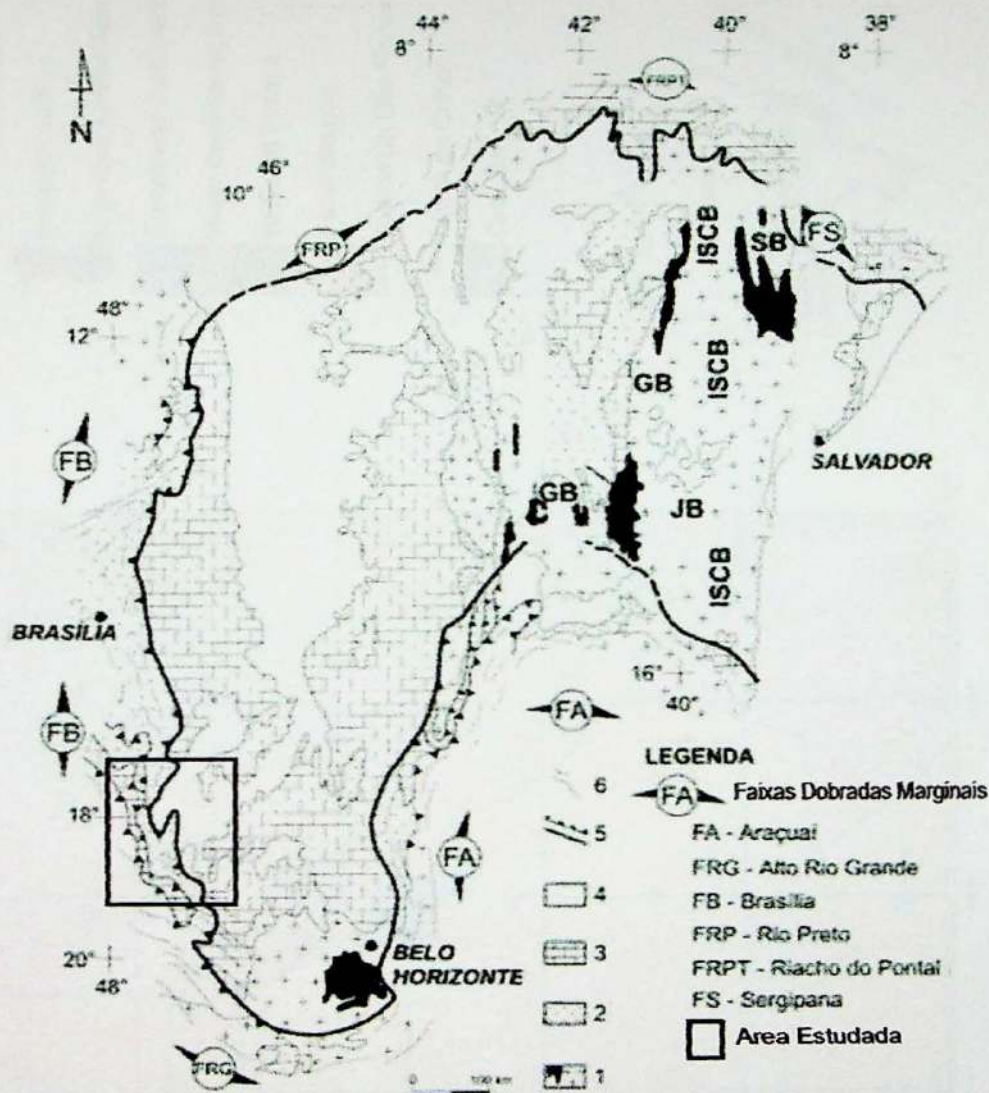
Suítes ultrapotássicas/potássicas e ultramáficas/máficas podem, ainda, fornecer informações sobre as condições sub crustais e mantélicas (Danni & Scartezini, 1990) ao possibilitar estudo de nódulos mantélicos.

FIGURA 01 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA INTRUSÃO



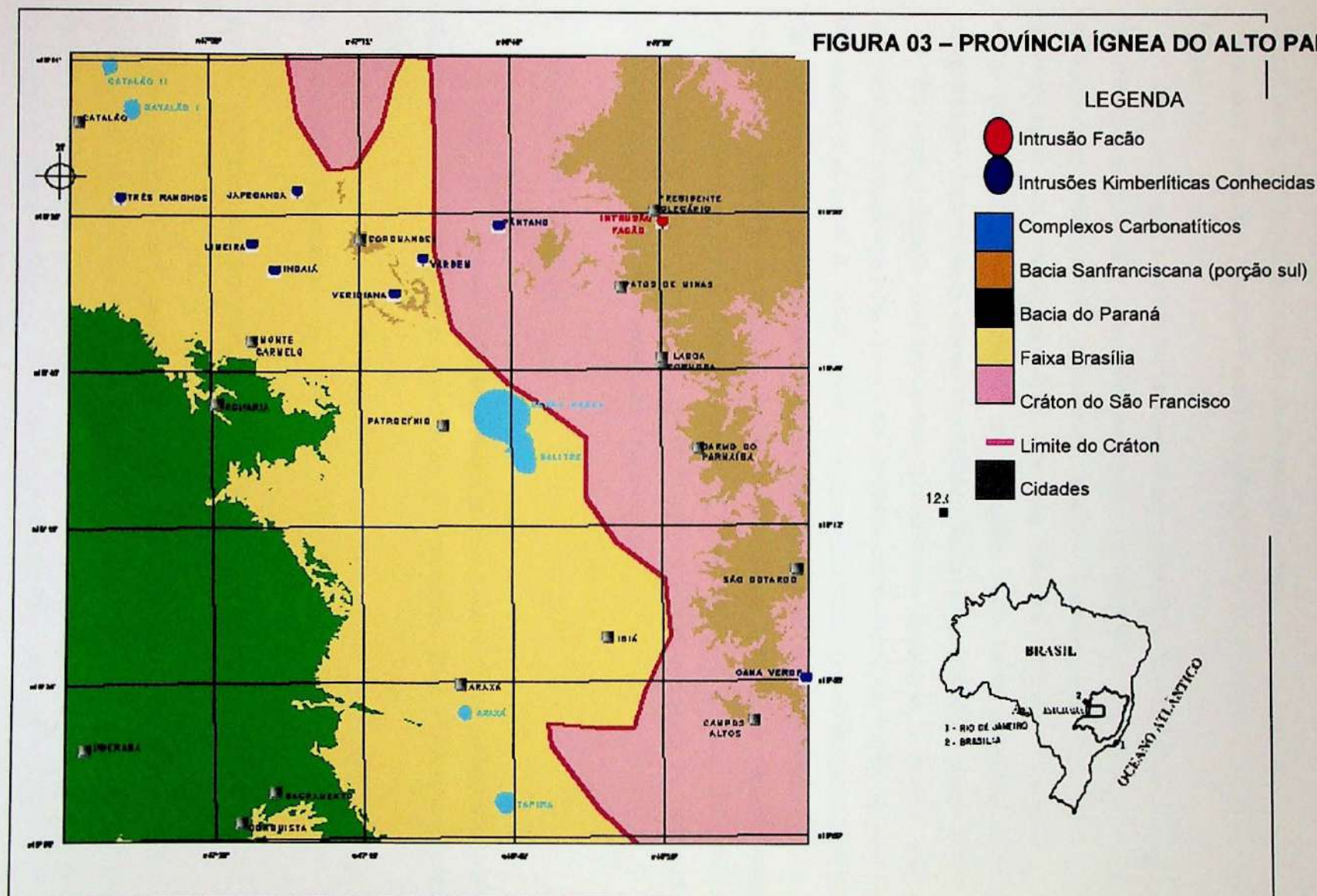
Modificado de Barbosa et al., 1970.

FIGURA 02 – LOCALIZAÇÃO DA PRONVÍCIA ÍGNEA DO ALTO PARANAÍBA E DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO



1 – Embasamento arqueano/paleoproterozóico com seqüências de "greenstone belts"; 2 – Unidades mesoproterozóicas; 3 – Unidades neoproterozóicas; 4 – Coberturas fanerozóicas; 5 – Limites do Cráton; 6 – Faixas Brasileiras.

Modificado de Alkmim et al., 1993.



Modificado de Barbosa et al., 1970; Alkmin et al., 1983 e Meyer et al., 1991.

5. METAS E OBJETIVOS

A principal meta deste estudo é contribuir para a caracterização petrográfica e química dos minerais de intrusões ultrabásicas potássicas, de afinidade kimberlítica/kamafugítica do Grupo Mata da Corda na região de Presidente Olegário, MG (18°25'S, 46°26'W), tendo como alvo principal a intrusão Facão, localizada a três quilômetros a sudeste desta cidade (Figura 01).

Além de tentar estabelecer as eventuais variações mineralógicas e texturais dessas ocorrências e aprimorar sua caracterização petrográfica, objetiva-se, também, com a utilização da microsonda eletrônica, analisar quimicamente as fases constituintes representadas por: olivina, piroxênio, granada, ilmenita, espinélio, flogopita, perovskita e vidro, para obter o entendimento da evolução e do comportamento químico desses componentes durante suas etapas de cristalização e do magmatismo que os gerou.

De posse desses conhecimentos, pretende-se comparar o quadro petrográfico e mineralógico dessa intrusão com o de algumas ocorrências da Província Alcalina do Alto Paranaíba (Araújo et al. 2000), além de outras literaturas, de caráter ultrabásico potássico da linhagem das rochas lamproíticas, kamafugíticas e kimberlíticas, com vistas a estabelecer definição petrológica mais precisa dessa intrusão e verificar sua possível potencialidade econômica, fundamentada em base teórico científicas. De posse de todos esses conhecimentos pretende-se, ainda, inferir o possível ambiente de formação da rocha com a análise dos nódulos mantélicos encontrados.

6. TRABALHOS PREVIOS

A seguir será apresentada síntese do amplo levantamento bibliográfico referente ao contexto geológico regional e a definição dos principais tipos magmáticos presentes na PIAP.

6.1. Geologia Regional

6.1.01 O Cráton do São Francisco

O Cráton do São Francisco (CSF, Almeida 1967, Teixeira et al. 2000), situado na parte centro-oeste da América do Sul, é a melhor e mais acessível exposição, do escudo pré-cambriano brasileiro, com cerca de 650.000 km² de área. O embasamento do CSF está consolidado desde o término do Ciclo Transamazônico (Paleoproterozóico), após o que sofreu somente deformações de caráter não tectônico, atuando como antepaís no Ciclo Brasileiro (Neoproterozóico a Cambriano Superior) sendo delineado pelas faixas Araçuaí,

Alto do Rio Grande, Brasília, Rio Preto, Riacho do Pontal e Sergipana (Figura 02). É parcialmente recoberto pelos grupos Bambuí e Paranoá (Neoproterozóico) e sedimentos fanerozóicos.

6.1.02 O Cráton sob a Bacia do Paraná

Possível núcleo cratônico arqueano sob a Bacia do Paraná envolvido em múltiplas e sucessivas colisões iniciadas a 750 Ma, com maior ação entre 650 e 530 Ma, e que culmina com a Orogenia Brasileira-Pan-Africana. As Faixas Brasília, Espinhaço e São Roque podem ser representantes de estruturas tardias impressas na Faixa Atlântica (Leonardos & Fyfe 1974, Cordani et al. 2000). (Figura 04).

6.1.03 A Faixa Brasília

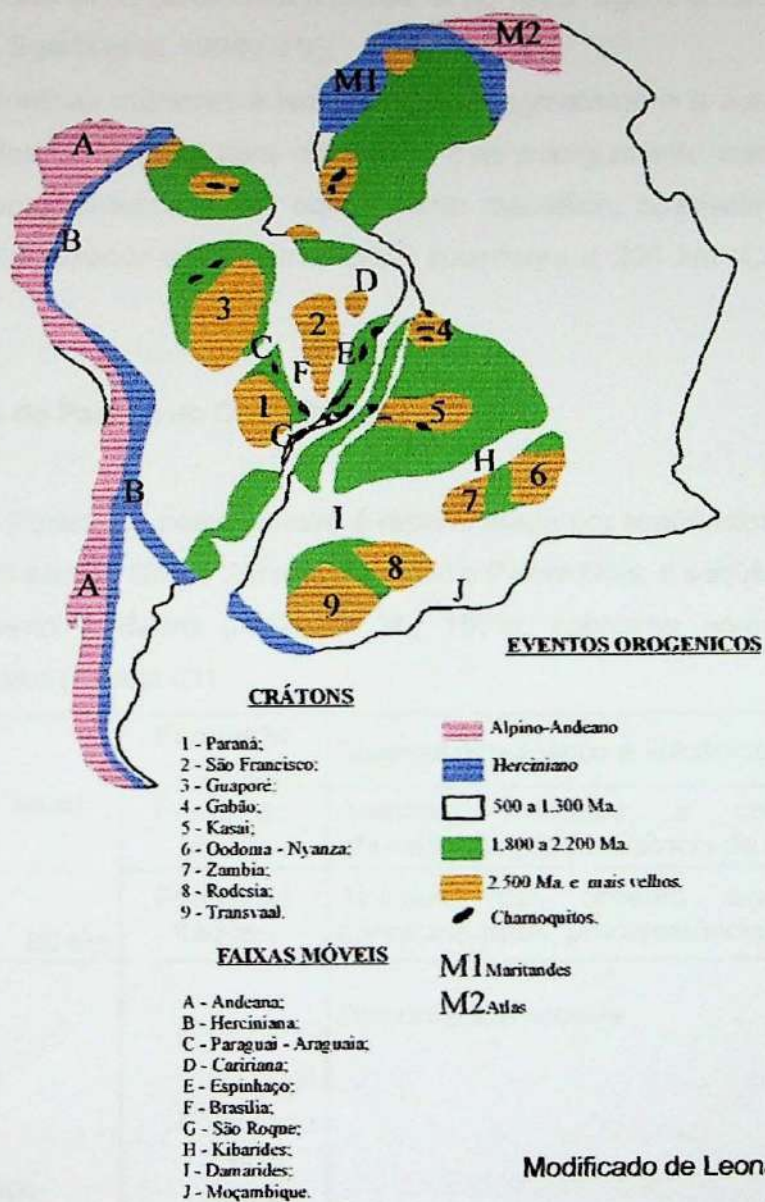
A Faixa Brasília com extensão de cerca de 1.000 km, é importante faixa de metassedimentos que balisa a margem ocidental oeste do CSF (Figura 02). Sua seqüência terrígena inferior (Almeida 1967), compreende o Grupo Canastra e parte dos Grupos Araxá e Bambuí (Fuck et al. 1993).

Após a colisão continental que deu origem a Faixa Brasília a região ficou estabilizada até o Cretáceo Inferior quando se iniciou processo de formação de diques de diabásio, associados ao vulcanismo toleítico da Formação Serra Geral, Bacia do Paraná, (Brod et al, 1991, e Dardenne, 2000). Estes diques básicos são marcados por forte anomalia magnética e definiriam a estruturação do Arco do Alto Paranaíba, alto topográfico que separou a sedimentação cretácea da Bacia Sanfranciscana da Bacia do Paraná.

6.1.04 O Arco do Alto Paranaíba

Os extravasamentos basálticos da Bacia do Paraná (137 a 127 Ma, Turner et al. 1994) mudaram as características geomorfológicas e o equilíbrio crustal da região da PIAP. Tal desequilíbrio, auxiliado pela intrusão de diversos diques de diabásio, induziu o soerguimento do Arco do Alto Paranaíba (AAP) (Sgarbi et al. 2001). O período de atividade deste soerguimento pode ser inferido a partir do início das intrusões dos corpos alcalinos mais antigos, que certamente foram originados a partir das anomalias mantélicas causadas pelo *uplift* crustal (Campos & Dardenne 1997). Segundo Bizzi et al. (1991) e Bizzi et al. (1993) as idades (Rb-Sr em flogopita) variam de 117 a 119 Ma (mais antigas) e de 87 a 83 Ma (mais jovens), devendo o início do soerguimento coincidir ou ser pouco mais antigo que o grupo de intrusões mais antigas, ou seja, Eoaptiano.

FIGURA 4 – CRÁTON ARQUEANO SOB A BACIA DO PARANÁ



A movimentação, e os falhamentos WNW, que se manifestaram com o soerguimento do AAP, possibilitaram a sedimentação dos Grupos Areado e Mata da Corda na bacia Sanfranciscana e o alojamento de corpos alcalinos (Tapira, Araxá, Salitre, Serra Negra, Catalão I e II) e diatremas kimberlíticos (Hasui et al. 1975, Sgarbi & Ladeira 1995, Sgarbi & Dardenne 1997, Sgarbi et al. 1998a e b).

As características químicas e isotópicas do magmatismo e a ausência de estruturas rúpteis associadas contribuem para considerar este soerguimento como resultado de um mega domeamento, provocado por aquecimento mantélico, possivelmente relacionado a plumas no manto superior em profundidades superiores a 200 km (Campos & Dardenne 1997).

6.1.05 A Bacia do Paraná no Oeste Mineiro

A bacia do Paraná no oeste Mineiro é representada por seqüências não-aflorantes dos pacotes sedimentares do Grupo Paraná, Tubarão e Passa Dois; e seqüências aflorantes dos Grupos São Bento e Bauru (Hasui et al., 1975), conforme apresentado na coluna estratigráfica abaixo (Tabela 01).

Cretáceo	Superior	Grupo Bauru	Fomação Uberaba	Material piroclástico e vulcânico;
			Fomação Marília	Arenitos, folhelhos e conglomerados com abundância, predominância da fração arenosa;
			Fomação Itaqueri	Arenitos com cimento argiloso, folhelhos e conglomerados, predominância da fração arenosa;
Jurássico	Inferior	Grupo São Bento		Discordância erosiva 100 Ma
			Fomação Serra Geral	
			Fomação Botucatu	Discordância erosiva 140 Ma
Pré - Cambriano			Grupo Araxá	
			Granito-gnáissico mais antigos	

Tabela 01 – Coluna estratigráfica da bacia do Paraná no oeste mineiro (modificado de Grossi et al., 1971).

As unidades não aflorantes têm extremidades nordeste alcançando a PIAP com decréscimo de espessuras e com recobrimentos sucessivos do embasamento cristalino (Figura 05) onde se observa, além dos recobrimentos, a evolução paleogeográfica das Bacias do Paraná e Sanfranciscana.

O Grupo São Bento, representado pelos sedimentos da formação Botucatu e vulcânicas, com alguns sedimentos da Formação Serra Geral, cobre o conjunto paleozóico e parte dos terrenos pré-cambrianos. Do Grupo Bauru se acham representadas as Formações Uberaba (pacote vulcanoclástico exclusivo do Triângulo Mineiro), Marília e Itaquari, recobrando quase metade do Triângulo Mineiro.

6.1.06 A Bacia Sanfranciscana

A Bacia Sanfranciscana, segundo Sgarbi et al. 2001, tem forma alongada, com comprimento aproximado de 1100 km e largura da ordem de 200 km, posicionados entre 45° e 47° de longitude oeste; suas ocorrências mais orientais (borda oeste da Serra do Espinhaço) e ocidentais (norte de Brasília) podem distar 400 km entre si; a partir das imediações da latitude 20° S (oeste de Minas Gerais), prolonga-se para o norte até a latitude 10° S (fronteiras meridionais do Maranhão e Piauí). Do sul para o norte encontra-se sobreposta aos sedimentos neoproterozóicos do Grupo Bambuí, rochas granitóides do embasamento regional e metamorfitos mesoproterozóicos da Suíte Natividade, até alcançar os sedimentos da Bacia do Paranaíba, em seu extremo norte (figura 06).

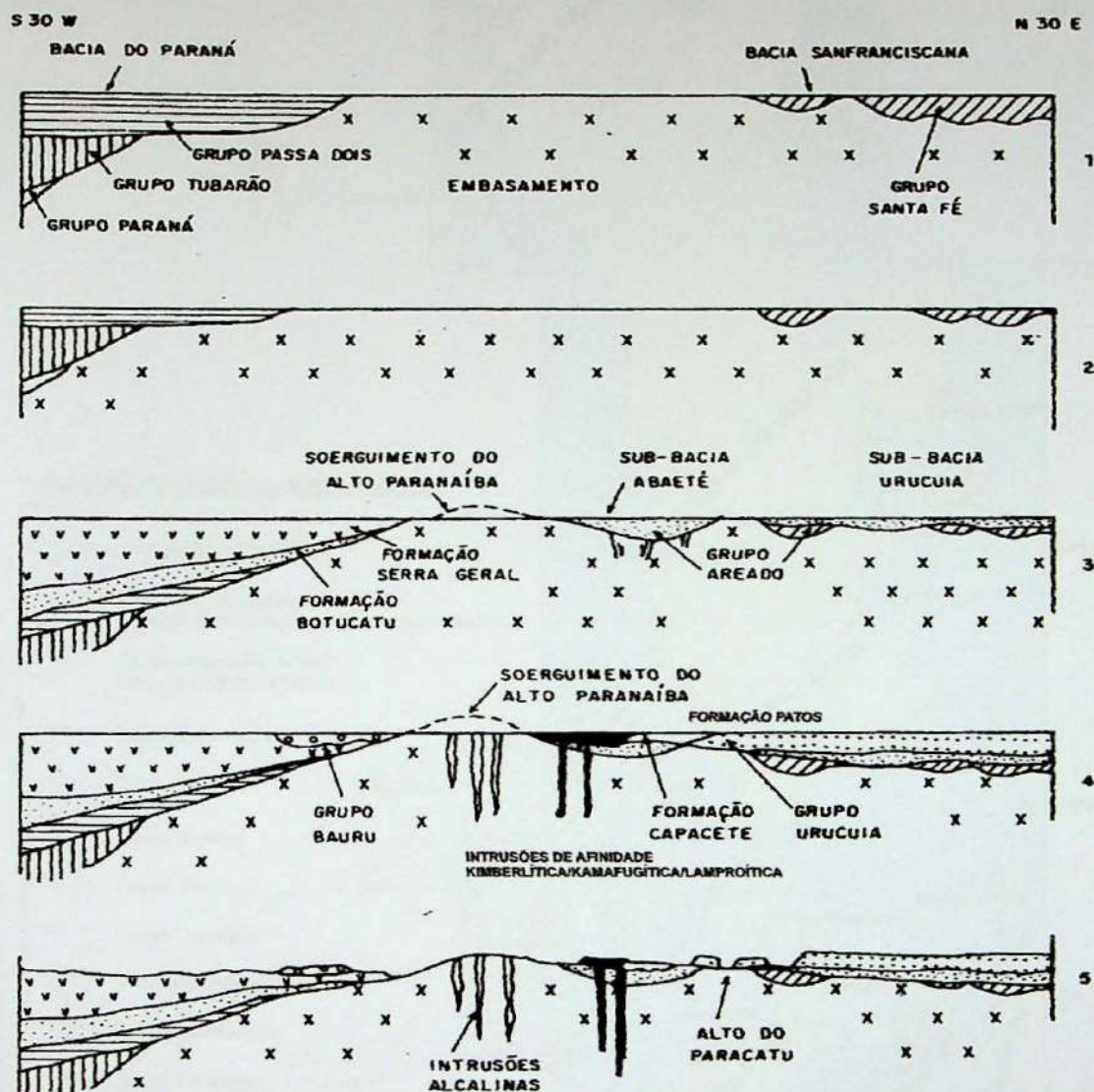
A Bacia Sanfranciscana representa um dos mais expressivos exemplos de sedimentação continental fanerozóica do país. Seu preenchimento é relacionado com o último megaciclo geodinâmico que afetou a Bacia neoproterozóica do São Francisco, após a sedimentação dos grupos Macaúbas/ Paranoá e Bambuí (Sgarbi et al. 2001). Neste trabalho seu estudo é de grande importância, pois a Intrusão Facão esta localizada na Formação Patos, Grupo Mata da Corda, unidades da Bacia Sanfranciscana.

O Grupo Mata da Corda é caracterizado pela presença de rochas vulcânicas alcalinas efusivas e piroclásticas, plutônicas alcalinas e sedimentares epiclásticas. É dividido em duas unidades: Formações Patos e Capacete.(Campos & Dardenne, 1997).

As Figuras 07 e 08 mostram a coluna estratigráfica da Bacia Sanfranciscana e o posicionamento estratigráfico do Grupo Mata da Corda, respectivamente.

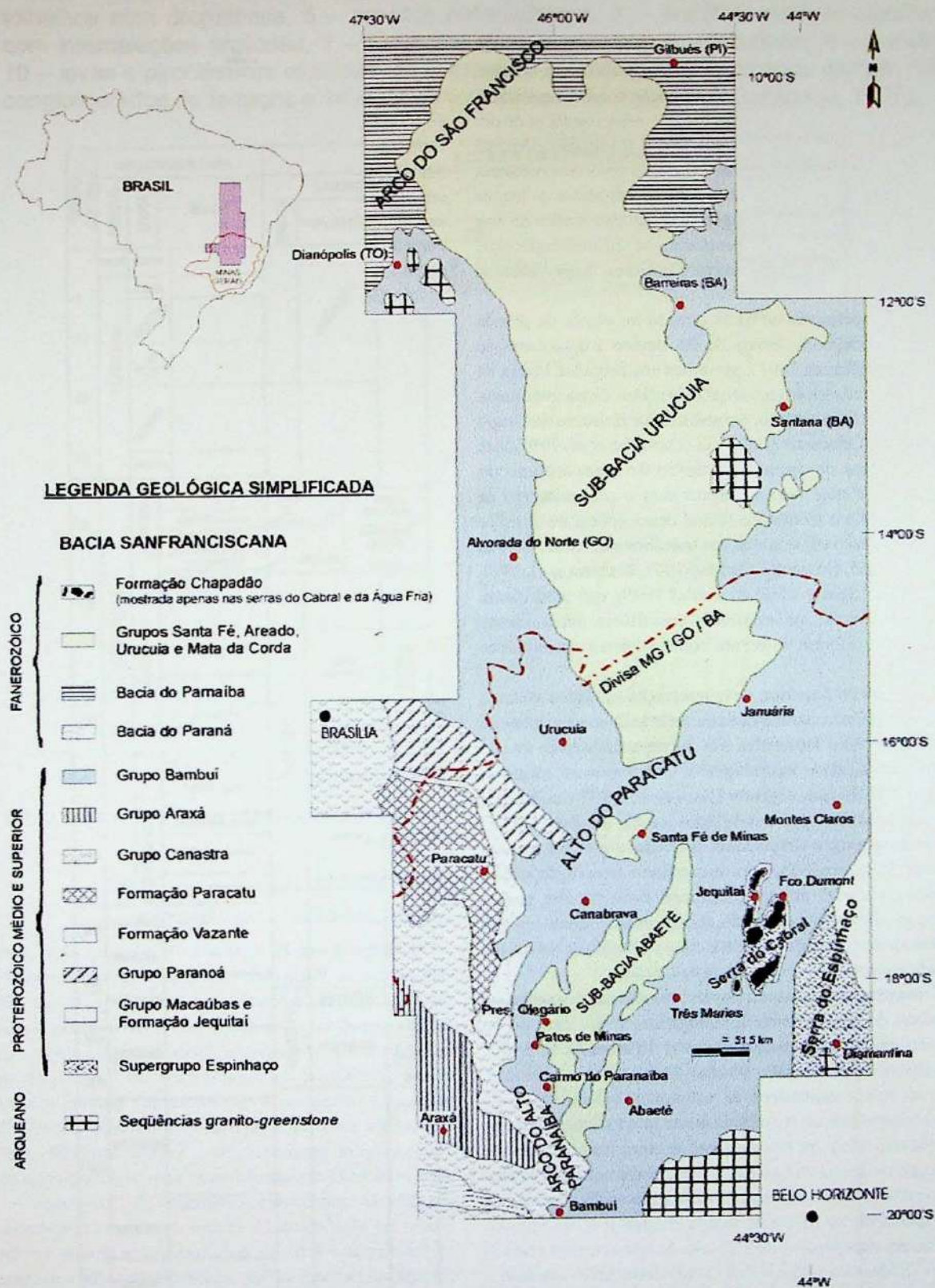
A Formação Patos é composta por rochas alcalinas máficas a ultramáficas de natureza efusiva e piroclástica (predomínio). Em termos texturais são descritos desde de derrames até rochas vulcânicas de origem explosiva com granulação variável de cinza até blocos e bombas (Moraes et al. 1986). As rochas piroclásticas são cimentadas por fases minerais tardi-magmáticas como carbonatos e fases diagenéticas como zeólitas e calcedônia (Campos & Dardenne, 1997b).

FIGURA 05 – EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA BACIA SANFRANCISCANA



1 – Neoproterozóico: deposição do Grupo Santa Fé a partir do norte da bacia; 2 – Eomesozóico: intensos processos erosivos são responsáveis pelo retrabalhamento de grande parte da sucessão Santa Fé; 3 – Eocretáceo: deposição do Grupo Areado, desenvolvimento das feições tafrogenéticas na sub-bacia Abaeté e soerguimento do Alto Paranaíba; 4 – Neocretáceo: fase principal do soerguimento do Alto Paranaíba, deposição do Grupo Urucuia, desenvolvimento do magmatismo alcalino na área afetada pelo soerguimento e intrusões de afinidade kimberlítica/kamafugíticas/lamproíticas; 5 – Cenozóico: acumulação da Formação Chapadão, desenvolvimento da atual superfície de relevo. (Modificado de Hasui & Haralij, 1991).

FIGURA 06 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA SIMPLIFICADA DA BACIA SANFRANCISCANA



Modificado de Sgarbi et al. 2001.

FIGURA 07 – ESTRATIGRAFIA DA BACIA SANFRANCISCANA. Principais litotipos: 1 – seqüência pelito-carbonática, 2- arcósios e siltitos, 3 – diamictitos, tilitos e tilóides, 4 – folhelhos com dropstones, 5 – arenitos heterogêneos, 6 – arenitos maciços calcíferos com intercalações argilosas, 7 – conglomerados e arenitos, 8 – folhelhos, 9 – arenitos, 10 – lavas e piroclásticas alcalinas, 11 – arenitos vulcânicos, 12 – arenitos eólicos, 13 – conglomerados de terraços e 14 – areias (modificado de Campos e Dardenne, 1997).

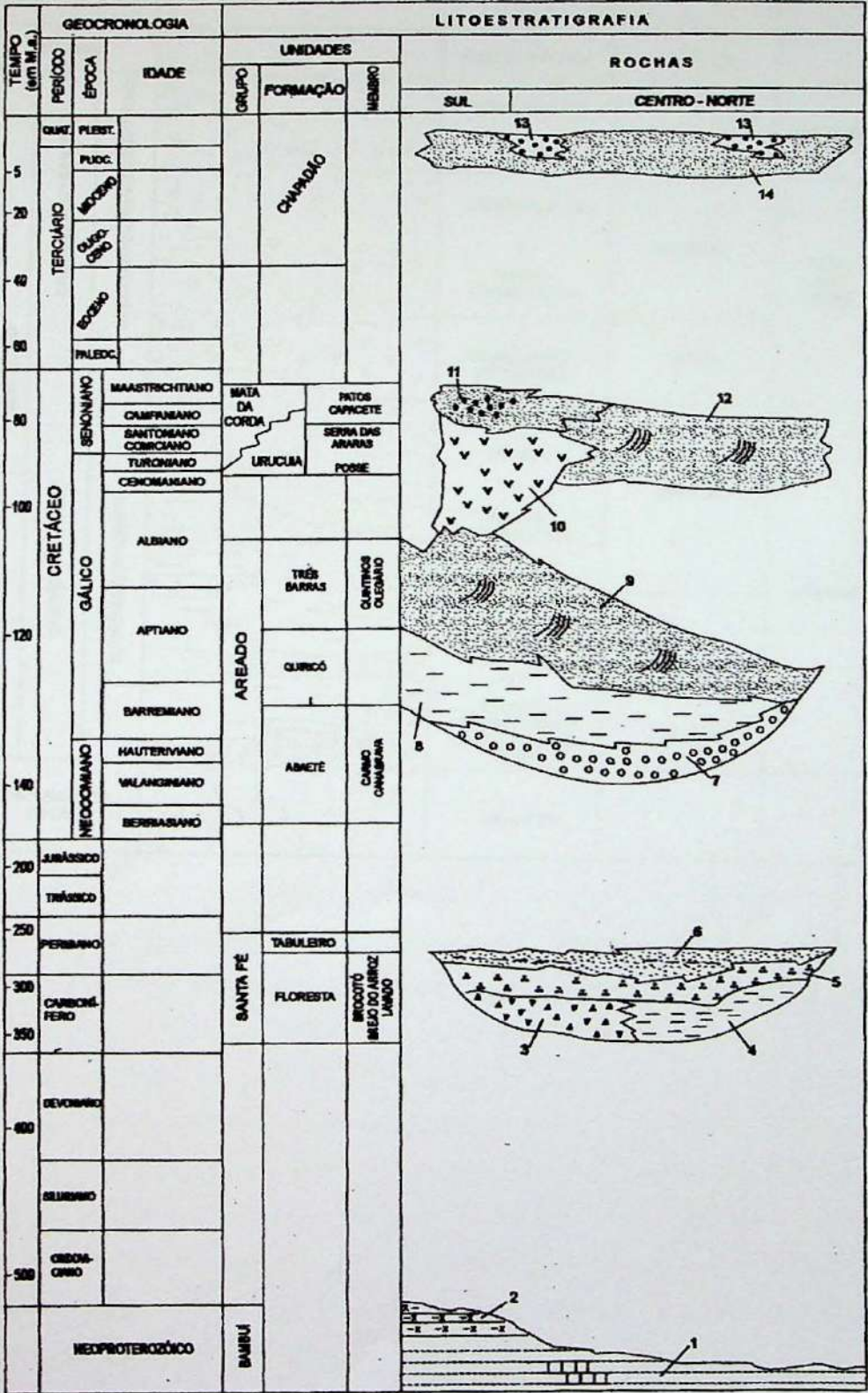


FIGURA 08 – ESTRATIGRAFIA DO MESOZOICO E TERCIÁRIO DA BACIA SANFRANCISCANA (modificado de Seer et al., 1989).

IDADE	ÉPOCA	ESTÁGIO	COLUMA LITOLÓGICA	SISTEMAS DEPOSICIONAIS PRINCIPAIS	FORMAÇÃO	GRUPO	ESPESURA MÁXIMA (m)	
MESOZOICO	TERCIÁRIO	CENOMANIANO/MAASTRICHTIANO		FLUVIAL/EÓLICO	CHAPADÃO		?	
				EÓLICO/LACUSTRE WADI		URUCUIA	360	
	CRETÁCEO SUPERIOR			CENOMANIANO/MAASTRICHTIANO	LEQUE ALUVIAL E FLUVIAL ENTRELEÇÃO	CAPACETE	MATA DA CORDA	150
					DERRAMES E INTRUSIVAS	PATOS		70
	CRETÁCEO INFERIOR			BERRIASIANO/ALBIANO	EÓLICO	TRÊS BARRAS	AREADO	140
					FLUVIAL MEANDRANTE			
					FLÚVIO DELTAICO			
					LACUSTRINO	QUIRICÓ		80
					FLUVIAL ENTRELEÇADO LEQUE ALUVIAL WADI	ABAETÉ		40
	PROTEROZOICO SUPERIOR			MARINHO			?	

Em termos composicionais estas rochas são classificadas como kamafugitos (Moraes et al. 1987, Sgarbi 1991, Sgarbi & Valença 1993, 1995) e associações madupíticas/lamproíticas (Leonardos & Ulbrich 1987). Discussões, com base em estudos detalhados de petrografia, química mineral e distribuição de Elementos Terras Raras (Tallarico et al. 1993), indicam que o magmatismo do Grupo Mata da Corda apresenta características híbridas entre kimberlitos, lamproitos, kamafugitos e minetes, tendo levado Bizzi (1993) a propor o termo inédito de *Kimberlitos Brasileiros* para sua classificação.

As feições vulcânicas (crateras e caldeiras) e os diques, plugs e necks, que alimentaram o vulcanismo, são também relacionados à Formação Patos.

Grande diversidade de nódulos mantélicos representados de dunitos, espinélio lherzolito e cumulatos, são atribuídos a esta unidade, os quais a partir de estudos geotermobarométricos, indicam profundidades variáveis para origem destes magmas alcalinos (Leonardos et al. 1993, Bizzi et al. 1993, Ramsay & Tompkins 1993).

6.1.07 Província Ígnea do Alto Paranaíba

A PIAP (Gibson et al 1995), é a mais volumosa ($> 15.000 \text{ km}^3$) província máfica potássica e alcalina do mundo, comumente associada a uma zona direcional NW-SE de rochas ígneas do Cretáceo Superior (Figura 03). Ela se estende por 2000 km coincidindo com uma série de faixas móveis proterozóicas dispostas ao redor da margem norte da Bacia do Paraná (Ordoviciano a Cretáceo) no Brasil e Paraguai (Herz 1977, Almeida 1986, Almeida & Svisero 1991), mais precisamente dentro da faixa móvel Brasília, ao lado e se sobrepondo a atual superfície do cráton arqueano do São Francisco (Almeida et al. 1980; Leonardos et al 1993a).

A PIAP consiste de uma vasta variedade de corpos ígneas que incluem diques, pipes, plugs, diatremas, fluxos de lava, depósitos piroclásticos e grandes complexos plutônicos. Apresenta-se a seguir, breve comentário e listagem dessas ocorrências (Gibson et al. 1995).

A. Lavas: de longe a mais volumosa manifestação superficial do magmatismo máfico potássico da PIAP, estando presente em toda a província, de Presidente Olegário, no norte, a São Gotardo e possivelmente Oliveira ao Sul (Saadi et al. 1991), cobrindo uma área de mais de 4500 km^2 (Leonardos et al. 1991). Cobrem os sedimentos do Grupo Areado e atingem espessuras de mais de 100 m na região de Quintinos-Carmo do Paranaíba. Estão freqüentemente alteradas na forma de fértil solo amarronzado, atingindo espessura de algumas dezenas de metros, estando capeadas por crosta laterítica compacta e resistente. No entanto, afloramentos frescos ocorrem em cortes recentes de estrada e escarpas dissecadas da Serra da Mata da Corda, como Po e exemplo em Presidente Olegário, Patos de Minas, Carmo do Paranaíba e São Gotardo.

- B. Intrusões, crateras e pipes alterados: mapas aeromagnéticos mostram que centenas de anomalias dipolares estão presentes na PIAP (Bosun 1973), algumas dessas anomalias coincidem com a superfície de rochas alcalinas intrusivas ou pipes profundamente alterados que têm sido considerados, variavelmente, como kimberlitos e lamproítos (Svisero et al. 1984, Barbosa 1991). Outros, especialmente na área de Coromandel, não estão associados com nenhuma rocha ígnea exposta e talvez representem atividade ígnea intrusiva desconhecida da PIAP. Exemplos: Bocaina; Córrego do Couro e Morro Alto; Córrego Varjão; Indaiá I e II; Limeira I e II; Mata do Lenço; Pântano; Serra do Bueno; Campo Três Ranchos;
- C. Complexos plutônicos: as lavas e as intrusões discutidas nos itens A e B estão espacialmente e temporalmente associadas com grandes complexos carbonatíticos (Silva et al. 1979, Gomes et al. 1990), contudo neste trabalho seu estudo será relegado a citação das principais ocorrências: Araxá, Catalão I e II, Salitre I e II, Serra Negra e Tapira.

6.2. Tipos Magmáticos

6.2.01 Kimberlitos

Kimberlito é uma rocha ultramáfica ($\text{MgO} = 15\text{--}40\%$, Dawson 1980), potássica, rica em voláteis (dominantemente CO_2 , Clement et al. 1984, Mitchell 1995), que ocorre segundo Hawthorne (1975) em corpos de forma cônica invertida "pipes" ou diatremas (Figura 09 A). Os pipes ou diatremas kimberlíticos apresentam três fácies principais: uma fácies em superfície denominada cratera, onde se observa material kimberlítico associado a sedimentos de origem flúvio-lacustre (epiclásticos); fácies diatrema, rica em xenólitos do manto superior, como também das rochas encaixantes e, uma fácies hipoabissal (zona de raiz), que é caracterizada pela abundância de diques e soleiras (Hawthorne 1975).

Os kimberlitos apresentam matriz constituída principalmente por olivina, flogopita, calcita, serpentina, diopsídio, monticellita, apatita, espinélio-titanífero, perovskita, cromita e ilmenita (Clement et al. 1984).

Os kimberlitos apresentam textura inequigranular distintiva, resultado da presença de macrocristais (em alguns casos megacristais) em uma matriz fina-granulada (Mitchell 1986, 1995). Alterações deutéricas e metassomáticas são comuns nos kimberlitos e representam dificuldades para sua classificação petrográfica (Gonzaga & Tompkins 1991).

O uso de critérios petrográficos e mineralógicos nem sempre é satisfatório visto que as estruturas, texturas e macrocristais definidos para kimberlitos podem estar ausentes em kimberlitos diferenciados. Um critério individual, isoladamente, não é necessariamente

diagnóstico; a assembléia mineral e sua variação composicional como um todo deve ser considerada antes de decidir sobre a natureza das amostras estudadas. Kimberlitos não podem ser identificados somente por uma base petrográfica (Mitchell 1995).

Investigações geoquímicas nos kimberlitos são muito difíceis devido a contaminação pelo material da crosta e água subterrânea, sendo a fácies hipoabissal a melhor para estudos geoquímicos. Mitchell (1986) mostra que composições de rochas kimberlíticas sem contaminação apresentam baixos valores de Al_2O_3 (<0,5 %) e valores variáveis de SiO_2 (25-35%). Duas características marcantes dos kimberlitos são os baixos teores de Na_2O e razões de $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} < 0,5$.

Isótopos radiogênicos indicam razões iniciais de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,706-0716, valores atribuídos às alterações dos kimberlitos (Mitchell 1986). Estudos de razões iniciais de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, ou $\epsilon \text{ Nd}$, mostram que os kimberlitos se apresentam em dois grupos (Smith, 1983): *Grupo I* (kimberlitos verdadeiros) com valores de $\epsilon \text{ Nd} = -0,5$ a $+0,6$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,703$ a $0,705$, incluindo serpentina-kimberlito, monticellita-kimberlito e calcita-kimberlito, e *Grupo II* (orangeitos) com valores de $\epsilon \text{ Nd} = -7$ a -12 e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,707$ a $0,711$, incluindo predominantemente kimberlitos micáceos.

6.2.02 Orangeitos

Os orangeitos, ou Grupo II (Smith 1983), são rochas ultrapotássicas peralcalinas ricas em voláteis (dominantemente H_2O), caracterizados pela presença de macrocristais e microfenocristais de flogopita, com matriz de mica (flogopita a tetraferroflogopita), macrocristais de olivina arredondada, olivinas primárias euedrais comuns, mas não são sempre os maiores constituintes. Fases primárias de matriz incluem diopsídio, comumente zonado ou manteado por Ti-aegirina; espinélio (Mg-cromita a Ti-magnetita); perovskita rica em Sr e ETR; apatita rica em Sr; fosfatos (monazita, daqingshanita) ricos em ETR; (K, Ba) titanatos pertencentes ao grupo da hollandita; K-triskaidecatitanatos; Nb-rutilo; Mn-ilmenita; podendo ainda conter calcita, dolomita, ancylita e outros carbonatos de ETR, witherita, norsethita e serpentina. Alguns membros do grupo podem conter matriz de sanidina e K-richterita. Zr-silicatos (wadeita, zircão, granadas kinzefticas, Ca-Zr silicatos) são comuns como minerais tardios na matriz.

6.2.03 Lamproítos

Lamproíto é uma rocha ígnea, ultrapotássica ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 5$, Mitchell 1985), peralcalina, rica em magnésio e constituída, em diferentes proporções, de flogopita, richterita potássica, olivina forsterítica, diopsídio, sanidina e leucita; vidro encontra-se presente em muitos

lamproitos, porém, o mesmo não faz parte da definição de lamproito por não se tratar de mineral senso estrito (Mitchell 1985).

Os aspectos petrográficos característicos dos lamproitos são ocorrência de flogopita como fenocristal ou placas poiquilíticas na matriz e/ou cristalização tardia de richterita-titanífera-potássica (Mitchell 1985).

A nomenclatura das rochas lamproíticas é bastante complexa, havendo várias denominações. Como na nomenclatura dos kimberlitos, Scott-Smith & Skinner (1984) propuseram que os lamproitos sejam divididos em grupos, em função do principal mineral presente.

Os lamproitos apresentam forma de taça (Figura 9 B), possuindo uma fácies de cratera recoberta na superfície por sedimentos flúvio-lacustres com material vulcânico associado e uma fácies ígnea tardia com menos voláteis do que a fácies cratera (Gonzaga & Tompkins, 1991).

No Brasil, segundo Leonardos & Ulbrich (1987) rochas lamproíticas são caracterizadas pela primeira vez na Serra da Mata da Corda, próximo a cidade de Presidente Olegário, MG, à borda de um corpo vulcânico cuja geometria sugere forma de taça de champanha com diâmetro máximo de um km. Encaixados em arenitos cretáceos (Grupo Areado), formam uma sucessão de lavas e níveis piroclásticos com granulometria variável (cinza a bomba). As lavas, maciças ou amigdaloidais, caracterizam-se por fenocristais de olivina, perovskita, magnetita e flogopita, subordinadas, em matriz de diopsídio, Ti-Fe-Cr espinélio, perovskita, flogopita, K-Ti richterita e base devidrificada. As amígdalas são de calcedônia, zeólita rica em bário e nontronita. Os tufos são formados de material solto, intemperizado em argilas montmorilloníticas e calcedônias que agregam pseudomorfos de olivina e grãos de perovskita; as brechas, que se intercalam aos tufos e lavas (alteradas), são compactas. Intercalados nos tufos, ocorrem horizontes formados por numerosas bombas de rochas plutônicas, entre as quais, destaca-se uma rocha fanerítica granular constituída de diopsídio e Ba-feldspato, com proporções variáveis de granada schorlomite, flogopita, perovskita, apatita e wadeita.

LAMPROITO



6.2.04 Kamafugitos

Kamafugito é um termo coletivo que engloba rochas vulcânicas, máficas a ultramáficas, subsaturadas em sílica cujas fases félsicas são compostas por feldspatóides (kalsilita e/ou nefelina e/ou leucita; Wooley et al. 1996 e Sgarbi et al. 2001). São rochas bastante raras, ocorrendo reconhecidamente no braço oeste do Rift do Leste Africano, ao longo da fronteira entre o sudoeste de Uganda e o Zaire (Lloyd et al. 1991); na margem nordeste da Província Romana (San Venanzo e Cupaello), e no Brasil na PIAP ao redor das cidades de Coromandel, ao norte, e Bambuí, ao Sul (Sgarbi et al. 2001).

Em amostras de mão, os kamafugitos têm cores que variam do cinza claro ao preto-esverdeado, são afaníticas e faneríticas finas, porfíricas ou não. São encontrados predominantemente dois tipos litológicos da família dos kamafugitos: mafuritos e uganditos (Sgarbi & Valença 1999, Sgarbi et al. 2001).

No Brasil o vulcanismo kamafugítico ocorre nas sub-províncias Mata da Corda e Alto Paranaíba, na Bacia Sanfranciscana em Minas Gerais e nas sub-províncias Santo Antônio da Barra e Iporá em Goiás (Sgarbi et al. 2001).

Os mafuritos apresentam matriz com granulação fina a muito fina, com fenocristais (0,2 a 2,5 mm), com exceção da flogopita, que pode apresentar plaquetas maiores do que 3,0 cm. Os fenocristais podem ser constituídos de olivina, clinopiroxênio, Ti-magnetita, perovskita, melilita (pseudomorfos), apatita e, muito raramente flogopita. A matriz destas rochas é microcristalina, composta por piroxênio, Ti-magnetita e perovskita, podendo conter, ainda, flogopita, apatita e material intersticial, em geral muito alterado, não se podendo determinar sua natureza exata. Em algumas rochas, os interstícios são preenchidos por feldspatóides, identificados como kalsilita (Sgarbi & Valença 1993). Em alguns lugares, o material intersticial é, parcial ou totalmente, formado por uma massa argilosa esmectítica proveniente da alteração de vidro vulcânico, feldspatóides, olivinas e piroxênios (Sgarbi et al. 2001).

Os uganditos são rochas inequigranulares com textura seriada e granulometria variando de fina a média (0,1-2,5 mm). A mineralogia dessas rochas, excetuando-se a abundante presença de leucita e a quase ausência de olivina, é muito semelhante à dos mafuritos.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base em características macroscópicas das amostras cedidas pelo Prof^o. Darcy P. Svisero, como: heterogeneidades e/ou homogeneidades texturais, estruturas e presença de nódulos, as amostras foram separadas para a preparação de lâminas petrográficas e seções para a microsonda eletrônica. A preparação das amostras, bem como os procedimentos analíticos, foram realizados nos laboratórios do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP).

7.1. Preparação das Amostras

7.1.01. Lâminas Petrográficas

De acordo com informações coletadas e acompanhamento efetuado com o técnico do laboratório de corte e preparação de amostras para descrição petrográfica do IGc-USP Sr. Paulo, as lâminas são preparadas conforme o fluxograma da Figura 10 A.

7.1.02. Seções Polidas para a Microsonda

De acordo com informações coletadas com os técnicos dos laboratórios de corte e preparação de amostras para descrição petrográfica, e preparação de seções para análise em microsonda eletrônica do IGc-USP, os Srs. Paulo, Paulinho e Marcos as seções são preparadas conforme o exposto no fluxograma da Figura 10 B. Foi feito, também, o acompanhamento desses trabalhos.

7.2. Caracterização Petrográfica

Rochas ígneas são comumente classificadas usando a combinação de critérios modais e texturais. Apesar de tais métodos serem apropriados para rochas ígneas comuns, eles são considerados (Mitchell & Bergman 1991, Scott-Smith 1992, Mitchell 1994, Wooley et al. 1995) desapropriados para kimberlitos, lamproítos, kamfugitos, orangeitos e lamprófiros. Muitas destas rochas não podem ser identificadas usando classificações modais/texturais padrões, no campo ou em laboratório. Kimberlitos, lamproítos, kamafugitos e orangeitos são muito parecidos em sua aparência macroscópica e petrográfica. Rochas alcalinas alteradas apresentam desafios particulares sendo extremamente difícil, se não impossível, classificar corretamente tais rochas usando simples critérios petrográficos. (Mitchell, 1991). Contudo, a petrografia, dentro de seus limites, continua insubstituível, particularmente antecedendo o uso da microsonda.

FIGURA 10 A – FLUXOGRAMA DA EXECUÇÃO DE LÂMINAS PARA DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA. (o processo completo leva em torno de dois dias).

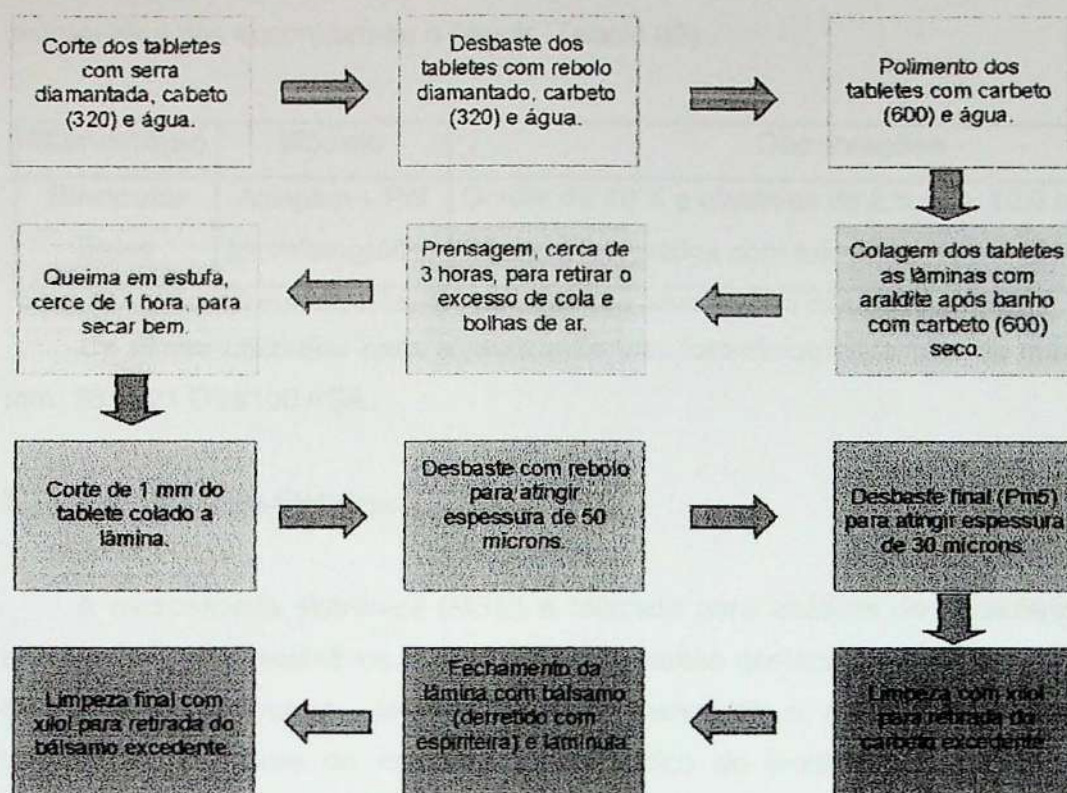
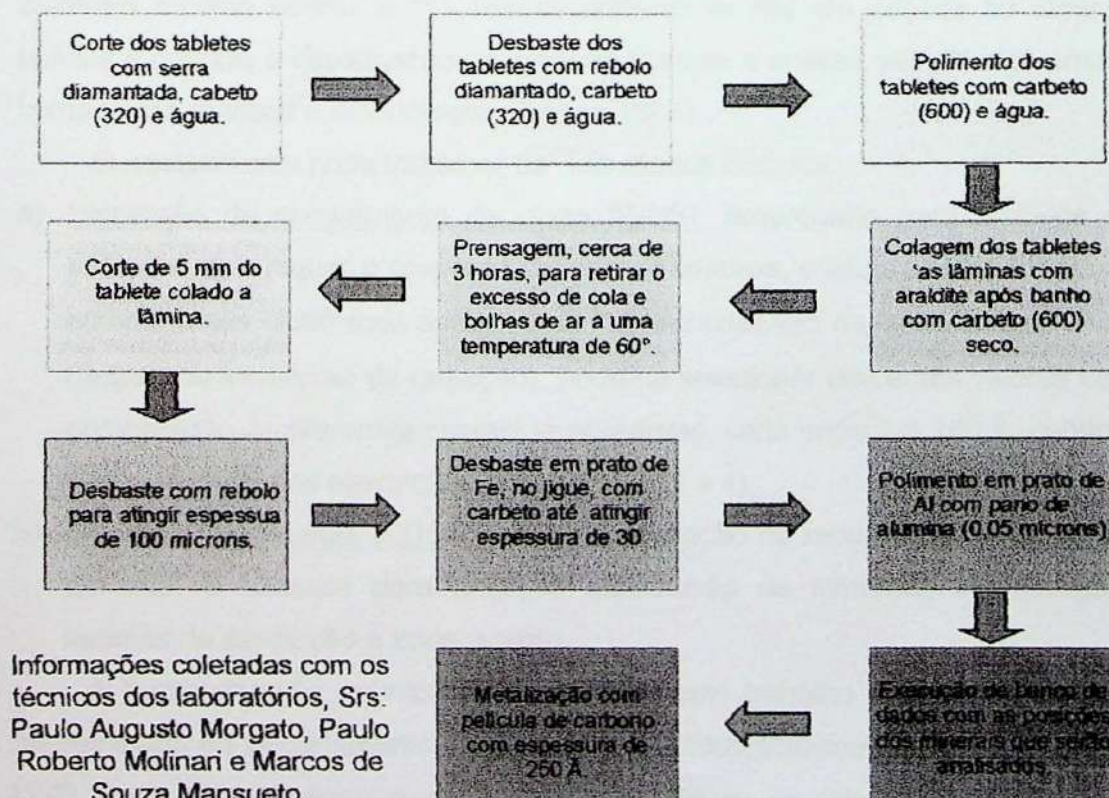


FIGURA 10 B – FLUXOGRAMA DA EXECUÇÃO DE SEÇÕES PARA ANÁLISE EM MICROSSONDA ELETRÔNICA. (o processo todo leva em torno de um dia).



7.2.01. Equipamentos Utilizados para a Descrição Petrográfica

As principais especificações dos equipamentos efetivamente utilizados na descrição petrográfica das encontram-se a seguir (Tabela 02).

Microscópio	Modelo	Observações
Binocular	Axioplan – Pol	Ocular de 10 X e objetivas de 2,5, 5,0, 10,0 e 50 X.
Zeiss	Microfotográfico	Câmera fotográfica com fotocélula automática (M35W)

Tabela 02 – Principais especificações dos equipamentos utilizados para descrição petrográfica.

Os filmes utilizados para a realização das fotomicrografias são da marca Kodak, 35 mm, 36 x, 21 DIN/100 ASA.

7.3. Microsonda Eletrônica

A microsonda eletrônica (MSE) é utilizada para análises de caracterização química dos minerais representativos das rochas em questão destacando-se entre outros: piroxênio, olivina, flogopita, granada, ilmenita, espinélio, perovskita e, eventualmente, alguns minerais mais raros, por meio do espectro característico de emissão de raios X gerados pelo bombardeamento da amostra com feixe de elétrons.

O método, além de não ser destrutivo, apresenta alta resolução espacial em determinações qualitativas e quantitativas de composições químicas de partículas com diâmetro mínimo inferior a 1μ , realiza análises *in situ* em seções ou lâminas delgadas polidas e propicia a visualização da amostra durante a análise, permitindo correlação entre a composição química e morfologia (Gomes 1984).

O equipamento pode trabalhar de dois modos distintos:

- Dispersão de comprimento de onda (WDS): empregado para análises quantitativas pontuais, que requer o emprego de espectrômetros, cristais analisadores, contadores e componentes eletrônicos associados. Por ser baseado na lei de Bragg, à variação de θ (ângulo de incidência da radiação), pode-se selecionar diferentes valores de λ , que pela combinação de diferentes cristais analisadores, varia entre 1 e 100 Å, cobrindo as linhas características dos elementos acima do Be ($Z = 4$).
- Dispersão de energia (EDS): permite a operação no modo estático ou de varredura da amostra. É utilizada para análises qualitativas de minerais, identificação de fases, lamelas de exsolução e zoneamento.

A caracterização química efetuada para este trabalho realizou-se no laboratório de microsonda do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do Instituto de Geociências – USP, onde se empregou a microsonda eletrônica de fabricação JEOL modelo JXA – 8600S, equipado com cinco espectrômetros dispersivos (WDS) contendo cinco pares de

cristais TAP/STE, TAP/PET, LIF/PET, PET/LIF, LIF/PET, e automatizados com sistema TRACOR – Voyager 3.6 da NORAN Instruments.

As condições analíticas e os limites de detecção calculados para os elementos traço da microsonda eletrônica JXA-8600 SuperProbe (JEOL), com automação NORAM, disponível no Laboratório de Microsonda Eletrônica do Instituto de Geociências da USP, encontram-se a seguir (Tabela 02).

SILICATOS	Voltagem	15 KV
	Corrente de análise	20.10 ± 0,10 nA
	Diâmetro do feixe	5 µ
PEROVSKITA	Voltagem	25 KV
	Corrente de análise	100.10 ± 0,10 nA
	Diâmetro do feixe	1 µ

Tabela 2 – Condições Analíticas por MSE/WDS.

8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

8.1. Pesquisa bibliográfica

Conforme o cronograma proposto na Tabela 03, foram exaustivamente levantadas bibliografias referentes a: geologia da região onde se localiza a intrusão; descrição macro/microscópica e química mineral de kimberlitos, orangeitos, lamproitos e kamafugitos; e o estudo das ocorrências ultramáficas potássicas presentes na região abrangida pela PIAP. O resultado obtido é apresentado no item 12 (Referências Bibliográficas).

	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bibliografia										
Projeto Inicial										
Seleção de amostras para Petrografia										
Seções delgadas										
Petrografia										
Seleção de amostras - Microsonda										
Seções polidas para sonda										
Análise por microsonda										
Tratamento de dados										
Relatório de Progresso										
Relatório Final										
Apresentação/defesa do relatório										

Tabela 03 – Cronograma de atividades para o desenvolvimento do Trabalho de Formatura.

8.2. Geoprocessamento do Projeto Chaminés

Ao se realizar a pesquisa bibliográfica, descobriu-se a existência de quatro mapas geológicos cobrindo a área da PIAP, os quais foram digitalizados (folhas 1:250.000 do Projeto Chaminés—Geologia da Região do Triângulo Mineiro, Barbosa 1970) e geoprocessadas. A esse conjunto foram adicionadas publicações mais recentes (Alkmin et al. 1983, Meyer et al. 1991). O resultado obtido pode ser observado nas Figuras 01 e 02, já apresentadas. Para a realização da digitalização e geoprocessamento foi utilizado o software SPRING-Software para Processamento de Imagens e Geoprocessamento, elaborado e distribuído gratuitamente pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

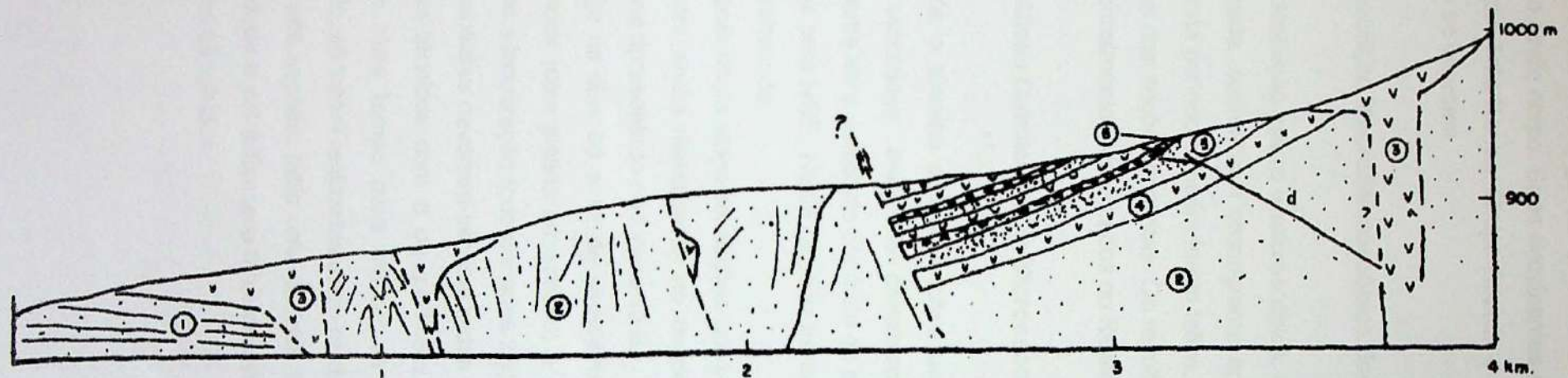
8.3. Geologia Local

A região de Presidente Olegário, topo norte do platô da serra da Mata da Corda, é lugar de numerosos centros vulcânicos e espessa seqüência de fluxos de lava e rochas piroclásticas, que variam de cinza a lapili e blocos. As lavas amigdaloidais são pretas a pretas esverdeadas, possuem vesículas preenchidas por zeólitas (ricas em bário) e calcedônia em matriz com abundantes cristais de olivina e poucos xenocristais de magnetita, perovskita e ilmenita. Estas seqüências estão acomodadas sobre arenitos fluviais (brancos e rosados) com estratificações cruzadas do Grupo Areado ou ardósias vermelhas e siltitos esverdeados do Grupo Bambuí, sendo também cortadas por numerosos diques (centimétricos a métricos) e brechas compostas por uma mistura de fragmentos arredondados a angulosos de material vulcânico, rochas vulcânicas porfíricas, plutônicas com composição variando de melasienitos a piroxenito e sedimentares. A sucessão de litologias presentes nas rochas da região de Presidente Olegário esta esquematizada na Figura 11.

A Intrusão Facão, objeto deste trabalho esta localizada a três quilômetros a sudeste da cidade de Presidente Olegário, MG (18° 25'S, 46°26'W, figura 01). Trata-se de corpo discreto com forma irregular, até agora não mapeada, de pequena dimensão, talvez uns 300 metros na sua maior dimensão. A rocha possui cor preta esverdeada e sua alteração produz solo verde amarelado que contrasta com os solos arenosos claros das encaixantes.

As observações realizadas em campo se restringiram ao único afloramento existente no quintal de fazenda homônima, localizada nos arredores da cidade de Presidente Olegário. Assim sendo, não foi possível estabelecer com segurança a forma de jazimento deste corpo, ou seja, se a intrusão corresponde a um pipe ou diatrema, como outras conhecidas na região, ou alguma outra forma inusitada não definida. Seriam necessários

FIGURA 11 – SEÇÃO ESQUEMÁTICA OBSERVADA NAS PROXIMIDADES DAS CIDADES DE PRESIDENTE OLEGÁRIO E PATOS, MG.
(Extraldo de Leonardos et al. 1991).



1 – arenitos horizontalizados do Grupo Areado; 2 – arenitos fluidizados e verticalizados próximos à intrusão; 3 – fácies intrusiva; 4 – lavas maciças; 5 – tufos de cinza e lapili; 6 – rochas piroclásticas (tamanho bloco) horizontalizadas; d – dique.

Levantamentos baseados em métodos geofísicos (magnetometria terrestre, eletrorresistividade e gamaespectrometria, por exemplo) para, eventualmente, definir a extensão deste corpo. Suas encaixantes são rochas sedimentares da Bacia Sanfranciscana (Formação Três Barras, Grupo Areado e Formação Capacete, Grupo Mata da Corda), com os quais se intercala.

8.4. Descrição Macro/Microscópica das Amostras

A descrição macro e microscópica, levando em consideração o discutido no item 7.2, foi realizada, conforme o cronograma apresentado na Tabela 04 nos meses de junho e julho. Neste período também foram feitos, fotos das texturas e principais tipos mineralógicos presentes nas seções descritas. Os resultados obtidos serão apresentados no item 09, e já foram parcialmente incorporados no Relatório de Progresso (agosto).

8.5 Análises Químicas com Microsonda Eletrônica

Após o término das descrições petrográficas, foi feita inspeção pelas três seções polidas escolhidas, antes da metalização, visando o conhecimento do material que efetivamente seria estudado por meio de análises químicas quantitativas e semiquantitativas efetuadas pela MSE. Neste período também foram tiradas 36 fotomicrografias das seções para microsonda.

Depois desta etapa as seções polidas foram novamente encaminhadas ao laboratório para serem então metalizadas no evaporador AUTO 206 da Edwards, como explica o fluxograma apresentado na Figura 10 B.

Entre os dias 08 e 12 de setembro e com o auxílio de microscópio Zeiss Standard Trasnporlock (com platina automática) e software Digimax, foi gerado banco de dados no Excel com a localização (coordenadas x y) dos 150 pontos que seriam analisados.

As análises deveriam ser realizadas entre os dias 15 a 19 de setembro, mais devido a problemas técnicos com o equipamento e o despreparo de alguns pesquisadores, que utilizaram mais tempo para efetuar as análises que o estipulado em cronograma do laboratório, só foram realizadas entre os dias 20 a 23 de outubro.

As três seções, mais uma padrão, foram então colocadas na MSE, onde, depois de gerado vácuo e estabilizado o feixe de elétrons, foram feitas as análises pontuais por WDS dos pontos escolhidos.

8.6 Processamento dos Dados Obtidos nas Análises Químicas

O sistema TRACOR–Voyager 3.6.1 produz como resultado tabelas com porcentagem em peso de óxidos que precisam ser processadas em softwares especializados em química mineral, como é o caso do MINPET, utilizado para este trabalho.

Os cálculos realizados pelo MINPET seguem, de forma geral, os procedimentos descritos por Deer et al.(1992). Dessa forma, a olivina foi recalculada na base de 4 átomos de oxigênio e a flogopita, em base anidra, de 22 átomos de oxigênio, por exemplo.

9. RESULTADOS OBTIDOS

9.1. Descrição Petrográfica

9.1.01. Macroscópica

A coleção de amostras da intrusão é macroscopicamente homogênea. São amostras muito escuras, pretas esverdeadas, com granulação fina a afanítica, ásperas ao tato, duras, não riscáveis ao aço, não efervescentes ao HCl 10% a frio e não porosas, além de muito densas.

Destacam-se no todo afanítico pequenos cristais (milimétricos a submilimétricos) frescos e brilhantes, xenomórficos, dando ao conjunto aparência fragmentária.

Nos vários cortes feitos para laminação, em apenas um aparece indícios de fluxo.

As heterogeneidades presentes são poucas:

- Poucas estruturas, até centimétricas, de aparência amigdaloidal;
- Fragmentos arredondados a elípticos, em geral com cores muito escuras, milimétricos a centimétricos, heterogeneamente distribuídos;
- Nódulos cristalinos esverdeados de dunito fresco.

9.1.02. Microscópica

Foram realizadas 16 lâminas delgadas, posicionadas de forma a obter materiais diferentes (nódulos, por exemplo). A descrição completa de cada lâmina esta apresentada no Anexo 1. Microscopicamente, a rocha é homogênea a não ser pela presença ou ausência aleatória de nódulos e cavidades e vênulas preenchidas. A rocha é inequigranular, com fragmentos monocristalinos (Fotomicrografias 01 e 05) , com dimensões de 3 mm até < 0,02 mm, bordas irregulares e sem zoneamento, envolvidos por matriz muito fina (0,01 mm, Fotomicrografias 06 a 08), onde aparecem, principalmente cristais euédricos de clinopiroxênio verde água com, aproximadamente 15 μ de comprimento e material intersticial

isótopo (vidro). Sobre esse conjunto matricial há abundante perovskita (Fotomicrografia 08) e intercrescimento de opacos (Fotomicrografias 09 e 10), com dimensões menores. Localmente, destacam-se três tipos de microfenocristais euédricos a subédricos de diopsídio (zonados – Fotomicrografias 11 e 12, sem zoneamento ou, levemente, deformados), muitas vezes com uma ou duas bordas corroídas. Diversos bolsões poiquiliticos de flogopita (Fotomicrografias 05, 09 e 11) e cristais zonados também estão presentes (Fotomicrografia 13). A relação entre diopsídio e vidro na matriz é de 1:2, aproximadamente. Todas as fotomicrografias citadas encontram-se nas pranchas do Anexo 2. Conclui-se, portanto sua textura é porfírica a seriada com matriz inequigranular desde muito fina a fina.

Variavelmente aparecem cavidade e vênulas, de contornos indefinidos, preenchidos por zeólita (Fotomicrografias 14 a 16);

Nódulos presentes:

- Nódulo Tipo I (Fotomicrografias 17 a 20): são os mais notáveis e, pelo menos, 4 deles foram seccionados. São compostos de 100 % de olivina fresca (dunito), às vezes muito fraturadas, em geral com dimensões superiores às olivinas da rocha (entre 5 e 0,4 mm). Há alguma orientação paralela da olivina, além do fato de ocorrerem cristais com lamelas de deformação (Fotomicrografia 21). A olivina é anédrica, e o fragmento de dunito pouco inequigranular;
- Nódulo Tipo II (Fotomicrografia 22): são de piroxênio com hábito, dimensões e características diferentes daquelas da matriz, euédricos, prismático curto;
- Nódulo Tipo III (Fotomicrografia 23): são de piroxênio com material amorfo o piroxênio caracteriza-se pelo hábito anédrico granular;
- Nódulo Tipo IV (Fotomicrografia 24 a 26): parecem ser de peridotito, uma vez que se apresentam alterados, impossibilitando estimativa modal. Mostram minerais xenomórficos granulares, com predomínio de piroxênio, restos de olivina em meio a alteração incolor, flogopita alaranjada em placas e material verde muito fino a isótopo, com muita impregnação de opacos e perovskita finos.

Composições modais médias, estimadas, para as amostras (Tabela 04):

	Composição Modal Média	Observações
Olivina	15-20%	
Matriz	80 – 85%	Flogopita ~ 5%
		Opacos + Perovskita ~ 5%
		Clinopiroxênio + vidro ~ 70%
Nódulos + cavidades preenchidas	2-3%;	

Tabela 04 – Composição modal média das amostras.

9.2. Resultados das Análises Químicas

9.2.01. Olivinas

Para as olivinas foram realizadas 42 análises pontuais, sendo 20 em macro ou megacristais (centro e borda), 4 em nódulos tipo I (duníticos), 9 em cristais arredondados e alterados, com alteração de iddingsita e/ou esqueléticas, e 4 em cristais deformados. As análises completas se encontram no Anexo 3, Tabelas 5 A a 5 C— Análises químicas das olivinas realizadas na MSE.

Além dos três constituintes principais, Mg, Si e Fe. Com maior quantidade de Mg (0,805 a 1,801 átomos por fórmula unitária – AFU) em relação ao Si (0,434 a 1,018 AFU) e quantidades significativas de Fe (0,106 a 0,336 AFU). Os demais elementos (Al, Ti, Mn, Ca, Na, K, Cr e Ni), quando detectados apresentam no máximo totais de 0,019 AFU.

Nas análises realizadas nos macro ou megacristais de olivina, percebe-se predomínio de enriquecimento de Mg do centro para as bordas e conseqüente empobrecimento de Fe do centro para as bordas (Figura 12). Dessa forma, levando em consideração o histograma indicativo das variações moleculares, apresentado na Figura 13, pode-se classificar todos os cristais, predominantemente, como crisólita (Fe_{90-93}).

A fórmula estrutural dos cristais de olivina, calculada na base de 4 átomos de oxigênios, é classificada a partir dos componentes moleculares forsterita [$MgFe^{2+}+Mg$] e faialita [$Fe(Fe^{2+}+Mg)$], conforme nomenclatura apresentada por Deer, et al., 1992.

9.2.02. Clinopiroxênios

Foram realizadas 50 análises pontuais de clinopiroxênio, sendo 12 análises associadas aos cristais presentes em nódulos tipo II e III, 7 aos cristais euédricos constituintes da matriz, e os outras 31 nos microfenocristais com ou sem zoneamento ou deformados. Nos microfenocristais com zoneamento foram realizadas análises de centro, borda e ponto intermediário entre o centro e a borda, nos sem zoneamento de centro e borda; nos demais foram efetuadas análises pontuais no centro dos cristais. Os resultados completos no Anexo 3, Tabelas 6 A a 6 E— Análises químicas dos clinopiroxênios realizadas na MSE.

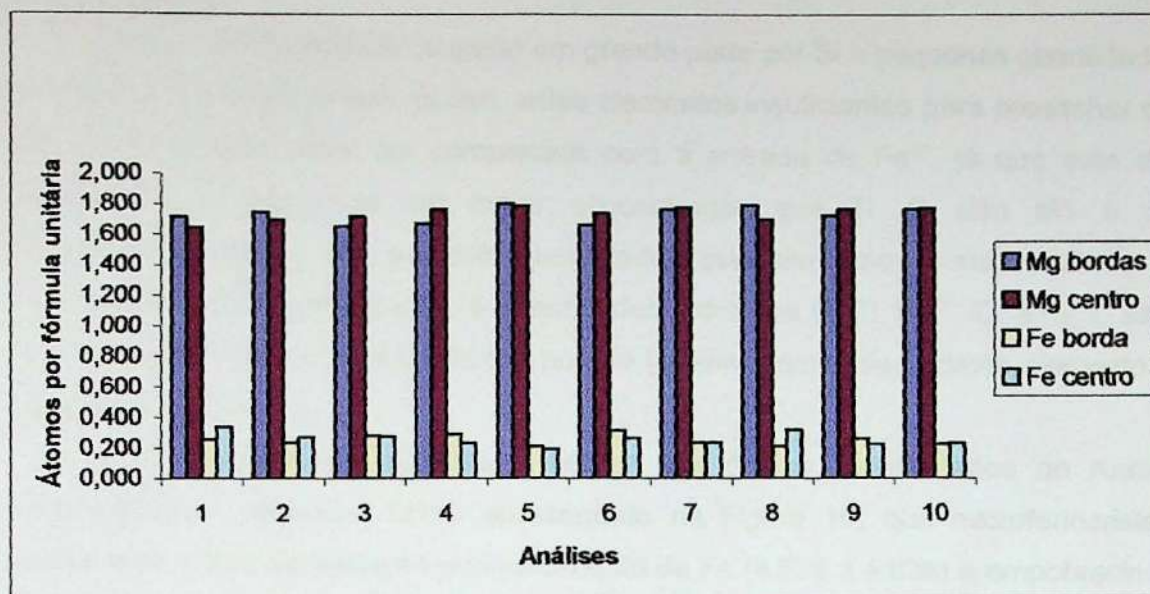


FIGURA 12 – Relação entre os componentes Magnésio e Ferro em macro ou megacristais de olivina.

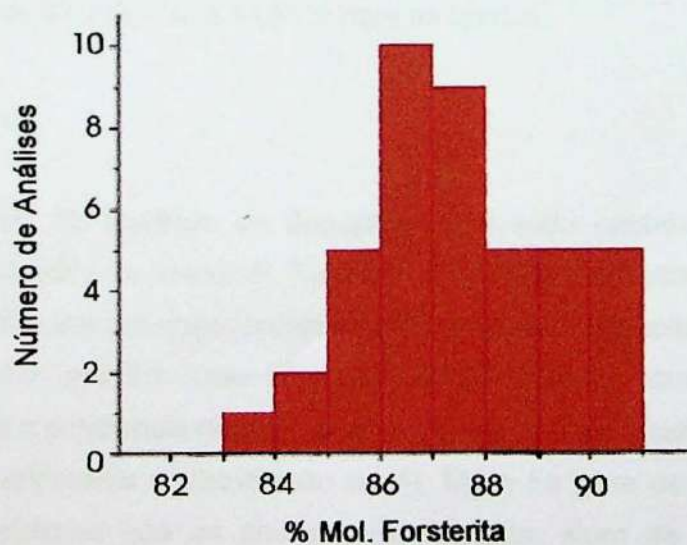


FIGURA 13 – Histograma indicativo da composição (porcentagem de molécula de forsterita) dos cristais de olivina da Intrusão Facão.

Os dados obtidos por intermédio das análises são expostos nos diagramas de classificação de piroxênios En-Fs-Wo (Figura 14) e Q-J (Figura 15). Estes diagramas destacam a variação composicional restrita destes clinopiroxênios sendo todos classificados como diopsídio.

O sítio T do diopsídio é ocupado em grande parte por Si e pequenas quantidades de Al (máximo 0,153 AFU), sendo, porém, estes elementos insuficientes para preencher o sítio. A deficiência do sítio pode ser completada com a entrada de Fe^{3+} , já que este elemento tipicamente se apresenta em maior concentração que Ti. O sítio M1 é ocupado preferencialmente por Mg, a menor quantidade deste elemento no sítio equivale a 0,581 AFU para as análises realizadas, e quantidades reduzidas de Ti, Fe^{2+} , Cr e Ni. O sítio M2 é ocupado quase que em sua totalidade por Ca (a menor quantidade deste elemento no sítio equivale a 0,887 AFU).

Da observação dos resultados médios dos óxidos apresentados no Anexo III – Clinopiroxênios, obtém-se, como apresentado na Figura 16, que microfenocristais sem zoneamento óptico apresentam enriquecimento de Fe (4,536 a 4,636) e empobrecimento de Mg (15,317 a 15,292) do centro para as bordas; os com zoneamento apresentam enriquecimento de Mg (14,203 a 15,162) e empobrecimento de Fe (6,303 a 4,812) do centro a região intermediária dos cristais e posterior enriquecimento de Fe (4,812 a 5,538) e empobrecimento de Mg (15,162 a 14,813) para as bordas.

9.2.03. Flogopitas

Realizaram-se 12 análises de flogopita envolvendo cristais zonados ou não. Os resultados apresentados no Anexo III, Tabela 7 A e 7 B – Flogopita, mostram que todos os cristais micáceos analisados correspondem quimicamente a flogopita, visto que apresentam relação Mg:Fe maior que 2:1 (Deer et al. 1992). O Fe^{3+} para estas análises foi estimado apenas para suprir a deficiência no sítio tetraédrico, sendo o Fe^{2+} calculado a partir do FeO.

A figura 17 apresenta a distribuição de Al, Mg e Fe para os cristais de flogopita da Intrusão Facão. Nota-se que as análises de flogopita, além de se sobreporem, estão projetadas próximas ao início das linhas das séries flogopita-annita e flogopita-tetraferroflogopita.

Os resultados obtidos mostram, ainda, que os cristais de flogopita analisados são anormalmente ricos em porcentagem em de peso de TiO_2 (5,234 a 6,545), FeO (5,304 a 6,673), BaO (1,181 a 3,805) e F (4,226 a 5,236) e empobrecidos em Al_2O_3 (8,621 a 10,804). Há diferença significativa entre o conteúdo de Al_2O_3 entre os bolsões de flogopita zonada e não zonada, uma vez que os cristais zonados são aluminosos como denota a Figura 18.

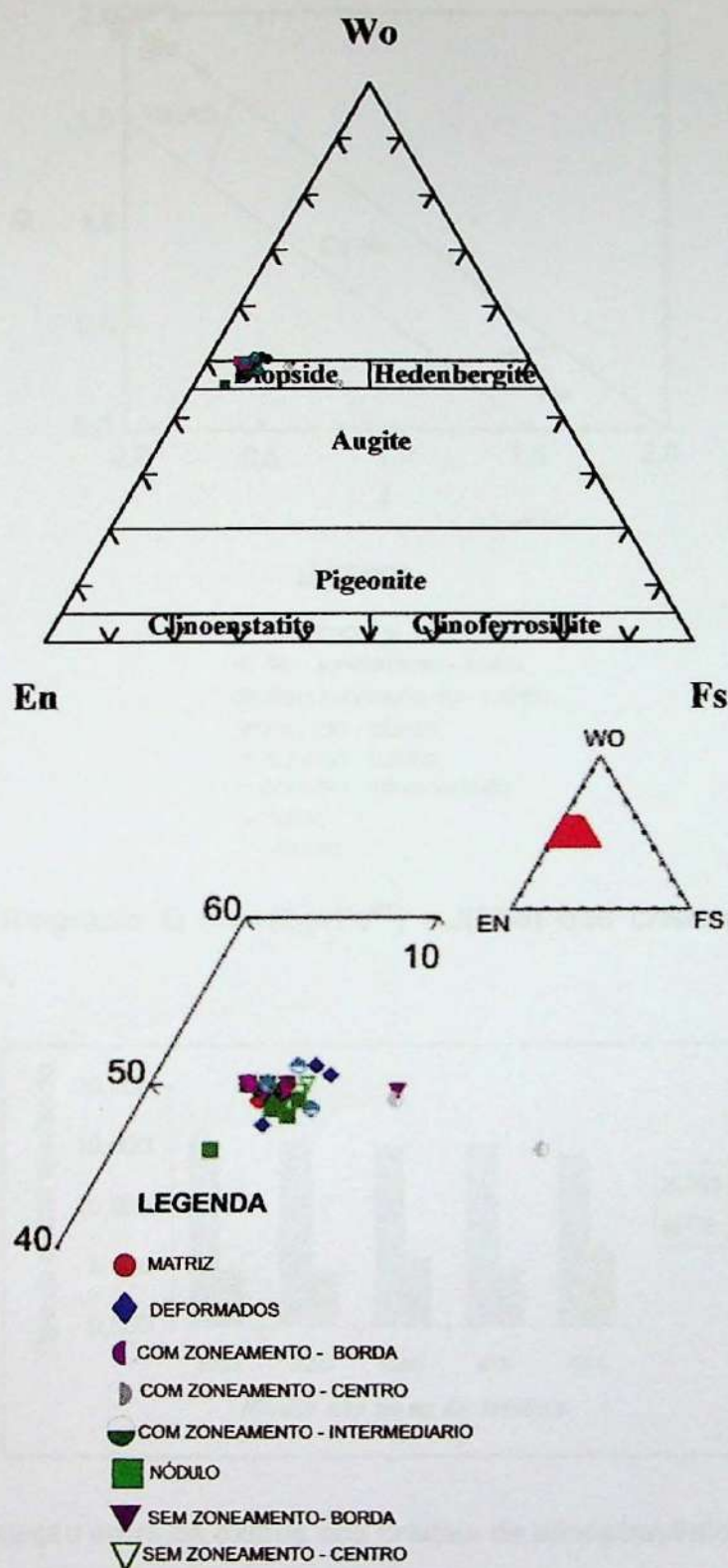
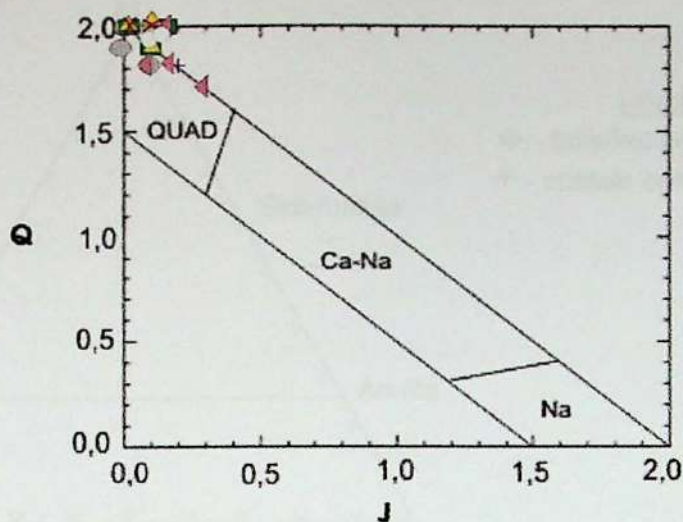


FIGURA 14 – Diagrama En (enstatita) – Fs (ferrossilita) – Wo (wollastonita) dos cristais de clinopiroxênio da Intrusão Facão.



LEGENDA

- + deformados
- Sem zoneamento - borda
- Sem zoneamento - centro
- ▼ Zonado - borda
- ◀ Zonado - centro
- ▲ Zonado - intermediário
- × matriz
- Nódulo

FIGURA 15 – Diagrama Q ($\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}$) - J(2Na) dos cristais de clinopiroxênio da Intrusão Facão.

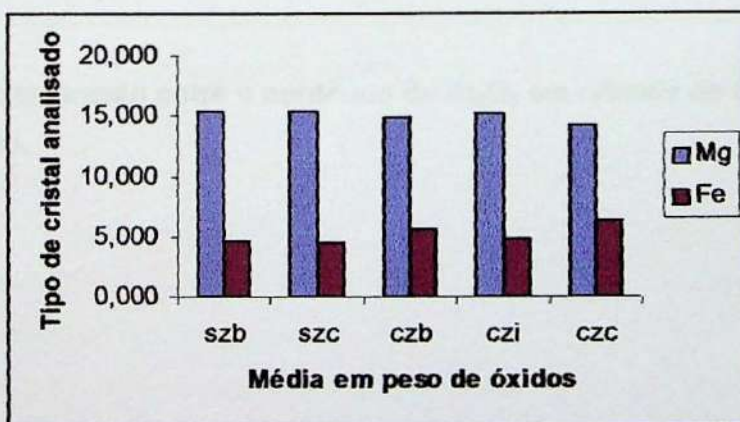


FIGURA 16 – Relação entre os óxidos dos cristais de clinopiroxênio. szb – sem zoneamento borda; szc – sem zoneamento centro; czb – com zoneamento borda; czi – com zoneamento intermediário; czc – com zoneamento centro.

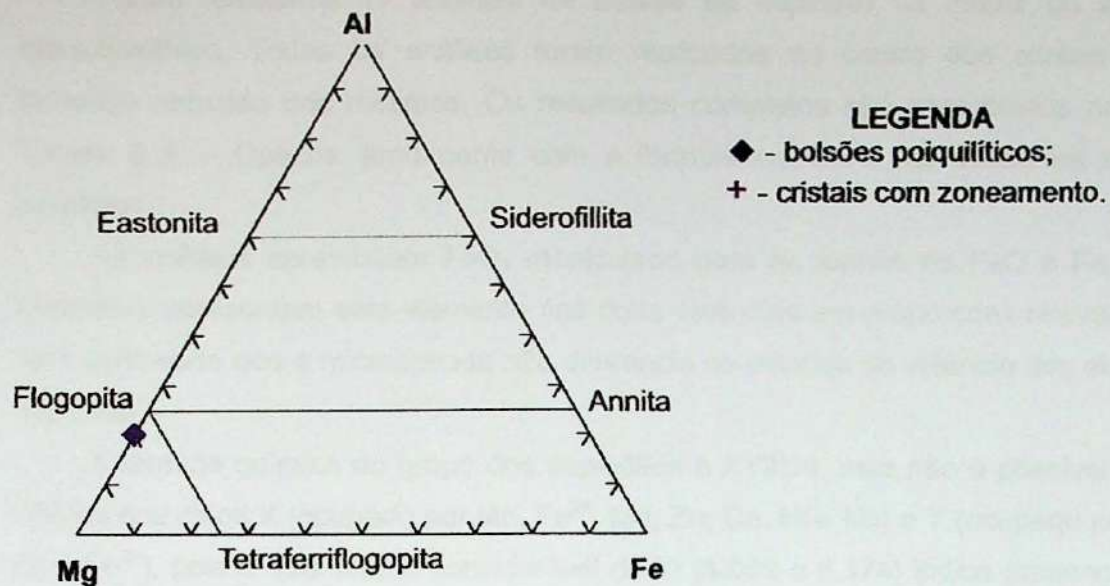


FIGURA 17 – Distribuição de Al, Mg e Fe para os cristais de flogopita da Intrusão Facão.

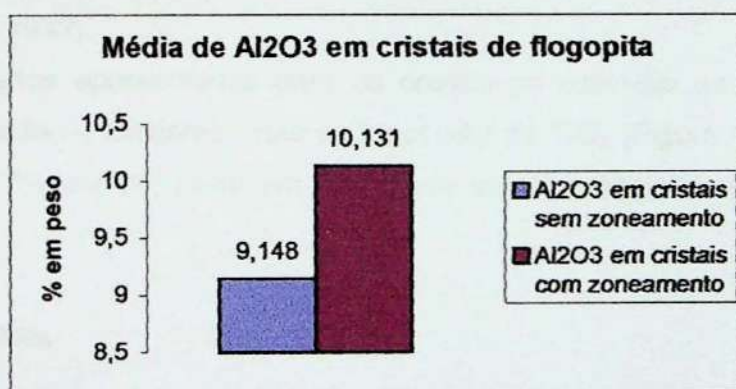


FIGURA 18 – Comparação entre o conteúdo de Al_2O_3 em cristais de flogopita com ou sem zoneamento.

9.2.04. Opacos

Foram realizadas 17 análises de cristais de espinélio da matriz ou inclusos em clinopiroxênios. Todas as análises foram realizadas no centro dos cristais devido ao tamanho reduzido dos mesmos. Os resultados completos são encontrados no Anexo III, Tabela 8 A – Opacos, juntamente com a fórmula estrutural, calculada na base de 32 oxigênios.

As análises apresentam FeO_T recalculado para as formas de FeO e Fe_2O_3 pois os espinélios apresentam este elemento nas duas valências em proporções relevantes. É fato bem conhecido que a microsonda não diferencia os estados de valência dos elementos no espinélio.

A fórmula química do grupo dos espinélios é XY_2O_4 , mas não é possível separar os cátions nos sítios X (ocupado por Mn, Fe^{2+} , Mg, Zn, Ca, Ni e Nb) e Y (ocupado por Si, Ti, Al, Cr e Fe^{3+}), pois a quantidade considerável de Ti (4,049 a 5,174) indica presença relevante da molécula de ulvoespinélio (Fe_2TiO_4), além da molécula da magnetita ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$), sendo assim impossível fazer o balanceamento estrutural do mineral com as relações $\text{R}^{3+}/\text{R}^{2+}$ de 2:1, (Deer et al. 1992).

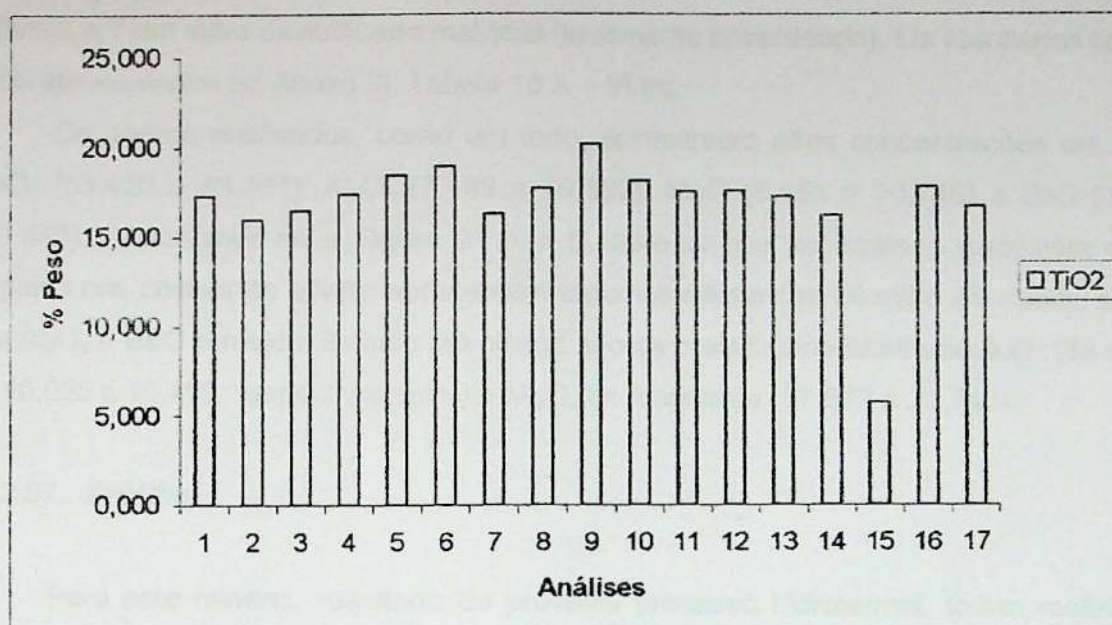
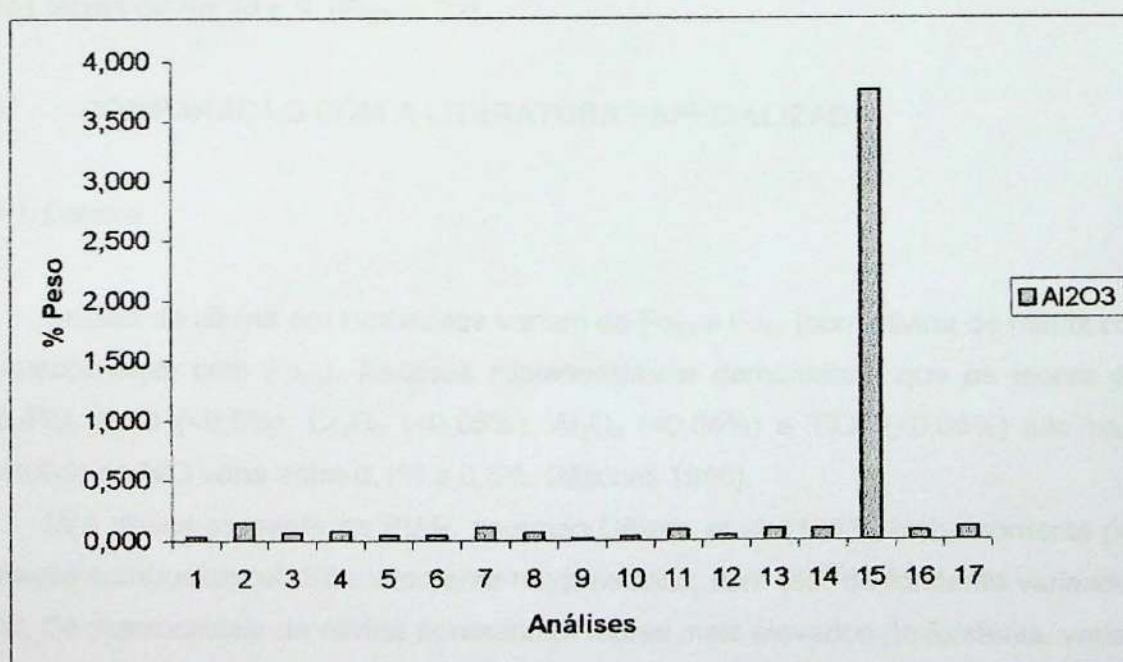
Os resultados apresentados para os cristais de espinélio da matriz e inclusos em dipsídio, são bastante similares, mas seu teor alto de TiO_2 (Figura 19) aliado ao seu teor baixo de Al_2O_3 (Figura 20) permitem inferir que sejam integrantes da série ulvoespinélio-magnetita.

9.2.05. Perovskita

Realizaram-se 8 análises pontuais de cristais de perovskita contidos na matriz da Intrusão Facão. Todas as análises foram efetuadas no centro dos cristais devido ao tamanho reduzido, cerca de 8 a 10 μ , dos mesmos. Como se pretende fazer uma caracterização sumária deste mineral, não foram utilizadas condições analíticas diferenciadas dos outros minerais. O Anexo III, Tabela 9 A – Perovskita apresenta os resultados completos obtidos nas análises.

No Anexo III – Perovskita observa-se que as composições dos cristais de perovskita possuem teores de Ca elevados (intervalos de 0,966 a 0,991 AFU), principal elemento do sítio A, e de Ti (intervalos de 0,970 a 0,980 AFU) principal componente do sítio B.

Uma feição química que chama a atenção neste mineral é a baixa concentração relativa de elementos terras raras, se comparados com resultados de outras Intrusões da PIAP e ocorrências mundiais, < 2% de peso de óxidos - Ce e La.

FIGURA 19 – Teor de TiO₂ em opacos da Intrusão Facão.FIGURA 20 – Teor de Al₂O₃ em opacos da Intrusão Facão.

9.2.06. Vidro

Foram realizadas 3 análises pontuais em vidro (incolor) incluso em fenocristais de olivina, e 7 em vidro devitrificado matricial (levemente esverdeado). Os resultados completos são apresentados no Anexo III, Tabela 10 A – Vidro.

Os pontos analisados, como um todo, apresentam altas concentrações em peso de SiO_2 (33,420 a 43,361), Al_2O_3 (7,189 a 20,382), MgO (6,651 a 20,746) e BaO (10,025 a 20,846). Observando-se a Figura 21 A e B, nota-se que as análises efetuadas em vidro incluso nos cristais de olivina apresentam algumas diferenças do vidro da matriz: os teores de Al_2O_3 e BaO em vidro incluso em olivina são os mais baixos observados (7,189 a 11,584 e 10,025 a 10,459, respectivamente) e MgO , os mais altos (17,972 a 20,746).

9.2.07. Zeólitas

Para este mineral, resultado de provável processo hidrotermal, foram realizadas 08 análises, resultados completos em Anexo III, Tabela 11 A– Zeólitas.

Os pontos analisados, como um todo, apresentam resultados bastante similares e altos teores de Ba, Al e Si (Figura 22).

10. COMPARAÇÃO COM A LITERATURA ESPECIALIZADA

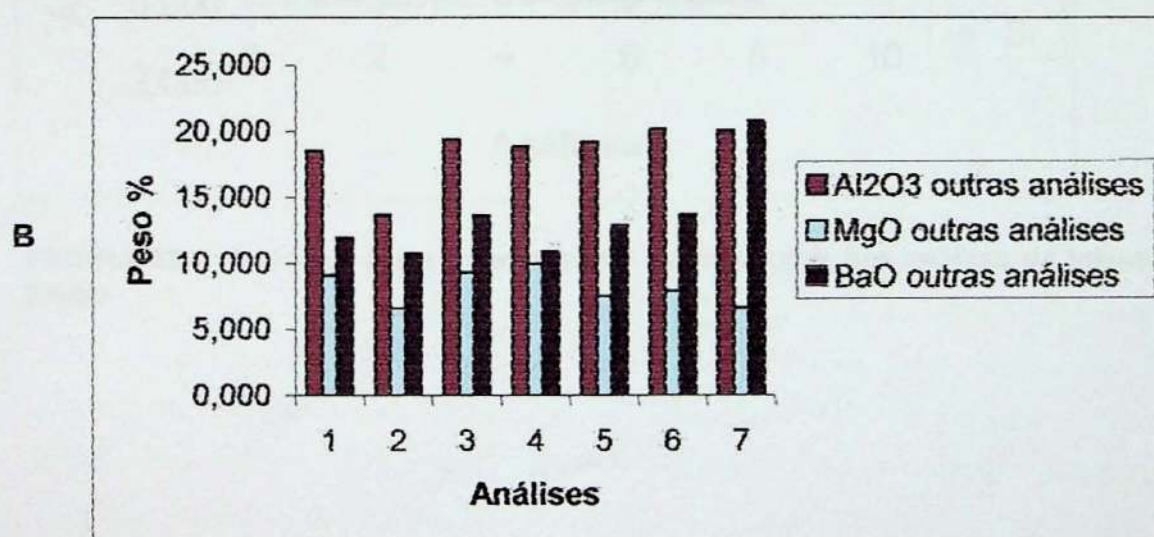
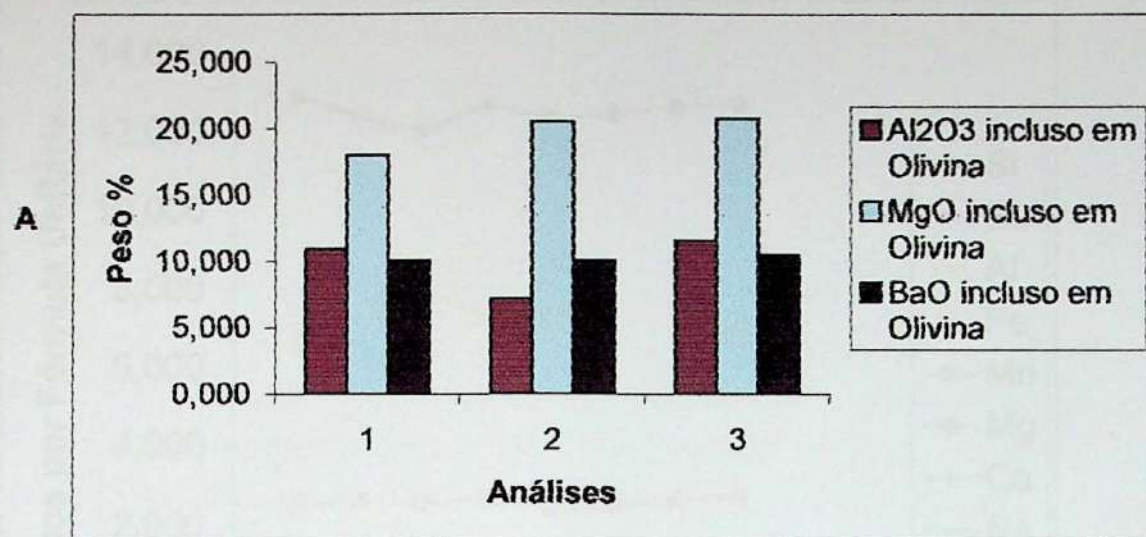
10.1. Olivina

Cristais de olivina em kimberlitos variam de Fo_{82} a Fo_{92} (com olivina de matriz com Fo_{86} e macrocristais com Fo_{89}). Análises representativas demonstram que os teores de CaO (<0,4%), MnO (<0,5%), Cr_2O_3 (<0,05%), Al_2O_3 (<0,05%) e TiO_2 (<0,05%) são baixos. O conteúdo de NiO varia entre 0,1% a 0,5%. (Mitchell 1986).

Já a olivina presente na PIAP, segundo Gibson et al. (1995), exibe somente pequena variação composicional. São altamente magnesianas, com teor de forsterita variando de 84 a 92. Os macrocristais de olivina apresentam teores mais elevados de forsterita, variando de 88 a 92 e tem composição similar aos cristais eudrais de olivina. Em algumas intrusões microcristais de olivina mostram pequena zonação composicional.

Olivina em kamafugitos, de mafuritos a uganditos, mostram variação composicional similar (Fo_{79} a Fo_{92}), conforme Araújo et al. (2000).

Em lamproitos, Mitchell (1995), conquanto seja um constituinte comum, a olivina nem sempre esta presente e nem é um mineral característico.



FIGURAS 21 A e B – Gráficos mostrando as relações entre os pesos (%) dos óxidos Al₂O₃, MgO e BaO presentes em vidros incluídos em cristais de olivina ou matriciais.

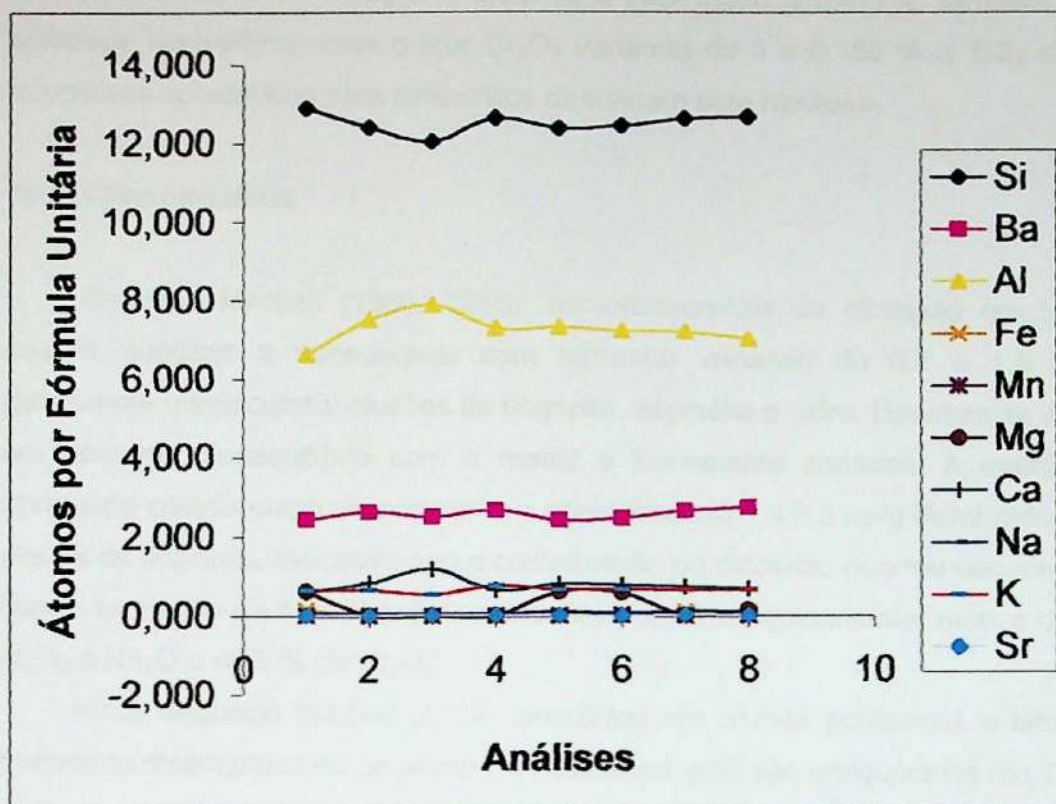


FIGURA 22 – Relações entre os elementos constituintes das zeólitas da Intrusão Facão.

Os cristais de olivina da Intrusão Facão apresentam o teor de forsterita variando de 83 a 90%, característica que pode indicar afinidade kimberlítica ou kamafugítica para a intrusão. Os teores de CaO variando de 0,030 a 0,790 % (média de 0,196), MnO variando de 0,095 a 0,456 %, Al_2O_3 0 a 0,047%, e NiO 0,030 a 0,477%, também apontam para afinidade kimberlítica, mas o teor Cr_2O_3 variando de 0 a 0,186 % e TiO_2 de 0 a 0,142%, superiores ao admitido para kimberlitos descartam esta hipótese.

10.2. Clinopiroxênio

Segundo Mitchell (1986, 1995), microfenocristais de diopsídio em kimberlitos são cristais eudrais a subeudrais com tamanho variando de 0,5 a 1,5 mm, incluindo geralmente minúsculas inclusões de flogopita, espinélio e vidro. Usualmente estão corroídos em aparente desequilíbrio com a matriz e fracamente zonados. A matriz de diopsídio apresenta cristais eudrais aciculares a prismáticos (0,1 a 0,5 mm) distribuídos ao acaso em placas de flogopita, indicativo que a cristalização do diopsídio ocorreu contemporaneamente com a formação da flogopita. Estes piroxênios contêm, tipicamente, menos de 1% de TiO_2 , Al_2O_3 e Na_2O e <0,5 % de Cr_2O_3 .

Ainda segundo Mitchell (1986) piroxênios em rochas potássicas e lamprofíricas são facilmente distinguidos de piroxênios kimberlíticos, pois são enriquecidos em TiO_2 (1 a 6%) e Al_2O_3 (1 a 13%), formando cristais levemente zonados.

Meyer et al. (1991) ao discutir ao descrever a petrografia e a química mineral de cinco intrusões (Limeira I e II, Indaiá I e II e Pântano) apresentam, como maiores constituintes da matriz, cristais euédricos (0,005mm de largura e 0,05 mm de comprimento) de diopsídio, mostrando textura de fluxo e composições com conteúdos relativamente altos de TiO_2 (1,04 a 1,32 %), Al_2O_3 (0,11 a 0,59 %) e Na_2O (0,86 a 1,32 %). Os grãos tabulares ou prismáticos de diopsídio podem incluir perovskita, monticellita ou espinélio.

Do ponto de vista petrográfico os cristais de diopsídio da Intrusão Facão, apesar de apresentar microfenocristais fortemente zonados, são semelhantes aos descritos por Mitchell (1986, 1995) e Meyer et al. (1991). Composicionalmente, Figura 23, são levemente diferentes visto serem relativamente enriquecidos em TiO_2 (0,237 a 3,891%) e Al_2O_3 (0,096 a 3,477%).

10.3. Flogopita

A composição da flogopita em corpos kimberlíticos varia de localidade para localidade. Contudo, uma característica é bem definida; a flogopita é aluminosa, principalmente aquelas da matriz, chegando a composições próximas a da eastonita, apresentando amplo intervalo de TiO_2 (0,5 – 5,5% de peso). Este não é o caso dos resultados obtidos. Conforme já

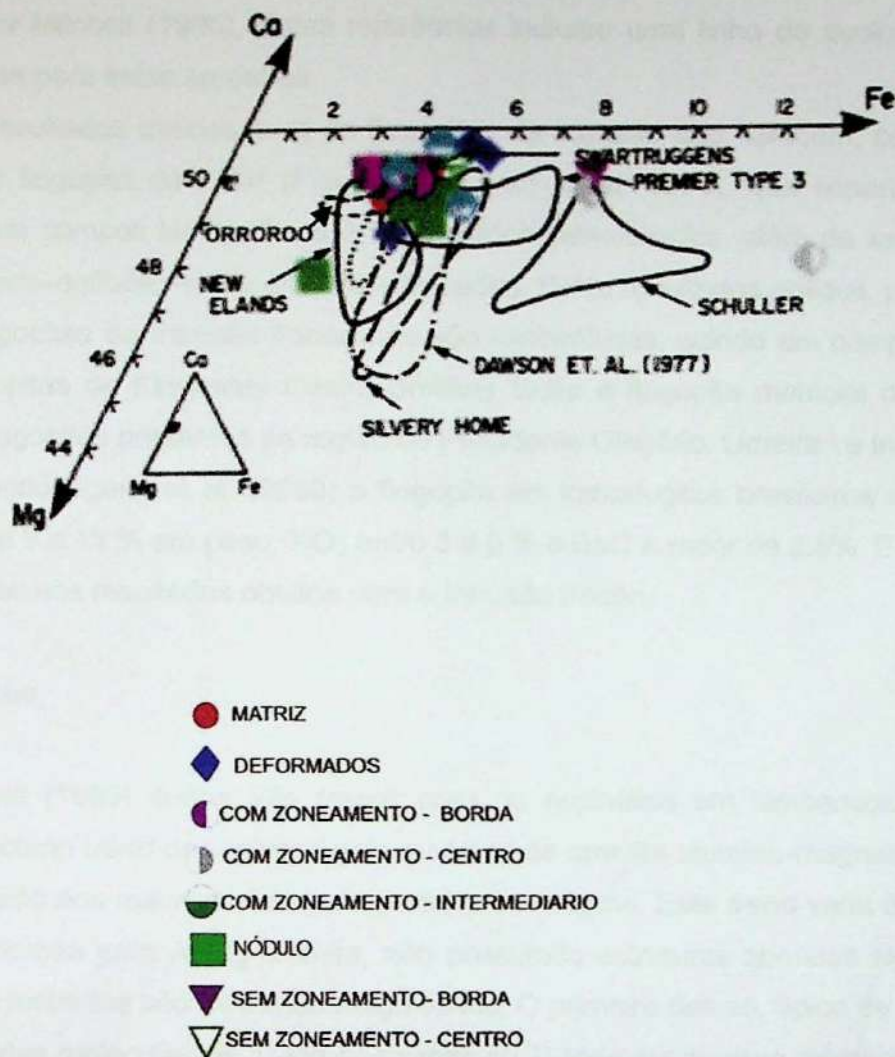


FIGURA 23 – Comparação entre a composição de cristais de clinopiroxênio. Clinopiroxênios kimberlíticos de Orroroo, Swartuggens, Schüller, Silvery Home, New Elands e Sul Africanos – Dawson et al. (1977). Modificado de Mitchell (1986).

comentado, os cristais de flogopita desta intrusão, principalmente os bolsões, são empobrecidos em Al_2O_3 e enriquecidos em TiO_2 (em torno de 6%).

A Figura 24 apresenta as principais variações de Al_2O_3 e TiO_2 para os cristais de flogopita da Intrusão Facão, tendo como referências os principais *trends* composicionais obtidos por Mitchell (1986). Estas referências indicam uma linha de evolução tipicamente lamproítica para estas amostras

Os resultados obtidos para as flogopitas da intrusão são, também, comparados com cristais de flogopita da PIAP (Figura 25, Gibson et al. 1995), que separa os cristais de flogopita em campos kimberlíticos e lamproíticos selecionados, além de xenólitos da suíte MARID (mica-anfibólio-rutilo-ilmenita-diopsídio). Pelos resultados obtidos, pode-se verificar que as flogopitas da Intrusão Facão não são kimberlíticas, caindo em campo intermediário entre flogopitas de Kimberley Oeste, Smokey Butte e flogopita matricial de Leucite Hills, como as flogopitas presentes na região de Presidente Olegário, Limeira I e Indaiá I.

Segundo Sgarbi et al. (2000) a flogopita em kamafugitos brasileiros apresenta Al_2O_3 variando de 9 a 13 % em peso, TiO_2 entre 3 a 8 % e BaO a redor de 2,5%. Esses dados são semelhantes aos resultados obtidos para a Intrusão Facão.

10.4. Opacos

Mitchell (1995) define três *trends* para os espinélios em kimberlitos. O primeiro é conhecido como *trend* de macrocristais ou *trend* de cromita alumino-magnésiana, sendo tal *trend* atribuído aos macrocristais incorporados ao magma. Este *trend* varia de composições de Mg-Al-cromita para Al-Mg-cromita, não possuindo estruturas zonadas significativas. Os dois *trends* restantes são os *trends* magmáticos. O primeiro destes, típico de kimberlitos tipo I, evoluem das moléculas de Ti-Mg-Al-cromita ou Ti-Mg-cromita para membros da série Mg-ulvoespinélio-ulvoespinélio-magnetita. A presença de espinélios ricos em Ti e Mg (com intervalos de 12-23% de TiO_2 e 12-20% de MgO), contendo assim proporções substanciais da molécula de Mg-ulvoespinélio é a marca distintiva de tal *trend*. Os kimberlitos tipo I são as únicas rochas ígneas que contêm espinélios ricos nesta molécula.

O segundo *trend* magmático é caracterizado por espinélios variando em composição de Al-Mg-cromita através de titânio-magnésio-cromita e titânio-cromita para membros da série ulvoespinélio-magnetita. Tal *trend* caracteriza-se, também, pela rápida diminuição de MgO e não ser formado por espinélios ricos em magnésio-ulvoespinélio (<20%), fator contrastante do *trend* composicional 1. Também, todos os espinélios são pobres em Al em relação aos do *trend* 1.

Ainda segundo Mitchell (1995), o *trend* magmático 2 é incomum nos kimberlitos tipo I e insuficientemente caracterizado. É identificado unicamente nos kimberlitos Tunraq, Zagodochnaya e Koidu. Os sinais distintivos destes kimberlitos é que estes parecem ter

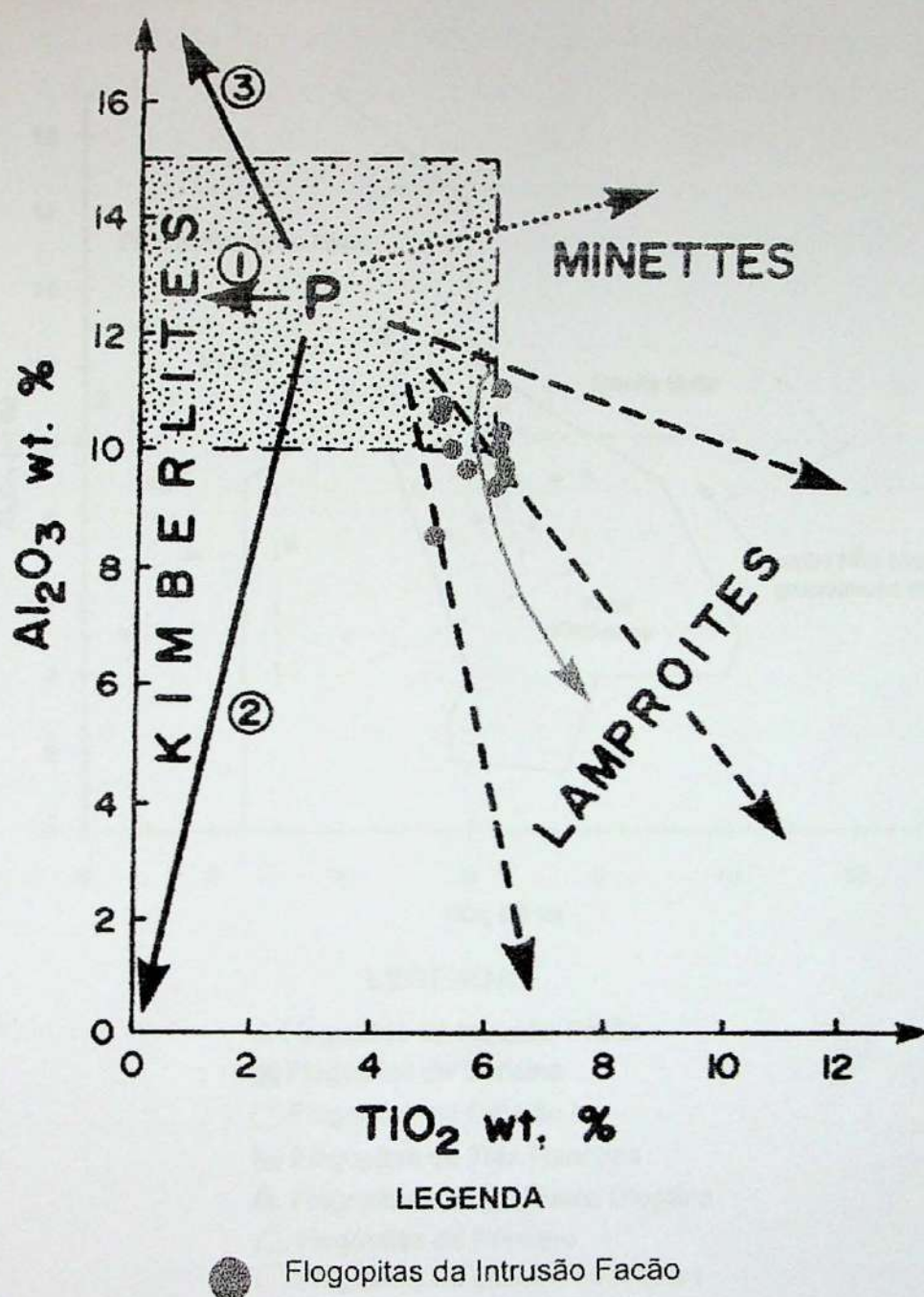
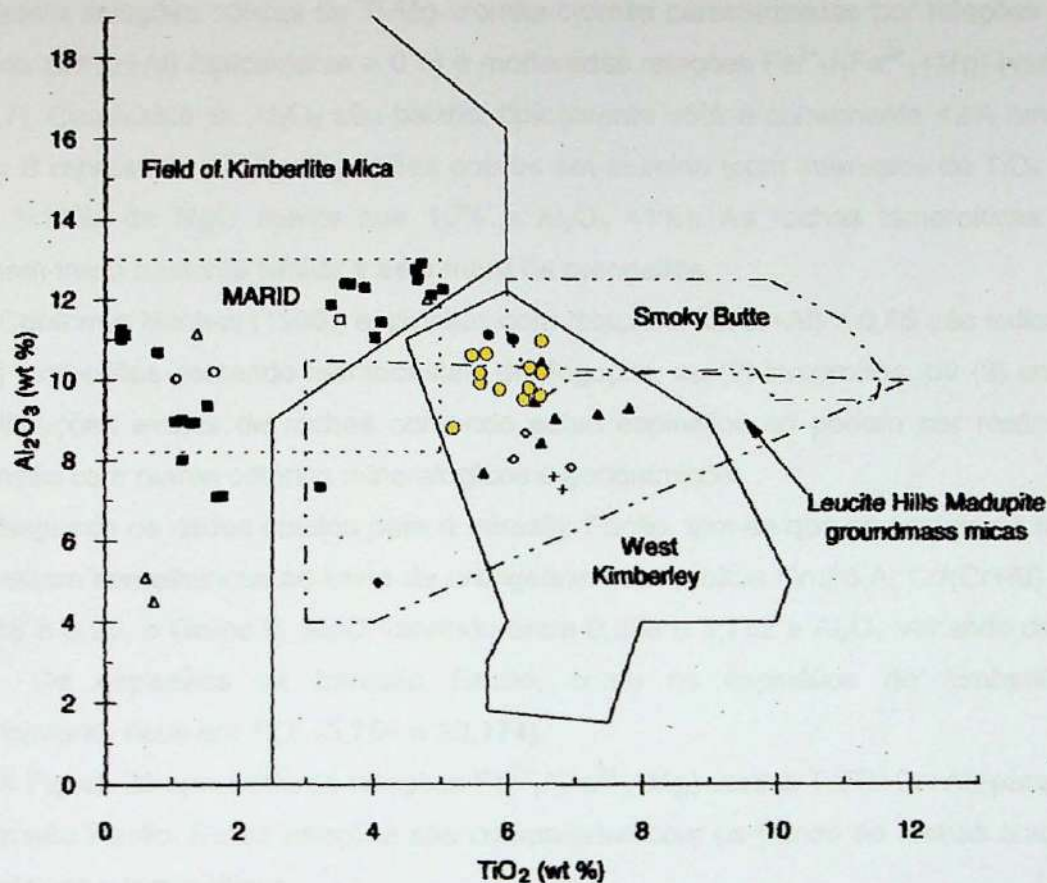


FIGURA 24 – Comparação entre os *trends* composicionais de micas da Intrusão Facão, kimberlitos, minettes e lamproítos. P – campo de origem dos *trends* de flogopita; 1 – Al₂O₃ constante; 2 – Al₂O₃ decrescente; 3 – Al₂O₃ crescente. Extraído de Mitchell (1986).



LEGENDA

- Flogopitas da Intrusão Facão
- Flogopitas de Bocaína
- Flogopitas de Catalão I
- ▒ Flogopitas de Três Ranchos
- ▲ Flogopitas de Presidente Olegário
- △ Flogopitas de Pântano
- Flogopitas de Limeira I e Indaia I
- Flogopitas de Limeira II e Indaia II
- + Flogopitas de Córrego Varjão
- ◆ Flogopitas de Serra Negra

FIGURA 25 – Comparação entre as flogopitas da PIAP e da Intrusão Facão.
Modificado de Gibson et al.(1995).

cristalizado abundante flogopita anterior à formação do volume de espinélios da matriz. Este segundo *trend* composicional de kimberlitos é idêntico ao *trend* composicional de espinélios de orangeitos, e muito similar ao *trend* composicional de lamproitos.

O *trend* de espinélios em orangeitos é subdividido em dois grupos. O Grupo A representa soluções sólidas de Ti-Mg-cromita-cromita caracterizadas por relações bastante altas de $Cr/(Cr+Al)$ (tipicamente $> 0,9$) e moderadas relações $Fe^{2+}_T/(Fe^{2+}_T+Mg)$ (variando de 0,4-0,7). Conteúdos de Al_2O_3 são baixos, tipicamente $<5\%$ e comumente $<2\%$ em peso. O Grupo B representa Ti-Mg-magnetitas pobres em alumina (com intervalos de TiO_2 variando entre 5-10%, de MgO menor que 10% e $Al_2O_3 <1\%$). As rochas lamproíticas também possuem *trend* bastante similar a este *trend* de orangeitos.

Conforme Mitchell (1995), espinélios com relações $Cr/(Cr+Al) > 0,85$ são indicativos ou de (1) kimberlitos contendo macrocristais de flogopita, ou (2) lamproitos, ou (3) orangeitos. Classificações exatas de rochas contendo estes espinélios só podem ser realizadas em conjunção com outros critérios mineralógicos e geoquímicos.

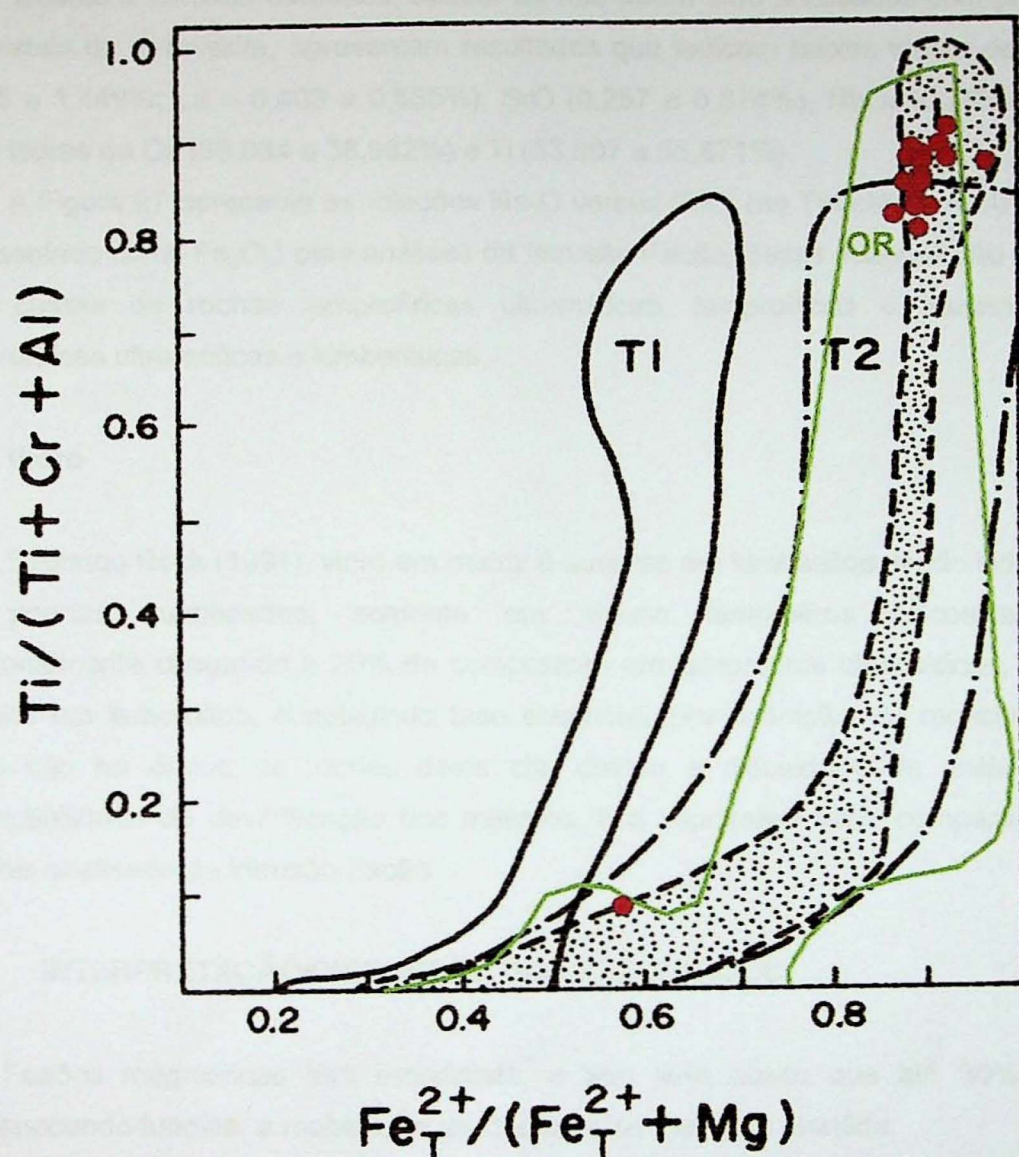
Segundo os dados obtidos para a Intrusão Facão, tem-se que os cristais de espinélios apresentam semelhanças ao *trend* de orangeitos e lamproitos Grupo A, $Cr/(Cr+Al)$ variando de 0,88 a 0,98, e Grupo B, MgO variando entre 0,936 a 3,792 e Al_2O_3 variando de 0,020 a 0,146. Os espinélios da Intrusão Facão, como os espinélios de kimberlitos, são anormalmente ricos em TiO_2 (5,755 a 20,174).

A Figura 26 apresenta as relações $Fe^{2+}_T/(Fe^{2+}_T+Mg)$ versus $Ti/(Ti+Cr+Al)$ para análises da Intrusão Facão. Essas relações são comparadas com os *trends* de rochas orangeíticas, kimberlíticas e lamproíticas.

10.5. Perovskita

De conformidade com Mitchell (1986, 1995), os cristais de perovskita de kimberlitos são pobres em Elementos Terras-Raras (ETR), enquanto que as de orangeitos, via de regra, possuem alto teor destes elementos. Já as de kamafugitos (e. g., Leucite Hills, Wyoming), são ricos em Ce e Sr, sendo classificadas como perovskita de cério e estrôncio. Perovskita de kimberlitos são constituídos essencialmente de $CaTiO_3$; as principais substituições são de Ca e Ti por ETR e Nb, respectivamente. Os cristais de perovskita são os principais portadores de ETR em kimberlitos.

Segundo Mitchell (1995), há ocorrências de perovskita de orangeitos pobres em ETR e SrO. Contudo, estas feições só ocorrem em orangeitos não-evoluídos. Para variedades mais evoluídas, a quantidade de $(ETR)_2O_3$ neste mineral é maior que 10% e a quantidade de SrO é acima de 3%, ocorrendo também aumento na concentração de Na. Mesmo nos orangeitos menos evoluídos, a quantidade de sódio na perovskita, geralmente, é maior que nas dos kimberlitos.



LEGENDA

● Espinélios da Intrusão Facão

FIGURA 26 - Relações $\text{Fe}^{2+}_T/(\text{Fe}^{2+}_T + \text{Mg})$ versus $\text{Ti}/(\text{Ti} + \text{Cr} + \text{Al})$ para análises da Intrusão Facão. Comparados com os trends magmáticos de kimberlitos (T1 e T2), orangeitos (OR) e lamproitos (L). Extraído de Mitchell (1995).

Os cristais de perovskita, segundo Araújo et al. (2000), em kimberlitos e kamafugitos da PIAP contém baixos teores de ETR (1,36 a 5,00% peso), SrO (0 a 1,17% peso) e NbO₅ (0,8 a 0,21% peso).

Quanto a intrusão estudada, apesar de não terem sido analisados com profundidade, os cristais de perovskita, apresentam resultados que indicam baixos teores de ETR (Ce – 0,605 a 1,449%; La – 0,403 a 0,565%), SrO (0,257 a 0,874%), NbO₅ (0,266 a 0,599%) e altos teores de Ca (38,034 a 38,982%) e Ti (53,897 a 55,871%).

A Figura 27 apresenta as relações Na₂O versus FeO_t (na Tabela 11 A, Anexo III, esta apresentado como Fe₂O₃) para análises da Intrusão Facão. Essas relações são comparadas com cristais de rochas lamprofíricas ultramáficas, lamproíticas e transicionais entre lamprofíricas ultramáficas e kimberlíticas.

10.6. Vidro

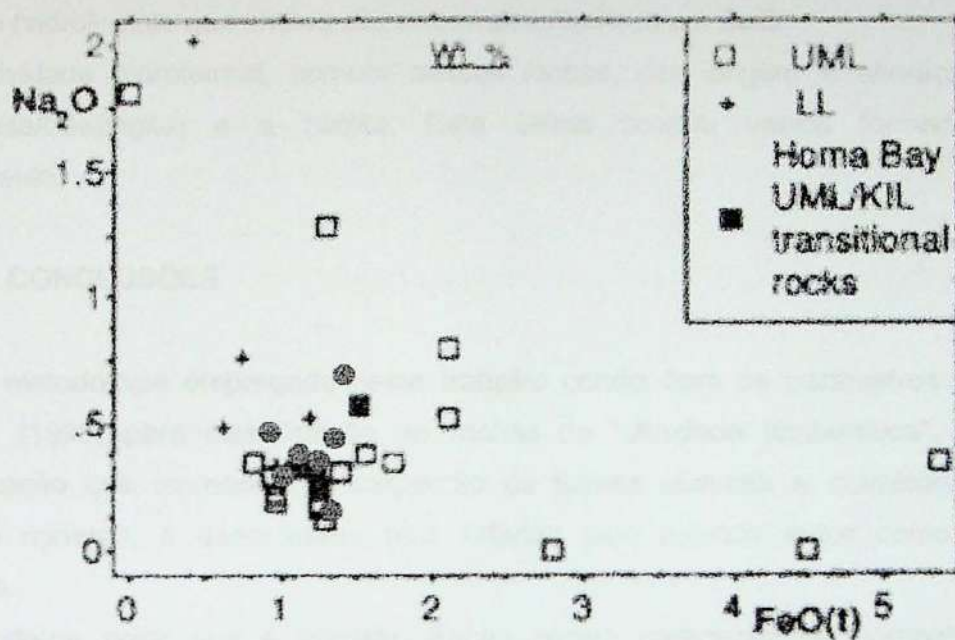
Segundo Rock (1991), vidro em matriz é ausente em kimberlitos, tendo sido reportado, em poucas quantidades, somente em alguns lamprofiros calcoalcalinos, mas ocasionalmente chegando a 20% da composição em lamprofiros ultramáficos, sendo mais comuns em lamproitos, constituindo fase essencial, por definição, de monchiquitos. Mas como não há dados de rochas deste clã, devido a dificuldade de análise e a alta susceptibilidade de devitrificação dos mesmos, fica impossível fazer comparações com o material analisado da Intrusão Facão.

11. INTERPRETAÇÃO/DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Fusões magmáticas têm mobilidade, e tem sido aceito que até 30% da massa permanecendo fundida, a mobilidade, evidentemente menor, é mantida.

Todas as amostras examinadas indicam que a massa fundida, móvel, responsável pela colocação do corpo corresponde somente à matriz, que representa sempre mais que 50% do todo. Mesmo na matriz, o líquido é representado pelo clinopiroxênio e pelo material intersticial isótropo (vidro).

A olivina parece representar restos fragmentários de porções duníticas, arrastadas como nódulos ou como monocristais (xenoclastos?). Há indicações para essa conclusão: fragmentos com lamelas de deformação estão presentes tanto nos nódulos quanto isolados e essa deformação é previa, quer dizer, o dunito já estava deformado. Não há indícios de deformação nas amostras. Os maiores fragmentos isolados não alcançam as dimensões dos maiores cristais dos nódulos, e os menores fragmentos são muito menores que os menores cristais dos nódulos. E finalmente não há diferenças significativas quanto às



LEGENDA

● Perovskitas da Intrusão Facão

FIGURA 27 - Relações Na₂O versus FeO_t para análises de cristais de perovskita da Intrusão Facão. UML – rochas lamprofíricas ultramáficas; LL – rochas lamproíticas; UML/KIL – rochas transicionais entre lamprofíricas ultramáficas e kimberlíticas. Extraído de Rock (1991).

composições de cristais de olivina dos nódulos, fenocristais, cristais arredondados ou esqueléticos.

Acredita-se, também, que tanto os microfenocristais de diopsídio zonados ou não quanto a perovskita já estivessem formadas e foram arrastadas de porções piroxeníticas pelo vidro, visto a similaridade química apresentada entre os resultados obtidos para os diferentes tipos de clinopiroxênios e a presença de cristais deformados em rocha não deformada.

A flogopita, embora magmática, formou-se tardiamente às expensas do material isótropo (vidro), visto que ambos são anormalmente ricos em BaO.

Atividade hidrotermal, comum nessas rochas, deu origem à alteração da olivina (iddingita/bowlingita) e a zeólita. Esta última ocupou vazios formados, também, tardiamente.

12. CONCLUSÕES

A metodologia empregada neste trabalho condiz com os parâmetros indicados por Mitchell (1995) para classificação de rochas de "afinidade kimberlítica". Este tipo de classificação que representa a conjunção de fatores texturais e químicos (neste caso, química mineral), é denominada pelo referido pelo referido autor como classificação genética.

Pode-se notar que a Intrusão Facão possui características compatíveis tanto a lamproitos como a kimberlitos. Certas feições são mais típicas de lamproitos, como, por exemplo, o *trend* composicional da flogopita, enquanto outras são típicas de kimberlitos como, por exemplo, a relação entre Mg-Fe-Ca de cristais de diopsídio. O principal fator complicante, neste caso, é que mesmo as feições características de um grupo podem ocasionalmente ocorrer em outro. Por exemplo, os *trends* magmáticos de kimberlitos, orangeitos e lamproitos de espinélios se sobrepõem.

Mitchell (1995) propõe modelo de ocorrência de orangeitos que indica derivação de fontes litosféricas localizadas próximas às partes mais profundas da base cratônica, portanto associadas ao núcleo dos crátons. Tanto kimberlitos como lamproitos podem ocorrer em margens cratônicas, associados a faixas móveis, como é o caso da Intrusão Facão. Cabe salientar também que, segundo Mitchell (1995), orangeitos e kimberlitos representam tipos de magma derivados de fontes litosféricas e astenosféricas, respectivamente.

Araújo et al. (2001) definem as rochas máficas da PIAP em kimberlitos e kamafugitos. Para explicar esta diversidade litológica do magmatismo foram propostas três explicações principais: (1) fusão parcial de fontes mantélicas variavelmente enriquecidos por processos metassomáticos; (2) profundidades diferentes de fusão; (3) fracionamento crustal. A composição mineral ou variação composicional das amostras estudadas pelos referidos

autores não indicam que processos de diferenciação possam envolver magmas parentais kimberlíticos evoluindo para uganditos e levando a carbonatitos. Entretanto, dados isotópicos de Os sugerem uma conexão genética entre kimberlitos e kamafigitos desta província. Segundo este estudo, dados isotópicos confirmam para os magmas máficos da PIAP uma fonte litosférica, mesmo para os kimberlitos, algo não aceito pelos critérios de Mitchell (1995).

De qualquer forma, as principais fases e a química mineral da Intrusão Facão, não são compatíveis com nenhum dos dois grupos descritos por Araújo et al. (2001). Descarta-se a afinidade kamafigítica, pois as amostras estudadas não apresentam kalsilita e/ou melilita e/ou leucita, minerais diagnósticos deste tipo de rocha. Para kimberlitos, os minerais não são comparáveis em suas composições com os do presente estudo.

Também, descarta-se a afinidade lamprofírica pois lamprofíros com vidro, segundo Le Maitre (1989), devem conter anfíbólios (barkevikita e kaersutita, por exemplo), Ti-augita e biotita ou melilita, biotita, $\pm$ Ti-augita, $\pm$ calcita, assembléias minerais ausentes na Intrusão Facão.

Diante das possibilidades de classificação, levando-se em consideração a correlação dos dados já expostos e discutidos e critérios aceitos pela IUGS para classificação destas rochas, interpreta-se a Intrusão Facão como **HIALO-FLOGOPITA-DIOPSÍDIO-OLIVINA LAMPROÍTO**.

13. APROVEITAMENTO PESSOAL

Este trabalho foi de grande importância para o desenvolvimento amplo leque de competências assimiladas durante os anos que compõem o curso de geologia. Para agilizar a apresentação do aproveitamento pessoal será discutida nos tópicos a seguir:

- Planejamento e desenvolvimento de atividades: para o desenvolvimento de trabalho tão amplo foi necessário adquirir metodologia especial, para planejar e cumprir o estipulado por cronograma previamente elaborado. Metodologia, que apesar de ter de seguir parâmetros impostos pela Comissão de Formatura, foi elaborada, desenvolvida e avaliada pela aluna;
- Discussões sobre geologia regional e local: foram de suma importância as discussões estabelecidas com o Prof^o. Darcy P. Svisero sobre a geologia regional e local, visto a não disponibilidade de ser conhecer pessoalmente a localização da intrusão, discussões que deram embasamento a pesquisa bibliográfica detalhada referente ao desenvolvimento tectônico e estratigráfico da PIAP e seu entorno;
- Discussões sobre petrologia de rochas de afinidade kimberlítica, orangeítica, kamafigítica e lamproítica: apesar da dificuldade em se estabelecer definições precisas sobre os tipos magmáticos em estudo, também foram de suma importância

às discussões estabelecidas com o Profº. Francisco R. Alves. Discussões que estabeleceram o entendimento deste clã de rochas que, sob certos aspectos, possuem características semelhantes e poderiam até se formar sob mecanismos similares;

- Discussões sobre a aplicação de forma culta da Língua Portuguesa: como aprendizado complementar houve grande avanço na forma de pensar e escrever um trabalho científico, visto a revisão detalhada e discussão dos textos apresentados aos professores Darcy e Francisco;
- Métodos de trabalho: além de extenso treinamento da aluna em aparelhagem e sistemas altamente dispendiosos, como é o caso da microsonda eletrônica (sistemas EDS e WDS). Houve aprendizado de uso de softwares de geoprocessamento de imagens (SPRING) e resultados de análises químicas (MINPET).

Levando em consideração a monografia elaborada e o aproveitamento alcançado pela aluna, acredita-se que a disciplina 044-500 – Trabalho de Formatura tenha alcançado seu objetivo, fornecendo aos alunos concluintes do curso de geologia experiência, ao elaborar um trabalho inédito com as competências adquiridas durante os anos de duração do curso.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIN, F. F., BRITO NEVES, B. B.; CASTRO ALVES, J. A. 1993. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco. In: Domingues, J. M. L. & Misi, A. (Eds). *O Cráton do São Francisco, Salvador, SBG-Ba, SE/SMG/CNPq*, p. 45-62.
- ALMEIDA, F. F. M. de, 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. DNPM. Divisão de Geologia Mineral, Rio de Janeiro. 36 p. (Boletim 241).
- ALMEIDA, F. F. M. de, 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da plataforma sul-americana. *Revista Brasileira de Geociências*, 13: 139-158.
- ALMEIDA, F. F. M. de, 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. In: *Revista Brasileira de Geociências* 16: 325-349.
- ALMEIDA, F. F. M. de, HASUI, Y.; DAVINO, A.; HARALYI, N. L. E. 1980. Informações geofísicas sobre o oeste mineiro e seu significado geotectônico. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, Rio de Janeiro, (52): 46-60.
- ALMEIDA, F. F. M. de & SVISERO, D. P. 1991. Structural setting and tectonic control of kimberlite of kimberlite and associated rocks of Brazil. In: PROCEEDINGS 5TH INTERNATIONAL KIMBERLITES CONFERENCE. KIMBERLITES, RELATED ROCKS AND MANTLE XENOLITHS. CPRM, Special Publication. Brazil. p.3-5.
- ARAÚJO, A. L. N.; CARLSON, R. W.; GASPAR, J. C.; BIZZI, L. A. 2001. Petrology of kamafugites and kimberlites from the Alto Paranaíba Alkaline Province, Minas Gerais, Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 142: 163-177.
- ATKINSON, W. J.; HUGHES, F. E.; SMITH, C. B. 1983. A review of the kimberlitic rocks of western Australia. In: J. Kornprobst (Ed.). *Kimberlites I: kimberlites and related rocks*. Developments in Petrology, 11 A, Elsevier Science Publishers, 195-224.
- BARBOSA, O. 1991. Diamante no Brasil: histórico, ocorrência, prospecção e lavra, Brasília: CPRM, 136p.
- BARBOSA, O., BRAUN, O. P. G., DYER, R. C., CUNHA, C. A. B. 1970. Geologia da região do Triângulo Mineiro. DNPM/DFPM. 140 p. (Boletim nº 136).
- BIZZI, L. A.; SMITH, C. B.; WIT, M. J. de; ARMSTRONG, R. A. A. and MEYER, H. O. A. 1991. Mesozoic kimberlites and related alkalic rocks in the south-western São Francisco Craton, Brazil: a case for local mantle reservoirs and their interaction. In: PROCEEDINGS 5TH INTERNATIONAL KIMBERLITES CONFERENCE. KIMBERLITES, RELATED ROCKS AND MANTLE XENOLITHS. CPRM, Special Publication. Brazil. p. 156-171.
- BIZZI, L. A. 1993. *Mesozoic alkaline volcanism and mantle evolution of the southern São Francisco Craton, Brazil*. University of Cape Town. (PhD thesis). 204p

- BOSUM, W. 1973. O levantamento aeromagnético de Minas Gerais e Espírito Santo e sua consequência quanto a estrutura geológica. In: *Revista Brasileira de Geociências* (3): 149-259.
- BROD, J. A.; LEONARDOS, O. H.; MENESES, P. R.; ALMEIDA, R.; ARAÚJO, R. N. J.; BLANCO, S. B.; CARDOSO, F. B. F.; CARVALHO Jr, O. A.; JUNQUEIRA, F. F.; RIEHL Jr., W.; SOUZA, J. C.F.; TALLARICO, F. H.T.; THONSEM, F. P. R.; ALBUQUERQUE, M.A. C.; BERBET, M. L. C.; CERQUEIRA, M. R. S.; CHAGAS, M. A.; DIAS, R. R.; LIMA, C. V.; NAKAMURA, E. T.; PORTO, P. A.; SANTOS, P. C. V. 1991. Tectono-estratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. ANAIS DO III SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE. Cuiabá.
- CAMPOS, J. E. G. & DARDENNE, M. A. 1997a. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. *Revista Brasileira de Geologia*, 27(3): 283-294.
- CAMPOS, J. E. G. & DARDENNE, M. A. 1997b. Estratigrafia e sedimentação da bacia Sanfranciscana: uma revisão. In: *Revista Brasileira de Geociências*. 27(3): 269-282.
- CARLSON, R. W.; ESPERANÇA, S.; SVISERO, D. P. 1996. Chemical and isotopic study of cretaceous potassic rocks from SE Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 125: 393-405.
- CHANG, H. K.; MIRANDA, F. F.; MAGALHÃES, L.; ALKMIN, F. F. 1988. Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG, (5): 2076-2090.
- CLEMENT, C. R.; SKINNER, E. M.W.; SCOTT-SMITH, B. H. 1984. Kimberlite redefined. *Journal of Geology*, (92):223-228.
- CORDANI, U.G. & HASUI, Y., 1968. Idades potássio-argônio de rochas eruptivas mesozóicas do oeste mineiro e sul de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22, Belo Horizonte, 1968. Anais... Belo Horizonte, SBG, p. 139-143.
- CORDANI, U. G., SATO, K., TEIXEIRA, W., TASSINARI, C. C. G., BASEI, M. A. S. 2000. Crustal evolution of the South American Platform. In: CORDANI, U. G., MILANI, E. J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D. A. Eds. *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro. 31st International Geological Congresss. p. 19-40.
- COSTA, M. T. 1963. Estrutura geológica dos Cerrados. Departamento de Pesquisa e Exper. Agrop. Min. Agric., Bol. Nº 15.
- DANNI, J. C. & SACARTEZINI, A. A. 1990. O olivina leucitito de Pântano e a natureza do vulcanismo da Formação da Mata da Corda, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*. 20 (1-4): 83-87.
- DARDENNE, M. A. 2000. The Brasília fold belt. In: CORDANI, U. G., MILANI, E. J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D. A. Eds. *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro. 31ST INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESSS. p. 231-263.
- DAWSON, J. B. 1980. *Kimberlites and xenoliths*. Springer-Verlag. New York. 250 p.

- ESPERANÇA, S., MURRAY, D. C., LAMBERT, D. D. and SVISERO, D. P. 1995. The major and trace element geochemistry of garnets from the Vargem 1 kimberlite pipe, Minas Gerais State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 67 (Suplemento 2): 293-306.
- FUCK, R. A., JARDIM DE SÁ, E. M., PIMENTEL, M. M., DARDENNE, M. A., SOARES, A. C. P. 1993. As faixas de dobramentos marginais do Cráton do São Francisco: síntese dos conhecimentos. In: O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO. Salvador. BA. SBG/SGM/CNPq, p: 161-185.
- GIBSON, S. A.; THOMPSON, R. N.; LEONARDOS, O. H.; DICKIN, A. P.; MITCHELL, L. G. 1995. The late cretaceous impact of the Trindade Mantle plume: evidence from large volume mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology*, 36: 189-229.
- GOMES, C. B., (coordenador) 1984. *Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia*. Ed. Edgard Blucher. São Paulo. 208 p.
- GOMES, C. B.; RUBERTI, E.; MORBIDELLI, L. 1990. Carboantite complexes from Brazil: a review. In: *Journal of South American Earth Science* (3): 51-63.
- GONZAGA, G. M.; TEIXEIRA, N. A.; GASPAR, J. C. 1994. The origin of diamonds in western Minas Gerais, Brasil. *Mineral Deposita* (29): 414-421.
- GONZAGA, G. M. & TOMPKINS, L. A. 1991. Geologia do Diamante. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E. T.; COELHO, C. E. S. PRINCIPAIS DEPÓSITOS MINERAIS DO BRASIL Brasília, volume IV parte A. 53-116.
- GUIMARÃES, D. 1933. A província magmática do Brasil meridional. Brasil. Serviço Geológico Mineiro. Boletim 64. 70 p.
- GROSSI SAD, J. H.; CARDOSO, R. N.; COSTA, M. T.; Formações cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, (1): 3-13.
- HASUI, Y. & PENALVA, F. 1970. O problema do diamante do Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia* (19): 71-78.
- HASUI, Y., SADOWSKI, G. R., SUGUIO, K., FUCK, G. F. 1975. The Phanerozoic Tectonic Evolution of the Western Minas Gerais State. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47 (3/4): 431-438.
- HASUI, Y. & HARALYI, N. L. E. 1991. Aspectos Lito-Estruturais e Geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. *Geociências*. São Paulo, (10): 57-77.
- HAWTHORNE, J. B. 1975. Model of a kimberlite pipe. In: L.H. Ahrens; J. B. Duncam; A. J. Erlank (Eds.). *Physics and Chemistry of the Earth* (9): 1-15.
- HERZ, N. 1977. Timing and spreading in the South Atlantic: informations from brasilian alkalines rocks. *Geological Society of American Bulletin*, (88): 101-112.
- JAKES, A. L.; LEWIS, J. D.; SMITH, C. B.; GREGORY, G. P.; FERGUSON, J.; CHAPPEL, B. W.; McCULLOC, M. T. 1984. The diamond-bearing ultrapotassic (lamproitic) rocks of the west Kimberley region, western

- Australia. In: J. Komprobst (Ed.). *Kimberlites I: kimberlites and related rocks. Developments in Petrology*, II A, Elsevier Science Publishers, 225-254.
- LADEIRA, E. A.; BRAUN, O. P. G.; CARDOSO, R. N.; HASUI, Y. 1971. O Cretáceo em Minas Gerais – Mesa Redonda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, Belo Horizonte, 1968. Anais... Belo Horizonte, SBG, (1): 15-31.
- LE MAITRE, R. W. 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell Scientific Publications.
- LEONARDOS, O. H. & FYFE, W. S., 1974. Ultrametamorphism and melting of a continental margin um the Rio de Janeiro region. Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 46: 201-214.
- LEONARDOS, O. H. & ULBRICH, M. N. 1987. Lamproitos de Presidente Olegário, Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL SBCP, 36. Brasília. Resumos... Brasília, SPPC.
- LEONARDOS, O. H., ULBRICH, M. N., GASPAR, J. C., 1991. The Mata da corda Volcanic Rocks. Proceeding of the fifth international kimberlites Conference. In: Kimberlites, related rocks and mantle xenoliths. CPRM, Special Publication. 3/91. Brazil. p. 66-73.
- LEONARDOS, O. H.; GIBSON, S. A.; THOMPSON, R. N.; MOREIRA FILHO, R.D.; MAGALHÃES, A.C. 1993. Geoquímica da intrusão ultramáfica ultrapotássica da Bocaina, Minas Gerais/Goiás: mais um exemplo de rocha sem classificação na província magmática do Alto Paranaíba. In: Simpósio Brasileiro da Geologia do Diamante, 1. Anais...Cuiabá. UFMT. Publicação Especial. 2/93. p. 129-140.
- LLOYD, F. E.; HUNTINGDON, A. T.; DAVIES, G. R.; NIXON, P. H. 1991. Phanerozoic volcanism of south west Uganda: a case for regional K and LILE enrichment of the lithosphere beneath a domed and rifted continental plate. In: Kampuzi, A. B.; Lubala, T. T. (Eds.). *Magmatism in extensional structural settings: the Phanerozoic African Plate*, Springer-Verlag, p.: 23-72.
- MEYER, H. O. A.; HAGGERTY, S. E.; SVISERO, D. P. 1986. Oxide and silicate minerals in the kimberlites of Minas Gerais, Brazil (Extended Abstract). 4th International Kimberlites Conference, Perth, Australia.
- MEYER, H. O. A.; GARWOOD, B. L.; SVISERO, D. P.; SMITH, C. B. 1991. Alkaline ultrabasic intrusions in western Minas Gerais, Brazil. In: Proceedings 5th International Kimberlites Conference. In: Kimberlites, related rocks and mantle xenoliths. CPRM, Special Publication. Brazil. p. 140-155.
- MITCHELL, R. H., 1985. A review of the mineralogy of lamproites. *Transactions of the Geological Society of South Africa*, (88): 411-437.
- MITCHELL, R. H., 1986. *Kimberlites – Mineralogy, geochemistry, and petrology*. Plenum Press. New York and London. 442 p.
- MITCHELL, R. H. 1994. Suggestions for revisions to the terminology of kimberlites and lamprophyres from a genetic viewpoint. In: Proceedings 5th International Kimberlites Conference. In: Kimberlites, related rocks and mantle xenoliths. CPRM, Special Publication. Brazil. p. 15-26.
- MITCHELL, R. H. 1995. *Kimberlites, Orangeites, and related rocks*. Plenum Press, New York. 410 p.

- MITCHELL, R. H. & BERGMAN, D. C. 1991. Petrology of lamproites. Plenum Press, New York. 447 p.
- MORAES, L. C.; SEER, H. J.; KATTAH, S. S. 1987. Aspectos petroquímicos das rochas vulcânicas alcalinas cretáceas da porção meridional da Bacia Sanfranciscana, MG. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica. Porto Alegre. Anais.... Porto Alegre, SBG. (1):315-3128.
- MORIMOTO, R., 1990. Nomenclatura de piroxênios. Tradução do original em inglês "Nomenclature of pyroxenes" realizada com a permissão da IMA por GARDA, M.G. e ATENCIO, D. In: Revista Brasileira de Geociências 20(1-4).318-328.
- PIMENTEL, M. M. & FUCK, R. A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. Geology, (20): 375-379.
- RAMSAY, R. R. & THOMPSON, L. A. 1993. The geology, heavy mineral concentrate mineralogy, and diamond prospectivity of the Boa Esperança and Cana Verdes pipes, Corrego D'Anta, Minas Gerais, Brazil. In: Meyer, H. O. A. & Leonards, O. H. (Eds.). Proceedings 5th International Kimberlites Conference. In: Kimberlites, related rocks and mantle xenoliths. CPRM, Special Publication. Brazil. Volume 1B.
- RIMANN, E. 1917. O Kimberlito no Brasil. Ouro Preto. Escola de Minas, Anuário 15: 27-32.
- SAADI, A.; VALADÃO, R. C.; SILVEIRA, J. S. 1991. Vulcanismo extrusivo e tectônica cretácea no centro-sul de Minas. Boletim do 3º Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos: 88-90.
- SCOTT-SMITH, B. H. 1992. Contrasting kimberlites and lamproites. In: Explor. Mining Geol. (1): 371-382.
- SCOTT-SMITH, B. H. & SKINNER, E. M. W. 1984. Diamantiferous lamproites. In: Journal of Geology (92): 433-438.
- SGARBI, G. N. C. 2000. The cretaceous SanFranciscan Basin, eastern plateau of Brazil. Revista Brasileira de Geociências, 30: 450-452.
- SGARBI, G. N. C. & LADEIRA, E.A. 1995. Ventifacts of Cretaceous Proterozoic unconformity in the Alto Paranaíba region, west of Minas Gerais state, Brazil. In: Geociências (14-1):119-151.
- SGARBI, G. N. C. & DARDENNE, M. A. 1997. Evolução climática do Gondwana nas regiões centro-sul do Brasil e seus registros geológicos continentais durante o Mesozóico, enfatizando o Arco do Alto Paranaíba, a borda NNE da Bacia do Paraná e a porção meridional da Bacia Sanfranciscana, no oeste do Estado de Minas Gerais. In: Geonomos, (4-1): 21-49.
- SGARBI, G. N. C.; SGARBI, P. B. de A.; BRITO, W. 1998a. Conglomerados cretácicos e suas relações com o vulcanismo alcalino no oeste mineiro. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte, Anais, 1997.
- SGARBI, G. N. C.; GROSSI SAD, J. H.; HORN A. H.; SEER, H. J.; BRITO, W. 1998b. Alto do Paranaíba Arch (APA) and the rio Parapetinga Sequence (RPS): Cretaceous paleogeography and provenance area in western Minas Gerais State. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte, Anais, 1993.

- SGARBI, G. N. C.; SGARBI, P. B. A.; CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A.; PENHA, U. C. 2001. Bacia Sanfranciscana: o registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: PINTO, C. P. & MARTINS – NETO, M. A. A Bacia do São Francisco. Geologia e Recursos Naturais. SBG/MG. Belo Horizonte. 93-138.
- SGARBI, P. B. de A. 1991. Petrografia e Geoquímica da Formação Mata da Corda na região de Carmo do Paranaíba, MG. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 214 p.
- SGARBI, P. B. A. & VALENÇA, J. G. 1993. Kalsilite in brasilian kamafugitic rocks. *Mineralogical Magazine* (57): 165-171.
- SGARBI, P. B. A. & VALENÇA, J. G. 1995. Mineral and rock chemistry of Mata da Corda kamafugite rocks (MG State, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67 (Suplemento 2): 257-269.
- SILVA, A. N. da, MARCHETTO, M. SOUZA, O. M. de. 1979. Geologia do Complexo carbonático de Araxá, Minas Gerais. In: *Mineração Metalurgia* (43): 14-18.
- SKINNER, E. M. W. 1986. Contrasting Group 1 and 2 kimberlite petrology: towards a genetic model for kimberlites. Fourth Int. Kimberlite Conf., Perth, Australia. Extended Abstracts, p: 202-204.
- SKINNER, E. M. W. 1989. Contrasting Group 1 and 2 kimberlite petrology: towards a genetic model for kimberlites. In Ross et al. 1989 q.v., Vol 1, p: 528-544.
- SMITH, C. B. 1983. Pb, Sr and Nd isotopic evidence for sources of African cretaceous kimberlites. *Nature*, 304:51-54.
- SMITH, C. B., GURNEY, J. J., SKINNER, E. M. W., CLEMENT, C. R., EBRAHIM, N. 1985. Geochemical character of southern African kimberlites: a new approach based on isotopic constraints. *Trans. Geol. Soc. S. Afr.* (88): 267-280.
- SVISERO, D. P., 1979. Piropos cromíferos da mina de diamantes de Romária: composição química e origem. Recife. *Boletim Mineralógico* 06: 7 a 14.
- SVISERO, D. P., MEYER, H. O. A., TSAI, H. M. 1979. Kimberlites in Brazil: An Initial Report. *Proceedings 2nd International Kimberlite Conference*, 1: 92-100.
- SVISERO, D. P., MEYER, H. O. A. 1981. Ilmenitas kimberlíticas da mina de diamantes de Romária, MG. *Revista Brasileira de Geociências*. 11: 217-221.
- SVISERO, D. P., MEYER, H. O. A., HARALYI, N. L. E., HASUI, Y. 1984. A note on the geology of some brasilian kimberlites. *Journal of Geology*. 92 (3): 331-338.
- TALLARICO, F. H. B.; LEONARDOS, O. H.; GIBSON, S. A.; MEYER, H. O. A.; MITCHELL, J. C. 1993. Química mineral da intrusão da Mata do Lenço (IML), Abadia dos Dourados, MG. In: *Simpósio da Geologia do Diamante*, 1. Anais...Cuiabá. UFMT, Publicação Especial 2/93. p. 114-128.

- TEIXEIRA, W., SABATÉ, P., BARBOSA, J., NOCE, C. M., CARNEIRO, M. A. 2000. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton, Brazil. In: CORDANI, U. G., MILANI, E. J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D. A. Eds. *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro. 31st International Geological Congress. p. 101-137.
- TOMPKINS, L. A. & GONZAGA, G. M. 1989. Diamonds in Brazil and proposed model for the origin and distribution of diamonds in the Coromandel region, Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology* (84): 591-602.
- TURNER, S.; REGELOUS, M.; KELLEY, S.; HAWKESWORTH, C.; MANTOVANI, M. 1994. Magmatism and continental break-up in South Atlantic: high precision $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology. In: *Earth Planetary Science Letters* (12): 33-348.
- WOOLEY, A. R.; BERGMAN, S.; EDGAR, A. D.; LE BAS, M. J.; MITCHELL, R. H.; ROCK, N. M. S.; SCOTT-SMITH, B. H. 1996. Classification of lamprophyres, lamproites, kimberlites, and the kalsilite-, melilitite- and leucite-bearing rocks. In: *Canadian Mineralogist*, (34): 175-186.

ANEXOS

Fichas para descriptores de la información geográfica

101

Anexo 1

Fichas para descrição microscópica de lâminas petrográficas

Nome	
Matrícula	
Disciplina	
Assunto	
Local	
Data	
Descrição	
Observações	
Conclusões	
Assinatura	
Assinatura do Professor	
Assinatura do Aluno	
Assinatura do Auxiliar	

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 1A
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	15	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunítico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos;
Vidro	45	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	22	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	25	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (2%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (1%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	5	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	2	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulos		Tipo I (dunítico) e Tipo II (piroxenítico).

- f. **Fotomicrografias números:** 11, 24, 25 e 26.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. Identificação: SV/FC 1B
- b. Cristalinidade: Hipocristalino
- c. Granulação: Fina a média
- d. Nome da textura: Porfírica a seriada
- e. Composição mineralógica estimada:

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunítico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	8	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (5%);
Flogopita	4	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	5	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	2	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	1	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulos		Tipo II (piroxenítico), rico em opacos, com presença de núcleo preenchido de material isotrópo;

- f. Fotomicrografia número: 12.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

a. Identificação: SV/FC 1C

b. Cristalinidade: Hipocristalino

c. Granulação: Fina a média

d. Nome da textura: Porfírica a seriada

e. Composição mineralógica estimada:

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;

f. Fotomicrografia número: 16.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 2A
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	12	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos;
Vidro	38	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	22	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	8	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, diversos arredondados, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (5%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio eudral verde água e olivina arredondada; preenchendo vesícula;
Opacos	5	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	5	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	5	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulos		Tipo II (piroxenítico)

- f. **Fotomicrografia número:** —

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 2B
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	12	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a $< 0,02$ mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos;
Vidro	38	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clínopiroxênio	22	Cristais euedrais verde água com 15μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	8	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, diversos arredondados, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%); microfenocristais sem aparente zoneamento creme (5%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada; preenchendo vesícula;
Opacos	5	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	5	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	5	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulos		Tipo II (piroxenítico) com opacos na borda;

- f. **Fotomicrografias números:** —

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 3A
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, diversos arredondados, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%); microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%) e cristais euedrais verde água (17%) com 15 μ de comprimento;
Flogopita	2	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada; preenchendo vesícula;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	5	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas e 1 cm;

- f. **Fotomicrografias números:** 01e 02.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 3B
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	18	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayament" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos;
Vidro	35	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	4	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, diversos arredondados, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (2%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada; preenchendo vesícula;
Opacos	7	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	1	Preenchendo vesículas;

- f. **Fotomicrografia número:** 22.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 4A
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayament" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;

- f. **Fotomicrografias números:** 03, 09, 10, 17e 18.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

a. **Identificação:** SV/FC 4Bb. **Cristalinidade:** Hipocristalinoc. **Granulação:** Fina a médiad. **Nome da textura:** Porfíritica a seriadae. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devidrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;

f. **Fotomicrografias números:** 04, 08, 19 e 20.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS**a. Identificação:** SV/FC 4C**b. Cristalinidade:** Hipocristalino**c. Granulação:** Fina a média**d. Nome da textura:** Porfírica a seriada**e. Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio eudral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulo		Tipo II (piroxenítico), arredondado, bastante alterado, com cerca de 3 cm/

f. Fotomicrografias números: 06 e 07.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 5A
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocrystalinos ou aglomerados com "embayament" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devidrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulo		Tipo I (dunitico), bordas irregulares, com cerca de 1,5 cm;

- f. **Fotomicrografias números:** 15 e 21.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 5B
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devidrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulo		Tipo I (dunitico), bordas irregulares, com cerca de 1,5 cm;

- f. **Fotomicrografia número:** 14.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

a. Identificação: SV/FC 5C

b. Cristalinidade: Hipocristalino

c. Granulação: Fina a média

d. Nome da textura: Porfírica a seriada

e. Composição mineralógica estimada:

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocrystalinos ou aglomerados com "embayement" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devidrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulo		Tipo I (dunitico), bordas irregulares, com cerca de 1,5 cm;

f. Fotomicrografias números: —

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 5D
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devidrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;
Nódulo		Tipo I (dunitico), bordas irregulares, com cerca de 1,5 cm;

- f. **Fotomicrografias números:** —

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 6A
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayement" ou não com dimensões variando de 3 mm a < 0,02 mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15 μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;

- f. **Fotomicrografias números:** 13 e 23.

FICHA PARA DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS

- a. **Identificação:** SV/FC 6B
- b. **Cristalinidade:** Hipocristalino
- c. **Granulação:** Fina a média
- d. **Nome da textura:** Porfírica a seriada
- e. **Composição mineralógica estimada:**

Mineral	%	Observações
Olivina	20	Fenocristais monocristalinos ou aglomerados com "embayment" ou não com dimensões variando de 3 mm a $< 0,02$ mm; formas variadas: euedrais a anhedrais e esqueléticas; presença de cristais deformados (aparente geminação) em nódulo dunitico; diversos cristais com inclusão de vidro e/ou opacos; alguns cristais bordeados por opacos;
Vidro	40	Ocupando interstícios entre os cristais de diopsídio verde água, opacos, perovskita e flogopita; comumente devitrificado; também presente incluso em olivina e microfenocristais de diopsídio zonados creme;
Clinopiroxênio	17	Cristais euedrais verde água com 15μ de comprimento, sem clivagem característica devido ao tamanho reduzido, principal componente mineral da matriz;
Diopsídio	5	Dois tipos: microfenocristais zonados, incolor a creme, com inclusão de perovskita, opacos e poucos bolsões de vidro incolor (3%) e microfenocristais sem aparente zoneamento creme (2%);
Flogopita	5	Cristais anhedrais poiquilíticos com ou sem zoneamento contendo opacos, perovskita, diopsídio euedral verde água e olivina arredondada;
Opacos	8	Cristais euedrais e aglomerados;
Perovskita	3	Cristais euedrais amarronzados;
Zeólitas	3	Preenchendo fraturas e vesículas;

- f. **Fotomicrografia número:** 05.

Anexo 2

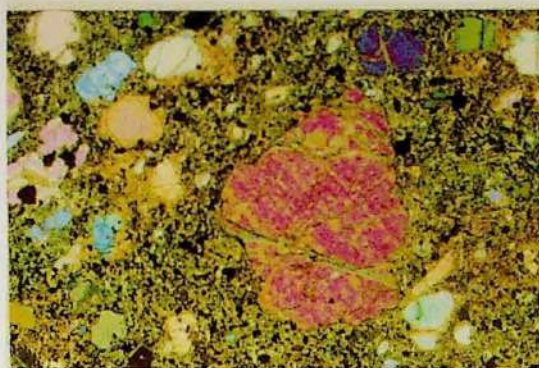
Pranchas de Fotomicrografias

Por economia e agilidade, as 24 fotomicrografias (das 73 tiradas) foram montadas em pranchas. Além da legenda descritiva, os detalhes técnicos estão listados na última linha de cada legenda, na seguinte ordem: n° da amostra, dimensão da base maior da fotografia, polarizadores cruzados (P+) ou descruzados (D). Os condensadores inseridos e filtros azul ou fosco foram combinados, ou não, em todas as fotos para permitir melhor visualização.

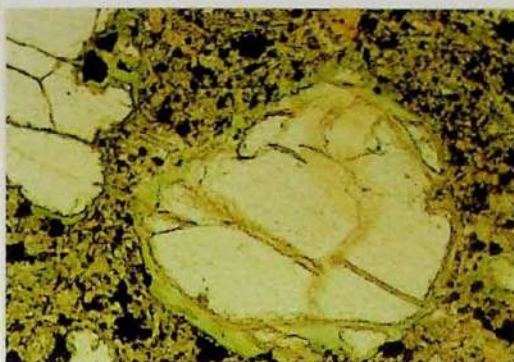
PRANCHA 01 – LEGENDA

Fotomicrografia	
01	Textura (vista geral): a rocha é inequigranular, com olivina fragmentária, variavelmente birrefringente, xenomórfica, algumas delas oriadas por flogopita. Há toda uma seriação de tamanho, desde de 2,0 até < 0,2 mm, perfazendo 20 a 25 % da rocha, distribuída aleatoriamente em matriz homogênea mais equigranular. Presença de bolsões de flogopita contendo opacos e ripas de clinopiroxênio (pardacentas), opacos, ~ 10%, aleatoriamente distribuídos. SV/FC 03, 5,50 mm, P+.
02	Olivina, com bordas alteradas, mostra a envoltória de minerais esverdeados, sempre presentes, menos onde aparece a flogopita. Notar a matriz fina, de clinopiroxênio, muito rica em perovskita e opacos. SV/FC 4A, 5,50 mm, D.
03	Diversidade de formas assumidas pelos cristais de olivina. Presença de: cristais euédricos; com duas faces preservadas; com nenhuma face preserva; semi-arredondados e com inclusão de matriz. SV/FC4A2, 2,80 mm, P+.
04	Bolsão de flogopita que envolve todos os outros minerais sem aparente reação. Aparentemente “protegeu” os minerais (ver olivina e imagem seguinte) e ocupa o lugar do material isótropo matricial. Aparece ainda o clinopiroxênio, perovskita e opacos. SV/FC 6B, 1,39 mm, D.
05	Visão ampliada da matriz, presença de diopsídio (“ripas” creme), opacos (cristais euédricos isolados e aglomerado), perovskita e pequenos cristais de olivina bordeados por inddingsita. SV/FC 4C, 0,70 mm, D.
06	Detalhe da matriz com flogopita. Notar interstícios preenchidos por material anédrico (vidro). SV/FC 4C, 0,276 mm, D.
07	Detalhe da matriz sem flogopita. Notar interstícios preenchidos por material anédrico (vidro) e aglomerado de opacos. SV/FC 4B, 0,276 mm, D.
08	Detalhe da matriz com flogopita. Notar interstícios preenchidos por material anédrico (vidro) e aglomerados de opacos SV/FC 4A, 0,276 mm, D.

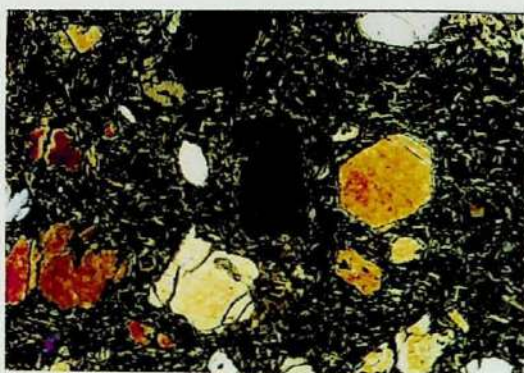
PRANCHA 01 - FOTOMICROGRAFIAS



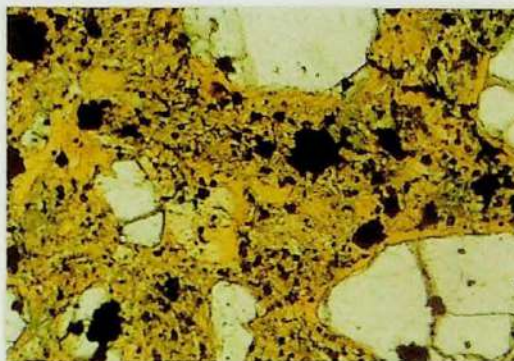
01



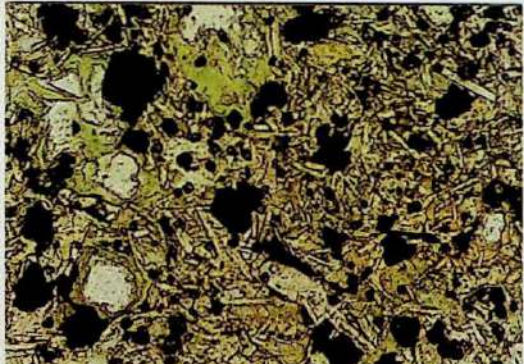
02



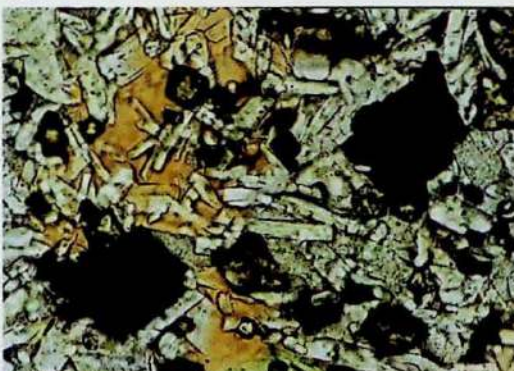
03



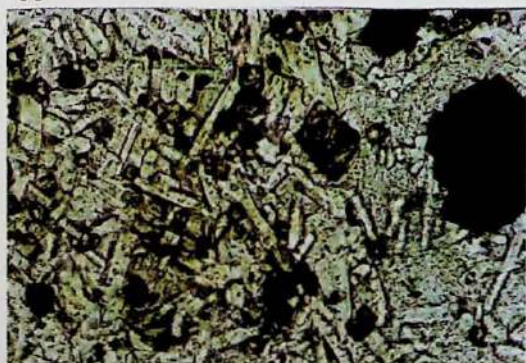
04



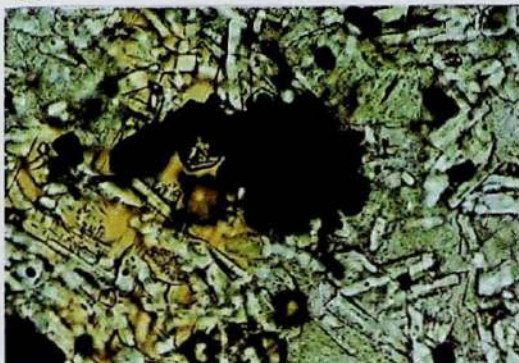
05



06



07

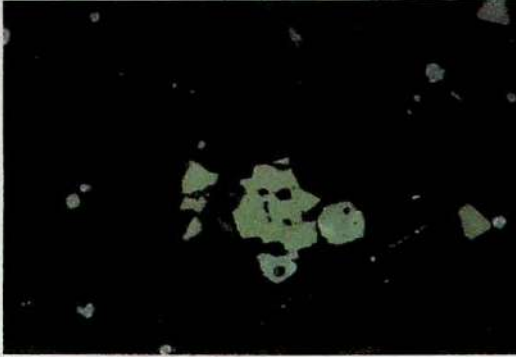


08

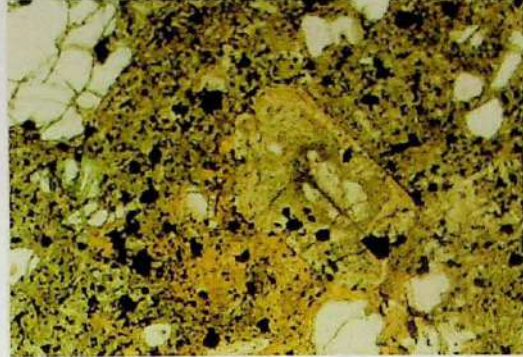
PRANCHA 02 – LEGENDA

09	Imagem anterior a luz refletida, notar o intercrescimento de opacos. SV/FC 4A, 0,276 mm, D.
10	Microfenocristal de diopsídio, mostrando várias fases de crescimento e uma última fase sobre crescimento mais claro e limpo; notar mudanças de formas internas, indicando desequilíbrios e reabsorções. Cristais brancos de olivina; massas alaranjadas de flogopita. Matriz muito fina de clinopiroxênio prismático/ripiforme, com opacos e perovskita. Na olivina, notar alteração esverdeada sempre presente e a aparência fragmentária. SV/FC 1A, 2,80 mm, D.
11	Detalhe de microfenocristal de diopsídio zonado com bordas corroídas e com inclusão de opacos e pequenos cristais de perovskita. SV/FC1B, 0,70 mm, D.
12	Visão ampliada da matriz de clinopiroxênio, contendo opacos e perovskita, envolvendo olivina (branca) e flogopita. Notar nesta, borda com pleocroísmo invertido. SV/FC 6A, 1,39 mm, P+.
13	Uma das formas de ocorrência da zeólita como se preenchesse cavidade. Aparentemente, nada foi substituído. O restante da imagem apresenta matriz fina com clinopiroxênio, perovskita e opacos, fragmentos de olivina e bolsões de flogopita à esquerda. SV/FC 5B, 2,80 mm, P+.
14	Parte de nódulo tipo I, orlado por faixa com zeólita (fibrosa, baixa birrefringência). À direita aparece outro pedaço de nódulo semelhante. Restante matriz muito fina, com olivina, alguma flogopita e opacos. SV/FC 5A, 5,50 mm, P+.
15	Uma das formas de ocorrência da zeólita como se preenchesse cavidade. Aparentemente, nada foi substituído. O restante da imagem apresenta matriz fina com diopsídio, perovskita e opacos. SV/FC 1C, 1,39 mm, P+.
16	Olivina com maiores dimensões (~5mm) e nunca microcristalina, em matriz muito fina, em parte vítrea, este grão mostra parte do contorno regular, muito mais como fragmento ("clasto" cristalino e não cristal). SV/FC 4A, 5,50 mm, P+.

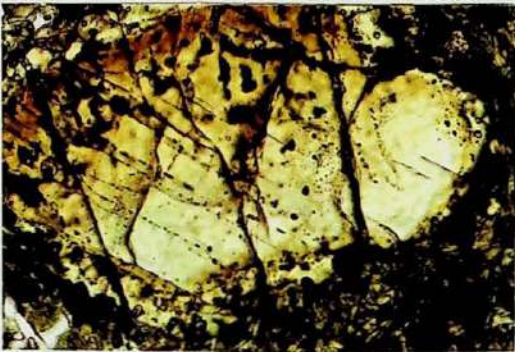
PRANCHA 02 - FOTOMICROGRAFIAS



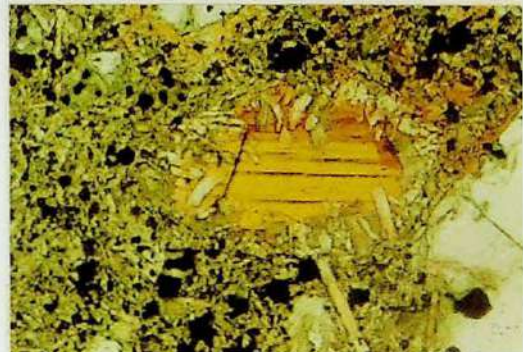
09



10



11



12



13



14



15



16

PRANCHA 03 – LEGENDA

17	Pequeno nódulo tipo I de dunito, com 100% de olivina. Textura sem deformação, inequigranular alotrófica; grãos maiores muito fraturados. Restante: fragmentos de olivina birrefringentes, bolsão de flogopita contendo opacos e piroxênio ou matriz flogopítica com ripa de flogopita em matriz muito fina. SV/FC 4B, 5,50 mm, P+.
18	Lamelas de deformação na olivina do nódulo de dunito (tipo I) SV/FC 5A, 2,80 mm, P+.
19	Nódulo tipo II de piroxênio, o clinopiroxênio, levemente pardacento é parte granular e parte colunar a prismático, com tendência ideomórfica. Destaca-se fortemente da matriz pela cor, hábito e tamanho dos cristais. SV/FC 3B, 2,80 mm, D.
20	Nódulo tipo III de piroxênio, com algum material isótropo intersticial branco (vidro?). O clinopiroxênio é pardacento, granular xenomórfico e tem muita inclusão sólida de forte relevo. SV/FC 6A, 1,39 mm, D.
21	Nódulo tipo IV supostamente peridotítico com restos de olivina alterada (branca/verde) e clinopiroxênio granular xenomórfico. Além disso, ocorrem flogopita de cor laranja e porções verdes isotrópas não identificadas. SV/FC 1A, 2,80 mm, D.
22	Nódulo tipo IV supostamente peridotítico com restos de olivina alterada (branca/verde) e clinopiroxênio granular xenomórfico. Além disso, ocorrem flogopita de cor laranja e porções verdes isotrópas não identificadas. SV/FC 1A, 2,80 mm, P+.
23	Detalhe da imagem anterior. Diopsídio, olivina alterada e parte da porção verde isotrópa não identificada. SV/FC 1A, 1,39 mm, D.

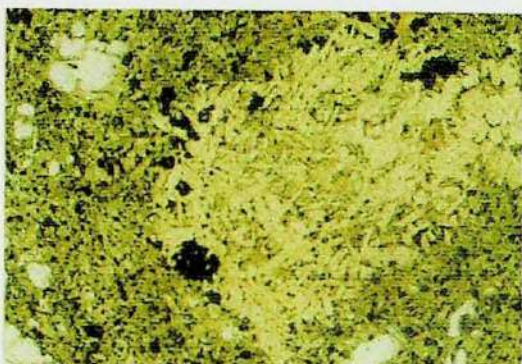
PRANCHA 03 - FOTOMICROGRAFIAS



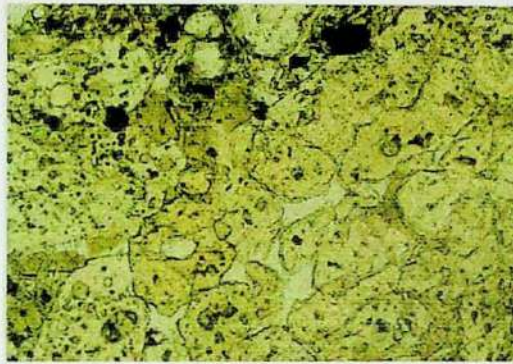
17



18



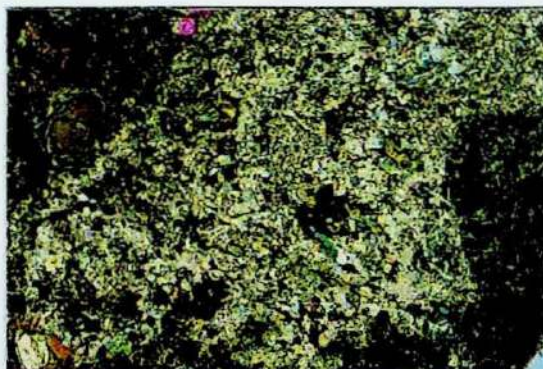
19



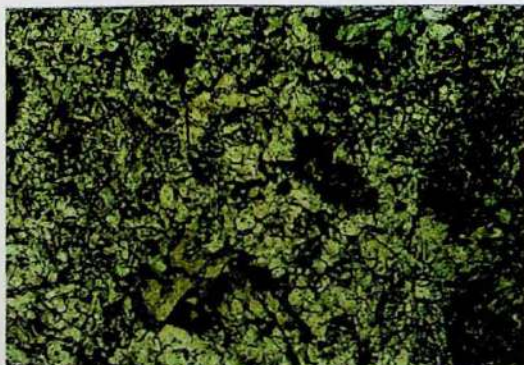
20



21



22



23

Anexo 3

Resultados obtidos nas análises por MSE

% Peso	Monocristais																			
	1b	2b	3b	4b	5b	6b	7b	8b	9b	10b	11c	12c	13c	14c	15c	16c	17c	18c	19c	20c
SiO ₂	39,894	40,628	40,433	39,948	39,214	39,778	39,888	40,484	40,520	40,524	39,636	39,582	38,809	40,004	41,071	38,588	38,755	38,201	40,901	38,799
TiO ₂	0,024	0,029	0,034	0,112	0,034	0,049	0,020	0,044	0,049	0,142	0,000	0,063	0,010	0,005	0,000	0,063	0,000	0,107	0,010	0,054
Al ₂ O ₃	0,031	0,006	0,016	0,016	0,017	0,000	0,018	0,013	0,026	0,027	0,018	0,002	0,000	0,007	0,019	0,145	0,009	0,007	0,025	0,047
FeO	12,206	11,384	13,375	13,685	9,987	14,968	11,288	10,106	12,726	10,820	15,894	12,842	12,846	11,138	9,376	12,488	11,147	14,707	10,977	11,025
MnO	0,250	0,092	0,310	0,338	0,196	0,332	0,158	0,177	0,219	0,159	0,202	0,219	0,200	0,133	0,075	0,151	0,168	0,143	0,095	0,125
MgO	45,754	47,083	44,130	44,743	48,165	44,405	47,533	49,254	47,048	48,353	43,723	45,125	44,949	47,375	49,235	46,002	47,037	44,523	48,821	47,380
CaO	0,342	0,109	0,438	0,676	0,231	0,532	0,058	0,139	0,167	0,162	0,066	0,528	0,046	0,045	0,120	0,129	0,039	0,079	0,121	0,041
Na ₂ O	0,014	0,026	0,003	0,032	0,016	0,028	0,013	0,011	0,167	0,035	0,017	0,029	0,004	0,000	0,023	0,067	0,013	0,025	0,013	0,016
K ₂ O	0,010	0,002	0,011	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,026	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011
Cr ₂ O ₃	0,036	0,010	0,006	0,020	0,064	0,000	0,010	0,065	0,000	0,072	0,000	0,053	0,000	0,011	0,062	0,186	0,003	0,027	0,083	0,025
NiO	0,250	0,330	0,237	0,188	0,342	0,211	0,324	0,390	0,305	0,035	0,256	0,286	0,264	0,365	0,477	0,317	0,383	0,275	0,386	0,296
Total	98,525	98,359	98,750	99,550	97,860	100,103	98,976	100,228	100,948	100,236	99,556	98,390	96,864	98,707	99,919	97,633	97,168	97,792	100,963	97,498
Fórmula estrutural calculada na base de 4 oxigênios																				
Si	1,007	1,008	1,018	1,004	0,984	0,998	0,993	0,990	0,996	0,995	1,002	1,003	0,996	0,998	1,001	0,979	0,984	0,980	0,994	0,982
Al	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,005	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001
Ti	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,001
Fe ₂	0,257	0,236	0,282	0,287	0,210	0,314	0,235	0,207	0,262	0,222	0,336	0,271	0,276	0,232	0,191	0,263	0,237	0,316	0,223	0,233
Mn	0,009	0,002	0,007	0,007	0,004	0,007	0,003	0,004	0,005	0,003	0,004	0,007	0,006	0,003	0,002	0,010	0,002	0,003	0,002	0,003
Mg	1,714	1,745	1,657	1,673	1,801	1,663	1,765	1,795	1,724	1,770	1,648	1,699	1,720	1,763	1,789	1,740	1,781	1,700	1,769	1,778
Ca	0,009	0,005	0,012	0,019	0,006	0,014	0,002	0,004	0,004	0,004	0,002	0,016	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,006	0,001
Na	0,001	0,001	0,000	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,003	0,001	0,001	0,003	0,001
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cations	2,998	2,998	2,977	2,998	3,008	2,998	3,000	3,002	3,002	3,000	2,998	2,998	2,999	2,998	2,988	3,004	3,006	3,004	2,998	3,000
Fe/(Fe+Mg)	0,13	0,12	0,15	0,15	0,10	0,16	0,12	0,10	0,13	0,11	0,17	0,14	0,14	0,12	0,10	0,13	0,12	0,16	0,11	0,12
Mg/(Fe+Mg)	0,87	0,88	0,85	0,85	0,90	0,84	0,88	0,90	0,87	0,89	0,83	0,86	0,86	0,88	0,90	0,87	0,88	0,84	0,89	0,88
Nomenclatura (Deer, et al., 1992)																				
	Cr	Cr	Cr	Cr	Fo	Cr	Cr	Fo	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Fo	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr

Obs: b - borda da amostra; c - centro da amostra; Cr - crisolita; Fo - forsterita.

Tabela 5 A – Composição química em porcentagem de peso de olivina de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Com Alteração									
% Peso	1(em idd)	2 (em idd)	3 (em idd)	4 (esq)	5(esq)	6(esq)	7(esq)	8(esq)	9(esq)
SiO ₂	39,841	39,434	39,234	40,245	39,587	40,756	40,864	40,426	40,092
TiO ₂	0,015	0,010	0,012	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,058
Al ₂ O ₃	0,005	0,033	0,026	0,000	0,017	0,022	0,002	0,000	0,018
FeO	14,456	12,297	13,065	13,378	14,128	10,697	10,008	13,690	12,920
MnO	0,190	0,147	0,200	0,297	0,290	0,102	0,101	0,211	0,243
MgO	44,924	47,026	46,956	45,594	44,719	48,685	49,568	45,982	46,411
CaO	0,104	0,050	0,079	0,677	0,226	0,159	0,170	0,052	0,343
Na ₂ O	0,000	0,015	0,008	0,028	0,022	0,009	0,030	0,014	0,027
K ₂ O	0,011	0,000	0,002	0,000	0,010	0,009	0,001	0,005	0,000
Cr ₂ O ₃	0,000	0,025	0,004	0,021	0,018	0,064	0,101	0,011	0,056
NiO	0,315	0,366	0,326	0,269	0,215	0,403	0,405	0,212	0,313
Total	99,546	99,012	99,582	100,273	98,999	100,439	100,744	100,380	100,112
Fórmula estrutural calculada na base de 4 oxigênios									
Si	1,000	0,987	0,976	1,000	1,000	0,996	0,992	1,003	0,995
Al	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
Ti	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Fe ₂	0,304	0,253	0,252	0,279	0,298	0,219	0,203	0,288	0,267
Mn	0,004	0,003	0,004	0,009	0,008	0,002	0,002	0,004	0,005
Mg	1,682	1,753	1,742	1,689	1,684	1,773	1,794	1,700	1,717
Ca	0,003	0,001	0,021	0,019	0,006	0,004	0,004	0,002	0,009
Na	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,010
Cations	3,003	3,009	3,006	2,998	2,998	3,005	3,006	2,998	3,006
Fe/(Fe+Mg)	0,15	0,13	0,13	0,14	0,15	0,11	0,10	0,14	0,13
Mg/(Fe+Mg)	0,85	0,87	0,87	0,86	0,85	0,89	0,90	0,86	0,87
Nomenclatura (Deer, et al., 1992)									
	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Fo	Cr	Cr

Obs: em idd - com embayment de iddingsita; esq - cristal esquelético; Cr - crisolita; Fo - Forsterita.

Tabela 5 B –Composição química em porcentagem de peso de olivina de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Outros													
% Peso	1(nd)	2 (nd)	3(nd)	4(nd)	5 (arr)	6(arr)	7(arr)	8(arr)	9(arr)	10(zon)	11(zon)	12(zon)	13(zon)
SiO ₂	39,887	39,736	39,873	39,643	39,704	39,405	40,587	40,677	40,754	40,028	40,302	40,218	40,180
TiO ₂	0,015	0,044	0,056	0,029	0,039	0,058	0,015	0,078	0,142	0,000	0,019	0,019	0,000
Al ₂ O ₃	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,019	0,000	0,031	0,024	0,011	0,000	0,000	0,017
FeO	12,500	13,251	13,324	12,489	14,015	13,250	11,985	10,392	9,765	13,821	13,805	13,851	12,959
MnO	0,174	0,216	0,020	0,149	0,199	0,201	0,193	0,149	0,119	0,190	0,232	0,193	0,215
MgO	46,038	46,273	46,300	46,128	45,738	46,191	46,709	47,715	48,762	46,000	46,254	46,206	47,504
CaO	0,061	0,068	0,065	0,089	0,218	0,255	0,160	0,186	0,161	0,052	0,030	0,062	0,174
Na ₂ O	0,018	0,009	0,015	0,012	0,016	0,015	0,013	0,018	0,023	0,013	0,009	0,028	0,026
K ₂ O	0,000	0,000	0,012	0,006	0,006	0,000	0,000	0,011	0,009	0,000	0,006	0,000	0,002
Cr ₂ O ₃	0,000	0,004	0,009	0,006	0,020	0,019	0,000	0,053	0,088	0,020	0,026	0,011	0,000
NiO	0,328	0,302	0,305	0,289	0,196	0,246	0,324	0,356	0,415	0,310	0,360	0,312	0,264
Total	98,693	99,597	99,865	98,396	99,940	99,394	99,662	99,257	99,759	100,115	100,657	100,577	101,077
Fórmula estrutural calculada na base de 4 oxigénios													
Si	0,510	0,434	0,993	0,997	0,993	0,988	1,005	1,003	0,998	0,996	0,997	0,996	0,988
Al	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ₂	0,106	0,129	0,278	0,263	0,293	0,278	0,248	0,216	0,200	0,288	0,286	0,287	0,257
Mn	1,523	1,643	0,000	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,002	0,004	0,005	0,004	0,004
Mg	0,865	0,805	1,724	1,730	1,705	1,726	1,727	1,758	1,780	1,707	1,706	1,707	1,742
Ca	0,001	0,001	0,002	0,002	0,006	0,007	0,004	0,005	0,004	0,001	0,001	0,002	0,005
Na	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cations	3,005	3,012	3,009	3,007	3,003	3,006	2,999	2,998	2,999	3,007	3,005	3,007	3,007
Fe/(Fe+Mg)	0,11	0,14	0,14	0,13	0,15	0,14	0,13	0,11	0,10	0,14	0,14	0,14	0,13
Mg/(Fe+Mg)	0,89	0,86	0,86	0,87	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,86	0,86	0,86	0,87
Nomenclatura (Deer, et al., 1992)													
	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr	Fo	Cr	Cr	Cr	Cr

Obs: nd - nódulo; arr - arredondada; zon - zonada (deformação); Cr - crisolita; Fo - forsterita.

Tabela 5 C – Composição química em porcentagem de peso de olivina de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Cristais Deformados						
% Peso	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	47,402	52,609	50,623	54,222	47,018	47,018
TiO ₂	3,850	1,249	2,036	0,237	3,891	3,891
Al ₂ O ₃	3,477	0,561	1,692	0,096	3,329	3,329
FeO	5,451	4,136	4,278	4,362	5,340	5,340
Cr ₂ O ₃	0,221	0,071	0,268	0,029	0,346	0,346
MnO	0,083	0,047	0,091	0,204	0,043	0,043
NiO	0,028	0,037	0,054	0,024	0,014	0,014
MgO	13,943	15,838	15,432	16,329	13,971	13,971
CaO	24,060	24,331	24,228	23,274	24,563	24,563
Na ₂ O	0,479	0,553	0,647	1,137	0,557	0,557
K ₂ O	0,011	0,071	0,023	0,007	0,011	0,011
Total	99,010	99,500	99,370	99,920	99,080	99,080
Fórmula estrutural calculada na base de 6 oxigênios						
Si	1,777	1,937	1,870	1,974	1,759	1,759
T Al	0,153	0,024	0,074	0,004	0,147	0,147
ΣT	1,930	1,961	1,944	1,978	1,906	1,906
Al	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,108	0,035	0,057	0,006	0,110	0,110
Fe ₂	0,105	0,094	0,083	0,106	0,100	0,000
M1 Cr	0,007	0,002	0,008	0,001	0,010	0,100
Mg	0,779	0,869	0,850	0,886	0,779	0,010
Ni	0,001	0,001	0,002	0,001	0,000	0,779
ΣM1	1,000	1,001	1,000	1,000	0,999	0,999
Fe ₂	0,066	0,034	0,048	0,027	0,067	0,067
Mn	0,003	0,001	0,003	0,006	0,001	0,001
M2 Ca	0,965	0,960	0,958	0,908	0,985	0,985
Na	0,035	0,039	0,046	0,080	0,040	0,040
K	0,001	0,003	0,001	0,000	0,001	0,001
ΣM2	1,070	1,037	1,056	1,021	1,094	1,094
Cátions	4,000	3,999	4,000	3,999	3,999	3,999

Tabela 6 A – Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

	Componentes moleculares (%)					
Wollastonita	50,355	49,021	49,333	46,961	50,956	50,956
Enstatita	40,603	44,399	43,721	45,843	40,327	40,327
Ferrossilita	9,042	6,579	6,946	7,195	8,717	8,717
Jadeita	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aegirina	0,035	0,043	0,047	0,081	0,041	0,041

Tabela 6 A (continuação) – Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Sem Zoneamento											
% Peso	1 (borda)	2 (borda)	3 (borda)	4 (borda)	5 (borda)	6 (borda)	7 (centro)	8 (centro)	9 (centro)	10 (centro)	11 (centro)
SiO ₂	52,617	49,518	51,961	50,979	50,610	52,692	49,748	48,862	50,309	52,283	50,217
TiO ₂	1,422	2,533	1,667	0,583	2,349	1,309	2,586	2,794	2,288	1,358	2,322
Al ₂ O ₃	0,544	1,655	0,704	2,063	2,015	0,473	1,883	2,045	1,573	0,614	2,143
FeO	3,784	4,421	3,878	7,861	4,172	3,701	5,201	5,169	4,053	3,945	4,312
Cr ₂ O ₃	0,071	0,200	0,022	0,000	0,563	0,045	0,090	0,149	0,385	0,040	0,522
MnO	0,091	0,045	0,098	0,255	0,099	0,057	0,126	0,114	0,095	0,117	0,081
NiO	0,001	0,028	0,023	0,001	0,015	0,040	0,024	0,000	0,012	0,015	0,025
MgO	15,934	15,149	15,965	12,849	15,501	16,354	14,746	14,737	15,671	15,909	15,520
CaO	24,762	24,498	24,784	23,425	24,596	25,071	24,019	24,529	24,118	24,598	24,534
Na ₂ O	0,372	0,316	0,427	0,962	0,346	0,404	0,498	0,274	0,373	0,465	0,414
K ₂ O	0,002	0,000	0,000	0,005	0,002	0,016	0,024	0,005	0,000	0,011	0,048
Total	99,600	98,360	99,530	98,980	100,270	100,160	98,950	98,680	98,860	99,350	100,140
Fórmula estrutural calculada na base de 6 oxigênios											
T	Si	1,937	1,856	1,914	1,910	1,859	1,925	1,857	1,832	1,870	1,928
	Al	0,024	0,073	0,031	0,090	0,087	0,020	0,083	0,090	0,069	0,027
	ΣT	1,961	1,929	1,945	2,000	1,946	1,945	1,940	1,922	1,939	1,955
	Al	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
M1	Ti	0,039	0,071	0,046	0,016	0,065	0,036	0,073	0,079	0,064	0,038
	Fe ₂	0,084	0,075	0,076	0,246	0,070	0,071	0,104	0,093	0,055	0,086
	Cr	0,002	0,006	0,001	0,000	0,016	0,001	0,003	0,004	0,011	0,001
	Mg	0,875	0,846	0,877	0,718	0,849	0,891	0,819	0,824	0,869	0,874
M2	Ni	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
	ΣM1	1,000	0,999	1,001	0,981	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999
	Fe ₂	0,033	0,063	0,044	0,000	0,058	0,042	0,059	0,069	0,070	0,036
	Mn	0,003	0,001	0,003	0,008	0,003	0,002	0,004	0,004	0,003	0,004
M2	Ca	0,976	0,984	0,977	0,940	0,968	0,981	0,960	0,985	0,961	0,972
	Na	0,027	0,023	0,030	0,070	0,025	0,029	0,036	0,020	0,027	0,033
	K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001
	ΣM2	1,039	1,071	1,054	1,018	1,054	1,055	1,060	1,078	1,061	1,063
Cátions		4,000	3,999	4,000	3,999	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Tabela 6 B – Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Componentes moleculares (%)											
Wollastonita	49,566	49,932	49,467	49,170	49,690	49,392	49,325	49,898	49,059	49,289	49,505
Enstatita	44,378	42,962	44,337	37,527	43,573	44,829	42,134	41,712	44,353	44,355	43,574
Ferrossilita	6,058	7,108	6,196	13,303	6,737	5,780	8,541	8,391	6,588	6,356	6,921
Jadelta	0,000	0,000	0,000	6,811	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aegirina	0,027	0,023	0,030	0,000	0,025	0,029	0,037	0,020	0,027	0,034	0,032

Tabela 6 B (continuação)– Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Com Zoneamento												
% Peso	1 (borda)	2 (borda)	3 (borda)	4 (borda)	5 (centro)	6 (centro)	7 (centro)	8 (centro)	9 (inter)	10 (inter)	11 (inter)	12 (inter)
SiO ₂	51,496	52,038	52,340	52,559	52,718	50,795	52,576	49,781	51,676	48,010	52,812	50,752
TiO ₂	1,605	1,306	1,304	1,424	0,251	0,233	0,602	2,282	1,324	3,234	0,584	2,123
Al ₂ O ₃	0,800	0,551	0,505	0,523	0,810	1,857	0,404	2,328	1,226	2,905	0,341	1,402
FeO	4,512	3,775	3,745	3,997	7,992	12,853	6,028	4,302	4,072	4,857	6,130	4,189
Cr ₂ O ₃	0,000	0,071	0,085	0,074	0,021	0,017	0,022	0,822	0,533	0,544	0,025	0,439
MnO	0,079	0,047	0,055	0,061	0,255	0,250	0,146	0,058	0,051	0,053	0,151	0,065
NiO	0,042	0,028	0,015	0,007	0,018	0,002	0,023	0,000	0,059	0,049	0,034	0,000
MgO	15,415	16,059	16,396	16,262	12,728	10,203	14,928	15,112	15,386	14,419	14,994	15,850
CaO	24,433	24,546	25,046	24,903	22,826	20,337	23,706	24,302	24,465	24,233	23,897	24,537
Na ₂ O	0,490	0,473	0,414	0,471	1,275	1,740	0,781	0,478	0,591	0,422	0,651	0,213
K ₂ O	0,002	0,015	0,001	0,002	0,022	0,007	0,000	0,026	0,014	0,000	0,007	0,000
Total	98,870	98,910	98,910	100,280	98,920	98,290	99,220	99,490	99,400	98,730	99,630	99,570
Fórmula estrutural calculada na base de 6 oxigênios												
Si	1,914	1,925	1,916	1,919	1,976	1,944	1,95	1,843	1,908	1,8	1,953	1,878
T Al	0,035	0,024	0,022	0,022	0,024	0,056	0,018	0,101	0,053	0,128	0,015	0,061
ΣT	1,949	1,949	1,938	1,941	2,000	2,000	1,968	1,944	1,961	1,928	1,968	1,937
Al	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,045	0,036	0,036	0,039	0,007	0,007	0,017	0,064	0,037	0,091	0,016	0,059
Fe ₂	0,100	0,075	0,067	0,074	0,251	0,383	0,157	0,079	0,099	0,086	0,156	0,055
M1 Cr	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,024	0,016	0,016	0,001	0,013
Mg	0,854	0,886	0,895	0,885	0,711	0,581	0,825	0,833	0,847	0,806	0,826	0,872
Ni	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000
ΣM1	1,000	1,000	1,000	1,000	0,983	1,000	1,001	1,000	1,001	1,000	1,000	0,999
Fe2	0,040	0,042	0,048	0,049	0,000	0,029	0,030	0,055	0,027	0,067	0,034	0,075
Mn	0,002	0,001	0,002	0,002	0,008	0,008	0,005	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002
M2 Ca	0,973	0,973	0,982	0,974	0,915	0,834	0,940	0,964	0,966	0,972	0,946	0,972
Na	0,035	0,034	0,029	0,033	0,093	0,129	0,056	0,034	0,042	0,031	0,047	0,015
K	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
ΣM2	1,060	1,051	1,061	1,058	1,017	1,000	1,031	1,056	1,038	1,072	1,032	1,064
Cátions	3,999	4,000	3,999	3,999	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Tabela 6 C – Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

	Componentes moleculares (%)											
Wollastonita	49,394	49,216	49,278	49,12	48,591	45,432	48,088	49,868	49,835	50,351	48,118	49,161
Enstatita	43,36	44,802	44,885	44,631	37,7	31,714	42,134	43,147	43,608	41,685	42,008	44,185
Ferrossilita	7,246	5,983	5,837	6,249	13,709	22,854	9,779	6,985	6,557	7,964	9,875	6,654
Jadeíta	0,000	0,000	0,000	0,000	8,945	12,334	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aegirina	0,035	0,035	0,029	0,033	0,000	0,000	0,056	0,036	0,043	0,031	0,047	0,015

Matriciais								
% Peso	1 (sem flog)	2 (sem flog)	3 (sem flog)	4 (sem flog)	5 (sem flog)	6 (com flog)	7 (com flog)	8 (com flog)
SiO ₂	50,516	50,637	50,414	52,886	50,526	51,602	50,345	52,481
TiO ₂	2,262	2,239	1,566	1,337	2,352	1,665	2,140	1,272
Al ₂ O ₃	0,741	1,502	0,523	0,648	1,647	0,682	1,447	0,546
FeO	4,131	4,102	4,511	4,298	4,703	4,594	4,100	3,975
Cr ₂ O ₃	0,056	0,429	0,017	0,144	0,030	0,000	0,383	0,027
MnO	0,066	0,103	0,081	0,077	0,121	0,099	0,064	0,120
NiO	0,008	0,001	0,035	0,001	0,055	0,000	0,012	0,014
MgO	15,614	15,490	15,738	16,190	15,165	15,428	15,355	16,216
CaO	24,814	24,559	24,413	24,471	24,733	23,890	24,548	24,803
Na ₂ O	0,436	0,438	0,494	0,350	0,555	0,492	0,216	0,488
K ₂ O	0,021	0,008	0,024	0,006	0,007	0,167	0,014	0,017
Total	98,670	99,610	97,820	100,410	99,890	98,620	98,620	99,960
Fórmula estrutural calculada na base de 6 oxigênios								
Si	1,882	1,872	1,890	1,932	1,862	1,923	1,881	1,921
T Al	0,033	0,065	0,023	0,028	0,071	0,030	0,064	0,024
ΣT	1,915	1,937	1,913	1,960	1,933	1,953	1,945	1,945
Al	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,063	0,062	0,044	0,037	0,065	0,047	0,060	0,035
Fe ₂	0,068	0,072	0,074	0,077	0,099	0,096	0,073	0,079
M1 Cr	0,002	0,013	0,001	0,004	0,001	0,000	0,011	0,001
Mg	0,867	0,854	0,880	0,882	0,833	0,856	0,855	0,884
Ni	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
ΣM1	1,000	1,001	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,999
Fe ₂	0,061	0,055	0,067	0,054	0,046	0,047	0,055	0,043
Mn	0,002	0,003	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,004
M2 Ca	0,990	0,973	0,980	0,958	0,977	0,954	0,982	0,973
Na	0,031	0,031	0,038	0,025	0,040	0,036	0,016	0,035
K	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,008	0,001	0,001
ΣM2	1,088	1,062	1,087	1,039	1,067	1,048	1,066	1,066
Cátions	4,000	4,000	4,000	3,999	4,000	4,000	4,000	4,000

Tabela 6 D – Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

	Componentes moleculares (%)							
Wollastonita	49,812	49,720	48,928	48,541	49,865	48,735	49,931	49,053
Enstatita	43,611	43,633	43,887	44,684	42,541	43,791	43,457	44,623
Ferrossilila	6,577	6,647	7,185	6,775	7,594	7,475	6,612	6,324
Jadelta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aegirina	0,032	0,032	0,037	0,025	0,040	0,043	0,016	0,035

Tabela 6 D (continuação)– Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

		Nódulo												
% Peso		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂		51,359	52,038	52,558	48,659	53,219	50,970	49,632	50,476	51,164	49,437	49,287	52,191	54,104
TiO ₂		2,479	1,306	1,353	2,972	1,090	1,952	2,384	2,021	2,012	2,595	2,815	1,668	0,328
Al ₂ O ₃		0,793	0,551	0,696	2,635	0,219	1,250	2,184	1,753	1,144	2,199	2,573	1,277	0,248
FeO		5,352	3,775	3,858	4,228	4,643	4,421	4,933	4,396	4,567	4,071	4,487	3,682	3,253
Cr ₂ O ₃		0,188	0,071	0,274	0,671	0,034	0,101	0,558	0,291	0,133	0,695	0,793	0,402	0,793
MnO		0,096	0,047	0,014	0,049	0,078	0,053	0,078	0,057	0,104	0,064	0,049	0,051	0,148
NiO		0,000	0,028	0,021	0,046	0,000	0,049	0,000	0,062	0,050	0,012	0,033	0,008	0,006
MgO		15,153	16,059	15,912	14,689	15,768	15,389	14,922	15,313	15,370	15,136	14,880	15,700	17,247
CaO		23,072	24,546	24,225	24,386	23,998	24,655	23,701	23,665	23,747	24,419	24,335	24,738	22,640
Na ₂ O		0,805	0,473	0,645	0,535	0,517	0,472	0,476	0,877	0,637	0,405	0,453	0,423	0,669
K ₂ O		0,000	0,015	0,019	0,012	0,013	0,000	0,000	0,003	0,009	0,019	0,000	0,000	0,005
Total		99,300	98,910	99,580	98,880	99,580	99,310	98,850	98,910	98,940	99,050	99,710	100,140	99,440
		Fórmula estrutural calculada na base de 6 oxigênios												
T	Si	1,907	1,925	1,932	1,815	1,962	1,887	1,852	1,87	1,901	1,839	1,825	1,913	1,978
	Al	0,035	0,024	0,03	0,116	0,01	0,054	0,096	0,076	0,05	0,096	0,112	0,055	0,011
	ΣT	1,942	1,949	1,962	1,931	1,972	1,941	1,948	1,946	1,951	1,935	1,937	1,968	1,989
M1	Al	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Ti	0,069	0,036	0,037	0,083	0,030	0,054	0,066	0,056	0,056	0,073	0,078	0,046	0,009
	Fe ₂	0,087	0,075	0,082	0,079	0,102	0,092	0,087	0,087	0,087	0,067	0,076	0,084	0,028
	Cr	0,006	0,002	0,008	0,020	0,001	0,003	0,016	0,009	0,004	0,020	0,023	0,012	0,023
	Mg	0,839	0,886	0,872	0,817	0,867	0,849	0,830	0,846	0,851	0,839	0,821	0,857	0,940
	Ni	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
	$\Sigma M1$	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000
M2	Fe ₂	0,080	0,042	0,037	0,053	0,041	0,045	0,068	0,049	0,055	0,059	0,063	0,029	0,072
	Mn	0,003	0,001	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,005
	Ca	0,918	0,973	0,954	0,974	0,947	0,978	0,948	0,939	0,945	0,973	0,966	0,972	0,887
	Na	0,058	0,034	0,046	0,039	0,037	0,034	0,034	0,063	0,046	0,029	0,033	0,030	0,047
	K	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
	$\Sigma M2$	1,067	1,061	1,038	1,069	1,028	1,059	1,052	1,053	1,049	1,065	1,064	1,033	1,011
	Cátions	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	3,999	3,999	3,999	3,999	3,999	4,000	4,000	4,000

Tabela 6 E – Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

	Componentes moleculares (%)												
Wollastonita	47,660	49,216	49,051	50,632	48,360	49,748	48,994	48,846	48,682	50,134	50,093	49,979	45,929
Enstatita	43,553	44,802	44,829	42,435	44,212	43,205	42,919	43,978	43,841	43,238	42,618	44,134	48,683
Ferrossilita	8,786	5,983	6,120	6,932	7,427	7,047	8,087	7,175	7,476	6,628	7,289	5,888	5,388
Jadeita	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aegirina	0,058	0,035	0,047	0,039	0,038	0,034	0,034	0,063	0,046	0,030	0,033	0,030	0,048

Tabela 6 E (continuação)– Composição química em porcentagem de peso de clinopiroxênio de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Matriz e zonadas												
% Peso	1(m)	2(m)	3(m)	4(m)	5(m)	6(z)	7(z)	8(z)	9(z)	10(z)	11(z)	12(z)
SiO ₂	40,234	39,912	39,924	39,229	40,608	38,747	39,885	38,591	37,512	38,398	38,749	39,093
TiO ₂	6,350	6,176	5,569	5,625	5,234	5,788	5,526	6,545	6,469	5,677	6,260	6,335
Al ₂ O ₃	9,514	9,313	9,749	9,893	8,621	9,703	10,421	9,853	10,804	10,397	10,107	9,629
FeO	6,327	5,801	5,738	5,755	6,510	6,673	5,304	6,197	6,258	6,209	6,418	6,514
MnO	0,063	0,042	0,058	0,061	0,041	0,058	0,030	0,041	0,014	0,036	0,088	0,064
MgO	20,611	20,828	21,587	21,024	21,259	20,927	20,661	21,107	20,530	21,041	20,421	20,333
CaO	0,049	0,066	0,121	0,039	0,064	0,010	0,112	0,060	0,068	0,041	0,000	0,004
BaO	2,180	1,881	2,223	2,355	1,934	3,257	2,912	2,466	3,805	3,250	2,911	2,428
Na ₂ O	0,579	0,560	0,537	0,516	0,676	0,360	0,441	0,456	0,305	0,330	0,382	0,477
K ₂ O	9,418	9,377	9,403	9,340	9,589	8,688	9,130	9,167	8,751	8,930	9,301	9,451
F	4,490	4,706	4,342	5,074	5,236	4,375	4,226	4,302	4,709	4,641	4,564	4,386
Cl	0,004	0,007	0,005	0,001	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,008
Total	99,819	98,669	99,266	98,912	99,770	98,589	98,648	98,785	99,225	98,953	99,201	98,722
O_F_Cl	1,89	1,98	1,83	2,14	2,2	1,84	1,78	1,81	1,98	1,95	1,92	1,85
CTotal	97,929	96,689	97,426	96,772	97,670	96,749	96,868	96,975	97,245	97,003	97,281	96,872

Tabela 7 A – Composição química em porcentagem de peso de flogopita de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Fórmula estrutural calculada na base anidra de 22 oxigênios												
Si	5,351	5,363	5,283	5,323	5,300	5,447	5,259	5,343	5,199	5,098	5,201	5,232
Al ^{IV}	1,490	1,474	1,532	1,531	1,574	1,362	1,551	1,644	1,563	1,729	1,659	1,607
Fe ³	0,524	1,163	1,185	1,146	1,126	1,191	1,190	1,013	1,238	1,173	1,140	1,161
Ti	0,635	0,624	0,644	0,558	0,572	0,528	0,591	0,557	0,663	0,661	0,578	0,636
Σs. tetraédrico	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al ^{VI}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ²	0,704	0,652	0,736	0,640	0,650	0,730	0,757	0,594	0,698	0,711	0,703	0,725
Mn	0,007	0,005	0,007	0,007	0,007	0,005	0,007	0,003	0,005	0,002	0,004	0,010
Mg	4,086	4,172	4,096	4,290	4,234	4,251	4,234	4,126	4,239	4,160	4,249	4,111
Σs. octaédrico	4,797	4,829	4,839	4,937	4,891	4,986	4,998	4,723	4,942	4,873	4,956	4,846
Ca	0,007	0,010	0,001	0,017	0,006	0,009	0,001	0,016	0,009	0,010	0,006	0,000
Ba	0,114	0,099	0,129	0,116	0,125	0,102	0,173	0,153	0,130	0,203	0,173	0,154
Na	0,149	0,146	0,125	0,139	0,135	0,176	0,095	0,115	0,119	0,080	0,087	0,100
K	1,598	1,607	1,629	1,599	1,610	1,641	1,504	1,560	1,576	1,517	1,543	1,602
Σs. intercamadas	1,868	1,862	1,864	1,871	1,876	1,928	1,773	1,844	1,834	1,810	1,809	1,856
Total	14,865	14,691	14,723	14,808	14,767	14,914	14,771	14,567	14,776	14,683	14,765	14,702

Obs: m - cristais poliquilíticos da matriz; z - cristais zonados

Tabela 7A (continuação) – Composição química em porcentagem de peso de flogopita de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Inclusos e Matriz																	
% Peso	1(in)	2(in)	3(in)	4 (in)	5(in)	6(in)	7 (m)	8(m)	9(m)	10(m)	11(m)	12(m)	13(m)	14(m)	15(m)	16(m)	17(m)
SiO ₂	0,036	0,000	0,034	0,373	0,006	0,091	0,098	0,047	0,064	0,038	0,045	0,092	0,091	0,018	0,052	0,056	0,032
TiO ₂	17,318	15,961	16,470	17,360	18,428	18,937	16,305	17,705	20,174	18,092	17,551	17,580	17,247	16,228	5,755	17,815	16,680
Al ₂ O ₃	0,031	0,146	0,069	0,081	0,049	0,042	0,111	0,067	0,020	0,035	0,087	0,040	0,097	0,096	3,755	0,073	0,106
Cr ₂ O ₃	2,049	3,035	2,226	2,009	2,280	2,628	2,560	2,300	1,591	2,118	2,371	2,049	2,596	3,224	40,009	2,452	2,896
FeO _T	71,088	72,648	73,074	70,587	71,803	68,744	72,310	70,304	69,324	70,348	69,773	69,872	70,201	70,654	39,931	72,190	73,487
MnO	0,776	0,721	0,813	0,781	0,845	0,964	0,798	0,810	0,725	0,787	0,800	1,189	0,903	0,841	0,241	0,804	0,867
MgO	2,464	3,792	2,646	2,589	2,624	0,936	2,802	2,600	1,588	2,087	3,134	1,978	2,677	2,777	8,053	2,792	3,175
CaO	0,082	0,004	0,032	0,460	0,154	0,414	0,046	0,114	0,456	0,245	0,104	0,166	0,029	0,034	0,069	0,129	0,036
Nb ₂ O ₅	0,030	0,000	0,034	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,037	0,000	0,000	0,004	0,031
Total	93,874	96,307	95,398	94,240	96,199	92,756	95,030	93,947	93,942	93,750	93,888	92,966	93,878	93,872	97,865	96,315	97,310
FeO	48,342	50,156	50,660	47,858	47,218	45,337	50,118	47,119	44,263	47,028	46,625	47,292	47,443	48,816	23,785	48,127	50,136
Fe ₂ O ₃	25,273	24,991	24,904	25,254	27,317	26,008	24,657	25,761	27,846	25,911	25,720	25,089	25,286	24,264	17,940	26,737	25,945
Total	96,401	98,806	97,888	96,765	98,931	95,357	97,496	96,523	96,727	96,341	96,460	95,475	96,407	96,298	99,659	98,989	99,905
Fórmula estrutural calculada na base de 32 oxigênios																	
Si	0,012	0,000	0,012	0,128	0,002	0,032	0,034	0,016	0,022	0,001	0,015	0,032	0,031	0,006	0,015	0,019	0,011
Al	0,013	0,058	0,028	0,033	0,019	0,017	0,045	0,027	0,008	0,014	0,035	0,016	0,039	0,039	1,304	0,029	0,042
Ti	4,506	4,049	4,243	4,472	4,651	4,954	4,205	4,580	5,174	4,699	4,528	4,615	4,468	4,227	1,276	4,499	4,192
Fe ₂	11,414	11,304	11,736	11,197	10,844	11,027	11,623	11,082	10,549	11,163	10,897	11,323	11,160	11,451	4,826	11,013	11,303
Fe ₃	5,895	5,644	5,653	5,732	6,229	6,281	5,679	6,016	6,590	6,107	5,968	5,965	5,906	5,652	3,588	6,075	5,808
Cr	0,560	0,808	0,602	0,543	0,604	0,722	0,693	0,625	0,428	0,578	0,642	0,565	0,706	0,882	9,317	0,650	0,764
Mn	0,227	0,206	0,236	0,227	0,240	0,284	0,232	0,236	0,209	0,230	0,232	0,351	0,263	0,247	0,060	0,229	0,245
Mg	1,271	1,906	1,351	1,322	1,312	0,485	1,432	1,333	0,807	1,074	1,602	1,029	1,374	1,433	3,540	1,397	1,581
Ca	0,030	0,001	0,012	0,169	0,055	0,154	0,017	0,042	0,167	0,091	0,038	0,062	0,011	0,013	0,022	0,046	0,013
Nb ₅	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Cátions	23,928	23,977	23,883	23,823	23,956	23,956	23,960	23,957	23,953	23,957	23,957	23,958	23,958	23,960	23,948	23,957	23,959

Obs: in - incluído em clinopiroxênio; m - matriz

Tabela 8 A – Composição química em porcentagem de peso de opacos de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Inclusas em diopsídio e da matriz								
% Peso	1(in cpx)	2 (in cpx)	3 (matriz)	4(matriz)	5(matriz)	6(matriz)	7(matriz)	8(matriz)
SiO ₂	0,044	0,205	0,045	0,039	0,073	0,050	0,068	0,034
CaO	38,885	38,982	38,473	38,181	39,034	38,787	38,776	38,035
Na ₂ O	0,352	0,531	0,365	0,334	0,336	0,264	0,390	0,450
BaO	0,136	0,019	0,048	0,026	0,181	0,073	0,179	0,187
TiO ₂	55,338	54,924	55,569	54,969	55,871	54,755	53,897	54,621
Fe ₂ O ₃	1,366	1,201	1,344	1,465	1,192	1,309	1,319	0,916
Nb ₂ O ₅	0,274	0,599	0,354	0,471	0,274	0,267	0,266	0,545
La ₂ O ₃	0,426	0,405	0,565	0,509	0,521	0,542	0,430	0,403
Ce ₂ O ₃	1,254	0,605	1,449	1,346	1,380	1,290	1,279	1,021
SrO	0,351	0,712	0,257	0,540	0,259	0,346	0,321	0,874
Total	98,426	98,183	98,469	97,88	99,121	97,683	96,925	97,086
Fórmula estrutural calculada na base de 3 oxigênios								
Si	0,001	0,005	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
Ca	0,977	0,979	0,966	0,966	0,973	0,982	0,991	0,969
Na	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,010	0,020	0,020
Ba	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
La	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ce	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Sr	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
Sítio A	1,008	1,024	0,997	1,007	1,005	1,003	1,023	1,010
Nb	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
Fe ₃	0,030	0,020	0,030	0,030	0,020	0,030	0,030	0,020
Ti	0,980	0,970	0,980	0,980	0,980	0,970	0,970	0,980
Sítio B	1,010	1,000	1,010	1,020	1,000	1,000	1,000	1,010
Cátions	2,018	2,024	2,007	2,027	2,005	2,003	2,023	2,020

Obs: in cpx - inclusa em diopsídio.

Tabela 9 A – Composição química em porcentagem de peso de perovskita de amostras de rocha da Intrusão Facão.

Matriz e Inclusos										
% Peso	1(in ol)	2(in ol)	3 (in ol)	4(m)	5(m)	6(m)	7(mcf)	8(mcf)	9(mcf)	10(mcf)
SiO ₂	38,736	34,922	37,658	39,575	33,420	38,212	36,400	38,021	37,734	43,361
TiO ₂	0,116	0,039	0,120	0,376	0,486	0,000	0,124	0,019	0,161	0,380
Al ₂ O ₃	10,963	7,189	11,564	18,499	13,671	19,423	18,852	19,215	20,238	20,068
FeO	7,205	15,184	10,560	5,882	4,182	3,947	8,021	5,906	5,606	1,028
MnO	0,068	0,097	0,084	0,047	0,087	0,077	0,050	0,084	0,086	0,017
MgO	17,972	20,458	20,746	9,122	6,577	9,332	10,009	7,578	7,951	6,651
CaO	1,061	1,317	1,489	1,908	10,367	2,256	2,127	2,598	2,435	2,518
Na ₂ O	0,077	0,039	0,065	0,150	0,314	0,169	0,109	0,087	0,134	0,094
K ₂ O	0,853	0,333	0,689	2,720	1,908	2,247	2,606	2,169	2,646	1,731
F	0,043	0,000	0,013	0,021	0,117	0,000	0,026	0,041	0,009	0,000
Cl	0,006	0,005	0,009	0,003	0,053	0,018	0,008	0,003	0,007	0,001
BaO	10,031	10,025	10,459	11,951	10,786	13,629	10,933	12,878	13,721	20,846
Total	87,131	89,608	93,456	90,254	81,968	89,310	89,265	88,599	90,728	96,695

Obs: in ol - incluso em olivina; m - matriz; mcf - matriz com bolsão flogopítico.

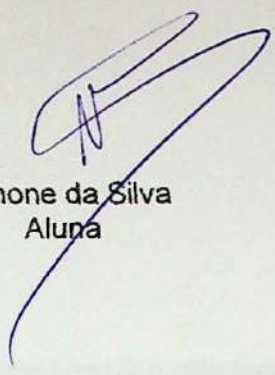
%Peso	Zeólitas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	43,757	43,037	40,953	43,665	42,399	42,618	42,839	40,190
BaO	21,068	23,349	21,903	23,677	21,178	21,578	23,074	22,224
Al ₂ O ₃	19,094	22,165	22,797	21,389	21,287	21,028	20,755	18,891
Fe ₂ O ₃	0,648	0,147	0,027	0,080	0,204	0,214	0,438	0,365
MnO	0,023	0,000	0,000	0,001	0,000	0,034	0,000	0,000
MgO	1,441	0,029	0,029	0,034	1,394	1,365	0,018	0,328
CaO	1,896	2,675	3,776	2,094	2,566	2,486	2,313	2,029
Na ₂ O	0,131	0,125	0,126	0,129	0,177	0,138	0,204	0,156
K ₂ O	1,729	1,768	1,452	2,055	1,808	1,766	1,737	1,622
SrO	0,076	0,040	0,190	0,095	0,086	0,029	0,127	0,064
Total	89,863	93,335	91,253	93,219	91,099	91,256	91,505	85,869

Fórmula estrutural calculada na base anidra de 16 oxigênios								
Si	12,895	12,406	12,038	12,629	12,364	12,432	12,618	12,679
Ba	2,430	2,640	2,520	2,680	2,420	2,470	2,660	2,750
Al	6,630	7,520	7,890	7,290	7,310	7,220	7,200	7,020
Fe	0,140	0,030	0,010	0,020	0,040	0,050	0,100	0,090
Mn	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Mg	0,630	0,010	0,010	0,010	0,610	0,590	0,010	0,150
Ca	0,600	0,830	1,190	0,650	0,800	0,780	0,730	0,690
Na	0,070	0,070	0,070	0,070	0,100	0,080	0,120	0,100
K	0,650	0,650	0,540	0,760	0,670	0,660	0,650	0,650
Sr	0,010	0,010	0,030	0,020	0,010	0,000	0,020	0,010
Cátions	24,065	24,166	24,298	24,129	24,324	24,292	24,108	24,139

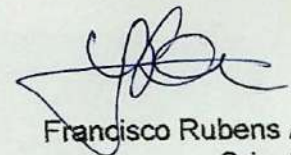
Tabela 11 A – Composição química em porcentagem de peso de zeólitas de amostras de rocha da Intrusão Facão.

São Paulo, 12 de novembro de 2003.

De acordo:



Simone da Silva
Aluna



Francisco Rubens Alves
Orientação

