

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**METAGRANITÓIDES DO TERRENO GRANITO-
GREENSTONE BELT DE PIUMHI - MG: GEOLOGIA,
PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA**

Arthur Vinha Fosse

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

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2001/06)

SÃO PAULO
2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**METAGRANITÓIDES DO TERRENO GRANITO-GREENSTONE
BELT DE PIUMHI - MG - GEOLOGIA, PETROGRAFIA E
GEOQUÍMICA**

ARTHUR VINHA FOSSE

DISCIPLINA 0440500 - TRABALHO DE FORMATURA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Johann Hans Daniel Schorscher

Prof. Dr. Miguel A.S. Basei

Prof. Dr. Oswaldo Siga Júnior



J. H. Hans S. Schorscher
M. A. S. Basei
Oswaldo Siga Júnior

SÃO PAULO
2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**METAGRANITÓIDES DO TERRENO GRANITO-GREENSTONE
BELT DE PIUMHI - MG: GEOLOGIA, PETROGRAFIA E
GEOQUÍMICA**

Arthur Vinha Fosse

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



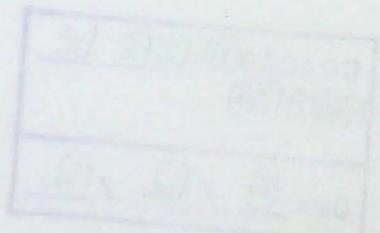
MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2001/06)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900009283

SÃO PAULO
2001



TF
F752
AV. m

DOAÇÃO COMISSÃO DE
FORMAÇÃO

Lá vamos nós

ÍNDICE

- Agradecimentos
- Resumo
- Abstract

1 - Síntese do Projeto

- 1.1 - Introdução e Objetivos
- 1.2 - Relevância do Projeto
- 1.3 - Acessos e Condições de Campo
- 1.4 - Metodologia
- 1.5 - Resultados Esperados

2 - Situação do Projeto

- 2.1 - Atividades Realizadas
- 2.2 - Problemas Encontrados

3 - Resultados Obtidos

- 3.1 - Estudos Geológicos
- 3.2 - Estudos Petrográficos
- 3.3 - Estudos Geoquímicos (FRX e ICP-MS)
 - 3.3.1 - Introdução
 - 3.3.2 - Dados Analíticos
 - 3.3.3 - Normas CIPW
 - 3.3.4 - Diagramas de Classificação de Rocha
 - 3.3.5 - Diagramas Binários
 - 3.3.6 - Variograma Multielementares do Tipo Spider
 - 3.3.7 - Diagramas de Classificação de Ambiente Tectônico

4 - Conclusões Finais

5 - Referências Bibliográficas

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo1 - Descrições Petrográficas
- Anexo2 - Fotomicrografias
- Anexo3 - Normas CIPW
- Anexo4 - Análises Geoquímicas via FRX
- Anexo5 - Análises Geoquímicas via ICP-MS
- Anexo6 - Mapa de Pontos

AGRADECIMENTOS

Caramba.

Gostaria, não de agradecer, mas sim de dar uma grande abraço em todas as pessoas que conviveram aqui comigo durante esses seis melhores anos de minha vida. Quem conheceu qualquer um de nós quando ingressamos nessa jornada, sabe o quando mudamos e melhoramos nosso modo de pensar. Aqui, na Geo, no CEPEGE, no Covil, nos Banhos de Lama, em Serranos, em Catalão, nos intermináveis ENEGEOS e em tantas outras boas lembranças que ficaram em nossas mentes, fizemos e continuaremos fazendo o que melhor sabemos fazer.

Geologia é putaria, é foda pra caralho.

Valeu,

Agi, Guâno, Bambi, Frutinha, Araci, Pi, Jaracambeba, Jaratataca, Pútrido, Propykah, Vadia, Incesto, Hinfeliz, Priscila, Comprica, Mônica, Magali, Titia, Pepeta, Gigica, Demilus, Kukimata, Kaid, Bráulio, Ophélia, Boiola, Paraíba, Mikomo Mosquetão Joe, Deby, Urina, Nunsei, Lafond, Pagão, Monga, Manolo, Moisés (COVIL), Cuzona, Sibele, Mocozado, Jacú, Copró, Sedex, Mamilo, Punheta, Nimguém, PM, NewKids, Gal, Empata, Clyn, Sabugueira, Pinguim, Coró, Bifão, Xiboquete, Cudela, Bixaral (97, 98, 99, 00 e 01) e a todos os outros que sentirem alguma tristeza por culpa de meu esquecimento.

Aos Funsa:

Zé Carlos, Paulinho e Zé Paulo, pela ajuda indispensável e pelos sábios conselhos de quem passou por outras “eras” geológicas.

Aos Motoca:

Argilito (Clayton), Maurão (Sobrinho), João, Tarcísio (Carça Frôxa), Miltonete e Durval, que por inúmeras vezes tiveram nossas vidas em seus pés e mãos.

Agradecimentos especiais a:

Metanol, Edir, Apum, Docinho, Nove9 e Paulo César, por cederem suas salas, mesas e computadores quando mais precisei. Para Schorscher pela paciência e por acreditar em meu potencial.

Com Amor:

Para Sexta Xera e Bussardente.

Para Thaís, André, Tatiana, Sebastião e Icilma Dulcina Vinha Fosse, minha família.

RESUMO

Os granitóides do terreno granito-greenstone belt de Piumhi-MG, localizado na parte interna da borda SW do Cráton do São Francisco, formam dois corpos denominados Norte e Central, que foram estudados com métodos lito-estruturais de campo e laboratoriais petrográficos e geoquímicos. O primeiro é constituído de metagranitóides TTG (cinza esverdeados), intrudidos por aplitos TTG (brancos) em diques, veios e corpos irregulares menores; apresentando-se milonitizado, até ultramilonitizado, no contato com a seqüência *greenstone belt*. Também ocorrem variações que sofreram feldspatização potássica rósea, que infere-se por motivos geoquímicos ter sido causada pelo magmatismo que gerou os aplitos. O contato com o Gr. Bambuí é rúptil por rampa obliqua N-S passando à frontal E-W, respectivamente nas bordas E e N. No corpo central predominam metagranitóides hololeucocráticos rosa-claros, homogêneos de tendência alcalina, por vezes xenolíticos, denominados Metagranitóides Taquaril. Estes intrudem os metagranitóides TTG e a seqüência *greenstone belt* (preservados em enclaves máfico/ultramáficos métricos, raros e isolados) e são intrudidos por aplitos róseos de composição alcalifeldspato granítica com fluorita, em diques rompidos, denominados Aplitos Taquaril. Os Metagranitóides Taquaril apresentam foliação dúctil generalizada sendo subdivididos em corpos lenticulares por zonas anastomozadas de milonitização mais intensa. Zonas de ultramilonitização de espessuras até decamétricas aparecem em meio aos metagranitóides formando quartzo-sericita milonito xistos com clorítóide. A partir desta caracterização qualitativa e quantitativa, geológica, petrográfica e geoquímica, objetivou-se ainda o estudo e interpretação da origem e evolução tectono-metamórfica das rochas graníticas de Piumhi e suas interações magmáticas e pós magmáticas com os conjuntos geológicos associados.

ABSTRACT

Metagranitoids of the Piumhi granite-greenstone terrain, hosted in the internal part of the SW border zone of the São Francisco Craton, MG, Brazil, form two main bodies named North and Central. They were studied with field-geological and laboratory petrographical and lithogeochemical methods. North body is composed of greenish-gray TTG metagranitoids intruded by white aplite dikes, veins and irregular smaller bodies. There still occur TTG varieties showing rose K-feldspathization eventually caused by the aplite magmatism. It has tectonic mylonitic contacts with the greenstone sequence at S and a ruptile fault contact with the metasedimentary Bambuí Group evolving from a N-S trending oblique ramp at E, to an E-W trending N-vergent frontal thrust at N. Central body is dominantly composed of homogeneous light-rose hololeucocratic locally xenolithic Taquaril Metagranitoids. These intrude the TTG metagranitoids and greenstone sequence as shown by up to meter-sized yet rare mafic-ultramafic enclaves and are in turn intruded by rose Taquaril Aplites, of fluorite-baering alkali-feldspar-granitic composition, forming dikes, dismembered dikes and smaller irregular intrusive bodies. Taquaril Metagranitoids show a generalized ductile foliation and are lenticularised through anastomosing zones of more prominent mylonitization. In decameter-thick zones of ultramylonitization Taquaril Metagranitoids are transformed into quartz-sericite mylonite schists with posttectonic chloritoid. Based on the qualitative and quantitative geological, petrographical and geochemical characterization, this work still aimed to study and interpretate the origin and tectono-metamorphic evolution of Piumhi metagranitoids and their magmatic and postmagmatic mutual interactions as with the associated rock units of the regional context.

1 - Síntese do Projeto

1.1 - Introdução e Objetivos

Localizado na parte interna da borda SW do Cráton do São Francisco (CSF) (Fig.1), o terreno granito-*greenstone belt* de Piumhi é um alvo importante de estudos de evolução crustal, petrogênese e metalogênese precambriana, que abriga metalotectos produtores de cromita e ouro aluvionar. Foi, desde a caracterização e o mapeamento original por Fritzsons et al. (1980), repetidamente estudado por diversos grupos de pesquisa que contribuiram:

- ao mapeamento geológico regional de semi-detalhe em escala 1:25.000,
- à evolução litoestratigráfica e tectônica,
- à petrogênese de litotipos específicos metavulcânicos e metassedimentares, e
- à elaboração de novos conceitos sobre a evolução crustal, petrogênese e metalogênese precambriana, local e regional.

Ainda assim, diversas questões-chave da geologia precambriana continuam caracendo de dados adequados. É o caso das rochas graníticas - alvos deste projeto - que formam dois corpos regionais, fundamentais para a evolução crustal e questões correlatas, petro-metagenéticas e tectônicas, por exemplo, da acreção siálica e sobre o transporte fluido e remobilizações em zonas de cisalhamento. Interpretadas, desde o trabalho original como granitóides intrusivos na seqüência *greenstone belt* (Fritzsons et al., 1980) (Fig.2), essas rochas de fato nunca foram detalhadas.

Este projeto de Trabalho de Formatura propos-se ao detalhamento dos corpos graníticos de Piumhi com métodos geológicos de campo e laboratoriais mineralógico-petrográficos, geoquímicos e, na medida do possível, isotópicos. Visando, a partir da caracterização qualitativa e quantitativa, a origem e evolução tectono-metamórfica dessas rochas assim como suas interações magmáticas e pós-magmáticas com conjuntos litológicos associados, arqueanos e/ou proterozóicos, do quadro regional. Nos seus objetivos acadêmicos, almejou-se à iniciação do aluno na área de estudos interdisciplinares de evolução crustal de terrenos graníticos de ambientes granito-*greenstone belt* precambrianos policíclicos. Como parte integrante da linha de pesquisa do orientador, o projeto permitirá ainda comparações de evolução crustal precambriana com regiões de características geotectônicas análogas, entre outras, da borda E-SE do CSF (Schorscher, 1992; 1997).

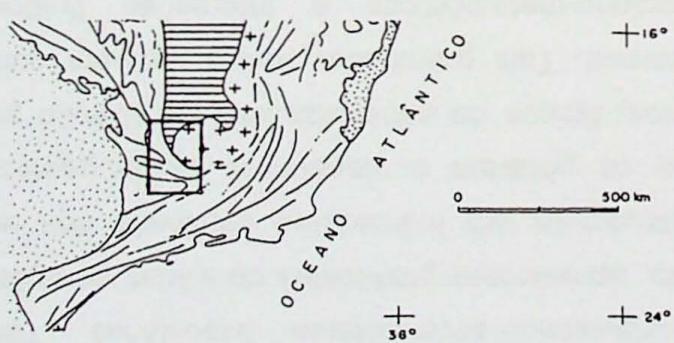
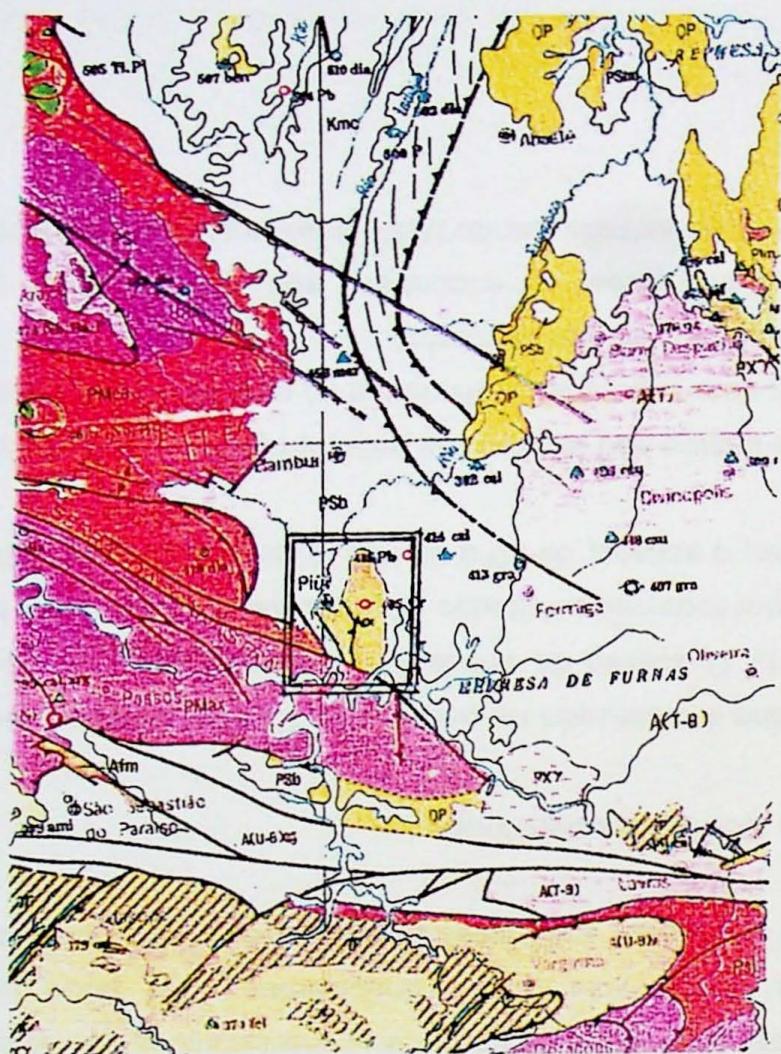


Figura 1 - Mapa geológico regional mostrando a localização do Maciço de Piumhi no contexto da borda Sudoeste do Cráton do São Francisco, extraído de Schobbenhaus et al. (1981, 1995). (Legenda: Qp: Quaternário; Psb: Gr. Bambuí, Sub-Gr. Paraopeba; Psi: Fm. Ibiá; PMca: Gr. Canastra; PMax: Gr. Araxá; Psj: Gr. São João Del Rei; Pan: Gr. Andrelândia; PXy: Complexo Granítóide de Minas Gerais; Api: Maciço de Piumhi; Afm: Fortaleza de Minas; A(U-B)v: Complexo Varginha-Guaxupé, π : charnockitos; A(U-B)cg: Complexo Campos Gerais; A(U-B)s: Complexo Silvianópolis; A(T-B): Complexo Migmatítico da Bahia e Minas Gerais, π : gnaisse, granítóide, charnockito)

1.2. - Relevância do Projeto

Este projeto visa elucidar a geologia e petrogênese dos corpos graníticos do terreno granito-greenstone belt de Piumhi e seu significado na evolução crustal arqueoproterozóica. Granitóides desta natureza incluem as rochas mais antigas da crosta terrestre e são, à exemplo dos granitóides e gnaisses TTG (tonalito, trondhjemita granodioríticos) arqueanos, em geral, desprovidos de jazidas de minerais, diferentemente das seqüências metavulcano-sedimentares associadas. Terrenos precambrianos policíclicos, entretanto, apresentam granitóides de várias gerações compostas e de idades. Estes, constituem-se em indicadores sensíveis dos estágios sucessivos de evolução crustal que os geraram e respectivos ciclos geotectônicos; sendo, ainda, potenciais metalotectos, típicos de mineralizações da filiação pós-magmática granítica pegmatítica a hidrotermal. Tais granitóides foram também comumente afetados, por retrabalhamentos tectono-metamórficos e interações fluidos-rochas hidrotermais-metassomáticas em zonas de cisalhamento, que causam redistribuições geoquímicas, conduzindo, possivelmente, a formação de mineralizações de metais-base e ouro, tanto nos granitóides quanto nas rochas encaixantes. Este pode ter sido o caso dos metagranitóides de Piumhi, onde foram encontrados indícios de mineralizações de ouro.

1.3 - Acessos e Condições de Campo

A área de trabalho é localizada na parte W do Estado de Minas Gerais no Município de Piumhi (Figura 1). O acesso da cidade de São Paulo até a cidade de Piumhi, cerca de 550 Km, é feito por rodovias asfaltadas. Dessa cidade, usada como base de campo até as áreas de trabalho, o acesso, de 10 a 30 Km, é feito pela rodovia MG-050 e por estradas de terra.

As condições de campo são favorecidas pela topografia suave e pelo intenso uso agrícola da região. Áreas com vegetação mais densa só ocorrem como mata ciliar às margens de drenagens ou nos topo de alguns morros.

Os principais afloramentos se encontram nas margens dos córregos, fundos de drenagens e cortes de estrada, sendo fácil o acesso até eles de carro ou a pé.

1.4 – Metodologia

Neste trabalho foram realizados estudos integrados de campo visando o detalhamento geológico e amostragens regionais e sistemáticas dos corpos graníticos Norte e Central do maciço de Piumhi. Os estudos laboratoriais, mineralógicos, petrográficos e geoquímicos incluiram microscopia petrográfica (qualitativa e semiquantitativa), separações mineralógicas para tipologia de zircões e análises litogeoquímicas globais multi-elementares (incluindo elementos maiores e traço convencionais, REE, LILE e HFSE) por FRX (fluorescência de raios X) e ICP-MS (espectrometria de massa com fonte de plasma indutivamente acoplado). Os estudos foram iniciados a partir de dados de campo, coleções de amostras e lâminas petrográficas e resultados laboratoriais preliminares petrográficos e geoquímicos das fases anteriores e preparatórias deste projeto.

1.5. - Resultados Esperados

Como enfoque científico e principal resultado deste projeto visa-se elucidar a petrogênese dos corpos graníticos e seu significado na evolução crustal policíclica arqueo-proterozóica do terreno granito-greenstone *belt* de Piumhi. Como resultado acadêmico principal, pretende-se contribuir à formação profissional e científica do aluno, introduzindo-o a pesquisa de evolução crustal e petrometalogênese de terrenos graníticos policíclicos e poligenéticos precambrianos.

2 - Atividades Realizadas e Problemas Encontrados

2.1. - Atividades Realizadas

Os trabalhos laboratoriais e estudos petrográficos e geoquímicos seguiram e complementaram os métodos já utilizados pelo aluno em seu projeto de Iniciação Científica CNPq-PIBIC-USP de mesmo título, realizado no período de julho de 1999 a maio de 2000.

Durante a primeira fase deste projeto foi atualizado o mapa de afloramentos da região pesquisada, com a integração das novas ocorrências descritas pela equipe do orientador

e dos afloramentos estudados pelo aluno nas atividades de campo realizadas no período da Bolsa IC-PIBIC-CNPq. Nesse período também foram revistas as coleções de amostras das etapas anteriores dessa pesquisa, para seleção complementar e preparação de diferentes litotipos, que melhor representam as variedades dos metagranitóides da região. Dentre as amostras selecionadas, algumas poucas já possuam lâminas delgadas e análises geoquímica prontas; todas as novas amostras, sem estudos anteriores, foram tratadas da seguinte forma:

- 1º - Serragem de placas para estudos mesoscópicos e confecção de lâminas delgadas.
- 2º - Fragmentação com marreta (para que os fragmentos caibam na prensa e no britador primário) e separação de algumas crostas intempéricas.
- 3º - Separação de partes menos alteradas para prensagem.
- 4º - Prensagem (pulverização) de cerca de 60 gramas de amostra e eliminação das partes alteradas que remanesceram.
- 5º - Moagem em moinho de anéis de ágata até a fração silte (<200#) para análises geoquímicas com abertura total.
- 6º - Micronização até a fração argila (<300#) para confecção e análise de pastilhas prensadas via FRX.
- 7º - Preparação de pastilhas fundidas e prensadas para análises via FRX (respectivamente, dos pós de <200# e <300#).

Todas as amostras selecionadas para a realização deste trabalho foram devidamente preparadas, somando um total de 32 amostras estudadas em placas de rocha serradas e lâminas delgadas. As descrições petrográficas e respectivas documentações fotográficas encontram-se nos Anexo 1 e 2.

A partir dos trabalhos da primeira fase, foram escolhidas, para estudos de tipologia de zircões e eventuais datações geocronológicas posteriores, 07 (sete) amostras, cada qual com cerca de 05-10 Kg, representativas dos principais tipos de granitóides regionais:

- 2 granitóides TTG do Corpo Norte (amostras nº BTX-TTG e Pto. 13 Reg.);
- 1 aplito TTG (amostra nº Pto. 13 B);
- 2 granitóides Taquaril do Corpo Central (amostras nº PI-45A e GBD-69) e
- 2 aplitos Taquaril (amostras nº BTX-183 e PI-47).

Essas amostras foram tratadas dentro do cronograma proposto até a conclusão da fase de separação magnética em separador Frantz a 0,7 amperes. A continuação das atividades de separação e estudos de tipologia de zircões, entretanto, foi impossibilitada

devido a escassez temporária e restrições no uso dos líquidos densos (bromofórmio e iodeto de metíleno) no laboratório de separação mineral do CEPEGEO-IGc-USP.

A preparação de pós e pastilhas para as análises geoquímicas foi completada sem nenhum problema relevante em acompanhamento do cronograma original. Houve apenas algum atraso na execução das últimas 20 análises via FRX, causado por atividades de manutenção preventiva e corretiva no laboratório de FRX do GMG-IGc-USP. Com o recebimento dessas análises no final Setembro, integrou-se o acervo total de 37 análises geoquímicas globais multielementares por FRX dos principais tipos de metagranitóides e rochas associadas, em que se baseia este trabalho.

Ainda na área de estudos geoquímicos globais multielementares deve ser mencionada a realização nos laboratórios do grupo de pesquisa de Espectrometria Atômica e Nuclear Avançada – EANA do Departamento de Química da PUC-RJ, de 14 análises via ICP-MS em amostras representativas de todos os tipos de metagranitóides, incluindo além de elementos traço convencionais, todos os ETR e grande número de elementos LILE e HFSE. Essas análises, de suma importância para a conclusão do trabalho, infelizmente, também sofreram certos atrasos, recebendo-se os resultados apenas no início deste mês de Novembro cerca de uma semana antes do prazo final de entrega deste trabalho. Assim a exploração desses dados analíticos, que outrrossim apresentam um potencial científico muito maior, deve ser considerada apenas inicial.

2.2. - Problemas Encontrados

Durante a realização deste trabalho, foram econtrados alguns obstáculos, que afetaram negativamente a realização até a conclusão da pesquisa, prejudicando em parte também os resultados finais. Trata-se de um modo geral de deficiências no funcionamento, atrasos e falta de materiais de consumo nos laboratórios utilizados do IGc-USP, incluindo a Seção de Laminação Central do IGc-USP (atrasando o fornecimento de lâminas), os laboratórios de tratamento de amostras do CEPEGEO (falta de bromofórmio e iodeto de metíleno, impossibilitando a separação e o estudo tipológico de zircões) e o laboratório de Geoquímica via FRX (atrasos nos serviços analíticos).

3 - Resultados Obtidos

3.1 - Estudos Geológicos

Os granitos alvos desse projeto ocorrem em dois corpos (Figura 2) designados de Corpo Norte e Corpo Central. Foram considerados por Fritzsons et al. (1980) como intrusões no Grupamento das Rochas Vulcânicas, entretanto, anteriores ao Grupamento Intermediário ao qual teriam fornecido sedimentos. Sobre essas rochas pouco foi feito; Machado e Schrank (1989) efetuaram uma datação em zircões de granitos miloníticos do Corpo Central (que designaram de granito Taquarí) indicando cerca de 726 Ma, sem localizar o afloramento estudado e sem fornecer dados petrográficos, litogegeoquímicos e/ou mineralógicos dos zircões, nem os dados das análises isotópicas. Sato et al. (1992) apresentaram alguns resultados preliminares petrográficos e geoquímicos.

Trabalhos de campo confirmados com estudos laboratoriais referentes a este projeto, mostram que ambos os corpos graníticos são heterogêneos e sofreram retrabalhamentos tectono-metamórficos, metassomáticos e ígneos superimpostos. O Corpo Norte (Figura 2), menor, tem contatos por zonas de cisalhamento dúctil com a SVS; é intrudido por diques de metadiabásios anteriores ao Gr. Bambuí, e encoberto ou balisado por falhamentos rúpteis pelos metassedimentos deste. As rochas principais são metaleucotonalitos - trondhjemitos de cor clara cinza-esverdeada, granulação média-grossa, foliados a miloníticos e ultramiloníticos onde afetados por cisalhamento dúctil de níveis crustais mais profundos e cataclasíticos, em zonas de falhamentos crustais mais rasos. São polimetamórficos - retrometamórficos - na fácie dos xistos verdes e, exibem ainda, localmente, feldspatização potássica fraca a moderada. É notável que os metagranitoides TTG ultramiloníticos apresentam-se transformados por processos tectono-metamórfico-metassomáticos em quartzo-sericita ultramilonito-xistos que são facilmente confundidos com rochas metassedimentares conforme já ocorreu em trabalhos da literatura. As transições contínuas para os litotipos menos deformados e os zircões preservados da milonitização entretanto mostram indubitavelmente a origem de metagranitoides TTG dos ultramilonitos considerados.

Como litotipos subordinados, ocorrem localmente aplitos intrusivos, em diques, veios e corpos irregulares até decamétricos. Estes são hololeucocráticos claros brancos ou de leve tonalidade creme, de granulação fina a fina-média, e menos foliados e milonitzados em comparação com os metagranitoides TTG encaixantes principais. A composição

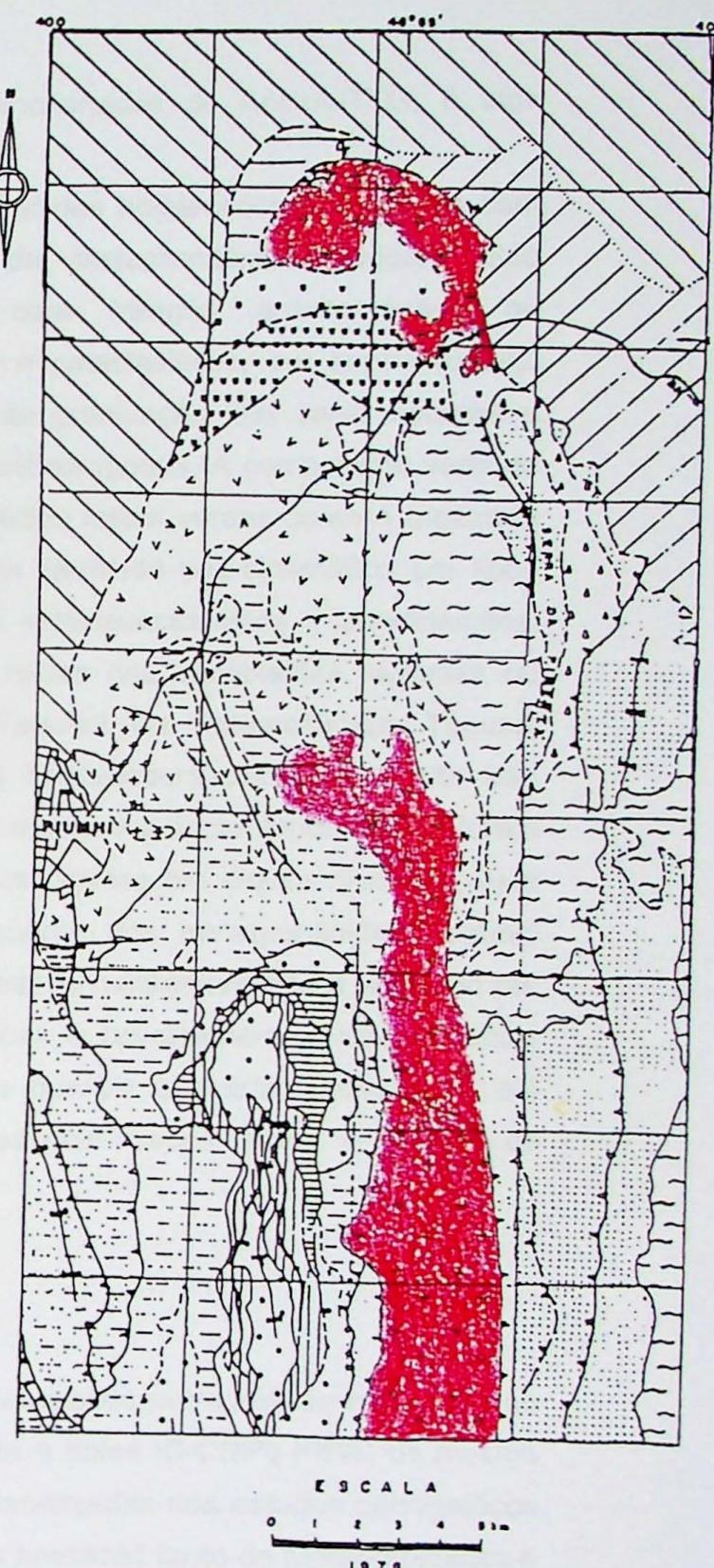
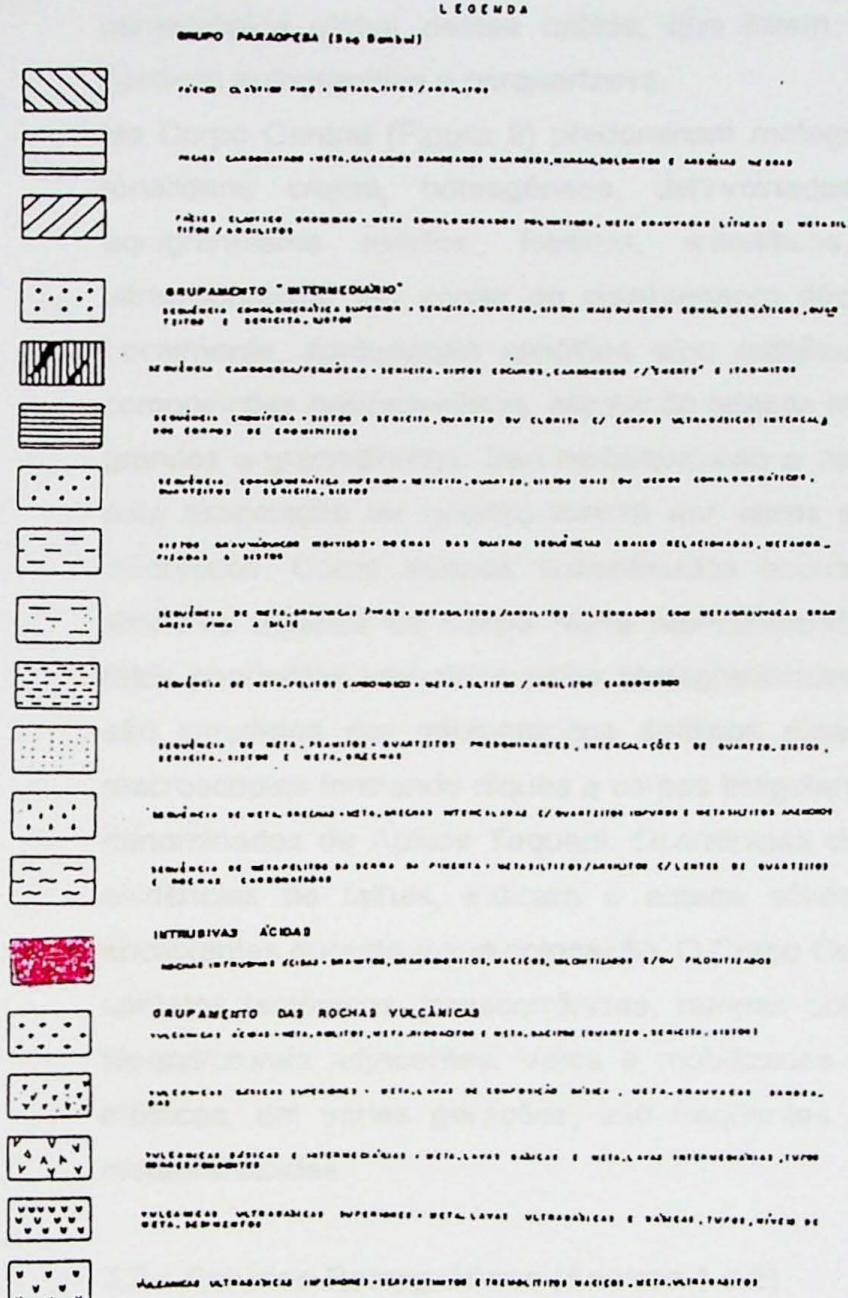


Figura 2 - Mapa geológico da região de Piumhi - MG, segundo Fritzsons et al. (1980), destacando-se os corpos graníticos Norte e Central, alvos desse projeto.

mineralógica global destes aplitos, que foram denominados de Aplitos-TTG, é algo variável, aplogranítica e perquartzosa.

No Corpo Central (Figura 2) predominam metagranitóides hololeucocráticos claros com tonalidade creme, homogêneos, denominados de Metagranitóides Taquaril. São equigranulares médios, foliados, miloníticos, com foliação anastomosada ou ultramiloníticos, em zonas de cisalhamento dúctil e cataclasíticos, em zonas rúpteis. Localmente, apresentam xenólitos e/ou autólitos de granulação fina cores escuras e composições granodioríticas, atestando origens intrusivas ígneas. A composição varia de granitos a granodioritos. Seu metamorfismo e de fácies xistos verdes como é mostrado pela associação de quartzo-sericita por vezes com clorítóide pós-cinemático em tipos miloníticos. Como litotipos subordinados ocorrem metaleucotonalitos - trondhjemitos, similares aqueles do Corpo Norte representando restos das encaixantes regionais ou tetos pendentes intrudidos pelos Metagranitóides Taquaril. Os Metagranitóides Taquaril são intrudidos por microgranitos aplíticos róseos hololeucocráticos com fluorita lilás macroscópica formando diques e corpos irregulares métricos a decamétricos; estes foram denominados de Aplitos Taquaril. Ocorrências destes aplitos em diques disruptos, sem evidências de falhas, indicam o estado sólido-quente dos metagranitóides Taquaril encaixantes durante a sua colocação. O Corpo Central de metagranitóides é separado por contatos tectônicos, transcorrências, rampas oblíquas e cavalgamentos, dos conjuntos lito-estruturais adjacentes. Veios e mobilizados de quartzo e quartzo-feldspáticos, até métricos, em várias gerações, são freqüentes nos dois corpos, Norte e Central, de metagranitóides.

3.2 – Estudos Petrográficos (Anexos 1 e 2)

Os dados abaixo relacionados são resultado das descrições petrográficas realizadas no período de Julho de 1999 a Maio de 2000, referente à bolsa IC-CNPq-PIBIC de mesmo tema, tendo sido as amostras de mão e lâminas reanalizadas nos estudos petrográficos deste Trabalho de Formatura, incluindo ainda outras amostras tanto de Metagranitóides e Aplitos Taquaril do Corpo Central quanto de Metagranitóides TTG dos dois corpos e Aplitos TTG do Corpo Norte. As 20 lâminas descritas no mês de Julho deste ano incluiram, além dos metagranitóides predominantes, variações hololeucocráticas, ultramiloníticas e xenólitos máfico-ultramáficos, todos no Metagranitóide Taquaril (Corpo Central). As descrições petrográficas de todas as rochas e amostras estudadas

encontram-se no Anexo 1 e as fotomicrografias de documentação mineralógica e petrográfica no Anexo 2.

a) Metagranitóides TTG

Distinguiam-se três grupos desses metagranitóides. O primeiro são Metagranitóides TTG foliados hololeucocráticos de cor cinza-clara esverdeada, que são compostos principalmente por quartzo deformado, plagioclásio às vezes idiomórfico saussuritizado e clorita (da substituição retrometamórfica da biotita) subordinada. Como acessórios aparecem zircão e opacos e os minerais secundários mais comuns são muscovita/sericita, clorita, clinozoisita-epidoto, leucoxênio e carbonato. A estrutura dessas rochas é anastomosada milonítica.

O segundo grupo são os metagranitóides TTG ultramiloníticos, formados só de quartzo em porfiroclastos estirados e muscovita sericítica resultante da transformação dos feldspatos. A matriz é muito fina e a estrutura é totalmente foliada. Alguns zircões podem ser encontrados, que embora bastante alterados são ainda reconhecíveis típicos dos metagranitóides TTG.

O terceiro e último grupo são os metagranitóides TTG (do Corpo Norte) que sofreram ou não milonitização; entretanto, sempre sofreram cataclase, microclinização e silicificação. São compostos por quartzo, plagioclásio saussuritizado, e microclinio de feldspatização metassomática principais, biotita cloritizada, clorita, muscovita/sericítica, alanita e zircão. A textura é fanerítica cataclástica e a granulometria variável grossa a fina.

Pelas observações de campo e os estudos petrográficos os Metagranitóides TTG mais típicos e bem preservados (do primeiro subgrupo) podem ser considerados como as rochas mais antigas do terreno granito-greenstone belt de Piumhi exibindo características de metagranitóides TTG arqueanos. Os demais dois subgrupos representam variedades produzidas por alterações tectono-metamórfico-metassomáticas posteriores, entre si diferentes, dos metagranitóides TTG originais.

b) Aplitos TTG

Foram encontrados apenas no afloramento Ponto-13 embora sendo freqüentes neste local e, apesar da proximidade com xistos maficos da seqüência metavulcano-sedimentar, intrudem apenas os Metagranitóides TTG.

São rochas hololeucocráticas finas compostas por quartzo, plagioclásio e subordinadamente microclínio. Como minerais acessório e secundários aparecem zircão e muscovita/sericita respectivamente. A textura é aplítica-sacaroidal e a estrutura orientada numa foliação leve e afetada por séries de microfraturas bem visíveis nos plagioclásios pelo deslocamento das lamelas de geminação.

Sob aspectos geológicos e petrográficos os aplitos TTG (com composição essencial de quartzo e plagioclásio sódico e praticamente isentos de feldspato alcalino primário) são considerados rochas da filiação magmática dos Metagranitóides TTG principais. Representam, eventualmente, intrusões menores que ocorreram já em níveis crustais rasos durante os processos tectono-magmáticos finais de soerguimento, que colocaram os metagranitóides TTG principais justapostos em contato direto com os xistos máficos da seqüência metavulcano-sedimentar de fácies xisto verde.

c) Metagranitóides Taquaril

No grupo dos Metagranitóides Taquaril, foram distintos quatro tipos litológicos diferentes. O primeiro e predominante compreende os Metagranitóides Taquaril típicos. Estes são constituídos essencialmente por quartzo e mesopertita de granulação média. A mesopertita, nas amostras pouco deformadas, aparece como porfiroblastos freqüentemente porfiroclásticos, intercrescida e evidenciando reações de substituição com plagioclásio formando núcleos e/ou bordas preservadas. Nas amostras mais miloníticas os dois feldspatos podem estar parcial, ou totalmente, transformados em massas de micas brancas finas sericíticas. Como minerais menores secundários e acessórios aparecem clorita (de alteração da biotita), minerais opacos, apatita, fluorita e zircão. Este último, se apresenta zonado com núcleos de cores marrons e bem formado idiomórfico, mesmo nos tipos miloníticos. A textura dessas rochas é variavelmente cataclástica milonítica.

O segundo litotipo são variações hololeucocráticas dos Metagranitóides Taquaril a exemplo das amostras SRT-02BII e SRT-02BIII. Não ostentam diferenças significantes em relação ao litotipo principal, a não ser uma granulometria mais fina e teores menores de no máximo 3% modais de minerais máficos.

As variações ultramiloníticas dos Metagranitóides Taquaril (por exemplo, amostras: SRT-10, SRT-11A, SRT-12A, SRT-12B e SRT-12C) formam o terceiro subgrupo. São rochas compostas essencialmente por mica branca muscovita-sericítica, quartzo e cloritóide, sendo o quartzo pré a sintectônico, a mica branca sin a pós-tectônica e o cloritóide pós-

tectônico formando belas rosetas. Essas rochas foram classificadas como quartzo-sericita xisto milonítico com clorítóide. Zircões, opacos, clorita e, mais raramente, turmalina aparecem como constituintes menores a raros; os zircões sendo típicos dos Metagranitóides Taquaril. Uma variação milonítica diferente dos ultramilonitos já citados, é representada pela amostra SRT-02A, formada em zona de cisalhamento subordinada de direção SE-NW. Essa rocha é caracterizada por muscovita sericítica formando a matriz, quartzo porfioclástico e feldspatos alcalinos heterogêneos com restos preservados de mesopertitas. Como minerais acessórios aparecem zircão, opacos e apatita.

O quarto e último subgrupo comprehende os diversos xenólitos/enclaves mais ricos em minerais máficos (amostras SRT-02F, PI-45CI e PI-45CII) ou mesmo ultramáficos (amostra SRT-11B). Os primeiros, têm composição ainda granítica, com quartzo, plagioclásio, mesopertita, muscovita sericítica e quantidades maiores de opacos (até 20%) e biotita (até 30%). A estrutura é foliada e zircão e clorita são os minerais respectivamente acessórios e secundários mais comuns.

O xenólito ultramáfico apresenta dimensões métricas e é composto basicamente por talco, clorita, clorítóide e opacos; quartzo e zeólita são minerais secundários, preenchendo veios e fraturas. A estrutura é finamente foliada crenulada.

Os Metagranitóides Taquaril típicos intrudem tanto os metagranitóides TTG (e provavelmente também os Aplitos TTG) assim como os xistos máfico-ultramáficos da seqüência metavulcano-sedimentar do *greenstone belt* de Piumhi. São típicos alcalifeldspato granitos com fluorita de tendências alcalinas formados em zonas de cisalhamento que apresentam importantes fenômenos metassomáticos. Tais granitóides ocorrem na evolução crustal desde os estágios finais dos *greenstone belts* arqueanos.

d) Aplitos Taquaril

São rochas hololeucocráticas róseas de granulação fina-média compostas basicamente por quartzo e mesopertita, com pequenas quantidades de plagioclásio albítico livre e em restos de substituição na mesopertita e microclínio, que normalmente, não atingem 5% modais. Fluorita branca e roxa é um mineral menor essencial e biotita variavelmente cloritizada é muito rara. Como acessórios aparecem zircão e opacos, e muscovita sericítica como principal mineral secundário. A textura é aplogranítica e a estrutura varia de maciça a levemente orientada com efeitos de catacláse.

Esses aplitos são os granitóides mais jovens da região estudada; sua composição e características geológicas os relacionam geneticamente como fases finais, mais evoluídas, subvulcânicas dos Metagranitóides Taquaril principais.

3.3 - Estudos Geoquímicos (FRX e ICP-MS)

Os estudos geoquímicos multielementares via FRX foram efetuados nos específicos do GMG-IGc-USP (20 análises) e do Instituto de Mineralogia Aplicada e Geoquímica da T.U. Munique, Alemanha (14 análises) e 3 análises também feitas no GMG-IGc-USP foram fornecidas por membros da equipe do orientador. Via FRX foram dosados os elementos óxidos maiores e elementos traço convencionais. Estes dados encontram-se listados no Anexo 4.

As 14 análises multielementares via ICP-MS realizadas no Laboratório de ICP-MS e ICP-AES do Departamento de Química da PUC-RJ, em que foram dosados 61 elementos traço incluindo todas as terras raras e grande número de elementos traço convencionais além de elementos LILE (litofilos de grande raio iônico) e HFSE (de alta força iônica), encontram-se no Anexo 5.

As análises foram realizadas em rochas do Corpo Norte de metagranitóides TTG, feldspatizados ou não, seus aplitos assim como em metagranitóides Taquaril, do Corpo Central, seus aplitos, variações miloníticas e xenólitos.

No que se segue são apresentados os resultados do tratamento dos dados geoquímicos efetuados com auxílio dos programas MINPET2.02 (Richard 1995) e NEWPET 2.0 (Clarke 1994).

3.3.2 - Dados analíticos

De acordo com os dados analíticos foi possível separar e caracterizar os grupos de rochas abaixo descritos.

O primeiro comprehende o grupo dos metagranitóides TTG não feldspatizados (amostras BTX-277, BTX-275A, BTX-TTG, CK-42A e B, CK-44, CK75, Pto13DI e Pto13C). Este grupo poderia ser dividido em vários subgrupos por variações de cor ou de teores de alguns elementos maiores, mas foi preferido tratá-lo como um único grupo devido as origens conjuntas, apesar do comportamento bastante heterogêneo das amostras individuais.

Neste grupo, as rochas possuem composição ácida, com teores de SiO₂ variando entre 68,93 e 77% (peso), sendo que as amostras mais ricas em SiO₂, mostram também maiores teores de K₂O e uma correlação negativa com os teores de TiO₂, Fe₂O₃ e MgO. A amostra BTX-TTG apresenta o menor teor de SiO₂ e o maior teor de CaO (2,73%-peso), que é muito maior que os teores das outras amostras.

Dentro deste grupo a rocha CK-42A apresenta os maiores teores de SiO₂ e também os maiores teores de K₂O (4,08%-peso), mas mostra uma anomalia negativa nos teores de Ba, apresentando um valor de 55,8 ppm, que normalmente seria da ordem de 400 a 600 ppm nos TTGs típicos. Além disso, essa amostra possui teores de Al₂O₃, TiO₂, Rb e Sr, na faixa dos teores do TTG feldspatizado do ponto CK-41, ou seja, menores que os de um TTG comum.

Dentro do grupo dos TTGs ainda existem as variações miloníticas, encontradas no contato do Corpo Norte com o *greenstone-belt* de Piumhi. Essa variação litológica é aqui representada pela amostra CK-37, que apresenta reduções significantes nos teores de Nb, Rb, Y, Na₂O e CaO, e um aumento nos teores de SiO₂, K₂O e Sr, causados pelo enriquecimento residual de quartzo e a neoformação de muscovita sericítica por substituição dos feldspatos durante a milonitização.

O segundo grupo comprehende os metagranitóides TTG feldspatizados (amostras Pto13-DII e CK-41), de composições também ácidas, mas apresentando teores de K₂O mais elevados (sempre acima de 5,00%-peso) do que os observados no restante dos TTGs (até 4,08 %-peso). Essas amostras apresentam teores de Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, Na₂O, Nb, Y, Zr e Sr muito menores e teores de Rb muito altos em relação aos metagranitóides TTG comuns.

O terceiro grupo de rochas é composto pelos aplitos TTG (amostras Pto13-A, AIII e B), com teores de SiO₂ sempre acima de 78,0% de peso e composição geoquímica similar a dos metagranitóides TTG. A diferença mais marcante está em alguns elementos incompatíveis e traço como Ce, Ba, Zr e Sr, que mostram valores muito baixos nos aplitos TTG quando comparados com os teores dos metagranitóides TTG típicos (não feldspatizados). Essa mesma comparação feita em relação aos elementos maiores, mostra que os aplitos TTG apresentam valores sempre menores desses elementos, sendo os teores de SiO₂ e Na₂O, as únicas exceções a essa regra. Essas depauperações na maioria dos elemertos maiores e traço são as expressões geoquímicas da composição mineralógica perquartzosa hololeucocrática, com plagioclásio albítico, dos aplitos TTG.

O quarto grupo de rochas comprehende os metagranitóides Taquaril e seus aplitos (amostras dos pontos GBD-69 e 73, PI-45A, B e D, PI-47, SRT-02BII, 02BIII, 03, 04A,

04B, 04C e 04DI, BTX-174 e BTX-183). São rochas ácidas, potássicas, com composições geoquímicas entre si muito parecidas, que apresentam apenas restritas variações nos teores de SiO_2 (de 73,1% até 76,5%-peso) e Al_2O_3 (de 11,38% até 13,31%-peso). São também, rochas ricas em elementos traço incompatíveis, com exceção de Ba, V e SR. A diferença mais marcante entre os metagranitóides TTG em geral e os metagranitóides e aplitos Taquaril restritos ao Corpo Central, reside nos elevados teores de F, presentes nestes últimos.

Neste trabalho, ainda foram descritas variações ultramiloníticas e xenólitos, presentes no Corpo Central. Os primeiros (amostras SRT-10, 11A, 12B e 12C), comparados com os metagranitóides Taquaril, mostraram um considerável enriquecimento em óxidos e elementos como MgO , Fe_2O_3 , Co, Ni, V e Cr e reduções nos teores de Na_2O , K_2O , Nb e Rb.

Os xenólitos encontrados foram separados em dois tipos, máficos (PI-45C e SRT-2F) e ultramáficos (SRT-11B). Os xenólitos máficos mostram semelhanças em relação aos elementos maiores e menores, mas apresentam grandes diferenças geoquímicas quando se trata dos elementos traço incompatíveis (os teores de Ba, La, Ce, Nd, U e Y são muito maiores na amostra PI-45C). O xenólito ultramáfico apresenta 40,92% de peso de SiO_2 e anomalias positivas consideráveis de Co, Cr, V, Ga, S, Ni e Zn. Os óxidos de Fe e Mg também apresentam anomalias positivas. Como a maioria das rochas do Corpo Central, todos os xenólitos mostram teores de Flúor muito elevados.

3.3.3 - Normas CIPW

As Normas CIPW, que foram calculadas com auxílio do programa MINPET2.02, comentadas abaixo, são apresentadas no Anexo 3.

Nos metagranitóides TTG não feldspatizados aparecem teores elevados e muito variáveis de quartzo (de 26% a 35%-peso), além de teores, também elevados, de anortita, que podem chegar a 11,05% de peso nas amostras mais cárnicas, mas normalmente, essa porcentagem está entre 4% e 7%. A albite também apresenta altos teores, sempre variando entre 34% e 42% de peso e ortoclásio não ultrapassa os 25%. A amostra CK-37 (TTG milonítico) apresenta porcentagens muito altas de quartzo e também muito ortoclásio (devido aos teores muito baixos de Ca e Na), mas em lâmina só aparecem quartzo e muscovita sericítica.

Os TTGs feldspatizados apresentam os mais elevados teores de quartzo (até 40,04%-peso no Pto13) e ortoclásio (sempre acima de 30%-peso) e teores bem baixos de albite e

anortita, em relação aos outros granitóides TTG analisados. Os aplitos TTG mostram-se bem homogêneos. Suas principais diferenças em relação aos TTGs, são os teores menores de anortita (até 2,00%-peso) e os teores de quartzo um pouco mais elevados (até 38,29%-peso). Diferentemente, os metagranitóides Taquaril e aplitos associados, mostram teores também altos, mas pouco variáveis, de quartzo e de ortoclásio, sendo esses últimos mais variáveis (entre 25,02% e 32,43%-peso).

As variações ultramyloníticas dos metagranitóides Taquaril, que nos estudos petrográficos mostraram basicamente quartzo, muscovita sericítica e clorítóide, apresentam composições normativas com 50% a 72% de quartzo, que é inversamente proporcional às quantidades de Ortoclásio e Córindon, sendo que este último varia entre 10% e 15%.

Os xenólitos máficos do metagranítóide Taquaril apresentam grandes variações nos teores de quartzo, mas se mostram muito semelhantes em relação aos teores de ortoclásio e albita. O xenólito ultramáfico aparece com pouco quartzo (20%-peso), rico em Corindon, Hiperstênio-Enstatita, Magnetita e Ilmenita.

3.3.4 - Diagramas de Classificação de Rochas

Primeiramente, os dados geoquímicos foram plotados no diagrama Q-A-P de Streckeisen (1975) (Fig.1), com os seguintes resultados:

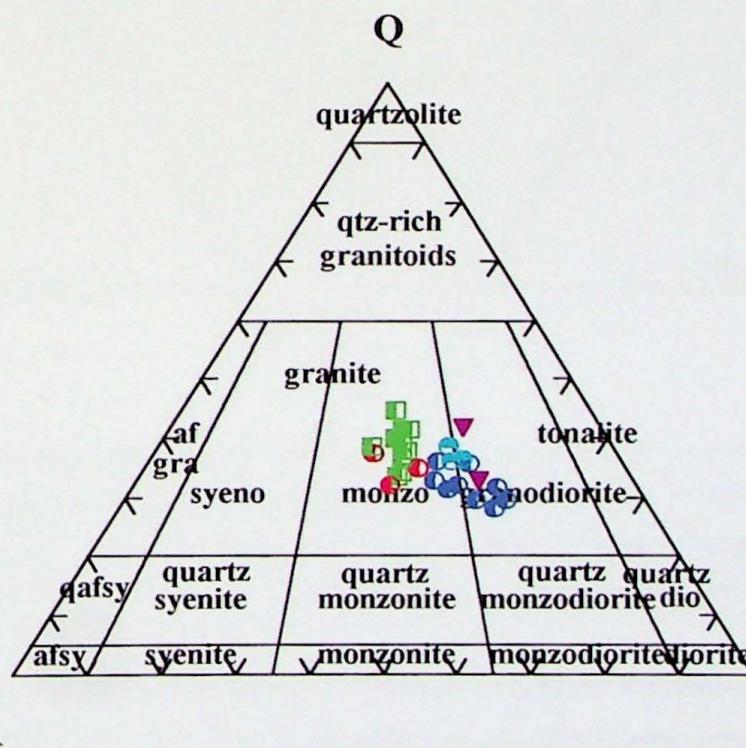


Figura 1 – Diagrama Q-A-P (Quartzo-Feldspato Alcalino-Plagiocláio) Streckeisen (1975). ○(granitos TTG), ○(aplitos TTG), △(TTG-K), □(metagranitóides Taquaril), ▽(xenólitos máficos), ○(aplitos Taquaril).

Os granitos TTG cinzas, verdes e seus aplitos aparecem na região de transição entre granodioritos e granitos, sendo bem discriminados dos Metagranitóides Taquaril e seus Aplitos, que se colocam todos no campo dos monzogranitos. Já os granitos TTG feldspatizados, são bem deslocados para o campo dos granitos devido aos altos teores de ortoclásio. Segundo Martin (1994), granitos TTG Arqueanos, geralmente, se situam no campo dos tonalitos, o que não ocorre com as amostras aqui estudadas, devido aos eventos metassomáticos retrometamórficos e principalmente de feldspatização, que atingiram essas rochas.

De acordo com os resultados obtidos no diagrama An-Ab-Or, proposto por Barker (1979) (Fig.2) os metagranitóides TTG não feldspatizados seus aplitos e os xenólitos maficos do metagranitóide Taquaril distribuem-se nos campos dos trondhjemitos e dos granitos, enquanto que os metagranitóides Taquaril, aplitos Taquaril e metagranitóides TTG feldspatizados situam-se todos unicamente no campo dos granitos.

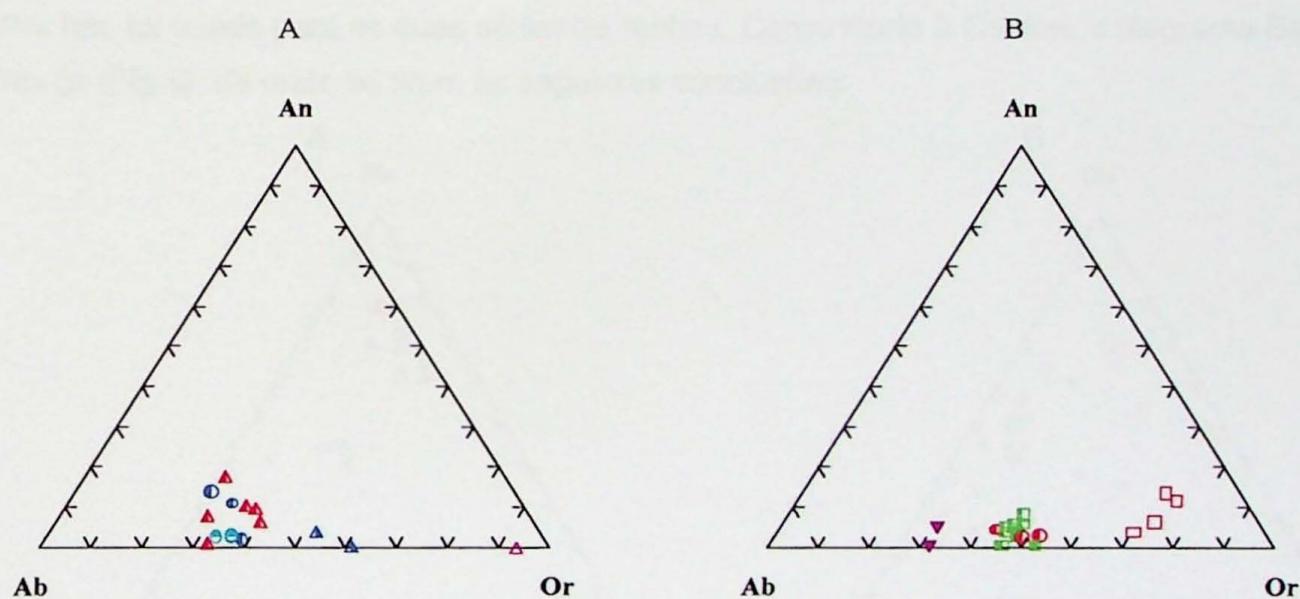


Figura 2 – Diagramas normativos An-Ab-Or de Barker (1979). **A:** Corpo Norte. **B:** Corpo Central. Os metagranitóides Taquaril e TTG ultramylonitizados foram plotados apenas para fins de comparação, pois não mais caracterizam rochas graníticas. **A:** \circ (granitos TTG cinza), Δ (granitos TTG verde), \blacktriangle (TTG milonítico), \circ (aplitos TTG), \triangle (TTG-K). **B:** \blacksquare (metagranitóides Taquaril), \blacktriangledown (xenólitos maficos), \circ (aplitos Taquaril), \square (ultramylonitos Taquaril).

No diagrama Q-Ab-Or (Quartzo-Albita-Ortoclásio) (Fig.3) foram plotados apenas os granitos TTG e seus aplitos, que demonstraram um agrupamento no campo intermediário, entre trondhjemitos e rochas cálcio-alcalinas. Apenas os TTGs feldspatizados aproximam-se mais à tendência cálcio-alcalina.

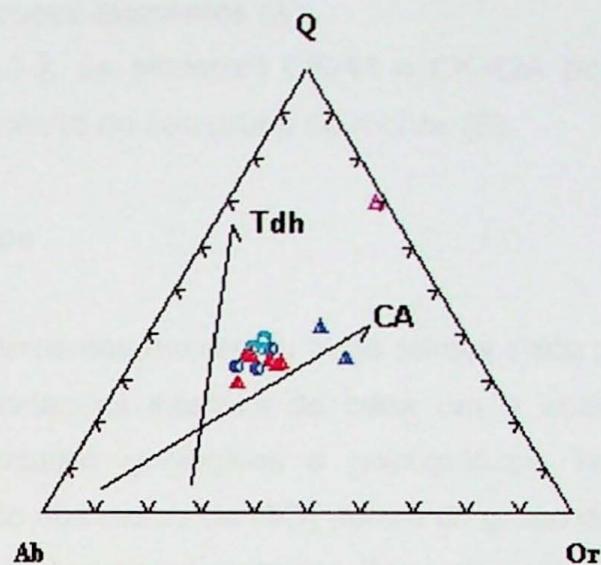


Figura 3 – Diagrama Q-Ab-Or (Quartzo-Albita-Ortoclásio) de Barker e Arth (1976) A: \circ (granitos TTG cinza), Δ (granitos TTG verde), Δ (TTG milonítico), \circ (aplitos TTG), Δ (TTG-K).

Por fim, foi usado para as duas séries de rochas, Corpo Norte e Central, o diagrama Ba-Rb-Sr (Fig.4), de onde se tiram as seguintes conclusões:

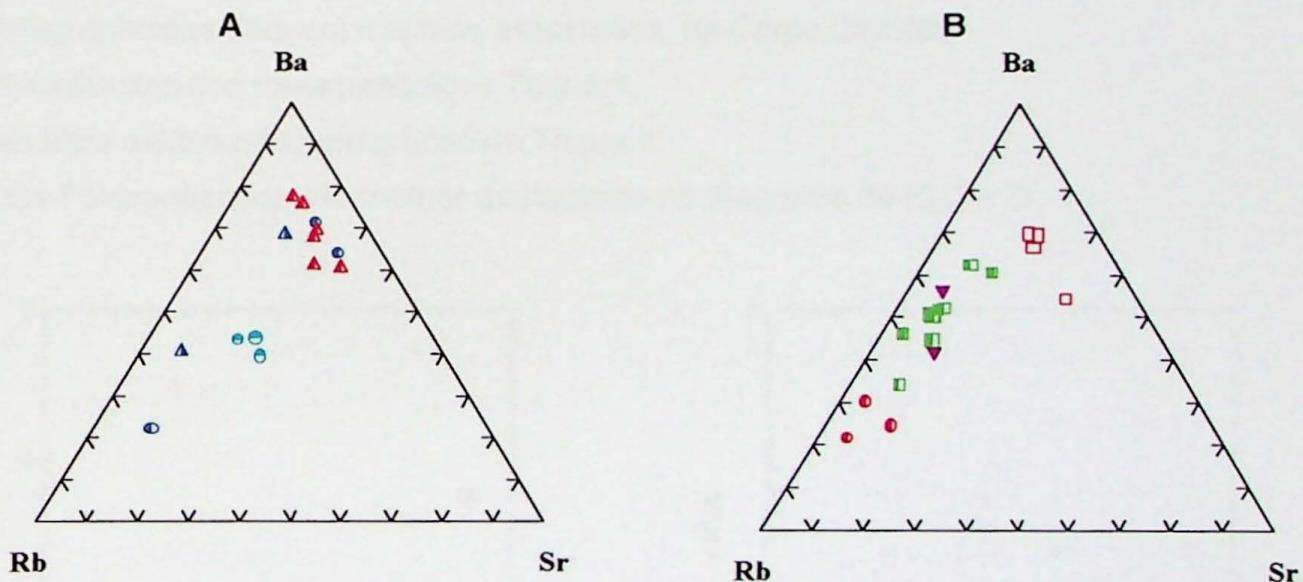


Figura 4 – Diagramas Ba-Rb-Sr de ??????. A: Corpo Central. B: Corpo Norte. Os metagranitóides Taquaril ultramilonitzados (A: quadrados vermelhos) foram plotados apenas para fins de comparação, pois não mais caracterizam rochas graníticas. A: \circ (granitos TTG cinza), Δ (granitos TTG verde), Δ (TTG milonítico), \circ (aplitos TTG), Δ (TTG-K). B: \square (metagranitóides Taquaril), ∇ (xenólitos máficos), \circ (aplitos Taquaril), \square (ultramilonitos Taquaril).

- Os granitos TTG são mais ricos em Ba do que os metagranitóides Taquaril
- Claramente, as fases magmáticas posteriores (Aplitos) dos dois grupos de rochas são empobrecidas nos elementos Ba e Sr.

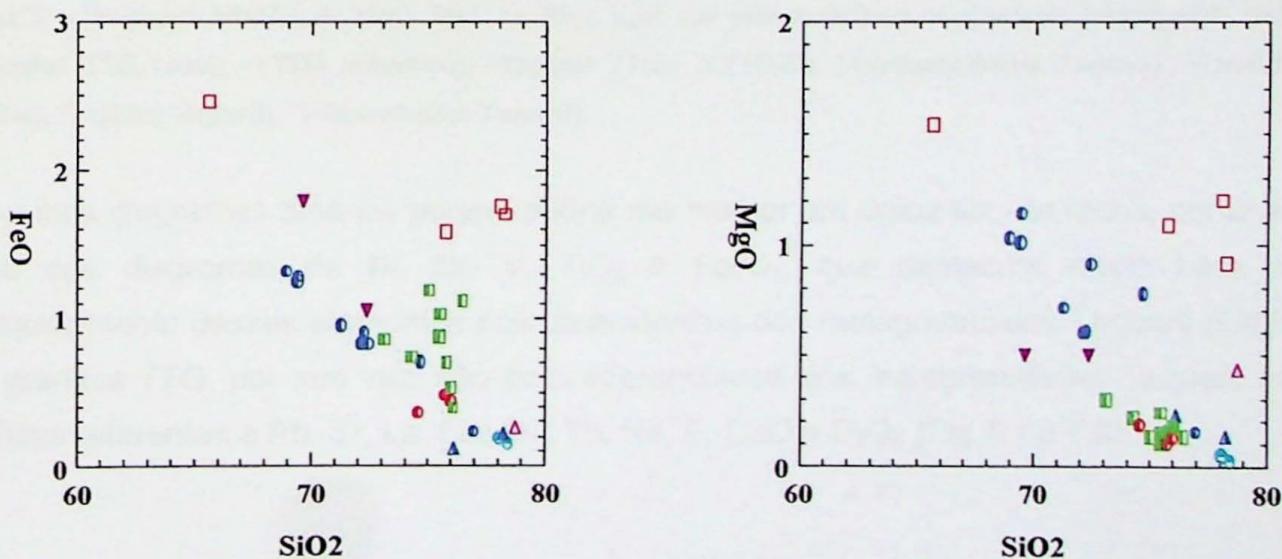
- Os xeólitos maficos do metagranitóide Taquaril têm o mesmo comportamento de seu hospedeiro em relação a esses elementos (A).
- Como citado no item 3.3.2, as amostras CK-41 e CK-42A possuem teores anômalos desses elementos se afastando do seu grupo de rochas (B).

3.3.5 - Diagramas Binários

Os gráficos binários de elementos maiores e traço *versus* sílica permitem caracterizar as principais diferenças e variações internas de cada um e entre os grupos de rochas estabelecidos com os estudos geológicos e petrográficos. Nesses gráficos pode-se observar a grande variação nos teores de SiO_2 dentro do grupo dos metagranitóides TTG, assim como a similariedade dos metagranitóides Taquaril e seus aplitos, tanto em relação aos óxidos quanto em relação aos elementos incompatíveis e traço. Em alguns gráficos (Fig.5) como os de MgO , FeO , Zr e Rb , principalmente, é possível distinguir os cinco principais grupos e subgrupos de rochas:

- 1º - TTGs do Corpo Norte,
- 2º - Aplitos TTG,
- 3º - Metagranitóides Taquaril e aplitos associados, do Corpo Central,
- 4º - Ultramilonitos dos metagranitóides Taquaril,
- 5º - Xenólitos maficos do metagranitóide Taquaril.

Os TTGs feldspatizados são melhor destacados no diagrama de K_2O e Zr .



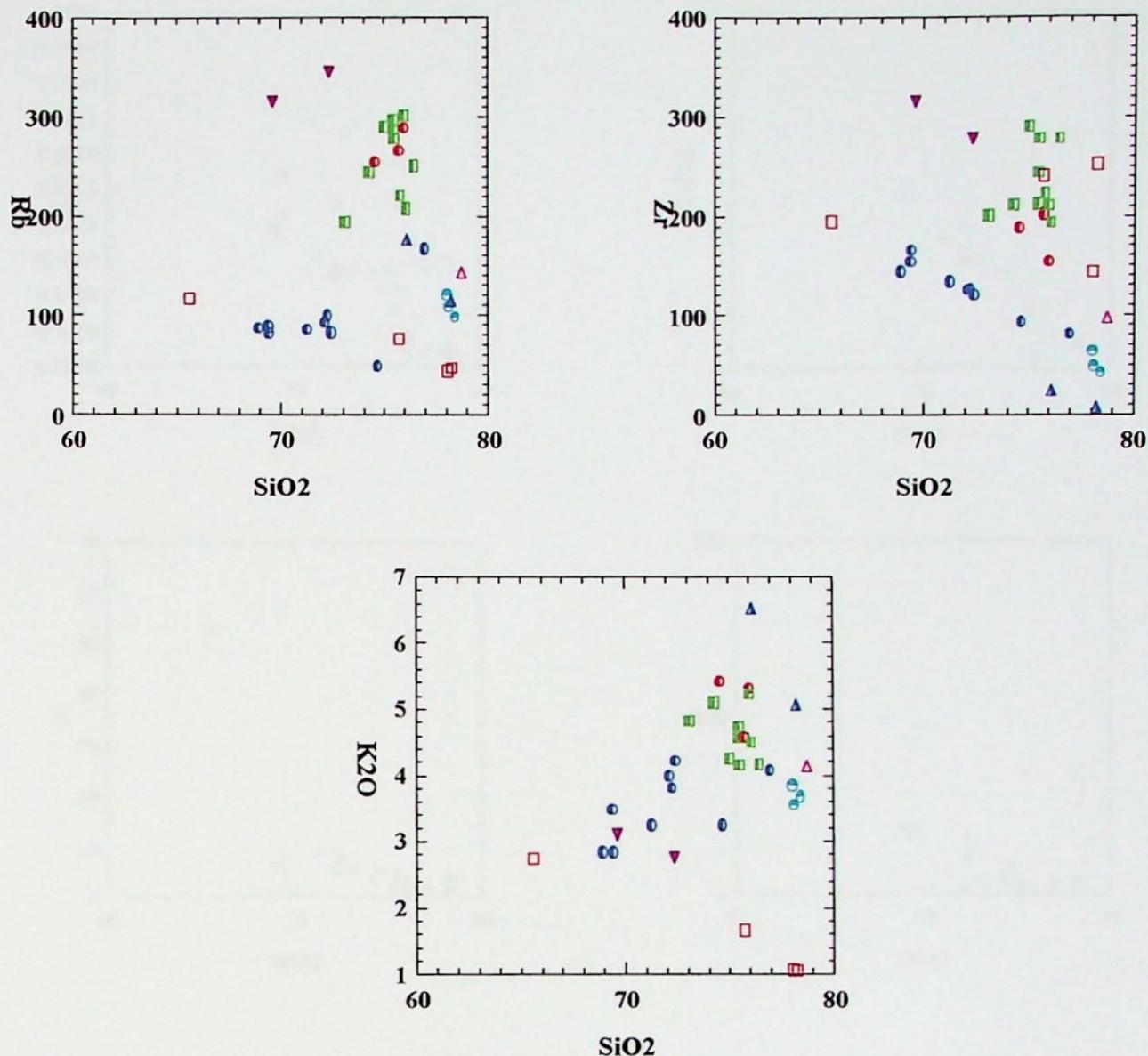


Figura 5 – Diagramas binários de MgO, FeO, Zr, Rb e K₂O, que melhor definem os principais subgrupos de rochas O(granitos TTG cinza), Δ(TTG milonítico), ○(aplitos TTG), △(TTG-K), □(metagranitóides Taquaril), ▼(xenólitos máficos), ○(aplitos Taquaril), □(ultramylonitos Taquaril).

Os outros diagramas binários podem definir até melhor um único tipo de rocha, como é o caso dos diagramas de Ni, Cr, V, TiO₂ e Fe₂O₃, que destacam muito bem um enriquecimento desses elementos nos ultramylonitos dos metagranitóides Taquaril (Fig 6). Os granitos TTG, por sua vez, são bem diferenciados dos metagranitóides Taquaril nos gráficos referentes a Rb, Sr, La, Ce, Nd, Th, Nb, F, CaO e P₂O₅ (Fig 7.1 e 7.2).

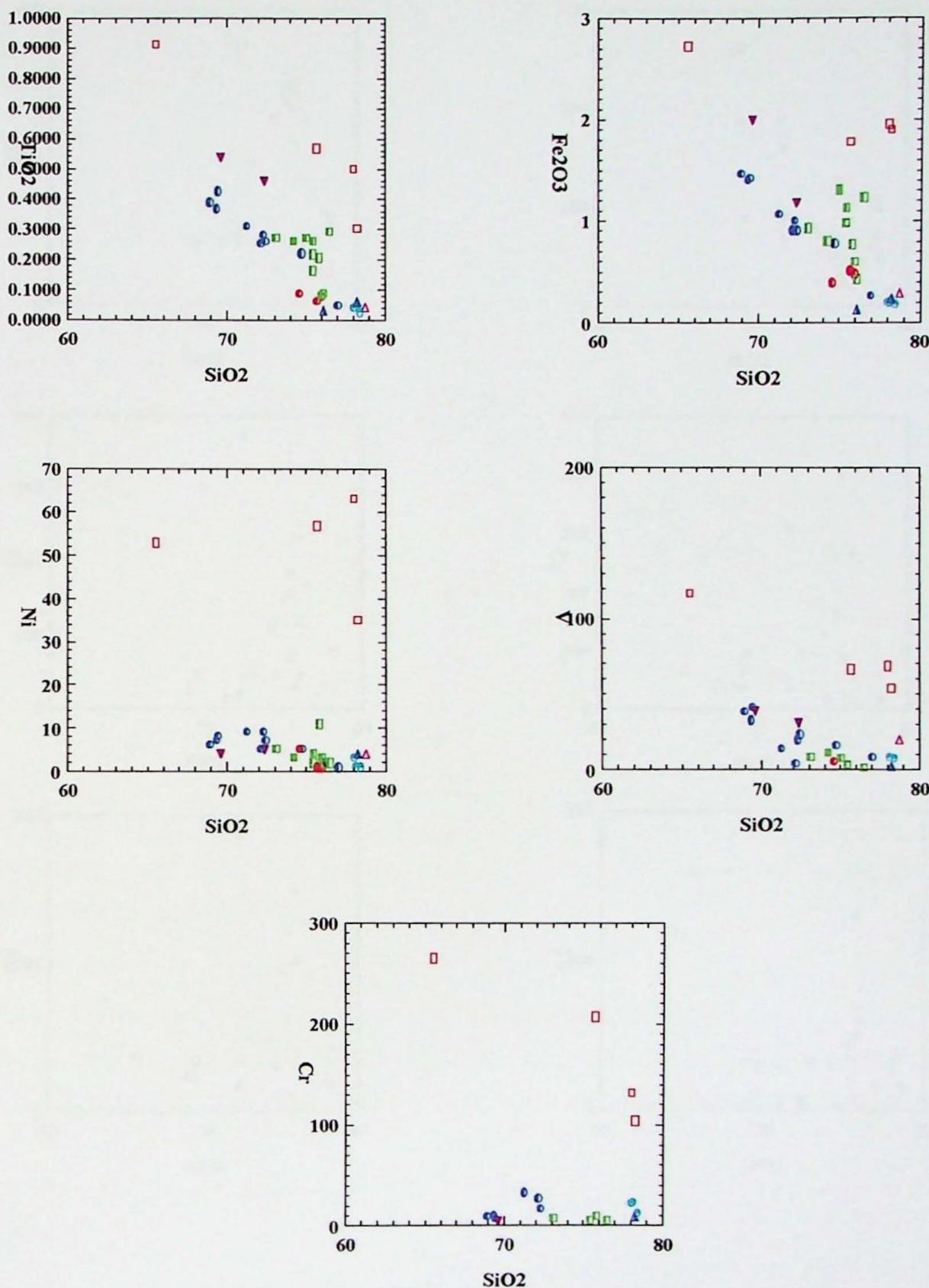


Figura 6 – Diagramas binários de TiO_2 , Fe_2O_3 , Ni , V e Cr , com destaque para os metagranitóides Taquaril ultramylonitzados (quadrados vermelhos), que mostram enriquecimento destes elementos. O diagrama de TiO_2 também destaca os xenólitos máficos do metagranitóide Taquaril. \circ (granitos TTG cinza), Δ (TTG milonítico), \circlearrowleft (aplitos TTG), Δ (TTG-K), \square (metagranitóides Taquaril), ∇ (xenólitos máficos), \circ (aplitos Taquaril), \square (ultramylonitos Taquaril).

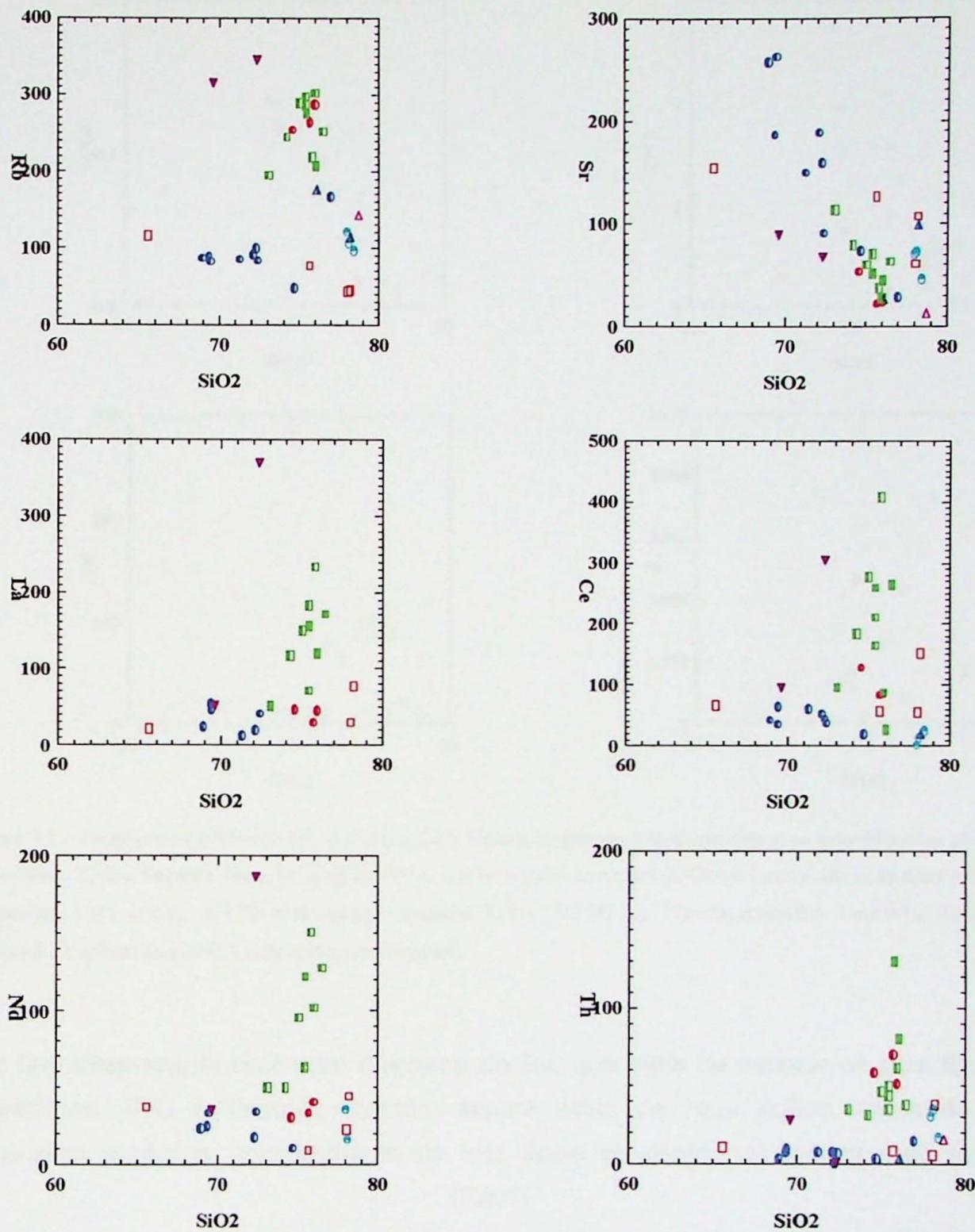


Figura 7.1 – Diagramas binários de Rb, Sr, La, Ce, Nd e Th, mostrando as diferenças entre o grupo dos metagranitóides Taquaril e o grupo dos granitos TTG. Notar, nos diagramas de Th, Nd e La, que os xenólitos do Corpo Central nem sempre se assemelham ao metagranitóide hospedeiro. Outro fato interessante é a inversão dos grupos de rocha se compararmos os diagramas de Rb e Sr. \circ (granitos TTG cinza), \blacktriangle (TTG milonítico), \blacktriangledown (aplitos TTG), \blacktriangleleft (TTG-K), \blacksquare (metagranitóides Taquaril), \blacktriangledown (xenólitos máficos), \blacksquare (aplitos Taquaril), \blacksquare (ultramylonitos Taquaril).

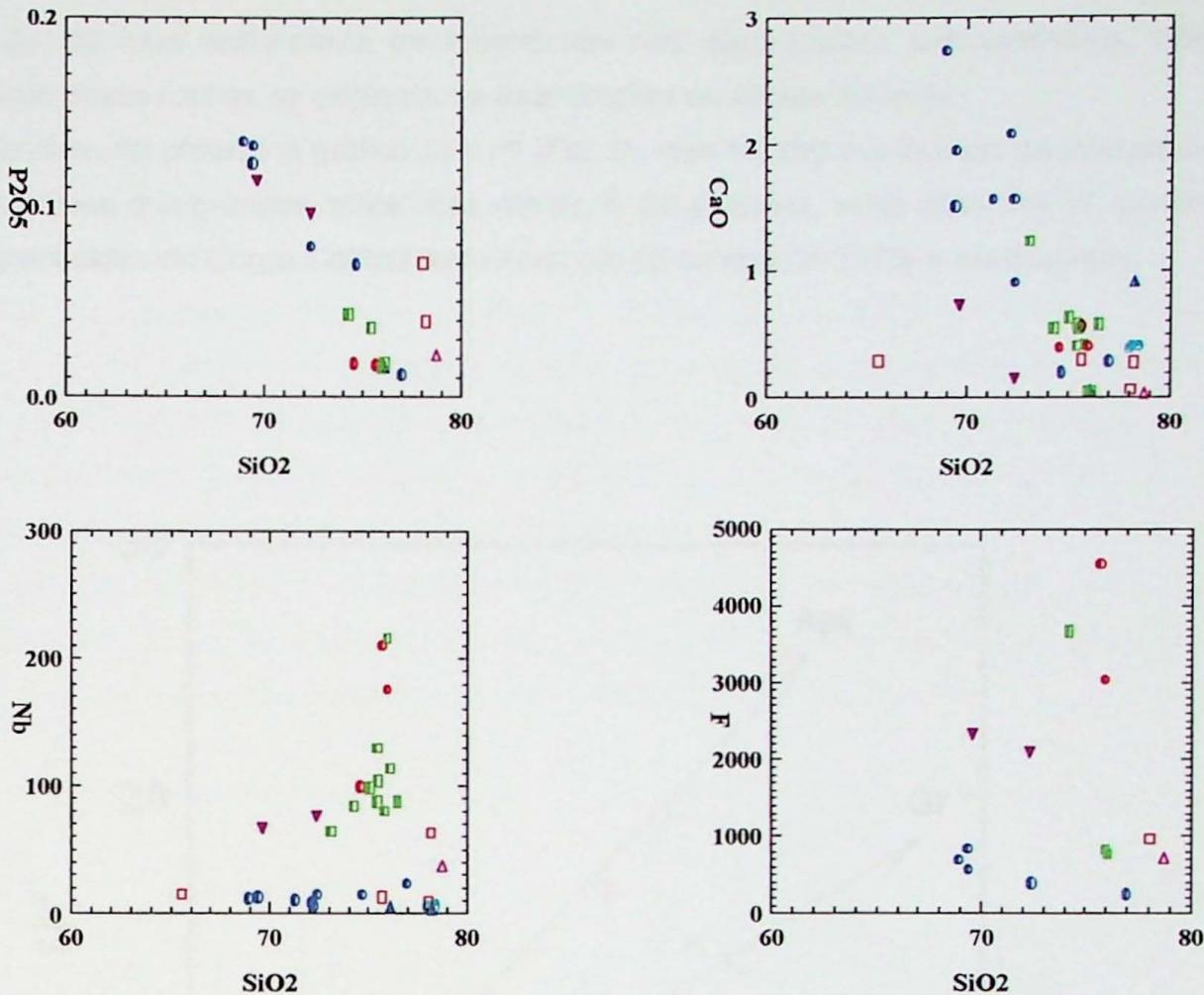


Figura 7.2 – Diagramas binários de Nb, F, P_2O_5 e CaO. Nesses diagramas é fácil identificar os dois diferentes grupos de granitóides, TTG e Taquaril. Notar no diagrama do F, que nem todas as rochas do Corpo Central são ricas neste elemento. O(granitos TTG cinza), Δ (TTG milonítico), \circ (aplios TTG), Δ (TTG-K), \blacksquare (metagranitóides Taquaril), ∇ (xenólitos maficos), \circ (aplios Taquaril), \square (ultramylonitos Taquaril).

Um fato interessante ocorre no diagrama do Ba, que além de separar os dois tipos de granitóides, TTG e Taquaril, também separa estes de seus aplitos, formando uma sequência evolutiva, com aumento do teor deste elemento nas rochas mais antigas (Fig.8).

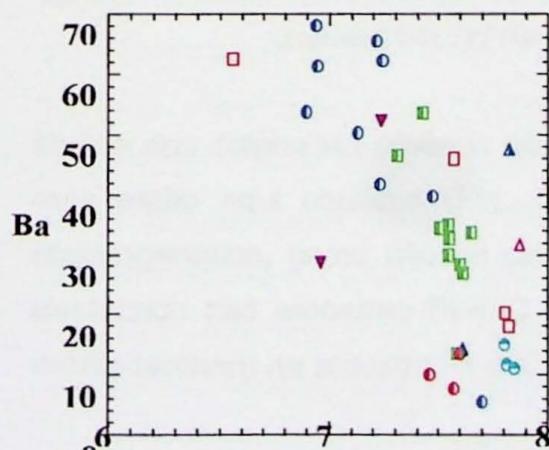


Figura 8 - Diagrama binário $SiO_2 \times Ba$, mostrando um claro empobrecimento deste elemento nas variações litológicas mais evoluídas. O(granitos TTG), Δ (TTG milonítico), \circ (aplios TTG), Δ (TTG-K), \blacksquare (metagranitóides Taquaril), ∇ (xenólitos maficos), \circ (aplios Taquaril), \square (ultramylonitos Taquaril).

O caso do Ba, que tipicamente se empobrece nos equivalentes subvulcânicos, não significa que essas rochas se originam de associações ou fontes distintas.

Adicionalmente, foi plotado o gráfico Zr x Hf (Fig. 9), que mostra muito bem as diferentes linhas evolutivas dos granitos, mais ricos em Zr, e seus aplitos, mais ricos em Hf, sendo os metagranitóides do Corpo Central mais ricos em Hf do que os TTGs e seus aplitos.

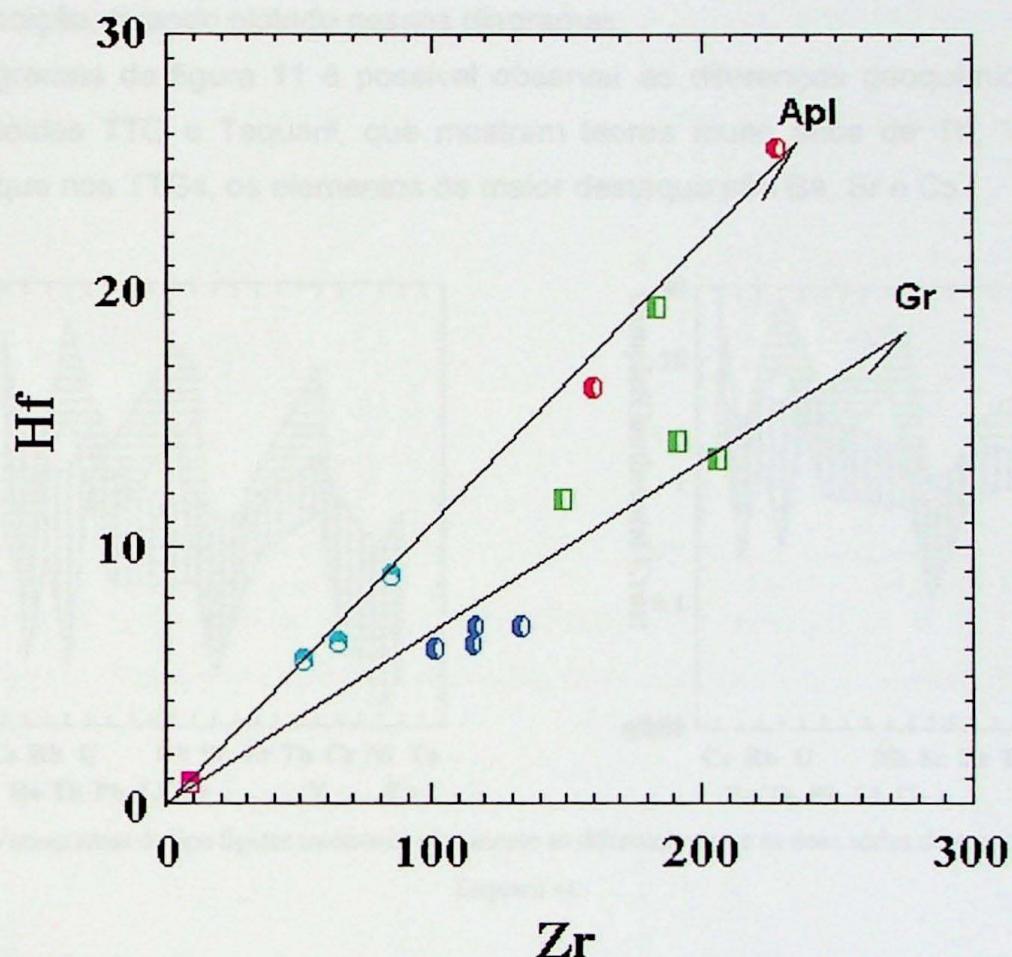


Figura 9 - Diagrama Zr x Hf, evidenciando as diferenças evolutivas entre os granitos e seus aplitos. ○(granitóides TTG), ○(aplitos TTG), □(TTG-K), □(metagranitóides Taquaril), ○(aplitos Taquaril).

Muitos dos diagramas binários não são bons discriminadores para os litotipos analizados, mas estão aqui contidos (Fig. 10.1 e 10.2) para fins comparativos ou de avaliação metalogenética, como são os casos de Sn, mais rico nos metagranitóides Taquaril, Y, destacado nas amostras PI-45C e SRT-2BII e U, que apresenta valor muito acima da média também na amostra PI-45C.

3.2.6 - Variogramas Multielementares do Tipo Spider

Nos variogramas multielementares relacionando elementos incompatíveis a compatíveis, com normalizações de crosta continental e crosta superior para os metagranitóides Taquaril e crosta inferior ou manto primitivo para os metagranitóides TTG, notam-se nitidamente as diferenças marcantes entre os dois grupos principais de granitóides regionais e suas variantes estudadas. Devido às análises geoquímicas terem sido realizadas em diferentes laboratórios e no decorrer de três anos, alguns elementos não foram analisados em todas as amostras, podendo causar uma impressão errada sobre sua composição, quando plotado nesses diagramas.

Nos variogramas da figura 11 é possível observar as diferenças geoquímicas entre os metagranitóides TTG e Taquaril, que mostram teores muito altos de Th, Y, Ce e Nb, enquanto que nos TTGs, os elementos de maior destaque são Ba, Sr e Cs.

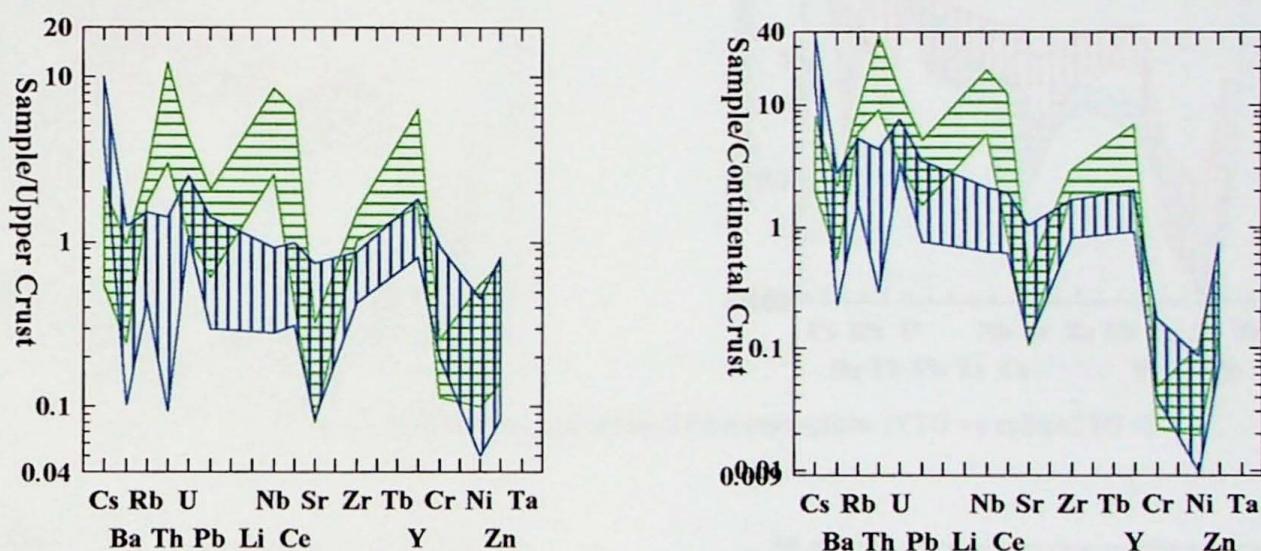


Figura 11 - Variogramas de tipo Spider mostrando claramente as diferenças entre as duas séries de granitóides (TTG ● e Taquaril ○).

Os TTGs do Corpo Norte, foram divididos, macroscopicamente, em dois subgrupos, TTGs cinzas, que mostram aqui concentrações menores de Ni, Sr e Ba e maiores de U e Pb, em relação aos TTGs verdes (Fig. 12). Como as diferenças entre esses subgrupos são mínimas eles foram tratados em conjunto. As diferenças compostionais entre os granitóides TTG e seus aplitos mostra que, em geral os aplitos apresentam teores menores dos elementos analisados, com exceções para Th (Fig. 13). Essa diferença é significativamente reduzida pela feldspatização dos metagranitóides, podendo-se até especular que os fluidos responsáveis por essa feldspatização são oriundos do magmatismo que gerou os aplitos TTG (Fig. 14).

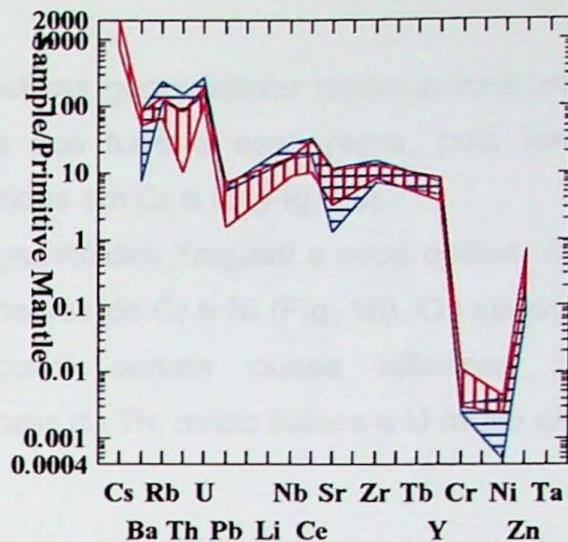
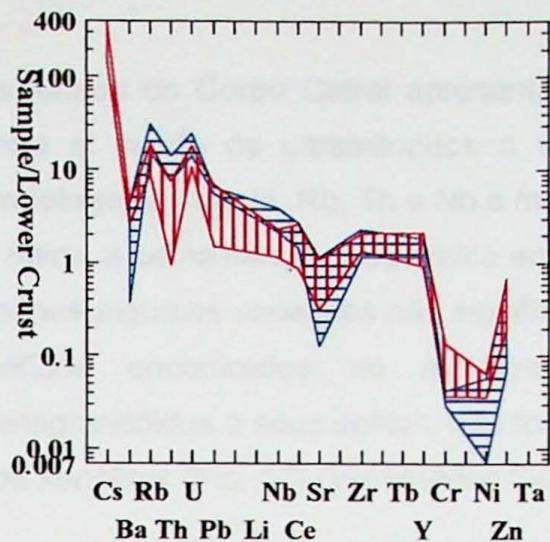


Figura 12 - Variogrammas do tipo spider comparando os dois subgrupos de granitoide TTG. (TTG cinza • TTG verde •).

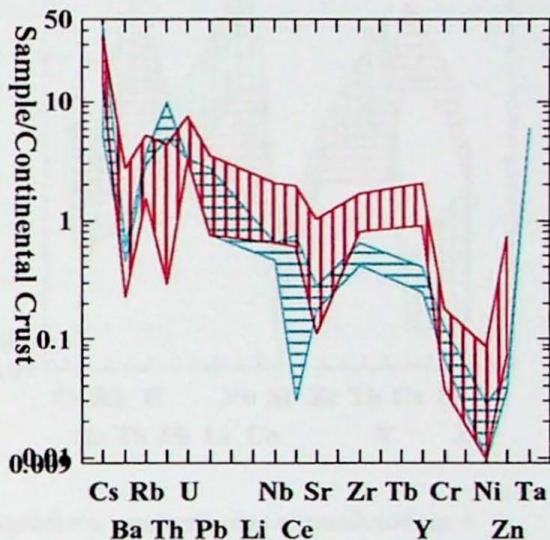
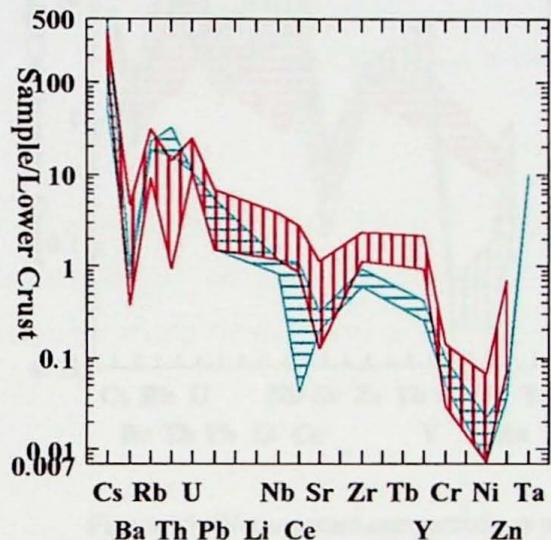


Figura 13 - Variogrammas comparando os granitoídes TTG e seus aplitos. (TTG • e aplitosTTG •).

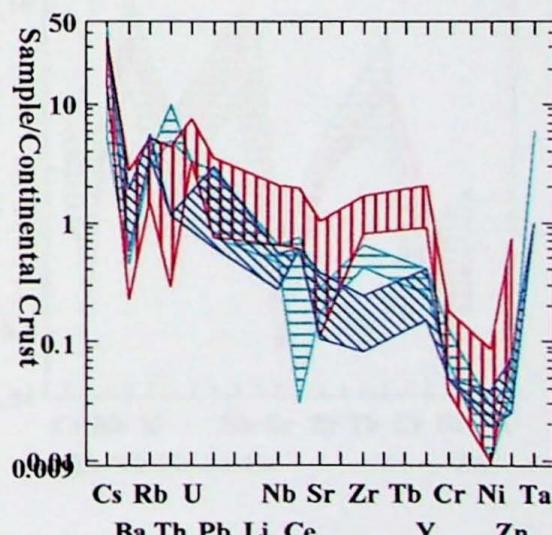
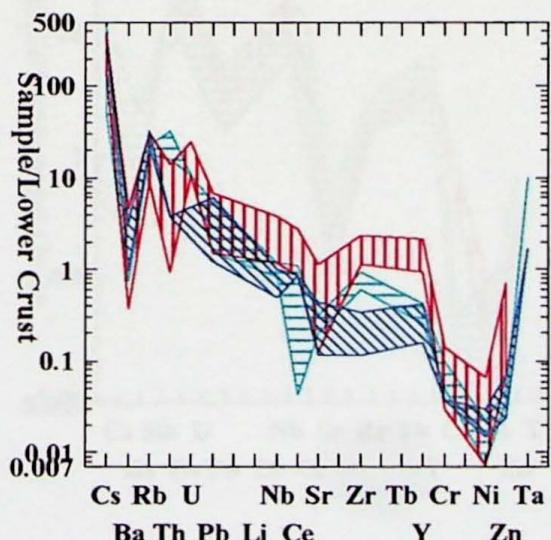


Figura 14 - Variogrammas comparando as composições de TTGs •, aplitos TTG •, e TTGs-K •

As rochas do Corpo Cetral apresentam características geoquímicas muito semelhantes entre si sendo os ultramilonitos o único litotipo que foge a essa regra, pois foram empobrecidos em Li, Rb, Th e Nb e muito enriquecidos em Cr e Ni (Fig. 15).

É nítida a semelhança geoquímica entre os metagranitóides Taquaril e seus aplitos, com apenas algumas variações não significativas, nos teores de Cr e Ni (Fig. 16). Os xenólitos maficos encontrados no metagranitóide Taquaril seriam quase idênticos aos metagranitóides e seus aplitos, não fosse pelos teores de Th, muito baixos e U muito altos nos xenólitos (Fig. 17) (ver binários $\text{SiO}_2 \times \text{U}$).

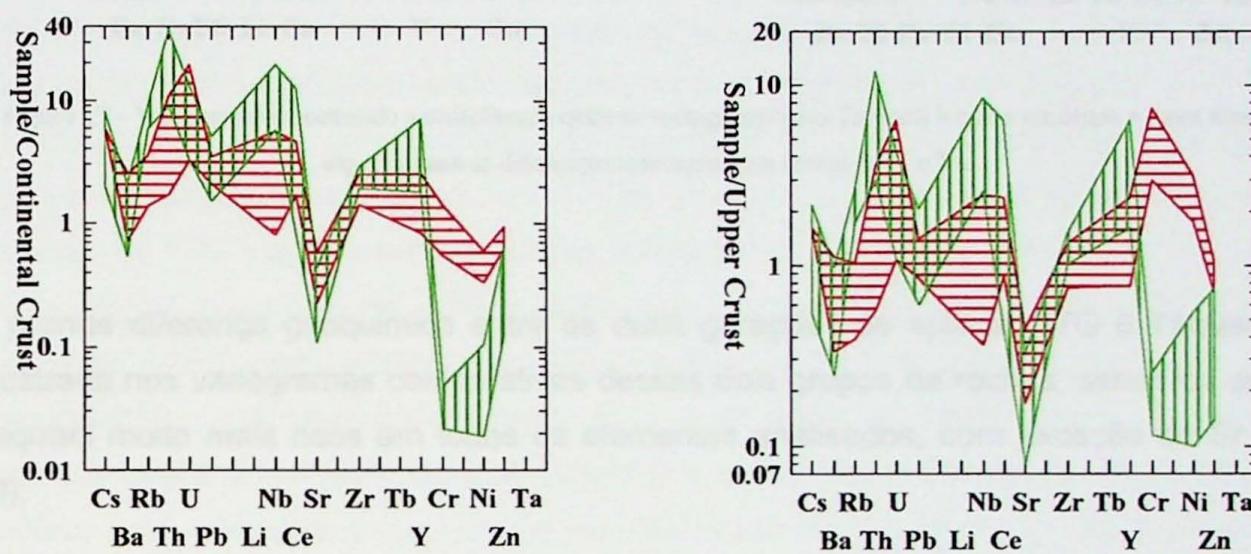


Figura 15 - Variogramas comparando os metagranitóides Taquaril ● e suas variações ultramyloníticas ●.

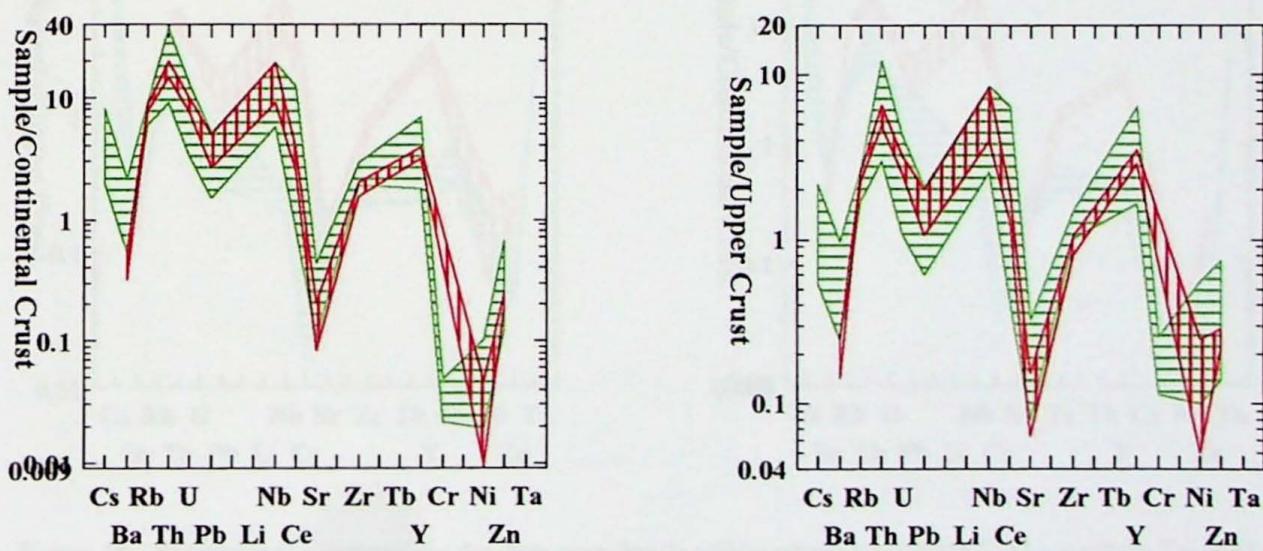


Figura 16 - Variogramas mostrando a semelhança geoquímica entre os metagranitóides Taquaril ● e seus aplitos ●.

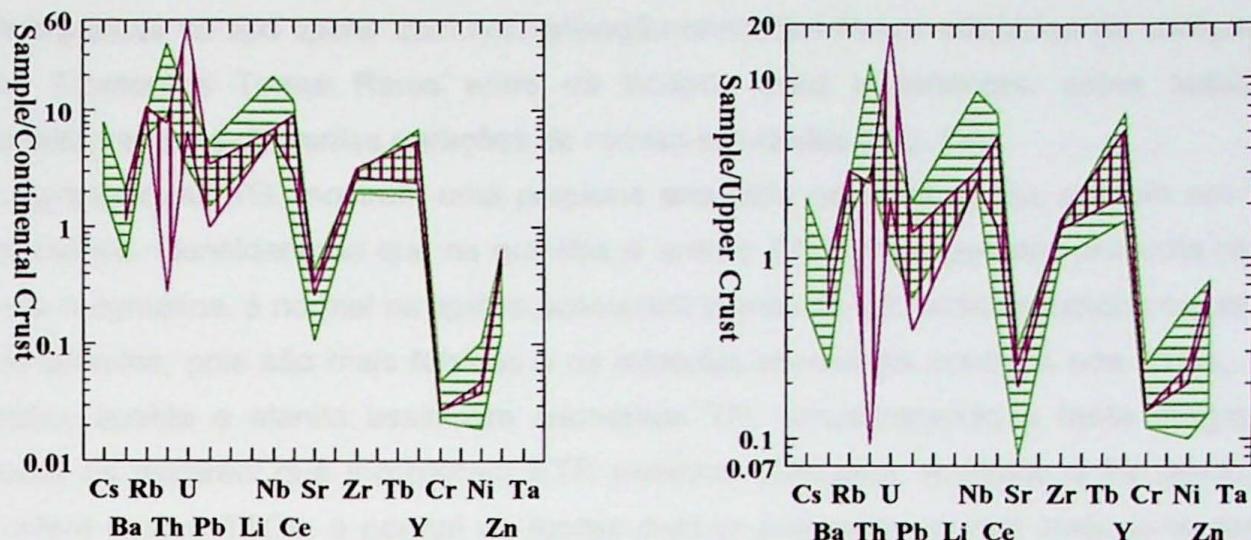


Figura 17 - Variogramas mostrando a semelhança entre os metagranitóides Taquaril ● e seu xenólitos ●, com atenção especial para as diferenças marcantes nos teores de U e Th.

A grande diferença geoquímica entre as duas gerações de aplitos (TTG e Taquaril), é mostrada nos variogramas comparativos desses dois grupos de rochas, sendo os aplitos Taquaril muito mais ricos em todos os elementos analisados, com exceção do Sr (Fig. 18).

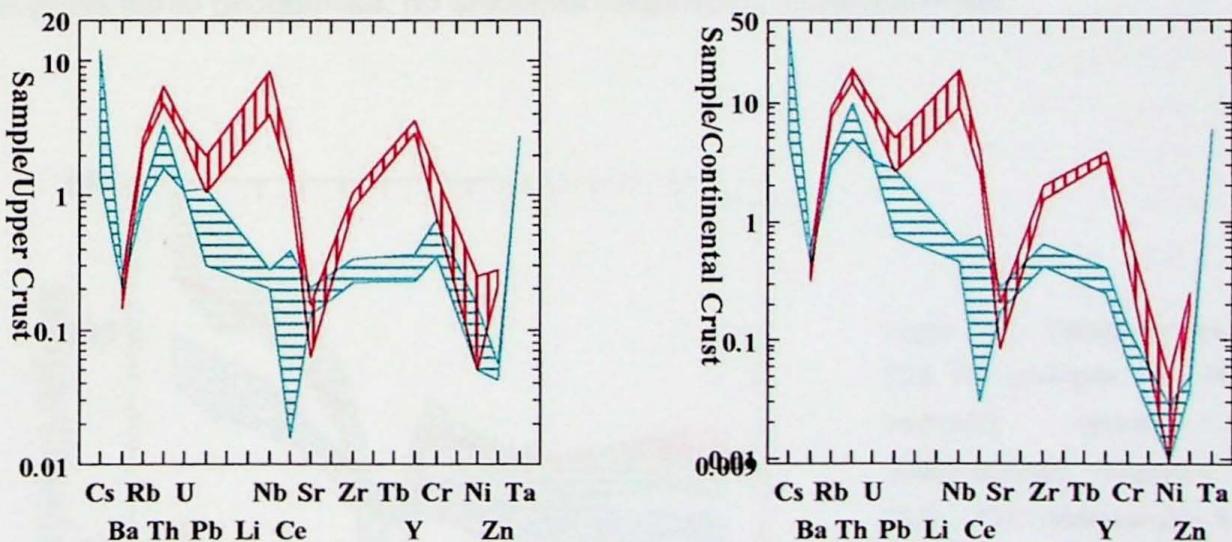


Figura 18 - Variogramas comparativos das duas gerações de aplitos estudadas (aplitos TTG ● e aplitos Taquaril ●)

Variogramas de tipo spider com normalização condritica foram utilizados na comparação dos Elementos Terras Raras entre os litotipos mais importantes; estes separaram perfeitamente as diferentes gerações de rochas estudadas (Fig. 19).

Os granitóides TTG, mostram uma pequena anomalia negativa de Eu, comum em TTGs arqueanos. Considerando que os granitos e aplitos TTG foram gerados por uma mesma fonte magmática, é normal os aplitos possuírem teores de TR muito reduzidos em relação aos granitos, pois são mais félscos e os minerais acessórios contidos nos TTGs, como zircão, apatita e alanita assimilam elementos TR, empobrecendo a fonte magmática. Como os minerais que incorporam ETR pesados (Granada, Anfibólio e Piroxênio) não existem nestes TTGs, é normal os teores desses elementos serem mais similares nos aplitos TTG. O comportamento dos elementos analizados em relação aos TTGs feldspatizados é mais uma evidência de que essa feldspatização deve ter sido gerada durante o magmatismo aplítico nos TTGs, pois o comportamento geoquímico desta variação do TTG é muito mais similar aos aplitos do que aos TTGs comuns.

Os metagranitóides Taquaril e seus aplitos possuem um comportamento quase idêntico, com uma forte e característica anomalia negativa de Eu. Isso poderia ser explicado se considerarmos que essas rochas foram, em grande parte, produzidas por fontes crustais, com feldspatos como fase residual gerada por cristalização fracionada. Outro fato que justifica essa anomalia é que, devido ao raio iônico do Sr, elemento empobrecido nos metagranitóides Taquaril, ser muito parecido com o do Eu, esses elementos têm o comportamento geoquímico, no ambiente magmático, muito parecido.

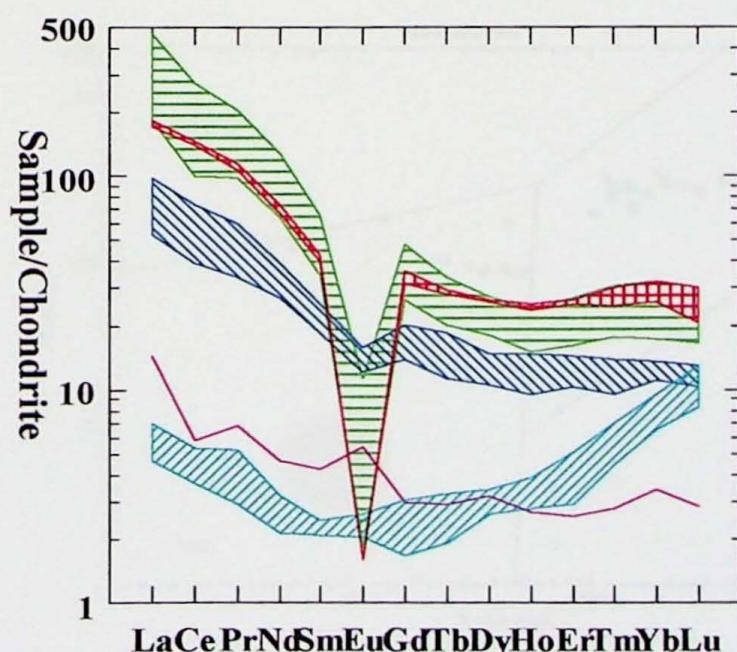


Figura 19 - Variograma spider para ETR nos principais tipos litológicos analizados. (granitos TTG•, metagranitóides Taquaril•, aplitos TTG•, TTG feldspatizado• e aplitos Taquaril •)

3.2.7 - Diagramas de Classificação de Ambiente Tectônico

Os diagramas aqui mostrados visam a classificação genética das rochas segundo ambientes geotectônicos.

Nos diagramas Nb/Y e Nb/Y+Nb (Fig 20) de Pearce et al. (1984), os metagranitóides TTG e seus aplitos são classificados como granitos orogênicos, de regiões de colisões continentais (syn-COLG) e/ou de arco vulcânico (VAG), com alguns TTGs chegando até o campo de transição entre esses e os granitos anorogênicos intra placa. Os metagranitóides Taquaril e seus aplitos e xenólitos associados situam-se no campo dos granitos intra-placa (de tendências alcalinas), o que é confirmado por sua composição petrográfica, com altos teores de mesopertita e fluorita intersticial.

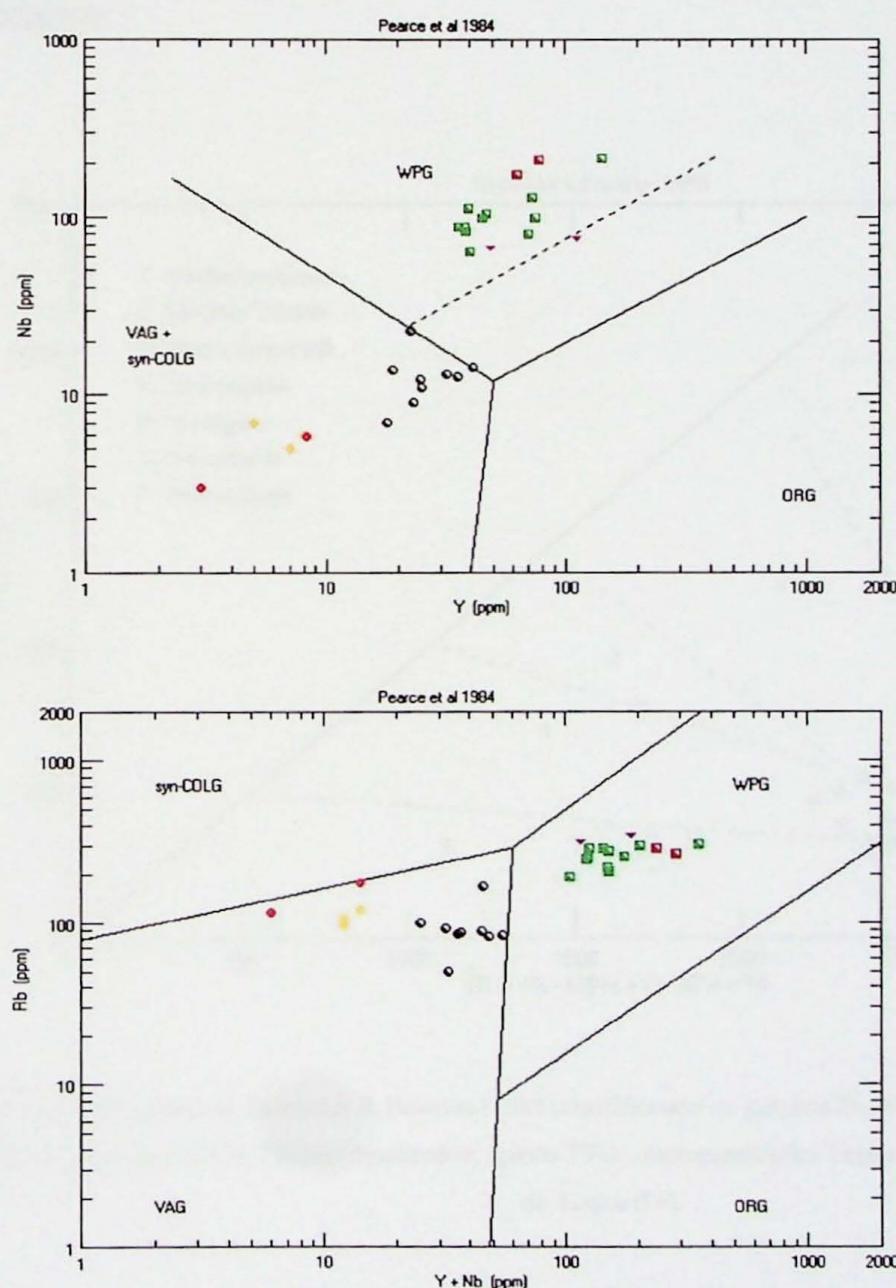


Figura 20: Diagramas de classificação de ambiente tectônico de Pearce et al. (1984), mostrando uma clara separação entre as duas principais séries de rochas estudadas (Corpo Norte e Corpo Central). (granitos TTG●, metagranitóides Taquaril●, aplitos TTG●, TTG feldspatizado●, aplitos Taquaril● e xenólitos do Taquaril●)

Contudo os metagranitóides Taquaril, como granitóides de zona de cisalhamento, não podem ser classificados de anorogênicos. Assim, fica claro que os diagramas de Pearce et al. (1984) utilizados, embora bons discriminantes compositionais, conforme já foi mencionado pelos próprios autores, não se aplicam aos ambientes geotectônicos Pré-Cambrianos onde granitóides de Tipo A podem ocorrer inclusive em regiões orogênicas. Por outro lado, o diagrama de Batchelor & Bowden (1985) (Fig.21) se mostra mais preciso, classificando os metagranitóides Taquaril como sin-colisionais a pós orogênicos, mas ainda com algumas amostras tendendo para o campo das rochas anorogênicas. Finalmente, o diagrama de Whalen (1987) (Fig. 22), discriminou perfeitamente as variações litológicas do Corpo Norte, lançando os granitos TTG no campo dos granitos não fracionados de tipos A, I e S e seus aplitos no campo dos granitos felsicos fracionados.

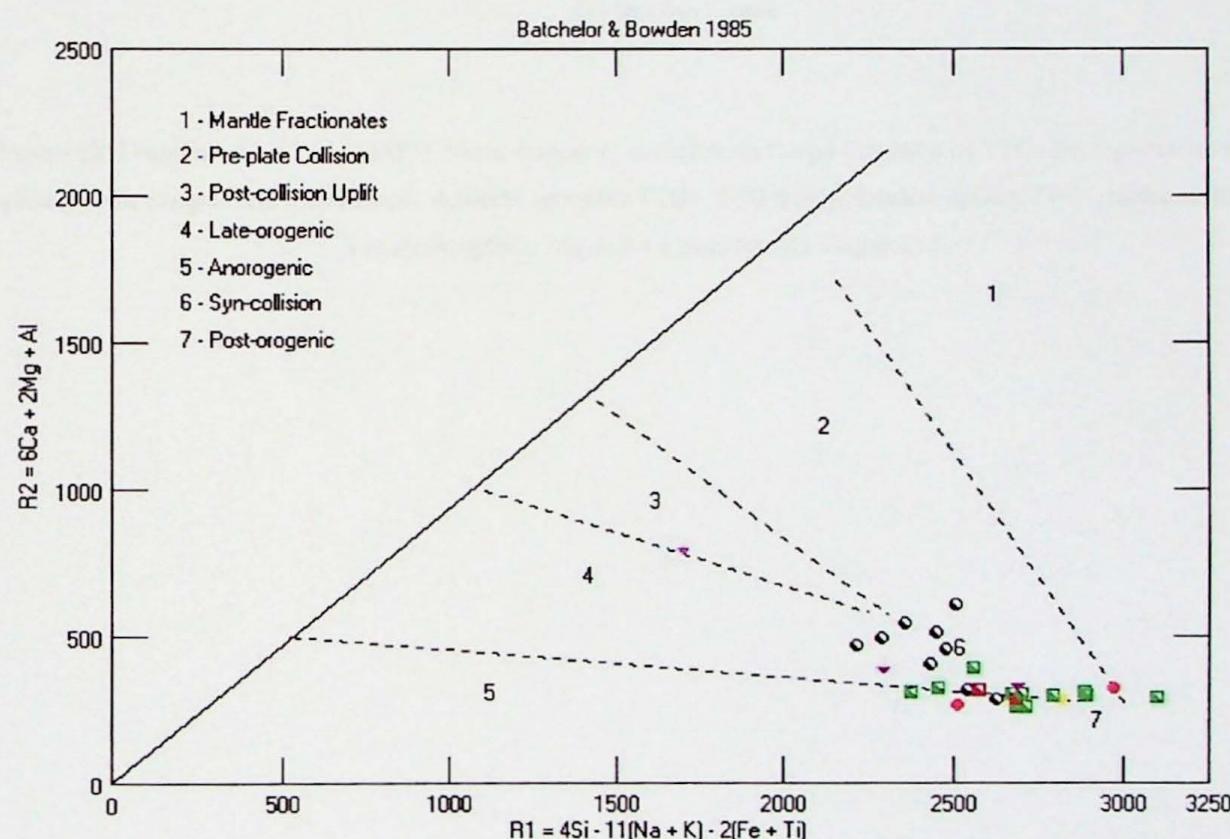


Figura 21: Diagrama de Batchelor & Bowden (1985), classificando os granitos Taquaril como sin-colisionais a pós orogênicos. (granitos TTG•, TTG feldspatizado•, aplitos TTG•, metagranitóides Taquaril•, aplitos Taquaril • e xenólitos do Taquaril •)

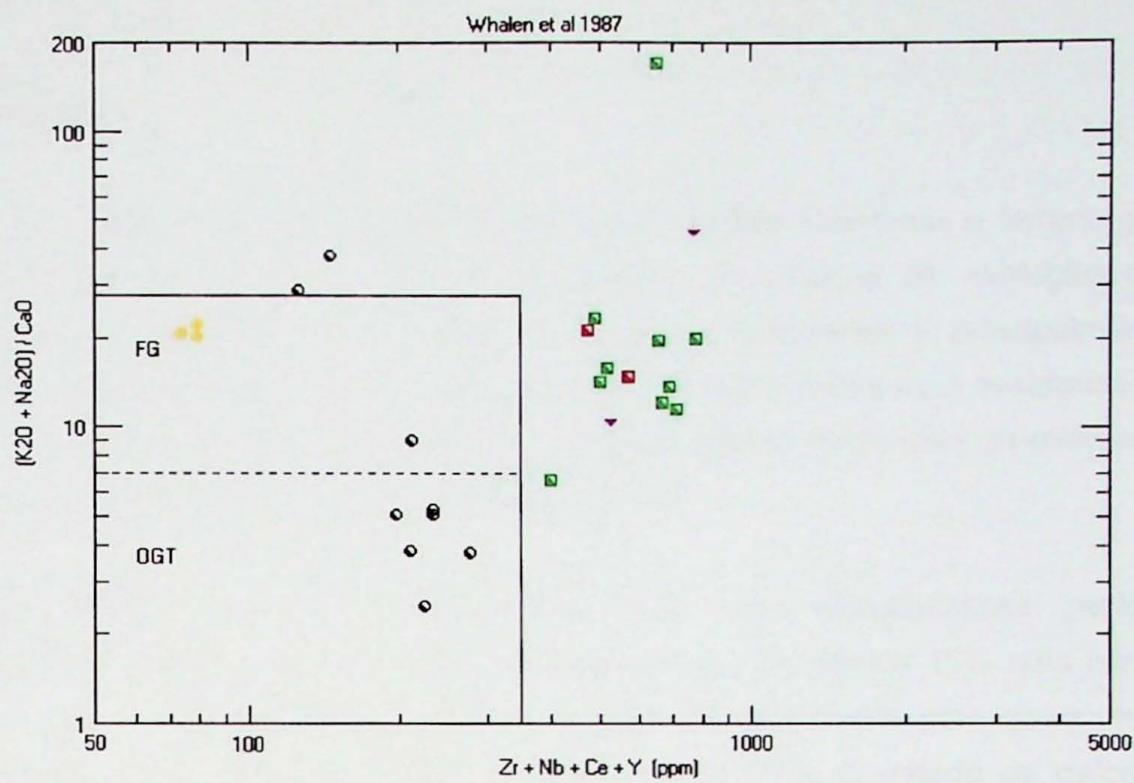


Figura 22: Diagrama de Whalen (1987). Neste diagrama, as rochas do Corpo Central e os TTGs Feldspatizados foram plotados em campos sem classificação definida. (granitos TTG●, TTG feldspatizado●, aplitos TTG●, metagranitóides Taquaril●, aplitos Taquaril ● e xenólitos do Taquaril ●)

4 - Conclusões

Localizado na parte interna da borda SW do Cráton do São Francisco, o terreno granito-*greenstone belt* de Piumhi é um alvo importante de estudos de evolução crustal, petrogênese e metalogênese precambriana que se concentraram principalmente na seqüência metavulcano-sedimentar. Os corpos de metagranitóides aqui estudados Corpo Norte e Corpo Central, são heterogêneos e possuem nítidas evidências de diferenciação em suas evoluções magmática e tectono-metamórfica.

O Corpo Norte, apresenta metagranitóides TTG com características geológicas, petrográficas e geoquímicas de rochas TTG arqueanas. Os aplitos TTG nele intrudidos perquartzosos e com plagioclasio albítico indicam principalmente pela geoquímica de elementos traço ser derivados tardios do magmatismo TTG. O estado de deformação milonítica mais intensa dos metagranitóides TTG quando comparados aos seus aplitos e a ausência dos aplitos na seqüência *greenstone belt* adjacente, sugerem a intrusão dos aplitos em fases finais do soerguimento tectono-magmático dos metagranitóides TTG relativos a seqüência metavulcano-sedimentar, já em níveis crustais rasos. O magmatismo dos aplitos TTG provavelmente é ainda responsável pela alteração metassomática de feldspatização potássica rósea de alguns dos metagranitóides TTG.

Os metagranitóides Taquaril do Corpo Central intrudem os metagranitóides TTG e a seqüência metavulcano-sedimentar, conforme indicam xenolitos e tetos pendentes. Os metagranitóides Taquaril tem cor crème e são alcalifeldspato granitos com fluorita de granulação média predominante, sempre miloníticos a ultramiloníticos, sendo o seu feldspato principal a mesopertita. Essas rochas apresentam tendências geoquímicas de granitos alcalinos, principalmente de alguns elementos traço, assim como evidências mineralógicas, como reações de substituição de plagioclásio por mesopertita, indicativos de importantes retrabalhamentos metassomáticos, sin-miloníticos. Em termos geotectônicos tratam-se de metagranitóides orogênicos de zonas de cisalhamento. Metagranitóides dessa natureza ocorrem na evolução crustal precambriana inicialmente no final da evolução dos *greenstone belts* arquenos, representando os primeiros granitóides mais evoluídos potássicos.

Os metagranitóides Taquaril foram intrudidos por aplitos Taquaril róseos, formando diques, diques disruptos e corpos irregulares menores. São rochas finas a médias, hololeucocráticas com composição mineralógica de alcalifeldspato granitos com fluorita

lilas e branca, em geral similar aos metagranitóides Taquaril. Entretanto são rochas virtualmente isentas de minerais máficos, mais ricas em fluorita e mesopertita e de afinidades alcalinas mais fortes. Pelas características geológicas, mineralógico-petrográficas e geoquímicas, que os relacionam temporal, espacial e geneticamente com os metagranitóides Taquaril são consideradas como produtos finais e mais evoluídos do magmatismo destes, originados em níveis crustais rasos em estágio pós-tectônico.

Os dois corpos de metagranitóides de Piumhi, Corpo Norte e Corpo Central, apresentam ainda veios e mobilizados de quartzo e quartzo-feldspáticos, até métricos, de várias gerações, e seus contatos com os demais conjuntos de rochas precambrianas do quadro regional são sempre tectônicos, por zonas de cisalhamento dúcteis a rúpteis, de níveis crustais distintos e específicos para os ciclos geotectônicos em que foram desenvolvidos.

As múltiplas influências em processos superimpostos, magmáticos, tectonometamórficos e hidrotermal-metassomáticos, imprimiram características geoquímicas complexas a todos os metagranitóides estudados. Os elementos traço, obtidos via ICP-MS, principalmente os elementos terras raras, assim como os elementos dos grupos LILE e HFSE mostraram-se como uma poderosa ferramenta para traçar as origens destes metagranitóide e caracterizar e reconstruir suas principais etapas de evolução, sempre a partir de um sólido fundamento de estudos geológicos de campo e petrográficos.

5 - Referências Bibliográficas

- Alecrim, J.D., Pinto, L.C. 1980: Geoquímica de Semi-Detalhe em Sedimentos de Corrente, Piumhi - MG. - In: 31º Cong. Bras. de Geol. Anais, Vol. 1, p. 42-56, Camboriú, 1980, SBG.
- Almeida, F.F.M. 1976: Estruturas do Pré-Cambriano inferior Brasileiro. - In: 29º Cong. Bras. Geol., Resumos dos Trabalhos: 201-2, SBG, Belo Horizonte.
- Almeida, F.F.M. 1977: O Cráton do São Francisco. - Rev. Bras. Geoci., 7 (4): 349-364.
- Alvim, G.F. 1939: Cromita em Piuí. - DNPM, Serv. Geol. Mineral., Rel. Anual do Diretor, 38-42, Rio de Janeiro.
- Anhaeusser, C.R., Mason, R., Viljoen, M.J., Viljoen, R.P. 1969: A reappraisal of some aspects of Precambrian Shield geology. - Geol. Soc. Amer., Bull., 80: 2175-2200.
- Barbosa, O., Lacourt, F. 1940: Cromita em Piuí (MG). - Mineração e Metalurgia, 5 (25): 39-43.
- Biondi, J.C., Schrank, A. 1980: Seqüência vulcânica calco-alcalina em Piumhi (MG) - Considerações para identificação. - In: 31º Cong. Bras. Geol., Anais, V. 4: 1933-1944, SBG, Camboriú.
- Coltorti, M., Girardi, V.A.V., Schorscher, J.H.D. 1987: Liquid Immiscibility in the Archean Greenstone Belt of Piumhi. - Lithos, 20: 77-91.
- Condie, K.C. 1981: Archean greenstone belts. - 434 pp., Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- Condie, K.C. (editor) 1994: Archean crustal evolution. - 528 pp., Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- Crosta, A.P., Choudhuri, A., Szabó, G.A.J., Schrank, A. 1986: Relações entre tipos litológicos e suas estruturas regionais nos terrenos arqueanos e proterozóicos do sudoeste de Minas Gerais. - In: 34º Cong. Bras. Geol., Goiânia, Resumos e Breves Comunicações, Boletim 1: 91-92, SBG, Goiânia.
- De Wit, M.J., Ashwal, L.D. 1995: Greenstone belts: what are they? - South African Journal of Geology, 98(4): 505-520.
- De Wit, M.J., Ashwal, L.D. (editors) 1997: Greenstone Belts. - Oxford Monographs on Geology and Geophysics 35: 809 pp., Clarendon Press, Oxford, UK.
- Fairchaield, T.R.; Schorscher, J.H.D. 1985: Ocorrência de Microfósseis e Estromatólitos no Grupo Bambuí, Proterozóico Médio Superior, na Região de Piumhi - Pimenta, SW de Minas Gerais, Brasil. - Paleobotânica Latinoamericana, V. 7/1 (Resumos):14, São Paulo.
- Ferrari, M.A.D. 1996a: Aspectos Tectônico-Estruturais do Greenstone Belt de Piumhi - MG, em Relação à Mineralização de Cromita e Ouro. - Dissertação de Mestrado, 122 pp., Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas.
- Ferrari, M.A.D. 1996b: Aspectos Tectônico-Estruturais do Greenstone Belt de Piumhi - MG, em Relação à Mineralização de Cromita e Ouro. - Rev. Bras. Geoci., 26/4 (Resumos de Teses): 339-340.
- Ferrari, M.A.D., Choudhuri, A., Schrank, A. 1996a: Gold and Chromite Mineralization in the Archean Greenstone Belt of Piumhi, Minas Gerais, Brazil - Tectonic Controls and Chemistry. - In: Archean Terranes (sic!) of South American Platform - Symposium, Extended Abstracts: 15-16, SBG, Brasília.
- Ferrari, M.A.D., Choudhuri, A., Schrank, A. 1996b: Petrografia e Geoquímica das Cromitas de Piumhi - SW de Minas Gerais. - In: 39º Cong. Bras. de Geol., Anais: 210-212, Salvador.
- Fritzsons, O., Biondi, J.C., Chaban, A. 1980: Geologia da Região de Piumhi, Minas Gerais". - In: 31º Cong. Bras. Geol., Anais, V. 5: 2906-2917, SBG, Camboriú.
- Guimarães, C.P., Oliveira, J.M. 1938: Cromita em Piuí (MG). - Mineração e Metalurgia, 3(14): 115-116.

- Herkströter, T. (1994): Geochemie und Petrologie komatiitischer Laven mit Immiscibilitätsphänomenen des archaischen Grünsteingürtels von Piumhi, Minas Gerais, SE-Brasilien. - Diplomarbeit, 92 pp., Inst. Geowiss., Universität Mainz.
- Herkströter, T., Schorscher, H.D., Oberhansli, R., Nunes, C.M.D. 1994: Variolite: Phänomene unmischbarer Schmelzen aus dem Grünsteingürtel von Piumhi (MG), Brasilien. - Terra Nostra 2/94: 62, Alfred-Wegener-Stiftung, Bonn.
- Machado, N., Schrank, A. 1989: Geocronologia U/Pb no Maciço de Piumhi: Resultados Preliminares. - In: 5º Simp. Geol. Minas Gerais - Bol. 10: 45-49, SBG - Núcleo MG, Belo Horizonte.
- Mascarenhas, J.F. 1973: A geologia do centro-leste do Estado da Bahia. - In: 27º Cong. Bras. Geol., Anais: 36-66, SBG, Aracajú.
- Mascarenhas, J.F. 1976: Estruturas do Tipo "Greenstone Belt" no Leste da Bahia. - In: 29º Cong. Bras. Geol., Resumos dos Trabalhos: 185, SBG, Belo Horizonte.
- Nunes, C.M.D., Schorscher, J.H.D. 1991: Rochas variolíticas de Piumhi-MG: Detalhamentos magmáto-estratigráficos e petrográficos. - Projeto FAPESP, 90/05631-1, Relatório Final (inédito): 95 pp., IG-USP, São Paulo.
- Pinheiro, S.O. 1980: Petrografia da Sequência de Rochas Ígneas Metamórficas de Piumhi. - In: 31º Cong. Bras. Geol., Anais, V. 4: 2206-2214, SBG, Camboriú.
- Pinheiro, S.O. 1988. Geologia e petrologia dos depósitos de cromita de Pium-Hi, MG. - Tese de Mestrado, 201 pp., IG-UnB, Brasília.
- Sato, L.M., Choudhuri, A., Schrank, A. 1992: Dados Preliminares: Estudos petrográficos e geoquímicos dos corpos graníticos do maciço de Piumhi - MG. - In: 37º Cong. Bras. Geol., V. 1 (Simpósios): 386-387, SBG, São Paulo.
- Schobbenhaus, C. et al. 1981, 1995: Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. - 4 Folhas, MME, DNPM, 1981, 2ª edição 1995, Brasília.
- Schobbenhaus, C., Campos, D.A. (1984): A evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. - Capítulo I, pp. 9-53, in: Schobbenhaus et al. (editores): Geologia do Brasil, 501 pp., MME, DNPM, Brasília.
- Schorscher, H.D. 1976: Polimetamorfismo do Pré-Cambriano na região de Itabira. - In: 29º Cong. Bras. Geol., Resumos dos Trabalhos: 194-5, SBG, Belo Horizonte.
- Schorscher, H.D. 1981: Contribuição à geologia do "greenstone Belt" de Piumhi, MG. - Acad. Bras. Cienc., Com. Oral, Sessão Regular, 10.11.1981, São Paulo.
- Schorscher, H.D. 1992: Arcabouço petrográfico e evolução crustal de terrenos precambrianos do sudeste de Minas Gerais: Quadrilátero Ferrífero, Espinhaço Meridional e domínios granito-gnáissicos adjacentes. Tese de Livre-Docência, 2 vols., 394 pp., IG-USP.
- Schorscher, H.D. 1997: Evolução crustal comparativa, petrogênese e metagênese, e estudos complementares de mineralogia aplicada em pesquisa mineral e do meio ambiente. - Projeto de pesquisa CNPQ-AI, Proc. 521933/97-8, DMP-IG-USP.
- Schorscher, H.D., Soares Monteiro, L.V., Dantas Nunes, C.M., Silva, E.L. 1994: Die präkambrische Entwicklung des Piumhi-Grünsteingürtels, Minas Gerais, Brasilien. - Terra Nostra 2/94: 69-70, Alfred-Wegener-Stiftung, Bonn.
- Schrank, A. 1982: Petrologie des Komatiites et des Roches Associees de la Ceinture Verte du Massif Precambrien de Piumhi (Minas Gerais, Brésil). - These Docteur Ingenieur (Nº d'ordre: 551), 272 pp., Université de Paris Sud Centre d'Orsay, Paris.
- Schrank, A. 1986: Gênese e Evolução de Derrames Komatiíticos a Clinopiroxênio-Spinifex de Piumhi - MG. - In: 34º Cong. Bras. Geol., Anais, V. 2: 695-709, SBG, Goiânia.
- Schrank, A., Abreu, F.R. 1990: Nova proposta de evolução estratigráfica e tectônica para o maciço de Piumhi - SW de Minas Gerais. - In: 36º Cong. Bras. Geol., Bol. Resumos: 331, SBG, Natal.

- Schrank, A., Abreu, F.R., Roig, H.L., Choudhuri, A., Szabo, G.A.J., Carvalho, E.D.R. 1990: Determinação dos vetores de transporte tectônico na borda sudoeste do Cráton do São Francisco. - In: 36º Cong. Bras. Geol., Anais: 2276-2283, SBG, Natal.
- Silva, E.L., Schorscher, H.D. 1991: Seqüência Metaultramáfica Cromífera de Piumhi (MG). - Projeto CNPQ 803001/87-8, Relatório Final (inédito): 81 pp., 3 mapas, IG-USP, São Paulo.
- Vilela, L.G.G., Schorscher, J.H.D. 1994: Evolução crustal, petrogênese e metalogênese precambriana: Estudos comparativos de rochas metaultramáticas e cromititos de Piumhi, MG. - In: 2º Simp. Iniciação Científica USP, Programa e Resumos. São Paulo.
- Condie, K.C. (1992): Proterozoic crustal evolution. – 537 p., Developments in Precambrian Geology 10, Elsevier, Amsterdam, N.Y.
- Condie, K.C. (1993): Archean crustal evolution. – 528 p., Developments in Precambrian Geology 11, Elsevier, Amsterdam, N.Y.
- Pupin, J.P. (1976) Signification des caractères morphologiques du zircon comum des roches en petrologie. Nice, 1976.
- Pupin, J.P., Zircon and Granite Petrology, Contrib. Mineral. Petrol. 73, 207-220 (1980)
- Wernick, E.; Nardy, A.J.R., Artur, A.C; Galembeck, T.M.B e Diefenbach, K.W.; (1990) Caracterização de feições genéticas e evolutivas em séries granítóides na dependência de sua tipologia de zircão. 36 Congresso Brasileiro de Geologia, 4: 1779-1792.
- Wernick, E.; Galembeck, T.M.B; Godoy, A.M.; (1999). Tipologia do zircão do Complexo Granítóide ITU, SP. VI Simpósio de Geologia do Sudeste, 42.

ANEXO 1

Descrições Petrográficas

Amostra:SRT-02A	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xisto Sericítico	
Textura: Milonítica/Cataclástica	
Estrutura: Milonítica Porfirítica	
Granulometria: Matriz- < 0,2 mm Porfiros- < 5,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 45 Muscovita/Sericita- 35 Plagioclásio- 1 Feldspato K- 15	Minerais acessórios: (%) Opacos- 2 Apatita- 1 Zircão-1
Descrição petrográfica: A rocha está fortemente milonitizada, sendo cortada por microfalhas ortogonais à foliação, que são mais visíveis nos cristais de quartzo. O quartzo apresenta aspecto “sujo”, com forte extinção ondulante e cristais subarredondados, que quando maiores formam porfiroclástos. Também está parcialmente recristalizado. A muscovita sericítica, produto de alteração do plagioclásio, forma a massa matriz junto com o quartzo recristalizado e os restos de plagioclásio. Alguns zircões bem formados ainda estão conservados, mas em geral, eles foram deformados e destruídos pela milonitização. FK? - Se destaca na matriz por formar cristais médios, disformes, apresentando bordas serrilhadas como se estivessem sido corroídas.	

Amostra: SRT-02B II	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitoide Fino Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Milonítica com quartzo estirado	
Granulometria: < 2,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Mesopertita- 45 Muscovita/Sericita- 8 Plagioclásio- 7	Minerais acessórios: (%) Opacos- 3 Clorita- 1 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha milonitizada apresentando quartzo estirado e com forte extinção ondulante. Muscovita sericítica intersticial, como produto da saussuritização do plagioclásio. As mesopertitas também estão gerando muscovita sericítica e muitas vezes mostram núcleos e/ou bordas de plagioclásio com alteração mais intensa. Os opacos têm formas romboédricas e estão lixiviados, formando estruturas de tipo “boxwork” em limonita. Pequenas zonas de catáclase atravessam a rocha, cominuindo os grãos e intensificando a saussuritização dos plagioclásios. Foram encontrados poucos zircões.	

Amostra: SRT-02B III	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Milonítica com quartzo estirado	
Granulometria: < 2,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 45 Mesopertita- 30 Plagioclásio- 12	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 5 Opacos- 3 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha milonítica, um pouco mais fina que o granítóide típico, apresentando quartzo estirado, com extinção ondulante e parcialmente recristalizado. As mesopertitas possuem bordas e/ou núcleos de plagioclásio ainda conservados e algumas vezes mostram inclusões de carbonato. Opacos de hábito romboédrico, lixiviados podem formar estruturas de tipo <i>boxwork</i> , as vezes preenchidos por carbonato. Zircões se apresentam bem formados e estão concentrados em microzonas de cisalhamento, que também possuem maior concentração de muscovita sericítica derivada da saussuritização dos plagioclásios.	

Amostra: SRT-02C	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Milonitizado em contato com Aplito Taquaril	
Textura: G- Cataclástica A- Fanerítica	
Estrutura: G- Milonítica Anastomosada A- Maciça	
Granulometria: G- < 4,0 mm A- < 1,8 mm	
Minerais essenciais: (%) Granito Aplito Quartzo- 35 Quartzo- 50 Mesopertita- 35 Mesopertita- 15 Plagioclásio- 8 Plagioclásio- 31 Muscovita/Sericita- 16	Minerais acessórios: (%) Granito Aplito Opacos- 3 Opacos- 1 Zircão- 1 Clorita- 1 Clorita- 2 Muscovita/Sericita- 2
Descrição petrográfica: Tanto o metagranítóide quanto o aplito encontrados nessa lâmina são típicos do Corpo Central. Aqui, as rochas são cortadas por falhas rúpteis, com eventual recristalização de quartzo dentro destas. O contato entre as litologias é brusco e demonstra características rúpteis como grãos extremamente fraturados e falhados. No contato, também pode ocorrer, localmente, bastante quartzo recristalizado.	

Amostra:SRT-02F	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xenólito Máfico em Metagranítóide Milonitizado	
Textura: Granolepidoblástica	
Estrutura: Finamente Foliada	
Granulometria: < 0,8 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 30 Plagioclásio- 15 Opacos- 20 Muscovita/Sericita- 25 Mesopertita- 5	Minerais acessórios: (%) Biotita/Clorita- 4 Zircão- 1
Descrição petrográfica: O contato do xenólito com o metagranítóide é brusco, com uma estreita zona de oxidação e sem evidências de metamorfismo. O xenólito apresenta quartzo um pouco estirado com extinção ondulante e plagioclásio com diferentes níveis de saussuritização, gerando muscovita serícita. Alguns grãos de plagioclásio apresentam texturas mesopertíticas. Pouquíssimos zircões bem formados até zonados e opacos com hábito romboédrico	

Amostra: SRT-03	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide não Milonítico	
Textura: Fanerítica	
Estrutura: Maciça	
Granulometria: < 2,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 45 Mesopertita- 40 Plagioclásio- 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 2 Clorita- 5 Fluotita- 2 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Esta rocha não apresenta os sinais típicos da milonitozação regional sofrida pelo Metagranítóide Taquaril. O quartzo possue finas bordas recristalizadas e tem extinção ondulante de fraca a inexistente. As mesopertitas apresentam leve saussuritização, que é mais intensa nos núcleos e/ou bordas de plagioclásio. O plagioclásio aparece como pequenos grãos, a não ser em um veio, onde aparecem cristais maiores e rompidos, com a geminação levemente dobrada e as fraturas preenchidas por fluorita. A clorita e a muscovita serícita são secundárias e intersticiais. Os zircões estão muito alterados e a fluorita, dispersa pela rocha, aparece em cristais de até 1,0 mm.	

Amostra:SRT-4A	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitóide Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Granular	
Granulometria: < 5,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Mesopertita- 33 Plagioclásio- 10 Feldspato K- 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 7 Clorita- 5 Fluorita- 1 Zircão- 1 Opacos- 3
Descrição petrográfica: Rocha levemente milonitizada, com alguns grãos estirados ou falhados. O quartzo apresenta forte extinção ondulante e está com as bordas dos cristais recristalizadas. Quartzo recristalizado também pode aparecer em forma de pequenos veios, que atravessam os minerais da rocha. A mesopertita aparece como grandes cristais (até 5,5 mm) e está repleta de pequenas inclusões subcirculares. Núcleos e/ou bordas de plagioclásio, saussuritizado, também são característicos. O feldspato potássico é raro e está se transformando em mesopertita. A clorita é verde escura, intersticial e está sempre junto com opacos e zircões, que estão bem formados até zonados. A muscovita sericítica, derivada da saussuritização do plagioclásio, também é intersticial e forma algumas zonas de falha onde o quartzo está mais estirado e o plagioclásio mais alterado e com cristais arredondados.	

Amostra:SRT-4B	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitóide Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Foliada com quartzo estirado	
Granulometria: < 5,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 38 Mesopertita- 35 Plagioclásio- 5 Muscovita/Sericita- 10	Minerais acessórios: (%) Clorita- 4 Fluorita- 1 Zircão- 1 Opacos- 4 Epídoto- 2
Descrição petrográfica: Rocha foliada mostrando quartzo estirado, com forte extinção ondulante e parcialmente recristalizado. Mesopertitas, como grandes cristais, estão fraturadas e possuem núcleos e/ou bordas de plagioclásio, que estão com saussuritização intensificada. Alguns cristais também possuem inclusões como na amostra SRT-4A. O plagioclásio aparece como pequenos cristais, já bem saussuritizados. Muscovita sericítica é secundária e se concentra em leitos que formam planos da falha, onde os minerais estão mais alterados e arredondados. A clorita é verde escura e está associada aos opacos e zircões. Estes últimos se encontram muito bem formados e zonados. A fluorita é branca e intersticial.	

Amostra:SRT-4C	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitóide Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Foliada com quartzo estirado	
Granulometria: < 5,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Mesopertita- 38 Plagioclásio- 5 Muscovita/Sericita- 10 Feldspato K- 1	Minerais acessórios: (%) Clorita/Biotita- 4 Fluorita- 1 Zircão- 1 Opacos- 4 Apatita- 1 Epídoto- 2
Descrição petrográfica: Rocha com foliação quase anastomosada e cristais muito fraturados. O quartzo está estirado, com forte extinção ondulante e recristalizado nas bordas e fraturas dos cristais. As mesopertitas estão com a albite remobilizada pela milonitização, formando veios que seguem a direção da foliação. Além disso, massas de epídoto secundário, sem forma definida, se encontram dentro dos cristais de mesopertita. O plagioclásio aparece como restos preservados dentro das mesopertitas e também como cristais independentes que já estão muito saussuritizados. A clorita/biotita está associada a opacos, que chegam a até 0,6 mm, e a zircões que estão muito bem formados e zonados. A muscovita sericítica forma uma foliação quase anastomosada. Os cristais envolvidos pelas massas desta muscovita podem apresentar estruturas de sombra de pressão. A fluorita é branca e intersticial	

Amostra:SRT-4D I	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitóide Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Foliada com quartzo estirado	
Granulometria: < 6,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 30 Mesopertita- 40 Plagioclásio- 7 Muscovita/Sericita- 10	Minerais acessórios: (%) Clorita/Biotita- 4 Fluorita- 1 Zircão- 1 Opacos- 3 Apatita- 1 Epídoto- 2
Descrição petrográfica: A rocha apresenta quartzo com forte extinção ondulante e parcialmente recristalizado. O quartzo recristalizado preenche fraturas e interstícios junto com fluorita, clorita e muscovita sericítica. Grandes cristais de mesopertita estão repletos de inclusões subcirculares e possuem bordas e/ou núcleos de plagioclásio preservados. O plagioclásio, quando livre, está muito alterado. A muscovita sericítica é produto da saussuritização dos plagioclásios e forma leitos descontínuos, como planos de falha, onde os cristais estão arredondados e com saussuritização mais intensa. A clorita aparece junto com opacos, zircões bem formados e às vezes apatita. A fluorita é levemente roxa e intersticial.	

Amostra:SRT-08A	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitóide Ultramilonitizado	
Textura: Milonítica	
Estrutura: Finamente foliada com quartzo estirado	
Granulometria: Matriz < 0,01 mm, com grãos de até 1,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 48 Muscovita/Sericita- 40	Minerais acessórios: (%) Opacos- 11 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha ultramilonítica com porfiroclastos de quartzo estirados, com forte extinção ondulante, subarredondados e apresentando estruturas de sombra de pressão. Não existem feldspatos na rocha, sendo que este foi totalmente transformado em muscovita sericítica. Os zircões são pequenos e estão parcial ou totalmente destruídos.	

Amostra:SRT-8B	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranitóide Ultramilonitizado	
Textura: Milonítica:	
Estrutura: Finamente foliada com quartzo estirado	
Granulometria: < 0,1 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 45 Muscovita/Sericita- 15	Minerais acessórios: (%) Opacos- 10 Óxidos/Limonita- 30
Descrição petrográfica: Rocha ultramylonítica, muito alterada e limonitizada. O quartzo aparece como pequenos grãos extremamente estirados. A muscovita sericítica forma a massa matriz que envolve os grãos, e está muito oxidada, com seus interstícios preenchidos por limonita. Quartzo também aparece, junto com opacos, na forma de veios, onde os cristais possuem extinção homogênea e inúmeras inclusões.	

Amostra:SRT-10	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Ultramylonitizado	
Textura: Granolepidoblástica	
Estrutura: Foliada cataclástica porfíritica	
Granulometria: Matriz- < 0,05 mm Pórfiros- < 0,7 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 55 Muscovita/Sericita- 30 Cloítóide- 10	Minerais acessórios: (%) Opacos- 5 Zircão- <1
<p>Descrição petrográfica: Rocha foliada com uma fina matriz de muscovita sericítica envolvendo cristais maiores de quartzo e clorítóide. Os cristais de quartzo, cominuídos e pouco recristalizados, apresentam extinção ondulante e estão levemente arredondados. O contato entre esses cristais é planar, enquanto que as bordas em contato com a matriz estão corroídas. Os cristais de clorítóide, também com bordas corroídas, estão orientados segundo a foliação e muitas vezes formam rosetas. Os zircões são pequenos e estão muito alterados.</p>	

Amostra:SRT-11A	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Ultramylonitizado	
Textura: Granolepidoblástica	
Estrutura: Foliada milonítica	
Granulometria: Matriz < 0,01 mm, com grãos de até 1,2 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 43 Muscovita/Sericita- 40 Cloítóide- 12	Minerais acessórios: (%) Opacos- 5 Zircão- <1
<p>Descrição petrográfica: A rocha está totalmente milonitizada, sendo cortadas por diversas microfalhas de movimento dúctil. O quartzo, parcialmente recristalizado, apresenta grãos raramente arredondados, quase sempre angulosos devido ao fraturamento. Também podem estar estirados e sempre apresentam forte extinção ondulante. A massa matriz de muscovita sericítica, produto da alteração dos feldspatos, evidencia o sentido de movimento das falhas. O clorítóide aparece como rosetas bem formadas, que eventualmente foram estiradas pela milonitização, ou cortadas por falhas. Os zircões são pequenos e estão muito alterados.</p>	

Amostra:SRT-11B	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xenólito de Tufito Bandado	
Textura: Lepidoblástica	
Estrutura: Finamente foliada crenulada	
Granulometria: Matriz ultramáfica- < 0,1mm Clorítóide- < 1,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Talco- 45 Clorita/Serpentina- 25 Opacos- 15 Clorítóide- 15	Minerais acessórios: (%) Quartzo- 3
Descrição petrográfica: Rocha basicamente composta por talco, clorita e clorítóide, sendo que os dois primeiros formam a massa matriz que está crenulada. Concentrações de clorita e clorítóide aparecem como fenocristais de forma subcircular, parecendo pseudomórfos de olivina. Nesta rocha, o quartzo só aparece na forma de veios, onde também aparecem talco e clorita. Esses três minerais crescem ortogonais às paredes do plano de falha/fratura. O quartzo também aparece como cristais livres, sem orientação, dentro das fraturas. A clorita dessas fraturas apresenta cores de interferência azuladas. Opacos pequenos e disseminados (pirita foi identificada na amostra de mão). O clorítóide pode aparecer como cristais alongados ou formando rosetas.	

Amostra:SRT-12A	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Ultramylonitizado	
Textura: Lepidogranoblástica cataclástica	
Estrutura: Milonítica	
Granulometria: < 1,2 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 65 Muscovita/Sericita- 15 Clorítóide- 10	Minerais acessórios: (%) Turmalina- 1 Opacos- 3 Zircão- 1 Clorita- 5
Descrição petrográfica: O quartzo se apresenta muito recristalizado sendo que alguns grãos maiores apresentam estiramento, extinção ondulante e estruturas de sombra de pressão. O clorítóide está concentrado em leitos e aparece como rosetas que, eventualmente, podem estar estiradas e dobradas. Os opacos geralmente aparecem junto ao clorítóide. A muscovita sericítica também aparece concentrada em alguns leitos, variando de 0% a 50% do volume da rocha. Os zircões estão muito alterados e a turmalina possue cores de marrons a azuladas e aparece como cristais disformes. A clorita é clara e cresce ao lado de fraturas.	

Amostra:SRT-12B	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Ultramylonitizado	
Textura: Granolepidoblástica cataclástica	
Estrutura: Milonítica com quartzo estirado	
Granulometria: Matriz- < 0,1 mm	
Pórfiros(quartzo)- até 4,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 55 Muscovita/Sericita- 27 Clorítóide- 10	Minerais acessórios: (%) Opacos- 2 Zircão- 1 Clorita- 5
Descrição petrográfica: A rocha apresenta grãos de quartzo extremamente fraturados e recristalizados, com forte extinção ondulante e estruturas de sombra de pressão em alguns grãos. A muscovita sericítica, junto com o quartzo recristalizado, forma a matriz onde os grãos de quartzo e clorítóide aparecem como pórfiros. O clorítóide está disperso, mas ainda forma algumas concentrações com rosetas e cristais alongados, que aparecem estirados formando, as vezes, sigmóides. A clorita é verde clara e aparece muito em zonas de fraturas, crescendo ao lado destas. Os zircões são zonados e aparecem inteiros e mais freqüentemente como fragmentos, mas já estão um pouco alterados.	

Amostra:SRT-11C	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Ultramylonitizado	
Textura: Granolepidoblástica cataclástica	
Estrutura: Foliada milonítica com quartzo estirado	
Granulometria: Matriz fina < 2,0 mm e > 0,01 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 50 Muscovita/Sericita- 34 Clorítóide- 13	Minerais acessórios: (%) Opacos- 2 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha ultramylonítica, com quartzo estirado e cominuído, parcialmente recristalizado. A matriz é formada por muscovita sericítica e quartzo fino recristalizado, com cristais maiores de quartzo estirado, com extinção ondulante e clorítóide. O clorítóide forma rosetas ou cristais alongados tabulares, estirados ou não, de até 1,0 milímetro que estão distribuídos homogeneamente pela rocha. Um veio de quartzo muito fraturado e com bordas estiradas indica um regime intermediário rúptil/dúctil. Os zircões são grandes e bem formados, mas já se encontram semi alterados.	

Amostra:PI-45A	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Metagranítóide Milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Foliada milonítica com quartzo estirado	
Granulometria: < 4,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 40 Mesopertita- 37 Muscovita/Sericita- 13 Plagioclásio- 5	Minerais acessórios: (%) Clorita- <1 Opacos- 3 Fluorita- 2 Zircão- 1
Descrição petrográfica: A rocha apresenta quartzo muito estirado, formando até sigmóides rompidos, com bordas recristalizadas e forte extinção ondulante. As mesopertitas possuem núcleos de plagioclásio conservados, que estão mais intensamente saussuritizados quando estas estão próximas ou envolvidas pelas zonas de cisalhamento. Os zircões estão semi arredondados e se concentram dentro das massas de muscovita sericítica que definem as zonas de cisalhamento. Opacos bem formados e fluorita levemente roxa, intersticial.	

Amostra:PI-45B I	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xenólito de TTG no Metagranítóide Taquaril	
Textura: Granoblástica	
Estrutura: Cataclástica após milonitização	
Granulometria: De 0,02 mm nas partes mais cataclásticas até 2,0 mm nas partes mais conservadas	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 43 Mesopertita- 40 Plagioclásio- 5	Minerais acessórios: (%) Clorita- 5 Opacos- 2 Zircão- 1 Muscovita/Sericita- 2
Descrição petrográfica: A rocha está totalmente cataclasada, com cristais fraturados, falhados e cominuídos e poucas vezes arredondados. Quartzo apresenta forte extinção ondulante estando muito recristalizado, chegando a estar afanítico. Poucas vezes aparece estirado. A mesopertita aparece como grandes cristais, ainda conservando núcleos de plagioclásio saussuritizado. E alguns cristais vê-se a geminação deformada. Algumas zonas de catáclase mais intensa cominuem todos os cristais à sua volta. A clorita e a muscovita ericítica são intersticiais, como também, a maioria dos opacos.	

Amostra: PI-45B II	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xenólito de TTG no Metagranitóide Taquaril	
Textura: Granoblástica	
Estrutura: Cataclástica após milonitização	
Granulometria: De 0,02 mm nas partes mais cataclásticas até 2,0 mm nas partes mais conservadas	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 50 Mesopertita- 40 Plagioclásio- 2	Minerais acessórios: (%) Clorita- 1 Opacos- 3 Zircão- 1 Muscovita/Sericita- 2
Descrição petrográfica: Rocha extremamente cataclasada, com cominuição dos grãos, sendo que poucos atingem 2,0 mm. Esta lâmina apresenta coloração amarelada devido a seu grau de alteração um pouco mais intenso do que a PI-45B I. O quartzo está moído e muito recristalizado, raramente estirado. A mesopertita aparece já alterada e sem núcleos de plagioclásio visíveis. O Plagioclásio livre aparece como pequenos cristais isolados de até 0,7 mm. Os zircões sempre estão junto a opacos e clorita. A muscovita sericítica é intersticial e derivada da saussuritização dos plagioclásios.	

Amostra: PI-45C I	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xenólito máfico no Metagranitóide Taquaril	
Textura: Lepidoblástica	
Estrutura: Milonítica/Cataclástica	
Granulometria: < 1,0 mm com predominância de grãos em torno de 0,12 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 30 Plagioclásio- 20 Muscovita/Sericita- 25 Biotita- 6 Mesopertita- 10	Minerais acessórios: (%) Opacos- 2 Fluorita- 1 Zircão- 1 Clorita- 5
Descrição petrográfica: O contato do xenólito com o granito é brusco, com uma leve cominuição dos cristais do granito e não apresenta sinais de metamorfismo. A estrutura do xenólito é predominantemente milonítica, mas com alguns núcleos cataclásticos. É caracterizado por uma massa fina de muscovita sericítica, biotita e clorita envolvendo cristais maiores de quartzo, plagioclásio e mesopertita. A biotita tem pleocroísmo marrom. O quartzo, quando não recristalizado, está estirado e com extinção ondulante. O plagioclásio e a mesopertita estão de pouco a muito saussuritizados.. Os zircões estão bem formados até zonados.	

Amostra:PI-45C II	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Xenólito máfico no Metagranítóide Taquaril	
Textura: Lepidoblástica	
Estrutura: Milonítica	
Granulometria: < 1,5 mm com predominância de grãos em torno de 0,3 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Muscovita/Sericita- 30 Biotita/Clorita- 30	Minerais acessórios: (%) Opacos- 5
<p>Descrição petrográfica: O granítóide intrudido é típico e o contato entre ele e o xenólito é brusco, com leve cominuição dos cristais do granítóide, não apresentando sinais de metamorfismo. O xenólito é rico em minerais micáceos como biotita, que aparece como pequenos cristais bem formados ou microcristalina, sempre na matriz. O quartzo está estirado, com bordas serrilhadas e apresentam muitas e pequenas inclusões carbonáticas Dentro do xenólito existem alguns núcleos do granítóide que ainda conservam seu aspecto típico.</p>	

Amostra:PI-45D	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Aplito Taquaril	
Textura: Fanerítica	
Estrutura: Levemente orientada	
Granulometria: < 2,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 40 Mesopertita- 45 Plagioclásio- 3	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 4 Clorita- 1 Fluorita- 3 Opacos- 3 Zircão- 1
<p>Descrição petrográfica: Rocha levemente alterada, com cristais pouco orientados e quartzo estirado com extinção ondulante marcante. Mesopertita e plagioclásio levemente saussuritizados sendo transformados em muscovita sericítica. Zircões aparecem junto a minerais micáceos e estão muio alterados, quase ireconhecíveis. Fluorita roxa e opacos, são intersticiais e aparecem como cristais sem forma definida.</p>	

Amostra: PI-45E	Localização: Corpo Central – Nascente do Ribeirão das Araras
Classificação: Aplito Taquaril	
Textura: Fanerítica	
Estrutura: Cataclástica orientada	
Granulometria: < 2,7 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Mesopertita- 40 Plagioclásio- 6 Muscovita/Sericita- 10 Microclínio- 3	Minerais acessórios: (%) Clorita- 1 Fluorita- 3 Opacos- 2 Zircão- 1 Apatita- <1
Descrição petrográfica: Rocha com cristais de quartzo apresentando forte extinção ondulante e bordas recristalizadas. A mesopertita e o plagioclásio são saussuritizados gerando muscovita sericítica, que forma massas onde são encontrados zircões bem alterados. Uma zona de cisalhamento corta a rocha remobilizando muita fluorita e opacos. Nessa zona de cisalhamento o quartzo está muito estirado e recristalizado .	

Amostra: PI-47 I	Localização: Corpo Central
Classificação: Aplito Taquaril esverdeado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Cataclástica	
Granulometria: < 1,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Mesopertita- 35 Plagioclásio- 13 Muscovita/Sericita- 9	Minerais acessórios: (%) Biotita/Clorita- 2 Fluorita- 3 Opacos- 2 Zircão- 1
Descrição petrográfica: A rocha está fortemente cataclasada, com zonas da falha que cominuem os cristais a sua volta e concentram clorita. O quartzo tem extinção ondulante. As mesopertitas apresentam núcleos e/ou bordas de plagioclásio, sendo que nas bordas ele está mais conservado. Cristais de plagioclásio aparecem em menor número estando levemente saussuritizados. A muscovita sericítica, produto da alteração do plagioclásio, os opacos e a fluorita são intersticiais. Zircões aparecem alterados e arredondado, com no máximo 0,1 mm.	

Amostra: PI-47 II	Localização: Corpo Central
Classificação: Aplito Taquaril esverdeado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Levemente orientada / Cataclástica	
Granulometria: De 0,5 mm a 4,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 40 Mesopertita- 30 Plagioclásio- 10 Fluorita- 10	Minerais acessórios: (%) Biotita/Clorita- 3 Muscovita/Sericita- 5 Opacos- 2 Zircão- 1
<p>Descrição petrográfica: Essa amostra se divide em duas partes. Uma com cristais de até 1,2 mm e outra mais grossa, com cristais de até 4,0 m, levemente orientados. O quartzo está pouco recristalizado e apresenta forte extinção ondulante, até saltitante. Muitas vezes mostra crescimento pseudogranofírico e granofírico. A mesopertitas apresentam muitos núcleos de plagioclásio conservados, que estão saussuritizados, gerando muscovita sericítica. Os cristais de plagioclásio estão bem conservados e têm geminações falhadas e levemente dobradas. A fluorita está totalmente remobilizada em fraturas e interstícios e aparece como uma massa microcristalina levemente roxa. Os zircões são pequenos e mal formados.</p>	

Amostra: CK-42B	Localização: Corpo Norte
Classificação: TTG Cinza	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Maciça Porfirítica	
Granulometria: < 7,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Plagioclásio- 32 Microclínio- 17 Biotita/Clorita- 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita- 5 Opacos- 2 Carbonato- 2 Epídoto- 1 Zircão- 1
<p>Descrição petrográfica: Rocha sã, com cristais grandes, límpidos e bem formados. Algumas fraturas nos minerais são preenchidas por carbonato e clorita. Quartzo com extinção ondulante e sem indícios de recristalização. O plagioclásio está bem saussuritizado, gerando muscovita sericítica em até 40% da superfície do cristal. O microclínio forma os maiores cristais (até 7,0 mm) e está bem conservado, sem alteração. Planos de falha rúpteis formam brechas, com matriz muito fina composta por quartzo e muscovita e seixos de quartzo, plagioclásio e clorita em pequenos corpos lenticulares. O epídoto é levemente amarelado, com bordas alteradas e cristais cheios de buracos. Zircões pequenos e mal formados formam alos pleocróicos nas biotitas/cloritas, que sempre estão acompanhadas por minerais opacos.</p>	

Amostra:CK-44A	Localização: Corpo Norte
Classificação: TTG Cinza	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Cataclástica	
Granulometria: < 5,5 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 30 Plagioclásio- 35 Microclínio- 16	Minerais acessórios: (%) Muscovita- 7 Clorita- 4 Opacos- 3 Carbonato- 2 Leucoxênio- 2 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha extremamente cataclasada, com minerais totalmente fraturados e cominuídos. As fraturas são preenchidas por carbonato ou muscovita sericítica derivada da saussuritização dos plagioclásios. O quartzo apresenta forte extinção ondulante e quase não mostra recristalização. O microclínio apresenta os maiores cristais. A Clorita é verde clara e junto com opacos, preenche fraturas e espaços entre os grãos das brechas formadas pela cataclase. Zircões são pequenos, mas as vezes bem formados.	

Amostra:CK-75	Localização: Corpo Norte
Classificação: TTG Verde	
Textura: Cataclástica / Milonítica	
Estrutura: Levemente foliada com quartzo estirado	
Granulometria: Em geral < 2,6 mm, podendo chegar a 6,0 mm (microclínio)	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Plagioclásio- 25 Microclínio- 18	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 10 Clorita- 5 Opacos- 2 Carbonato- 5 Zircão- <1
Descrição petrográfica: Rocha extremamente cataclasada, com muitas fraturas e cristais falhados e quartzo muito estirado, recristalizado e com extinção ondulante bem marcada. As falhas e fraturas são facilmente vistas nos cristais maiores como quartzo e microclínio e estão todas preenchidas por carbonato, quartzo recristalizado e muscovita. O plagioclásio está extremamente saussuritizado, sendo que apenas um cristal maior, pertencentes a um veio, está inalterado. Este veio está estirado e também é cortado por fraturas. Clorita, opacos, carbonato e muscovita são exclusivamente intersticiais. Os zircões são poucos e mal formados.	

Amostra:BTX-275A	Localização: Corpo Norte
Classificação: TTG Verde	
Textura: Cataclástica / Milonítica	
Estrutura: Levemente foliada co quartzo estirado	
Granulometria: < 6,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 36 Plagioclásio- 30 Microclínio- 20 Bioita/Clorita- 8	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 2 Opacos- 3 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha extremamente fraturada, apresentando quartzo estirado com extinção ondulante e pouco recristalizado. Grandes cristais de microclínio estão muito fraturados e falhados. Essas fraturas são todas preenchidas por quartzo recristalizado. Um único cristal de microclínio possui núcleo de plagioclásio preservado. O plagioclásio está altamente saussuritizado, gerando muscovita sericítica e algumas vezes tem as lamenlas de geminação levemente dobradas. A clorita, sempre junta com opacos, é intersticial e preenche algumas pocas fraturas. Zircões pequenos e bem formados causam alos pleocróicos nas cloritas.	

Amostra:Pto13-TTG	Localização: Corpo Norte
Classificação: TTG Verde	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Cataclástica	
Granulometria: < 3,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo- 35 Plagioclásio- 28 Microclínio- 15 Bioita/Clorita- 10	Minerais acessórios: (%) Muscovita/Sericita- 8 Opacos- 3 Zircão- 1
Descrição petrográfica: Rocha bem preservada, apresentando quartzo com extinção ondulante e parcialmente recristalizado. Os cristais de plagioclásio estão altamente saussuritizados, gerando muscovita sericítica e poucas vezes aparece inalterado. Microclínio forma os maiores cristais e está bem preservado com fraturas preenchidas por clorita. Clorita, muscovita e opacos são intersticiais e estão preenchendo os espaços gerados entre os cristais, pela cataclase. Zircões abundantes, bem formados, até zonados, mas em sua maioria destruídos pela cataclase.	

Amostra: Pto 13-A-1	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt.
Classificação: Aplito do TTG	
Textura: Fanerítica	
Estrutura: Levemente orientada, Cataclástica	
Granulometria: 0,05mm – 2,0mm. Poucos cristais chegam a 5,0mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo: 67 Plagioclásio: 25 Microclínio: 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita: <1 Zircão: 1 Opacos: <1
Descrição petrográfica: Os cristais de plagioclásio, todos falhados, e zonas microcristalinas, indicam esforço transprensivo. Quartzo com extinção ondulante.	

Amostra: P13 - A3	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt
Classificação: Aplito do TTG	
Textura: Fanerítica	
Estrutura: Levemente orientada, cataclástica	
Granulometria: < 2,5 mm com predominância de grãos com 0,25 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 65 Plagioclásio 20 Microclínio 10	Minerais acessórios: (%) Muscovita 2 Opacos <1 Zircão <1 Biotita/Clorita 2
Descrição petrográfica: Quartzo com extinção ondulante e cristais grandes (até 2,5mm), que são microxenólitos do granito onde esses aplitos foram intrudidos. Quartzo com intercrescimento microgranofírico nos cristais de plagioclásio. A biotita tem coloração marrom clara e está sendo substituída por clorita.	

Amostra: P13 - B	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt
Classificação: Aplito do TTG	
Textura: Fanerítica Fina	
Estrutura: Orientada cataclástica	
Granulometria: < 2,5 mm com predominância de grãos com 0,25 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 70 Plagioclásio 15 Microclínio 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita 5 Opacos <1 Zircão <1 Biotita/Clorita 3
Descrição petrográfica: Quartzo com extinção ondulante, levemente estirado e recristalizado aparecendo também como pequenos veios. Os cristais maiores (até 2,5mm) são microxenólitos do granito onde esses aplitos foram intrudidos. Nas geminações do Plagioclásio é fácil notar microfissuras dícteis que formam dobras de arrasto. O zircões estão muito detonados. A rocha apresenta um leve bandamento granulométrico e apresenta	

Amostra: Pto 13-C-1	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt.
Classificação: TTG foliado	
Textura: Granoporfirítica	
Estrutura: Foliada/Anastomosada milonítica	
Granulometria: Matriz: 0,05 – 0,5mm Pórfiros: até 5,0mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo: 50 Plagioclásio: 26 Feldspato K: 15	Minerais acessórios: (%) Muscovita: 1 Clorita: 4 Opacos: 1 Carbonato: 2 Zircão: 1
Descrição petrográfica: Os grãos de quartzo apresentam contatos serrilhados e estão, quase sempre, estirados. A muscovita, sericitica, aparece como resultado de alteração do plagioclásio. A clorita está como resultado de transformação da biotita pré existente. Apresenta orientação e, às vezes, está dobrada. O carbonato está como secundário e preenche todos os vazios da rocha.	

Amostra: Pto 13-C-2	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt.
Classificação: TTG foliado	
Textura: Granoporfírica	
Estrutura: Levemente foliada/ Anastomosada milonítica	
Granulometria: Matriz: <0,05 Pórfiros(plagioclásio): até 3,0mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo: 40 Plagioclásio: 35 Clorita: 10 Microclínio: 10	Minerais acessórios: (%) Muscovita: 5 Opacos: <1 Carbonato: 1 Zircão: 1 Titanita: 1 Apatita: <1
Descrição petrográfica: Os grãos de quartzo estão estirados e as cloritas dobradas. A muscovita sericítica aparece como alteração do plagioclásio. O microclínio, pouco deformado e pouco alterado, foi provavelmente formado no fim da milonitização. As fraturas e alterações da titanita estão preenchidas por carbonato. O quartzo, cortado obliquamente, indica mais de uma fase de milonitização.	

Amostra: P13 – D1	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt
Classificação: Metagranítóide TTG feldspatizado	
Textura: Cataclástica Granoblástica	
Estrutura: Maciça	
Granulometria: Matriz: < 0,8 mm Pórfiros: até 3,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 40 Feldspato K 20 Plagioclásio 18 Microclínio 5 Clorita 10	Minerais acessórios: (%) Muscovita Sericítica 3 Carbonato 2 Opacos 1 Zircão 1
Descrição petrográfica: Quartzo bem cristalizado com extinção ondulante é o mineral predominante na matriz. Muscovita sericítica e carbonato secundários, intersticiais e preenchendo fraturas nos minerais. Feldspato K e plagioclásio aparecem como pórfiros principalmente, e estão sendo substituídos por sericita. Zircão sempre associado a opacos e clorita. As geminações dos plagioclásio as vezes estão dobradas.	

Amostra: P13 – D2	Localização: Contato do Corpo Norte com o Greenstone Belt
Classificação: Metagranítóide TTG feldspatizado	
Textura: Cataclástica Granoblástica	
Estrutura: Levemente orientada, cataclástica	
Granulometria: Matriz: < 1,2 mm Pórfiros: até 7,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 50 Microclínio 20 Plagioclásio 13 Feldspato K 12	Minerais acessórios: (%) Muscovita sericítica 3 Clorita 1 Opacos 1 Zircão <1
Descrição petrográfica: A rocha tem coloração verde clara, está muito fraturada e apresenta quartzo, que quando não recristalizado, está estirado e com extinção ondulante. Feldspato K muito alterado e plagioclásio falhado e com dobras de arrasto nas geminações. Muscovita sericítica intersticial.	

Amostra: BTX –277	Localização: Corpo Norte
Classificação: Metagranítóide TTG	
Textura: Granoblástica	
Estrutura: Foliada	
Granulometria: Matriz: < 1,0 mm Pórfiros: Até 5,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 40 Plagioclásio 27 Microclínio 7 Biotita <1 Clorita 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita Sericítica 13 Opacos <1 Zircão 1 Titanita 1 Carbonato 5
Descrição petrográfica: Quartzo e feldspatos aparecem em duas gerações, uma com grãos maiores e mais alterados e outra com grãos menores e recristalizados, que quase não apresentam alteração. Os zircões estão sempre relacionados com clorita e opacos e as vezes aparecem em concentrações. Titanitas grandes com até 1,2 mm.	

Amostra: BTX – TTG	Localização: Corpo Norte
Classificação: Metagranítóide TTG	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Cataclástica	
Granulometria: Matriz: < 0,5 mm Pórfiros: até 5,1 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 38 Microclínio 15 Plagioclásio 23 Clorita 10	Minerais acessórios: (%) Opacos 1 Muscovita sericítica 7 Titanita/Rutilo 1 Zircão 1 Carbonato 4
Descrição petrográfica: Quartzo com extinção ondulante. Os grãos de plagioclásio estão muito saussuritizados, sendo substituídos por muscovita sericítica, assim como a titanita está sendo substituída por opacos. Clorita, zircão e opacos sempre aparecem juntos.	

Amostra: Ck-41	Localização: Corpo Norte
Classificação: Metagranítóide TTG	
Textura: Fanerítica	
Estrutura: Foliada Pseuogramofírica	
Granulometria: 0,5 – 4,5mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo: 35 Feldspato K: 30 Plagioclásio: 15 Microclínio: 15	Minerais acessórios: (%) Biotita/clorita: 2 Zircão: <1 Opacos: 2 Muscovita: <1
Descrição petrográfica: O microclínio aparece concentrado na parte superior da lâmina, se estendendo até a metade pelo lado esquerdo. Nessa parte também existem alguns cristais de muscovita e bastante quartzo. O Feldspato Potássico, que aparece do centro da lâmina até suas bordas, está como se fosse um único cristal, com a geminação toda na mesma direção. Dentro dele temos alguns cristais de plagioclásio saussuritizado. Na parte onde se encontra o Feldspato potássico, o quartzo aparece cortando o FK com cristais alongados discordantes da geminação do feldspato, seguindo diferentes direções (Crescimento granofírico). Microfalhas geram zonas microcristalinas.	

Amostra: BTX - 183D	Localização: Corpo Central
Classificação: Metagranítóide	
Textura: Fanerítica cataclástica	
Estrutura: Maciça	
Granulometria: < 2,0 mm Raramente chega a 3,2 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 40 Mesopertita 41 Plagioclásio 3 Microclínio 3	Minerais acessórios: (%) Muscovita Sericítica 9 Opacos 1 Zircão 1 Fluorita 2
Descrição petrográfica: O quartzo apresenta forte extinção ondulante quando não está recristalizado misturando-se com a Muscovita sericítica. Esta por sua vez é intersticial e provem da saussuritização dos feldspatos. Os zircões podem estar zonados e sempre aparecem junto os minerais opacos. Aparecem pequenos veios de quartzo, também com extinção ondulante. Restos de plagioclásio aparecem conservados dentro das mesopertitas.	

Amostra: BTX - 183C	Localização: Corpo Central
Classificação: Metagranítóide milonitizado	
Textura: Cataclástica	
Estrutura: Orientada	
Granulometria: < 4,0 mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 35 Mesopertita 33 Plagioclásio 10 Microclínio 5	Minerais acessórios: (%) Muscovita sericítica 15 Opacos 1 Zircão 1
Descrição petrográfica: Quartzo com extinção ondulante, comumente recristalizado, aparecendo também na forma de veios. Feldspatos, às vezes, totalmente saussuritizados, gerando muscovita sericítica intersticial. Nos cristais maiores é fácil notar intenso fraturamento rúptil impregnado por limonita. Zircões aparecem sempre associados aos opacos. Restos de plagioclásio aparecem conservados dentro das mesopertitas.	

Amostra: BTX - 183B	Localização: Corpo Central
Classificação: Metagranitóide milonitizado	
Textura: Milonítica	
Estrutura: Foliada milonítica	
Granulometria: Entre 0,3 mm e 1,3mm	
Minerais essenciais: (%) Quartzo 35 Plagioclásio 10 Mesopertita 5 Muscovita sericítica 43	Minerais acessórios: (%) Clorita 1 Opacos 5 Zircão 1
Descrição petrográfica: Quartzo estirado e com forte extinção ondulante. Todos os minerais dessa rocha foram cominuídos, sendo que mesopertita aparece em pequenos fragmentos reliquias e plagioclásio apenas como pequenos grãos na matriz sericítica. A Biotita está cloritizada e aparece associada a opacos.	

Anexo 2

Fotomicrografias

Fotomicrografias dos metagranitóides de Piumhí. As fotos foram obtidas com fotomicroscópio Zeiss-Axioplan. As abreviações usadas nas legendas são:

Pol. + ou // - Polarizadores cruzados ou paralelos.

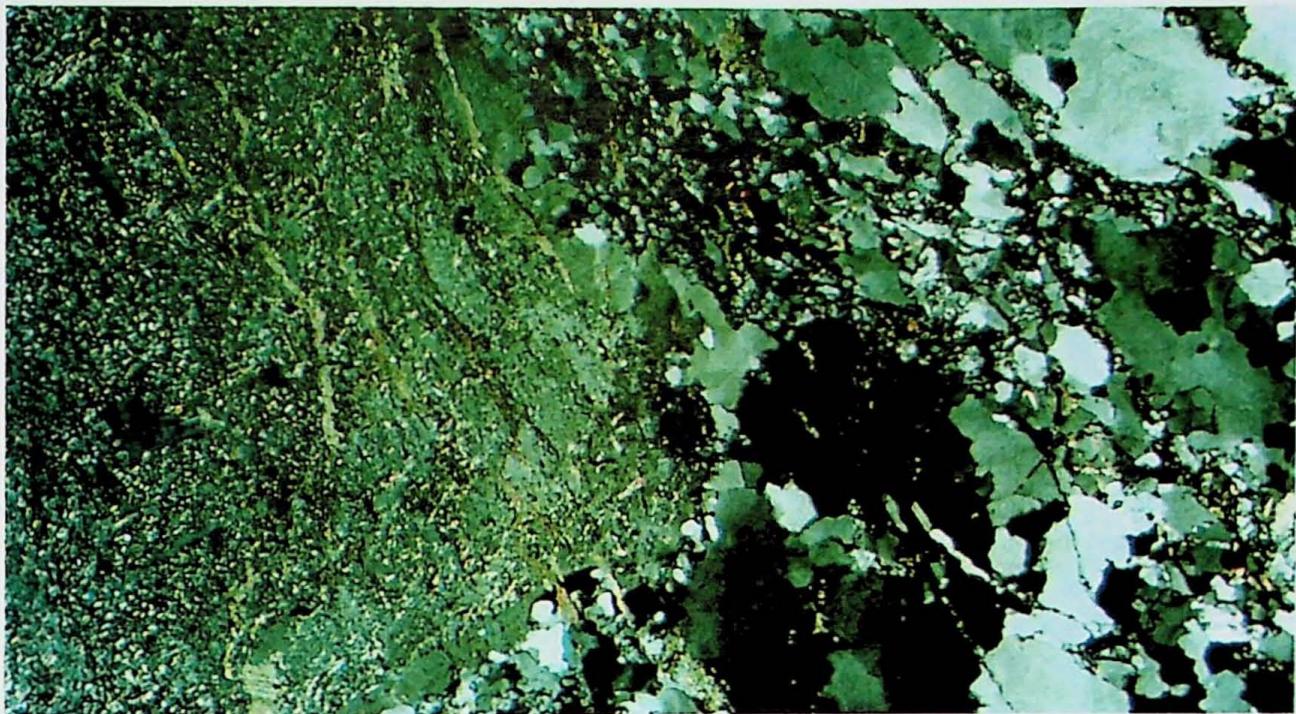


Foto 1: Metagranítóide TTG hololeucocrático com plagioclásio saussuritizado, grosso com raras inclusões de microclínio e veios de carbonato em matriz quartzosa milonítica com pouca sericita intersticial (Afloramento 13, lâmina 13 C-I; pol. +; obj. 2,5x; ocul. 10x).

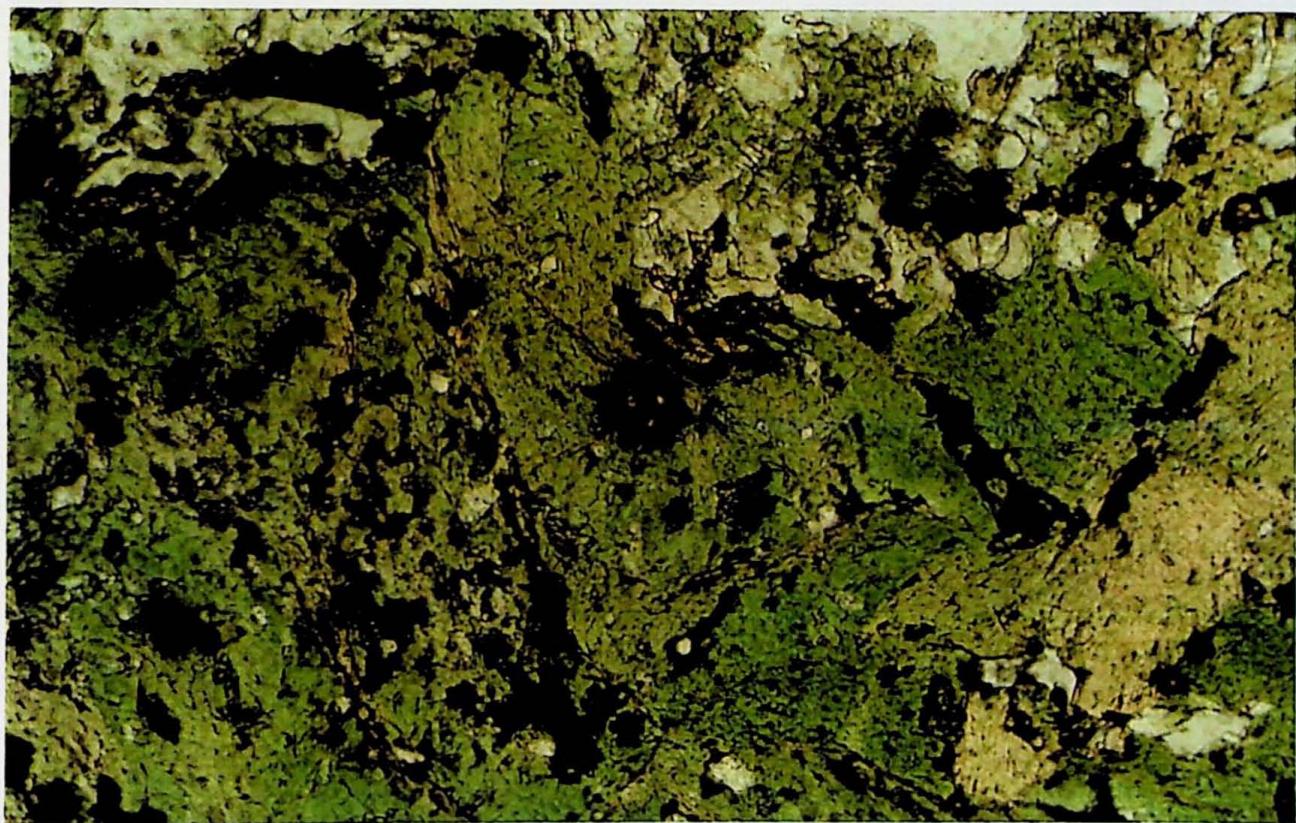


Foto 2: Metagranítóide TTG; detalhe de agregado de biotita cloritizada com leucoxênio/titanita e minerais opacos secundários associados e zircão acessório (Afloramento 13, lâmina 13 C-II; pol. II; obj. 10x; ocul. 10x).

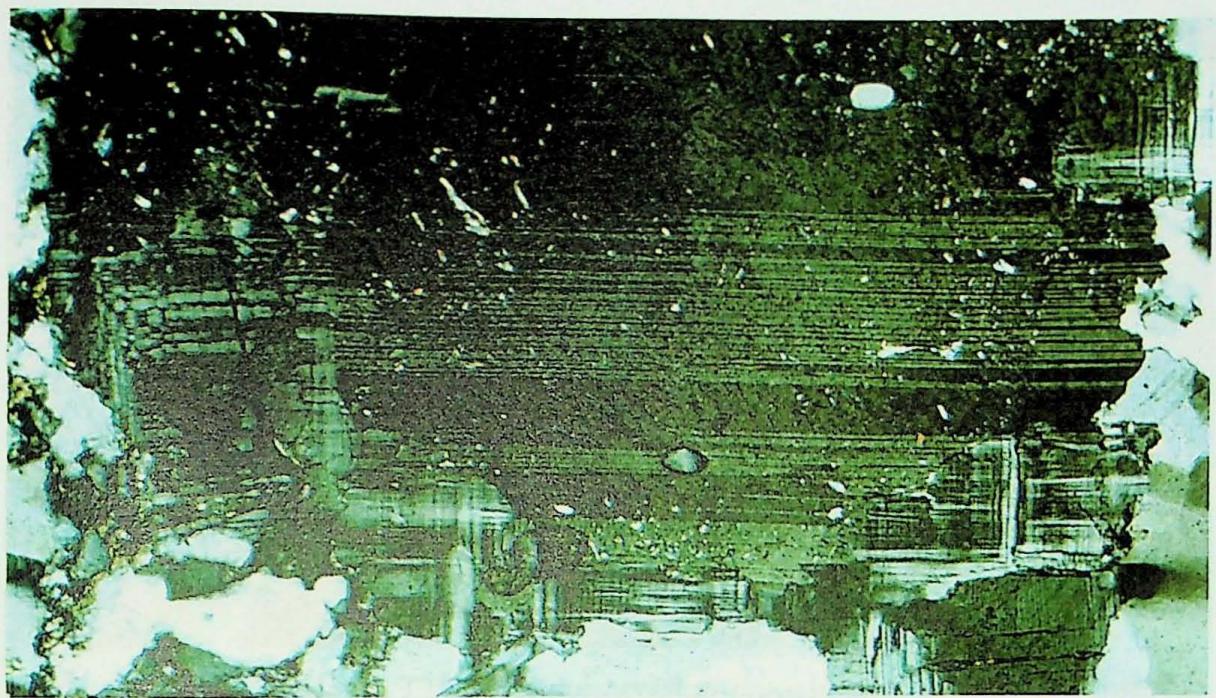


Foto 3: Metagranítóide TTG hololeucocrático cataclastico; detalhe de plagioclásio saussuritizado evidenciando microclinização incipiente substituindo as bordas do grão (Afloramento e lâmina CK-42; pol. +; obj. 10x; ocul. 10x).



Foto 4: Metagranítóide TTG hololeucocrático cataclastico com silicificação das fraturas que vem sendo preenchidas por quartzo (Afloramento e lâmina CK-41; pol. +; obj. 2,5x; ocul. 10x).



Foto 5: Metagranítóide TTG hololeucocrático cataclástico silicificado; detalhe da silicificação que gera textura pseudogranofíricas. O quartzo da silicificação em veios com extinção ondulante preenche fraturas em todos os minerais anteriores (plagioclásio saussuritizado, quartzo deformado e microclinio) (Afloramento e lâmina CK-41; pol. +; obj. 2,5x; ocul. 10x).



Foto 6: Metagranítóide TTG hololeucocrático catacártico, com grãos de quartzo, microclínio e plagioclásio saussuritizado extremamente fraturados. As fraturas são preenchidas por quartzo recristalizado, opacos e carbonato (na base da foto). (Afloramento e lâmina CK-44; pol+; obj 2,5x; ocul 10x).



Foto 7: Metagranitóide TTG típico hololeucocrático, com quartzo, plagioclásio saussuritizado e microclínio como principais e clorita, opacos e muscovita (a esquerda) como acessórios. (Afloramento e lâmina CK-42B; pol+; obj 2,5x; ocul 10x).

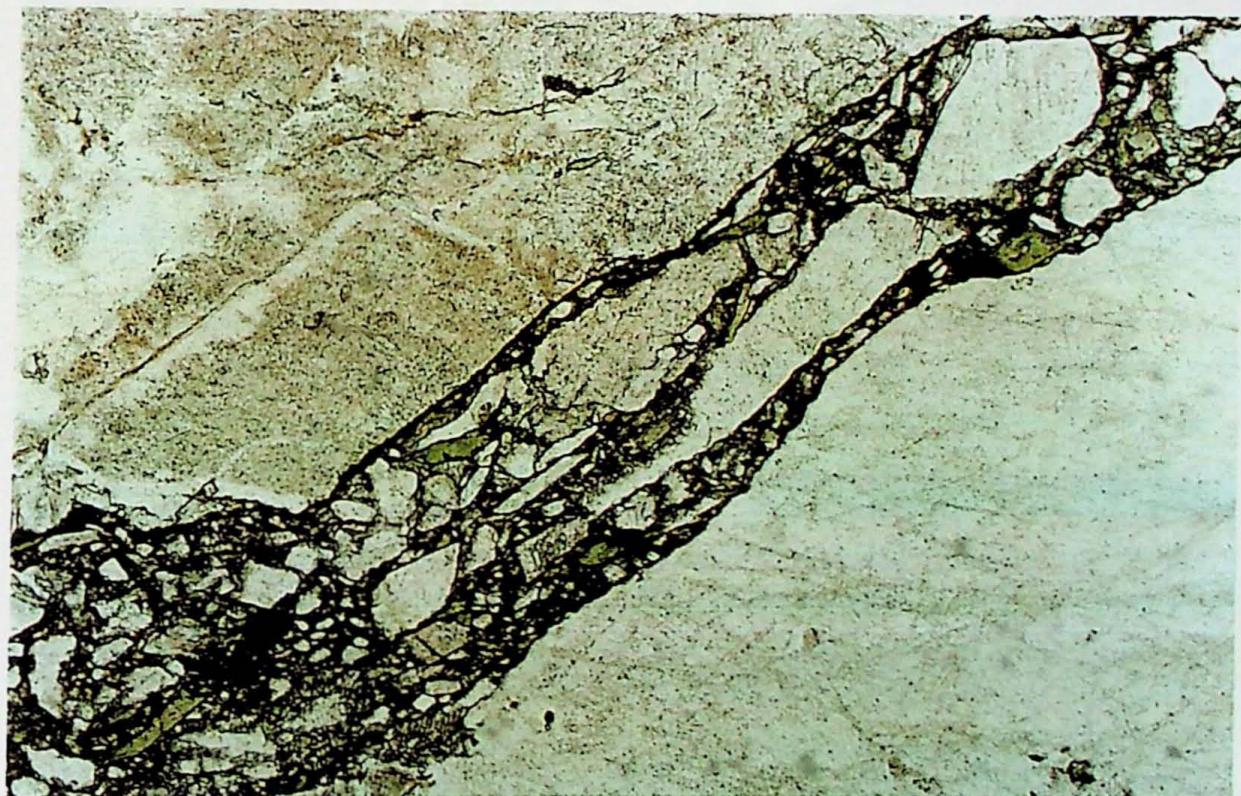


Foto 8: Metagranitóide TTG típico hololeucocrático. Detalhe de microfalha rúptil, cataclástica formando finos leitos de brecha.(Afloramento e lâmina CK-42B; pol //; obj 4x; ocul 10x).



Foto 9: Metagranitóide TTG típico hololeucocrático, com quartzo, plagioclásio, microclínio e clorita; detalhe de cristal de alanita residual.(Afloramento e lâmina CK-42B; pol +; obj 2,5x; ocul 10x)



Foto 10: Metagranitóide TTG hololeucocrático cataclástico, com quartzo, microclínio (esquerda) e plagioclásio saussuritizado (direita) separados por uma zona mais cataclástica. (Afloramento Pto13 e lâmina Pto13-TTG ; pol +; obj 2,5x; ocul 10x)



Foto 11: Aplito TTG, típico: Detalhe de quartzo e feldspato alcalino com estruturas de crescimento microgranofíricas (Afloramento 13, lâmina 13 AIII; pol. +; Imf 0,7).



Foto 12: Aplito TTG, típico: Detalhe de microxenólito de quartzo grosso com extinção ondulante evidenciado pela grande diferença no tamanho do grão, com relação ao restante da rocha (Afloramento 13, lâmina 13 B; pol. +; Imf 5,5).

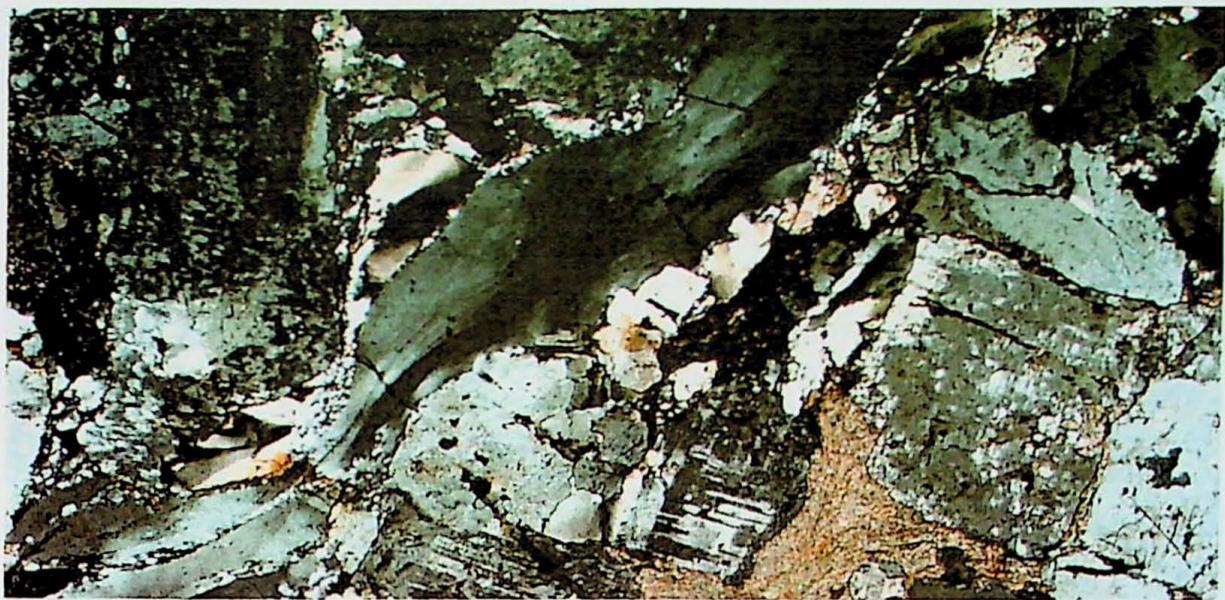


Foto 13: Metagranítóide Taquaril milonítico típico com grandes cristais de mesoperite, muscovita sericítica intersticial derivada da saussuritização dos pequenos cristais de plagioclásio e quartzo estirado com extinção ondulante. (Afloramento PI-45 e lâmina PI-45A; pol.+; obj. 2,5x; ocul. 10x).

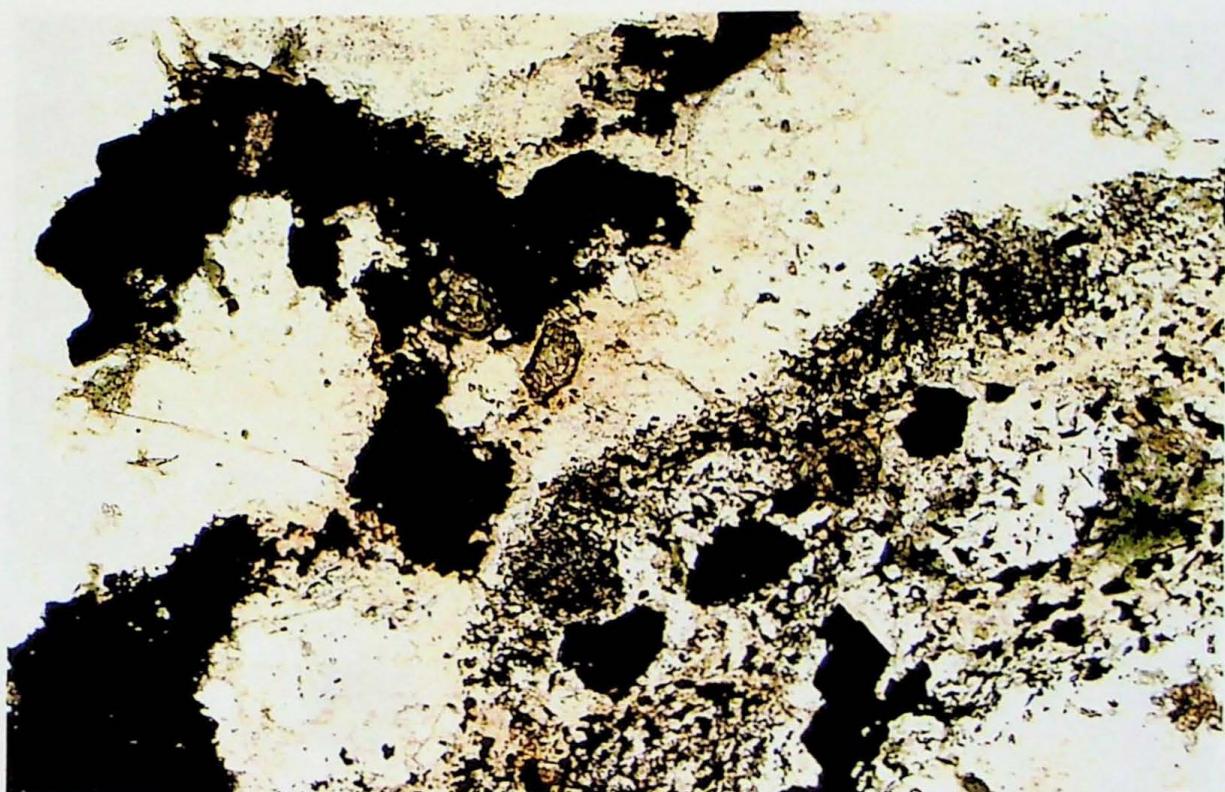


Foto 14: Metagranítóide Taquaril típico; detalhe de quatro zircões bem formados e zonados, um com núcleo mais escuro (direita), junto a opacos, clorita e muscovita sericítica. (Afloramento SRT-04 e lâmina SRT-04A; pol. //; obj. 10x; ocul. 10x).



Foto 15: Detalhe do contato brusco entre metagranitóide Taquaril milonítico, com mesoperita falhada e aplito Taquaril, com bastante quartzo recristalizado. (Afloramento SRT-02 e lâmina SRT-02C; pol. +; obj. 2,5x; ocul. 10x).

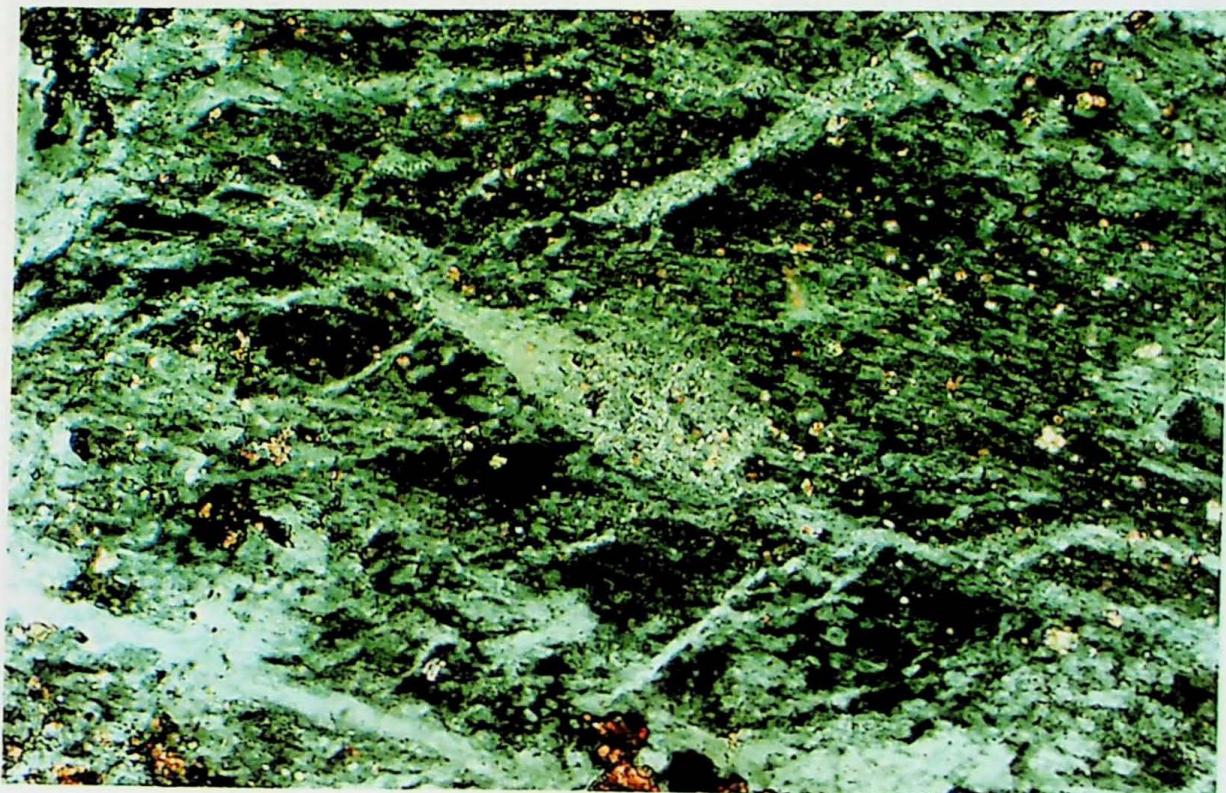
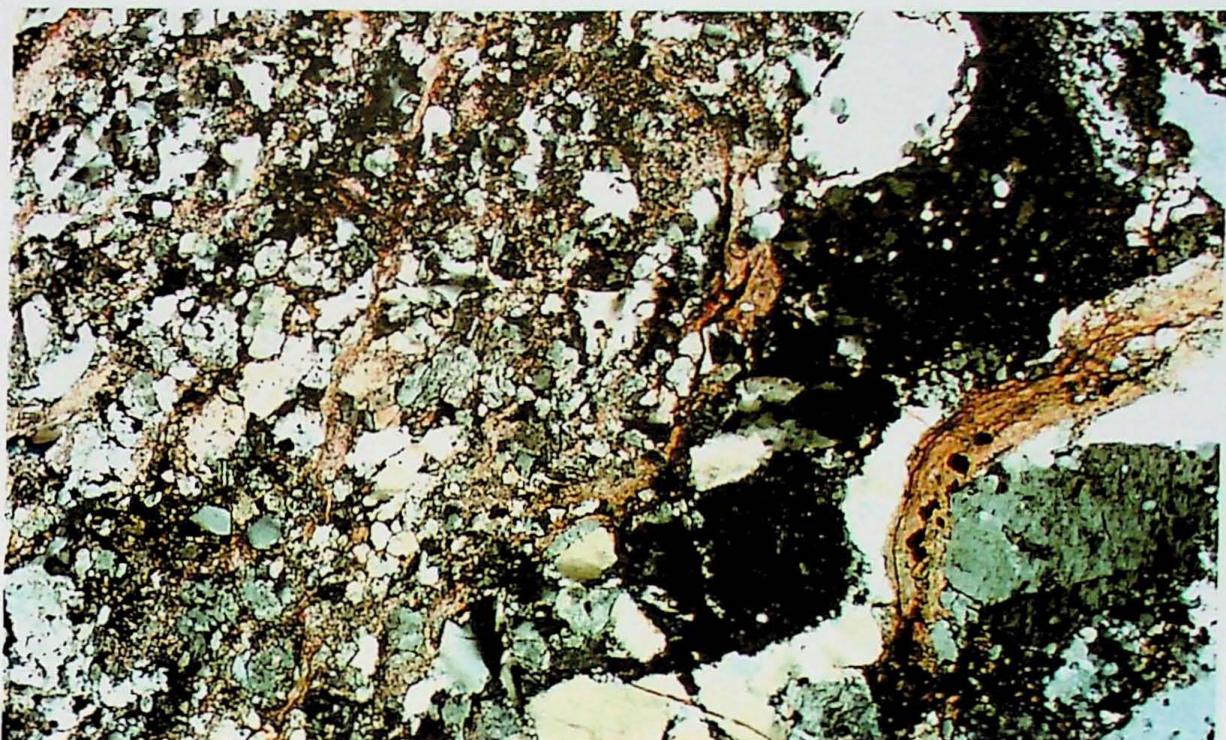
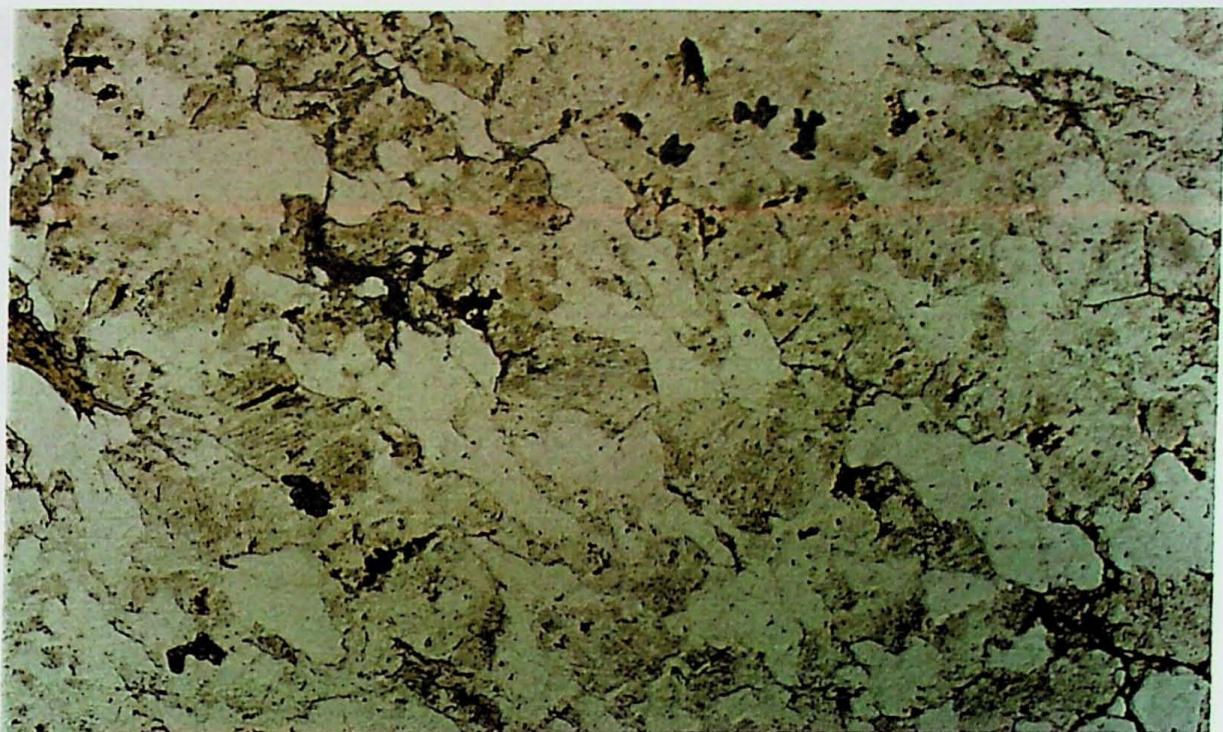


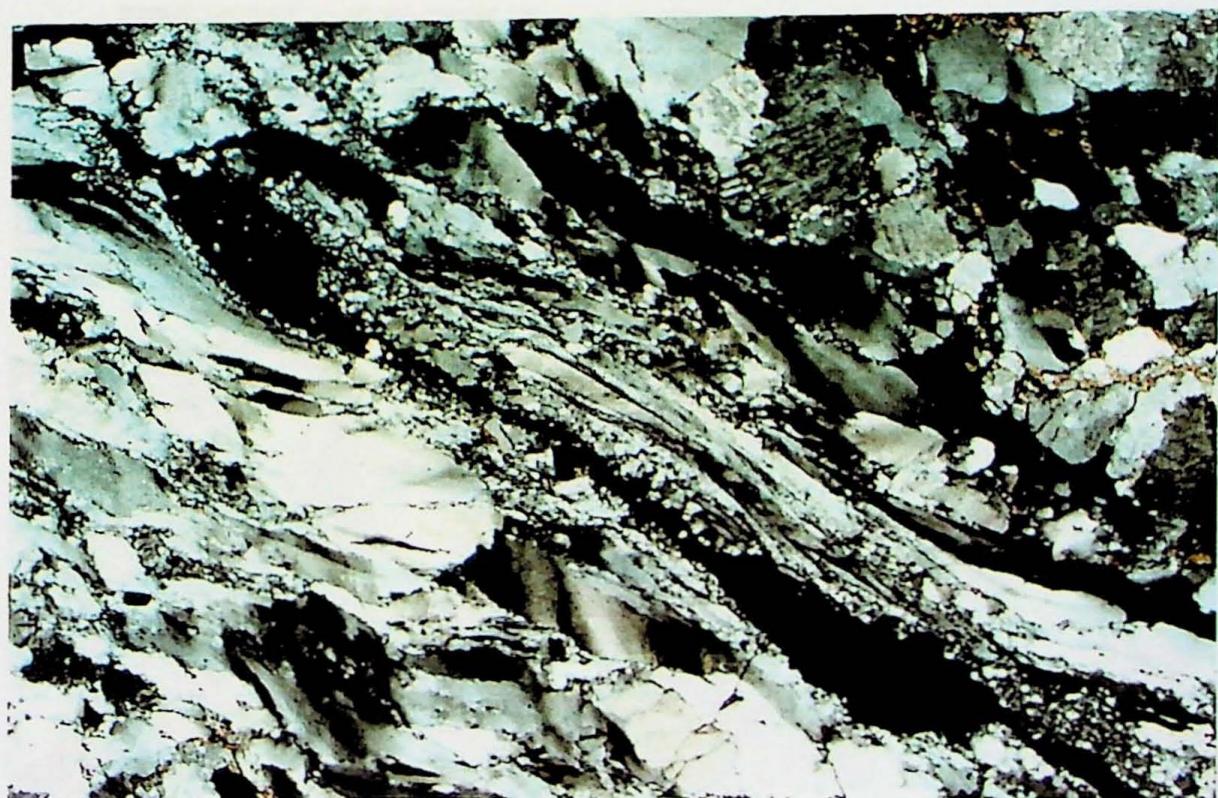
Foto 16: Metagranitóide Taquaril levemente milonítico; detalhe de cristal de mesoperita com remobilização da albita, que forma leitos concordantes com a foliação da rocha. (Afloramento SRT-04 e lâmina SRT-04C; pol. +; obj. 20x; ocul. 10x).



Fotos 17 e 18: Xenólitos maficos do metagranitoide Taquaril, mostrando, entre eles, nítidas diferenças nas quantidades de quartzo, biotita e opacos. Atenção também para as relações de contato que não apresentam evidências de metamorfismo. (Afloramento PI-45 = SRT-02 e lâminas PI-45CII e SRT-02F; pol. +; obj. 2,5x; ocul. 10x).



Fotos 19 e 20: Aplito Taquaril típico com estrutura levemente orientada. Quartzo, mesopertita e plagioclásio saussuritizado como principais e muscovita sericítica, opacos e fluorita como acessórios. (Afloramento PI-45 e lâmina PI-45D; pol. // e +; obj. 2,5x; ocul. 10x).



Fotos 21 e 22: Aplito Taquaril típico. Detalhe de microzona de cisalhamento dúctil, com quartzo estremamente estirado e remobilização de fluorita. (Afloramento PI-45 e lâmina PI-45E; pol. // e +; obj. 2,5x; ocul. 10x).

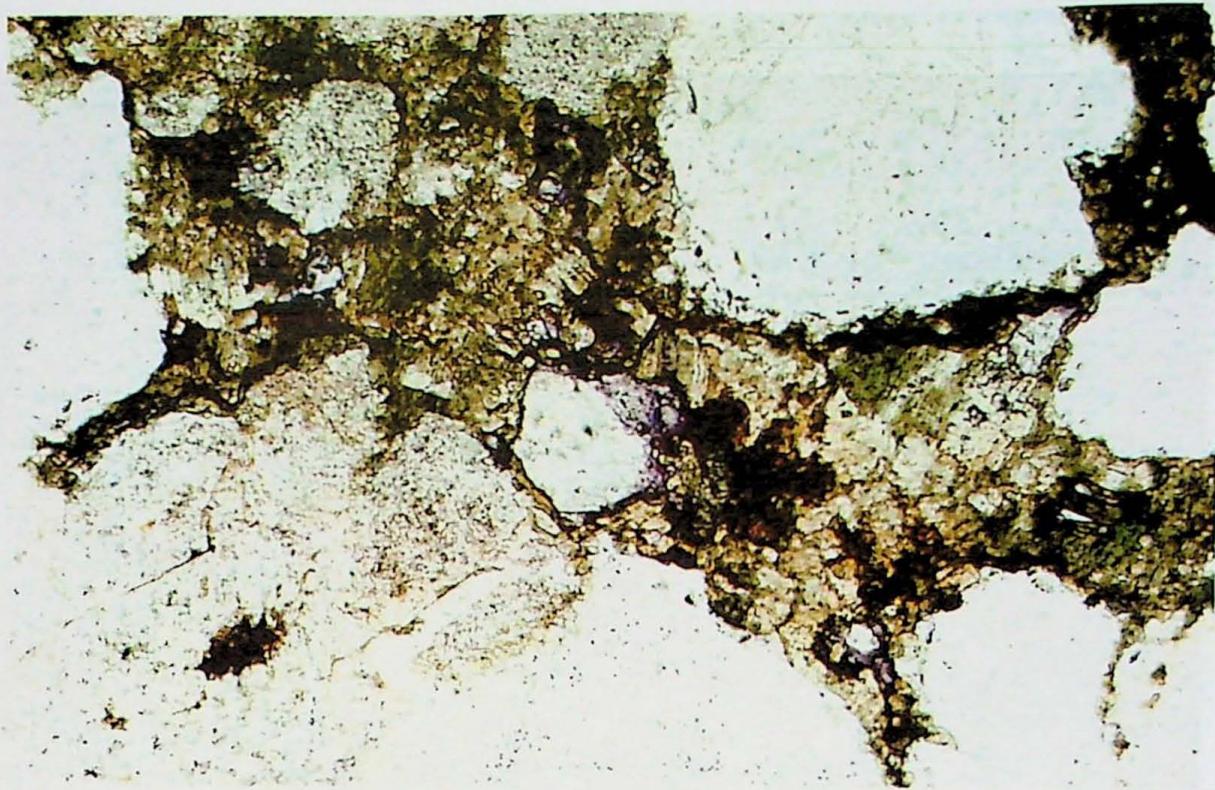
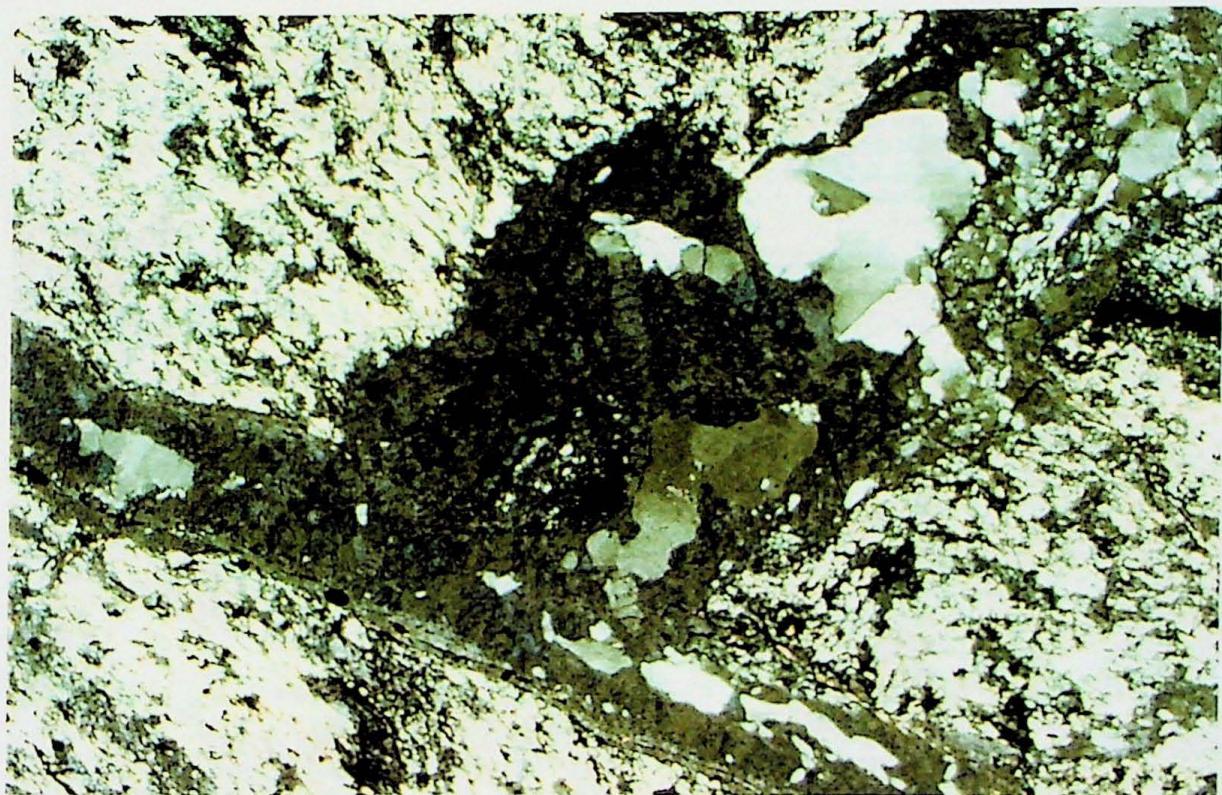
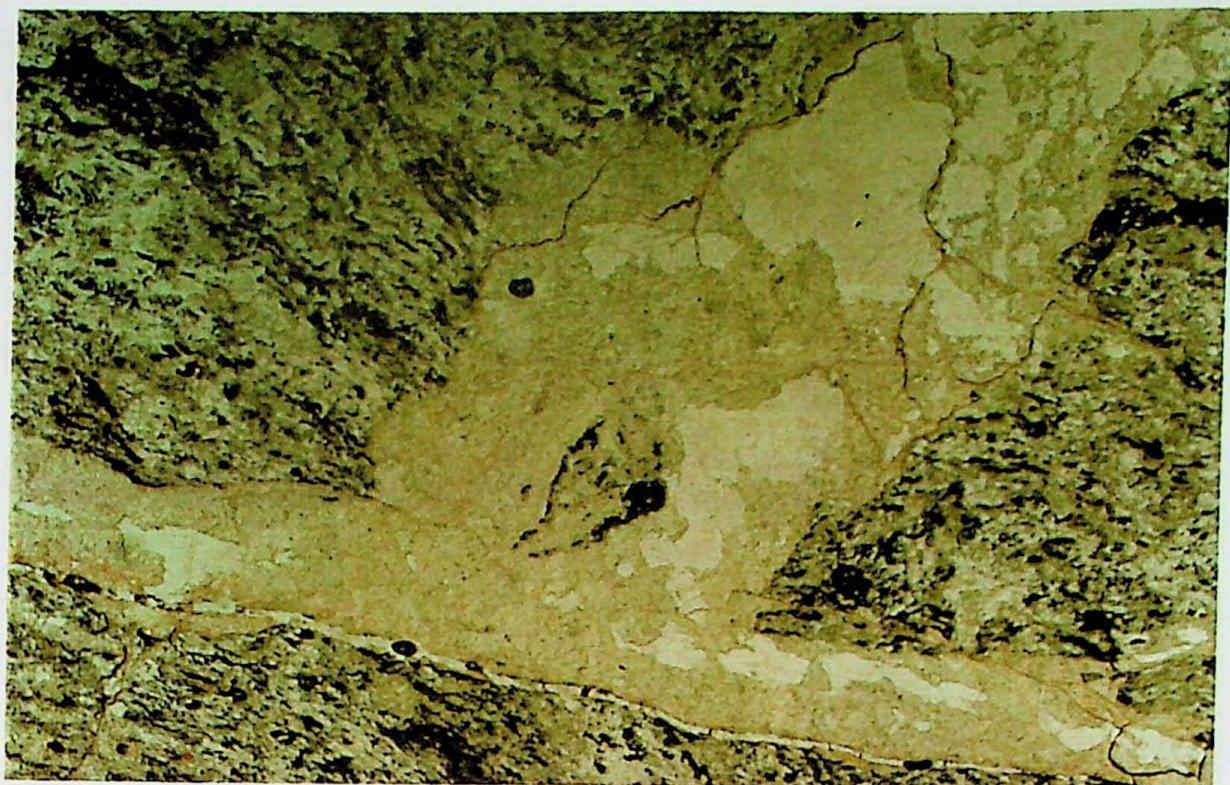


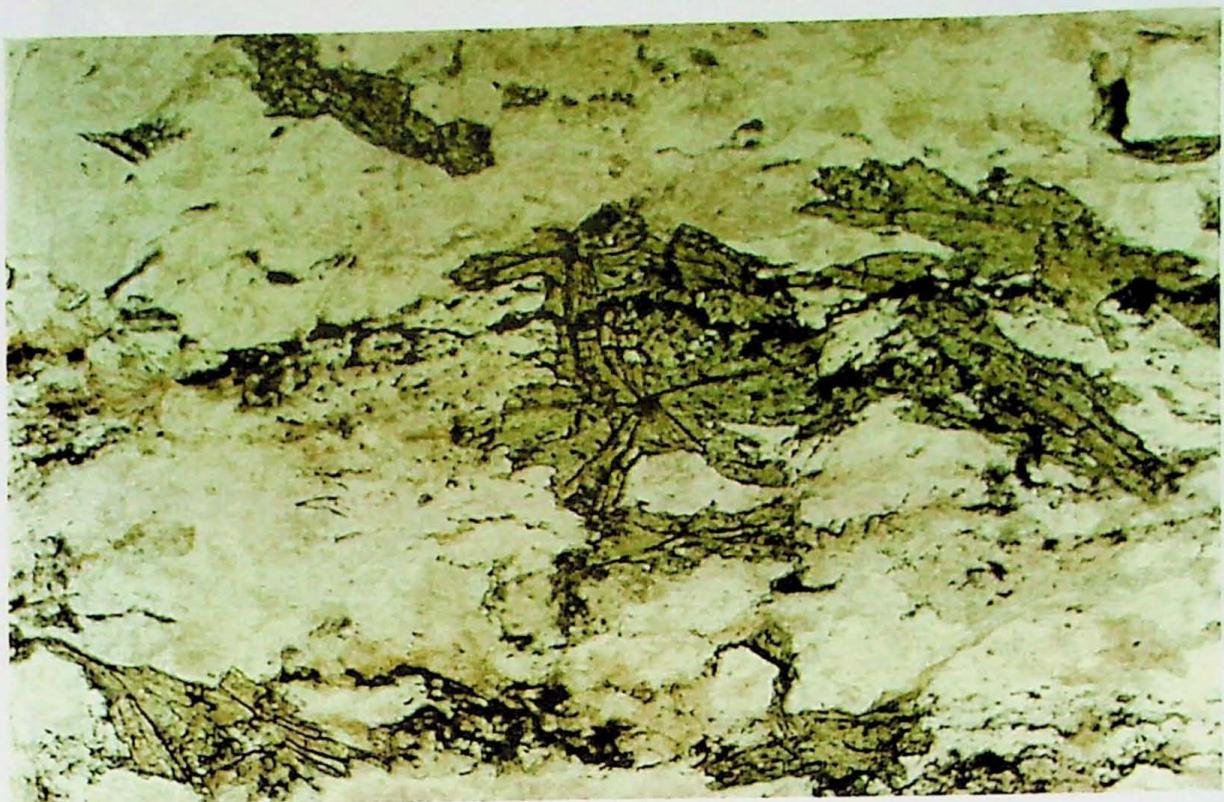
Foto 23: Aplito Taquaril típico com detalhe de agregado de clorita, opacos, zircões e fluorita lilás, no centro. (Afloramento e lâmina SRT-03; pol. //; obj. 10x; ocul. 10x).



Foto 24: Aplito Taquaril típico, com quartzo estirado, mesopertita e muscovita sericítica intersticial. Detalhe de um cristal idiomórfico de plagioclásio mesopertítico, com zonação inversa. (Afloramento PI-45 e lâmina PI-45E; pol. +; obj. 2,5x; ocul. 10x).



Fotos 25 e 26: Xenólito ultramáfico no metagranítóide Taquaril mostrando talco e opacos na matriz e clorita, zeólita e raramente quartzo preenchendo veios e fraturas. (Afloramento SRT-11 e lâmina SRT-11B; pol. // e +; obj. 2,5x; ocul. 10x).



Fotos 27 e 28: Metagranitóide Taquaril ultramylonitizado com matriz quartzo-sericítica, onde se destacam rosetas, bem formadas, de clorítóide. Detalhe de veio de opacos cortando o clorítóide. (Afloramento SRT-11 e lâmina SRT-11A; pol. // e +; obj. 4x; ocul. 10x).

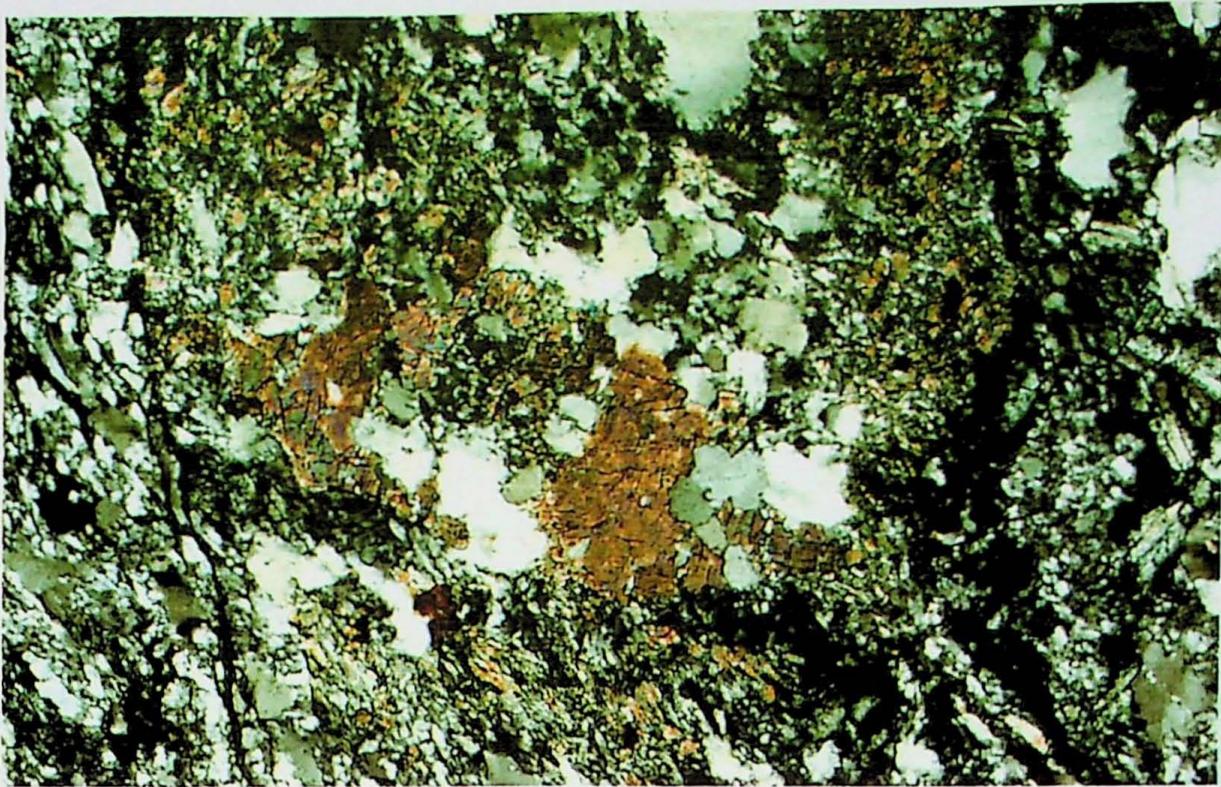


Foto 29: Metagranítóide Taquaril ultramylonitizado; detalhe de turmalina marrom, metassomática, intersticial (Afloramento SRT-12 e lâmina SRT-12A; pol.+; obj. 4x; ocul. 10x).



Foto 30: Metagranítóide Taquaril ultramylonitizado em zona de cizalhamento subordinada. Essas rocha se diferenciam dos outros ultramylonitos pela ausência de clorítóide, grãos de quartzo mais arredondados e presença de feldspato potássico (no centro). (Afloramento SRT-02 e lâmina SRT-02A; pol.+; obj. 10x; ocul. 10x).

ANEXO 3

Normas CIPW

Sample	BTX275A											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	74.67	0.22	13.10	0.79	0.71	0.11	0.78	0.21	4.69	3.26	0.07			
recast Fe	74.67	0.22	13.10	0.79	0.71	0.11	0.78	0.21	4.69	3.26	0.07			
recast 100	75.72	0.22	13.28	0.80	0.72	0.11	0.79	0.21	4.76	3.31	0.07			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.262	0.003	0.130	0.005	0.010	0.002	0.020	0.004	0.077	0.035	0.000			
Feo:Mno	1.262	0.003	0.130	0.005	0.012	0.000	0.020	0.004	0.077	0.035	0.000			
Q (S)	0.563											60	33.76	Q (S)
or (KAS6)	0.211	0.035										556	19.55	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.460	0.077										524	40.20	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.005	0.002					0.002					278	0.64	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000							0.000			436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)
C(A)	0.016											102	1.64	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000						0.000					100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.020						0.020					100	1.98	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.004				0.004							132	0.50	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.005	0.005									232	1.16	mt(FF)
hc(F)		0.000										160	0.00	hc(F)
il(FT)	0.003		0.003									152	0.43	il(FT)
ap(CP)					0.001			0.000				310	0.15	ap(CP)
Totals	1.262	0.003	0.130	0.005	0.012		0.020	0.004	0.077	0.035	0.000		100.00	

Sample	BTX277											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	72.30	0.28	13.20	1.00	0.90	0.03	0.61	1.56	4.07	3.79	0.00			
recast Fe	72.30	0.28	13.20	1.00	0.90	0.03	0.61	1.56	4.07	3.79	0.00			
recast 100	73.97	0.29	13.50	1.02	0.92	0.03	0.62	1.60	4.16	3.88	0.00			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.233	0.004	0.132	0.006	0.013	0.000	0.016	0.029	0.067	0.041	0.000			
Feo:Mno	1.233	0.004	0.132	0.006	0.013	0.000	0.016	0.029	0.067	0.041	0.000			
Q (S)	0.511											60	30.66	Q (S)
or (KAS6)	0.247	0.041						0.041				556	22.93	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.403	0.067						0.067				524	35.19	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.048	0.024					0.024					278	6.67	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000						0.000				436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)
C(A)	0.000											102	0.00	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000					462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000						0.000					122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.005					0.005						116	0.52	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.004					0.004						100	0.37	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.001		0.001									132	0.10	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.012					0.012						100	1.19	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.003		0.003									132	0.33	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000				0.000							140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.006	0.006									232	1.48	mt(FF)
hc(F)		0.000										160	0.00	hc(F)
il(FT)	0.004		0.004				0.000		0.000			152	0.54	il(FT)
ap(CP)												310	0.00	ap(CP)
Totals	1.233	0.004	0.132	0.006	0.013		0.016	0.029	0.067	0.041	0.000		100.00	

Sample	BTXTTG											Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	68.93	0.39	13.51	1.46	1.31	0.05	1.03	2.73	3.95	2.86	0.13				
recast Fe	68.93	0.39	13.51	1.46	1.31	0.05	1.03	2.73	3.95	2.86	0.13				
recast 100	71.53	0.41	14.02	1.52	1.36	0.06	1.07	2.83	4.10	2.97	0.14				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.192	0.005	0.137	0.009	0.019	0.001	0.027	0.051	0.066	0.032	0.001				
Feo:Mno	1.192	0.005	0.137	0.009	0.020	0.000	0.027	0.051	0.066	0.032	0.001				
Q (S)	0.487											60	29.21	Q (S)	
or (KAS6)	0.189	0.032										556	17.56	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.397	0.066						0.066				524	34.65	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.080	0.040					0.040					278	11.05	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000	0.000							0.000			436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)	0.000											102	0.00	C(A)	
ac(NFS4)	0.000	0.000						0.000				462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.008						0.008					116	0.92	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.007						0.007					100	0.66	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.001		0.001									132	0.17	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.020						0.020					100	2.01	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.004		0.004									132	0.51	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000		0.000									204	0.00	Ol fa(F2S)	
int(FF)		0.009	0.009									232	2.20	int(FF)	
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)	
il(FT)	0.005		0.005					0.003		0.001		152	0.77	il(FT)	
ap(CP)												310	0.30	ap(CP)	
Totals	1.192	0.005	0.137	0.009	0.020		0.027	0.051	0.066	0.032	0.001		100.00		

Sample	CK-37											Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	78.70	0.04	13.49	0.29	0.26	0.01	0.44	0.03	0.20	4.13	0.02				
recast Fe	78.70	0.04	13.49	0.29	0.26	0.01	0.44	0.03	0.20	4.13	0.02				
recast 100	80.63	0.05	13.82	0.30	0.27	0.01	0.45	0.03	0.20	4.23	0.02				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.344	0.001	0.135	0.002	0.004	0.000	0.011	0.001	0.003	0.045	0.000				
Feo:Mno	1.344	0.001	0.135	0.002	0.004	0.000	0.011	0.001	0.003	0.045	0.000				
Q (S)	1.041											60	62.47	Q (S)	
or (KAS6)	0.270	0.045						0.045				556	25.03	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.020	0.003						0.003				524	1.73	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.000	0.000					0.000					278	0.02	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000	0.000						0.000				436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)	0.087											102	8.88	C(A)	
ac(NFS4)	0.000	0.000					0.000					462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000						0.000					122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.000					0.000						116	0.00	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.000					0.000						100	0.00	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.000		0.000									132	0.00	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.011					0.011						100	1.13	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.001		0.001									132	0.18	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000		0.000									204	0.00	Ol fa(F2S)	
int(FF)		0.002	0.002									232	0.43	int(FF)	
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)	
il(FT)	0.001		0.001				0.000		0.000			152	0.09	il(FT)	
ap(CP)												310	0.05	ap(CP)	
Totals	1.344	0.001	0.135	0.002	0.004		0.011	0.001	0.003	0.045	0.000		100.00		

Sample	CK-41											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	76.09	0.03	12.71	0.13	0.12	0.02	0.23	0.06	2.90	6.53	0.02			
recast Fe	76.09	0.03	12.71	0.13	0.12	0.02	0.23	0.06	2.90	6.53	0.02			
recast 100	76.99	0.03	12.86	0.13	0.12	0.02	0.23	0.06	2.93	6.61	0.02			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.283	0.000	0.126	0.001	0.002	0.000	0.006	0.001	0.047	0.070	0.000	Mol.Wt	Norm	
Feo:Mno	1.283	0.000	0.126	0.001	0.002	0.000	0.006	0.001	0.047	0.070	0.000			
Q(S)	0.569											60	34.17	Q(S)
or (KAS6)	0.422	0.070										556	39.08	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.284	0.047										524	24.80	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.001	0.001					0.001					278	0.21	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000										436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.008										102	0.79	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000						0.000					100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.006						0.006					100	0.58	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.001			0.001								132	0.09	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000						0.000					140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.001	0.001									232	0.19	mt(FF)
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)
il(FT)		0.000		0.000								152	0.07	il(FT)
ap(CP)							0.000		0.000			310	0.04	ap(CP)
Totals	1.283	0.000	0.126	0.001	0.002		0.006	0.001	0.047	0.070	0.000		100.00	

Sample	CK-42A											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	77.00	0.05	12.60	0.26	0.23	0.01	0.15	0.29	4.35	4.08	0.01			
recast Fe	77.00	0.05	12.60	0.26	0.23	0.01	0.15	0.29	4.35	4.08	0.01			
recast 100	77.75	0.05	12.72	0.26	0.23	0.01	0.15	0.29	4.39	4.12	0.01			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.296	0.001	0.125	0.002	0.003	0.000	0.004	0.005	0.071	0.044	0.000	Mol.Wt	Norm	
Feo:Mno	1.296	0.001	0.125	0.002	0.003	0.000	0.004	0.005	0.071	0.044	0.000			
Q(S)	0.593											60	35.58	Q(S)
or (KAS6)	0.263	0.044						0.044				556	24.37	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.425	0.071					0.071					524	37.12	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.010	0.005				0.005						278	1.38	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000					0.000					436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000					0.000					284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.005										102	0.52	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000					462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000						0.000					122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000						0.000					100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.004					0.004						100	0.38	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.001			0.001								132	0.15	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.002	0.002									232	0.38	mt(FF)
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)
il(FT)		0.001		0.001				0.000				152	0.09	il(FT)
ap(CP)							0.000		0.000			310	0.03	ap(CP)
Totals	1.296	0.001	0.125	0.002	0.003		0.004	0.005	0.071	0.044	0.000		100.00	

Sample	CK-42B											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	69.38	0.37	14.41	1.40	1.26	0.05	1.01	1.52	4.24	3.48	0.12			
recast Fe	69.38	0.37	14.41	1.40	1.26	0.05	1.01	1.52	4.24	3.48	0.12			
recast 100	71.35	0.38	14.82	1.44	1.30	0.05	1.04	1.56	4.36	3.58	0.13			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.189	0.005	0.145	0.009	0.018	0.001	0.026	0.028	0.070	0.038	0.001	Mol.Wt	Norm	
Feo:Mno	1.189	0.005	0.145	0.009	0.019	0.000	0.026	0.028	0.070	0.038	0.001			
Q (S)	0.457											60	27.44	Q (S)
or (KAS6)	0.228	0.038										556	21.17	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.422	0.070										524	36.85	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.050	0.025					0.025					278	7.02	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000							0.000			436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.012										102	1.19	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000					0.000						100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.026						0.026					100	2.60	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.005			0.005								132	0.66	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.009	0.009									232	2.09	mt(FF)
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)
il(FT)	0.005			0.005								152	0.72	il(FT)
ap(CP)							0.003		0.001			310	0.28	ap(CP)
Totals	1.189	0.005	0.145	0.009	0.019		0.026	0.028	0.070	0.038	0.001		100.00	

Sample	CK-75											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	72.39	0.26	13.31	0.92	0.83	0.03	0.91	0.90	3.94	4.20	0.08			
recast Fe	72.39	0.26	13.31	0.92	0.83	0.03	0.91	0.90	3.94	4.20	0.08			
recast 100	74.04	0.26	13.61	0.94	0.85	0.03	0.93	0.92	4.03	4.30	0.08			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.234	0.003	0.133	0.006	0.012	0.000	0.023	0.016	0.065	0.046	0.001	Mol.Wt	Norm	
Feo:Mno	1.234	0.003	0.133	0.006	0.012	0.000	0.023	0.016	0.065	0.046	0.001			
Q (S)	0.514											60	30.85	Q (S)
or (KAS6)	0.274	0.046						0.046				556	25.41	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.390	0.065					0.065					524	34.06	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.029	0.015				0.015						278	4.10	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000					0.000					436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000					0.000					284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.008										102	0.82	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000					462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000						0.000					122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000					0.000						116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000				0.000							100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.023					0.023						100	2.33	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.003			0.003								132	0.40	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.006	0.006									232	1.36	mt(FF)
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)
il(FT)	0.003			0.003				0.002		0.001		152	0.50	il(FT)
ap(CP)												310	0.18	ap(CP)
Totals	1.234	0.003	0.133	0.006	0.012		0.023	0.016	0.065	0.046	0.001		100.00	

Sample	CK-44A										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	69.44	0.43	14.16	1.42	1.28	0.04	1.14	1.95	4.47	2.85	0.13
recast Fe	69.44	0.43	14.16	1.42	1.28	0.04	1.14	1.95	4.47	2.85	0.13
recast 100	71.36	0.44	14.55	1.46	1.32	0.04	1.17	2.00	4.59	2.93	0.14
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	1.189	0.005	0.143	0.009	0.018	0.001	0.029	0.036	0.074	0.031	0.001
Feo:Mno	1.189	0.005	0.143	0.009	0.019	0.000	0.029	0.036	0.074	0.031	0.001
Q (S)	0.458										
or (KAS6)	0.187		0.031								
ab (NAS6)	0.445		0.074								
an (CAS2)	0.066		0.033				0.033				
lc (KAS4)	0.000		0.000						0.000		
ne (NAS2)	0.000		0.000						0.000		
C(A)			0.004								
ac (NFS4)	0.000			0.000				0.000			
ns (NS)	0.000							0.000			
Di wo (CS)	0.000						0.000				
Di en (MS)	0.000						0.000				
Di fs (FS)	0.000			0.000							
Hy en (MS)	0.029						0.029				
Hy fs (FS)	0.004			0.004							
Ol fo (M2S)	0.000						0.000				
Ol fa (F2S)	0.000			0.000							
mt (FF)			0.009	0.009							
he (F)			0.000								
il (FT)	0.005			0.005							
ap (CP)							0.003		0.001		
Totals	1.189	0.005	0.143	0.009	0.019		0.029	0.036	0.074	0.031	0.001

Note
values are rounded
for display

Sample	GBD69										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	73.10	0.27	12.55	0.94	0.85	0.04	0.30	1.23	3.32	4.81	0.00
recast Fe	73.10	0.27	12.55	0.94	0.85	0.04	0.30	1.23	3.32	4.81	0.00
recast 100	75.05	0.28	12.88	0.97	0.87	0.04	0.31	1.26	3.41	4.94	0.00
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	1.251	0.003	0.126	0.006	0.012	0.001	0.008	0.023	0.055	0.053	0.000
Feo:Mno	1.251	0.003	0.126	0.006	0.013	0.000	0.008	0.023	0.055	0.053	0.000
Q (S)	0.554										
or (KAS6)	0.315		0.053					0.053			
ab (NAS6)	0.330		0.055				0.055				
an (CAS2)	0.038		0.019				0.019				
lc (KAS4)	0.000		0.000					0.000			
ne (NAS2)	0.000		0.000					0.000			
C(A)			0.000								
ac (NFS4)	0.000			0.000				0.000			
ns (NS)	0.000							0.000			
Di wo (CS)	0.004						0.004				
Di en (MS)	0.003						0.003				
Di fs (FS)	0.001			0.001							
Hy en (MS)	0.005						0.005				
Hy fs (FS)	0.002			0.002							
Ol fo (M2S)	0.000						0.000				
Ol fa (F2S)	0.000			0.000							
mt (FF)			0.006	0.006							
he (F)			0.000								
il (FT)	0.003			0.003							
ap (CP)							0.000		0.000		
Totals	1.251	0.003	0.126	0.006	0.013		0.008	0.023	0.055	0.053	0.000

Note
values are rounded
for display

Sample	GBD73										Note values are rounded for display	
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
wt%	75.80	0.21	12.73	0.78	0.70	0.02	0.16	0.41	3.60	4.54	0.00	
recast Fe	75.80	0.21	12.73	0.78	0.70	0.02	0.16	0.41	3.60	4.54	0.00	
recast 100	76.60	0.21	12.86	0.79	0.71	0.02	0.16	0.41	3.64	4.59	0.00	
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142	
mol.prop.	1.277	0.003	0.126	0.005	0.010	0.000	0.004	0.007	0.059	0.049	0.000	
Feo:Mno	1.277	0.003	0.126	0.005	0.010	0.000	0.004	0.007	0.059	0.049	0.000	
Q(S)	0.610									60	36.62	Q(S)
or (KAS6)	0.293	0.049							0.049	556	27.14	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.352	0.059						0.059		524	30.75	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.015	0.007					0.007			278	2.06	an (CAS2)
lc (KAS4)	0.000	0.000						0.000		436	0.00	lc (KAS4)
ne (NAS2)	0.000	0.000					0.000			284	0.00	ne (NAS2)
C(A)		0.011								102	1.15	C(A)
ac (NFS4)	0.000		0.000				0.000			462	0.00	ac (NFS4)
ns (NS)	0.000						0.000			122	0.00	ns (NS)
Di wo (CS)	0.000					0.000				116	0.00	Di wo (CS)
Di en (MS)	0.000				0.000					100	0.00	Di en (MS)
Di fs (FS)	0.000			0.000						132	0.00	Di fs (FS)
Hy en (MS)	0.004					0.004				100	0.40	Hy en (MS)
Hy fs (FS)	0.003			0.003						132	0.34	Hy fs (FS)
Ol fo (M2S)	0.000					0.000				140	0.00	Ol fo (M2S)
Ol fa (F2S)	0.000				0.000					204	0.00	Ol fa (F2S)
mt (FF)				0.005	0.005					232	1.14	mt (FF)
he (F)					0.000					160	0.00	he (F)
il (FT)		0.003			0.003					152	0.40	il (FT)
ap (CP)							0.000		0.000	310	0.00	ap (CP)
Totals	1.277	0.003	0.126	0.005	0.010		0.004	0.007	0.059	0.049	0.000	100.00

Sample	PI-45A										Note values are rounded for display	
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
wt%	75.40	0.17	12.29	0.97	0.87	0.03	0.24	0.40	3.27	4.55	0.04	
recast Fe	75.40	0.17	12.29	0.97	0.87	0.03	0.24	0.40	3.27	4.55	0.04	
recast 100	76.76	0.17	12.51	0.99	0.89	0.03	0.24	0.41	3.33	4.63	0.04	
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142	
mol.prop.	1.279	0.002	0.123	0.006	0.012	0.000	0.006	0.007	0.054	0.049	0.000	
Feo:Mno	1.279	0.002	0.123	0.006	0.013	0.000	0.006	0.007	0.054	0.049	0.000	
Q(S)	0.638									60	38.28	Q(S)
or (KAS6)	0.296	0.049								556	27.40	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.322	0.054							0.054	524	28.14	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.013	0.006					0.006			278	1.80	an (CAS2)
lc (KAS4)	0.000	0.000							0.000	436	0.00	lc (KAS4)
ne (NAS2)	0.000	0.000						0.000		284	0.00	ne (NAS2)
C(A)		0.013								102	1.35	C(A)
ac (NFS4)	0.000		0.000					0.000		462	0.00	ac (NFS4)
ns (NS)	0.000							0.000		122	0.00	ns (NS)
Di wo (CS)	0.000					0.000				116	0.00	Di wo (CS)
Di en (MS)	0.000					0.000				100	0.00	Di en (MS)
Di fs (FS)	0.000			0.000						132	0.00	Di fs (FS)
Hy en (MS)	0.006					0.006				100	0.61	Hy en (MS)
Hy fs (FS)	0.004			0.004						132	0.59	Hy fs (FS)
Ol fo (M2S)	0.000					0.000				140	0.00	Ol fo (M2S)
Ol fa (F2S)	0.000				0.000					204	0.00	Ol fa (F2S)
mt (FF)			0.006	0.006						232	1.43	mt (FF)
he (F)			0.000							160	0.00	he (F)
il (FT)		0.002			0.002					152	0.32	il (FT)
ap (CP)							0.001		0.000	310	0.08	ap (CP)
Totals	1.279	0.002	0.123	0.006	0.013		0.006	0.007	0.054	0.049	0.000	100.00

Sample	PI-45B										Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O				
wt%	74.27	0.26	12.76	0.81	0.73	0.03	0.22	0.55	3.64	5.10	0.04			
recast Fe	74.27	0.26	12.76	0.81	0.73	0.03	0.22	0.55	3.64	5.10	0.04			
recast 100	75.47	0.26	12.97	0.82	0.74	0.03	0.22	0.56	3.70	5.18	0.04			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.258	0.003	0.127	0.005	0.010	0.000	0.006	0.010	0.060	0.055	0.000			
Feo:Mno	1.258	0.003	0.127	0.005	0.011	0.000	0.006	0.010	0.060	0.055	0.000			
Q (S)	0.543										60	32.59	Q (S)	
or (KAS6)	0.331	0.055									556	30.65	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.358	0.060									524	31.26	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.018	0.009					0.009				278	2.51	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000	0.000							0.000		436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000			284	0.00	ne(NAS2)	
C(Α)	0.003										102	0.34	C(Α)	
ac(NFS4)	0.000	0.000						0.000			462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000							0.000			122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.000						0.000				116	0.00	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.000					0.000					100	0.00	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.000		0.000								132	0.00	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.006					0.006					100	0.56	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.002		0.002								132	0.30	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000					0.000					140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000			0.000							204	0.00	Ol fa(F2S)	
mt(FF)		0.005	0.005								232	1.19	mt(FF)	
he(F)		0.000									160	0.00	he(F)	
il(FT)	0.003		0.003								152	0.50	il(FT)	
ap(CP)							0.001		0.000		310	0.10	ap(CP)	
Totals	1.258	0.003	0.127	0.005	0.011		0.006	0.010	0.060	0.055	0.000		100.00	

Sample	PI-45C										Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O			
wt%	72.32	0.46	14.63	1.18	1.06	0.01	0.50	0.15	4.13	2.76	0.10		
recast Fe	72.32	0.46	14.63	1.18	1.06	0.01	0.50	0.15	4.13	2.76	0.10		
recast 100	74.33	0.47	15.04	1.21	1.09	0.01	0.51	0.15	4.24	2.84	0.10		
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142		
mol.prop.	1.239	0.006	0.147	0.008	0.015	0.000	0.013	0.003	0.068	0.030	0.001		
Feo:Mno	1.239	0.006	0.147	0.008	0.015	0.000	0.013	0.003	0.068	0.030	0.001	Mol.Wt	Norm
Q(S)	0.631											60	37.86
or (KAS6)	0.181		0.030									556	16.78
ab (NAS6)	0.411		0.068					0.068				524	35.87
an (CAS2)	0.001		0.001				0.001					278	0.18
lc (KAS4)	0.000		0.000						0.000			436	0.00
ne (NAS2)	0.000		0.000					0.000				284	0.00
C(A)		0.048										102	4.91
ac (NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00
ns (NS)	0.000							0.000				122	0.00
Di wo (CS)	0.000						0.000					116	0.00
Di en (MS)	0.000					0.000						100	0.00
Di fs (FS)	0.000			0.000								132	0.00
Hy en (MS)	0.013					0.013						100	1.28
Hy fs (FS)	0.002			0.002								132	0.24
Ol fo (M2S)	0.000				0.000							140	0.00
Ol fa (F2S)	0.000				0.000							204	0.00
mt (FF)		0.008	0.008									232	1.76
he (F)		0.000										160	0.00
il (FT)	0.006		0.006									152	0.90
ap (CP)							0.002		0.001			310	0.22
Totals	1.239	0.006	0.147	0.008	0.015		0.013	0.003	0.068	0.030	0.001		100.00

Sample	PI-45D										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	75.70	0.06	12.60	0.52	0.47	0.03	0.11	0.57	3.93	4.57	0.02
recast Fe	75.70	0.06	12.60	0.52	0.47	0.03	0.11	0.57	3.93	4.57	0.02
recast 100	76.79	0.06	12.78	0.53	0.48	0.03	0.11	0.58	3.99	4.64	0.02
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	1.280	0.001	0.125	0.003	0.007	0.000	0.003	0.010	0.064	0.049	0.000
Feo:Mno	1.280	0.001	0.125	0.003	0.007	0.000	0.003	0.010	0.064	0.049	0.000
Q (S)	0.572										
or (KAS6)	0.296		0.049					0.049			
ab (NAS6)	0.386		0.064					0.064			
an (CAS2)	0.020		0.010				0.010				
lc(KAS4)	0.000		0.000					0.000			
ne(NAS2)	0.000		0.000					0.000			
C(A)	0.002										
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000			
ns(NS)	0.000							0.000			
Di wo(CS)	0.000						0.000				
Di en(MS)	0.000						0.000				
Di fs(FS)	0.000			0.000							
Hy en(MS)	0.003						0.003				
Hy fs(FS)	0.003			0.003							
Ol fo(M2S)	0.000						0.000				
Ol fa(F2S)	0.000			0.000							
mt(FF)			0.003	0.003							
he(F)			0.000								
il(FT)		0.001		0.001							
ap(CP)							0.000	0.000			
Totals	1.280	0.001	0.125	0.003	0.007		0.003	0.010	0.064	0.049	0.000

Note
values are rounded
for display

Sample	PI-47										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	74.59	0.09	13.31	0.40	0.36	0.01	0.19	0.39	3.74	5.40	0.02
recast Fe	74.59	0.09	13.31	0.40	0.36	0.01	0.19	0.39	3.74	5.40	0.02
recast 100	75.73	0.09	13.51	0.41	0.37	0.01	0.19	0.40	3.80	5.48	0.02
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	1.262	0.001	0.132	0.003	0.005	0.000	0.005	0.007	0.061	0.058	0.000
Feo:Mno	1.262	0.001	0.132	0.003	0.005	0.000	0.005	0.007	0.061	0.058	0.000
Q (S)	0.525										
or (KAS6)	0.350		0.058				0.058				
ab (NAS6)	0.367		0.061				0.061				
an (CAS2)	0.013		0.007				0.007				
lc(KAS4)	0.000		0.000				0.000				
ne(NAS2)	0.000		0.000				0.000				
C(A)	0.006										
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000				
ns(NS)	0.000						0.000				
Di wo(CS)	0.000					0.000					
Di en(MS)	0.000					0.000					
Di fs(FS)	0.000			0.000							
Hy en(MS)	0.005					0.005					
Hy fs(FS)	0.002			0.002							
Ol fo(M2S)	0.000					0.000					
Ol fa(F2S)	0.000			0.000							
mt(FF)			0.003	0.003							
he(F)			0.000								
il(FT)		0.001		0.001							
ap(CP)						0.000	0.000				
Totals	1.262	0.001	0.132	0.003	0.005		0.005	0.007	0.061	0.058	0.000

Note
values are rounded
for display

Sample	PTO13A											Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	78.00	0.04	12.35	0.20	0.18	0.00	0.06	0.38	4.57	3.87	0.00				
recast Fe	78.00	0.04	12.35	0.20	0.18	0.00	0.06	0.38	4.57	3.87	0.00				
recast 100	78.27	0.04	12.39	0.20	0.18	0.00	0.06	0.38	4.59	3.88	0.00				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.305	0.001	0.121	0.001	0.003	0.000	0.002	0.007	0.074	0.041	0.000				
Feo:Mno	1.305	0.001	0.121	0.001	0.003	0.000	0.002	0.007	0.074	0.041	0.000				
Q (S)	0.597											60	35.85	Q (S)	
or (KAS6)	0.248		0.041									556	22.97	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.444		0.074									524	38.76	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.012		0.006					0.006				278	1.73	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000		0.000									436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000		0.000						0.000			284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)			0.000									102	0.00	C(A)	
ac(NFS4)	0.000			0.000					0.000			462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000								0.000			122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.001							0.001				116	0.07	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.000							0.000				100	0.04	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.03	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.001							0.001				100	0.11	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.001			0.001								132	0.08	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000							0.000				140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)	
mt(FF)				0.001	0.001							232	0.29	mt(FF)	
he(F)				0.000								160	0.00	he(F)	
il(FT)		0.001			0.001							152	0.08	il(FT)	
ap(CP)								0.000	0.000			310	0.00	ap(CP)	
Totals	1.305	0.001	0.121	0.001	0.003			0.002	0.007	0.074	0.041	0.000		100.00	

Sample	PTO13A3											Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	78.10	0.04	12.27	0.19	0.17	0.00	0.05	0.40	4.73	3.53	0.00				
recast Fe	78.10	0.04	12.27	0.19	0.17	0.00	0.05	0.40	4.73	3.53	0.00				
recast 100	78.50	0.04	12.33	0.19	0.17	0.00	0.05	0.40	4.75	3.55	0.00				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.308	0.001	0.121	0.001	0.002	0.000	0.001	0.007	0.077	0.038	0.000				
Feo:Mno	1.308	0.001	0.121	0.001	0.002	0.000	0.001	0.007	0.077	0.038	0.000				
Q (S)	0.606											60	36.37	Q (S)	
or (KAS6)	0.226		0.038									556	20.99	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.460		0.077					0.077				524	40.18	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.013		0.006					0.006				278	1.80	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000		0.000									436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000		0.000						0.000			284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)			0.000									102	0.00	C(A)	
ac(NFS4)	0.000			0.000					0.000			462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000								0.000			122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.001							0.001				116	0.08	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.000							0.000				100	0.04	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.03	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.001							0.001				100	0.08	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.000			0.000								132	0.06	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000							0.000				140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)	
mt(FF)				0.001	0.001							232	0.28	mt(FF)	
he(F)				0.000								160	0.00	he(F)	
il(FT)		0.001			0.001							152	0.08	il(FT)	
ap(CP)								0.000	0.000			310	0.00	ap(CP)	
Totals	1.308	0.001	0.121	0.001	0.002			0.001	0.007	0.077	0.038	0.000		100.00	

Sample	PTO13B											Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	78.46	0.03	12.12	0.17	0.15	0.00	0.03	0.40	4.36	3.69	0.00				
recast Fe	78.46	0.03	12.12	0.17	0.15	0.00	0.03	0.40	4.36	3.69	0.00				
recast 100	78.92	0.03	12.19	0.17	0.15	0.00	0.03	0.40	4.39	3.71	0.00				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.315	0.000	0.120	0.001	0.002	0.000	0.001	0.007	0.071	0.039	0.000				
Feo:Mno	1.315	0.000	0.120	0.001	0.002	0.000	0.001	0.007	0.071	0.039	0.000				
Q (S)	0.638											60	38.29	Q (S)	
or (KAS6)	0.237	0.039										556	21.95	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.424	0.071										524	37.07	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.014	0.007										278	2.00	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000	0.000										436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000	0.000										284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)		0.002										102	0.22	C(A)	
ac(NFS4)	0.000		0.000									462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000											122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.000							0.000				116	0.00	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.000							0.000				100	0.00	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.000				0.000							132	0.00	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.001							0.001				100	0.08	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.001					0.001						132	0.09	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000						0.000					140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000					0.000						204	0.00	Ol fa(F2S)	
mt(FF)				0.001	0.001							232	0.25	mt(FF)	
he(F)					0.000							160	0.00	he(F)	
il(FT)		0.000				0.000						152	0.06	il(FT)	
ap(CP)								0.000	0.000			310	0.00	ap(CP)	
Totals	1.315	0.000	0.120	0.001	0.002		0.001	0.007	0.071	0.039	0.000		100.00		

Sample	PTO13C											Note values are rounded for display			
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	72.10	0.25	13.12	0.92	0.83	0.04	0.60	2.08	3.97	4.00	0.00				
recast Fe	72.10	0.25	13.12	0.92	0.83	0.04	0.60	2.08	3.97	4.00	0.00				
recast 100	73.64	0.26	13.40	0.94	0.85	0.04	0.61	2.12	4.05	4.09	0.00				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.227	0.003	0.131	0.006	0.012	0.001	0.015	0.038	0.065	0.043	0.000				
Feo:Mno	1.227	0.003	0.131	0.006	0.012	0.000	0.015	0.038	0.065	0.043	0.000				
Q (S)	0.495											60	29.71	Q (S)	
or (KAS6)	0.261	0.043						0.043				556	24.16	or (KAS6)	
ab (NAS6)	0.392	0.065					0.065					524	34.27	ab (NAS6)	
an (CAS2)	0.045	0.023					0.023					278	6.26	an (CAS2)	
lc(KAS4)	0.000	0.000						0.000				436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)		0.000										102	0.00	C(A)	
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.015						0.015					116	1.79	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.013						0.013					100	1.27	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.003		0.003									132	0.36	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.003					0.003						100	0.26	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.001			0.001								132	0.07	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000				0.000							204	0.00	Ol fa(F2S)	
mt(FF)				0.006	0.006							232	1.36	mt(FF)	
he(F)					0.000							160	0.00	he(F)	
il(FT)		0.003			0.003			0.000		0.000		152	0.49	il(FT)	
ap(CP)												310	0.00	ap(CP)	
Totals	1.227	0.003	0.131	0.006	0.012		0.015	0.038	0.065	0.043	0.000		100.00		

Sample	SRT-11B										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	40.92	5.06	23.87	7.15	6.43	0.12	4.37	0.98	0.43	3.19	0.76
recast Fe	40.92	5.06	23.87	7.15	6.43	0.12	4.37	0.98	0.43	3.19	0.76
recast 100	43.87	5.43	25.59	7.66	6.89	0.13	4.68	1.05	0.46	3.42	0.82
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	0.731	0.068	0.251	0.048	0.096	0.002	0.117	0.019	0.007	0.036	0.006
Feo:Mno	0.731	0.068	0.251	0.048	0.098	0.000	0.117	0.019	0.007	0.036	0.006
Q(S)	0.348										
or(KAS6)	0.218		0.036								
ab(NAS6)	0.045		0.007					0.007			
an(CAS2)	0.003		0.002					0.002			
lc(KAS4)	0.000		0.000						0.000		
ne(NAS2)	0.000		0.000						0.000		
C(A)			0.206								
ac(NFS4)	0.000			0.000					0.000		
ns(NS)	0.000								0.000		
Di wo(CS)	0.000							0.000			
Di en(MS)	0.000						0.000				
Di fs(FS)	0.000			0.000							
Hy en(MS)	0.117						0.117				
Hy fs(FS)	0.000			0.000							
Ol fo(M2S)	0.000						0.000				
Ol fa(F2S)	0.000				0.000						
mt(FF)				0.030	0.030						
he(F)				0.018							
il(FT)		0.068			0.068						
ap(CP)							0.017		0.006		
Totals	0.731	0.068	0.251	0.048	0.098		0.117	0.019	0.007	0.036	0.006

Note
values are rounded
for display

Sample	SRT-2F										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	69.58	0.54	14.38	2.00	1.80	0.12	0.50	0.73	4.49	3.12	0.11
recast Fe	69.58	0.54	14.38	2.00	1.80	0.12	0.50	0.73	4.49	3.12	0.11
recast 100	71.46	0.55	14.77	2.05	1.85	0.12	0.51	0.75	4.61	3.20	0.12
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	1.191	0.007	0.145	0.013	0.026	0.002	0.013	0.013	0.074	0.034	0.001
Feo:Mno	1.191	0.007	0.145	0.013	0.027	0.000	0.013	0.013	0.074	0.034	0.001
Q(S)	0.498										
or(KAS6)	0.205		0.034					0.034			
ab(NAS6)	0.446		0.074				0.074				
an(CAS2)	0.022		0.011				0.011				
lc(KAS4)	0.000		0.000					0.000			
ne(NAS2)	0.000		0.000					0.000			
C(A)			0.025								
ac(NFS4)	0.000			0.000				0.000			
ns(NS)	0.000							0.000			
Di wo(CS)	0.000						0.000				
Di en(MS)	0.000						0.000				
Di fs(FS)	0.000			0.000							
Hy en(MS)	0.013						0.013				
Hy fs(FS)	0.008			0.008							
Ol fo(M2S)	0.000						0.000				
Ol fa(F2S)	0.000				0.000						
mt(FF)				0.013	0.013						
he(F)				0.000							
il(FT)		0.007			0.007			0.002		0.001	
ap(CP)											
Totals	1.191	0.007	0.145	0.013	0.027		0.013	0.013	0.074	0.034	0.001

Note
values are rounded
for display

Sample	SRT11A										Note values are rounded for display	
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
wt%	65.60	0.91	19.30	2.73	2.46	0.09	1.54	0.29	0.54	2.75	0.00	
recast Fe	65.60	0.91	19.30	2.73	2.46	0.09	1.54	0.29	0.54	2.75	0.00	
recast 100	68.19	0.95	20.06	2.84	2.56	0.09	1.60	0.30	0.56	2.86	0.00	
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142	
mol.prop.	1.136	0.012	0.197	0.018	0.036	0.001	0.040	0.005	0.009	0.030	0.000	
Feo:Mno	1.136	0.012	0.197	0.018	0.037	0.000	0.040	0.005	0.009	0.030	0.000	
Q (S)	0.842									60	50.50	Q (S)
or (KAS6)	0.182	0.030							0.030	556	16.91	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.054	0.009						0.009		524	4.74	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.011	0.005					0.005			278	1.50	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000						0.000		436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000					0.000			284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.152								102	15.49	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000			462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000						0.000			122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000					0.000				116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000				0.000					100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000						132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.040					0.040				100	4.00	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.007			0.007						132	0.96	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000				0.000					140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000				0.000					204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)			0.018	0.018						232	4.11	mt(FF)
he(F)				0.000						160	0.00	he(F)
il(FT)		0.012		0.012						152	1.80	il(FT)
ap(CP)						0.000		0.000		310	0.00	ap(CP)
Totals	1.136	0.012	0.197	0.018	0.037		0.040	0.005	0.009	0.030	0.000	100.00

Sample	SRT12B										Note values are rounded for display				
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
wt%	78.20	0.30	12.60	1.89	1.70	0.07	0.92	0.28	0.15	1.04	0.04				
recast Fe	78.20	0.30	12.60	1.89	1.70	0.07	0.92	0.28	0.15	1.04	0.04				
recast 100	80.46	0.31	12.96	1.94	1.75	0.07	0.95	0.29	0.15	1.07	0.04				
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142				
mol.prop.	1.341	0.004	0.127	0.012	0.024	0.001	0.024	0.005	0.002	0.011	0.000				
Feo:Mno	1.341	0.004	0.127	0.012	0.025	0.000	0.024	0.005	0.002	0.011	0.000				
Q(S)	1.216											60	72.98	Q(S)	
or(KAS6)	0.068		0.011									556	6.33	or(KAS6)	
ab(NAS6)	0.015		0.002					0.002				524	1.30	ab(NAS6)	
an(CAS2)	0.009		0.004				0.004					278	1.19	an(CAS2)	
lc(KAS4)	0.000		0.000						0.000			436	0.00	lc(KAS4)	
ne(NAS2)	0.000		0.000					0.000				284	0.00	ne(NAS2)	
C(A)		0.109										102	11.11	C(A)	
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00	ac(NFS4)	
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)	
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00	Di wo(CS)	
Di en(MS)	0.000					0.000						100	0.00	Di en(MS)	
Di fs(FS)	0.000		0.000									132	0.00	Di fs(FS)	
Hy en(MS)	0.024					0.024						100	2.37	Hy en(MS)	
Hy fs(FS)	0.009		0.009									132	1.22	Hy fs(FS)	
Ol fo(M2S)	0.000				0.000							140	0.00	Ol fo(M2S)	
Ol fa(F2S)	0.000		0.000									204	0.00	Ol fa(F2S)	
mt(FF)		0.012	0.012									232	2.82	mt(FF)	
he(F)		0.000										160	0.00	he(F)	
il(FT)	0.004		0.004									152	0.59	il(FT)	
ap(CP)							0.001		0.000			310	0.09	ap(CP)	
Totals	1.341	0.004	0.127	0.012	0.025		0.024	0.005	0.002	0.011	0.000			100.00	

Sample	SRT12C										Note values are rounded for display	
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	
wt%	75.70	0.57	14.10	1.77	1.59	0.06	1.09	0.30	0.21	1.66	0.00	
recast Fe	75.70	0.57	14.10	1.77	1.59	0.06	1.09	0.30	0.21	1.66	0.00	
recast 100	78.00	0.59	14.53	1.82	1.64	0.06	1.12	0.31	0.22	1.71	0.00	
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142	
mol.prop.	1.300	0.007	0.142	0.011	0.023	0.001	0.028	0.006	0.003	0.018	0.000	
Feo:Mno	1.300	0.007	0.142	0.011	0.024	0.000	0.028	0.006	0.003	0.018	0.000	
Q(S)	1.126									60	67.55	Q(S)
or (KAS6)	0.109	0.018							0.018	556	10.12	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.021	0.003						0.003		524	1.83	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.011	0.006					0.006			278	1.53	an (CAS2)
lc (KAS4)	0.000	0.000							0.000	436	0.00	lc (KAS4)
ne (NAS2)	0.000	0.000						0.000		284	0.00	ne (NAS2)
C(A)		0.115								102	11.75	C(A)
ac (NFS4)	0.000		0.000					0.000		462	0.00	ac (NFS4)
ns (NS)	0.000							0.000		122	0.00	ns (NS)
Di wo (CS)	0.000						0.000			116	0.00	Di wo (CS)
Di en (MS)	0.000					0.000				100	0.00	Di en (MS)
Di fs (FS)	0.000			0.000						132	0.00	Di fs (FS)
Hy en (MS)	0.028					0.028				100	2.81	Hy en (MS)
Hy fs (FS)	0.005			0.005						132	0.65	Hy fs (FS)
Ol fo (M2S)	0.000					0.000				140	0.00	Ol fo (M2S)
Ol fa (F2S)	0.000				0.000					204	0.00	Ol fa (F2S)
mt (FF)				0.011	0.011					232	2.64	mt (FF)
he (F)					0.000					160	0.00	he (F)
il (FT)		0.007			0.007					152	1.12	il (FT)
ap (CP)							0.000		0.000	310	0.00	ap (CP)
Totals	1.300	0.007	0.142	0.011	0.024		0.028	0.006	0.003	0.018	0.000	100.00

Sample	SRT2BII										Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		
wt%	75.96	0.08	12.35	0.59	0.53	0.02	0.18	0.05	3.24	5.22	0.02		
recast Fe	75.96	0.08	12.35	0.59	0.53	0.02	0.18	0.05	3.24	5.22	0.02		
recast 100	77.33	0.08	12.57	0.60	0.54	0.02	0.18	0.05	3.30	5.31	0.02		
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142		
mol.prop.	1.289	0.001	0.123	0.004	0.007	0.000	0.005	0.001	0.053	0.057	0.000		
Feo:Mno	1.289	0.001	0.123	0.004	0.008	0.000	0.005	0.001	0.053	0.057	0.000	Mol.Wt	Norm
Q(S)	0.622											60	37.30
or(KAS6)	0.339	0.057										556	31.43
ab(NAS6)	0.319	0.053						0.053				524	27.88
an(CAS2)	0.001	0.001					0.001					278	0.16
lc(KAS4)	0.000	0.000						0.000				436	0.00
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00
C(A)		0.013										102	1.32
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00
Di en(MS)	0.000						0.000					100	0.00
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00
Hy en(MS)	0.005						0.005					100	0.46
Hy fs(FS)	0.003			0.003								132	0.39
Ol fo(M2S)	0.000						0.000					140	0.00
Ol fa(F2S)	0.000				0.000							204	0.00
mt(FF)				0.004	0.004							232	0.87
he(F)					0.000							160	0.00
il(FT)		0.001			0.001							152	0.15
ap(CP)							0.000		0.000			310	0.04
Totals	1.289	0.001	0.123	0.004	0.008		0.005	0.001	0.053	0.057	0.000		100.00

Sample	SRT4A										Note values are rounded for display	
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O		
wt%	75.40	0.22	12.10	0.98	0.88	0.06	0.10	0.58	3.49	4.73	0.00	
recast Fe	75.40	0.22	12.10	0.98	0.88	0.06	0.10	0.58	3.49	4.73	0.00	
recast 100	76.52	0.22	12.28	0.99	0.89	0.06	0.10	0.59	3.54	4.80	0.00	
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142	
mol.prop.	1.275	0.003	0.120	0.006	0.012	0.001	0.003	0.011	0.057	0.051	0.000	
Feo:Mno	1.275	0.003	0.120	0.006	0.013	0.000	0.003	0.011	0.057	0.051	0.000	
Q(S)	0.598									60	35.90	
or(KAS6)	0.306	0.051								556	28.39	
ab(NAS6)	0.343	0.057						0.057		524	29.93	
an(CAS2)	0.021	0.011					0.011			278	2.92	
lc(KAS4)	0.000	0.000							0.000	436	0.00	
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000		284	0.00	
C(A)		0.002								102	0.17	
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000		462	0.00	
ns(NS)	0.000							0.000		122	0.00	
Di wo(CS)	0.000						0.000			116	0.00	
Di en(MS)	0.000					0.000				100	0.00	
Di fs(FS)	0.000			0.000						132	0.00	
Hy en(MS)	0.003					0.003				100	0.25	
Hy fs(FS)	0.004			0.004						132	0.56	
Ol fo(M2S)	0.000					0.000				140	0.00	
Ol fa(F2S)	0.000				0.000					204	0.00	
mt(FF)		0.006	0.006							232	1.44	
he(F)		0.000								160	0.00	
il(FT)	0.003		0.003							152	0.42	
ap(CP)						0.000		0.000		310	0.00	
Totals	1.275	0.003	0.120	0.006	0.013		0.003	0.011	0.057	0.051	0.000	100.00

Sample	SRT4B											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	75.50	0.26	11.70	1.13	1.02	0.07	0.15	0.54	3.28	4.14	0.00			
recast Fe	75.50	0.26	11.70	1.13	1.02	0.07	0.15	0.54	3.28	4.14	0.00			
recast 100	77.20	0.27	11.96	1.16	1.04	0.07	0.15	0.55	3.35	4.23	0.00			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.287	0.003	0.117	0.007	0.014	0.001	0.004	0.010	0.054	0.045	0.000			
Feo:Mno	1.287	0.003	0.117	0.007	0.016	0.000	0.004	0.010	0.054	0.045	0.000			
Q (S)	0.663											60	39.80	Q (S)
or (KAS6)	0.270	0.045										556	25.04	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.325	0.054										524	28.35	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.020	0.010					0.010					278	2.74	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000						0.000				436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000						0.000				284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.008										102	0.85	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000					0.000				462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000							0.000				122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000						0.000					116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000						0.000					100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.004						0.004					100	0.38	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.005			0.005								132	0.66	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000						0.000					140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)			0.007	0.007								232	1.68	mt(FF)
he(F)			0.000									160	0.00	he(F)
il(FT)	0.003		0.003									152	0.51	il(FT)
ap(CP)							0.000	0.000				310	0.00	ap(CP)
Totals	1.287	0.003	0.117	0.007	0.016		0.004	0.010	0.054	0.045	0.000		100.00	

Sample	SRT4C											Note values are rounded for display		
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅			
wt%	75.04	0.27	11.88	1.31	1.18	0.06	0.14	0.64	3.14	4.24	0.00			
recast Fe	75.04	0.27	11.88	1.31	1.18	0.06	0.14	0.64	3.14	4.24	0.00			
recast 100	76.65	0.28	12.13	1.34	1.21	0.06	0.14	0.65	3.21	4.33	0.00			
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142			
mol.prop.	1.277	0.003	0.119	0.008	0.017	0.001	0.004	0.012	0.052	0.046	0.000			
Feo:Mno	1.277	0.003	0.119	0.008	0.018	0.000	0.004	0.012	0.052	0.046	0.000			
Q (S)	0.658											60	39.47	Q (S)
or (KAS6)	0.276	0.046						0.046				556	25.62	or (KAS6)
ab (NAS6)	0.310	0.052					0.052					524	27.11	ab (NAS6)
an (CAS2)	0.023	0.012				0.012						278	3.25	an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000					0.000					436	0.00	lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000					0.000					284	0.00	ne(NAS2)
C(A)		0.009										102	0.97	C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000					462	0.00	ac(NFS4)
ns(NS)	0.000						0.000					122	0.00	ns(NS)
Di wo(CS)	0.000					0.000						116	0.00	Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000					0.000						100	0.00	Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000								132	0.00	Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.004					0.004						100	0.36	Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.006			0.006								132	0.77	Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000					0.000						140	0.00	Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000								204	0.00	Ol fa(F2S)
mt(FF)			0.008	0.008								232	1.94	mt(FF)
he(F)			0.000									160	0.00	he(F)
il(FT)	0.003		0.003				0.000	0.000				152	0.52	il(FT)
ap(CP)												310	0.00	ap(CP)
Totals	1.277	0.003	0.119	0.008	0.018		0.004	0.012	0.052	0.046	0.000		100.00	

Sample	SRT4DI										
Oxides	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
wt%	76.50	0.29	11.38	1.24	1.12	0.06	0.14	0.58	2.87	4.16	0.00
recast Fe	76.50	0.29	11.38	1.24	1.12	0.06	0.14	0.58	2.87	4.16	0.00
recast 100	77.79	0.29	11.57	1.26	1.14	0.06	0.14	0.59	2.92	4.23	0.00
mol.wt.	60	80	102	160	72	71	40	56	62	94	142
mol.prop.	1.296	0.004	0.113	0.008	0.016	0.001	0.004	0.011	0.047	0.045	0.000
Feo:Mno	1.296	0.004	0.113	0.008	0.017	0.000	0.004	0.011	0.047	0.045	0.000
Q (S)	0.714									60	42.86 Q (S)
or (KAS6)	0.270	0.045						0.045		556	25.02 or (KAS6)
ab (NAS6)	0.282	0.047					0.047			524	24.66 ab (NAS6)
an (CAS2)	0.021	0.011				0.011				278	2.93 an (CAS2)
lc(KAS4)	0.000	0.000					0.000			436	0.00 lc(KAS4)
ne(NAS2)	0.000	0.000					0.000			284	0.00 ne(NAS2)
C(A)		0.011								102	1.11 C(A)
ac(NFS4)	0.000		0.000				0.000			462	0.00 ac(NFS4)
ns(NS)	0.000						0.000			122	0.00 ns(NS)
Di wo(CS)	0.000				0.000					116	0.00 Di wo(CS)
Di en(MS)	0.000				0.000					100	0.00 Di en(MS)
Di fs(FS)	0.000			0.000						132	0.00 Di fs(FS)
Hy en(MS)	0.004				0.004					100	0.36 Hy en(MS)
Hy fs(FS)	0.005			0.005						132	0.68 Hy fs(FS)
Ol fo(M2S)	0.000				0.000					140	0.00 Ol fo(M2S)
Ol fa(F2S)	0.000			0.000						204	0.00 Ol fa(F2S)
mt(FF)		0.008	0.008							232	1.83 mt(FF)
he(F)		0.000								160	0.00 he(F)
il(FT)	0.004		0.004							152	0.56 il(FT)
ap(CP)					0.000		0.000			310	0.00 ap(CP)
Totals	1.296	0.004	0.113	0.008	0.017		0.004	0.011	0.047	0.045	0.000
											100.00

Note
values are rounded
for display

ANEXO 4

Dados Geoquímicos Obtidos por Análises via FRX

		BTX277	PTO13A	PTO13A3	PTO13B	PTO13C	PTO13D1
TOTAL	%	99.8	100.3	100.2	100.0	100.1	99.8
LOI	%	1.9	0.5	0.7	0.6	2.0	1.8
SIO2	%	72.30	78.00	78.10	78.46	72.10	71.30
TIO2	%	0.280	0.040	0.040	0.030	0.250	0.310
AL2O3	%	13.20	12.35	12.27	12.12	13.12	13.61
FE2O3T	%	2.00	0.39	0.38	0.33	1.83	2.14
MNO	%	0.034	0.0041	0.0044	0.0037	0.0395	0.0392
MGO	%	0.61	0.06	0.05	0.03	0.60	0.71
CAO	%	1.56	0.38	0.40	0.40	2.08	1.56
NA2O	%	4.07	4.57	4.73	4.36	3.97	4.96
K2O	%	3.79	3.87	3.53	3.69	4.00	3.27
P2O5	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AS	ppm	0	6	0	5	0	9
BA	ppm	417	150	119	110	655	502
CE	ppm	44	1	13	25	53	61
CL	ppm	0	0	0	0	0	0
CO	ppm	6	0	4	0	3	10
CR	ppm	16	22	23	12	27	33
CS	ppm	15	5	44	15	16	37
CU	ppm	14	10	8	6	5	4
GA	ppm	13	12	18	15	15	17
LA	ppm	0	0	0	0	20	13
NB	ppm	7	6	5	7	9	11
ND	ppm	18	35	16	0	0	0
NI	ppm	9	3	1	1	5	9
PB	ppm	8	22	18	6	6	8
RB	ppm	100	120	107	97	92	85
S	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SN	ppm	0	14	0	7	8	0
SR	ppm	160	71	73	46	188	150
TA	ppm	0	0	6	0	0	0
TH	ppm	1	31	35	17	8	8
U	ppm	0	3	0	0	0	0
V	ppm	20	0	8	7	4	14
W	ppm	0	0	0	0	0	0
Y	ppm	18	8	7	5	23	25
ZN	ppm	38	4	0	3	33	36
ZR	ppm	127	64	49	42	125	135

		PTO13D2	SRT4C	SRT4DI	SRT11A	SRT4A	SRT4B
TOTAL	%	100.2	99.2	99.8	99.8	99.7	99.1
LOI	%	1.0	1.2	1.2	3.3	1.0	1.1
SIO2	%	78.19	75.04	76.50	65.6	75.4	75.5
TIO2	%	0.060	0.270	0.290	0.91	0.22	0.26
AL2O3	%	11.21	11.88	11.38	19.3	12.1	11.7
FE2O3T	%	0.48	2.62	2.47	5.45	1.96	2.26
MNO	%	0.0146	0.0628	0.0631	0.0886	0.0598	0.0719
MGO	%	0.14	0.14	0.14	1.54	0.10	0.15
CAO	%	0.91	0.64	0.58	0.29	0.58	0.54
NA2O	%	2.97	3.14	2.87	0.54	3.49	3.28
K2O	%	5.06	4.24	4.16	2.75	4.73	4.14
P2O5	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AS	ppm	0	0	0	9	0	2
BA	ppm	474	344	337	624	350	327
CE	ppm	20	277	266	67	163	258
CL	ppm	0	0	0	0	0	0
CO	ppm	6	0	0	15	0	0
CR	ppm	9	0	5	265	0	0
CS	ppm	30	0	2	6	0	0
CU	ppm	6					
GA	ppm	6	22	16	25	16	20
LA	ppm	0	150	171	22	71	156
NB	ppm	3	99	88	14	88	104
ND	ppm	0	95	127	37	63	121
NI	ppm	4	0	2	53	2	4
PB	ppm	5	28	21	28	29	25
RB	ppm	115	289	251	116	287	276
S	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SN	ppm	0	25	5	0	20	10
SR	ppm	99	59	62	155	50	52
TA	ppm	1	0	0	0	0	0
TH	ppm	0	47	38	11	44	50
U	ppm	0	0	4	0	11	3
V	ppm	2	7	1	116	3	0
W	ppm	0					
Y	ppm	3	45	36	35	38	47
ZN	ppm	2	53	39	50	49	52
ZR	ppm	8	289	276	195	212	277

		SRT12B	SRT12C	GBD69	GBD73	PI-47	PI-45A
TOTAL	%	99.8	99.7	99.1	99.8	99.03	99.09
LOI	%	2.3	2.3	1.5	0.7	0.51	0.78
SIO2	%	78.2	75.7	73.1	75.8	74.59	75.40
TIO2	%	0.30	0.57	0.27	0.21	0.086	0.166
AL2O3	%	12.6	14.1	12.55	12.73	13.31	12.29
FE2O3T	%	3.77	3.54	1.87	1.55	0.79	1.93
MNO	%	0.0667	0.0605	0.0373	0.0207	0.009	0.031
MGO	%	0.92	1.09	0.30	0.16	0.19	0.24
CAO	%	0.28	0.30	1.23	0.41	0.39	0.40
NA2O	%	0.15	0.21	3.32	3.60	3.74	3.27
K2O	%	1.04	1.66	4.81	4.54	5.40	4.55
P2O5	%	0.040	0.000	0.000	0.000	0.018	0.037
F	%	0.0	0.0	0.0	0.0		
AS	ppm	2	0	0	5		
BA	ppm	182	458	465	135	101	298
CE	ppm	153	58	96	408	127	210
CL	ppm	0	0	0	0		
CO	ppm	4	9	0	0		
CR	ppm	104	208	7	9		4
CS	ppm	0	0	0	8		
CU	ppm						10
GA	ppm	19	13	16	26	25	26
LA	ppm	78	0	52	233	47	183
NB	ppm	62	13	64	80	100	129
ND	ppm	44	9	50	150	31	62
NI	ppm	35	57	5	11	5	
PB	ppm	17	17	16	22	40	41
RB	ppm	46	76	193	220	254	297
S	%	0.000	0.000	0.000	0.000	88	92
SN	ppm	2	11	17	2		
SR	ppm	107	127	114	38	53	71
TA	ppm	0	0	0	0		
TH	ppm	38	9	35	130	59	35
U	ppm	18	7	4	12	7	8
V	ppm	54	67	8	0	5	2
W	ppm						
Y	ppm	52	17	40	70	75	73
ZN	ppm	75	74	25	17	15	35
ZR	ppm	253	241	201	222	188	242

		BTXTTG	BTX275A	CK-37	CK-41	CK-42A	CK-42B
TOTAL	%	99.48	99.38	99.59	99.25	99.41	99.28
LOI	%	2.97	0.69	1.96	0.40	0.36	1.91
SIO2	%	68.93	74.67	78.70	76.09	77.00	69.38
TIO2	%	0.391	0.221	0.044	0.034	0.049	0.368
AL2O3	%	13.51	13.10	13.49	12.71	12.60	14.41
FE2O3T	%	2.92	1.58	0.57	0.26	0.51	2.79
MNO	%	0.054	0.110	0.005	0.016	0.011	0.052
MGO	%	1.03	0.78	0.44	0.23	0.15	1.01
CAO	%	2.73	0.21	0.03	0.06	0.29	1.52
NA2O	%	3.95	4.69	0.20	2.90	4.35	4.24
K2O	%	2.86	3.26	4.13	6.53	4.08	3.48
P2O5	%	0.134	0.070	0.022	0.016	0.012	0.123
F	%	689		720		263	823
AS	ppm						
BA	ppm	537	396	316	143	56	680
CE	ppm	41	20				34
CL	ppm						
CO	ppm	7	3				5
CR	ppm	9					10
CS	ppm						
CU	ppm	7	3	3	3	4	3
GA	ppm	17	17	22	16	21	19
LA	ppm	25					55
NB	ppm	12	14	38	6	23	13
ND	ppm	24	10				25
NI	ppm	6	5	4	2	1	7
PB	ppm	28	24	27	24	22	23
RB	ppm	86	49	143	177	168	89
S	%						
SN	ppm						
SR	ppm	258	74	13	27	29	186
TA	ppm						
TH	ppm	4	4	16	4	15	8
U	ppm	3	5	14		7	5
V	ppm	38	16	20		8	33
W	ppm						
Y	ppm	25	19	73	8	22	32
ZN	ppm	55	16	10	6	6	58
ZR	ppm	145	93	97	24	80	153

		CK-44A	CK-75	PI-45B	PI-45C	PI-45D	SRT2BII
TOTAL	%	99.63	99.27	99.20	99.13	99.30	98.90
LOI	%	2.19	1.42	0.72	1.71	0.68	0.62
SIO2	%	69.44	72.39	74.27	72.32	75.70	75.96
TIO2	%	0.426	0.259	0.259	0.459	0.063	0.079
AL2O3	%	14.16	13.31	12.76	14.63	12.60	12.35
FE2O3T	%	2.83	1.83	1.61	2.36	1.03	1.17
MNO	%	0.042	0.028	0.026	0.013	0.033	0.016
MGO	%	1.14	0.91	0.22	0.50	0.11	0.18
CAO	%	1.95	0.90	0.55	0.15	0.57	0.05
NA2O	%	4.47	3.94	3.64	4.13	3.93	3.24
K2O	%	2.85	4.20	5.10	2.76	4.57	5.22
P2O5	%	0.132	0.079	0.044	0.097	0.017	0.016
F	%	553	390	3676	2095	4538	803
AS	ppm						
BA	ppm	612	621	535	523	79	284
CE	ppm	64	37	184	305	82	87
CL	ppm						
CO	ppm	7	4		5		
CR	ppm	7					
CS	ppm						
CU	ppm	16	2	3	6		2
GA	ppm	19	18	20	22	30	28
LA	ppm	47	41	118	370	29	120
NB	ppm	13	14	84	77	210	215
ND	ppm	33	34	50	186	33	101
NI	ppm	8	7	3	5	1	3
PB	ppm	26	23	17	28	21	12
RB	ppm	82	83	244	345	265	301
S	%						
SN	ppm						
SR	ppm	262	90	80	68	22	28
TA	ppm						
TH	ppm	10	7	32	1	70	62
U	ppm	4	5	3	51	9	12
V	ppm	41	24	11	31		
W	ppm						
Y	ppm	35	41	38	112	78	141
ZN	ppm	56	23	25	50	20	13
ZR	ppm	165	120	211	278	202	210

		SRT2BIII	SRT-2F	SRT-03	SRT-10	SRT-11B
TOTAL	%	99.60	99.27	98.81	99.55	99.30
LOI	%	0.84	1.71	0.63	2.22	5.30
SIO2	%	76.08	69.58	75.98	78.03	40.92
TIO2	%	0.086	0.537	0.076	0.499	5.061
AL2O3	%	12.74	14.38	12.09	12.13	23.87
FE2O3T	%	0.85	3.99	0.98	3.92	14.29
MNO	%	0.011	0.120	0.006	0.069	0.124
MGO	%	0.17	0.50	0.13	1.20	4.37
CAO	%	0.04	0.73	0.40	0.06	0.98
NA2O	%	3.68	4.49	3.19	0.28	0.43
K2O	%	4.48	3.12	5.31	1.07	3.19
P2O5	%	0.018	0.114	0.017	0.071	0.761
F	%	764	2333	3024	949	3071
AS	ppm					
BA	ppm	269	287	136	203	594
CE	ppm	27	95	84	56	124
CL	ppm					
CO	ppm		4		10	46
CR	ppm		5		131	77
CS	ppm					
CU	ppm	2	2	2	10	24
GA	ppm	25	24	27	13	34
LA	ppm		52	46	29	61
NB	ppm	113	67	175	9	96
ND	ppm		35	40	23	55
NI	ppm	2	4	1	63	112
PB	ppm	23	8	23	28	21
RB	ppm	208	316	288	44	143
S	%					565
SN	ppm					
SR	ppm	45	89	23	60	154
TA	ppm					
TH	ppm	80	28	52	6	1
U	ppm	6	6	9	3	10
V	ppm		39		69	481
W	ppm					
Y	ppm	40	49	63	32	45
ZN	ppm	10	39	17	54	107
ZR	ppm	192	316	154	143	252

ANEXO 5

Dados Geoquímicos Obtidos por Análises via ICP-MS

SAMPLE	CK-02	Pto13-A1	Pto13-A3	Pto13-B	Pto13-C	Pto13-DI	Pto13-DII
Pb	29.43	14.68	10.19	2.75	7.126	7.019	6.33
Hg	0.05	0.05	0.19	0.05	0.05	0.15	0.24
Cd	0.313	0.152	0.042	0.11	0.068	0.003	0.128
Ag	0.175	0.181	0.087	0.1	0.063	0.128	0.141
Be	1.97	5.23	3.06	4.12	2.05	2.13	1.74
Ba	484.3	132.6	111	97.5	683.6	504.1	516.1
Sc	5.62	1.24	1.03	1.08	3.12	3.98	0.74
Sb	0.12	0.07	0.08	0.05	0.05	0.06	0.05
Nb	10.52	11.38	9.341	10.08	7.339	7.472	2.975
Al	62390	55870	52670	49980	73060	61050	47250
Ni	68	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	191
Bi	0.02	0.134	0.057	0.11	0.001	0.001	0.001
Th	8.755	28.81	29.88	15.17	11.08	10.25	2.556
U	2.495	7.628	6.262	3.622	3.017	2.433	0.399
Li	24.4	0.7	0.3	0.5	8.6	10.5	2.6
Na	46500	39580	44350	36160	44260	40400	24130
K	15640	32790	33970	31480	49580	26950	45900
Zr	133.6	84.29	64.55	52.02	116.8	115.4	8.95
Y	30.79	10.09	7.81	6.84	24.81	23.21	7.22
Rb	38.55	111.5	101.5	88.37	85.52	86.76	127.3
Mo	22	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	34.28
Ca	16510	1787	2077	1900	14060	10580	6476
Mg	6493	520	486	451	3887	4861	1093
Ru	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Cr	200	1	1	1	1	1	170
Fe	22660	2295	1775	1687	12830	14990	4706
Mn	303	26	25	18	275	286	133
Cu	274	1	0.2	0.2	0.2	240	243
Zn	105	3	0.6	12	36	117	16
Co	7.61	0.01	0.01	0.01	2.89	4.93	3.62
Sr	172.1	64.05	56.33	38.35	182.5	148.6	106.4
Se	0.84	1.98	0.97	0.07	0.6	0.78	1.2
Ga	18.44	18.01	15.31	17.96	18.77	17.85	12.14
Rh	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Cs	0.52	3.63	3.31	1.94	1.61	1.62	2.09
W	1.52	0.01	0.01	0.01	0.01	0.32	0.82
Sn	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Te	0.2	0.05	0.36	0.2	0.07	0.04	0.84
Ta	1.43	1.39	0.97	0.99	0.85	0.84	0.31
La	34.72	1.76	1.71	2.55	30.1	36.45	5.35
Ce	61.95	5.1	3.46	4.78	54.62	70.71	5.61
Pr	7.69	0.46	0.4	0.72	6.39	8.18	0.94
Nd	28.05	2.02	1.52	2.26	24.01	28.02	3.32
Sm	5.88	0.56	0.48	0.57	5.16	4.92	0.99
Eu	1.38	0.23	0.18	0.2	1.28	1.24	0.47
Gd	6.15	0.93	0.51	0.65	5.3	5.81	0.92
Tb	1.08	0.19	0.13	0.11	0.7	0.82	0.17
Dy	5.67	1.31	1	1.02	4.19	4.57	1.22
Ho	1.25	0.33	0.24	0.24	0.81	0.84	0.23
Er	3.63	1.27	0.94	0.72	2.67	2.8	0.64
Tm	0.49	0.25	0.19	0.16	0.38	0.34	0.1
Yb	3.38	2.37	2.07	1.63	2.93	2.9	0.85
Lu	0.49	0.5	0.41	0.32	0.43	0.4	0.11
Hf	6.91	8.81	6.24	5.64	6.94	6.17	0.82
Re	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Os	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ir	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
Pt	0.09	0.14	0.05	0.05	0.05	0.11	0.05
Au	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.21
Pd	1.62	0.49	0.63	0.34	1.29	1.39	0.58
Ge	1.12	1.35	0.92	0.77	1.15	0.83	0.99

SAMPLE	BTX-174A1	BTX-174G1	BTX-277	BTX-183/2	PI-47	PI-45A	GBD-69
Pb	20.74	14.26	9.482	38.75	11.46	18.5	12.27
Hg	0.69	0.33	0.05	1.26	0.05	0.2	7.47
Cd	0.148	0.329	0.189	0.247	0.081	0.305	0.199
Ag	2.524	2.097	0.078	2.291	0.838	1.209	0.79
Be	8.32	7.96	2.46	3.55	6.05	8.41	8.8
Ba	67.3	43.3	448.8	41.3	131.6	320.9	514.2
Sc	0.52	0.38	3.34	0.36	0.72	2.32	3
Sb	0.95	1.31	0.18	1.02	0.33	0.41	0.54
Nb	271.4	214.2	10.94	221.2	83.56	128.6	76.91
Al	66820	56950	58790	63870	61590	56020	57870
Ni	0.1	1351	346	545	9	0.1	2
Bi	0.045	0.044	0.017	0.244	0.033	0.067	0.027
Th	65.74	48.56	5.962	60.68	68.56	37.01	41.42
U	3.973	3.663	1.877	17.28	7.901	5.949	7.266
Li	7.9	6.4	12	4	6.2	17.6	18.8
Na	39150	32210	30350	27130	33080	28770	25760
K	49010	39840	28510	59820	52240	43480	40350
Zr	228.3	183.9	101.4	159.8	149.2	191.9	206.3
Y	66.38	73.98	22.38	52.81	51.75	56.96	35.87
Rb	282.9	354.3	100.1	363.2	231.3	285.5	236.4
Mo	0.01	345.3	83.96	154.8	5.3	11.4	5.08
Ca	1499	3535	10630	3633	3182	3335	7399
Mg	260	211	4082	253	711	1055	2474
Ru	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.06
Cr	1	1604	377	671	1	1	30
Fe	5734	13170	16760	10620	6092	14950	15760
Mn	44	179	288	121	49	233	298
Cu	51	60	20	24	4	2	2
Zn	83	36	52	36	19	49	37
Co	0.01	16.27	8.56	6.96	0.78	2.31	17.3
Sr	23.81	35.33	173.8	21.12	33.3	47.81	112.1
Se	3.08	1.99	0.58	2.81	2.32	1.37	2.16
Ga	37.1	33.35	18.17	28.09	25.7	26.25	22.15
Rh	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03
Cs	1.09	1.25	2.08	2.08	1.07	3.84	3.05
W	4.37	9.29	1.54	15.79	2.41	6.18	77.73
Sn	0.5	0.5	14.3	0.5	13.5	0.5	0.5
Te	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ta	7.78	11.28	1	10.19	5.17	8.39	6.8
La	63.54	88.25	19.84	68.02	66.54	170.6	73.02
Ce	139.2	97.22	37.79	133.4	123.6	262.9	127
Pr	15.69	18.22	4.58	14.57	13.4	28.22	13.84
Nd	51.9	57.54	19.33	47.43	46.01	91.75	46.24
Sm	10.04	11.8	4.27	9.35	9.11	15.11	8.04
Eu	0.14	0.16	1.06	0.14	0.32	0.66	0.98
Gd	11.04	11.94	4.27	9.71	9.13	14.76	8.14
Tb	1.73	1.78	0.66	1.65	1.5	1.97	1.17
Dy	10.11	10.36	4.05	9.87	8.76	10.6	6.9
Ho	2.14	1.93	0.85	2.01	1.96	2.01	1.3
Er	6.55	6.76	2.6	6.27	6.38	6.22	4.06
Tm	1.08	1.11	0.41	0.88	0.92	0.91	0.63
Yb	8.1	8.08	2.75	6.36	5.72	6.2	4.3
Lu	1.16	1.15	0.4	0.79	0.77	0.83	0.63
Hf	25.5	19.22	6.05	16.12	11.8	14.12	13.33
Re	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Os	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ir	0.09	0.07	0.05	0.13	0.06	0.05	0.06
Pt	0.21	0.2	0.08	0.13	0.06	0.15	0.17
Au	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Pd	3.92	4.33	1.55	2.66	2.88	3.35	2.68
Ge	2.7	3.25	1.79	2.51	2.26	2.82	2.25

ANEXO

Mapa de Pontos

