



CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DO MACIÇO NEFELINA-SIENÍTICO
RIO PARDO, MUNICÍPIO DE POTIRAGUÁ, SUL DA BAHIA.**

Rita Cunha Leal Menezes de Oliveira

Orientador: Dr. Herbet Conceição

Co-Orientadora: Dra. Maria de Lourdes da Silva Rosa

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Pai, Mãe, Lucas e Irmãos

***“Com a frente perdida e o pensamento no ato,
Eu ia andando, andando,
E na senda do tempo
Se lançava minha vida em busca de um desejo.
Junto ao caminho cinzento
 Vi uma vereda de flor
 E uma rosa
Cheia de luz, cheia de vida,...”***

(F.G.Lorca)

Gil

***“Te amo sem saber como, nem quando, nem onde,
te amo diretamente, sem problemas nem orgulho:
assim te amo porque não sei amar de outra maneira,...”***

(Pablo Neruda)

Pra vocês com muito amor

AGRADECIMENTOS

“Deixaria neste livro toda a minha alma. Este livro que viu as paisagens comigo e viveu horas santas”

(Frederico G. Lorca)

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES), pela bolsa de pós-graduação obtida durante o curso de Mestrado em Geologia.

A Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) pelo auxílio que permitiu a realização da etapa de campo, e a viabilização de análises químicas e isotópicas, sem a qual este trabalho não teria sido desenvolvido.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa do Laboratório de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral (GPA), Adriana, Jamily, Basílio, Diego, Juazeiro, Tiago, Esdras, Tanany, Emerson, Zilda, Francineide e Marília pelas discussões e bom companheirismo.

Aos professores Débora Rios, Jorge Plá Cid e Vilton Fernandez que me ajudaram nessa etapa.

Ao colega Boca, por mostrar-me o mundo do GIS.

A Nildinha e Érica, pelos conselhos e estímulo.

A minha família baiana, pelo carinho que nunca deixaram faltar.

Aos professores e orientadores Herbet Conceição e Lourdes Rosa os meus sinceros agradecimentos por uma convivência enriquecedora.

Ao Lucas, por dar mais alegria a vida.

A Gil, meu grande companheiro e melhor amigo, que sempre me deu amor e apoio para não desistir nas horas mais difíceis.

Aos meus pais e irmãos pelo amor, apoio e incentivo inestimáveis.

RESUMO

O Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo constitui uma das intrusões que fazem parte da Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia. Ele localiza-se a aproximadamente 608 km da cidade de Salvador, capital do estado, situando-se no município de Potiraguá. Este maciço tem como rochas encaixantes tipos gnáissico-migmatíticos e gabro-anortosíticos arqueano-paleoproterozóico e neoproterozóico, respectivamente.

A forma poligonal do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo denota que sua colocação foi controlada pela estrutura. A ausência de deformações relacionadas às falhas de delimitam esta intrusão é interpretada como resultado de uma colocação passiva associada a regime anorogênico.

A idade Rb-Sr em rocha total obtida neste estudo para o Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo é de 734 ± 24 Ma com razão inicial de $0,7040 \pm 0,0008$, assegurando seu posicionamento no período Neoproterozóico e uma derivação mantélica. A idade obtida para os diques alcalinos diferenciados foi de 666 ± 15 Ma, com razão inicial de $0,7067 \pm 0,0006$, sugerindo assimilação de material crustal. A diferença de idades entre as rochas plutônicas e subvulcânicas é de 20 Ma, indicando que, no mínimo, durante este período existiram pulsos de magmas alcalinos nesta região.

Neste maciço identificou-se a dominância de sienitos com nefelina e nefelina-sienitos, tendo termos sodalita-sienitos, aegirina-ilmenita-sienitos, riebequita-nefelina-biotita-sienitos, nefelina-cancrinita-sienitos, fonólitos e traquitos, subordinados. As relações texturais observadas nas diferentes fácies petrográficas permitiram a elaboração da seqüência de cristalização para este corpo. Inicialmente formam-se, a partir de um magma de natureza fonolítica, os nefelina-sienitos e, subsequentemente, com o aumento da fase fluida, tem-se a geração dos cancrinita-sienitos, evidenciando a elevação da fração molar em CO_2 e, posteriormente, em locais restritos, onde existiu maior concentração molar de Cl_2 , tem-se a cristalização de sodalita-sienitos. Este último, devido ao seu elevado valor comercial, constitui-se um minério explorado como rocha ornamental.

Os dados químicos obtidos para as rochas em estudo caracterizam este magmatismo como alcalino subssaturado em SiO_2 , metaluminoso a peraluminoso (coríndon na norma) e com afinidade miasquítica. Os conteúdos relativamente elevados em elementos, normalmente incompatíveis em magmas basálticos (Y, Nb, Zr, Ta, Nb), indicam trata-se de rochas cristalizadas a partir de magma anorogênico, de natureza fonolítica, similar aos descritos em sistemas anorogênico do tipo rifte ou pluma. A evolução química identificada no sistema magmático estudado é complexa e envolve uma etapa precoce caracterizada diminuição SiO_2 com a diferenciação acompanhada por forte enriquecimento em álcalis e alumina. Esta evolução sugere a participação importante de fase fluida, provavelmente a responsável pela formação dos termos mais diferenciados, os cancrinita-sienitos e sodalita-sienitos. A evolução dos ETR é complexa e revela que estes elementos foram continuamente empobrecidos nas etapas de evolução dos magmas, sendo particularmente empobrecidos nas rochas mais diferenciadas.

Em resumo o Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, com idade de 734 ± 24 Ma, representa o produto de cristalização fracionada de magma fonolítico miasquítico colocado em sistema anorogênico e controlado por fraturas ou falhas pré-existentes. Os conteúdos de elementos-traço apontam para uma fonte astenosférica para este magma alcalino. E, os dados disponíveis permitem advogar uma evolução plutônica em sistema relativamente fechado capaz de preservar fases fluidas ricas em CO_2 e Cl_2 .

ABSTRACT

The Rio Pardo Massif is a neoproterozoic intrusion located at the southern part of an alkaline rocks alignment that constitutes the Alkaline Province from South Bahia. It's located 608 km from Salvador city, near to the town of Potiraguá. This massif has been passively emplaced into an Arquean/Paleoproterozoic gnaissic-migmatitic and Neoproterozoic gabbro-anorthositic rocks.

The polygonal form of the Nepheline-Syenite Rio Pardo massif shows that its emplacement was controlled by structure. The lack of deformations related with the faults limiting this intrusion is interpreted as resulting of a passive emplacement associated to an anorogenic setting.

The Rb-Sr age in whole-rock for the Nepheline-Syenite Rio Pardo massif is 734 ± 24 Ma with initial ratio of $0,7040 \pm 0,0008$, which confirms the Neoproterozoic intruding age and a mantle derivation. The obtained age for the differentiated alkaline dikes was 666 ± 15 Ma, with initial ratio of $0,7067 \pm 0,0006$, suggesting assimilation of crustal material. The age difference between the plutonic and subvolcanic rocks is of 20 Ma, indicating that during this time different alkaline magma pulses occurred in this region.

This intrusion is largely constituted by syenitic rocks with nepheline, also occurring sodalite-syenites, aegirine-ilmenite-syenites, riebeckite-nepheline-biotite-syenites, nepheline-cancrinite-syenites, phonolites and trachytes. The observed textural relations in different petrographic facies allowed determining the crystallization sequence of different facies. Initially, from magma of phonolitic composition, the nepheline-syenites are the earlier, followed by the cancrinite-syenites due to the increase of the volatile-rich phase. The crystallization of cancrinite-syenites accompanied the increasing of the CO₂ molar fraction and, later, in restricted places, where higher molar concentrations of Cl₂ were attained, the crystallization of sodalite-syenites occurred. This last one, due to its elevated commercial value, consists of an explored ore of dimension stone.

The geochemical data for these rocks characterize this magmatism as silica-undersaturated, with metaluminous to peraluminous character (normative corundum) and miaskitic affinity. The relatively high-contents of incompatible elements compared to basaltic magmas (Y, Nb, Zr, Y, Nb) indicate that these rocks crystallizes from a typical phonolitic alkaline magma, similar to those formed in rift- or plume-type extensional anorogenic settings. The chemical evolution of the studied magmatic system is complex and involves an early stage characterized by the SiO₂ decreasing with differentiation followed for strong enrichment in alkalis and alumina. This evolution suggests the important participation of volatile-rich phase, probably responsible for the generation of more differentiated terms, the cancrinite- and sodalite-syenites. The evolution of the rare earth elements is complex and it shows that these elements continuously decreased during magmatic evolution, being particularly impoverished in the more differentiated rocks.

The Nepheline-Syenite Rio Pardo Massif represents the product of fractional crystallization from a miaskitic phonolitic magma emplaced in anorogenic setting and controlled by a preexisting fault system. The contents of some trace-elements point to an asthenospheric source for this alkaline magma. And, the available data suggest a plutonic evolution in relatively closed system capable to preserve CO₂ and Cl₂ rich phases.

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de Ilustrações	ix
Índice de Pranchas	x
Índice de Tabelas	xi
Índice de Anexos	xii

Capítulo 1 – Introdução

I.1 – Importância do Estudo	1
I.2 – Motivação e Objetivos	3
I.3 – Localização e Vias de Acesso	3
I.4 – Aspectos Fisiográficos	5
I.4.1 – Clima e Vegetação	5
I.4.2 – Morfologia e Hidrografia	5
I.4.3 – Aspectos Sócio-Econômicos	6
I.5 – Trabalhos Anteriores	7
I.6 – Sumário	9

Capítulo 2 – Metodologia de Trabalho

II.1 – Introdução	10
II.2 – Levantamento Bibliográfico	10
II.3 – Missão de Campo	10
II.4 – Estudos Petrográficos	11
II.5 – Preparação das Amostras para Química e Isótopos	11

II.6 – Geoquímica	11
II.7 – Geocronologia	12
II.8 – Base Cartográfica	15
II.9 – Dissertação.....	15
II.10 – Sumário	15

Capítulo 3 – Geologia Regional

III.1 – Introdução.....	16
III.2 – Rochas do Arqueano e Paleoproterozóico	16
III.3 – Rochas do Mezoproterozóico.....	17
III.4 – Rochas do Neoproterozóico	17
III.4.1 – Complexo Kinzigítico e Granitos Associados	18
III.4.2 – Complexo Gabro Anortosítico Rio Pardo	18
III.4.3 – Grupo Rio Pardo	18
III.4.4 – Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia.....	20
III.5 – Sedimentos Recentes	20
III.6 – Sumário	20

Capítulo 4 – Geologia do Maciço Nefelina - Sienítico Rio Pardo

IV.1 – Introdução	22
IV.2 – Forma e Estrutura Interna	22
IV.3 – Contatos e Unidades Encaixantes	24
IV.3.1 – Rochas Metamórficas	26
IV.3.2 – Complexo Gabro Anortosítico Rio Pardo.....	26
IV.3.3 – Rochas Básicas	26
IV.3.4 – Maciço Sienítico Serra das Araras	28
IV.4 – Rochas do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo.....	28
IV.4.1 – Sienitos e Nefelina-Sienitos	29
IV.4.2 – Sodalita Sienitos	32

IV.4.3 – Rochas Subvulcânicas	32
IV.5 – Sumário	35
Capítulo 5 – Geocronologia	
V.1 – Introdução.....	36
V.2 – Dados Geocronológicos Anteriores	36
V.3 – Resultados Rb-Sr	38
V.4 – Discussões e Conclusões	40
Capítulo 6 – Petrografia	
VI.1 – Introdução	41
VI.2 – Fácies Sienito com Nefelina	44
VI.3 – Fácies Nefelina-Sienito	46
VI.3.1 – Sub-Fácies Ribequita -Nefelina -Biotita -Sienito	52
VI.3.2 – Sub-Fácies Nefelina-Cancrinita -Sienitos	53
VI.4 – Fácies Sodalita-Sienitos	54
VI.5 – Rochas Subvulcânicas	56
VI.6 – Discussões	58
Capítulo 7 – Litogeoquímica	
VII.1 – Introdução	61
VII.2 – Elementos Maiores	61
VII.2.1 – Classificação Química.....	68
VII.2.2 – Composição Normativa CIPW	68
VII.2.3 – Diagramas de Variação	70
VII.3 – Elementos -Traço	72
VII.4 – Elementos Terras Raras	73
VII.5 – Discussões	79
Capítulo 8 – “O Granito Azul”	
VIII.1 – Introdução	82

VIII.2 – A PASEBA.....	82
VIII.3 – O Azul Bahia	83
VIII.4 – Sítios de Ocorrência do “Granito Azul”	84
VIII.5 – Ensaio Tecnológico	85
VIII.6 – Respostas aos Ensaio Tecnológico	85
VIII.7 – Conclusões.....	86
Capítulo 9 – Considerações Finais	89
Capítulo 10 – Bibliografia	91

Índice de Ilustrações

Figura 1 – Mapa da Bahia com a localização da Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia ...	2
Figura 2 – Mapa localização e vias de acesso.....	4
Figura 3 – Mapa ilustrativo da geologia regional do Sul da Bahia	19
Figura 4 – Mapa simplificado do Maciço Nefelina – Sienítico Rio Pardo.....	23
Figura 5 – Mosaico de imagens de satélite	25
Figura 6 – Mapa simplificado de amostras com geocronologia Rb-Sr.....	37
Figura 7 – Diagrama isocrónico aplica às rochas plutônicas.....	39
Figura 8 – Diagrama isocrónico aplica às rochas subvulcânicas	39
Figura 9 – Mapa simplificado de amostras com petrografia	42
Figura 10 – Esquema ilustrativo da ordem de cristalização dos minerais plutônicos	59
Figura 11 – Mapa simplificado de amostras com análises químicas	67
Figura 12 – Diagrama TAS para as rochas subvulcânicas	69
Figura 13 – Diagrama TAS para as rochas plutônicas	69
Figura 14 – Diagramas de variação para os elementos maiores	71
Figura 15 – Diagramas de variação para os elementos menores	74
Figura 16 – Diagrama de variação para os elementos menores	75
Figura 17 – Espectros dos ETR para as fácies subvulcânicas e sienitos c/ nefelina	76
Figura 18 – Espectros dos ETR para as fácies Ne-sienito e So-sienito	77
Figura 19 – Diagrama bivalente La x Ce para as rochas fonolíticas do Maciço Rio Pardo (A); Diagramas multielementares para as rochas do Maciço Rio Pardo [B,C,D,E,F].....	80

Índice de Pranchas

Prancha 1 – Aspectos gerais de rochas em afloramentos	27
Prancha 2 – Aspectos gerais de rochas em afloramentos	30
Prancha 3 – Aspectos gerais de rochas em afloramentos	31
Prancha 4 – Aspectos gerais de rochas em afloramentos	33
Prancha 5 – Aspectos gerais de rochas em afloramentos	34
Prancha 6 – Estrutura e texturas microscópicas dos sienitos em estudo	45
Prancha 7 – Estrutura e texturas microscópicas dos sienitos em estudo	47
Prancha 8 – Estrutura e texturas microscópicas dos sienitos em estudo	49
Prancha 9 – Estrutura e texturas microscópicas dos sienitos em estudo	51
Prancha 10 – Estrutura e texturas microscópicas dos sienitos em estudo	55
Prancha 11 – Estrutura e texturas microscópica das rochas subvulcânicas em estudo	57
Prancha 12 – Aspectos extração do sodalita sienito e aplicações no cotidiano	84

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Distribuição do número de análises isotópicas	36
Tabela 2 – Dados geocronológicos disponíveis na literatura.....	38
Tabela 3 – Análises isotópicas Rb-Sr.....	38
Tabela 4 – Distribuição das amostras nas fácies petrográficas	43
Tabela 5 – Distribuição do número de análises químicas	61
Tabela 6 – Dados de análises químicas dos elementos maiores e traços para as rochas da fácies traquito e sienito	62
Tabela 7 – Dados de análises químicas dos elementos maiores e traços para a fácies fonolito	63
Tabela 8 – Dados de análises químicas dos elementos maiores e traços para a fácies sodalita sienito.....	64
Tabela 9 – Dados de análises químicas dos elementos maiores e traços para a fácies nefelina sienito.....	65
Tabela 10 – Finalidade dos ensaios tecnológicos	85
Tabela 11 – Resultado dos ensaios tecnológicos.....	87

Índice de Anexos

Anexo 1 – Dados de campo

Anexo 2 – Mapa de caminhamento

Anexo 3 – Tabelas de separação Isotópica Rb-Sr

Anexo 4 – Mapa de pontos amostrados

Anexo 5 – Mapa geológico do Maciço Nefelina - Sienítico Rio Pardo

Anexo 6 – Sumário das análises petrográficas

Anexo 7 – Sumário dos minerais normativos

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

I.1 – IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Por volta de 720 milhões de anos atrás, os diversos fragmentos do Supercontinente Rodínia, começaram em algumas regiões a desagregarem e, em outras convergirem, colidirem e aglutinarem-se, iniciando a formação do Supercontinente Gondwana (Almeida *et al.* 2000). Esse fenômeno geotectônico é conhecido como Ciclo Orogênico Brasileiro ou Pan-Africano e se estendeu de 900 Ma até 500 Ma (Almeida *et al.* 2000). Começava naquele momento a construção dos limites do Cráton do São Francisco como atualmente se conhece.

Foi durante o Ciclo Brasileiro que ocorreram as intrusões alcalinas na região sul do Estado da Bahia (Cordani 1972). Estas intrusões ígneas constituem maciços com tamanhos variáveis e as idades absolutas disponíveis situam-se entre 450 Ma e 730 Ma (Cordani 1972, Cordani *et al.* 1974, Lima *et al.* 1981, Arcanjo 1993, Martins & Santos 1997, Teixeira *et al.* 1997, Corrêa Gomes & Oliveira 2002, Ponte Neto 2001, Rosa *et al.* 2003). Estes corpos foram reunidos por Silva Filho *et al.* (1974) sob a terminologia Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia (PASEBA), terminologia esta adotada neste trabalho.

A colocação dos magmas alcalinos da PASEBA, nesta região do Cráton do São Francisco, é ainda um tema de debate: Teixeira *et al.* (1997) atribui ao período colisional da Faixa Araçuaí, enquanto Rosa *et al.* (2003) a considera como processada em ambiente anorogênico, correlacionada à formação do rifte Rio Pardo.

Regionalmente estes corpos apresentam-se alinhados segundo a direção NE-SW (Fig.1) e estão encaixados na porção central e norte em rochas do embasamento granulítico e, na porção sudoeste, em embasamento gnáissico-migmatítico, ambos com histórias geológicas complexas e atribuídas aos períodos Arqueano e Paleoproterozóico (Mascarenhas & Garcia, 1987). Além destas rochas mais antigas afloram neste setor do estado, rochas dos períodos Mesoproterozóico, Neoproterozóico, sedimentares e sedimentos recentes.

Vários são os aspectos geológicos importantes da PASEBA. Dentre eles destaca-se o fato da existência de rochas sieníticas de cor azul - conhecidas comercialmente como Azul-Bahia, *Blue*-Bahia ou Granito-Azul Bahia -, que constituem a rocha ornamental mais valorizada do mercado brasileiro, e um dos produtos principais de exportação do setor mineral desta região do Estado da Bahia, sendo as únicas ocorrências econômicas do país.

Os sienitos de cor azul têm grande valor comercial (1m³ na mina custa atualmente cerca de U\$ 1,500.00 e tem seu valor multiplicado por até 6 vezes quando beneficiado sob a forma de placas polidas de 3 cm de espessura, Spín dola 2003). Eles ocorrem no interior da grande maioria dos corpos ígneos alcalinos da PASEBA. As ocorrências com valor econômico parecem limitadas aos maciços localizados nos municípios de Potiraguá, Santa Cruz da Vitória, Itarantim e Itajú do Colônia. Embora este bem mineral seja explorado há quase 30 anos, pouco se sabe sobre os processos petrológicos responsáveis por esta mineralização. Este fato é, seguramente, o responsável pela ausência de descobertas de novos sítios mineralizados, sendo as minas em atividade o resultado de descobertas esporádicas e ao acaso.

I.2 – MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

É fato conhecido que os sienitos de cor azul, presentes em alguns maciços da PASEBA, constituem rochas ornamentais muito valorizadas, sendo o Estado da Bahia o único produtor brasileiro deste bem mineral. E, por outro lado, ao realizar o levantamento bibliográfico sobre as rochas alcalinas desta província, e discutindo com colegas, constatou-se a existência de carência de informações geológicas sobre estes sienitos raros. Ante aos dados disponíveis para os corpos alcalinos da PASEBA, o Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo (Souto 1972, Menezes *et al.* 2002a, Menezes *et al.* 2002b, Menezes 2003a, Menezes 2003b, Menezes 2003c) reúne as características geológicas propícias para fornecer as informações necessárias para o estabelecimento de um modelo para a mineralização de sodalita de cor azul em rochas nefelina-sieníticas. Estas características são: fácil acesso; bons afloramentos distribuídos homogeneamente no maciço; e existência de várias minas, permitindo análise em três dimensões das relações geológicas. Este estudo tem como pretensão contribuir com dados geológicos e petrológicos visando caracterizar este magmatismo e inferir sobre sua evolução. Assim sendo, são objetivos desta pesquisa reunir dados geológicos, petrográficos, geoquímicos e isotópicos que permitam elaborar um modelo que possa explicar a cristalização do magma fonolítico Rio Pardo e a formação dos sodalita-sienitos de cor azul.

I.3 – LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área em estudo localiza-se na região geográfica usualmente denominada Sul do Estado da Bahia, ou seja, abaixo do paralelo 15° S. O objeto do estudo, Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, situa-se numa região pertencente ao município de Itapetinga, mais próximo, entretanto, do município de Potiraguá, localizado a aproximadamente 608 km da cidade de Salvador, capital do estado, e mais precisamente na área delimitada pelas coordenadas geográficas 39°44'05"–39°53'08" WGr e 15°38'07"–15°24'06"S (Fig. 2).

O acesso rodoviário à região em apreço, partindo-se da cidade de Salvador, pode ser feito pela BR-324 e, antes de Feira de Santana, nas proximidades do quilometro 90, segue-se pela BR-101, em direção ao sul até a cidade de Itabuna. Dessa cidade segue-se pela Br-415 (trecho Itabuna-Itapetinga) até o entroncamento com a BA -270. Deste entroncamento até a cidade de Potiraguá são cerca de 60 Km.

Existe ainda a opção de utilizar o *Ferry-Boat*, saindo de Salvador e indo até a localidade de Bom Despacho (Ilha de Itaparica), e seguindo pela BA-001 até o município de Camamu, percorrendo-se aproximadamente 180 Km. Desta cidade segue-se por cerca de 42 Km até a cidade de Travessão. A partir daí, utiliza-se a BR-101 até Itabuna, e, em seguida, a BR-415 (trecho Itabuna-Itapetinga) até o entroncamento com a BA- 270. Deste entroncamento até a cidade de Potiraguá são aproximadamente 60 Km.

A cidade de Ilhéus, além de rodovias federais e estaduais, dispõe de aeroporto que recebe vôos domésticos regulares e a cidade de Itapetinga possui aeroporto pavimentado, entretanto com menor porte. O acesso aéreo pode, então, ser realizado até estas cidades, e a partir delas tem-se cesso rodoviário, como descrito anteriormente até a cidade de Potiraguá.

I.4 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

I.4.1 - Clima e Vegetação

O clima nessa região do estado é do tipo subúmido a seco (C1dA'), definido por uma estação de poucas precipitações. O período chuvoso concentra-se de outubro a janeiro, sendo que, em média, as chuvas anuais alcançam 800 mm.

A floresta estacional semi-caducifólia trófila é o principal ecossistema, e gradativamente a cobertura vegetal vem sendo destruída pelo homem, em virtude da crescente implantação das pastagens, sendo a pecuária a principal atividade econômica da região.

Os solos da região são classificados como chernossolos ou luvisolos têm cerca de 50 cm de profundidade, apresentando grande quantidade de minerais primários nos horizontes sub-superficiais, alta saturação de bases e alta fertilidade natura (SEI 2003).

I.4.2 - Morfologia e Hidrografia

Este setor do município de Itapetinga faz parte do Planalto pré-litorâneo e mostra um relevo ondulado onde as maiores elevações correspondem às serras das Araras, Anápolis e das Palmeiras que sobressaem do relevo aplainado das rochas do embasamento.

A zona ocupada pelas rochas do MSRP pertence à bacia hidrográfica do Rio Pardo, que corre de oeste para leste indo desaguar no oceano Atlântico, próximo a cidade de Canavieiras, no litoral baiano. O córrego do Nado é o principal afluente local da margem direita, enquanto na margem esquerda o córrego do Palmeirão é o único de importância. Um caráter comum a s águas de todos os afluentes do Rio Pardo é a sua alta salinidade, tornando-a indesejada ao consumo humano. Esta salinidade parece ser resultante das condições climáticas, que originam solos com altos teores em sais minerais.

A rede de drenagem apresenta variações nítidas, a depender das sub-áreas consideradas, que podem variar de dentrítica a retangular, onde o primeiro resulta da homogeneidade das rochas metamórficas que afloram na área, não havendo aparentemente um controle da foliação ou bandamento sobre a direção dos cursos d'água. O segundo modelo é resultado do adequamento dos rios aos fraturamentos das rochas, originando então a angularidade dos padrões retangulares. Quanto a densidade, há uma área visivelmente menos densa a oeste de Potiraguá, enquanto as zonas mais ravinadas ficam a leste e a sudeste. A rede de drenagem caracteriza-se por afluentes em sua maioria perenes, enquanto o Rio Pardo flui comumente sobre um leito pedregoso e chato. A maioria dos vales apresenta-se em forma de "U" ou de "V", mediamente abertos, com fundos chatos. A região em estudo situa-se na porção do baixo curso do Rio Pardo, que de maneira geral apresenta cotas altimétricas situadas entre 100 e 300m, que podem, entretanto, contrastar na região de Pau-Brasil e Arataca por mostrar relevos intensamente movimentados, cujas altitudes variam entre 300 e 800 m.

Morfologicamente podem ser distinguidas três unidades. A sudoeste de Potiraguá predomina um relevo plano e pouco drenado, formado principalmente por cobertura arenosa, onde a presença de pequenas lagoas é resultado da existência de um horizonte menos permeável sob a camada superficial de areia. Esta feição se estende para oeste da área. Outra área plana define-se a leste dos corpos alcalinos, principalmente ao sul do Córrego do Nado, parecendo ser controlada litologicamente pela ocorrência de rochas sieníticas e anortosítica. A última unidade seria representada pelo relevo positivo dos corpos alcalinos intrusivos, que mostram geralmente o topo arredondado.

1.4.3 - Aspectos Sócio-Econômicos

O município de Potiraguá tem área de 989,5 Km², população estimada no ano de 2003 de 15.870 hab e densidade demográfica de 15,63 (hab/km²) (SEI 2003). A região onde está inserido o município caracteriza-se pela grande atividade pecuarista bovina, ramo este que emprega grande parte da população local. Além disso, a atividade mineral é bastante divulgada na região, já que se tem em atividade duas pedreiras que exploram o sodalita sienito de cor azul, essencialmente voltada para o mercado internacional.

De maneira informal a população também sobrevive da extração de areia, que é coletada das margens do Rio Pardo para ser usada na construção civil.

I.5 – TRABALHOS ANTERIORES

Várias foram as pesquisas realizadas que trataram de aspectos geológicos da área em estudo. Todavia, é possível se constatar, ao ler o levantamento apresentado a seguir, que apenas em dois deles o corpo ígneo Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo foi tratado em mais detalhe:

- Souto (1972) foi quem identificou e primeiramente estudou e descreveu o Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo. Nesse estudo, foram descritas as principais rochas constituintes e algumas características geoquímicas, tendo-se como base os elementos maiores.
- Cordani (1972) baseando-se em datações geocronológicas K-Ar e Rb-Sr e dados petrográficos, estudou a faixa costeira entre as cidades de Salvador no Estado da Bahia e Vitória, no Estado do Espírito Santos, analisando sua evolução geológica no Paleoproterozóico e comparando-a com o padrão geocronológico da faixa costeira. Como resultado ele caracterizou quatro unidades geológicas: área granulítica, região dos metassedimentos do Grupo Rio Pardo, área de gnaisses kinzjíticos e a faixa com predomínio de rochas gnáissicas e granulíticas. Também fez referência a existência de rochas vulcânicas e sub-vulcânicas nesta região.
- Cordani (1974) apresenta dados radiométricos, obtidos pelos métodos Rb-Sr, K-Ar convencional e $^{39}\text{Ar} - ^{40}\text{Ar}$ para as rochas e minerais dos maciços alcalinos intrusivos da região Sul do Estado da Bahia.
- Silva Filho *et al.* (1974) realizaram o levantamento geológico da Folha Itapetinga (SD-24Y-2), na escala 1:250.000. Neste trabalho foram diferenciadas e descritas rochas, dentre elas as rochas alcalinas do município de Potiraguá.
- Pedreira (1976) faz a análise estrutural dos padrões de faturamento e de dobramentos que afetaram o Grupo Rio Pardo. Neste trabalho foi proposta a subdivisão deste grupo em cinco Formações: Serra do Paraíso, Água Preta, Salobro; Camacã e Panelinha. E, que esse grupo resulta da atuação de Rifte.
- Inda & Barbosa (1978) ao elaborarem o primeiro mapa geológico do Estado da Bahia, na escala de 1:1.000.000, compilaram os dados existentes até então para o setor sul do estado.
- Lima *et al.* (1981) no projeto RADAMBRASIL, Folha SD-24, descrevem a estratigrafia dos metassedimentos do Grupo Rio Pardo, bem como a petrografia das rochas ígneas e metamórficas que compõem a região de Potiraguá. Estes autores apresentam novos dados geocronológicos pelo método Rb-Sr para algumas rochas alcalinas do sul da Bahia e algumas análises químicas para o Batólito Sienítico de Itabuna, localizado na porção norte da PASEBA.
- Conceição *et al.* (1992) realizaram a integração dos dados químicos de rochas da PASEBA. Como resultado deste tratamento concluíram que a dominância de

rochas intermediárias, sobre termos básicos e ultrabásicos nesta província refletem a dominância de magmas mantélicos de natureza evoluída (fonolítica e traquítica).

- Barbosa & Dominguez (1996), no texto explicativo do Mapa Geológico do Estado da Bahia, sintetizam os conhecimentos da geologia do estado nos seus mais variados aspectos e oferecem uma descrição sumária das diferentes unidades litológicas representadas na legenda do atual mapa geológico da Bahia.

- Conceição & Otero (1996) realizaram síntese sobre as rochas alcalinas da PASEBA, onde descrevem as principais litologias dos corpos de Itabuna, Itarantim, Santa Cruz da Vitória, Itajú do Colônia e Potiraguá.

- Corrêa-Gomes (2000) fez o estudo da evolução estrutural da Zona de Cisalhamento Itabuna - Itajú da Colônia e do magmatismo fissural associado. Neste trabalho o autor fornece igualmente dados geocronológicos (Pb -Pb em monocristais de zircão) para algumas das rochas alcalinas do Sul da Bahia.

- Menezes *et al.* (2002a) descrevem as principais características geológicas e petrográficas dos sodalita-sienitos do Maciço de Rio Pardo e, apresenta e discute o significado dos diques sub-vulcânicos alcalinos do referido corpo pertencente à Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia.

- Menezes *et al.* (2002b) apresenta a integração sobre os dados dos corpos sub-vulcânicos alcalinos no município de Potiraguá. Neste trabalho coloca em evidência a presença de diques fonolíticos e traquíticos, bem como a existência de domos fonolíticos nesta região. Como resultado identificam a presença de magmas alcalinos subssaturados e supersaturados em SiO₂.

- Rosa *et al.* (2003) descrevem os principais aspectos petrográficos e geoquímicos para as rochas dos diferentes pulsos magmáticos do Complexo Alcalino Floresta Azul e fornece dados geocronológicos (Pb-Pb) em monozircão para as rochas desse sítio.

- Menezes (2003a), em seu trabalho final de graduação abordando o estudo petrográfico do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, elabora hipótese para explicar a composição das rochas deste corpo com base em suas relações texturais. Neste contexto, a autora sugere que somente é possível explicar a formação dos sienitos com sodalita azul devido à presença de fluidos com natureza complexa, com frações molares aparentemente importantes de CO₂, Cl₂, e a existência de uma evolução magmática em sistema fechado.

- Rosa *et al.* (2004a) descrevem a ocorrência de sodalita azul magmática associada a cristais centimétricos de zircão, com qualidade de gema, em dique nefelina-sienítico no Maciço Nefelina-Sienítico Itarantim, fornecendo idade 720 ± 2 Ma (Pb-Pb em monozircão) para esta mineralização.

I.6 – SUMÁRIO

Na região Sul do Estado da Bahia, a aproximadamente 600 km da capital do estado, estão situadas as intrusões neoproterozóicas alcalinas que compõem a PASEBA. Dentre esses corpos esta o Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, objeto de estudo, que encontra-se nas proximidades do município de Potiraguá.

Trabalhos anteriores atribuem aos corpos da PASEBA idades que variam de 696 a 730 Ma.

O Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, objeto deste estudo, oferece, devido a forma com que as rochas são expostas, a variedade de tipos de sienitos, e a presença de minas, a oportunidade para melhor se conhecer as relações entre as rochas nefelina-sieníticas e sodalita-sieníticas, presentes.

CAPÍTULO II – METODOLOGIA

II.1 – INTRODUÇÃO

Durante esta pesquisa foram utilizadas várias ferramentas e procedimentos metodológicos, objetivando gerar dados cartográficos, petrográficos, químicos e isotópicos sobre o corpo ígneo denominado Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo (MRP) tratado neste estudo.

II.2 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Consistiu na realização de pesquisa bibliográfica visando obter as informações disponíveis sobre a geologia da região sul da Bahia, particularmente aquelas dos municípios de Potiraguá e Itajú do Colônia, onde se localiza o objeto deste estudo. Neste período foram analisadas as fotografias aéreas (0-281 16 2632; 0-281 16 2630; 0-281 16 2323; 0-281 16 2324), na escala de 1:108.000, obtidas por empréstimo junto ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), e que correspondem ao voo realizado pela companhia Cruzeiro do Sul no ano de 1969. Utilizou-se igualmente as imagens de satélite ba58_64, ba58_65, ba59_64, ba59_65, ba60_64, ba60_65, ba61_64 e ba61_65 disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA) na escala 1:25.000, pelo projeto Brasil Visto do Espaço (<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/>).

A base cartográfica para a integração dos dados obtidos da bibliografia, assim como as informações da fotointerpretação e dados coletados em campo, foram as folhas topográficas na escala de 1:100.000 de Potiraguá (SD.24-Y-D-V, SUDENE 1974) e de Itajú do Colônia (SD.24-Y-D-II, SUDENE 1977).

II.3 – MISSÕES DE CAMPO

Foram realizadas duas missões de campo durante os períodos de 22/03/2002 a 26/03/2002 e 16/09/2003 a 11/10/2003. No desenvolvimento destes trabalhos foram coletadas informações geológicas dos afloramentos visitados, amostras de rochas representativas do maciço estudado e de algumas das unidades do embasamento em contato. Durante estes trabalhos, as informações geológicas obtidas foram lançadas diretamente sobre a base cartográfica: marcou-se os pontos visitados e descritos, pontos com amostras (Anexos 1 e 2) e as atitudes geológicas (foliação, fraturas, diques, etc.). As amostras coletadas foram devidamente identificadas e acondicionadas em sacos plásticos para tratamento posterior.

Nesta etapa foram utilizados os seguintes equipamentos: *Global Position System* (GPS-Marca Garmin), bússola; martelo geológico; marreta; lente de aumento de bolso (24x) e máquinas fotográficas digital e comum.

II.4 – ESTUDOS PETROGRÁFICOS

Procedeu-se a descrição macroscópica detalhada de todas as amostras coletadas com auxílio de lupa de bolso e binocular (marca *Leizz*, modelo *Stemi 2000-C*), visando selecionar as rochas mais representativas das fácies petrográficas identificadas no maciço, durante os trabalhos de campo, para estudos petrográficos.

Foram então selecionadas 49 amostras representativas das diferentes fácies litológicas do MRP, para a realização do estudo petrográfico, que foi desenvolvido em microscópios binoculares (marca *Leitz*, modelo *Laborlux 12 Pol S* e *Zeiss West Germany*, modelo 035484). As capturas das imagens microscópicas foram feitas utilizando-se de uma câmera digital acoplada a um microscópio binocular (marca *Leitz*, modelo *Laborlux 20 Pol*) e a um microcomputador *e-machine* modelo *Eone*, com o *software* ATI Vídeo in[®]. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Petrologia Aplicada a Pesquisa Mineral da Universidade Federal da Bahia.

II.5 – PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISES QUÍMICA E ISÓTOPICAS

A preparação das amostras, tanto para a química como para a dosagem de isótopos, foi feita nos Laboratórios de Preparação de Amostras do Departamento de Geoquímica da UFBA. Inicialmente foi separado um volume representativo de cada amostra, que foram fragmentos separadamente, em um britador de mandíbulas (marca *WEDAG*) até a obtenção de fragmentos na fração de brita. As amostras posteriormente foram submetidas a um quarteamento até a obtenção de uma fração de aproximadamente 100g que, em seguida, foi pulverizada no *shater box* até uma granulometria inferior a 200 *mesh* e entre 80 e 100 *mesh* para as análises química e de isótopos respectivamente.

II.6 – GEOQUÍMICA

As análises químicas de rochas foram realizadas nos laboratórios do consórcio Lakefield Geosol – Geologia de Sondagem Ltda. Em 42 amostras foram analisados os elementos maiores e menores (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O e P_2O_5 , H_2O^+ , H_2O^- , CO_2 e Cl) e alguns traços (F, S, Ba, Rb, Sr, Cs, Ga, Ta, Nb, Hf, Zr, Y, Th, U, Cr, Ni, Co, Sc, V, Cu, Pb, Sn, W e Mo), sendo que em 41 delas foram dosados elementos terras raras (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Yb e Lu). Avaliou-

se a qualidade do processo analítico pela utilização de padrões, brancos e duplicatas para cada lote de amostras. Os resultados obtidos expressaram a boa qualidade dos procedimentos analíticos.

Utilizou-se a Fluorescência de Raios-X para a determinação dos elementos maiores. Para essa análise foram confeccionadas pastilhas a partir da pulverização das amostras, que em seguida passaram por um processo de decomposição por tetraborato de lítio e o pó formado foi prensado a 200 atm para a formação de pastilhas que posteriormente foram analisadas. O limite de detecção é expresso como LD. Esta mesma técnica foi utilizada para análise dos elementos S (LD=50); Ba e Cl (LD=20); Th, Ta, U e W (LD=15); Cs, Ga, Nb, Hf, Y e Zr (LD=10); Rb e Sr (LD=5), sendo que as amostras foram diretamente pulverizadas, prensadas e analisadas. Os demais elementos menores foram analisados por Espectrometria de Absorção Atômica: Cu, Co, Cr, Ni (LD=2); Sn, Mo e Pb (LD=5); Cd (LD=1), Bi (LD=10) e Na (LD=10). As amostras foram decompostas por ataque triácido (HF+HNO₃+HClO₄).

Para a determinação dos Elementos Terras Raras (ETR) utilizou-se a técnica de Espectrometria de Emissão Atômica Acoplada a um Plasma de Argônio induzido (ICP-AES): Ce (LD=1); La e Nd (LD=0,5); Gd (LD=0,2); Sm e Dy (LD=0,1); Eu, Ho, Er e Yb (LD=0,05) e Lu (LD=0,03).

Além das técnicas supracitadas, utilizaram-se métodos analíticos específicos: (i) a determinação de perda ao fogo (PF) foi realizada por calcinação a 1000 °C a peso constante; (ii) o teor de fluoreto foi dosado por utilização de eletrodo de íon específico; (iii) a percentagem de H₂O⁺ foi definida pelo Método de Penfield; e (iv) a determinação de FeO foi realizada por volumetria de oxi-redução e o CO₂ foi estimado pelo gás evoluído durante o ataque da amostra por HCl, sob aquecimento a 120°C.

II.7 – GEOCRONOLOGIA

Os estudos isotópicos do *Rb-Sr* em rocha total foram realizados no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Pará (PARÁ-ISO). Estes contaram com a supervisão geral dos Drs. Moacir José Buenano Macambira e Maria de Lourdes da Silva Rosa. Este trabalho foi implantado durante estágio no referente laboratório no período compreendido entre 2 e 17 de junho de 2004. No anexo 3 constam as tabelas utilizadas para estes procedimentos.

A metodologia utilizada é baseada na desintegração radioativa do isótopo ⁸⁷Rb em isótopo ⁸⁷Sr por emissão de partículas β⁻. O elemento Rb possui dois isótopos ⁸⁵Rb e ⁸⁷Rb enquanto o Sr possui quatro isótopos que ocorrem naturalmente ⁸⁸Sr, ⁸⁷Sr, ⁸⁶Sr e ⁸⁴Sr, todos estáveis. As abundâncias isotópicas do Sr variam devido à formação de ⁸⁷Sr por decaimento natural do ⁸⁷Rb. Por isso, a composição de Sr nas rochas ou minerais que contém Rb depende da sua idade e razão Rb/Sr.

As amostras analisadas foram previamente trituradas, pulverizadas (80 - 100 mesh) e quarteadas. Os teores de Rb e Sr foram determinados pela Fluorescência de Raios-X. Com estas concentrações foi possível determinar a razão isotópica $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ através da fórmula (Faure, 1986), descrita a seguir:

$$(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}) = (\text{Rb}/\text{Sr}) \cdot [(Ab^{87}\text{Rb} \cdot P_{\text{Sr}}) / (Ab^{86}\text{Sr} \cdot P_{\text{Rb}})] \quad (\text{Equação 1})$$

$$(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}) = (\text{Rb}/\text{Sr}) \cdot 2,8925 \quad (\text{Equação 2})$$

onde: Rb e Sr = Concentrações destes elementos em ppm.
 $Ab^{87}\text{Rb}$ e $Ab^{86}\text{Sr}$ = Respectivas abundâncias isotópicas do ^{87}Rb e ^{86}Sr .
 P_{Sr} e P_{Rb} = Respectivos pesos atômicos do Sr e Rb.

A razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ foi determinada por espectrometria de massa, utilizou-se a metodologia do PARÁ-ISO que corresponde a cinco etapas principais:

- **Etapa 1 – Pesagem.** Nesta etapa o cadinho foi colocado vazio (sem a tampa) no prato da balança e manteve-se zerada. Em seguida foi introduzido cerca de 0,1000 g de amostra e anotado na ficha (Anexo 3).
- **Etapa 2 – Dissolução da Amostra.** Após serem pesadas as amostras introduziu-se com a ajuda de uma micropipeta cerca de 1 ml de HF (48%) em cada cadinho que, em seguida foram tampados e colocados na placa aquecedora temperatura de 100°C. Após cerca de 16 h, os cadinhos foram retirados da placa aquecedora para resfriamento por 1:30 h. Depois as tampas foram retiradas, para evaporação, e os cadinhos voltaram para a placa aquecedora novamente a temperatura de 100° C. Após a secura completa do ácido, foi introduzido 0,5 ml de HNO_3 (13N) + 0,5 ml de HClO_4 (70%), com auxílio de uma micropipeta volumétrica e novamente os cadinhos foram para a placa aquecedora até que os resíduo apresentem-se totalmente secos, isto ocorre quando não estiver mais saindo fumaça branca, o que durou cerca de 4 dias. Após estarem secas as amostras devem ser retiradas da placa e tampadas para serem utilizadas nas etapas posteriores.
- **Etapa 3 – Separação dos cátions de Sr.** Esta fase se inicia pelo processo de centrifugação da amostra, visando sua maior homogeneização e a separação de qualquer resíduo da etapa anterior. Adiciona-se 1,5 ml de HCl (2,5N) em cada um dos cadinhos, que são colocados num suporte de isopor e levados para ao ultra-som por 5 minutos. Em seguida é retirada uma alíquota de 1,5 ml de cada solução que são colocadas em tubos separados, devidamente numerados e levados para a centrifuga por 25 minutos.

Para a extração do Sr utilizou-se colunas de troca iônica de polietileno, com cerca de 12 cm de altura, fabricado pela Sílex. A resina utilizada foi do tipo DOWEX AG 50x8. Utilizou-se uma micropipeta volumétrica de 1ml e ponteiros descartáveis na introdução

das amostras e dos reagentes. Vale ressaltar que, para cada amostra ou reagente utiliza-se uma nova ponteira, com o cuidado de não encostar-se à parede das colunas, para evitar contaminação. Caso isso venha a ocorrer a ponteira era descartada e uma nova será utilizada.

- **Montagem das Colunas.** As colunas são retiradas do recipiente com água onde estão guardadas e colocadas no suporte (que devem estar numerados) com copinhos plásticos descartáveis em baixo delas (com o cuidado de nunca deixá-lo tocar na coluna) para coleta do lixo e também com copinhos plásticos devidamente numerados tampando as colunas.

- **Extração do Sr.** Inicia-se pela Introdução de **3ml de HCl (2,5 N)** de forma lenta e cuidadosa para que o impacto dos pingos não a revolvesse a resina. Após a descida de todo o ácido, retira-se **1 ml da solução de cada amostra** do tubo do centrifugador, tomando-se cuidado para não tocar com a ponteira no resíduo concentrado no fundo do tubo. Introduce-se cada uma delas em uma coluna diferente. **1ª Eluição (2 ml + 3 ml + 3 ml HCl 2,5N):** ela é feita em parcelas com o objetivo de se lavar sucessivamente, e cada vez de maneira mais completa, a parte interna da coluna, a qual esteve em contato com a solução da amostra. **2ª Eluição: (2 ml + 2 ml + 3 ml HCl 2,5N).** Após a descida total do ácido da etapa anterior retira-se os copinhos plásticos que estavam em baixo das colunas. Os líquidos que eles contêm são jogados fora na pia com água corrente e o substituí por Becker de teflon (com numeração correspondente a amostra). Coleta do Sr: introduz-se **4 ml de HCl 2,5N** para a coleta da solução concentrada de Sr. Quando todo o ácido tiver descido, retira-se o Becker (e põem-se novamente os copos plásticos) e coloca-o com a porção enriquecida de Sr na chapa aquecedora para evaporação. Após a evaporação total das soluções, retiram-se os *beckers* da chapa e, quando frios, veda-os com películas de parafilm para posterior deposição no filamento.

- **Lavagem das Colunas.** Após a separação das amostras, as colunas são preenchidas com **HF (40%) + HCl (4N), 1:10**. Repete-se a operação anterior depois que toda a solução tiver atravessado a coluna, a qual dura cerca de 25 minutos. Em seguida, completa-se a coluna com solução de **HCl (4N)**. Após a descida total do ácido deve-se encher as colunas com **água milli** para retirar o excesso de ácido. Adiciona novamente **água milli** e, em seguida, as colunas são guardadas nos copos apropriados. O nível de água do copo deve estar acima do nível da resina na coluna. É importante deixar um pouco de água dentro da coluna (0,5ml), pois esta nunca deve ficar seca para não ocorrer danos na resina.

- **Etapa 4 – Colocação no Filamento.** Nesta fase, o Sr coletado na coluna é fixado em filamentos simples de tântalo, com ajuda de uma seringa.

- **Etapa 5 – Leitura no Espectrômetro.** Compreendeu a etapa final, quando os filamentos simples contendo o Sr foram colocados nos espectrômetros de massa (VG ISOMASS 54-E) para que fossem medidas as razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Os dados obtidos foram tratados considerando-se as constantes de decaimento de Steiger & Jäger (1967) e o software de Ludwig (2001).

II.8 – BASE CARTOGRÁFICA

Para a confecção do mapa Geológico do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo (1:75.000) utilizaram-se como bases as cartas topográficas digitalizadas da SUDENE folhas de Itajú do Colônia e Potiraguá na escala 1:100.000. Junto a elas foram integrados os dados de campo georeferenciados (através do Sistema de Posicionamento Global), os elementos geológicos e cartográficos. Todos eles foram digitalizados no *software ArcGis® 8.1*.

II.9 – DISSERTAÇÃO

O corpo da monografia esta organizado em nove (9) capítulos, sete anexos, mais a bibliografia que resultam do tratamento dos dados obtidos e interpretados.

Inicialmente são ressaltados os aspectos gerais da área em apreço e a metodologia desenvolvida para a elaboração da dissertação. Posteriormente tem-se uma visão geral da geologia da Bahia, com enfoque na região Sul do Estado. São também destacadas em capítulos específicos as principais características geológicas, petrográficas e geoquímicas do MRP, bem como as idades obtidas para esse corpo. Um capítulo especial sobre a extração do granito azul é encontrado nesta dissertação. As informações extraídas permitiram reflexões que estão disponíveis no penúltimo capítulo do corpo desta monografia

II.10 – SUMÁRIO

Para um melhor aproveitamento do trabalho foi necessário aplicar uma metodologia que permitisse serem realizadas: a coleta dos dados, análises e elaboração do corpo da monografia em um tempo previamente estipulado para cumprir o prazo da CAPES. Assim sendo, realizou-se: estudos bibliográficos, integração dos dados disponíveis; missões de campo com coleta de amostras e suas respectivas preparações; estágio em laboratório de geocronologia. Estes dados foram tratados em laboratório utilizando-se recursos de informática para a redação deste texto.

CAPÍTULO III – GEOLOGIA REGIONAL

III. 1 – INTRODUÇÃO

A geologia da região do sul do Estado da Bahia (Fig. 1) apresenta história complexa, sendo constituída por terrenos de várias idades, desde o período Arqueano até o recente. Dois traços estruturais são marcantes quando se observa os diferentes mapas geológicos existentes para esta região da Bahia, que são: a Falha Planalto-Potiraguá (FPP, Pedreira *et al.* 1975) e a Zona de Cisalhamento Itabuna-Itajú do Colônia (ZCIIC, Silva Filho *et al.* 1974). A primeira, FPP, com orientação NW-SE é interpretada como associada a estruturação do rifte Espinhaço de idade mesoproterozóica. Segundo o esquema tectônico proposto por Teixeira *et al.* (1997) esta falha coincide com o limite da zona de influência do Orógeno Neoproterozóico Araçuaí nos terrenos do Cráton do São Francisco (CSF). A ZCIIC está disposta praticamente ortogonal a FPP e tem a última reativação atribuída ao período Neoproterozóico (Corrêa-Gomes & Oliveira, 2002).

O Orógeno Araçuaí (Almeida *et al.* 1977) é um cinturão que margeia a porção sudoeste do CSF e, neste setor está estruturado em forma de arco, com concavidade dirigida para sudeste. Segundo Pedrosa Soares *et al.* (2001) este orógeno tem seu clímax em torno de 550 Ma, com a intrusão de granitos cálcio-alcálicos.

III. 2 - ROCHAS DO ARQUEANO E PALEOPROTEROZÓICO

Como representantes destes períodos geológicos têm-se os terrenos granulítico e gnáissico-migmatítico. O limite entre eles, segundo Silva Filho *et al.* (1974), é materializado pela FPP (Fig. 1).

Os terrenos granulíticos apresentam grande diversidade de rochas (Silva Filho *et al.* 1974, Pedreira, 1976, Lima *et al.* 1981) que foram reunidas por Figueiredo (1989) sob a terminologia Cinturão Itabuna e, posteriormente, por Barbosa *et al.* (2004) de Orógeno-Itabuna-Salvador-Curaçá. Estudos realizados identificaram a presença de várias unidades de rochas que se encontram condicionadas pela direção NS e que, em grande parte, possuem ortopiroxênio, sendo esta paragênese interpretada como evidência de metamorfismo granulítico (Silva Filho *et al.* 1974, Pedreira 1975, Barbosa 1986, Figueiredo 1989, Arcanjo 1997, Martins & Santos 1997, Pinho *et al.* 2003).

Estudos realizados nestes granulitos por Barbosa (1986), Arcanjo (1997), Martins & Santos (1997) e Pinho *et al.* (2003) identificaram a presença de rochas com afinidades toleítica, cálcio-alcálica e shoshonítica. Esta estruturação e os conjuntos de rochas foram interpretados por Barbosa (1990) como restos fósseis de arcos magmáticos antigos.

As rochas gnáissico-migmatíticas do Sul do Estado são menos estudadas que as granulíticas descritas anteriormente. Elas foram cartografadas por Silva Filho *et al.* (1974, 1976) e Souto (1972). Mascarenhas & Garcia (1987) as correlacionam com aquelas presentes a oeste, atribuídas ao Núcleo Remanso. Dados químicos obtidos por Rosa *et al.* (2004b), identificaram afinidade destas rochas com suítes TTG, similares as descritas por Cruz Filho *et al.* (2003 e 2004) na parte nordeste do estado.

Na região em estudo as rochas gnáissico-migmatíticas formam o embasamento das rochas dos maciços alcalinos Serra das Araras e Rio Pardo, este último objeto deste estudo. Elas apresentam-se com bandas métricas de composição granítica, tendo intercalado bandas mais máficas, enriquecidas em biotita e anfibólio. Esta estrutura tem orientação regional NW-SE, com mergulhos variando de 25° até 77° preferencialmente para W. Entretanto, pode-se perceber que há uma mudança no sentido dessas atitudes de oeste para leste, o que sugere a existência de evento tectônico que fez com essa estrutura fosse deformada, imprimindo-lhe grandes feições que podem indicar dobramento.

III. 3 – ROCHAS DO MESOPROTEROZÓICO

O Mesoproterozóico no Sul da Bahia é caracterizado pela ocorrência de enxames de diques basálticos, que estão encaixados em rochas granulíticas e gnaisses anfibolíticos (Renne *et al.* 1990). Estes diques apresentam direções aproximadamente perpendiculares a linha de costa (N70°E - N100°E), mergulho sub-vertical e estão associados a um processo extensional, possivelmente relacionado ao Sistema Espinhaço (Brito Neves *et al.* 1980). As dimensões desses corpos, predominantemente basálticos e com afinidade toleítica, variam de 30 cm a poucos centímetros (Tanner de Oliveira 1989, D'Agrella-Filho *et al.* 1990).

III. 4 - ROCHAS DO NEOPROTEROZÓICO

Reconhecem-se no sul do Estado da Bahia as seguintes unidades geológicas neoproterozóicas: Complexo Kinzigítico e granitos associados; Grupo Rio Pardo, Complexo Gabro-Anortosítico Rio Pardo, e a Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia.

III.4.1 – Complexo Kinzigítico e Granitos Associados

O Complexo Kinzigítico, inicialmente cartografado por Silva Filho *et al.* (1974), ocupa grande área do setor extremo sul e sudoeste do estado. Este complexo é formado por um conjunto variado de rochas kinzigíticas com estrutura gnáissica que comumente têm

foliação acomodada em torno dos grandes corpos de granitos peraluminosos (Silva Filho *et al.* 1974, Celino & Conceição 1993, Celino 1999).

Os granitos cálcio-alcalinos (Fig 3) apresentam idades compreendidas entre 714 ± 16 Ma e 761 ± 67 Ma e são interpretados por Celino & Botelho (2000) como produto de fusão parcial da subducção da crosta continental em ambiente anorogênico distensivo.

III.4.2 – Complexo Gabro -Anortosítico Rio Pardo

Este complexo máfico foi primeiramente identificado por Souto (1972) e apresenta forma de uma intrusão alongada NS. A cartografia apresentada por Souto (1972) coloca em evidência a presença de *stocks* de nefelina-sienitos e de diques alcalinos diferenciados cortando suas rochas. Os estudos realizados por Bordini *et al.* (2001) e Bordini (2004) identificaram a presença de grande variedade de cumulatos, grabros e abundantes diques basálticos. Bordini (2004), com base em relações geológicas propõe que esta intrusão básica seja brasileira. Por outro lado, com base em dados químicos (rocha e mineral) este autor propõe que o magma responsável pela geração das rochas deste complexo máfico tenha natureza alcalina e ao se diferenciar origine rochas sieníticas.

III.4.3 – Grupo Rio Pardo

O Grupo Rio Pardo (Fig. 1) é interpretado por Pedreira (1976) como uma bacia intraplaca instalada em um sistema rifte. Este grupo, segundo Souto *et al.* (1969) e Pedreira (1969) é constituído por quatro formações. A Formação Camacã ocupa a base, sendo constituída por meta-conglomerados petromíticos que prograda para meta-filitos e meta-siltitos com finas intercalações de calcário argiloso no topo. A Formação Salobro é constituída por meta-conglomerados petromíticos, meta-arcóseos, meta-conglomerados com seixos de dolomitos, arcóseos e de siltitos. As formações Água Preta e Serra do Paraíso são constituídas por grauvacas, filitos e calcários.

Idades para esse Grupo ainda hoje não são bem definidas, mas alguns dados geocronológicos para essas rochas são disponíveis na literatura. Cordani (1973) obteve idade de 670 Ma em rocha total pelo métodos Rb-Sr, que corresponderia a idade máxima de deposição do grupo Rio Pardo. Esses mesmos dados foram tratados por Karmann (1987) que obteve uma idade isocrônica de $541,4 \pm 78,3$ Ma.

Fig3

Adotando-se 1.100 Ma como idade mínima de intrusão dos diques de diabásio sobre os quais está depositada a bacia, Karmann (1987) determinou sua deposição entre 1.100 e 500 Ma, o que estenderia a idade máxima dos sedimentos pra 1200-1000 Ma, final do Mesoproterozóico. Mascarenhas & Garcia (1989) colocam o Grupo Rio pardo entre 700 e 450 Ma. Recentemente Cordani (1999) datou grãos de zircão em amostras do topo da Formação Salobro pelo método SHRIMP. Estas análises forneceram idades aparentes ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) de 2.068 ± 14 e 2.103 ± 18 Ma, que são semelhantes as do embasamento cristalino a norte e sul da bacia.

III.4.4 – Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia

As rochas alcalinas da PASEBA ocorrem dispostas em 4 maciços maiores (Itabuna, Complexo Floresta Azul, Serra das Araras e Itarantim), numerosos *stocks* (e.g. Itajú do Colônia, Rio Pardo, Faz. Aliança, etc.) e algumas centenas de diques. Várias idades disponíveis na literatura indicam que este magmatismo é brasileiro (Cordani 1972, Cordani *et al.* 1974; Lima *et al.* 1981; Arcanjo 1993; Martins & Santos 1993; Teixeira *et al.* 1997; Corrêa Gomes & Oliveira 2002 e Rosa *et al.* 2003, 2004a, 2004b). Regionalmente estes corpos mostram-se alinhados segundo a direção NE-SW (Fig. 1). Esta orientação foi inicialmente interpretada por Mascarenhas (1979) como resultante de um controle estrutural. Posteriormente, os trabalhos desenvolvidos por diversos autores (e.g. Arcanjo 1993; Martins & Santos 1993; Correa Gomes & Oliveira 2002) confirmam esta hipótese. Com base em novos dados geocronológicos Rosa *et al.* (2002a, 2002b) identifica que as primeiras intrusões desta província ocorrem em sua porção sul, sendo as mais jovens localizadas em sua parte norte (Maciço Sienítico Itabuna).

III. 5 – SEDIMENTOS RECENTES

Sob a terminologia de sedimentos recentes agrupam-se nesta dissertação as rochas sedimentares mesozóicas das bacias do Recôncavo Sul e Almada; sedimentos terciários dos grupos Ilha Grande, Ilha Pequena e os sedimentos inconsolidados do Grupo Barreiras atribuídos ao Quaternário.

III.6 – SUMÁRIO

A história geológica do Sul do Estado da Bahia é complexa. Entretanto, é possível estabelecer os eventos mais importantes dos períodos geológicos desde o Arqueano até o recente.

O Arqueano-Paleoproterozóico é marcado pela formação de terrenos granulíticos, com presença de rochas de afinidade toleíticas, cálcio-alcalinas e shoshoníticas, que foram

interpretadas como sendo fósseis de antigos arcos magmáticos e, como sendo a parte sul do Orógeno Curaçá-Salvador-Itabuna. As rochas gnáissico-migmatíticas desta área são correlacionados com aqueles presentes a Oeste e atribuídos ao Núcleo Remanso.

Os conjuntos de falhas Planalto-Potiraguá e a Zona de Cisalhamento Itabuna-Itajú do Colônia, podem estar associados à estruturação do rifte Espinhaço de idade mesoproterozóica. A Falha Planalto-Potiraguá delimita a zona de influência do Orógeno Neoproterozóico Araçuaí, nos terrenos do Cráton do São Francisco. A esse período, durante fase distensiva, tem-se a colocação de magmatismo máfico toleítico.

O Neoproterozóico é aqui caracterizado: pela colocação de granitos, formação do Complexo Kinzigítico e a intrusão do Complexo Gabro Anortosítico Rio Pardo, instalação do magmatismo alcalino, bem como pela formação dos metassedimentos do Grupo Rio Pardo. Neste contexto e com base nas informações disponíveis, existem dois períodos distintos: um mais novo, entre 630-550 Ma onde domina uma dinâmica colisional relacionada a formação do Orógeno Araçuaí e um outro mais antigo (> 690 Ma) onde tem-se a colocação de magmas alcalinos subssaturados em sílica provavelmente ligados à estruturação de um rifte continental desenvolvido e condicionado a direção do sistema de falhas Itabuna-Itajú do Colônia. Neste panorama a bacia Rio Pardo pode representar uma sedimentação do sistema rifte.

CAPÍTULO IV – GEOLOGIA DO **MACIÇO NEFELINA-SIENÍTICO RIO PARDO**

IV.1 - INTRODUÇÃO

O Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo (MRP) aflora por aproximadamente 46 km², tem forma poligonal e localiza-se a cerca de 7 km a nordeste da cidade de Potiraguá (Fig. 4). O acesso às rochas deste maciço é relativamente fácil pela existência de uma malha de estradas carroçáveis em bom estado de conservação devido, provavelmente, a existência de fazendas e de minas onde se explora sienitos com sodalita azul. Todavia, torna-se necessário o desenvolvimento de longas caminhadas no interior de pastos ou de restos de floresta de Mata Atlântica para se poder alcançar a grande parte dos afloramentos visitados. Procurou-se, sempre que possível, orientar as caminhadas de forma a realizar perfis E-W ou N-S ao alongamento do MRP (Anexo 2).

Em campo os terrenos do MRP caracterizam-se por uma seqüência de morros, cujas cristas mostram-se aparentemente alinhadas segundo as direções N-S na região central e sul, e NE-SW ou E-W na parte norte. Os terrenos sieníticos mostram ainda grandes contrastes de estilos geomorfológicos quando comparados com o relevo arrasado das rochas que compõem seu embasamento.

Como produtos das missões de campo foram visitados e descritos cerca de 300 afloramentos e coletadas 196 amostras de rochas (Anexo 4).

Os dados coletados, integrados aos disponíveis na bibliografia consultada, são a seguir sumariados quanto aos principais aspectos geológicos do MRP.

IV.2 – FORMA E ESTRUTURA INTERNA

Soub (1972) é o primeiro pesquisador a propor um mapa geológico para a região de Potiraguá e a forma para o MRP definida por este pesquisador é evidenciada na figura 1. Ela se mostra distinta da apresentada neste estudo (Fig. 4). Este fato deve refletir a dificuldade de acesso nos anos iniciais da década de setenta, ante a grande quantidade de floresta tropical, presente nesta região.

A forma estabelecida neste estudo para o MRP é poligonal (Fig.4), limitada por falhas que colocam estas rochas nefelina-sieníticas em contato com rochas: granulíticas e gnáissico-migmatíticas; quartzo-sieníticas do Maciço Sienítico Serra das Araras; e gabróicas do Complexo Gabro-Anortosítico Rio Pardo.

Figura 4

As falhas que delimitam o MRP, embora sejam traços estruturais marcantes em imagens de radar (Fig. 5), não mostram em campo feições de deformação que possam ser relacionadas a estas direções estruturais nas rochas deste corpo.

Este fato pode ser interpretado como se estas fraturas ou falhas sejam anteriores a colocação do magma responsável pela formação das rochas do corpo estudado.

Os cursos d'água que cortam o MRP pertencem a bacia hidrográfica do Rio Pardo que, no geral, tem sentido de fluxo leste-oeste. Essas drenagens mostram um padrão dentrítico e retangular. O controle da drenagem pela estrutura tem como melhor exemplo o Rio Pardo, ao transectar o MRP.

O MRP é essencialmente constituído por rochas nefelina-sieníticas e de forma subordinada por sienitos com nefelina ou sodalita, existindo abundantes diques alcalinos sub-vulcânicos e pegmatíticos. Em alguns afloramentos foi possível identificar a presença de foliação magmática presente nestas rochas. Esta foliação se materializa pelo alinhamento de prismas de feldspato alcalino e a orientação de aglomerados de minerais máficos.

Constatou-se que a ocorrência dos sítios mineralizados em sodalita azul, onde são abundantes nefelina-sienitos com granulação muito grossa a pegmatítica, limitam-se a zonas preferenciais, localizadas no topo das maiores elevações do MRP e distribuem-se ao lado deste corpo de forma descontínua. Nestes sítios, as relações geométricas presentes entre os diferentes tipos de rochas são complexas. Neles as rochas com sodalita ora aparecem preenchendo fraturas em nefelina-sienitos encaixantes, ou ainda, de forma predominante disseminada. Essas relações levam a hipótese de que os sodalita-sienitos são colocados em pelo menos dois momentos distintos.

IV.3 – CONTATOS E UNIDADES ENCAIXANTES

O MRP está encaixado em rochas gnáissico-migmatíticas (a norte e sul), gabro-anortosíticas (a sudeste) e quartzo-sieníticas da Serras das Araras (a oeste).

Regionalmente os contatos do MRP com as rochas adjacentes são controlados por falhas ou fraturas. Em campo, não foi possível tocar nestes contatos, por eles alojarem-se drenagens e estarem cobertos por colúvios ou sedimentos férteis transportados pelos cursos d'água, onde se instalam vegetações de maior porte ou mesmo mata ciliar. Contudo, a identificação em campo de zonas de cisalhamento com direções N170° W, N350° E e N140°E e próximas aos limites entre as rochas gnáissicas e sienitos e gnáissicas e Complexo Gabro-Anortosítico podem ser um indício de que os contatos passam por aí.

Neste trabalho, devido às dificuldades encontradas para a identificação dos contatos das rochas do MRP com as suas encaixantes, levou-se em conta a variação do relevo, as drenagens e falhas/fraturas para a delimitação das rochas.

Figura5

IV.3.1 - Rochas Metamórficas

Estas rochas são representadas na área estudada por tipos gáñissico-migmatíticos que aparecem com maior expressão na porção sudeste. Elas afloram na parte sudeste sob a forma de lajedos, com coloração rósea acinzentada ou como, por exemplo, na BA-670, estrada que liga as cidades de Itapetinga e Potiraguá, com bandas métricas de composição granítica, tendo intercalado bandas mais máficas, enriquecidas em biotita e anfibólio (Prancha 1, Foto A). Por vezes são cortadas por diques graníticos de coloração rosada, granulometria fina e estrutura isotrópica, e diques alcalinos de coloração cinza, exibem granulometria fina e estrutura isotrópica. Na parte leste elas apresentam coloração cinza clara a escura, bandas bem definidas de material granítico e máfico, e mostram relevo mais aguçado (Prancha 1, Foto B).

A observação em campo de dobras e ondulações nas bandas em alguns locais e a identificação de cristais de quartzo e feldspato deformados, com indicação de movimento de massa de leste para oeste, pode ajudar a sustentar essa suposição, que pode estar relacionada com a tectônica brasileira da Orogênese Araçuai.

IV.3.2 – Complexo Gabro -Anortosítico Rio Pardo

As rochas gabro-anortosíticas são encontradas na parte sudeste da área em apreço, aparecendo em regiões de relevo plano, com poucos afloramentos e sob a forma de grandes lajedos, que, em geral, estão bastante afetados pela ação intempérica. Elas são caracterizadas por apresentarem coloração cinza escura a preta, variação de granulométrica, onde se tem desde rochas com granulação fina até pegmatoidal com cristais de plagioclásios centimétricos (Prancha 1, Fotos C1 e C2). Grande número de diques básicos ocorre cortando as rochas deste complexo .

As relações identificadas entre os diques de basalto com as rochas máficas do complexo são caracterizadas por uma trama poligonal de diques com pequenas espessuras e contatos variáveis. Por vezes mostram-se retilíneos e bem marcados, indicando grande diferença de viscosidade, mas também podem ser curvos e difusos, sugerindo a coexistência entre magmas.

IV.3.3 - Rochas Básicas

As rochas básicas nesta região ocorrem predominantemente sob a forma de diques que cortam todas as unidades geológicas da área estudada. Contudo, na porção NE da área, na região denominada de Serra Verde, todos os afloramentos visitados são de basaltos (Prancha 1, Foto D). Ocasionalmente foram encontrados diques félsicos com pequenas dimensões cortando as rochas basálticas.

Prancha 1

As rochas básicas da Serra Verde são muito similares aos basaltos encontrados associados ao Complexo Gabro-Anortosítico Rio Pardo. Todavia, devido a falta de informações químicas e geocronológicas para estas rochas, essa unidade foi nomeada no mapa geológico apresentado (Anexo 5) como Basaltos Serra Verde e posicionada, com base nas relações de campo no Neoproterozóico.

IV.3.4 – Maciço Sienítico Serra das Araras

As rochas sieníticas do Maciço Serra das Araras (~ 220 km²) ocorrem localizadas a oeste do Maciço Nefelina Sienítico Rio Pardo, fazendo contato com ele por falhas. Este maciço destaca-se no panorama geomorfológico da região por apresenta-se como sua maior elevação. Estes sienitos são rochas de cor clara (Prancha 1, Foto E) com pontos escuros correspondentes aos cristais de biotita, anfibólio e minerais opacos. Em alguns afloramentos observa-se a presença de um anisotropismo marcado pela orientação dos minerais máficos. Estas rochas diferem daquelas do MRP pela presença do quartzo e por estarem associadas a granitos que contêm cristais de quartzo azulado. Estes granitos são explotados na região e pedreiras podem ser encontradas principalmente na porção norte que esta inserida na área de estudo. A parte central deste corpo encontra-se coberto por densa mata, o que dificulta o caminhamento.

Os estudos realizados por Rosa *et al.* (2004b) forneceram idade 739 ± 2 Ma para este magmatismo e edificá-o como a única intrusão constituída por rochas supersaturadas em sílica (quartzo -sienitos e granitos alcalinos). Estes mesmos autores identificaram que: as rochas graníticas ocorrem no centro do corpo e passam gradativamente aos termos sieníticos; por modelamento geoquímico explicam que os granitos podem ser gerados pela diferenciação do magma sienítico; e identificam uma assinatura tipo IOB.

IV.4 – ROCHAS DO MACIÇO NEFELINA-SIENÍTICO RIO PARDO

As rochas sieníticas são os litotipos que predominam no maciço, ocupando cerca de 90% da área aflorante e o restante (10%) corresponde às subvulcânicas e diques máficos.

Atitudes preferenciais encontradas para as rochas sieníticas variam de N95° até N330° com mergulhos NW-SE. Falhas/fraturas com direção N-S e subordinadamente E-W são identificadas, conforme ilustra o mapa geológico da área (Anexo 5).

As características geológicas dos diferentes conjuntos de rochas identificados são apresentadas a seguir. Eles são: sienitos, nefelina-sienitos, sodalita-sienitos, traquitos e fonólitos.

IV.4.1 – Sienitos e Nefelina-Sienitos

Foram identificados sienitos com pouca nefelina até termos mais evoluídos que chegam quase a nefelinitos. A identificação macroscópica do mineral nefelina é facilitada, pois neste corpo ela tem cor verde. Por outro lado, a identificação do feldspatóide na falta da nefelina de cor verde pode ser feita, pois estes minerais exibem alteração diferenciada dos demais minerais presentes nestas rochas. A atuação de processo de alteração dos feldspatóides se marca pela presença de cavidades, normalmente com coloração branca leitosa, com leve tom azulado e aspecto aveludado, destacando-se dos feldspatos e minerais máficos que aparecem em relevo (Prancha 2, Foto A). Denominou-se em campo de sienitos aquelas rochas onde não se identificou macroscopicamente a nefelina ou ainda ela tinha pouco volume. Todavia, estas rochas exibem feições macroscópicas similares a dos nefelina-sienitos.

Os sienitos são rochas difíceis de serem identificadas, pois em geral apresentam-se bastante alterados. Contudo, eles podem guardar traços reliquiais, como a conservação de cristais de feldspato, que ajudam na sua identificação. Na porção central do corpo são encontrados afloramentos em bom estado de conservação mostrando relevo positivo (Prancha 2, Foto B), coloração branca acinzentada, textura média a grossa e com aglomerados de biotita que imprimem uma tonalidade escura a rocha.

Os nefelina-sienitos são as rochas que mais abundantemente mostram-se conservadas no MRP. Sua granulometria e concentração são bastante variadas (Prancha 2, Fotos C e D). Estas rochas têm coloração cinza clara a cinza esverdeada, com granulometria variando de fina até pegmatítica. Nelas os cristais de nefelina ocorrem na forma essencialmente subédrica ou anédrica, podendo atingir até 10 cm (Prancha 3, Foto A). Elas apresentam estrutura isotrópica observando-se, ocasionalmente, estruturas de fluxo magmático marcadas pelo alinhamento de cristais de biotita (Prancha 3, Foto B) e de feldspatos.

Aos cristais de nefelina estão associados cristais de calcita, freqüentemente de cor rósea e usualmente preenchendo fraturas. Também foram vistos cristais de carbonato, de cor creme, associados à biotita, ocupando espaços de fraturas em nefelina-sienitos (Prancha 3, Foto C).

Os contatos dos nefelina-sienitos com os sodalita-sienitos apresentam-se gradativos e com os as vulcânicas alcalinas félsicas eles são bruscos. Em alguns afloramentos os nefelina-sienitos aparecem como xenólitos nos vulcanitos e outra vezes, os vulcanitos aparecem como diques que cortam os nefelina-sienitos (Pranchas 3, Fotos D1 e D2).

Prancha 2

Prancha 3

É interessante ressaltar que, os nefelina-sienitos são encontrados principalmente formando as elevações do maciço em estudo e que sua granulometria tende a aumentar de baixo para cima nesses morros. Ocasionalmente encontram-se estas rochas em baixios como acontece na região da Serra de Anápolis e na parte sul do maciço.

IV.4.2 – Sodalita-Sienitos

Os sodalita-sienitos são rochas bastante heterogêneas quanto a sua granulação. Elas normalmente ocorrem como faixas descontínuas e com volumes variáveis de sodalita e biotita. Nas regiões em que afloram são freqüentes a presença de diques e bolsões pegmatíticos com sodalita e/ou nefelina e a existência de segregações de biotita, carbonato e fluorita em fraturas. Nota-se igualmente a presença de fraturas preenchidas por sodalita (Prancha 4, Foto A) e a formação de veios com sodalita pura (Prancha 4, Foto B). Isto indica que, ao menos, parte da sodalita cristaliza-se tardiamente.

Estas rochas em geral apresentam bom estado de conservação quanto a ação intempérica, entretanto quando afetada por esse fenômeno, a sodalita presente responde mais rapidamente a alteração que os outros minerais, formando cavidades de dissolução (Prancha 4, Foto C), o que ajuda igualmente a identificação da presença deste mineral.

Os sodalita-sienitos ocorrem principalmente no topo das maiores elevações do maciço, onde, o aumento dos cristais de nefelina pode ser um indicativo da presença da sodalita. Entretanto, na porção sudeste da Serra de Anápolis ela aparece sob a forma de lajedo, ocupando áreas de pasto na pecuária local.

Embora esta seja uma rocha de grande uso no mercado de rochas ornamentais, a presença constante de fraturas nos afloramentos visitados é um dos grandes limitadores da sua extração.

IV.4.3 – Rochas Subvulcânicas

As rochas subvulcânicas alcalinas félsicas presentes na região estudada ocorrem sob as formas de dique e domo. Elas exibem colorações cinza esverdeada ou cinza, granulação muito fina a afanítica e ocasionalmente têm textura porfirítica.

Estas rochas afloram principalmente sob a forma de pequenos lajedos, quando na forma de dique, ou constituem pequenas elevações no caso dos domos (Prancha 5, Fotos A e A1). Os fenocristais usuais são de especularita (até 3 cm), sanidina (até 2 cm), mineral metálico (até 1,5 cm) e aglomerados de fluorita roxa (Prancha 5, Foto B). Raramente encontram-se veios de carbonato de cor rosada e de sodalita (Prancha 5, Foto C).

Prancha 4

Prancha 5

Os diques têm espessuras variáveis, geralmente sendo inferiores a 10 m. Eles normalmente têm direção de N10° e mergulhos subverticais. Ocorrem tanto no interior do maciço estudado quanto as rochas encaixantes. Os domos localizam-se predominantemente na porção norte do maciço (Anexo 5), tendo sido igualmente encontrados na região noroeste da cidade de Potiraguá. É possível visualizar estruturas de fluxo magmático nas duas formas de ocorrências destas rochas. Estas estruturas são marcadas pela mudança de coloração nos tipos afaníticos ou pela orientação dos fenocristais nos tipos porfiríticos.

IV.5 - SUMÁRIO

O MRP é essencialmente constituído por rochas sieníticas e de forma subordinada por sienitos com sodalita ou nefelina, existindo abundantes diques alcalinos sub-vulcânicos e pegmatíticos. A forma estabelecida neste estudo para o MRP é poligonal e limitada por falhas que colocam estas rochas sieníticas em contato com rochas: granulíticas e gnáissico-migmatíticas; quartzo-sieníticas do Maciço Sienítico Serra das Araras; e gabróicas do Complexo Gabro-Anortosítico Rio Pardo.

As falhas que delimitam o MRP, embora sejam traços estruturais marcantes em fotografias aéreas e imagens de radar não mostram em campo feições de deformação que possam ser relacionadas a estas direções estruturais nas rochas deste corpo. Este fato pode ser interpretado como que estas fraturas e falhas sejam anteriores a colocação do magma responsável pela formação das rochas do corpo estudado.

Os sienitos são as rochas que predominam no maciço. Eles apresentam coloração branca acinzentada, textura média a grossa, com aglomerados de biotita que imprimem uma tonalidade escura a rocha.

Os nefelina-sienitos são as rochas aflorantes mais preservadas e a identificação macroscópica do mineral nefelina é facilitada, pois neste corpo ela tem tonalidade verde. Estas rochas exibem coloração cinza clara a cinza esverdeada, com granulometria variando de fina até pegmatítica.

Os sodalita-sienitos são rochas bastante heterogêneas quanto a sua granulação e forma de ocorrência. Eles são localizados principalmente no topo das maiores elevações do maciço, onde, o aumento dos cristais de nefelina pode ser um indicativo da presença da sodalita. Estas relações são sugestivas de que estas regiões representam partes mais elevadas da câmara magmática Rio Pardo e a concentração maior de nefelina nestes locais podem indicar acumulação deste mineral, admitindo um processo de flotação de regiões onde se concentram fluidos. As duas hipóteses não são excludentes, podendo ser concomitantemente.

As rochas sub-vulcânicas alcalinas félsicas ocorre sob as formas de dique e domos, exibem granulação afanítica e dominam tipos porfiríticos.

CAPÍTULO V - GEOCRONOLOGIA

V.1 – INTRODUÇÃO

Vários são os dados geocronológicos disponíveis na literatura para as rochas do município de Potiraguá, entretanto nenhum deles aborda especificamente as rochas que compõem o Maciço Nefelina Sienítico Rio Pardo. Com o intuito de melhor caracterizar estas rochas do ponto de vista geocronológico, foram selecionadas 11 (onze) amostras, reunindo sienitos e diques (Tab. 1, Fig. 6), para análises isotópicas do sistema Rb-Sr.

Tabela 1. Amostras do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo analisadas pelo método Rb-Sr.

AMOSTRA	LITOLOGIA	COORDENADAS	
		LATITUDE	LONGITUDE
2103	Sienito	8286899	410511
2282	Sienito	8289316	411366
2159	Sienito	8280203	412435
2327	Sienito	8286852	411052
2391	Ne-sienito	8284112	412536
2125	Ne-Sienito	8286126	411208
2134	Ne-sienito	8283200	412386
2345	Ne-sienito	8286521	411273
2388	Fonolito	8282729	406088
2417	Fonolito	8280340	412930
2440	Traquito	8282259	408091

V.2 – DADOS GEOCRONOLÓGICOS ANTERIORES

Os dados disponíveis na literatura (Tab. 2) para as rochas subssaturadas em SiO₂ limitam-se aos métodos K-Ar e Ar-Ar, em minerais e rochas total. Os valores obtidos mostram elevados erros e grande intervalo de idades (416 ± 21 Ma até 773 ± 13 Ma). As idades K-Ar mais antigas (773 ± 13 Ma e 772 ± 24 Ma) são reportadas a cristais de anfibólio e podem ser comparadas àquelas obtidas por Rosa *et al.* (2003; 706 ± 12 Ma - Complexo Alcalino Floresta Azul) e Rosa *et al.* (2004a; Maciço de Itarantim - 720 ± 9 Ma], ambos pertencentes a PASEBA.

As idades Pb-Pb em zircão disponíveis para os sienitos saturados em SiO₂ do Maciço das Serras das Araras (739 ± 2 Ma) mostram-se similares as obtidas em cristais de anfibólio pelo método KAr (773 ± 13 Ma e 772 ± 24 Ma) nas rochas da região de Potiraguá. Considerando os erros envolvidos nas idades K-Ar em anfibólio

Figura 6

das rochas de Potiraguá, pode-se sugerir que a colocação dos dois tipos de magmas alcalinos, saturados e sub-saturado em SiO_2 sejam contemporâneas. Por outro lado, uma idade Pb -Pb em dique alcalino desta região mostra-se mais jovem do que os corpos alcalinos plutônicos (Tab. 2).

Tabela 2. Dados geocronológicos disponíveis para as rochas da região de Potiraguá. Cordani et al. (1973) [1], Corrêa Gomes (2000) [2], Rosa et al. (2004c) [3].

Método	Idade (Ma)	Material Analisado	Tipo Litológico	Fonte
K-Ar	773 ± 13	Anfibólio	Nefelina-Sienito	1
	772 ± 24	Anfibólio	Nefelina-Sienito	1
	429 ± 22	Biotita	Nefelina-Sienito	1
	416 ± 21	Biotita	Nefelina-Sienito	1
Ar-Ar	641 ± 20	Anfibólio	Nefelina-Sienito	1
	546 ± 30	Anfibólio	Nefelina-Sienito	1
	517 ± 21	Anfibólio	Nefelina-Sienito	1
	431 ± 23	Rocha Total	Nefelina-Sienito	1
Pb-Pb	732 ± 2	Zircão	Sienito	2
	676 ± 4	Zircão	Dique de Sienito	2
	739 ± 2	Zircão	Qtzo-Biotita Sienito	3

V.3 – RESULTADOS Rb-Sr

Para a obtenção das razões Rb-Sr foi utilizada a técnica de diluição isotópica em rocha total (cf. Capítulo 2) em amostras que não mostravam qualquer tipo de alteração secundária. O cálculo das idades foi feito utilizando o *software* Isoplot (Ludwing 2001), com nível de precisão 1d. Os resultados analíticos obtidos estão listados na tabela 3 e figuras 5 e 6.

Tabela 3. Análises isotópicas Rb-Sr, em rocha total, do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo. Razão inicial de estrôncio (Sr_i).

Amostra	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Sr_i
2103	119	380	0,9088	0,712839	0,704
2134	154	528	0,844	0,713180	0,704
2159	128	121	3,088	0,737247	0,705
2327	90	81	3,226	0,737791	0,706
2391	123	396	0,900	0,714002	0,704
2125	126	1377	0,264	0,706342	0,705
2282	89	288	0,892	0,713367	0,707
2345	93	20	13,754	0,845593	0,703
2388	226	112	5,867	0,762095	0,706
2417	90	171	1,531	0,721247	0,707
2440	172	58	8,728	0,792042	0,706

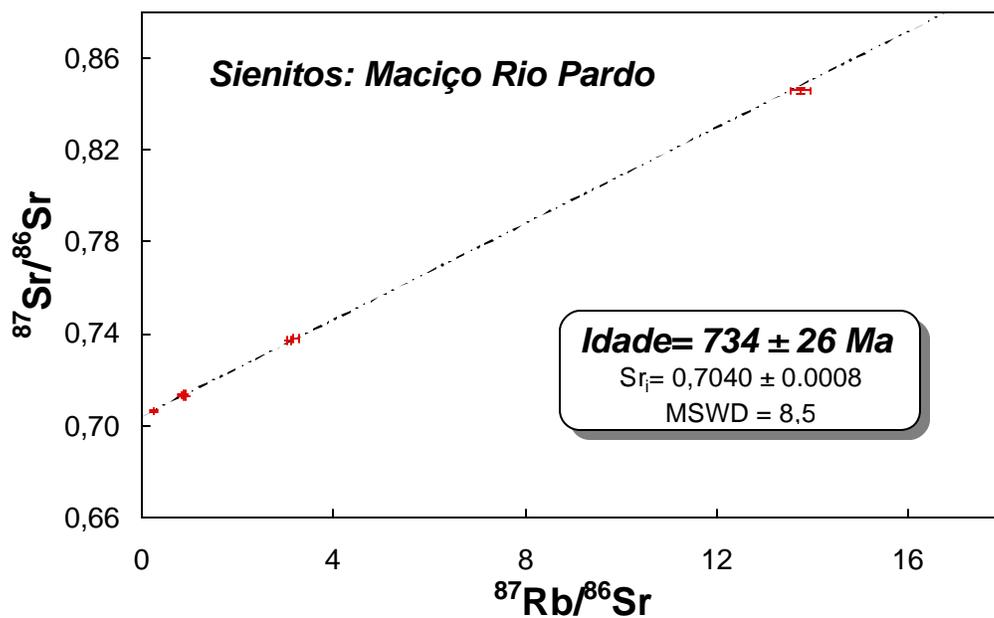


Figura 7- Diagrama isocrônico aplicado às rochas sieníticas do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo.

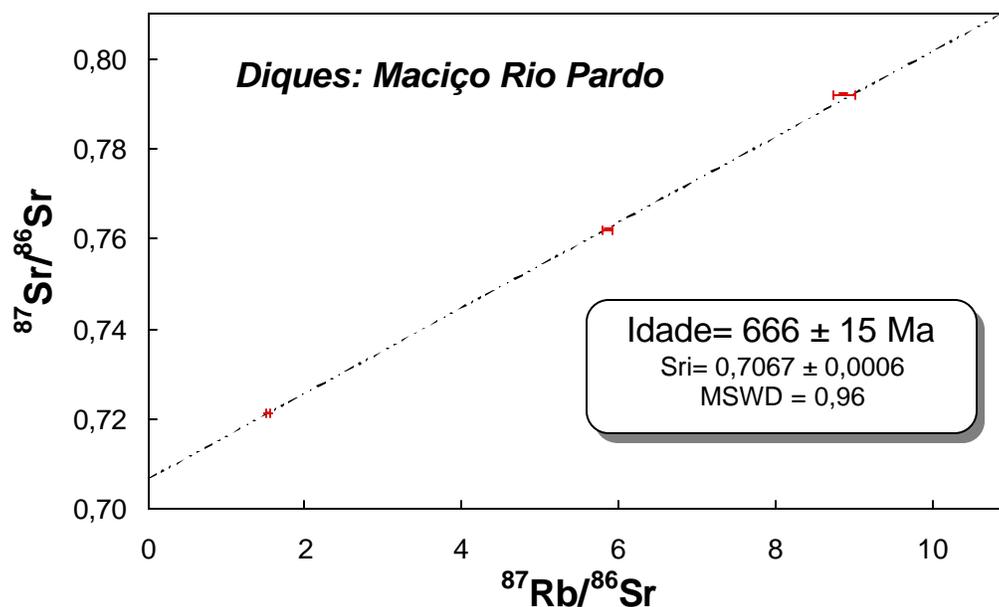


Figura 8 - Diagrama isocrônico aplicado aos diques do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo.

O conjunto de rochas sieníticas, reunido no diagrama $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ versus $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, forneceu uma idade de 734 ± 26 Ma, MSWD=8,5 (Fig. 7) e razão inicial de estrôncio (Sr_i) de $0,7040 \pm 0,0008$. Os diques, neste mesmo tipo de diagrama (Fig. 8), definiram uma isócrona com idade de 666 ± 15 , MSWD=0,96 com Sr_i de $0,7067 \pm 0,0006$.

A idade obtida para as rochas sieníticas (734 ± 26 Ma) encontra-se dentro intervalo, definido por Rosa *et al.* (2004c), para o magmatismo da PASEBA ($739 - 676$ Ma). Por sua vez, o conjunto de diques apresenta uma idade Rb-Sr (666 ± 15 Ma) muito similar à obtida por Corrêa-Gomes (2002) de $676 \pm$ Ma, em zircões de um dique da região de Potiraguá (Tab. 2).

V.4 – DISCUSSÕES

Os dados geocronológicos obtidos neste trabalho, pelo método Rb-Sr, para o conjunto de rochas sieníticas (734 ± 24 Ma) é similar aos resultados apresentados na literatura: 773 ± 13 Ma e 772 ± 24 Ma (K-Ar, anfibólio e rochas de Potiraguá), 739 ± 2 Ma (Pb-Pb_{zircão} Serra das Araras), 706 ± 12 Ma (Complexo Alcalino Floresta Azul) e 720 ± 9 Ma (Maciço de Itarantim), evidenciando que os magmas saturados e subsaturados da PASEBA foram contemporâneos. A idade obtida pela metodologia Rb-Sr de 734 ± 26 Ma é aqui considerada como a de cristalização do magma que gerou as rochas do MSRP.

Os diques traquíticos apresentaram idade de 666 ± 15 Ma compatível a outros dados geocronológicos apresentados para o magmatismo alcalino fissural nesta região da PASEBA.

A diferença de idades entre as rochas sub-vulcânicas e as plutônicas alcalinas estudadas de no mínimo 20 Ma pode sugerir que existiram contínuos pulsos de magmas alcalinos nesta região.

As importantes diferenças na granulação das rochas (afaníticas, faneríticas) condicionam a necessidade das rochas sieníticas de estarem relativamente frias, o que contribui com a hipótese levantada acima.

CAPÍTULO VI – PETROGRAFIA

VI.1 - INTRODUÇÃO

O estudo petrográfico no Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, apresentado a seguir, resultou das observações macroscópica e microscópica em 42 amostras. A distribuição geográfica destas rochas nas fácies identificadas e cujas características geológicas foram descritas no Capítulo 4 tem suas localizações indicadas na figura 9. O sumário das análises microscópicas podem ser consultadas no anexo 6. Na tabela 4 é apresentada a distribuição das amostras estudadas nas diferentes fácies petrográficas.

Para a nomenclatura das rochas do maciço em estudo consideraram-se as recomendações da IUGS (Le Maître *et al.* 2002) ou seja: os nomes-tronco foram obtidos tendo-se como base o volume recalculado para 100% dos componentes essenciais convenientes, no caso específico A, P e F. Além disto, adicionou-se ao nome da rocha aqueles minerais cujos percentuais são superiores a 5% do volume.

A terminologia adotada para a designação da granulação ou textura fanerítica corresponde a dimensões de cristais identificáveis a olho desarmado, ou seja, superiores a 5 mm. Por outro lado, a designação fanerítica fina, média e grossa adotada neste estudo corresponde àquela adotada por Hibbard (1995) e cujas dimensões estão compreendidas entre $> 0,01$ e < 1 mm, > 1 e < 5 mm e, > 5 e < 50 mm, respectivamente. Utilizou-se o termo granulação pegmatítica quando o tamanho dos cristais ultrapassava a 50 mm.

As rochas deste maciço, exceto as sub-vulcânicas, ocorrem com granulação fanerítica média a grossa, exibindo estrutura isotrópica, sendo que, localmente encontra-se rochas com orientação gerada pelo fluxo magmático. Elas ocasionalmente podem exibir estrutura ou textura secundárias (geradas por processo pós-magmático, ou seja sob rochas totalmente cristalizadas), impressa por deformação, particularmente nas proximidades de algumas falhas tardias. A mineralogia é relativamente monótona e se marca pela presença de: feldspatos alcalinos perítico, nefelina, sodalita, biotita, cancrinita, minerais opacos (magnetita e ilmenita), hornblenda, aegirina-augita, ribequita. Os minerais acessórios são: titanita, apatita, fluorita, carbonato, leucóxênio, pirita, allanita, zircão.

Fig9

Chama-se atenção para o fato que:

A - os dados petrográficos obtidos para as rochas do embasamento (gnaisses, granulitos e rochas gabro-anortosíticas) foram incorporados ao texto que trata destas rochas quando do Capítulo 4 Geologia da Área de Estudo.

B - a distinção entre as rochas subvulcânicas não foi possível de ser efetuada unicamente com dados petrográficos. Assim, as terminologias fonólito e traquito foram obtidas com base em dados de química, estes, por sua vez, serão apresentados e discutidos em detalhe no Capítulo 7.

Tabela 4. Distribuição das amostras estudadas nas fácies petrográficas identificadas no Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo.

Fácies Petrográficas	Total	Listagem das amostras
Sienitos com nefelina	5	2116, 2282, 2327, 2103, 2159.
Nefelina-Sienito	14	2106, 2158, 234, 2306, 2325, 2326, 2396, 2420, 2124, 2349, 2345, 2134, 2125, 2391.
Sodalita -Sienitos	9	2104, 2114, 2143, 2144, 2147, 2157, 2277, 2324, 2415.
Fonólito	8	2417, 2369, 2388, 2450, 2169, 2244, 2280, 2288.
Traquitos	3	2156, 2142, 2440.
Ribequita-Nefelina-Biotita -Sienito	1	2120
Nefelina-Cancrinita Sienito	1	2145
Anortosito	1	2167

Por fim, foram utilizados vários livros que tratam de mineralogia óptica para a identificação de minerais (p.ex. Dana 1976, Kerr 1977, Deer *et. al.* 2000). Para a interpretação do significado das texturas consultou-se alguns livros e artigos científicos, merecendo destaque os livros de Spry (1969) e de Hibbard (1995).

Nos textos sobre a petrografia das fácies, apresentado a seguir, são expostas as principais feições e, sempre que possível é feita a interpretação no tocante a ordem de cristalização dos minerais descritos, assim como processos outros atuantes na formação ou responsáveis pelo aspecto identificado nas rochas estudadas.

VI.2 - FÁCIES SIENITO COM NEFELINA

Estas rochas exibem macroscopicamente cor cinza claro, textura hipidiomórfica e granulometria variando de fina a média. Devido a sua tonalidade clara sobressaem os cristais dos minerais máficos, onde os volumes de biotita e a aegirina-augita dominam sobre os demais minerais.

Quando examinada ao microscópio esta rocha mostra-se com textura inequigranular (Prancha 6, Foto A). A mineralogia essencial é composta por feldspato alcalino perítico, biotita e aegirina-augita. Como acessórios estão presentes minerais opacos, apatita, nefelina, titanita, albita, carbonato, hornblenda e sodalita.

Feldspatos - nesta rocha existe o predomínio dos feldspatos alcalinos, que tem como representante principal a microclina e, de forma subordinada, albita. Esses indivíduos ocorrem geralmente com forma subédrica e, ocasionalmente, são anédricos. Eles mostram textura perítica em forma de *Path*, entretanto, é possível observar em alguns cristais a existência de geminação segundo a Lei Carlsbard, que pode apresentar em sua periferia o desenvolvimento de geminação segundo as leis Albita-Periclina. Constata-se que os cristais sem geminação ou exsolução, mas com geminação segundo as leis Albita-Periclina situam-se normalmente em interstícios (Prancha 6, Foto B). As inclusões de mineral opaco anédrico, biotita e piroxênio subédricos ocorrem distribuídas preferencialmente em suas periferias. Algumas das micro-fraturas nos cristais períticos ocorrem preenchidas por cristais de mica, albita e ocasionalmente carbonato.

Biotita - os cristais de biotita marrom ocorrem subédricos, na forma de palhetas, ou como cristais anédricos. Por vezes aparece com disposição controlada pelo fluxo magmático, o que pode ser indício de mineral-*liquidus*. Geralmente ela está associada ao clinopiroxênio ou mineral opaco, e mais raramente mostra-se coroada por cristais anédricos de titanita e carbonato. Inclusões de cristais de apatita anédricos apresentam-se distribuídos de forma aleatória e, mais raramente, zircão.

Aegirina-augita - os cristais de aegirina-augita nestas rochas mostram-se subédricos e com coloração verde. Inclusões de minerais opacos anédricos concentradas próximo ao centro dos cristais e fraturas preenchidas por biotita são comumente observadas. Cristais de aegirina-augita são observados sendo coroados por cristais de hornblenda verde, sugerindo a precocidade do piroxênio em relação ao anfibólio.

Prancha6

Nefelina - a nefelina ocorre de forma anédrica e normalmente ocupando os interstícios entre os prismas de feldspatos alcalinos peritéticos, onde geralmente mostra contato em forma de baía com o feldspato alcalino. Esta feição pode ser um indício de cristalização tardia a partir de um fluido. Esse tipo de contato é igualmente presente com a biotita. São observadas em praticamente todos os cristais, inclusões anédricas de cancrinita, mostrando a sua instabilidade e mais raramente de carbonato com forma subédrica.

Hornblenda - a hornblenda verde ocorre com forma prismática, subédrica e raramente são euédricos. Cristais de minerais opacos anédricos são inclusões encontradas aleatoriamente. Nas bordas de alguns cristais tem-se em contato um mineral euédrico, de cor azulada, euédrico e com dimensões diminutas, que pode ser ribequita.

Minerais Acessórios

Titanita: é um acessório abundante e normalmente aparecem coroando cristais de minerais opacos, mais raramente a biotita, ou, ainda ocasionalmente, ocupando as suas clivagens. As relações complexas nos contatos apresentados entre a titanita, biotita e minerais opacos sugerem que ela se forma por desestabilização deles.

Carbonato: ele ocorre de forma anédrica ou subédrica, com granulação fina e apresentam-se normalmente substituindo a nefelina.

Sodalita: ocorre de forma anédrica e mantém contato em forma de baía com a nefelina e biotita, sugestivo de cristalização associada a fluidos.

Albita: apresenta-se como cristais euédricos, geralmente nos interstícios ou nas bordas dos cristais de feldspato alcalino peritético.

Cancrinita: ocorre de forma anédrica comumente substituindo a nefelina.

Zircão: é raro nas rochas desta fácies, tendo sido identificadas nas amostras 2304, 2349, 2420. Ele tem forma subédrica, normalmente mostra cores de interferência de bordo muito diferente do centro, o que pode estar indicando existência de zonas.

Apatita: este mineral é um dos principais acessórios, ele ocorre em praticamente todas as amostras e mostra-se em forma predominantemente subédrica podendo, entretanto, ocorrer indivíduos anédricos.

VI.3 – FÁCIES NEFELINA-SIENITO

As rochas que compõem esta fácies exibem granulação variando de fanerítica média até pegmatítica (Prancha 7, Foto A). A estrutura é geralmente isotrópica, podendo, entretanto apresentarem-se anisotrópicas.

Prancha7

Os constituintes essenciais são feldspato alcalino pertítico, microclina, nefelina, cancrinita e biotita. E os acessórios são: carbonato, minerais opacos, apatita, mica branca, sodalita, titanita e zircão.

Feldspatos - esses minerais nestes sienitos são representados por feldspato alcalino pertítico, mais abundante, e subordinadamente cristais de albita. O feldspato alcalino com textura pertítica é predominantemente subédrico. É comum dispoem-se na rocha exibindo padrão de distribuição angular ou triangular, com cristais de feldspatóide (nefelina ou sodalita) preenchendo os interstícios. As pertitas presentes exibem geometria variada, dominando a com forma de *path* sobre a com forma de flâmula (Prancha 7, foto B). Observa-se que alguns cristais apresentam geminação segundo a Lei Carlsbard. Todavia, constata-se que em muitos deles as suas regiões periféricas são desprovidas de exsolução e nelas se desenvolve a geminação complexa segundo as leis Albita-Periclina. Inclusões de: minerais opaco, anédricos, estão geralmente localizadas próximas a zonas de fratura; biotita, subédrica, encontra-se distribuídas aleatoriamente. Fraturas podem estar preenchidas por biotita e cancrinita.

Os cristais de microclina ocupam, preferencialmente, os interstícios dos feldspatos pertíticos, apresentam-se na forma subédricos ou anédrica, com tamanhos que variam de fanerítica média a pegmatítica.

Os cristais de albita (≲ 2% An), com dimensões e volume menores que o do feldspato alcalino pertítico, ocorrem em agregados que, em algumas lâminas, mostram-se com certo alinhamento. Outra forma de ocorrência da albita é nas bordas dos feldspatos com textura pertítica (Prancha 7, Foto C), indicando que estes cristais se desenvolvem pelo processo de exsolução.

Nefelina - é o feldspatóide mais abundante nas rochas desta fácies. Seus cristais são anédricos e geralmente ocupam os interstícios angulares ou triangulares deixados pelos cristais de feldspato alcalino pertítico. A grade maioria dos cristais mostra-se substituídos por cancrinita anédrica, sob a forma de coroa ou não (Prancha 8, Foto A). Inclusões de cristais anédricos de carbonato anédrico e de sodalita vermicular foram ocasionalmente observadas.

Cancrinita - os cristais desse mineral são invariavelmente anédricos. Eles encontra-se sempre associados a cristais de nefelina, coroando-a ou substituindo-a (Prancha 8, Foto B), chegando a substituir quase totalmente esse feldspatóide (Prancha 8, Foto C). Em certos locais (p.ex.. Lâm. 2326) a biotita aparentar-se coroada parcialmente pela cancrinita, que apresenta forma alongada, gerando disposição que lembra as pétalas de flor (Prancha 8, Fotos D e E). Contudo, olhando-se com atenção verifica-se que esta textura se limita a ocorrer unicamente do lado que a nefelina aparece. Ocasionalmente a cancrinita ocupa fraturas presentes nestas rochas.

Prancha8

Biotita - esse mineral de cor castanha, ocorre de forma subédrica e seus cristais mostram-se, reunidos em agregados sem geometria definida e com distribuição aleatória nas lâminas. Na amostra 2396 todos os cristais de biotita estão circundados por mineral opaco anédrico (Prancha 9, Foto A). A allanita e titanita são inclusões ocasionais.

Anfibólios - nestas rochas puderam ser identificados dois tipos de anfibólio. A hornblenda mais freqüente e ribequita de forma subordinada. A hornblenda verde ocorre em cristais prismáticos, subédrico ou anédrico, com inclusões de: titanita, subédrica ou anédrica, é encontrada na periferia dos cristais; apatita, subédrica, ocorre preferencialmente na periferia. A ribequita com forma anédrica ou subédrica, ocorre exclusivamente como acessório. Ela é usualmente encontrada nas bordas da hornblenda ou da biotita e raramente apresenta-se como cristal isolado desses minerais.

Sodalita - esse feldspatóide ocupa preferencialmente os interstícios deixados entre os cristais de feldspato alcalino e nefelina, podendo aparecer também no interior destes cristais com aspecto vermicular, o que é sugestivo de cristalização posterior a esses minerais por ação de fluidos.

Minerais Acessórios

Minerais opacos: geralmente ocorrerem nestas rochas como um constituinte ou acessório podendo em poucas amostras alcançar volume superior a 1%. Ele apresenta-se de forma anédrica e comumente está associado a biotita e a titanita.

Titanita: ocorre com forma prismática ou arredondada, estando geralmente inclusa em mineral opaco ou na biotita.

Apatita: tem forma subédrica e ocorre preferencialmente inclusa na biotita

Carbonato: exhibe forma subédrica ou anédrica e está associado a cristais de nefelina e biotita, sendo que os indivíduos mais arredondados encontram-se nas bordas dos cristais de nefelina ou preenchendo micro fraturas neste último.

Allanita: mostrou-se de cor avermelhada e ocorre de forma subédrica como inclusão na biotita.

Clinopiroxênio: apresenta-se com cor verde e em geral está incluso na biotita

Zircão: de todos os minerais acessórios é o menos abundante. Ele ocorre de forma subédrica, estando intimamente associado a cristais de a biotita.

Mica branca: ocorre de forma acicular e geralmente é encontrada substituindo os feldspatos peritéticos e a nefelina.

Prancha 9

Associada a esta litologia principal são descritas duas sub-fácies, que por mostrarem mesma localização topográfica e mineralogia semelhante, mas serem enriquecidas em alguns minerais essenciais que lhes conferem o nome, são neste trabalho apresentadas separadamente.

VI.3.1 - Sub-Fácies Ribequita-Nefelina-Biotita Sienito

Este tipo de sienito exibe coloração cinza clara, granulometria variável e com predomínio da granulação fanerítica média e textura hipidiomórfica (Prancha 9, Foto B).

Feldspatos - os cristais de feldspato alcalino ocorrem de forma subédrica com textura pertítica e por vezes, podem ser identificados indivíduos geminados segundo as leis Albita-Periclina e Albita. Eles normalmente ocupam os interstícios dos cristais de feldspato pertítico. Inclusões de biotita estão distribuídas aleatoriamente nos cristais. Ocasionalmente tem-se inclusões de cristais de ribequita aciculares com disposição aleatória. As fraturas nestes cristais são normalmente preenchidas por cancrinita e sodalita.

Ribequita - a ribequita ocorre em cristais prismáticos de cor castanha escuro ou azul escuro, subédricos, sendo raro indivíduos euédricos. Inclusões de minerais opacos anédricos são encontradas aleatoriamente e as de titanita situam-se normalmente mais próximas da borda dos cristais. Raramente é visto cristal de aegirina incluso neste anfibólio e quando presente normalmente posicionam-se na periferia.

Nefelina - ocorre em cristais anédricos e mostram graus variados de alteração, gerando como produto a cancrinita que se apresenta de forma anédrica, principalmente nas bordas. Palhetas finas de mica branca também são observadas como resultado de alteração. A sodalita pode ser igualmente um produto formado neste processo.

Biotita - a biotita marrom é subédrica, existindo indivíduos euédricos. Inclusões de: titanita subédrica são encontradas mais próximo da periferia dos cristais e de minerais opacos anédricos que se encontram distribuídos aleatoriamente. Fraturas preenchidas por mineral opaco são vistas com pouca freqüência. Em raros cristais a biotita aparece coroada parcialmente por um mineral opaco.

Minerais Acessórios - Cancrinita: ocorre em cristais anédricos e em geral está associada a nefelina, sendo vista com mais freqüência em sua borda. No entanto, também são encontradas entre os cristais de feldspato alcalino ou preenchendo fraturas nos mesmos. Titanita: apresenta-se subédrica e raramente euédrica. Ela é normalmente encontrada coroando parcialmente os cristais de ribequita ou na proximidade dos cristais de biotita. Minerais Opacos: apresentam-se anédricos e normalmente aparecem coroando a biotita. Sodalita: ocorre anédrica, ocupa posição intersticial e, aparentemente mostra-se intimamente associada a cristais

de nefelina e cancrinita. Apatita: é subédrica e normalmente é vista nas proximidades de cristais de biotita. Fluorita: é anédrica, tem cor violeta e seus cristais foram observados na periferia do feldspato alcalino. Aegirina: mineral de cor verde, forma anédrica. Ocorre próximo ao anfibólio, com quem mantém contatos irregular e raramente difuso. Leucoxênio: limita-se a ocorrer como produto de alteração de minerais opacos.

VI.3.2-Sub-Fácies Nefelina-Cancrinita Sienito

A principal ocorrência desta rocha foi encontrada a norte da Fazenda Vaidosa (região noroeste de Potiraguá). Este sienito de coloração cinza clara, textura inequigranular, granulometria grossa, com algumas pontuações azuladas, correspondentes a cristais de sodalita, e pretas, equivalentes a agregados de biotita. Esta rocha é muito parecida em termos texturais e mineralógicos com os nefelina-sienitos descritos anteriormente (Prancha 9, Foto C), exceto pela ausência de cristais de albita.

Feldspato Alcalino - ocorre como cristais anédricos e raramente subédricos. Apresenta textura pertítica em forma de *path*. Ele possui inclusões de: cancrinita, com forma anédrica e mais concentradas na periferia dos indivíduos, diminuindo a quantidade a medida que se aproxima do centro do cristal; biotita marrom, anédrica. Os cristais de biotita inclusos estão preferencialmente dispostos no centro dos cristais de feldspato e encontram-se aleatoriamente distribuídos nestas regiões. Cristais com geminação segundo as leis Albita-Periclina, normalmente são anédricos ou subédricos, são vistos de forma subordinada, ocorrendo principalmente nas bordas dos indivíduos pertíticos.

Cancrinita - ela é o feldspatóide dominante nestas rochas. Apresenta de forma anédrica, ocorre substituindo parcialmente ou totalmente os cristais de nefelina e com frequência é encontrada nos interstícios do feldspato, nefelina e biotita, ou preenche fraturas em cristais de feldspato e biotita.

Nefelina - ocorre em cristais anédricos com inclusões de cancrinita anédrica principalmente nas bordas dos cristais, chegando em alguns indivíduos a ocupá-los quase totalmente.

Biotita - mostra-se com coloração predominantemente marrom, subédrica podendo existir indivíduos anédricos. Encontra-se formando aglomerados que estão alinhados (Prancha 9, Foto D). Ela mostra-se intimamente associada a minerais opacos, com formato anédrico.

Minerais Acessórios - Sodalita: apresentam-se como cristais anédricos e possui inclusões de cancrinita distribuídas aleatoriamente. Minerais Opacos: ocorrem de forma anédrica ou subédrica e associados a biotita. Titanita: ocorre de forma subédrica ou anédrica e associada à biotita. Apatita: ocorre de forma subédrica e inclusa na biotita.

VI.4 - FÁCIES SODALITA-SIENITO

As rochas que compõem esta fácies exibem granulação variando de fanerítica média a grossa. A estrutura geralmente é isotrópica (Prancha 10, Foto A). Os constituintes essenciais são feldspatos alcalinos, sodalita, cancrinita, biotita e os acessórios são: carbonato, min.opaco, apatita, titanita.

Feldspatos Alcalinos – esses minerais ocorrem como cristais subédricos ou anédricos, com textura ora pertítica ora antipertítica (Prancha 10, Fotos B e C), existindo predominância dos tipos pertíticos. As exsoluções presentes exibem geometria variada, dominando a com forma de *path* sobre as com forma de flâmula. Por vezes, são vistos cristais de ortoclásio com restos de geminação Carlsbad, evoluindo para indivíduos com textura pertítica e cristais de microclina. Consta-se que muitos dos cristais de ortoclásio possuem regiões periféricas desprovidas de exsolução e nelas tem-se bem desenvolvida a geminação segundo as leis Albita e Periclina. Inclusões de biotita de cor castanha e subédrica nos feldspatos pertíticos. Fraturas transversais nos cristais aparecem sendo preenchidas por cristais de cancrinita e sodalita de formato anédrico ou por feldspatos sem geminação de menor tamanho que os encaixantes.

Sodalita - os cristais de sodalita nestes sienitos são anédricos ocorrendo reunidos preferencialmente sob forma de agregado monominerálico. Eles também participam de agregados com cristais de nefelina e cancrinita. Em algumas rochas percebe-se que os cristais de sodalita ocorrem, juntamente com a cancrinita em microfraturas.

Nefelina - os cristais de nefelina ocorrem com formato anédrico e sempre se apresentam substituídas parcialmente por cancrinita anédrica. Esse mineral raramente ocorre como constituinte dessas rochas, normalmente ele aparece como acessório.

Cancrinita - a cancrinita aparece na forma anédrica. Normalmente ela está associada a nefelina e sodalita, entretanto, também pode aparecer preenchendo fraturas nos feldspatos pertíticos. Em menor frequência ela pode aparecer preenchendo o contato em forma de baía que a sodalita forma com o feldspato (Prancha 10, Foto D).

Minerais Acessórios

Carbonato: seus cristais variam de anédricos até subédricos (Prancha 10, Foto E). Em algumas rochas os cristais de carbonato coroam parcialmente ou totalmente os cristais de sodalita e cancrinita (Prancha 10, Foto F).

Titanita: ocorre de forma subédrica e em geral associadas aos cristais de biotita.

Apatita: ela ocorre subédrica e inclusa na microclina pertítica e na biotita.

Prancha 10

Zircão: ocorre de forma subédrica e raramente anédrica, com granulação fina e sua distinção é possível devido ao seu alto relevo e cor de interferência. Ele é visto associado a biotita.

Minerais Opacos: mostra-se com forma predominantemente anédrica e geralmente está associado a cristais de biotita e titanita.

Fluorita: raramente este mineral é visto, mas quando ocorre mostra coloração rosa e esta associado ao feldspato.

VI.5 - ROCHAS SUBVULCÂNICAS

As rochas subvulcânicas de forma geral apresentam-se com textura, predominantemente afanítica, isotrópica e coloração variando do cinza claro ao escuro. A seguir são apresentadas feições gerais das amostras estudadas e as características texturais dos minerais que constituem fenocristais e de alguns com cristalização pós-magmática.

A granulação da matriz, que exhibe geralmente volume superior a 50%, é microcristalina e criptocristalina sendo somente em poucas amostras fanerítica muito fina. Neste caso usou-se as recomendações da IUGs (Le Maître *et al.* 2002) que utiliza as análises químicas para a definição da nomenclatura (Fig. 11, cap.VII). Com isso, identificou-se a presença dominante de fonólitos e alguns traquitos.

Nestas rochas os feldspatos têm como representantes mais abundantes a sanidina/ortoclásio, a albita e raramente anortoclásio. Eles ocorrem em forma de micrólitos subédricos (Prancha 11, Foto A), alinhados de forma paralela ou subparalela entre eles, indicativo do fluxo magmático. No entanto em algumas seções eles não mostram qualquer alinhamento. Apresentam contato retilíneo ou irregular entre si e com os poucos cristais de biotita que são presentes. Em algumas regiões os feldspatos apresentam alguns espaços triangulares e poligonais entre as ripas de sanidina/ortoclásio, que são ocupados de forma intersticial por pistacita (esta descrição foi da lamina que se perdeu, por isso não tenho a ficha dela). Fenocristais de biotita e sanidina alinhados podem ser encontrados em algumas dessas rochas (Prancha 11, Foto B).

A nefelina ocorre como constituinte dos fonólitos, onde podem ocorrer de forma subordinada cristais de sodalita e cancrinita. Esses minerais apresentam-se de forma anédrica e com granulometria na faixa de 0,19 mm. A cancrinita e sodalita aparecem também preenchendo fraturas e chegando a atingir cerca de 1,15 mm, indicando assim que eles tenham sido cristalizados tardiamente.

A biotita e o clinopiroxênio foram os únicos máficos identificados. O primeiro ocorre de forma subédrica ou anédrica e o segundo exclusivamente anédrica. A mica por vezes apresenta-se com certa orientação possivelmente devido ao fluxo magmático. O clinopiroxênio exhibe um tom muito sutil esverdeado muito claro, mas em geral não se consegue distinguir coloração nele. A apatita é o principal acessório, com forma acicular.

Prancha11

VI.6 – DISCUSSÕES

O Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo possui três fácies petrográficas principais: sienitos com nefelina, nefelina-sienitos e sodalita-sienitos. As relações texturais encontradas revelam a existência de texturas ígneas e feições sugestivas de relações desenvolvidas tardiamente e relacionadas a, provavelmente, ação de fluidos, em particular na formação da sodalita, cancrinita e carbonato.

As relações texturais permitiram estabelecer uma seqüência de cristalização para as rochas das diferentes fácies e colocaram em evidência (Fig. 10):

- cristalização precoce de minerais acessórios (apatita, óxidos de Fe-Ti, ocasionalmente zircão), máficos (aegirina-augita, hornblenda e biotita) e o feldspato alcalino *hipersolvus*;
- a hornblenda cristaliza-se em grande parte das rochas por reação entre o magma e clinopiroxênio;
- a biotita, forma-se aparentemente contemporânea com a hornblenda. Em algumas rochas ela exhibe evidências de mineral-*liquidus* ao ser orientada pelo fluxo magmático;
- a nefelina se cristaliza nos sienitos com nefelina após os minerais citados no item anterior;
- nos nefelina-sienitos ela parece ter cristalização mais cedo que nas rochas sieníticas com nefelina;
- a sodalita, carbonato, titanita, aegirina e ribequita formam-se tardiamente. As relações encontradas evidenciam que: a sodalita forma-se às custas inicialmente da nefelina e, em algumas rochas, do feldspato alcalino; a cancrinita e carbonato forma-se após a sodalita e as relações entre eles são complexas na maioria das rochas; titanita, aegirina e ribequita formam-se às custas dos minerais máficos. A presença de veios de sodalita e carbonato é interpretada como a existência fase fluida rica em cloreto e CO₂ e condições físicas propícias para suas formações.
- provavelmente nos estágios tardios, ao atingir temperaturas inferiores a 500 °C processasse a exsolução do feldspato alcalino, onde a fase mais potássica parece ser dominante ante o volume de cristais perfiticos.

Estes dados colocam em evidência que um volume importante de minerais que se cristalizaram no MRP são anidros. Logo a cristalização de paragênese desta natureza propiciaria um aumento relativo da fração molar de fluidos neste magma que poderiam, se o sistema magmático permanecer relativamente fechado, poder circular por convecção enquanto existisse calor latente neste corpo capaz de gerar diferença térmica importante.

Fig10

A ausência de fenitos ou processos metassomáticos nas encaixantes (Capítulo V) são a favor desta hipótese.

Vários pesquisadores têm desenvolvido estudos experimentais para quantificar as condições da formação da sodalita como magmática ou metassomática (p.ex. Wellman 1970 e Sharp *et al.* 1989).

Segundo esses pesquisadores a sodalita magmática seria o produto da cristalização fracionada de líquidos fortemente evoluídos e subssaturados em sílica. A cristalização da sodalita como fase primária nos nefelina sienitos, a ocorrência intersticial e ausência de fenocristais são as principais características descritas para a sodalita magmática.

O processo metassomático pode ocorrer em sistema aberto ou em sistema fechado. Em um sistema aberto, na presença de fluidos aquosos, espécies dissolvidas podem mover-se por difusão (metassomatismo por difusão) ou podem ser carregadas por uma corrente de fluidos (metassomatismo por infiltração).

Em sistema fechado, o processo não envolve perda de massa e as transformações ocorridas entre os minerais geram novas assembléias de minerais que obedecerão ao balanço de massa inicial. A alteração metassomática devera resultar em substituição simultânea de nefelina por sodalita e albita por K-feldspato, ou o inverso. Somente em intervalos muito restritos de temperatura e pressão o metassomatismo produzirá resultados semelhantes aos resfriamentos em sistema fechado. A substituição extensiva de um feldspato por outro ou a substituição de albita por k-feldspato constitui a maior evidencia de um evento metassomático.

Com base na descrição petrográfica que deixa em evidencia a ocorrência da substituição da nefelina por sodalita, acompanhada pela substituição do feldspato potássico por albita, e no exposto anteriormente, acredita-se que a sodalita presente nas rochas do MRP possa ser de origem metassomática. E se essa hipótese for verdadeira, esse evento deve ter ocorrido em sistema fechado, com fluidos alcalinos ricos em cloreto, suficientes para gerar a sodalita. Até o momento não foi possível quantificar a composição desse fluido, mas baseando-se nas mudanças, que se acredita ter sido ele a provocar, pode-se criar a expressão simplificada das reações que ocorreram: nefelina + feldspato potássico + fluido_1 \rightleftharpoons sodalita + albita + fluido_2. Esta reação demonstra a necessidade do fluido 1 ser de natureza peralcalina e rico em Cl₂.

Pela expressão localizada das áreas de ocorrência da sodalita no maciço, é provável que este processo metassomático foi ativo quando outras condições físico-química foram favoráveis, como por exemplo, pressão de fluido e temperatura.

CAPÍTULO VII - GEOQUÍMICA

VII.1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir a geoquímica das rochas que compõem o Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo. Para isso foram selecionadas 39 amostras (Tab. 5), onde foram dosados os elementos maiores, alguns traços, estando inclusos os elementos do grupo das Terras Raras (ETR). As análises químicas obtidas são apresentadas nas tabelas 6 a 9.

A distribuição geográfica das amostras em que foram realizadas as análises químicas está apresentada na figura 11.

Tabela 5. Distribuição do número de análises químicas de rocha total explicitando que grupo de elementos foram dosados em rochas do MRP por fácies petrográficas.

Tipo de Rocha	Total de amostras	Elementos Maiores	Elementos Traços	ETR
Traquito	3	3	3	2
Fonolito	08	08	08	08
Sienito com Nefelina	5	5	5	5
Nefelina Sienito	14	14	14	15
Sodalita Sienito	9	9	9	9

VII.2 – ELEMENTOS MAIORES

Os elementos maiores são usados nos estudos geoquímicos de rochas ígneas para classificá-las, na construção de diagramas de variação, para os cálculos dos minerais normativos, na identificação da evolução magmática e para discutir as características dos processos envolvidos na geração de rochas.

VII.2.1 - Classificação Química

Na classificação química das rochas do MSRP foi utilizado o diagrama TAS (K_2O+Na_2O *versus* SiO_2). Esses diagramas foram construídos a partir do recálculo para 100 dos óxidos, eliminando-se a H_2O , CO_2 , PF (Cox 1979). No caso das rochas plutônicas optou-se pela delimitação dos campos no digrama TAS sugerida por Le Bas *et al.* (1986).

Tab6

tab7

tab8

tab9.1

tab9.2

fig11

As rochas subvulcânicas no diagrama TAS (Fig.12) posicionam-se essencialmente no campo das rochas fonolíticas, havendo, entretanto 2 delas que alocam-se no campo dos traquito (Amostras 2142 e 2280) e uma no limite entre o campo dos benmoreitos e mungearitos (Am. 2156). Elas não exibem tendência evolucionar, concentrando-se essencialmente em uma área.

Para as rochas plutônicas a distribuição das rochas no TAS (Fig. 13) mostra-se também bastante homogênea, sendo a grande maioria localizada no campo do Foid-Sienito e duas no campo do sienito. Estas rochas exibem um alinhamento onde total de álcalis cresce com o decréscimo de SiO₂.

VII.2.2 - Composição Normativa CIPW

O cálculo da composição normativa (Anexo 7) é uma ferramenta útil que permite homogeneizar a observação sob as rochas, quando se fabrica, utilizando-se de sua análise química, uma mineralogia virtual (Cross *et al.* 1903). Para o cálculo da Norma CIPW utilizou-se da planilha Excel®, elaborada por Kurt Hollocher (<http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/norms.htm>) onde são considerados além dos elementos na forma de óxidos, incluindo o CO₂ do F, Cl, S, SO₃ (em %) e os valores dos elementos-traço Sr, Ba, Ni, Cr e Zr (em ppm).

As rochas do MSRP, tanto as plutônicas como as subvulcânicas, apresentam composições normativas muito semelhantes, onde se tem na grande maioria das rochas nefelina, plagioclásio, ortoclásio, coríndon, ilmenita, magnetita, hematita, apatita, olivina, zircão, pirita, fluorita, calcita e carbonato de sódio. Ocorrendo de forma subordinada em algumas rochas os seguintes minerais normativos: diopsídio, wolastonita, acmita, Na₂SiO₃, cromita e halita. A presença constante da nefelina, aliada a fabricação ocasional de acmita revelam o caráter subssaturado deste magmatismo e cujo grau de diferenciação $[ID=(albita+quartzo+ortoclásio +nefelina+leucitakalsilita+carbonato\ de\ sódio+sulfato\ de\ sódio)/peso\ total\ da\ norma]$ é muito elevado, indicando trata-se de produtos de cristalização de um magma fortemente diferenciado.

A presença de olivina entre os minerais normativos e a sua ausência na Moda, reflete a utilização dos conteúdos de ferro e magnésio presentes na biotita e no anfíbólio observados em lâmina para a sua fabricação. O coríndon presente na Norma e ausente na análise modal da rocha podem estar indicando que, os conteúdos de Al da biotita não foram em sua totalidade utilizados na fabricação de feldspato ou feldspatóide normativos.

Fig12/13

VII.2.3 - Diagramas de Variação

Os diagramas de variação bi-variantes (óxido-óxido) têm sido muito utilizados nos estudos geoquímicos de rochas, na tentativa de avaliar o caráter cogenético de grupos de rochas e se determinar a presença de tendência evolucional. Neste estudo optou-se por utilizar o diagrama de Harker, onde o óxido de SiO_2 é usado como índice de diferenciação.

Na figura 14 pode-se observar que:

- (i) o termo que mostra valores de sílica mais baixos são as rochas sodalita-sieníticas e nefelina-sieníticas, que variam entre 37,9% a 55,2% SiO_2 e 50% a 59,7% de SiO_2 respectivamente;
- (ii) o conjunto de rochas sieníticas com percentuais em peso de feldspatóide (1,04 e 8,86%) encontram-se num intervalo entre 58 a 60% SiO_2 e
- (iii) as rochas sub-vulcânicas apresentam teores entre 54 e 60% SiO_2 .

Analisando-se os diagramas da figura 14 constata-se que:

[1] o melhor alinhamento é observado para o Al_2O_3 . Os pontos correspondentes às amostras apresentam-se dispostos segundo uma reta com inclinação negativa, ou seja, com o aumento do SiO_2 tem-se diminuição do Al_2O_3 . Neste contexto, uma amostra de rocha sodalita-sienítica (Am. 2143), está deslocada da curva evolucional. E, a amostra de traquito com número de 2156 posiciona-se fortemente deslocada.

[2] o Na_2O exibe tendência de correlação negativa com o aumento do SiO_2 . Neste diagrama as rochas fonolíticas localizam-se em campo restrito, sem exibir evolução clara e apresentam conteúdos de Na_2O mais elevados que as rochas sieníticas com igual conteúdo de SiO_2 . As rochas traquíticas são as que se mostram mais pobres em sódio dentre as estudadas.

[3] a curva de tendência evolucional para o Al_2O_3 e Na_2O pode estar indicando o fracionamento precoce de máficos e tardio dos feldspatóides.

[4] o comportamento do K_2O para as rochas plutônicas (nefelina-sienito, sodalita-sienito e sienitos com nefelina) mostra tendência de correlação positiva com o SiO_2 . Comportamento distinto é observado para as rochas sub-vulcânicas. Essas relações provavelmente refletem a diferenciação do ortoclásio e biotita.

[5] CaO , MgO , MnO e P_2O_5 apresentam tendências de correlação positiva com o aumento do SiO_2 , sendo as amostras com maiores conteúdos destes elementos aquelas com maiores conteúdos em SiO_2 . Identificou-se a presença de dois conjuntos distintos, um com conteúdos maiores de CaO , que reúne a maioria das rochas plutônicas e algumas sub-vulcânicas e outro com mais

Fig14

baixo CaO tem-se dominante as rochas sub-vulcânicas. Para o MnO, MgO e P_2O_5 as rochas sodalita-sienitos e nefelina-sienitos mostram-se mais pobres nestes elementos. O elevado valor de CaO (4%) na amostra 2143, traduz a grande quantidade de carbonato nesta rocha.

[6] TiO_2 apresenta-se com comportamento complexo, não sendo capaz de se identificar tendência evolucionar. Chama-se atenção que as rochas subvulcânicas são entre os conjuntos analisados as com menores conteúdos deste elemento.

[7] o FeO_{Total} ($=FeO+0,8999*Fe_2O_3$) e o Fe_2O_3 exibe tendência de correlação positiva.

[8] para os óxidos de MnO, P_2O_5 , TiO_2 e FeO_{Total} não se tem uma evolução clara. Todavia, se for traçada curva de evolução com base nas rochas plutônicas nota-se que, independente do tipo de correlação destes elementos com o SiO_2 , aparece grupos de rochas deslocados para cima ou para baixo da tendência evolucionar. Isto pode sugerir o fracionamento/acumulação da apatita, titanita, de minerais máficos e opacos.

[9] comportamento dos óxidos de Mg e Fe^{+3} caracterizam o fracionamento de minerais máficos nas etapas mais precoces da cristalização.

Pelo exposto, observa-se que as fácies Sodalita-Sienítica e Nefelina-Sienítica são as mais evoluídas do MSRP. Admitindo esta hipótese como verdadeira, é sugerido que a evolução do magma Rio Pardo caracteriza-se pela diminuição de SiO_2 e aumento de Al_2O_3 e Na_2O , o que pode refletir o fracionamento tardio dos feldspatóides, a partir de magmas fonolíticos, com exposição provavelmente próxima das rochas da fácies sienito com nefelina.

VII.3 – ELEMENTOS-TRAÇO

Os elementos-traço são aqui inicialmente tratados de forma similar ao realizado com os elementos maiores, ou seja: SiO_2 – Elementos-Traço. Adotado este procedimento constata-se que:

[1] Co, Cr, Cu, V, Sn, Ta, Ga e Hf apresentaram baixos conteúdos (0 a 80 ppm), em muitas deles inferiores ao limite de detecção da metodologia utilizada. Este fato impediu que se pudesse analisar a forma de evolução para todos os conjuntos de rochas estudados.

[2] elevado valor de Cl (> 5.000 ppm) para as rochas mineralizadas em sodalita, estando o Cl para as outras rochas compreendidos entre 71 e 779

ppm. Observou-se que nas rochas com valores de Cl iguais ou superiores a 3.500 ppm tem-se a sodalita.

[3] as rochas subvulcânicas destacam-se do conjunto estudado por apresentarem os conteúdos mais elevados em Rb, Zr, Zn, F, Nb, Th, Hf, Ta e Ga.

[4] os menores valores de Rb, Zr, Zn, Cr, Y, F (com exceção da Am. 2143), Ba, Sr e Nb ocorrem nas rochas da Fácies Sodalita -Sienito.

[5] Ba e o Pb mostram-se com os maiores valores nas rochas sub-vulcânicas sem feldspatóide. De qualquer maneira existem rochas que apresentam expressivos valores de Pb.

[6] os teores de Sn quando detectados estão restritos as rochas que apresentam percentuais de nefelina normativa acima de 14 %.

Analisando-se a tendência evolutiva dos elementos-traço, que estão representadas na figura 15 e 16, observa-se que:

[1] Nb, Zn e Rb mostram uma correlação positiva com a sílica, o que evidencia que eles tiveram comportamento relativamente compatível no processo de geração das rochas.

[2] as tendências das curvas de evolução do Hf e Ta, apesar de se mostrarem relativamente linear, revela um comportamento compatível durante a diferenciação.

VII.4 – ELEMENTOS TERRAS RARAS

Os espectros dos Elementos Terras Raras (ETR) normalizadas segundo o Condrito C1 de Evensen *et al.* (1978) das fácies que compõem o MSRP estão colocados nas figuras 17 e 18.

Uma característica comum a todos os espectros das rochas do MSRP é o enriquecimento nos terras raras leves (TRL), em relação aos Terras Raras Pesados (TRP) ($14 < (Ce/Yb)_N < 131$), com La_N entre 150 e 730 o valor condritico, exceto em alguns sodalita-sienitos e uma amostra de sienito ($La_N = 5$ a 70),

Em inspeção mais detalhada dos padrões de ETR exibidos pelas diferentes fácies das rochas do MSRP observa-se que:

Fig15

Fig16

fig17

Fig18

[1] as duas rochas traquíticas exibem padrões de ETR distintos das demais do MRP. O número limitado de amostras restringe as interpretações. Todavia, a amostra mais rica em ETR corresponde a um traquito menos diferenciado (54,6% SiO₂) e enriquecido em FeO (9,7%), enquanto que a outra amostra é mais diferenciada (59,4 % SiO₂) e empobrecida em FeO (6,05). Estes dados podem refletir um fracionamento elevado dos ETR nos magmas traquíticos desta região. Elas por sua vez não apresentam importante variação no Eu, sendo contrariamente ao esperado, a amostra mais evoluída exibe leve anomalia positiva em Eu (0,134). Por outro lado, estas feições particulares a este conjunto apontam para que elas não tenham ligação genética com as rochas fonolíticas e sieníticas descritas a seguir.

[2] a distribuição dos padrões de ETR nas rochas fonolíticas é relativamente homogênea, exceto para as amostras 2244 que apresenta menor conteúdo de La e Ce e a 2288 destoa igualmente do comportamento das demais pelos seus conteúdos mais elevados em ETRP. Observa-se que existe no conjunto das rochas analisadas a diminuição da anomalia em Eu associada ao decréscimo do conteúdo total dos ETR. A feição, anomalia em Eu, e o comportamento de decréscimo foi igualmente identificada nos nefelina-sienitos, sugerindo que essas rochas sejam cogenéticas. Neste contexto, o desenvolvimento da anomalia em Eu pode refletir o grau de fracionamento de feldspato.

[3] as rochas da fácies sienito com nefelina, consideradas como as mais precoces no MRP devido aos maiores conteúdos de SiO₂, mostram que os valores das anomalias em Eu aumentam com os teores de SiO₂, o que difere do apresentado anteriormente, o que sugere a não cogeneticidade entre os sienitos com nefelina e os fonolitos e nefelina sienitos.

[4] a fácies nefelina-sienito apresenta-se como o conjunto de rochas em que a geometria dos ETRs mostram-se diferente do restante das litologias. Os espectros dos ETRP mostram-se mais enriquecidos em relação aos ETRL, havendo maior variação entre os picos positivos e negativos dos ETRL.

[5] três conjuntos de espectros podem ser identificados nos nefelina sienitos, um que representa os termos menos diferenciados onde o La é menor que 15 ppm, outro que representaria os termos intermediários (15 < La < 40 ppm) e por fim, os termos mais diferenciados com La > 40 ppm. Com exceção das amostras 2125, 2306 e 2134 todos os espectros mostram comportamento similar.

[6] nas rochas sodalita-sieníticas as três amostras que mostram anomalias negativas em európio (Ams. 2144, 2147 e 2277) apresentam-se, diferentemente das demais, anomalias positivas de Gd. Esse mesmo comportamento é observado nas rochas nefelino-sieníticas e fonolíticas.

[7] os espectros dos sodalita sienitos apesar de terem comportamento semelhantes, mostram um grupo onde os ETRP variam entre 1 e 50 e outro com os elementos em torno de 100. Essa variação pode estar refletindo os termos mais precoces e os mais evoluídos respectivamente.

VII.5-DISCUSSÕES

Quimicamente as rochas subvulcânicas do MRP são classificadas como fonolito, traquitos e a grande maioria das plutônicas como *Foid-Sienito*, podendo, entretanto, haver sienito.

A composição normativa para as diferentes fácies litológicas mostram-se muito semelhantes, tendo como principais minerais a nefelina, o plagioclásio (an<5%) e ortoclásio.

As rochas mais ricas em SiO₂ (54% – 60%) são os sienitos com nefelina e as subvulcânicas, enquanto os sodalita sienitos e nefelinas sienitos 37,9 a 55,2 % e 50 a 59,7% respectivamente. O estudo dos diagramas bi-variantes indicam uma tendência de aumento da SiO₂ para os termos mais precoces, enquanto os mais evoluídos mostram-se mais empobrecidos nesse óxido. Em contra partida, a curva Na₂O mostra correlação negativa com o aumento da SiO₂. Com bases nessas observações e no fato dos maiores percentuais do óxido de sódio estar presente nas rochas ricas em nefelina e principalmente em sodalita, acredita-se que os sienitos com nefelina são os representantes primários desse magmatismo seguidos dos nefelina-sienitos sendo os sodalita-sienitos os termos tardios desse evento magmático.

Ao se analisar as correlações observadas entre o La e Ce das rochas estudadas (Fig. 19-A) constata-se que o alinhamento observado para as rochas sienito com nefelina, nefelina-sienito e sodalita-sienitos apresentam coeficiente de correlação de 0,98, sugerindo que estas rochas são cogenéticas e que têm um mesmo processo de formação, havendo decréscimo geral dos ETR. Por outro lado, ao acrescenta-se neste diagrama as rochas traquíticas e fonolíticas existe uma diminuição deste coeficiente de correlação, podendo indicar que estas rochas não sejam formadas a partir de um mesmo magma.

Ao se analisar a curva de tendência evolutiva do Rb, Zn e Nb constata-se uma correlação positiva com o processo de geração das rochas e estando eles mais presentes nas rochas subvulcânicas e nos sienitos com nefelina, acredita-se que a hipótese anterior seja verdadeira.

Comparando-se em diagrama multielementar (Thompson, 1982) (Fig. 19-B,C,D,E,F) as curvas obtidas para os litotipos do MRP com curvas dos elementos representativas de MORB, IOB constata-se que as rochas estudadas apresentam assinatura de IOB.

Fig19a-b-c-d-e-f

As amostras do MRP distribuídas nos diagramas mostram uma certa similaridade entre suas geometrias, marcadas por acentuada anomalia positiva de Y, anomalias negativas de Nb, Ti e P, que podem estar ilustrando o fracionamento de óxidos de Fe-Ti e apatita. O comportamento do Th nas rochas fonolíticas chama a atenção por mostrar-se predominantemente com anomalias positivas e com altos conteúdos, o que poderia estar sugerindo um envolvimento crustal.

O paralelismo observado entre os espectros dos diferentes conjuntos, tanto nos diagramas multielementares quanto nos ETR (Fig. 17 e 18), suportam a idéia de que as rochas observadas do MRP são cogenéticas, e que a geometria observada deva refletir a assinatura geoquímica da fonte geradora dos magmas que deram origem a estas rochas.

CAPÍTULO VIII – O GRANITO

AZUL NO MACIÇO SIENÍTICO RIO PARDO

VIII.1 – INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia é considerado o terceiro maior produtor de rochas ornamentais do Brasil. A exploração de granitos, mármore, travertinos, arenitos, quartzitos e ardósia, corresponde a 8,3% da produção nacional, o que equivale à extração de 500.000 toneladas anuais (CETEM, 2003).

As rochas baianas têm grande destaque no mercado nacional e internacional devido a sua grande diversificação de padrões e cores. Dentre as mais procuradas ressalta-se o sodalita sienito de cor azul, conhecido pelos nomes fantasia Azul Bahia, Blue Bahia ou Cobalt Blue. Esta rocha pode ser considerada a mais valorizada do mercado brasileiro e um dos produtos principais de exportação do setor mineral.

Sienitos azuis são extremamente raros, já que a sodalita, mineral que lhes confere a cor azul, ocorre comumente na cor branca. Nas Américas as ocorrências mais conhecidas são: (i) a Província Alcalina do Sul da Bahia (PASEBA), Brasil, (ii) Cerro Sapo – Ayopaya Province, Bolívia e, (iii) Princess Sodalite Mine, Canadá.

A seguir são apresentadas informações voltadas ao emprego de Rocha Ornamental dando-se ênfase no tipo sodalita-sienito de cor azul.

VIII.2 – A PROVÍNCIA ALCALINA DO SUL DO ESTADO DA BAHIA

A PASEBA é essencialmente constituída por rochas nefelina-sieníticas e de forma subordinada por sienitos com sodalita, existindo abundantes diques subvulcânico e pegmatítico alcalino. Constatou-se que a ocorrência dos sítios mineralizados em sodalita azul, onde são abundantes sienitos e nefelina-sienitos com granulação muito grossa a pegmatítica, limita-se a algumas zonas preferenciais, localizadas no topo das maiores elevações e distribuídas de forma descontínua.

Em campo, os terrenos da PASEBA caracterizam-se por uma seqüência de morros, cujas cristas mostram-se aparentemente alinhadas segundo as direções N-S na região central e sul, e NE-SW ou E-W na parte norte.

Os terrenos sieníticos mostram ainda grande contraste de estilos geomorfológicos quando comparados com o relevo arrasado das rochas que compõem seu embasamento. Esta ocorrência em matacões e maciços favorecem a extração de rochas com fins ornamentais.

A existência de fazendas e de minas de granito ornamental tem sido o fator responsável pelo desenvolvimento na região de uma malha de estradas carroçáveis, sempre em bom estado de conservação, o que facilita o escoamento da produção em direção ao porto de Vitória, onde são embarcados. Praticamente 100% da produção é destinada à exportação, sendo a Itália e o Japão os principais mercados consumidores.

Além do granito Blue Bahia, são explorados na PASEBA cerca de seis (6) tipos de granitos ornamentais: o Marrom Bahia (PRO 0044, PRO 0047, PRO 0068), Café Brasil (PRO 0054), Kashmir Bahia (PRO 0036), Kashmir CRM (PRO 0099), Preto Tropical (PRO 0020) (CBPM, 2002) e Preto Absoluto (RN 000164) (CETEM, 2003).

VIII.3 – O AZUL BAHIA

Os sienitos de cor azul têm grande valor comercial: 1m³ na mina custa atualmente cerca de U\$ 1.500,00 e seu valor chega a ser multiplicado em até seis vezes quando beneficiado sob a forma de placas polidas de 3 cm de espessura (Spindola, 2003). Eles ocorrem no interior da grande maioria dos corpos ígneos alcalinos da PASEBA, entretanto, as ocorrências com valor econômico parecem limitadas aos maciços localizados nos municípios de Potiraguá, Santa Cruz da Vitória e Itajú do Colônia.

O granito Azul Bahia começou a ser explorado para fim ornamental a cerca de trinta anos. Recentes trabalhos de campo permitiram catalogar um total de sete minas em atividade, além de quatro inativas, explorando o granito azul na região (Prancha 12, Fotos A e B). Uma delas dedica-se quase que exclusivamente à extração do mineral sodalita azul puro, visando para a fabricação de jóias e ornamentos (Prancha 12, Fotos C,D,E,F) que em geral são exportadas para fora do país. Contudo atualmente, apenas três pedreiras: PRO 0081, PRO 0082 (localizadas no município de Itajú do Colônia) e PRO 0035 (situada em Santa Cruz da Vitória) são descritas nos Catálogos de Rochas Ornamentais disponíveis (CETEM, 2003 e CBPM, 2002), sendo prevista uma extração de 2800m³ rocha/ano.

Vale ressaltar que até o início de 2004 toda a extração das minas de Itajú do Colônia era feita em matacões, somente agora está sendo explorada a rocha *in situ* (maciço).

Prancha12

Na região de Potiraguá, existem cerca de duas (2) pedreiras em atividade e outra duas (2) inativas. Elas estão situadas na porção central do MSRP, mais precisamente no topo das maiores elevações. A essas ocorrências de sodalita de cor azul estão associados cristais de nefelina de cor verde com dimensões pegmatíticas.

VIII.4 – OS SÍTIOS DE OCORRÊNCIA DO “GRANITO AZUL”

Os sítios mineralizados em sodalita azul são intrusões com forma alongada ou poligonal, intrusivos em rochas Arqueanas e Paleoproterozóicas do embasamento granulítico e gnáissico migmatítico. Sua estrutura é marcada por variação de litotipos, reunindo rochas sieníticas com ou sem feldspatóide (sodalita e/ou nefelina), as quais, na maioria das vezes, apresentam contatos gradacionais. São as variações texturais, refletidas principalmente no tamanho e quantidade de cristais de sodalita e de nefelina, que imprimem nas rochas os tons azuis a verdes, respectivamente. Isto facilita os trabalhos de mapeamento e a própria delimitação dos sítios de exploração para fins ornamentais. As elevações topográficas também servem como fator facilitador, já que na maioria dos casos esses sítios estão restritos às zonas mais elevadas da província.

VIII.5 – ENSAIOS TECNOLÓGICOS

Principais componentes da parte sólida da crosta Terrestre, as rochas ornamentais constituíram-se por toda a história da humanidade num dos mais importantes materiais de construção empregados pelo homem.

Por suas características naturais, as rochas não precisam para seu emprego mais que a extração e sua transformação em formas ou elementos adequados aos usos projetados. Para tanto, contudo, torna-se indispensável o conhecimento das suas características petrológicas, químicas e mecânicas além dos aspectos cromáticos e texturais, pois estas propriedades são, em última análise, as diretrizes básicas que norteiam e determinam seu emprego. Isto deve-se ao fato de que as rochas ornamentais, quando em uso, são submetidas às mais variadas solicitações. Assim, a precisa caracterização tecnológica desses materiais torna-se fundamental para a sua utilização correta, segura e econômica.

Os ensaios tecnológicos permitem conhecer algumas propriedades físicas e mecânicas das rochas. O estudo e aplicação destas técnicas (Tab. 10) servem para avaliar o potencial ornamental e assim evitar problemas patológicos posteriores.

Tabela 10. Finalidade de alguns Ensaios Tecnológicos adotados para as rochas ornamentais.

Finalidade de Alguns Ensaios Tecnológicos Adotados para Rochas Ornamentais	
Análise petrográfica	Obter a composição mineralógica e classificação petrográfica da rocha, com ênfase nas feições que poderão comprometer suas resistências mecânica, química e afetar sua durabilidade estática.
Massa específica, porosidade e absorção d'água (ambos denominados índices físicos)	Caracterização da microdescontinuidade das rochas, obtendo assim valores de densidade aparente e capacidade de absorção para avaliar indiretamente o estado de alteração e de coesão das rochas e prever sua alterabilidade.
Resistência à Compressão Uniaxial	Determinar qual a tensão que provoca a ruptura da rocha, quando submetida a esforços compressivos.
Resistência à Flexão	Determinar a tensão que provoca a ruptura da rocha, quando submetida a esforços de flexão. Esse ensaio avalia a aptidão da rocha para fornecer produtos adequados ao uso no revestimento de fachadas e pisos, ou como elemento estrutural (vigas), quando ensaiada por solicitação em 3 pontos. Quando ensaiadas por solicitação em 4 pontos, obtêm-se parâmetros do produto obtido da rocha (chapa) para dimensionamento de placas de ladrilhos para uso em fachadas e pisos.
Módulo de deformação estático	Visa determinar a deformabilidade da rocha, quando submetida a esforços compressivos uniaxiais.
Resistência ao impacto	Determinar a resistência da rocha ao impacto, através da determinação da altura de queda de um corpo sólido que provoca ruptura do corpo-de-prova.
Desgaste Amsler	Visa verificar a redução de espessura (em mm) que duas placas de rocha de 7,5 x 7,5 x 2,5 cm apresentaria após um percurso abrasivo de 1000 m em um equipamento denominado Amsler.
Dilatação térmica linear	Determinar o coeficiente de dilatação térmica linear das rochas em um dado intervalo de tempo, e assim auxiliar o dimensionamento do espaçamento das juntas entre placas e revestimentos, principalmente de exteriores.
Compressão após gelo/degelo	Verificar a eventual queda da resistência por meio de execução de ensaios de compressão uniaxial ao natural e após os ensaios de congelamento e degelo. Este ensaio é recomendado para as rochas que se destinam a sítios de clima temperado, nos quais é importante o conhecimento prévio da susceptibilidade da rocha a estes produtos de alteração.

VIII.6 – RESPOSTAS AOS ENSAIOS TECNOLÓGICOS

Os estudos petrográficos demonstraram que as pedreiras mineralizadas em sodalita azul situam-se nas fácies sieníticas leucocráticas, onde a presença de grandes cristais de nefelina (cerca 150 µm) de cor verde é certa. Os minerais constituintes destas rochas

sieníticas são feldspato alcalino (ortoclásio, microclina e albita), nefelina, sodalita, cancrinita e biotita, com quantidades subordinadas de carbonato, aegirina, hornblenda e titanita, além de apatita, minerais opacos e zircão ocorrendo de forma acessória. A proporção relativa entre as quantidades destes minerais essenciais é extremamente variável: feldspato alcalino: 0-80%; nefelina: 0-80%; sodalita: 0-100%; cancrinita: 0-20% e biotita: 0-7%, o que explica a grande variação de padrões dos blocos de granito azul. A granulação varia de fina a muito grossa e a presença de microfraturas distribuídas aleatoriamente e preenchidas por carbonato ou cancrinita é também característica.

Além dos ensaios petrográficos detalhados realizados no âmbito desta monografia, existem na literatura dados que informam acerca das respostas que estas rochas oferecem aos ensaios tecnológicos convencionais. Os resultados são listados na Tabela 11.

Observa-se que os resultados dos testes tecnológicos apresentados na literatura são idênticos. Os dados disponíveis não permitem afirmar se foram realizados ensaios em amostras procedentes das distintas pedreiras catalogadas. Contudo, os resultados dos ensaios petrográficos somados às observações de campo sugerem que as variações texturais, mineralógicas e estruturais apresentadas para estas rochas, são significativas o bastante para resultar em respostas distintas aos testes. O que sugere que os resultados tecnológicos divulgados procedem de uma única amostra e não de três (3) pedreiras distintas.

Tabela 11. Resultados de alguns ensaios realizados em sienitos ornamentais extraídos na Bahia. Fonte: Catálogo de Rochas Ornamentais do Brasil (CETEM, 2003) e Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia (CBPM, 2002)

Pedreira	PRO 0035	PRO 0081	PRO 0082
Propriedade	Cobalt Blue	Azul Bahia	Azul Bahia
Absorção de Água (%)	0,04	0,04	0,04
Massa Específica (kg/m ³)	2.545	2.545	2.545
Resistência à Compressão (MPa)	169,2	169,2	169,2
Resistência à Flexão (MPa)	16,64	16,64	16,64
Módulo de deformação estático (GPa)	58,07	58,07	58,07
Resistência ao impacto (m)	0,46	0,46	0,46
Desgaste Amsler (mm)	0,75	0,75	0,75
Dilatação térmica linear (10 ⁻³ mm/m°C)	10,7	10,07	10,07
Porosidade (%)	0,10	0,10	0,10
Compressão após gelo/degelo (MPa)	183,60	183,60	183,60

VIII.7 – CONCLUSÕES

No mundo todo, as raras ocorrências de sienitos azuis resultam em depósitos valiosos, explorados como rochas ornamentais e gema. Contudo a caracterização geológica destes sítios é extremamente precária.

Na Bahia, embora este bem mineral seja explotado há quase 30 anos, pouco se sabe sobre os processos petrológicos responsáveis por esta mineralização. Este fato é, seguramente, o responsável pela ausência de descobertas de novos sítios mineralizados, sendo as minas em atividade o resultado de descobertas esporádicas e ao acaso.

O avanço no conhecimento sobre a geologia destes maciços, o estabelecimento dos parâmetros geoquímicos relacionados a sua gênese, assim como a caracterização tecnológica destas rochas, são fundamentais e urgentes, além de imprescindíveis como parâmetros prospectivos visando a ampliação das reservas e a descoberta de novos jazimentos desta que é a rocha ornamental brasileira de maior valor agregado.

CAPÍTULO IX - CONSIDERAÇÕES

FINAIS

O final da orogenia brasileira foi palco de um volumoso e variado magmatismo bem caracterizado na PASEBA. No caso específico da região estudada, chama-se a atenção a ocorrência de suítes subvulcânicas e plutônicas distintas numa superfície relativamente pequena de aproximadamente 46 Km².

O desenvolvimento desta pesquisa permite tecer as seguintes considerações finais sobre o Maciço Sienítico Rio Pardo.

O MRP é formado por uma associação de rochas leucocráticas, geoquimicamente semelhantes, de composição predominante fonolítica e sienítica, cujas feições de campo evidenciam que foram colocadas em um ambiente anorogênico.

De acordo com os dados geocronológicos (Rb-Sr) obtidos neste estudo, o MRP é neoproterozóico e a cristalização dos representantes plutônicos e subvulcânicos se deu por volta de 734 ± 24 Ma e 666 ± 15 respectivamente. A diferença de idades entre essas rochas sugere a existência de contínuos pulsos de magmas alcalinos na região.

Os estudos petrográficos identificaram como fácies predominantes os nefelina-sienitos, rochas subvulcânicas, sodalita-sienitos e sienitos com nefelina. Essas rochas apresentam mineralogia e história de cristalização semelhantes. As relações texturais evidenciam a ordem de cristalização dada por: (apatita, zircão, mineral opaco, titanita) ? ortoclásio ? (hornblenda, ribequita) ? biotita ? (microclina, albita) ? nefelina ? carbonato ? cancrinita ? sodalita. Essa cristalização do magmatismo Rio Pardo teria ocorrido num sistema fechado, cuja formação da sodalita de cor azul seria de origem metassomática.

As características geoquímicas mostram-se semelhantes para todas as fácies. Os elementos maiores e menores, das rochas do maciço caracterizam-se por se apresentarem subssaturadas em sílica, cujos percentuais do óxido diminuem com a evolução magmática, existindo o aumento de álcalis e enriquecimento em elementos incompatíveis.

Os padrões do ETR das rochas mostram um forte enriquecimento de ETRL em relação aos pesados, com anomalias predominantemente positivas de európio para as rochas plutônicas e negativas para as subvulcânicas, indicando um fracionamento importante de feldspatos nas rochas sieníticas.

A integração dos dados petrográficos e geoquímicos bem como as evidências de campo, possibilitaram atentar para a hipótese de que as rochas do MRP são de origem fonolítica, com a cristalização primária dos sienitos com nefelina, que evoluem para fácies

nefelino-sieníticas e por fim devido a ação de fluidos tardios enriquecidos em Cl tem-se a cristalização das rochas sodlita-sieníticas.

CAPÍTULO X – BIBLIOGRAFIA

—A—

- Almeida F.F.M, Brito Neves B.B, Carneiro C.D.R. 2000. The origin and evolution of the South American Platform. *Earth Sci. Rev.*, **50**:77-111.
- Almeida F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, **7**(4): 349-364.
- Arcanjo J.B.A. 1993. *Folha Itabuna*. Brasília, MME-SMM-CPRM, Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, 228 p.

—B—

- Barbosa J.S.F & Sabaté P. 2004. Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil: geodynamic feature. *Precambrian Research.*, **133**:1-27.
- Barbosa J.S.F., Sabaté P., Marinho M.M. 2003. O Cráton do São Francisco na Bahia: Uma Síntese. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**(1-Suplemento):3-6.
- Barbosa J.S.F. & Sabaté P. 2003. Colagem Paleoproterozóica de Placas Arqueanas do Cráton do São Francisco na Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**(1-Suplemento):7-14.
- Barbosa J.S.F., Corrêa Gomes L.C., Marinho M.M., Silva F.C.A. 2003. Geologia do Segmento Sul do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**(1-Suplemento):33-47.
- Barbosa J.S.F & Dominguez J.M.L. (coordenadores). 1996. *Texto explicativo para o Mapa Geológico da Bahia na escala: 1:1.000.000*. Salvador, Secretaria da Indústria Comércio e Mineração do Estado da Bahia, Convênio SGM/PPPG/FAPEX/CPGG, 402p.
- Barbosa J.S.F. 1990. The granulites of the Jequié Complex and Atlantic Mobile Belt, Southern Bahia, Brazil – An Expression of Archean Proterozoic Plate Convergence. In: D. Vilezeuf & Ph. Vidal (eds.) *Granulites and Crustal Evolution*. Proc of ARW, Clermont Ferrand, Springer-Verlag, p.: 195-221.
- Barbosa J.S.F. 1986. *Constitution Lithologique et metamorphique de la région granulitique du Sud de Bahia (Brasil)*. Ph.D. Thesis Pierre et Marie Curie University, Paris, França, 401 p.
- Bordini R.M. 2004. *Geologia do Maciço Anortosítico de Potiraguá, Sul da Bahia*. Tese de Doutorado, Inst. Geoc., UFBA, 142 p.

- Bordini R.M., Cruz M.J.M., Burgos C.M. 2002. Geochemical and structural characteristics of different types of anorthosite in the São Francisco craton, South Bahia, Northeast Brazil. *In: SBG, Cong. Bras. de Geol.*, 41, João Pessoa-PB, *Anais*: 415.
- Brito Neves B.B. & Alkimim F.F. 1993. *Cratón: Evolução de um conceito*. In: O Cráton do São Francisco. Dominguez J.M.L. & Misi A. (eds). SBG-Núcleo Bahia-Sergipe, Salvador-BA, 1-10.
- Brito Neves B.B., Cordani U.G., Torquato J.R.F. 1980. Evolução geocronológica do Pré-Cambriano do Estado da Bahia. In: Inda H.A.V. & Duarte F.B., *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia, Textos Básicos*, SME-CPM, **3**:1-80.



- Celino J.J., Botelho N.F., Pimentel M.M. 2000. Genesis of Neoproterozoic granitoid magmatism in the eastern Araçuaí Fold Belt, eastern Brazil: Field, geochemical and Sr-Nd isotopic evidence. *Rev. Bras. Geoc.*, **30**(1):135-139.
- Celino J.J. 1999. *Variação composicional em suítes de granitoides neoproterozóicos e suas implicações na evolução do orógeno Araçuaí (Brasil) – Oeste Congolês (África)*. Tese de Doutorado, Inst. de geociências, Universidade de Brasília, 266 p.
- Celino J.J. & Conceição H. 1993. Reconhecimento geológico dos granitoides do sul da Bahia e Nordeste de Minas Gerais. *In: SBG/SGM/ CNPq, II Simpósio do Cráton do São Francisco, Núcleo Bahia-Sergipe, Salvador-BA, Anais*, p. 252-255.
- Catálogo de Rochas Ornamentais do Brasil (CD-Rom). 2003. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).
- Catálogo de Rochas Ornamentais do Estado da Bahia (CD-Rom). 2002. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM).
- Conceição H. & Otero O.M.F. 1996. *Magmatismo granítico e alcalino no estado da Bahia*. Salvador, Sup. Geol. Rec. Min., 133p.
- Conceição H., Arcanjo J.B., Oliveira J.E. 1992. Província alcalina do sul da Bahia: reflexões sobre o estado do conhecimento. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 37, São Paulo, *Bol. Res. Exp.*, **2**:84-85.
- Cordani U.G., Sato K., Nutman A. 1999. Single zircon SHRIMP determination from Archean tonalitic rocks near Uauá, Brazil. *In: Second South American Symposium on Isotopic Geology, Córdoba- Argentina, Actas*, 27-30 p.
- Cordani U.G., Bernat M., Teixeira W., Kinoshita H., 1974. Idades radiométricas das rochas alcalinas do sul da Bahia. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 28, Porto Alegre-RS, *Anais*, **6**:253-259.

- Cordani, U.G., 1972. *Evolução geológica pré-cambriana da faixa costeira do Brasil entre Salvador e Vitória*. Tese de Livre Docência, USP. 107p.
- Corrêa-Gomes L.C. & Oliveira E.P. 2002. Dados Sm-Nd, Ar-Ar e Pb-Pb de corpos plutônicos no sudoeste da Bahia, Brasil: implicações para o entendimento da evolução tectônica no limite Orogenia Araçuaí – Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, **32**:185-196.
- Corrêa Gomes L.C. 2000. *Evolução dinâmica da Zona de Cisalhamento neoproterozóica de Itabuna-Itajú do Colônia e do magmatismo fissural alcalino associado (SSE do Estado da Bahia, Brasil)*. Tese de Doutorado, Univ. Est. de Campinas, 250p.
- Cox K.G., Bell J.D., Pankhurst R.J. 1979. *The Interpretation of Igneous Rocks* Allen & Unwin, London, 445p.
- Cruz Filho B.E. 2004. *Magmatismo thondjemítico paeleoproterozóico no Núcleo Serrinha (Leste da Bahia): Batólito de Nordestina*. Tese de Doutorado, Ins. Geoc., UFBA, 144 p.
- Cruz Filho B.E., Conceição H., Rios D.C., Rosa M.L.S., Marinho M.M.M. 2003. Geologia, Petrografia e Litogeoquímica do Batólito Trondhjemítico Nordestina, Núcleo serrinha, Nordeste da Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**(2): 175-186.
- Cunha M.P. 2003. *Litogeoquímica dos Sítios Mineralizados em Sodalita Azul do Maciço Rio Pardo e do Complexo Floresta Azul, Bahia*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 88 p.

D

- Dana J.D. 1976. *Manual de Mineralogia*. Livros técnicos e científicos editora. Rio de Janeiro.
- D'Agrella-Filho M.S., Pacca I.G., Renne P.R., Onstott T.C., Teixeira W. 1990. Paleomagnetism of middle Proterozoic (1.01 to 1.08 Ga) mafic dykes in southteaster Bahia State – São Francisco Craton, Brazil. *Earth Sci.*, **101**: 332-348.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. 2000. *Minerais Constituintes das Rochas* Fundação Calouste Goulbenkian. Lisboa, 727 p.

E

- Evensen N.M., Hamilton P.J., O'Nions R.K. 1978. Rare earth abundances in chondrite meteorites. *Geochim. Cosmoch. Acta*, **42**:1199-1212.

F

- Faure G. 1986. *Principle of isotopic geology*. John Wiley & Sons, New York, 589 p.
- Figueirêdo M.C.H. 1989. Geochemical evolution of eastern Bahia, Brazil: A probably Early Proterozoic subduction-related magmatic arc. *J.S. Am. Earth Sci.*, **2**(2): 131-145.
- Fujimori S. 1967. *Rochas alcalinas do sul do Estado da Bahia*. Notas preliminares e estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM. Rio de Janeiro, 141 p.
- Fujimori S. 1978. Rochas Alcalinas da Fazenda Hiassu, Itajú do Colônia, Bahia. Publicação especial da SBG -Núcleo Bahia -Sergipe, **2**:117p.

H

- Hibbard M.J. 1995. *Petrology to petrogenesis*. Prentice Hall, New Jersey, 587p.

I

- Inda H.A.V. & Barbosa J.S.F. 1978. *Texto explicativo para o mapa geológico do estado da Bahia. Escala 1:1.000.000*. COM/SME/BA. Salvador-BA, 137p.

K

- Karmann I. 1987. *O grupo Rio Pardo (Proterozóico Médio a Superior): uma cobertura plataformar da margem sudeste do Craton do São Francisco*. Dissertação de Mestrado, Inst. de Geociências, USP, 129 p.
- Karmann I., Silva M.E., Trompette R. 1989. Litoestratigrafia do Grupo Rio Pardo, Proterozoico Médio a Superior do sudeste do estado da Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, **19**: 290-302.
- Kerr P.F. 1977. *Optical mineralogy*. McGraw hill Inc., New York, 492p.

L

- Le Bas M.J., Le Maître R.W., Streckeisen A., Zanettin B. 1986. A Chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *J.Petrol.* **27**:745-750.
- Le Maître R.W., Bateman P., Duxson A., Séllet J., Lameyer J., Le Bassabin P.A., Schmid R., Sorensen H., Streckeisen A., Woolwy R.A., Zanettin B. 1989.

- Recommendation of the IUGS, subcomisión of the systematics of igneous rocks.* Blachwell Sc. Publ., Oxford, 19 p.
- Lima M.I.C., Fonsêca E.G., Oliveira E.P., Ghignone J.I., Rocha R.M., Carmo U.F., Silva J.M.R., Siga Jr O. 1981. Geologia. *In: Projeto RadamBrasil. Programa de Integração Nacional, Folha SD.24 - Salvador, 24:24-192.*
- Ludwig K.R. 2001. Isoplot/Ex 2.49. Berkley Geochronology Center. 43 p.
-
- Martins A.A.M. & Santos R.A. Folha Ibicaraí. *In: programa de levantamentos Geológicos básicos do Brasil. MME/SMM/CPRM. Brasília, 192p.*
- Mascarenhas J.F. 1979. Evolução geotectônica do Pré-Cambriano do Estado da Bahia. *In: H.A.V. Inda (Coord.). Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos. SME/COM, Savador-BA, 2: 57-165.*
- Mascarenhas J.F. & Garcia T.W. 1987. Texto explicativo do mapa geocronológico do Estado da Bahia. SGM. 186 p.
- Menezes R.C.L. 2003. *Geologia e Petrografia do Maciço Nefelina -Sienítico Rio Pardo, Sul do Estado da Bahia.* Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geologia) Inst. Geoc., Universidade Federal da Bahia, 66p.
- Menezes R.C.L., Oliveira A. E. L., Marinho M.M., Marques L.S., Jesus V.F., Conceição H., Brandão A.T., Cunha M.P., Medeiros K. O., Rosa M.L.S. 2002. Geologia e Petrografia dos Sodalita-Sienitos Azuis do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, Sul do Estado da Bahia. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.,41, João Pessoa-PB, Anais:196.*
- Menezes R.C.L., Rosa M.L.S., Conceição H., Marinho M.M., Marques L.S. 2002. Fonolitos e traquitos do município de Potiraguá, Sul do Estado da Bahia. *In: Simp. Vulcanismo e Ambientes Associados, 2, Belém-PA. Bol. Resumos 84 p.*
- Menezes R.C.L., Cunha M. P., Rosa M. L. S., C. H. 2003. Aspectos petrográficos e litogeoquímicos do maciço nefelina-sienítico Rio Pardo, Sul do Estado da Bahia. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geoquímica, 9, Belém-PA, Anais, p. 609-610.*
- Menezes R. C. L., Rosa M. L. S., Conceição H., Cunha M. P. 2003. Petrografia do Maciço Nefelina-Sienítico Rio Pardo, Sul do Estado da Bahia. *In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 20, Fortaleza-CE. Núcleo Nordeste, Anais: p. 189-190.*
- Middlemost E.A.K. 1994. Towards a Comprehensive Classification of Igneous Rocks and Magmas. *Earth Sci. Rev.*, **31**:73-87.



Oliveira A.E.L. 2003. *Geologia, Petrografia, Litogeoquímica e idade Rb-Sr do Maciço Sienítico Itarantim, Sul do Estado da Bahia*. Inst. de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Dissertação de Mestrado, 110 p.



Pedreira A.J., Araújo A.A.F., Pedrosa C.J., Arcanjo J.B.A., Oliveira J.E., Guimarães J.T., Branco P.M., Azevedo R.R., Souza S.L., Neves J.P., Mascarenhas J.F., Blade L.V. 1975. *Projeto Bahia II, Relatório final*. Salvador, CPRM.

Pedreira J.A. 1976. Estrutura da bacia Metassedimentar do Rio Pardo, Bahia-Brasil. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto. Anais, 2:157-168.*

Pedreira J.A. 1979. Bacia Metassedimentar do rio Pardo. *In: Inda, H.A.V. (org). Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos, COM/SME, Salvador, 2:1-21.*

Pedreira J.A. 1996. Geologia e recursos minerais da bacia metassedimentar do Rio Pardo. Salvador, CBPM, 18p. (Série Arquivos Abertos nº11).

Pedreira J.A. 1999. Evolução sedimentar e tectônica da Bacia metassedimentar do Rio Pardo. *Rev. Bras. Geoc., 19 (3): 339-344.*

Pedreira J.A., Souto P.G., Azevedo H.C.A. 1969. Metassedimentos do Grupo Rio Pardo, Bahia- Brasil. *In:SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 23, Salvador, Anais, p. 87-99.*

Pedrosa –Soares A.C., Noce C.M., Wiedemann C.M, Pinto C.P. 2001. The Araçuaí-West-Congo Orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanaland assembly. *Precambrian Research, 110:307-323.*

Pinho I.C.A., Barbosa J.S.F., Leite C.M.M. 2003. Petrografia e Litogeoquímica dos metatonalitos e seus enclaves de granulitos básicos da parte sul do Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá, Bahia. *Rev. Bras. Geoc., 33(2):189-200.*

Ponte Neto C.F.P. 2001. *Contribuição ao estudo da Formação Gondwana Ocidental: novos dados paleomagnéticos*. Tese de doutoramento, Inst. Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 106 p.



- Renné P.R., Onstott T.C., D'Agrela Filho M.S., Pacca I.G, Teixeira W. 1990. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of 1.0 Ga magnetizations from the São Francisco and Kalahari Cratons: tectonic implications for Pan-African and Brasiliano Mobile Belts. *Earth and Planetary Science Letters*, **101**: 349-366 .
- Rochas Ornamentais da Bahia - Brasil. 1994. Gov. da Bahia/ Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo/ Superintendência de Geologia e Recursos Minerais.
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Galarza M.A., Oliveira E.C., Marinho M. M., Menezes R.C.L., Cunha M.P., Rios D.C. 2004. Rift Evidence at the Araçuaí Mobile-Belt: U-Pb Age of Coloured Sodalite-Syenite Ore in Itajú do Colônia Alkaline Stock, South Bahia Alkaline Province (NE Brazil). *In: Simpósio 40 anos de Geocronologia no Brasil. São Paulo -SP. Boletim de resumos*, 64.
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Marinho M.M., Cunha, M.P., Menezes, R.C.L. 2004. Idade Pb-Pb e aspectos petrológicos da mineralização em sodalita azul no Maciço Nefelina-Sienítico Itarantim, Sul do Estado da Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, **34**(3):347-354.
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Marinho M.M., Menezes R.C.L., Cunha, M.P., Rios D.C. 2004. Magmatismo Neoproterozóico no Sul do Estado da Bahia, Maciço Sienítico Serra das Araras: geologia, Petrografia, Idades e Geoquímica. *Rev. Bras. Geoc.* (aceito).
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Marinho M.M, Marques L.S. 2002. Geochronology of the South Bahia Alkaline Province (NE Brazil). *Geoc.Cosm. Acta*, **66**: A648.
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Marinho M.M., Marques L.S. 2003. Idade (Pb-Pb) e aspectos petrográficos e litogeoquímicos do Complexo Floresta Azul, Sul do Estado da Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**:13-20.
- Rosa M.L.S., Conceição H., Macambira M.J.B., Marinho M.M, Marques L.S., Oliveira L.L., Oliveira A.E.L., Peixoto A.A. 2002. Síntese geocronológica dos maciços alcalinos da Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 41, João Pessoa-PB, *Anais*: 505.



SEI (2003). Anuário Estatístico da Bahia. Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia. Governo da Bahia. 694p.

- Silva Filho M.A., Moraes Filho O., Gil C.A.A., Santos R.A. 1976. Projeto Sul da Bahia, Folha SD.24-Y-D. Relatório Final, Convênio DNPM-CPRM, 1:164 p.
- Silva Filho, M.A., Moraes Filho, O., Gil, C.A.A., Santos, R.A. 1974. *Projeto Sul da Bahia*. MME/DNPM. Convênio DNPM/CPRM. 10 vols.
- Souto, P.G., 1972. *Geologia e petrografia da área de Potiraguá-Bahia, Brasil*. Tese de Doutorado, USP. 65p.
- Souto. P.G. & Vilas Boas, G.S. 1969. *Reconhecimento geológico do município de Ilhéus*. Itabuna, CEPEC, Informe técnico,158p.
- Spíndola V., 2003. *Rochas Ornamentais em Arranjo Produtivo*. SEI, Série Estudos e Pesquisas,121p.
- Spry A. 1969. *Metamorphic texture*. Oxford pergamon press. 350p.
- Steiger R.H. & Jäger E. 1997. Subcomission on geocronology.convention on the use pf decay constants in geo cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Letters*, **36**: 359-362.
- SUDENE. 1977. Mapa topográfico escala 100.000, Folha Itajú do Colônia, SD.24-Y-D-II.
- SUDENE . 1974. Mapa topográfico escala 100.000, Folha Potiraguá, SD.24-Y-D-V.



- Tanner de Oliveira M.A.F. & Corrêa Gomes L.C. 1997. Província de diques máficos do Estado da Bahia. Mapa, estágio atual do conhecimento e evolução temporal. Salvador, Conv. SICT/UFBA/SGM/PPPG/FAPEX.
- Tanner de Oliveira M.A.F. 1989. *Enxame de diques máficos de Ilhéus-Olivença: Aspectos geoquímicos e petrogenéticos*. Tese de Tese de doutorado, Inst. de Geociências, USP, 313 p.
- Teixeira W., Kamo S.L., Arcanjo J.B.A. 1997. U-Pb zircon and baddeleite age and tectonic interpretation of the Itabuna Alkaline Suite, São Francisco Craton, Brazil. *J. South Am. Earth Sci.*, **10**(1):91-98.

ANEXO I – DADOS DE CAMPO

Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude		Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude	
PASEBA 104-A	2122	190	Rio Pardo	Gnaiss	8283618	0408398	PASEBA 128-B	2157	245	Rio Pardo	Sodalita-Sienito	8280203	0412435
PASEBA 104-B	2123	190	Rio Pardo	Gnaiss	8283618	0408398	PASEBA 128-C	2158	245	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8280203	0412435
PASEBA 105	2124	195	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8286601	0410697	PASEBA 128-D	2159	245	Rio Pardo	(Encaixante)	8280203	0412435
PASEBA 106-A	2125	196	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8286126	0411208	PASEBA 128-E	2160	245	Rio Pardo	Sodalita	8280203	0412435
PASEBA 106-B	2126	196	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8286126	0411208	PASEBA 129	2161	251	Rio Pardo	Sienito	8282337	0410928
PASEBA 107	2127	197	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8288534	0409686	PASEBA 130	2162	252	Rio Pardo	Gabro	8281517	0413069
PASEBA 108	2128	198	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8289082	0409696	PASEBA 131	2163	253	Rio Pardo	Gabro	8281395	0413474
PASEBA 109	2129	199	Rio Pardo	Dique	8290261	0409528	PASEBA 132	2164	256	Rio Pardo	Sienito	8268339	0409745
PASEBA 110	2130	201	Rio Pardo	Traquito	8290967	0410189	PASEBA 133	2165	259	Rio Pardo	Sienito	8273760	0409543
PASEBA 111	2131	201	Rio Pardo	Traquito	8290967	0410189	PASEBA 134	2166	262	Rio Pardo	Gnaiss	8276151	0409541
PASEBA 112	2132	205	Rio Pardo	Milonito	8283051	0408986	PASEBA 135	2167	265	Rio Pardo	Gabro	8276577	0412290
PASEBA 113	2133	206	Rio Pardo	Gabro	8282918	0409591	PASEBA 136	2168	266	Rio Pardo	Gabro	8276754	0413523
PASEBA 114	2134	209	Rio Pardo	Sienito	8283200	0412386	PASEBA 137	2169	271	Rio Pardo	Traquito	8276443	0405514
PASEBA 115-A	2135	210	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8282361	0412936	PASEBA 48	2107	75	Rio Pardo	mica	8286911	0410548
PASEBA 115-B	2136	210	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8282361	0412936	PASEBA 48	2226	75	Rio Pardo	nefelina	8286911	0410548
PASEBA 116	2137	211	Rio Pardo	Gabro	8282240	0413477	PASEBA 48	2227	75	Rio Pardo	sodalita	8286911	0410548
PASEBA 117	2138	212	Rio Pardo	Gnaiss	8282117	0414777	PASEBA 48	2228	75	Rio Pardo	fluorita	8286911	0410548
PASEBA 118	2139	213	Rio Pardo	Gnaiss	8280779	0415655	PASEBA 121 F	2229	223	Rio Pardo	feldspato	8290378	0409127
PASEBA 119	2140	220	Rio Pardo	Sienito	8295398	0407816	PASEBA 121 G	2230	223	Rio Pardo	min.branco	8290378	0409127
PASEBA 120-A	2141	221	Rio Pardo	Sienito	8295049	0407233	PASEBA 121 H	2144	223	Rio Pardo	sod. Sienito	8290378	0409127
PASEBA 120-B	2142	221	Rio Pardo	Traquito	8295049	0407233	PASEBA 121 I	2231	223	Rio Pardo	min.creme	8290378	0409127
PASEBA 121-A	2143	223	Rio Pardo	Sodalita	8290378	0409127	PASEBA 121 J	2145	223	Rio Pardo	sienito	8290378	0409127
PASEBA 121-B	2144	223	Rio Pardo	Sodalita-Sienito	8290378	0409127	PASEBA 121 K	2232	223	Rio Pardo	sod.nef.sienito	8290378	0409127
PASEBA 121-C	2145	223	Rio Pardo	Sienito	8290378	0409127	PASEBA 187 A	2233	475	Rio Pardo	traquito	8289852	0409845
PASEBA 121-D	2146	223	Rio Pardo	Sienito	8290378	0409127	PASEBA 187 B	2234	475	Rio Pardo	traquito	8289852	0409845
PASEBA 121-E	2147	223	Rio Pardo	Sienito	8290378	0409127	PASEBA 188	2235	476	Rio Pardo	sienito grosso	8288516	0409683
PASEBA 122	2148	224	Rio Pardo	Sodalita-Sienito	8290212	0409115	PASEBA 189	2236	477	Rio Pardo	gnaiss	8276617	0409822
PASEBA 123	2149	227	Rio Pardo	Sodalita-Sienito	8289467	0409450	PASEBA 135 A	2237	265	Rio Pardo	anortosito fino	8276642	0412293
PASEBA 123-B	2150	227	Rio Pardo		8289467	0409450	PASEBA 135 B	2238	265	Rio Pardo	an. grosso	8276642	0412293
PASEBA 124-A	2151	232	Rio Pardo	Nefelina-Sienito	8292273	0408936	PASEBA 135 C	2239	265	Rio Pardo	dique preto	8276642	0412293
PASEBA 124-B	2152	232	Rio Pardo	Dique Traquito	8292273	0408936	PASEBA 135 D	2240	265	Rio Pardo	di.esverdeado	8276642	0412293
PASEBA 125	2153	233	Rio Pardo	Sienito	8292886	0406589	PASEBA 135 E	2241	265	Rio Pardo	dique c/ sodalia	8276642	0412293
PASEBA 126	2154	235	Araras	Quartzo-Sienito	8294532	0404028	PASEBA 136	2242	266	Rio Pardo	anortosito	8276754	0413523
PASEBA 127	2155	238	Araras	Quartzo-Sienito	8295505	0400910	PASEBA 190	2243	480	Rio Pardo	sienito	8283054	0409842
PASEBA 128-A	2156	245	Rio Pardo	Dique Basalto	8280203	0412435	PASEBA 191	2244	481	Rio Pardo	traquito	8276964	0410806

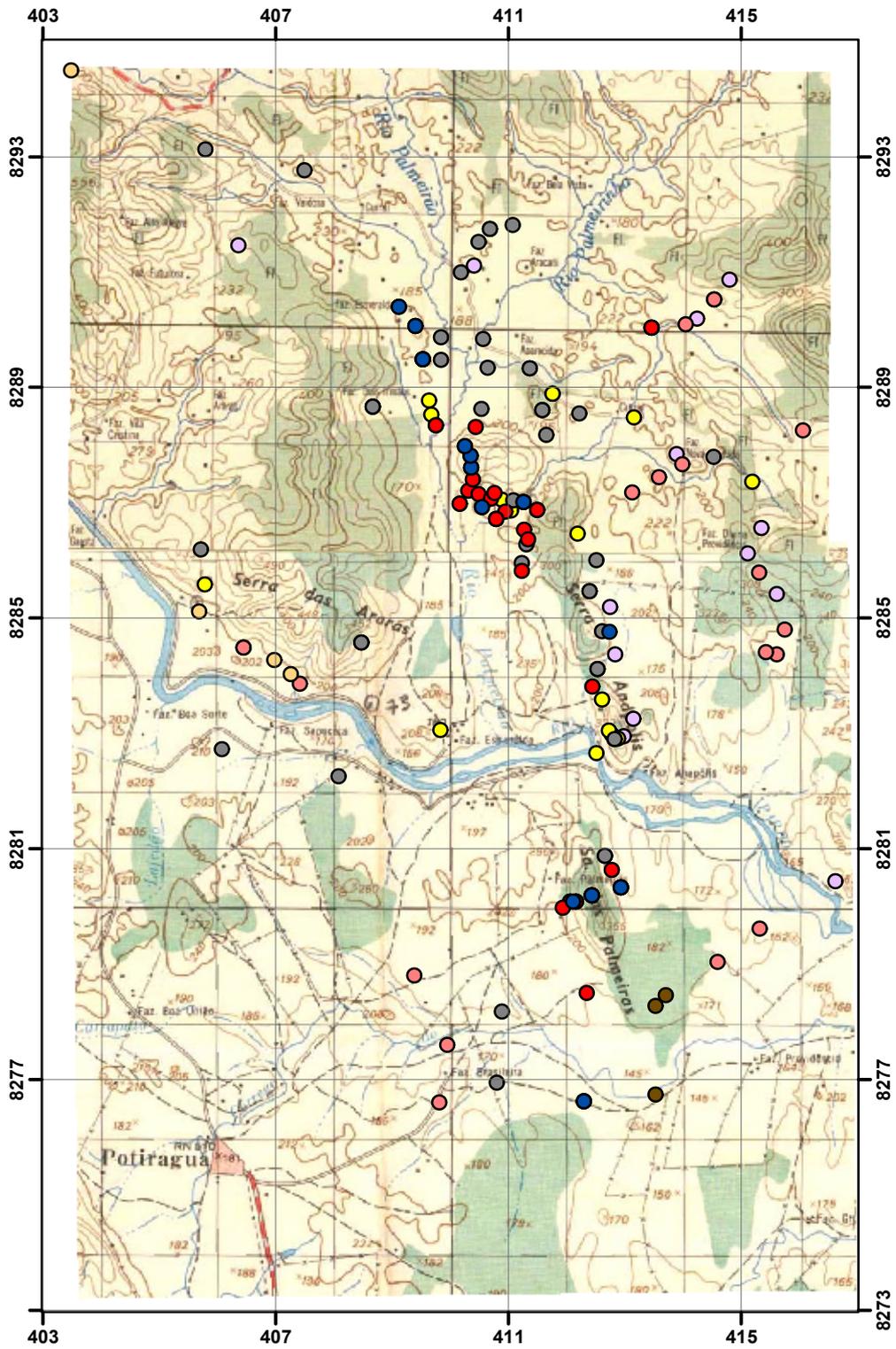
Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude		Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude	
PASEBA 192 A	2245	486	Araras	sienito c/ qtzo	8285103	0405699	PASEBA 213 C	2283	528	Rio Pardo	traquito	8289316	0411366
PASEBA 192 B	2246	486	Araras	mica	8285103	0405699	PASEBA 214 A	2284	529	Rio Pardo	sienito grosso	8288871	0411758
PASEBA 192 C	2247	486	Araras	laterita	8285103	0405699	PASEBA 214 B	2285	529	Rio Pardo	sienito fino	8288871	0411758
PASEBA 193 A	2248	488	Rio Pardo	sienito	8270079	0409541	PASEBA 215 A	2286	530	Rio Pardo	sienito grosso	8288593	0411584
PASEBA 193 B	2249	488	Rio Pardo	sienito + dique	8270079	0409541	PASEBA 215 B	2287	530	Rio Pardo	traquito	8288593	0411584
PASEBA 194 A	2250	489	Rio Pardo	sienito grosso	8270666	0409510	PASEBA 216	2288	532	Rio Pardo	traquito	8288536	0412216
PASEBA 194 B	2251	489	Rio Pardo	traquito	8270666	0409510	PASEBA 217	2289	534	Rio Pardo	sienito	8288466	0413155
PASEBA 194 C	2252	489	Rio Pardo	contato tr/ba	8270666	0409510	PASEBA 218	2290	535	Rio Pardo	?	8288527	0413419
PASEBA 194 D	2453-B	489	Rio Pardo	contato	8270666	0409510	PASEBA 219	2291	536	Rio Pardo	básica	8287830	0413887
PASEBA 194 E	2253	489	Rio Pardo	sienito +basica	8270666	0409510	PASEBA 220	2292	537	Rio Pardo	emb.?! sienito?	8287653	0413989
PASEBA 195	2254	490	Rio Pardo	sod. Sienito	8270796	0409494	PASEBA 221	2293	540	Rio Pardo	traquito	8287777	0414525
PASEBA 196 A	2255	491	Rio Pardo	nef. Sienito	8270729	0409671	PASEBA 222	2294	541	Rio Pardo	sienito	8287355	0415187
PASEBA 196 B	2256	491	Rio Pardo	sod. Sienito	8270729	0409671	PASEBA 223	2295	542	Rio Pardo	?	8287249	0415304
PASEBA 203	2263	502	Rio Pardo	embasamento	8278813	0409388	PASEBA 224 A	2296	544	Rio Pardo	nef. Sienito	8286970	0410167
PASEBA 128 F	2156	245	Rio Pardo	dique máfico	8280203	0412435	PASEBA 224 B	2297	544	Rio Pardo	traquito	8286970	0410167
PASEBA 128 G	2264	245	Rio Pardo	contato	8280203	0412435	PASEBA 225	2298	545	Rio Pardo	nef. Sienito	8287193	0410318
PASEBA 128 H	2158	245	Rio Pardo	nef. Sienito	8280203	0412435	PASEBA 226	2299	548	Rio Pardo	nef. Sienito	8287392	0410400
PASEBA 128 I	2158	245	Rio Pardo	nef. Sienito	8280203	0412435	PASEBA 227 A	2300	550	Rio Pardo	veio de sodalita	8287598	0410366
PASEBA 128 J	2265	245	Rio Pardo	nefelina	8280203	0412435	PASEBA 227 B	2301	550	Rio Pardo	nef. Sienito	8287598	0410366
PASEBA 128 K	2266	245	Rio Pardo	contato	8280203	0412435	PASEBA 227 C	2302	550	Rio Pardo	contato	8287598	0410366
PASEBA 128 L	2157	245	Rio Pardo	sod. Sienito	8280203	0412435	PASEBA 227 D	2303	550	Rio Pardo	contato	8287598	0410366
PASEBA 204	2267	506	Rio Pardo	embasamento	8277613	0409958	PASEBA 228 A	2304	551	Rio Pardo	Sod-Nef.d	8287802	0410357
PASEBA 205	2268	507	Rio Pardo	dique máfico	8277739	0409909	PASEBA 228 B	2305	551	Rio Pardo	nef. Sienito	8287802	0410357
PASEBA 206	2269	509	Rio Pardo	traquito	8278190	0410889	PASEBA 229	2306	552	Rio Pardo	nef. Sienito	8287965	0410260
PASEBA 207	2270	519	Rio Pardo	dique máfico	8278799	0412148	PASEBA 229 B	2307	552	Rio Pardo	veio de sodalita	8287965	0410260
PASEBA 208	2271	521	Rio Pardo	nef. Sienito	8278510	0412343	PASEBA 230 A	2308	553	Rio Pardo	nef. Sienito	8288327	0409764
PASEBA 209	2272	524	Rio Pardo	sienito	8288760	0409645	PASEBA 230 B	2309	553	Rio Pardo	traquito	8288327	0409764
PASEBA 210 A	2273	525	Rio Pardo	nef. Sienito fino	8289471	0409534	PASEBA 231	2310	554	Araras	sienito	8285573	0405797
PASEBA 210 B	2274	525	Rio Pardo	biotita	8289471	0409534	PASEBA 232	2311	555	Araras	traquito	8286176	0405734
PASEBA 210 C	2275	525	Rio Pardo	sulfeto	8289471	0409534	PASEBA 233 A	2312	557	Rio Pardo	nef. Sienito	8280095	0412163
PASEBA 210 D	2276	525	Rio Pardo	nef. Sienito	8289471	0409534	PASEBA 233 B	2313	557	Rio Pardo	sienito	8280095	0412163
PASEBA 210 E	2277	525	Rio Pardo	sod. Sienito	8289471	0409534	PASEBA 233 C	2314	557	Rio Pardo	traquito	8280095	0412163
PASEBA 210 F	2278	525	Rio Pardo	sod. Sienito	8289471	0409534	PASEBA 234	2315	558	Rio Pardo	veio sod./nef	8280089	0412116
PASEBA 211	2279	526	Rio Pardo	traquito	8289458	0409853	PASEBA 235	2316	559	Rio Pardo	nef. Sienito	8280091	0412067
PASEBA 212	2280	527	Rio Pardo	traquito	8289821	0410566	PASEBA235 A	2317	559	Rio Pardo	nefelina	8280091	0412067
PASEBA 213 A	2281	528	Rio Pardo	contato	8289316	0411366	PASEBA 236	2318	560	Rio Pardo	nef.sienito	8279984	0411932
PASEBA 213 B	2282	528	Rio Pardo	sienito	8289316	0411366	PASEBA 237	2319	563	Rio Pardo	nef.sienito	8287140	0410496
PASEBA 213 C	2283	528	Rio Pardo	traquito	8289316	0411366	PASEBA 238	2320	565	Rio Pardo	nef.sienito	8287060	0410704

Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude		Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude	
PASEBA 239	2321	566	Rio Pardo	nef.sienito	8287152	0410770	PASEBA 265	2358	617	Rio Pardo	nef.sienito	8283805	0412446
PASEBA 240	2322	567	Rio Pardo	sienito	8287039	0410890	PASEBA 266	2359	633	Rio Pardo	básica ?	8280443	0416612
PASEBA 241	2323	568	Rio Pardo	traquito	8287025	0411092	PASEBA 267	2360	634	Rio Pardo	granítica ?	8279924	0418010
PASEBA 242 A	2324	569	Rio Pardo	sod.sienito	8287001	0411264	PASEBA 268 A	2361	635	Rio Pardo	?	8285206	0418097
PASEBA 242 B	2325	569	Rio Pardo	sienito	8287001	0411264	PASEBA 268 B	2362	635	Rio Pardo	rx.rica em feldsp.	8285206	0418097
PASEBA 242 C	2326	569	Rio Pardo	nef.sienito	8287001	0411264	PASEBA 269 A	2363	636	Rio Pardo	?	8285546	0418093
PASEBA 243	2327	570	Rio Pardo	sienito	8286852	0411052	PASEBA 269 B	2364	636	Rio Pardo	pegmatito	8285546	0418093
PASEBA 244	2328	571	Rio Pardo	nef.sienito	8286836	0410955	PASEBA 269 C	2365	636	Rio Pardo	rx.félsica	8285546	0418093
PASEBA 245 A	2329	572	Rio Pardo	traquito	8286711	0410791	PASEBA 270	2366	637	Rio Pardo	traquito	8289325	0410653
PASEBA 245 B	2330	572	Rio Pardo	contato	8286711	0410791	PASEBA 271	2367	639	Rio Pardo	traquito	8288605	0410540
PASEBA 245 D	2332	572	Rio Pardo	nef.d grosso	8286711	0410791	PASEBA 272	2368	640	Rio Pardo	nef.sienito	8288302	0410440
PASEBA 246	2333	573	Araras	sienito c/ qtzo	8294465	0403506	PASEBA 273	2369	644	Rio Pardo	traquito	8288160	0411652
PASEBA 247	2334	575	Rio Pardo	traquito	8293093	0405810	PASEBA 274 A	2370	653	Araras	sienito	8284484	0406466
PASEBA 248	2335	578	Rio Pardo	traquito	8292741	0407509	PASEBA 274 B	2371	653	Araras	embasamento	8284484	0406466
PASEBA 249	2336	580	Araras	?	8291862	0406125	PASEBA 275	2372	655	Araras	sienito c/ qtzo	8284269	0406994
PASEBA 250	2337	583	Araras	básica	8291436	0406376	PASEBA 276	2373	656	Araras	sienito c/ qtzo	8284022	0407274
PASEBA 251 A	2338	588	Rio Pardo	rx.rica em feldsp.	8291827	0409238	PASEBA 277	2374	657	Araras	embasamento	8283858	0407430
PASEBA 251 B	2339	588	Rio Pardo	?	8291827	0409238	PASEBA 278 A	2375	659	Araras	rx.fina cinza	8284571	0408482
PASEBA 252 A1	2340	589	Rio Pardo	sienito encaix.	8290047	0409409	PASEBA 278 B	2376	659	Araras	sienito	8284571	0408482
PASEBA 252 B1	2341	589	Rio Pardo	sod.sienito	8290047	0409409	PASEBA 279 A	2377	662	Araras	pegmatito	8288647	0408679
PASEBA 252 A	2342	591	Rio Pardo	nef.sienito	8286866	0411493	PASEBA 279 B	2378	662	Araras	sienito ?	8288647	0408679
PASEBA 252 B	2343	591	Rio Pardo	textura superficie	8286866	0411493	PASEBA 279 C	2379	662	Araras	traquito	8288647	0408679
PASEBA 252 C	2344	591	Rio Pardo	traquito	8286866	0411493	PASEBA 279 D	2380	662	Araras	sienito	8288647	0408679
PASEBA 253	2345	592	Rio Pardo	nef.sienito	8286521	0411273	PASEBA 280	2381	665	Rio Pardo	traquito	8291498	0410489
PASEBA 254	2346	593	Rio Pardo	nef.sienito	8286360	0411346	PASEBA 281	2382	666	Rio Pardo	básica	8291085	0410418
PASEBA 255	2347	594	Rio Pardo	traquito	8286268	0411310	PASEBA 282 A	2383	667	Rio Pardo	básica	8291724	0410691
PASEBA 256	2348	596	Rio Pardo	traquito	8285945	0411235	PASEBA 282 B	2384	667	Rio Pardo	traquito	8291724	0410691
PASEBA 257	2349	597	Rio Pardo	nef.sienito	8285808	0411232	PASEBA 283	2385	668	Rio Pardo	traquito	8291791	0411079
PASEBA 258	2350	605	Rio Pardo	sienito	8282654	0412510	PASEBA 284 B	2386	672	Rio Pardo	traquito + veio	8282729	0406088
PASEBA 259	2351	606	Rio Pardo	básica	8282954	0412985	PASEBA 284 C	2387	672	Rio Pardo	veio+metálico	8282729	0406088
PASEBA 260	2352	607	Rio Pardo	sienito	8282914	0412883	PASEBA 284 A	2388	672	Rio Pardo	traquito	8282729	0406088
PASEBA 261 A	2353	608	Rio Pardo	traquito	8282905	0412824	PASEBA 285	2389	651	Rio Pardo	básica	8283254	0413146
PASEBA 261 B	2354	608	Rio Pardo	sienito	8282905	0412824	PASEBA 286	2390	674	Rio Pardo	sienito ?	8283865	0412901
PASEBA 245 C	2331	572	Rio Pardo	nef.sienito	8286711	0410791	PASEBA 287 A	2391	675	Rio Pardo	sienito	8284112	0412536
PASEBA 262	2355	609	Rio Pardo	sienito	8282980	0412772	PASEBA 287 B	2392	675	Rio Pardo	traquito	8284112	0412536
PASEBA 263	2356	610	Rio Pardo	sienito	8283048	0412731	PASEBA 287 C	2393	675	Rio Pardo	contato	8284112	0412536
PASEBA 264	2357	615	Rio Pardo	sienito	8283584	0412605	PASEBA 288	2394	676	Rio Pardo	básica	8284369	0412836

Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude		Número da Amostra	Número de Escritório	Número do Ponto	Local da Amostra	Nome de Campo Litologia	Coordenadas Latitude Longitude	
PASEBA 289	2395	678	Rio Pardo	traquito	8284763	0412608	PASEBA 316 B	2434	712	Rio Pardo	embasamento	8287166	0413122
PASEBA 290 A	2396	679	Rio Pardo	sod. no sienito	8284755	0412736	PASEBA 317	2435	714	Rio Pardo	dique	8286346	0412842
PASEBA 290 B	2397	679	Rio Pardo	metalico no sienit	8284755	0412736	PASEBA 318	2436	715	Rio Pardo	traquito	8285997	0412516
PASEBA 291	2398	680	Rio Pardo	básica	8285182	0412744	PASEBA 319	2437	716	Rio Pardo	sienito	8286456	0412186
PASEBA 292	2399	683	Rio Pardo	máfica ?	8287923	0415937	PASEBA 320 A	2438	717	Rio Pardo	sienito	8285463	0412391
PASEBA 293	2400	684	Rio Pardo	máfica ?	8288235	0416054	PASEBA 320 B	2439	717	Rio Pardo	traquito	8285463	0412391
PASEBA 294 A	2401	685	Rio Pardo	rx.félsica	8288235	0416054	PASEBA 321	2440	719	Rio Pardo	dique traquitico	8282259	0408091
PASEBA 294 B	2402	685	Rio Pardo	cinza ?	8288235	0416054	PASEBA 322 A	2441	722	Rio Pardo	embasamento	8290070	0414047
PASEBA 294 C	2403	685	Rio Pardo	máfica ?/ emb.	8288235	0416054	PASEBA 322 A1	2442	722	Rio Pardo	embasamento	8290070	0414047
PASEBA 294 D	2404	685	Rio Pardo	contato	8288235	0416054	PASEBA 322 B	2443	722	Rio Pardo	dique	8290070	0414047
PASEBA 295	2405	686	Rio Pardo	?	8288339	0415550	PASEBA 323	2444	723	Rio Pardo	basalto	8290175	0414242
PASEBA 296	2406	687	Rio Pardo	?	8288670	0415414	PASEBA 324 A	2445	724	Rio Pardo	basalto	8290503	0414530
PASEBA 297	2407	688	Rio Pardo	gnaiss	8279620	0415310	PASEBA 324 B	2446	724	Rio Pardo	embasamento	8290503	0414530
PASEBA 298	2408	690	Rio Pardo	embasamento	8279051	0414589	PASEBA 325	2447	725	Rio Pardo	basalto	8290842	0414797
PASEBA 299	2409	691	Rio Pardo	anortosito	8278478	0413706	PASEBA 326 A	2448	726	Rio Pardo	veio sod./fonolito	8290013	0413458
PASEBA 300 A	2410	692	Rio Pardo	anortosito	8278286	0413528	PASEBA 326 B	2449	726	Rio Pardo	nef.sienito	8290013	0413458
PASEBA 300 B	2411	692	Rio Pardo	dique	8278286	0413528	PASEBA 326 C	2450	726	Rio Pardo	sod.fonolito	8290013	0413458
PASEBA 301	2412	694	Rio Pardo	?	8280307	0413729	PASEBA 326 D	2451	726	Rio Pardo	sod/bandada	8290013	0413458
PASEBA 302	2413	695	Rio Pardo	embasamento	8280314	0413379	PASEBA 326 E	2452	726	Rio Pardo	bandada	8290013	0413458
PASEBA 303	2414	696	Rio Pardo	sienito ?	8280279	0413134	PASEBA 326 F	2453-A	726	Rio Pardo	sienito	8290013	0413458
PASEBA 304 A	2415	697	Rio Pardo	sod.nef.sienito	8280340	0412930	PASEBA 110 B	2130	201	Rio Pardo	traquito	8290967	0410189
PASEBA 304 B	2416	697	Rio Pardo	nef.sienito	8280340	0412930							
PASEBA 304 C	2417	697	Rio Pardo	traquito	8280340	0412930							
PASEBA 304 D	2418	697	Rio Pardo	fonolito	8280340	0412930							
PASEBA 304 A1	2419	697	Rio Pardo	sod.nef.sienito	8280340	0412930							
PASEBA 305	2420	698	Rio Pardo	nef.sienito	8280635	0412777							
PASEBA 306 A	2421	699	Rio Pardo	sienito	8280887	0412655							
PASEBA 306 B	2422	699	Rio Pardo	traquito	8280887	0412655							
PASEBA 307	2423	700	Rio Pardo	nef.sienito	8281394	0412616							
PASEBA 308	2424	701	Rio Pardo	basalto	8286550	0415337							
PASEBA 309	2425	702	Rio Pardo	basalto	8286117	0415111							
PASEBA 310 A	2426	703	Rio Pardo	gnaiss	8285776	0415298							
PASEBA 310 B	2427	703	Rio Pardo	gnaiss	8285776	0415298							
PASEBA 311	2428	704	Rio Pardo	basalto	8285411	0415608							
PASEBA 312	2429	705	Rio Pardo	gnaiss	8284800	0415743							
PASEBA 313	2430	706	Rio Pardo	gnaiss	8284364	0415608							
PASEBA 314	2431	707	Rio Pardo	gnaiss	8284405	0415419							
PASEBA 315	2432	711	Rio Pardo	gnaiss	8287430	0413588							
PASEBA 316 A	2433	712	Rio Pardo	embasamento	8287166	0413122							

ANEXO II – MAPA DE
CAMINHAMENTO

MAPA DE CAMINHAMENTO



Legenda

- | | |
|------------------|---------------|
| ● so-sienito | ● embasamento |
| ● ne-sienito | ● sienito |
| ● qtzo-sienito | ● basalto |
| ● Sub-vulcanicas | ● anortosito |

ANEXO III – FICHAS DE SEPARAÇÃO
ISOTÓPICA Rb-Sr

LABORATÓRIO DE GEOLOGIA ISOTÓPICA -- PARÁ-ISO
Sistema Rb - Sr: Etapa 01
Pesagem + Adição do Traçador + Dissolução

DATA DA ABERTURA: ___/___/200

Dossiê: _____

OPERADORES: _____

PESAGEM + ADIÇÃO DO TRAÇADOR						
NOME DA AMOSTRA						
TIPO DA AMOSTRA						
Teor Rb (ppm) – Raio X						
Teor Sr (ppm) – Raio X						
Número do Cadinho						
Peso da Amostra (mg)						
Peso do Traçador (mg)						
DISSOLUÇÃO QUÍMICA						
1 ml HF** (48%): Tampar Cadinho						
Placa (100° C): ± 4 horas						
Tirar da Placa: Esfriar (± 1 hora) - Destampar						
Evaporar: Placa (100° C)						
0,5 ml HNO ₃ (Conc) + 0,5 ml HClO ₄ (70-72%)						
Evaporar: Placa (100° C)						

LABORATÓRIO DE GEOLOGIA ISOTÓPICA – PARÁ-ISO
Sistema Rb - Sr: Etapa 02
Passagem na Coluna

ÚLTIMA CALIBRAÇÃO: 20/09/1996

DOSSIÊ: _____

DATA: ___/___/200

OPERADORES: _____

HORÁRIO INÍCIO: _____

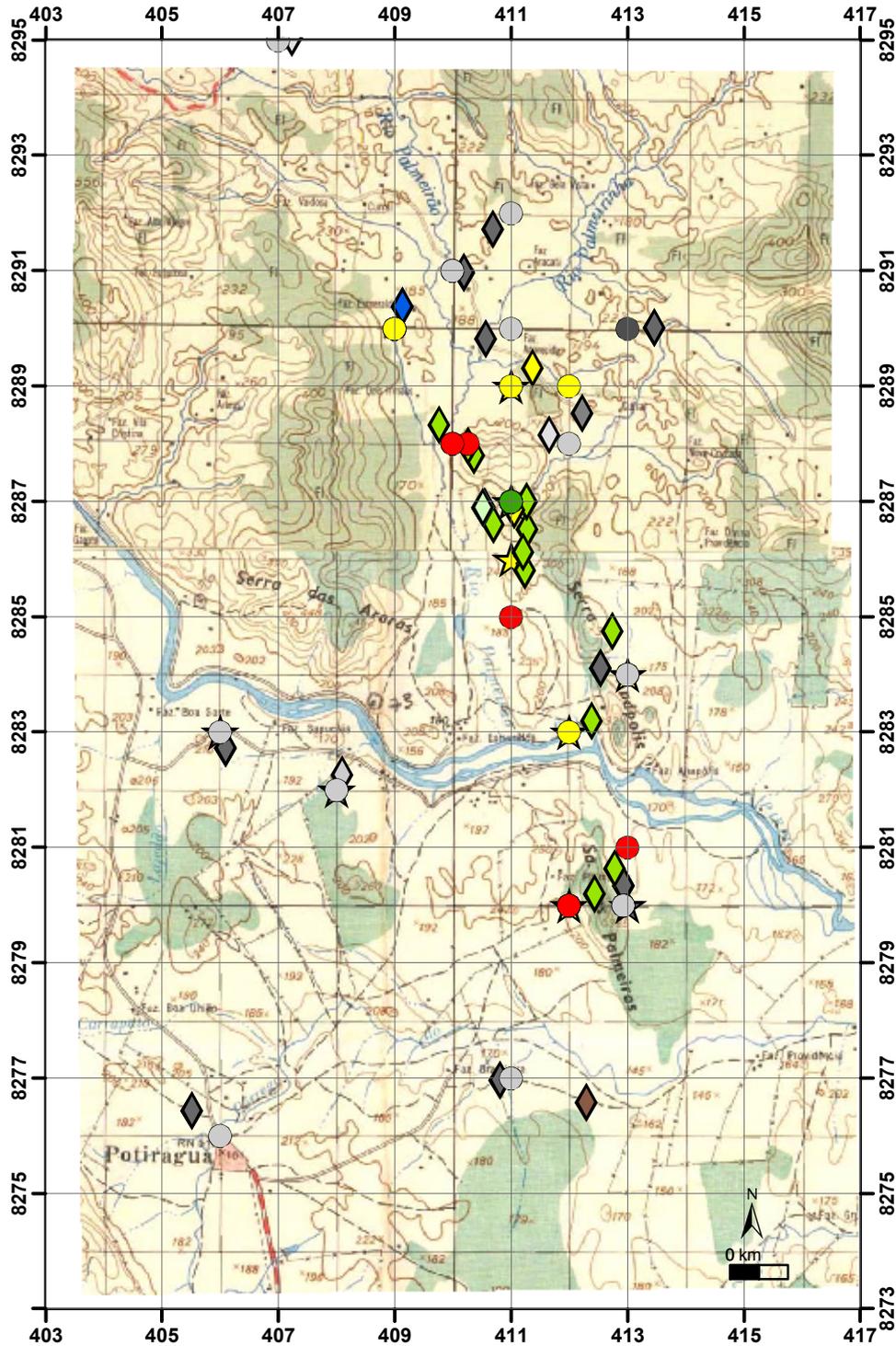
HORÁRIO TÉRMINO: _____

NOME DA AMOSTRA					
1,5 ml de HCl**2,5N					
Ultrassom (3 minutos)					
Centrífuga (15 minutos)					

PASSAGEM NA COLUNA						
COLUNAS DE SEPARAÇÃO	1	2	3	4	5	6
HCl** 2,5N - 3 ml						
Adicionar: 1 ml da Amostra						
1ª Eluição - HCl** 2,5N: Descarte	2 3 3	2 3 3	2 3 3	2 3 3	2 3 3	2 3 3
Colocar Cadinho de Coleta Rb						
Número do Cadinho						
COLETA DE Rb: 3 ml HCl** 2,5N						
Chapa (100° C): Evaporação Rb						
2ª Eluição - HCl** 2,5N: Descarte	2 2 3	2 2 3	2 2 3	2 2 3	2 2 3	2 2 3
Colocar Cadinho de Coleta Sr						
Número do Cadinho						
COLETA DE Sr: 4 ml HCl** 2,5N						
Chapa (100° C): Evaporação Sr						
LAVAGEM DA COLUNA						
HF _{conc} +HCl* 4N (Coluna Cheia)						
HF _{conc} +HCl* 4N (Coluna Cheia)						
HCl* 4N (Coluna Cheia)						
H ₂ O _{milli} (Coluna Cheia)						
H ₂ O _{milli} (Coluna Cheia)						

ANEXO IV – MAPA DE PONTOS
AMOSTRADOS

MAPA DE PONTOS AMOSTRADOS



Legenda

Análises Petrográfica

- ◆ Sodalita Sienito
- ◆ Ribequita - Nefelina
- ◆ Biotita Sienito
- ◆ Nefelina Sienito
- ◆ Nefelina - Cancrinita Sienito
- ◆ Sienito com Nefelina
- ◆ Anortosito
- ◆ Fonolito
- ◆ Traquito

Análises Químicas

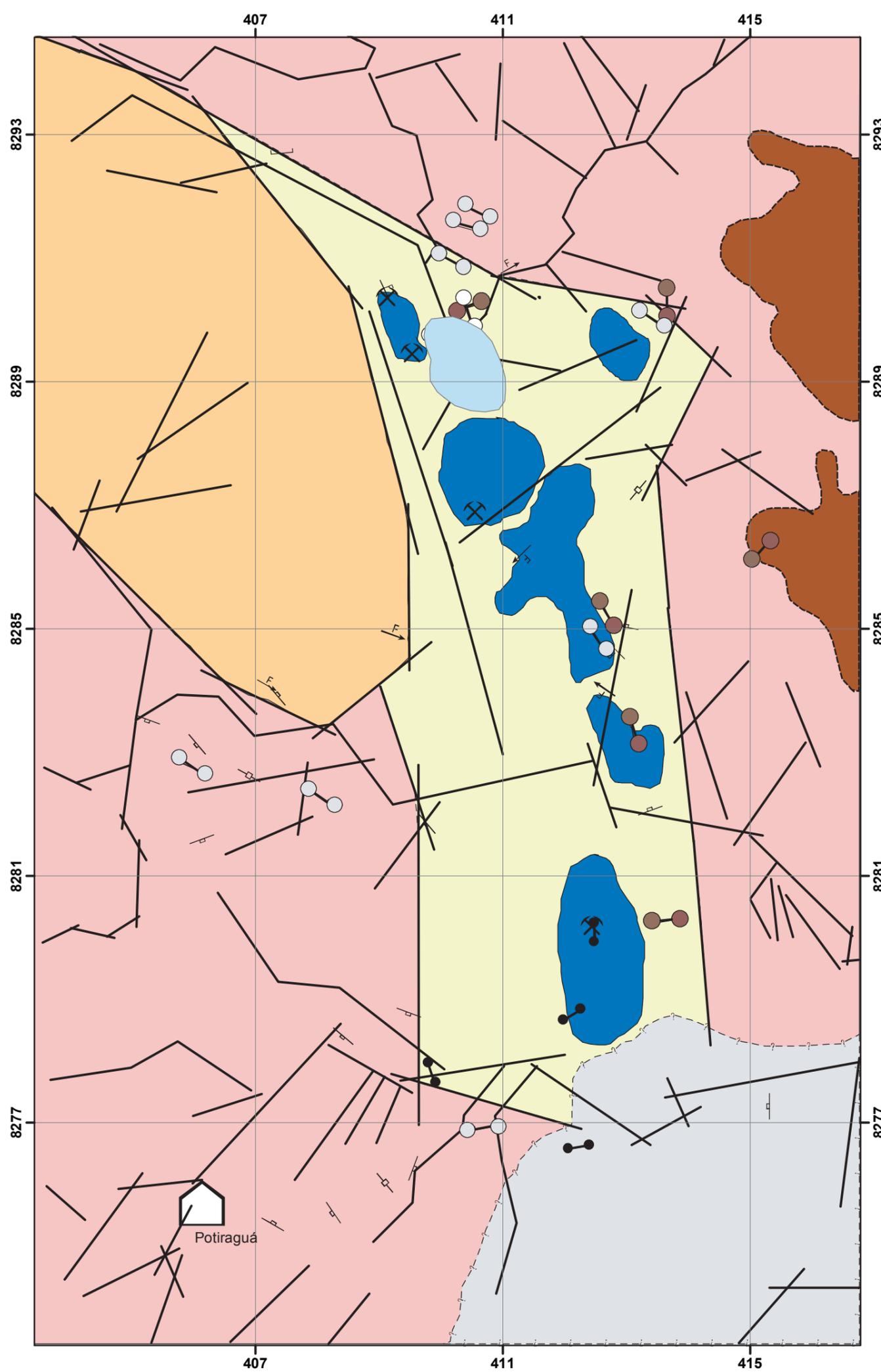
- Sodalita sienito
- Nefelina sienitos
- Sodalita sienitos e Nefelina sienitos
- Traquitos
- Fonolitos
- Sienito

Análises Geocronológicas

- ★ Subvulcânicas
- ★ Sienitos com Nefelina

ANEXO V – MAPA GEOLÓGICO
DO MACIÇO NEFELINA SIENÍTICO RIO PARDO

Mapa Geológico do Maciço Sienítico Rio Pardo



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ROCHAS DO ARQUEANO E PALEOPROTEROZÓICO

- Embasamento Gnáissico Migmatítico**
Rocha de coloração rósea acinzentada com bandas máficas enriquecidas em biotita e anfibólio.
- Basalto**
Rocha de coloração preta, afanítica.

ROCHAS DO NEOPROTEROZÓICO

- Complexo Gabro Anortositico**
Rocha de coloração cinza escura a preta, com granulação variando de fina a pegmatoidal com cristais de plagioclásio centimétricos.
- Quartzo Sienito**
Rochas de cor cinza clara com pontos escuros correspondentes a cristais de biotita, anfibólio e minerais opacos. Quartzo incolor ou azulado são característicos desse litotipo.
- Rochas Subvulcanicas**
Rocha afanítica de coloração cinza, podendo ser vistos fenocristais de specularita, sanidina, mineral metálico e aglomerados de fluorita roxa.
- Sienito**
Rocha de cor cinza clara, granulação variando de fina a média com pontuações escuras equivalentes a cristais de mica, anfibólio e mineral opaco.
- Nefelina Sienito**
Rocha de coloração esverdeada, com granulação variando de fina a pegmatoidal. A estas rochas estão associadas as mineralizações de sodalita de cor azul.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- | | | |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Cidade | Mina de sodalita sienito | Lineação mineral magmática |
| Fraturas | Dique básico | Foliação com mergulho medido |
| Contato definido | Dique félsico subvulcânico | Foliação vertical |
| Contato inferido | Dique félsico plutônico | |
| Contato inferido questionado | Dique máfico | |



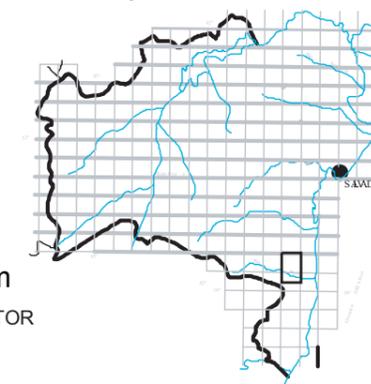
Escala 1:75



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

DATUM HORIZONTAL: CÓRREGO ALEGRE Z24S
ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: "EQUADOR E MERIDIANO 39°W.GR"

Situação da Folha no Estado



Articulação das Folhas

Itapetinga	Itajú do Colônia	Camacã
Itarantim	Potiraguá	Mascote
Jacinto	Salto sa Divisa	Porto Seguro

**ANEXO VI – SUMÁRIO DAS
ANÁLISES PETROGRÁFICAS**

Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Sienito com nefelina do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume Minerais acessórios (Min. Ac.)

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2116	Pedreira bananeira, localizada na porção central do maciço.	Feldspato alcalino (84,5%), aegirina-augita (7,4%), mineral opaco (5,2%), hornblenda (1,1%). Min. Ac. (-1,8%): biotita, titanita, albita, apatita.	<p>Rocha de cor cinza clara, fanerítica fina a média, isotrópica e textura hipidiomórfica.</p> <p>Os feldspatos ocorre em cristais subédricos com pertitas em forma de path. Os cristais desse mineral possuem inclusões de: minerais opacos, com formato anédrico; piroxênio e mica ambos subédricos. As inclusões (de minerais opacos, mica e piroxênio) não ultrapassam o tamanho de 0,42 mm e encontram-se próximas a periferia dos feldspatos. As fraturas nos cristais são preenchidas por Biotita. São vistos também cristais de feldspato alcalino com geminação Carlsbard e mais raramente cristais de feldspato pertítico com geminação albita nas bordas. Cristais com geminação albita-periclina são vistos intersticialmente.</p> <p>A aegirina-augita exibe coloração verde, pleocroísmo x' = verde, y' = verde claro e z' = verde amarelado com extinção máxima de 90° (em seção longitudinal) e 2V_x aproximadamente 50°. Raros indivíduos do piroxênio aparecem coroados totalmente ou parcialmente por cristais de anfibólio de cor verde mais clara e cor de interferência mais fraca.</p> <p>A hornblenda raramente ocorre de forma euédrica, apresenta pleocroísmo x' = castanho, y' = verde claro e z' = verde escuro, extinção máxima de 26° e 2V_x alto (>60°). Nas bordas dos cristais com pleocroísmo castanho aparece um mineral de cor azulada, euédrico e com cor de interferência alta, que pode ser um anfibólio sódico (ribequita). Inclusões de minerais opacos, de formato anédrico e tamanho não maiores que 0,004 mm são encontradas aleatoriamente. Os minerais opacos têm forma predominantemente anédrica e em geral estão associados a aegirina-augita e inclusos na hornblenda.</p> <p>A biotita exibe cor castanha clara, hábito predominante euédrico com formato tabular, existindo indivíduos subédricos. Estes cristais mostram pleocroísmo x = castanho amarelado, y = castanho claro e z = castanho. A biotita em geral ocorre associado ao piroxênio ou aos minerais opacos e raramente é vista isolada deles. Esse mineral também aparece preenchendo as fraturas nos feldspatos.</p> <p>A titanita subédrica é encontrada coroadando ou junto dos minerais opacos e mais raramente nas bordas da biotita.</p> <p>Cristais de albita são raros, mas quando ocorrem não ultrapassam 0,6mm.</p>
2282	Afloramento na Fz Palmeirão, na Pedreira Pedra Bonita.	Feldspato alcalino pertítico (91%), biotita (7%), apatita (1%). Min. Ac (-1%): titanita e carbonato.	<p>Rocha de coloração rosada, fanerítica fina, anisotrópica, com pontuações pretas equivalentes a cristais de biotita marrom.</p> <p>Os feldspatos ocorrem em cristais anédricos, raramente subédricos e com tamanhos em torno de 0,25 mm.</p> <p>A biotita apresenta cor castanha clara, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos anédricos. Exibem pleocroísmo x' = castanho claro, y' = castanho e z' = verde escuro.</p> <p>Os cristais de apatita são subédricos, com tamanhos compreendidos entre 0,0616 mm a 0,2156 mm. Esse mineral é visto em geral formando aglomerados. O carbonato, de cor cinza rosada, e a titanita ocorrem de forma subédrica e estão associados à biotita.</p>
2327	Afloramento localizado na base oeste da Serra das Palmeiras	Feldspato alcalino pertítico (65,4%), nefelina (15,2%), biotita (14,2%), feldspato antipertítico (1,4 %). Min. ac. (-3,8%): sodalita, mica branca, carbonato, titanita, hornblenda, apatita.	<p>Rocha de cor cinza clara, fanerítica média e isotrópica.</p> <p>Os feldspatos ocorrem de forma subédrica ou anédrica, com textura pertítica, podendo, entretanto, haver indivíduos geminados segundo as leis carlsbard, albita-periclina e subordinadamente albita. Estes últimos ocorrem em menor tamanho (na faixa de 0,58 mm) e são vistos principalmente nos interstícios.</p> <p>Em alguns cristais de ortoclásio pertítico, são encontradas inclusões aciculares de mica branca. A microclina pertítica ocorre de forma anédrica com tamanhos desde 0,58 mm até 3,85 mm.</p> <p>A nefelina ocorre de forma anédrica e intersticial e por vezes pode-se ver a sodalita anédrica substituindo-a.</p> <p>A biotita aparece de forma subédrica com cor predominantemente marrom, entretanto pode apresentar uma coloração verde escura em seção sem clivagem principalmente nas bordas, parecendo ser um mineral diferente dela.</p> <p>A titanita apresenta-se de forma anédrica ou subédrica com tamanhos que chegam a 0,38 mm e em geral coroa a apatita, está inclusa na mica e por vezes parece adentrar a biotita.</p> <p>A apatita se apresenta de forma anédrica e raramente euédrica, comumente é vista inclusa na biotita.</p> <p>Os carbonatos são subédricos e intersticiais, podendo ocorrer inclusos na nefelina.</p> <p>Raros cristais de zircão são vistos de forma subédrica, com tamanho na faixa de 0,31 mm, bastante quebrados, com cor de interferência de bordo não tão forte como no centro e associados a biotita podendo estar incluso nas proximidades dela.</p>

(Continuação) Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Sienito com nefelina do Maciço Rio Pardo.

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2103	Afloramento localizado na porção norte do maciço.	Feldspato alcalino perítico (83%), biotita (15%). Min. Ac (-2%): titanita, apatita.	Rocha de cor cinza clara, fanerítica média e isotrópica. Os feldspatos ocorrem em cristais subédricos com perititas em forma de path. Os cristais desse mineral possuem inclusões de: minerais opacos e biotita com formato anédrico. A biotita ocorre de forma subédrica, com coloração castanha escura e com inclusões de apatita anédrica. A titanita ocorre associada aos cristais de biotita.
2159	Afloramento situado na parte oeste da serra das Palmeiras.	Feldspato alcalino (89%), biotita (10%). Min. Ac (-1%): titanita e carbonato.	Rocha de cor cinza clara, fanerítica média, isotrópica. Localmente são identificados aglomerados pretos que correspondem a minerais máficos. Os feldspatos ocorrem de forma subédrica, com textura predominantemente perítica, havendo, entretanto, indivíduos com geminação segundo a lei Albita-periclina e microclina. A biotita ocorre em forma de palhetas subédricas, com pleocroísmo x= castanho amarelado, y= castanho claro e z= castanho escuro. O carbonato e a titanita ocorrem associados a biotita.

Sumário dos aspectos petrográficos da fácies Nefelina Sienito do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume Minerais acessórios (Min. Ac.).

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2106	Pedreira bananeira, localizada na porção central do maciço.	Feldspato alcalino (83,1%), nefelina (11,4%), cancrinita (2,5%), albita (2% An- 2,1%). Min. Ac. (-1,08%): biotita, carbonato e min. opacos.	<p>Rocha de coloração esbranquiçada porfírica com fenocristais de nefelina de cor cinza esverdeada, fanerítica média a grossa e isotrópica. Esta rocha apresenta uma superfície com pequenas cavidades, devido a processos secundários de dissolução do feldpatóide.</p> <p>Os feldspatos ocorrem em cristais subédricos ou anédricos, com textura pertítica em forma de flâmulas. Esses indivíduos possuem inclusões de: mineral opaco, anédrico com tamanho de 0,011 mm, encontrados próximos à zonas de fratura; biotita subédrica com forma de palhetas dispostas paralelamente umas as outras e localizadas longitudinalmente em relação ao feldspato pertítico, não ultrapassando o tamanho de 0,231 mm. As fraturas são preenchidas (em seção transversal) por biotita e cancrinita.</p> <p>Os cristais de microclina apresentam -se na forma subédricos ou anédrica ocupam, preferencialmente, os interstícios dos feldspatos alcalinos pertíticos.</p> <p>A nefelina em geral aparece coroada parcialmente por cancrinita, que a separa dos feldspatos, sendo transectada por micro-veios de carbonato, que por estarem normalmente paralelos sugerem um controle tectônico em regime frágil.</p> <p>Os cristais de nefelina são anédricos e possuem inclusões de: cancrinita anédrica, com tamanhos aproximados nas faixas de 0,015 mm até 0,369 mm encontradas aleatoriamente nos cristais, entretanto estão em maior concentração nas bordas dos cristais, diminuindo de tamanho e quantidade em direção ao centro da nefelina; biotita de cor verde escuro, com formato predominante anédrico porém existem indivíduos subédricos e os tamanhos estão na faixa de 0,0038 mm a 0,1077 mm, concentrados mais próximas ao centro dos cristais. Em geral a nefelina é coroada parcialmente pela cancrinita, que a separa dos feldspatos. A nefelina aparece "cortada" por ripas de calcita, subédrica que estão dispostas (preferencialmente) paralelamente, havendo também cristais mais arredondados ou com forma de prismas mais espessos que as ripas.</p> <p>A cancrinita ocorre em cristais anédricos e são encontradas preenchendo fraturas dos feldspatos alcalinos e associada a nefelina.</p> <p>A albita apresenta-se em cristais subédricos, com extinção máxima de 18°. Alguns cristais de albita possuem fraturas transversais que são preenchidas por nefelina.</p> <p>A biotita possui cor castanha, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos anédricos. Exibe pleocroísmo x'= castanho amarelado, y'= verde escuro e z'= castanho escuro.</p>
2158	Afloramento na Fz. Palmeirão, Pedreira Pedra Bonita	Nefelina (67%), feldspato alcalino pertítico (22%), cancrinita (7%), biotita (3%), albita (8% An). Min. Ac. (-1,0%): sodalita, carbonato	<p>Rocha de cor cinza esverdeada, fanerítica grossa, anisotrópica com aglomerados de biotita de cor marrom.</p> <p>A nefelina é o principal constituinte dessa rocha, ela apresenta formato anédrico. Inclusões de: cancrinita (com tamanhos que variam desde 0,0769 até 0,5383 mm), que aumenta de quantidade em direção a periferia; biotita com forma subédrica são comuns nesse mineral.</p> <p>Os feldspatos alcalinos pertíticos ocorrem em cristais anédricos e raramente subédricos. Raramente esses minerais apresentam fraturas que cortam seções latitudinais preenchidas por cancrinita, que não são maiores que 0,0308 mm.</p> <p>Em alguns cristais a microclina começa a surgir nas bordas onde a textura pertítica não é formada.</p> <p>A cancrinita aparece preenchendo fraturas nos feldspatos e inclusa na nefelina e sodalita.</p> <p>Cristais de albita apresentam um certo alinhamento, que podem estar indicando o sentido do fluxo magmático.</p> <p>A sodalita anédrica é encontrada principalmente nos interstícios dos cristais de nefelina.</p> <p>Os cristais de carbonato ocorrem de forma anédrica distribuídos aleatoriamente.</p>
2304	Afloramento na Faz. Colorado, próximo a parte do extremo noroeste da serra de Anápolis.	Feldspato alcalino pertítico (78%), min. opacos (12%) e biotita (10%). Min. ac (-2%): nefelina, mica branca, carbonato, titanita, sodalita e zircão.	<p>Rocha de coloração cinza esverdeada, fanerítica grossa, isotrópica, com pontos restritos de coloração azul correspondendo a sodalita e aglomerados de biotita de cor marrom. Também pode ser visto um mineral cor amarelada com uma direção de clivagem que não foi possível ser identificado a olho nu.</p> <p>Os cristais de feldspato alcalino pertítico e microclina pertítica estão freqüentemente cortados por microfaturas preenchidas por carbonatos. Cristais geminados segundo a lei albita são vistos principalmente nas bordas dos feldspatos pertíticos.</p> <p>Os minerais opacos por vezes aparecem invadindo as fraturas, que provavelmente correspondem as clivagens da microclina pertítica.</p> <p>A biotita ocorre de forma subédrica e em geral coroa os cristais de mineral opaco.</p> <p>A nefelina ocorre de forma anédrica, intersticial e tem a cancrinita anédrica substituído-a.</p> <p>Os carbonatos preenchem microfaturas nos feldspatos.</p> <p>A sodalita ocorre de forma anédrica e preenche fraturas freqüentes, que cortam toda a rocha.</p>

(Continuação) Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Nefelina Si enito do Maciço Rio Pardo.

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2306	Afloramento na Faz. Colorado, próximo a parte do extremo noroeste da serra de Anápolis.	Feldspato alcalino pertítico (82,5%), nefelina (15,0%), min. opacos (1,3%). Min. Ac. (-1,2%): mica branca, carbonato, cancrinita, titanita, biotita.	Rocha de coloração cinza esverdeada, fanerítica muito grossa, aonde, os cristais de nefelina de cor verde e feldspato alcalino de cor cinza chegam a 3cm, isotrópica. Diminutos pontos de cor preta correspondem a cristais de biotita e mineral opaco. Os feldspatos alcalinos ocorrem de forma subédrica pertitas em forma de "path", que por vezes não se desenvolve até as bordas, onde se têm cristais anedricos, geminados segundo a Lei albíta. Entretanto, podem, ocorrer indivíduos com pertitas em forma de "flâmulas" que são desenvolvidas até as bordas. São identificadas inclusões de mica branca acicular e de biotita subédrica, com tamanhos não superiores a 0,12 mm e distribuídas principalmente nas partes centrais dos cristais de feldspatos. Raramente pode ser visto o carbonato anédrico coroando parcialmente esses minerais. A nefelina ocorre de forma anédrica com inclusões de cancrinita que tem seu volume aumentando do centro para as bordas dos cristais. A cancrinita ocorre de forma anédrica, em geral como produto da desestabilização da nefelina. Titanita arredondada e pequenos cristais de biotita verde aparecem freqüentemente coroando o min. opaco, que ocorre de forma anédrica.
2325	Afloramento localizado no lado oeste da Serra das Palmeiras.	Feldspato alcalino pertítico (90%), biotita (6,0%), nefelina (2,0%), cancrinita (1,0%), sodalita (%). Min. Ac. (-1%): min. opacos, apatita, carbonato, titanita, sodalita.	Rocha de cor cinza clara, fanerítica média a grossa, com um certo anisotropismo ressaltado pelo alinhamento milimétrico de cristais de biotita de cor marrom e mineral opaco. Os cristais de feldspato alcalino pertíticos ocorrem de forma subédrica têm tamanho variando. Feldspato alcalino sem exsolução nem geminação são intersticiais e têm tamanhos inferiores a 0,05 mm. A nefelina é anédrica e intersticial. Cristais de cancrinita anédrica aparecem em geral coroando esse mineral ou preenchendo fraturas de direção transversal Os cristais de biotita de cor marrom apresentam-se de forma subédrica e se mostram alinhados segundo a direção de um fluxo magnético. Essa mica contém cristais de apatita anédrica inclusos aleatoriamente. A cancrinita aparece entre os outros minerais constituintes ou coroando a nefelina. Os carbonatos ocorrem de forma anédrica e intersticial
2326	Afloramento no lado oeste da Serra das Palmeiras	feldspato pertítico (60,0%), Nefelina (23,0%), biotita (4,5%), cancrinita (1,5%), min.opacos (1,0%). Min. Ac. (-%): carbonato, titanita.	Rocha de cor esverdeada, fanerítica muito grossa, isotrópica, onde os cristais de nefelina verde e feldspato alcalino de cor esbranquiçada atingem 2 cm. Aglomerados de biotita e mineral opaco dão a essa rocha pontuações pretas, que estão distribuídas aleatoriamente. Rocha alotriomórfica, onde os cristais de feldspato alcalino mostram textura pertítica, ocorrem de forma subédrica ou anédrica e podem apresentar indivíduos geminados segundo as Leis albíta-periclina e raramente albíta. Estes se desenvolvem nas bordas dos indivíduos exclusivamente pertíticos. Ou intersticialmente, com tamanhos na faixa de 0,58 mm. Por vezes, nos cristais pertíticos são vistas inclusões de biotita anédrica e mica de formato acicular, que são encontradas principalmente nas regiões periféricas. A nefelina apresenta-se em cristais anédricos, que tem na sua zona central microcristais subédricos de um mineral de cor verde que parece ser a biotita. A cancrinita também aparece inclusa na nefelina com a forma parecendo de uma flor. Em geral ela esta coroando totalmente a nefelina ou preenchendo fraturas, que também podem estar sendo ocupadas por cristais de carbonato anédrico. Agregados de biotita marrom circundados parcialmente por cancrinita que tem forma alongada, parecendo pétalas (vale ressaltar que esta feição só ocorre do lado am que a nefelina aparece, por isso coroando parcialmente a mica) são vistos nesta lâmina. O mineral opaco ocorre de forma anédrica e incluso na biotita.
2396	Morrote aflorante na parte sul da Serra de Anápolis.	Feldspato alcalino pertítico (74,8%), nefelina (21%), microclina (1,2%), min. opacos (1,2%). Min. Ac. (-1,8 %): biotita, sodalita, carbonato, plagioclásio, apatita, carbonato e epidoto.	Rocha de coloração cinza clara esverdeada, fanerítica muito grossa, isotrópica, com concentrações discretas de sodalita azul, pontos de biotita marrom e mineral metálico bem desenvolvido com aproximadamente 0,5 cm. Os feldspatos alcalinos pertíticos ocorrem de forma subédrica predominantemente e tem indivíduos geminados segundo as Leis Carlsbard, albíta-periclina e de forma subordinada albíta. São identificadas microfraturas preenchidas por sodalita as quais tem associada carbonatos anédricos. Cristais de nefelina apresentam forma anédrica com cristais de cancrinita (também anédrica) inclusos e distribuídos aleatoriamente ou preenchendo fraturas. A sodalita mostra-se anédrica e comumente preenche fraturas que cortam todos os minerais dessa amostra. Todos os cristais de biotita identificados são coroados totalmente por mineral opaco. Cristais de allanita são encontrados inclusos em biotita. Cristais de carbonato substituem a nefelina, mas também estão associados a biotita e ao mineral máfico anédricos.

(Continuação) Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Nefelina Sienito do Maciço Rio Pardo.

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2420	Morrote alforante na base do setor leste da serra das palmeiras	Nefelina (49,0%), feldspato alcalino pertítico (45,0%), cancrinita (4,0%). Min. Ac. (-2,0 %): sodalita, zircão, apatita, albita, biotita, min. opaco	Rocha de cor cinza esverdeada, fanerítica muito grossa, isotrópica, com cristais de nefelina verde e feldspato com dimensões centimétricas e aglomerados pretos de biotita e min. opaco. Os feldspatos alcalinos mostram textura pertítica em forma de "path", tendo indivíduos geminados segundo a Lei Carlsbad, albita-periclina e de forma subordinada albita, que por sua vez, desenvolvem-se nas bordas dos outros feldspatos. Esses minerais ocorrem de forma subédrica ou anédrica. Microfraturas preenchidas por indivíduos albiticos e macrofraturas por sodalita anédrica são identificadas nos feldspatos pertíticos. A nefelina ocorre de forma anédrica com cristais de cancrinita anédrica inclusos de distribuição aleatória ou preenchendo suas fratura. Ripas de biotita subédrica também podem ser vistas inclusas e estão concentradas principalmente no centro da nefelina. A sodalita ocorre de forma anédrica dando um aspecto vermicular quando substitui a nefelina.
2124	Afloramento situado na porção central do maciço, próximo a pedreira bananeira.	Microclina e albita com 9% An (62,0%), nefelina (29,0%), hornblenda (3,5%), sodalita (2,3%), biotita (2,2%). Min. Ac. (-1,0%): cancrinita, piroxênio, apatita e titanita.	Rocha de cor cinza clara, fanerítica grossa, anisotrópica, textura porfirítica, tendo como fenocristais nefelina que, devido a sua cor verde, fornece a rocha uma tonalidade esverdeada. A microclina ocorre em cristais subédricos ou anédricos, com tamanhos variando de 0,2307 mm a 3,38368 mm, existindo predominância de cristais na faixa de 0,3076 mm e 1,3073 mm. Os contatos com: a biotita, titanita e cancrinita são irregulares e retilíneos; a nefelina são suturados; a albita e sodalita são irregulares. A albita apresenta forma subédrica e extinção máxima de 13°. Seus contatos com a nefelina e a microclina são irregulares. Os cristais de nefelina são anédricos e possuem inclusões de cancrinita anédrica, encontradas principalmente nas extremidades dos cristais. A hornblenda ocorre em cristais prismáticos, subédricos ou anédricos de coloração verde escuro ou azulada, exibem pleocroísmo x'= castanho, y'= verde escuro e z'= verde escuro azulado, apresentam extinção máxima de 22°. Inclusões de: titanita subédrica são encontradas na periferia dos cristais; apatita subédrica distribuída preferencialmente nas extremidades dos indivíduos. Por vezes a hornblenda aparece coroada parcialmente por um anfíbólio de coloração verde clara e cor de interferência mais forte que o restante do cristal. As bordas dos indivíduos de cor verde escura azulada, geralmente apresentam coloração mais clara do que as partes mais centrais. A sodalita é encontrada principalmente nos interstícios entre os cristais de feldspato alcalino e nefelina. A biotita tem cor castanha, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos euédricos. Exibe pleocroísmo x'= castanho amarelado, y'= castanho escuro e z'= verde escuro. Inclusões de: albita anédricos, são encontradas mais próximas da periferia dos cristais; titanita subédrica estão distribuídos aleatoriamente nos cristais. Raramente são vistas inclusões de: hornblenda anédrica, vistas principalmente no centro do cristal; cancrinita anédrica concentrada na periferia do indivíduo. A cancrinita anédrica é encontrada essencialmente na periferia dos cristais de nefelina. Cristais de piroxênio de cor verde e forma subédrica estão inclusos na hornblenda.
2349	Afloramento na parte central da Serra de Anápolis	Feldspato alcalino pertítico (62,4%), nefelina (26,6%), biotita (5,4%), min. opaco (2,3%), titanita (1,1%), sodalita (1,1%). Min. Ac. (-1,4%): carbonato, cancrinita, piroxênio, ribequita, zircão.	Rocha de cor esverdeada, fanerítica grossa, isotrópica, com aglomerados de biotita marrom e nefelina verde que da cor a rocha. Os feldspatos alcalinos ocorrem de forma subédrica ou anédrica com textura pertítica. Microclina pertítica e ortoclásio pertítico são os feldspatos mais abundantes dessas rochas, tendo de forma subordinada indivíduos com geminação segundo a Lei albita, que são vistos principalmente nos bordos dos outros feldspatos. Esses minerais mostram inclusões de titanita euédrica encontrada na borda dos cristais com textura pertítica e de maneira mais expressiva, biotita anédrica. A nefelina ocorre de forma anédrica, intersticial e formando uma textura triangular com os feldspatos, os quais tem seus prismas dispostos de forma triangular rodeando o feldspatóide. Inclusões de cancrinita anédrica distribuídas aleatoriamente e fraturas preenchidas por elas, são vistas com freqüência. Raramente são encontradas inclusões de biotita anédrica localizadas no centro dos cristais da nefelina. Este apresenta contato em forma de baía com os feldspatos. A biotita mostra forma subédrica ou anédrica, com inclusões de titanita e piroxênio. Cristais de anfíbólio de cor azul, aqui chamado de ribequita, podem ser vistos nas bordas da mica e raramente como um cristal anédrica isolado dela. A titanita apresenta-se de forma euédrica ou subédrica. Quando euédrica pode ser vista isolado, mas comumente esta inclusa na biotita, coroando-a ou preenchendo espaços que provavelmente correspondem à clivagem da mica. Raramente podem ser vistas inclusões euédricas de apatita em cristais euédricos de titanita O piroxênio ocorre de forma anédrica, cor verde e está sempre associado à biotita. O zircão é o mineral menos freqüente nessas rochas, quando ocorre está sempre associado a biotita e apresenta forma subédrica.

(Continuação) Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Nefelina Sienito do Maciço Rio Pardo.

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2345	Afloramento situado na porção norte do maciço.	Feldspato alcalino (70%), nefelina (25%), cancrinita (3%), Min. Ac. (-2%): biotita, carbonato e min. opacos.	Rocha de coloração cinza clara, fanerítica média-grossa, isotrópica. Podem ser identificados aglomerados pretos correspondentes a minerais máficos e pontuações esverdeadas que identificam a nefelina. Os feldspatos alcalinos ocorrem de forma subédrica, com pertítica em forma de flâmulas e cristais de microclina. Por vezes a microclina tem as bordas ocupadas por indivíduos albiticos que não exibem geminação nem exsolução. a nefelina mostra-se de forma subédrica, ocupando os interstícios dos feldspatos alcalinos. Ela mostra-se em geral associada a cristais de cancrinita e raramente a carbonatos. A biotita de cor marrom, ocorre em cristais com formas subédrica e os minerais opacos em geral estão próximos a essa mica.
2134	Afloramento na parte sudoeste da serra de Anápolis.	Feldspato alcalino (54%), Nefelina (33%), cancrinita (7%), biotita (5%). Min. ac. (-1,0%): mineral opaco	Rocha de cor cinza clara com pontuações pretas correspondentes aos minerais máficos, fanerítica grossa, isotrópica. Os feldspatos ocorrem de forma subédrica, com textura predominante pertítica, havendo, entretanto, indivíduos de microclina e ortoclásio e mais raramente cristais de albita. Esses minerais apresentam contatos irregulares ou difusos entre si e irregulares com a nefelina. A nefelina mostra-se com forma subédrica ou anédrica, com microfraturas preenchidas por cancrinita. A biotita é o mineral máfico que ocorre nesta amostra de forma mais abundante. Ela apresenta-se de forma subédrica, com coloração castanha clara. A cancrinita tem forma anédrica e geralmente é vista coroando parcialmente a nefelina, ou inclusa nela. Os minerais máficos ocorrem de forma anédrica geralmente associados aos cristais de biotita.
2125	Afloramento situado na porção noroeste da serra de Anápolis.	Feldspato alcalino pertítico (76%), nefelina (12%) e biotita (10%). Min. ac (-2%): cancrinita, titanita, apatita.	Rocha de coloração cinza escuro esverdeado com aglomerados pretos de minerais máficos, fanerítica média e textura isotrópica. Os feldspatos alcalinos ocorrem de forma subédrica com textura pertítica ou microclina. Por vezes a geminação da microclina não se forma até a borda do cristal, onde se tem então a cristalização de indivíduos albiticos. Pode-se igualmente identificar nos indivíduos pertíticos, cristais reliquias de ortoclásio. Os cristais pertíticos apresentam na periferia raras inclusões de apatita subédrica, com tamanhos que não ultrapassam 0,1925 mm. A nefelina exibe formato anédrico e mantém contatos irregulares com os feldspatos e com a biotita. Cristais de cancrinita estão associados a esse feldspatóide. A biotita ocorre de forma subédrica com coloração castanha escura e mantém contatos retilíneos ou irregulares com a titanita. Esse mineral, por vezes forma aglomerados que estão alinhados segundo a direção do fluxo magmático. Os cristais de titanita mostram-se de forma subédrica, havendo, entretanto raros indivíduos euédricos. Esse mineral aparenta estar substituindo a biotita.
2391	Afloramento localizado na parte leste da serra de Anápolis.	Feldspato alcalino (54%), nefelina (30%), biotita (12%), cancrinita (2,5%). Min. Ac. (-1,5%): min. opacos e carbonato.	Rocha de cor cinza clara esverdeada com pontuações pretas equivalentes aos minerais máficos. Textura fanerítica muito grossa e isotrópica. Os cristais de feldspato alcalino ocorrem predominantemente com textura pertítica, havendo entretanto, cristais de microclina e ortoclásio. Eles ocorrem com forma subédrica e por vezes podem mostrar inclusões anédricas de biotita, que são encontradas na periferia dos cristais. A nefelina ocorre intersticial de forma anédrica ou subédrica com inclusões de cancrinita que podem aparecer igualmente coroando parcialmente a nefelina. A biotita mostra-se de forma subédrica com coloração castanha escura. Cristais de carbonato podem ser identificados isolados ou associados a cancrinita. Os minerais opacos ocorrem de forma anédrica, podendo ou não estar associados à biotita.

Sumário dos aspectos petrográficos da fácies Nefelina cancrinita sienito do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume Minerais acessórios (Min. Ac.).

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2145	Região norte da área, localizada na Fz. Esmeralda, na pedreira On.	Feldspato peritítico (66%), cancrinita (25%), nefelina (5%), biotita (3,5%). Min. ac. (0,5 %): sodalita	<p>Rocha de coloração cinza clara, inequigranular com granulometria grossa, com alguns pontos azuis correspondentes a sodalita, e pretos, equivalentes à biotita.</p> <p>Os feldspatos ocorrem em cristais anédricos e raramente subédricos, com tamanhos variando de 1,19 mm a maiores que 6,16 mm e exibem textura peritítica em forma de path. Os contatos com a biotita, cancrinita e nefelina são irregulares e com a sodalita são predominantemente retilíneos. Os cristais desse mineral possuem inclusões de: cancrinita com forma anédrica que estão em maior concentração na periferia dos indivíduos, diminuindo a quantidade a medida que se aproxima do centro do cristal e de biotita com pleocroísmo castanho e forma anédrica. Os cristais de biotita inclusos estão preferencialmente dispostos no centro dos cristais de feldspato e encontram-se aleatoriamente distribuídos nestas regiões.</p> <p>A cancrinita mostra-se em cristais anédricos com tamanhos variando de 0,04 mm a 0,85 mm. Os contatos com os outros minerais são: irregulares e em segundo plano retilíneos com os feldspatos alcalinos; irregulares com a biotita e nefelina e retilíneos com a sodalita. Este mineral em geral está associada a outros feldspatóides, sendo visto com mais frequência nas bordas da nefelina e aleatoriamente na sodalita. No entanto, também são encontradas entre os cristais de biotita e dos feldspatos alcalinos ou raramente preenchendo fraturas nos mesmos.</p> <p>A nefelina ocorre em cristais anédricos com tamanhos variando de 2,5 mm até 4,43 mm. Os seus contatos são irregulares com o feldspato alcalino, a cancrinita e biotita. São vistas inclusões de cancrinita anédrica principalmente nas bordas dos cristais, chegando em alguns indivíduos a ocupá-los quase totalmente.</p> <p>A biotita é um mineral de cor castanha clara, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos anédricos. Ocorrem com tamanhos variando entre 0,05 mm e 1,15 mm. Exibem pleocroísmo x'= castanho amarelado, y'= castanho escuro e z'= verde escuro. Os contatos com o feldspato alcalino são irregulares e com a nefelina são suturados. Esse mineral encontra-se formando aglomerados que se mostram alinhados. Quando aparecem isolados esses indivíduos não ultrapassam 0,13mm e a eles estão associados minerais opacos, com formato anédrico com dimensões na faixa de 0,24mm.</p> <p>Os cristais de sodalita são anédricos, com tamanhos de 1,15 mm a 5,39 mm. Eles mantêm contatos retilíneos com o feldspato alcalino peritítico e com a cancrinita e mostram inclusões de cancrinita, com dimensões na faixa de 0,35mm e 0,50mm e distribuídas aleatoriamente nos cristais</p>

Sumário dos aspectos petrográficos da fácies ribeiquita biotita nefelina sienito do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume Minerais acessórios (Min. Ac.)

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2120	Pedreira bananeira, localizada na porção central do maciço.	<p>Feldspato alcalino (71%), ribeiquita (10,8%), nefelina (9,7%), biotita (5%), cancrinita (2,6%), albita (5%An)</p> <p>Min. ac. (0,9 %): mineral opaco, titanita, sodalita, fluorita, apatita, leucoxênio, piroxênio.</p>	<p>Rocha de cor cinza clara, granulometria média e textura hipidiomórfica.</p> <p>Os feldspatos correm em cristais subédricos, Estes cristais possuem inclusões de: ribeiquita com forma subédrica, encontradas distribuídos aleatoriamente nos cristais; biotita castanha, em forma de palhetas que estão geralmente dispostos transversalmente ao alinhamento das exsoluções de albita nos cristais de feldspato e encontram-se aleatoriamente distribuídos nestes indivíduos. As fraturas nestes cristais são preenchidas por cancrinita e sodalita. Em alguns casos as pertitas não são formadas até a bordo do cristal onde têm-se cristalizado feldspato alcalino sem textura de exsolução nem geminação ou geminados segundo a Lei albita. Os cristais de microclina são intersticiais e subédricos.</p> <p>A ribeiquita ocorre em cristais prismáticos, subédricos e raros euédricos. Mostram-se com cor castanho escuro ou azul escuro e exibem pleocroísmo x'=castanho escuro, y'=verde escuro e z'= azul escuro. O ângulo de extinção é baixo, cerca de 5°. Inclusões de minerais opacos, de formato anédrico são encontradas aleatoriamente e de titanita normalmente mais próximas da borda dos cristais. Raramente é visto cristal de aegirina-augita de forma anédrica e de cor verde, incluso neste anfibólio, ele encontra-se na periferia e tem pleocroísmo castanho escuro.</p> <p>A nefelina apresenta-se em cristais anédricos. São vistas inclusões de cancrinita anédrica principalmente nas bordas dos cristais e, a partir das bordas indo para o centro dos indivíduos do feldspatóide é vista mica branca em forma de palhetas muito finas e têm cor de interferência rosada. Raramente é observado cristal de sodalita aparentemente incluso no centro da nefelina.</p> <p>A biotita é um mineral de cor castanho claro, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos euédricos e exhibe pleocroísmo x'=castanho amarelado, y'=castanho escuro e z'=verde escuro. São vistas inclusões de titanita subédrica encontradas mais próximo da periferia dos cristais e minerais opacos anédricos, que se encontram distribuídos aleatoriamente. Fraturas são vistas com pouca frequência em seções longitudinais e estão preenchidas por mineral opaco. Em raros cristais a biotita aparece coroadas parcialmente por um mineral opaco.</p> <p>A cancrinita corre em cristais anédricos com tamanhos variando de 0,01 mm a 0,55 mm. Este mineral em geral está associada a nefelina, sendo visto com mais frequência em sua borda. No entanto, também são encontrados entre os cristais de feldspato alcalino ou preenchendo fraturas nos mesmos.</p>

Sumário dos aspectos petrográficos da fácies Sodalita Sienito do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume. Minerais acessórios (Min. Ac.).

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2104	Pedreira bananeira, localizada na porção central do maciço.	Feldspato alcalino (54,6%), sodalita (38,9%), biotita (3,8%), nefelina (1,9%). Min. ac. (0,8%): cancrinita, mineral opaco.	Rocha de cor azul, com granulometria média e textura hipidiomórfica. Os feldspatos correm em cristais subédricos ou anédricos, com textura antipertítica, chegando a formar indivíduos com geminação albita (6% An). Esses cristais possuem fraturas preenchidas por biotita. Podem ser vistos também cristais com geminação albita-periclina intersticiais, e subédricos. A sodalita corre em cristais anédricos, com tamanhos difíceis de serem definidos, devido ao seu caráter isotrópico, que impede a visibilidade dos limites dos cristais. Os cristais de sodalita ocupam os espaços entre os outros minerais por isso manterem contato com todas as variedades presentes na lâmina. Inclusões de: cancrinita anédrica e albita subédrica, estão distribuídas aleatoriamente nos cristais e biotita com formato subédrico, localizados predominantemente no centro dos agregados são identificadas. A biotita mostra cor castanha, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos euédricos e exibem pleocroísmo $x' =$ castanho amarelado, $y' =$ castanho caramelo escuro e $z' =$ castanho escuro. Podem ser identificadas nesse mineral inclusão de minerais opacos anédrico encontrado mais próximo da periferia dos cristais A nefelina ocorre em cristais anédricos e mostram inclusões de cancrinita anédrica, encontradas aleatoriamente nos cristais.
2114	Pedreira bananeira, localizada na porção central do maciço.	Sodalita (65,5%), feldspato alcalino (27,5%), biotita (6,3%). Min. ac. (0,7%): cancrinita, calcita, mineral opaco.	Rocha de cor azul, fanerítica média, isotrópica com pequenos aglomerados de biotita de cor castanha. A sodalita ocorre como cristais anédricos com tamanhos difíceis de serem determinados devido ao seu caráter isotrópico. No entanto alguns cristais aparecem coroados totalmente por carbonato ou por mica de alteração. Os feldspatos alcalinos pertíticos ocorrem como cristais subédricos ou anédricos, que podem estar coroados totalmente ou parcialmente por mica de alteração. Podem ser vistos também, cristais de feldspato alcalino pertítico com geminação Carlsdard e mais raramente albita-periclina. A biotita de cor castanha exibe pleocroísmo $x' =$ castanho amarelado, $y' =$ verde e $z' =$ castanho escuro e apresenta inclusões anédricas de mineral opaco. A cancrinita apresenta forma anédrica e esta associada a sodalita ou ao feldspato alcalino A calcita de cor rosada aparece coroadando a sodalita e cancrinita ou ocupando os interstícios dos feldspatos. O mineral opaco ocorre de forma anédrica e em geral esta associado a biotita.
2143	Afloramento localizado na Fz. Esmeralda em pedreira ON.	Sodalita (59%), Nefelina (28%), cancrinita (12%). Min. ac.(1%): carbonato.	Rocha de cor azul, fanerítica grossa, isotrópica, com pontos esverdeados correspondentes a cristais de nefelina. A sodalita ocorre em cristais anédricos com tamanhos difíceis de serem delimitados devido ao seu caráter isotrópico. Apresenta contatos retilíneos com a nefelina e irregulares com a cancrinita. Os cristais de nefelina apresentam forma anédrica. Os seus contatos com: a cancrinita são retilíneos e irregulares ou retilíneos com a sodalita. São vistas inclusões de cancrinita anédrica, principalmente nas bordas dos cristais da nefelina. Esses indivíduos raramente apresentam extinção ondulante. A cancrinita ocorre preferencialmente formando glómeros associada a nefelina e raramente aparece isolada ou inclusa na sodalita. O carbonato exibe cor acinzentada, forma anédrica e esta associada principalmente a nefelina.

(Continuação) Sumário dos aspectos petrográficos da fácies Sodalita Sienito do Maciço Rio Pardo.

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2144	Afloramento localizado na Fz. Esmeralda, na pedreira On, porção norte da área.	Feldspato alcalino perfiticos (90%), sodalita (7,5%). Min. ac. (2,5%): cancrinita, biotita, titanita min. Opacos, carbonato e fluorita.	<p>Rocha de cor cinza clara, fanerítica grossa, isotrópica com regiões mais escuras correspondendo a cristais de biotita e micro-fraturas preenchidas por agregados de sodalita azul.</p> <p>Os feldspatos alcalinos ocorre em cristais subédricos, apresentam textura perfitica essencialmente com geometria <i>path</i>. Os cristais desse mineral possuem inclusões de ripas de biotita com pleocroísmo castanho que são encontrados aleatoriamente nos cristais. A cancrinita aparece preenchendo fraturas transversais nos cristais e aparentam ocupar o lugar das exsoluções de albita. Em alguns casos as perfitas não são formadas até a bordo do cristal onde têm-se cristalizado feldspato alcalino sem textura de exsolução nem geminação.</p> <p>A sodalita ocorre intersticialmente em cristais anédricos com tamanhos difíceis de serem delimitados devido ao seu caráter isotrópico.</p> <p>Os cristais de cancrinita são anédricos e em geral estão associada a sodalita mas, também são encontrados entre os cristais de feldspato alcalino ou preenchendo fraturas transversais nos mesmos.</p> <p>A biotita exhibe cor castanha claro, hábito predominante subédrico, existindo raramente indivíduos euédricos com formato tabular. Eles são encontrados principalmente nas bordas dos feldspatos. Exibem pleocroísmo x'=castanho amarelado, y'=castanho escuro e z'=verde escuro. Apresentam inclusões de minerais opacos anédricos, distribuídas aleatoriamente nos cristais. Em alguns indivíduos deste mineral, o carbonato aparece incluso, o que sugere uma formação posterior à biotita. Em raros cristais a mica aparece circundando cristais de feldspato alcalino não perfitico, dando a impressão de estar tomando o lugar dele.</p> <p>Os minerais opacos ocorrem com forma anédrica e comumente aparecem inclusos na biotita.</p> <p>A titanita apresenta formato subédrico.</p>
2147	Afloramento localizado na Faz. Esmeralda em pedreira ON.	Sodalita (57,7%), feldspato alcalino perfitico (35%), biotita (5,0%) Min. ac. (2,3%): cancrinita, minerais opacos, epidoto, fluorita.	<p>Rocha de coloração azul acinzentada, fanerítica grossa, isotrópica, com pontos de coloração preta correspondente a cristais de biotita e minerais opacos. A cor azul corresponde a cristais de sodalita e a acinzentada a do feldspato alcalino.</p> <p>A sodalita ocorre de forma anédrica com inclusões de cancrinita com tamanhos que varia, de 0,35 a 0,03 mm.</p> <p>Os feldspatos alcalinos perfiticos apresentam microfaturas preenchidas por sodalita e biotita.</p> <p>A biotita aparece na cor marrom, com forma subédrica e por vezes cristais dessa mica corream totalmente o feldspato perfitico.</p> <p>A fluorita ocorre com coloração "rosa pink" de forma anédrica.</p>
2157	Afloramento na Faz. Palmeirão, na Pedreira Pedra Bonita.	Feldspato perfitico (49%), sodalita (48%), cancrinita (2,5%). Min. ac. (0,5%): biotita, mineral opaco.	<p>Rocha de coloração azul, fanerítica grossa, isotrópica com manchas pretas correspondentes a agregados irregulares de cristais de biotita.</p> <p>Os feldspatos alcalinos perfiticos ocorrem de forma anédrica e raramente subédricos. Os cristais desse mineral possuem inclusões de biotita com forma subédrica tabular que encontram-se distribuídas aleatoriamente nos indivíduos. Esses minerais apresentam fraturas que cortam todo o comprimento do cristal e estão preenchidas por feldspatos de menor tamanho ou cancrinita, que não são maiores que 0,0308 mm e 0,154 mm respectivamente. Em alguns cristais aparece a geminação albita-periclina nas bordas, onde a textura perfitica não presente.</p> <p>Apresentam-se com cristais anédricos, com tamanhos difíceis de serem determinados devido ao seu caráter isotrópico.</p> <p>A sodalita apresenta-se de forma anédrica com inclusões de cancrinita distribuídas aleatoriamente nos cristais.</p> <p>Os cristais de cancrinita são anédricos A cancrinita em geral está inclusa aleatoriamente na sodalita e preenchendo fraturas nos feldspato alcalino ou nas proximidades dos mesmos.</p> <p>A biotita exhibe cor castanha cl aro, hábito predominante subédrico, existindo indivíduos anédricos. Apresenta pleocroísmo x'=castanho amarelado, y'= castanho escuro e z'= verde escuro. Inclusões de mineral opaco, com formato anédrico e tamanhos não superiores a 0,0231 mm, distribuídos preferencialmente na periferia dos cristais.</p>

(Continuação) Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Sodalita Sienito do Maciço Rio Pardo.

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2277	Cava de pedreira abandonada na Faz. Dois Irmãos, porção norte da área estudada.	feldspato alcalino (50,5%), Sodalita (44,0%), cancrinita (4,0%). Min. ac. (-1,5 %): biotita, apatita, min.opaco, nefelina, titanita.	Rocha de coloração azul acinzentada, fanerítica média, isotrópica, com pontuações pretas que correspondem a minerais de biotita e opaco. Cristais de feldspatos de cor cinza podem ser identificados a olho nu. Os feldspatos alcalinos ocorrem com pertitas, que podem estar geminadas segundo as Leis carlsbard, albita-periclina. Eles ocorrem de forma anédrica ou subédrica. Esse mineral pode mostrar inclusões de: biotita que parecem estar preenchendo o sítio das geminações, carbonato de coloração cinza rósea com forma anédrica e inclusões de mica branca aciculares. A sodalita ocorre nos interstícios dos cristais de feldspatos com quem apresenta contatos em forma de baias e também com o mineral opaco e a cancrinita, este último por vezes aparece coroando totalmente a sodalita. Em alguns cristais de nefelina tem-se sua substituição por pequenos cristais de cancrinita anédricos e normalmente reunidos em aglomerados. A sodalita mostra contato em forma de baía com esse feldspatóide, e esse contato pode estar preenchido por cancrinita. A cancrinita ocorre de forma anédrica e mostra contatos em forma de baía com a biotita. que podem estar preenchendo microtexturas em forma de baias na nefelina A biotita por vezes esta preenchendo microfraturas nos cristais de microclina e mostra inclusões de mineral opaco anédrico.
2324	Afloramento localizado no lado oeste da Serra das Palmeiras.	Feldspato alcalino pertítico (56%) e sodalita (40%). Min. ac.(-4%):cancrinita, carbonato, min. opaco, biotita, epidoto, titanita, mica branca.	Rocha de cor cinza azulada, fanerítica fina, anisotrópica, com pequenos agregados pretos de biotita e mineral opaco. Neste exemplar a sodalita de cor azul parece estar concentrada em agregados que estão em geral circundados por mineral de cor branca ou cinza (este ultimo corresponde a cristais de feldspato) dando uma bela textura que no mercado de rochas ornamentais chama-se "dálmata". Os feldspatos ocorrem de forma subédrica ou anédrica, com textura pertítica e geminação segundo as Leis Carlsbard, albita-periclina e albita. Por vezes cristais de microclina e plagioclásio estão alinhados segundo a direção de um fluxo magmático, ressaltando o caráter anisotrópico da rocha. A sodalita ocorre de forma anédrica nos interstícios dos feldspatos. A cancrinita aparece sendo substituída pela sodalita. O carbonato ocorre de forma anédrica, com coloração cinza rósea e em geral associado a cancrinita. Os minerais opacos por vezes aparecem invadindo as fraturas, que provavelmente correspondem as clivagens do feldspato alcalino pertítico.
2415	Lajedo aflorante no pasto de gado no setor sudeste da serra de Anápolis	Feldspato alcalino (57%), Sodalita (24%), biotita (17,5%). Min. ac. (-1,5%): cancrinita, nefelina, carbonato, min. opacos e biotita.	Rocha de cor azul escura, dada pelos cristais de sodalita que predominam sobre os outros minerais, fanerítica média, isotrópica. Cristais de feldspatos de cor cinza, aglomerados de biotita de cor marrom e raramente pequenos cristais de nefelina verde, podem ser identificados a olho nu nesta litologia. Feldspatos de textura pertítica, com forma subédrica ou anédrica apresentam geminação segundo as Leis Carlsbard, albita-periclina e albita. Este último é visto sendo formado na borda dos outros feldspatos. Nos indivíduos pertíticos sem geminação e com geminação albita-periclina puderam ser identificadas inclusões anédricas de carbonato distribuídas aleatoriamente e exclusivamente na microclina, fraturas preenchidas por cancrinita anédrica, carbonato e sodalita. A sodalita é o mineral que aparece em maior expressão, ela se apresenta como se fosse uma massa onde os outros minerais "bóiam" nela e apresentam um certo alinhamento, dando a impressão que a sodalita invadiu a rocha. A sodalita apresenta contatos em forma de baias com os outros minerais constituintes e com a cancrinita e carbonato. A apatita ocorre subédrica e inclusa na microclina pertítica. A microclina pertítica aparece cortada por microfraturas que estão preenchidas por sodalita ou carbonato anédrico. Nas bordas dos feldspatos alcalinos antipertíticos tem-se cristais de plagioclásio bem formados

Sumário dos aspectos petrográficos da Fácies Fonolito do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume Minerais acessórios (Min. Ac.).

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2417	Ocorre como um domo na Fz. Colorado, na região Norte da Serra de Anápolis	Feldspato alcalino, plagioclásio, cancrinita, nefelina, microclina Min. ac.: biotita, sodalita.	Rocha de cor cinza clara com tons esverdeados e raras pontuações de cor preta que podem estar correspondendo à biotita. Os feldspatos ocorrem com geminação segundo as Leis albita-periclina e albita. Ocorrem de forma subédrica. A nefelina e a sodalita ocorrem de forma intersticial ou preenchendo zonas de fraturas que também podem estar ocupadas por cancrinita.
2369	Ocorre como um domo na Fz. Colorado, na região Norte da Serra de Anápolis	Feldspato alcalino + nefelina (79%), piroxênio (15%). Min. ac. (-1%): biotita, cancrinita e apatita.	Rocha de cor cinza clara, isotrópica e afanítica. Rocha equigranular que mostra estrutura de fluxo orientando micrólitos de feldspato alcalino e os outros minerais. Esses minerais ocorrem de forma subédrica ou anédrica. A apatita mostra forma acicular, característica de resfriamento rápido.
2388	Ocorre como nível associado aos nefelina sienitos. na Faz. Sapucaia.	Feldspato alcalino + nefelina (94%), Min. ac. (-6%): biotita, cancrinita, min. Opaco, piroxênio, sodalita.	Rocha de cor cinza escura, isotrópica e afanítica. Rocha de granulometria muito fina, equigranular, onde os cristais mostram forma subédrica ou anédrica e estão alinhados segundo a direção do fluxo. Nesta amostra podem ser identificadas regiões com fraturas que são preenchidas pela nefelina, cancrinita e sodalita.
2450	ocorre como dique na beira da estrada que dá acesso a serra verde.	Feldspato alcalino + nefelina (95%). Min. ac (-5%): min.opaco, apatita, cancrinita, biotita	Rocha de cor cinza clara, com pontuações azuis de sodalita, afanítica e isotrópica. Rocha de granulometria muito fina, onde os cristais subédricos ou anédricos estão alinhados segundo a direção do fluxo magmático. Destacam-se fenocristais de sanidina e biotita com tamanhos variando de 0,19 mm a 1,15 mm, ambos subédricos, também alinhados segundo a direção do fluxo.
2169	Ocorre como dique na antiga estrada que dava acesso a Potiraguá vindo de Itapetinga.	Feldspato perítico (78%), nefelina (12,5%), biotita (4,5%), sodalita (4%). Min. ac. (-1%): piroxênio, cancrinita	Rocha de cor cinza esverdeada, isotrópica e afanítica. Os cristais mostram-se predominantemente subédricos e alinhados segundo a direção magmática. Os feldspatos exibem textura perítica, onde em alguns indivíduos as peritas não são formadas até a borda do cristal onde se tem a cristalização de feldspato alcalino sem geminação nem textura.
2244	Ocorre como dique na porção sul da área, na estrada que dá acesso a fazenda brasileira.	Feldspato alcalino + nefelina + plagioclásio (85%), piroxênio (10%). Min. ac. (-5%): biotita, min.máfico, sodalita, zircão, cancrinita e apatita.	Rocha de cor cinza clara esverdeada, isotrópica, afanítica com raras pontuações azuladas equivalentes a cristais de sodalita e por mineral de brilho metálico, correspondente a ilmenita. Os feldspatos são representados por cristais de albita e microclina, que mostram-se alinhados segundo a direção do fluxo magmático. O piroxênio é o constituinte máfico principal, ele exibe cor amarela esverdeada, em forma de palhetas alinhadas segundo a direção do magna. A sodalita ocorre preenchendo fraturas que cortam. Esses minerais ocorrem de forma subédrica ou anédrica.
2280	Ocorre como dique na entrada da sede da fazenda colorado	Feldspato alcalino, nefelina, Sodalita (94%) Min.ac. (-6%): zircão, min. opaco	Rocha de cor cinza escuro, isotrópica e afanítica. Esta rocha exibe uma textura geral formada por micrólitos alinhados segundo a direção do fluxo magmático. Os feldspatos são representados por cristais subédricos períticos e de microclina.
2288	Ocorre como dique	Feldspato alcalino (85%), sodalita + piroxênios (10%). Min. ac. (-5%): biotita, min. opaco, allanita, apatita, cancrinita, piroxênio.	Rocha de coloração cinza clara esverdeada, isotrópica e afanítica, onde destacam-se minúsculas pontuações escuras que equivalem aos minerais máficos, e outras de brilho metálico, que provavelmente correspondem a cristais de ilmenita. Os feldspatos alcalinos são representados por indivíduos com geminação Carlsbad e albita-periclina, cujos micrólitos estão alinhados segundo a direção do fluxo magmático. A sodalita ocorre nos interstícios.

Sumário dos aspectos petrográficos da fácies Traquito do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual de SiO₂. Minerais acessórios (Min. Ac.).

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2156	Ocorre como dique na parte sudoeste da serra das Palmeiras, na porção sul do maciço.	Feldspato alcalino (94%). Min. ac. (6%): biotita, min. Opaco, piroxênio.	Rocha de cor cinza escura, isotrópica e afanítica. Rocha de granulometria muito fina, equigranular, onde os cristais mostram forma subédrica ou anédrica e estão alinhados segundo a direção do fluxo. Nesta amostra podem ser identificadas regiões com fraturas que são preenchidas pela nefelina, cancrinita e sodalita.
2142	ocorre como dique na porção noroeste do maciço.	Feldspato alcalino (95%). Min. ac (5%): min.opaco, apatita, biotita	Rocha de cor cinza clara, afanítica e isotrópica. Rocha de granulometria muito fina, onde os micrólitos subédrico ou anédricos de feldspatos alcalinos estão alinhados segundo a direção do fluxo magmático.
2440	Dique localizado a norte da cidade de Potiraguá.	Feldspato pertítico (80%), biotita (15%). Min. ac. (5%): mica branca, quartzo, min. opaco.	Rocha de cor cinza escura, isotrópica e afanítica. Rocha equigranular, onde os micrólitos de feldspato pertítico e biotita não ultrapassam 0,23 mm e mostram-se alinhados segundo a direção magmática.

Sumário dos aspectos petrográficos dos anortositos do Maciço Rio Pardo. Os minerais estão citados em ordem de abundância decrescente em percentual do volume Minerais acessórios (Min. Ac.).

AMOSTRA	OCORRÊNCIA	MINERAIS	ASPECTOS PETROGRÁFICOS
2167	Lajedo próximo ao córrego do Nado (extremo sul da área)	Albita 9% Na (87%), Quartzo (8%), biotita (-2,5%), aegirina-augita (-1,5%), min. opaco (-1%).	Rocha de coloração cinza escura, anisotrópica, granulometria grossa e com cristais de plagioclásio visíveis. A albita aparece por vezes totalmente coroada pela biotita. Cristais de quartzo aparecem de forma subédrica e mantém contatos retilíneos com o plagioclásio. A biotita de cor castanha e pleocroísmo x' = castanho claro, y' = castanho escuro e z' = verde escuro apresenta inclusões centrais bem formadas de aegirina-augita de cor verde clara.

ANEXO VII – SUMÁRIO
DOS MINERAIS NORMATIVOS

Amostra	Sodalita Sienito									Nefelina Sienito														
	2143	2114	2157	2115	2277	2144	2147	2324	2104	2415	2158	2145	2420	2326	2345	2120	2349	2124	2134	2325	2304	2306	2391	2308
Minerais Normativos																								
Orthoclase	16.29	7.88	22.64	13.94	19.53	29.87	26.38	41.22	4.62	17.02	25.72	28.14	36.75	22.02	30.2	36.84	28.05	36.68	42.24	41.12	32.77	44.62	33.27	49.73
Nepheline	57.01	59.02	52.88	48.35	32.55	27.77	22	14.9	61.15	56.26	40.49	21.83	22.29	29.23	25.04	16.95	21.47	15.05	7.17	8.86	19.58	12.14	21.12	10.21
Corundum	6.36		2.41		0.87	1.66	1.36	1.32			3.59	4.95	5.18	2.12	0.89	1.1	0.97	1.74	4.78	0.49	1.44	1.5	1.94	1.69
Diopside									0.9															
Wollastonite									0.32															
Olivine		2.2	0.2	2.1	1.69	0.21	0.35	0.1		0.51			0.09	2.54	0.66	2.31	1.37	1.43	0.24	3.31	1.93	0.24		0.35
Acmite		2.17		3.3					6.05	2.89														
Na2SiO3		3.92		0.24					2.31	0.34														
Rutile																								0.08
Ilmenite	0.06	0.4	0.23	0.44	0.55	0.53	1.27	0.3	0.44	0.19	0.27	0.61	0.19	1.27	0.61	1.41	0.99	1.04	0.53	1.14	0.74	0.61	0.4	0.59
Magnetite	0.06		1.1		1.45	0.83	2.69	2.76		0.49	0.18	1.45	2.57	0.36	2.16	2.02	2.06	1.46	3.13	1.15	3.84			0.23
Hematite	0.39				2.06	0.28	0.3			1.49	1.6	0.28		3.69				0.98			0.22	3.48	2.01	
Apatite		0.02			0.07		0.07			0.02		0.1	0.07	0.05	0.41	0.31	0.19	0.22	0.14	0.6	0.26	0	0.07	0.22
Zircon	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.09	0.06	0.06		0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04	0.07	0.13	0.04	0.03	0.04
Chromite							0.01					0.01						0.01						
Pyrite	0.25	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04	0.02	0	0.06	0.04	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.02	0.04	0.02		0.04	0.02
Halite											0.47		0.07	0.06	1.2	0.02	0.13	0.04	0.07	0.09	0.02	0.02	0.04	
Fluorite	0.25	0.05	0.02	0.02	0.07	0.1	0.09		0.1	0.02	0.02	0.09	0.07	0.09	0.04	0.12	0.08	0.01	0.12	0.07	0.12	0.04	0.03	
Calcite	7.35	0.97	1.16	0.74	1.35	1.16	0.7	0.19		0.82	1.02	2.23	0.83	0.97	2.02	0.59	1.8	0.98	1.12	1.61	1.52	0.56	1.07	1.27
Na2CO3	5.95	1.28	2.48	1.5	1.97	0.41	1.01	1.01		1.78	0.39	1.74	4.83	0.69	0.46		0.09		1.83		0.1	0.46	0.81	0.49
Total	100.13	100.02	100.01	99.99	100.02	100.07	100.02	100.04	100	100.01	100.02	99.85	100.03	100.02	100.01	99.53	100.07	100.03	100.03	100.04	100.04	100.01	100.03	100.09
Fe3+/(Total Fe) in rock	72.1	28.4	54.1	38.3	33.2	84.6	59.2	66.4	81.0	68.2	85.5	84.8	67.7	34.3	92.7	36.9	41.1	42.6	71.6	38.2	28.5	63.6	95.7	87.5
Mg/(Mg+Total Fe) in rock	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	7.1	9.9	3.5	0.0	5.1	0.0	0.0	5.0	4.4	15.0	17.1	6.6	12.9	9.1	5.6	7.3	5.8	0	13.8
Mg/(Mg+Fe2+) in rock	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	33.2	21.3	9.7	0.0	14.5	0.0	0.0	13.9	6.6	70.8	24.6	10.7	20.6	26.0	8.8	9.9	14.4	0	56.0
Mg/(Mg+Fe2+) in silicates	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	100.0	100.0	100.0	0.0	18.8	0.0	0.0	100.0	11.5	100.0	40.2	20.7	39.0	100.0	12.5	13.8	100.0	0	100.0
Ca/(Ca+Na) in rock	11.4	1.9	2.3	1.7	4.1	3.6	3.0	0.6	1.4	1.6	2.6	7.1	2.4	3.4	7.5	8.2	7.0	8.3	4.6	11.5	6.2	2.5	3.7	4.8
Ca/(Ca+Na) in plagioclase	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	zero	11.4	zero	7.9	zero	3.5	zero	zero	zero	zero	zero
Differentiation Index	79.5	88.9	92.4	91.6	91.9	93.0	92.1	94.0	89.8	93.4	92.6	87.8	87.0	89.6	90.8	90.3	92.5	92.4	88.8	89.5	92.6	92.4	92.0	93.2
Calculated density, g/cc	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6
Calculated liquid density	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Calculated viscosity, dry	0.7	1.8	2.1	2.6	3.1	3.6	3.7	4.6	2.1	2.3	2.9	3.3	3.1	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.4	4.3	4.2	4.5	3.9	4.9
Calculated viscosity, wet	0.7	1.8	2.1	2.4	2.9	3.4	3.5	4.1	2.0	2.2	2.8	3.1	2.9	2.9	3.2	3.4	3.6	3.9	4.0	3.9	3.8	4.1	3.6	4.3
Estimated liquidus temp.	1411.2	1243.5	1233.8	1186.6	1149.4	1117.6	1105.2	1044.7	1222.7	1207.3	1178.1	1157.8	1161.7	1156.9	1128.6	1109.3	1093.5	1075.7	1073.1	1064.1	1077.2	1048.8	1100.9	1029.1
Estimated H2O content	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0	1.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.4	1.0	1.6

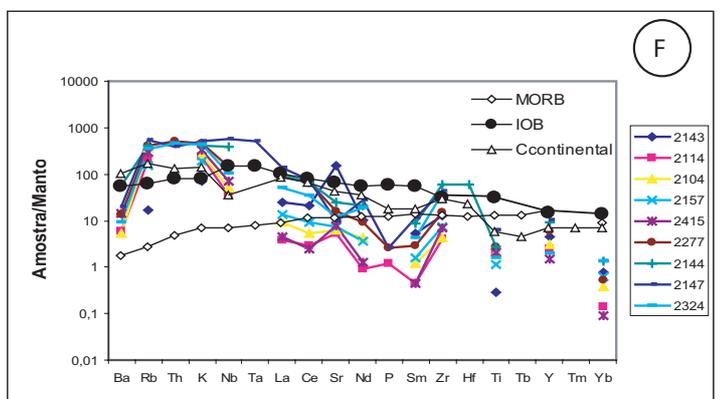
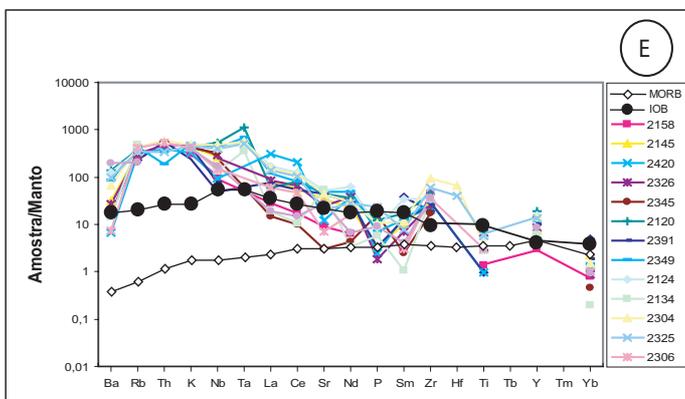
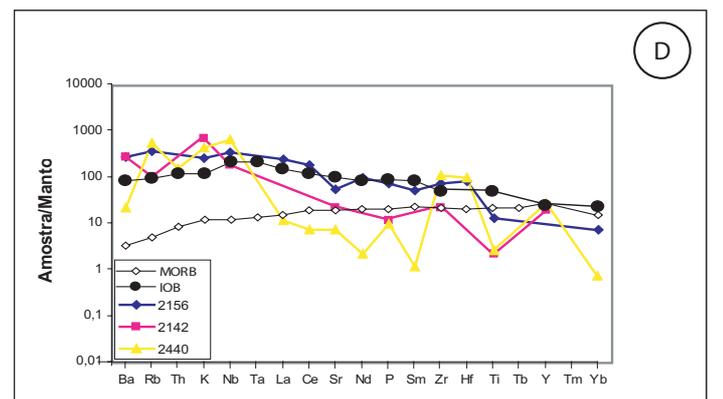
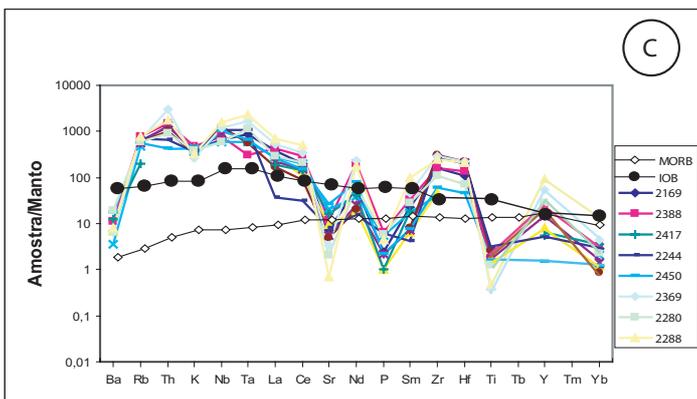
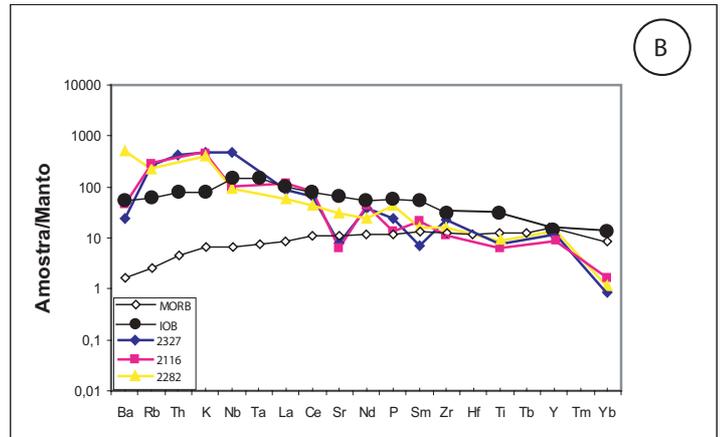
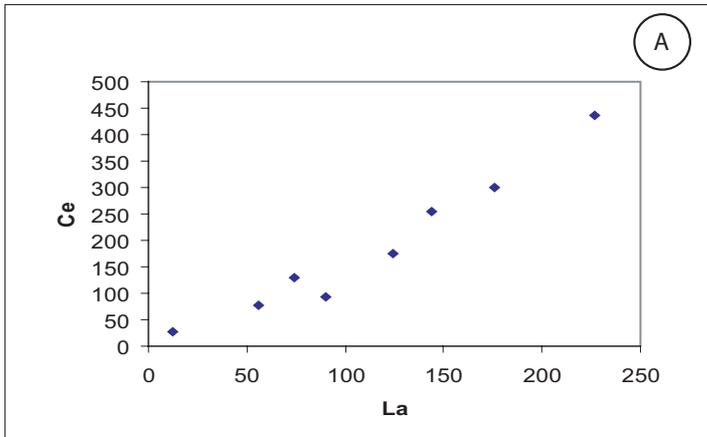


Figura 19 - Diagrama bivalente para as rochas fonolíticas do MRP [A]; Diagramas multielementares, normalizados pelos valores do manto primordial (Thompson, 1982) para as diferentes fácies do MRP: sienito com nefelina [B], fonolito [C], traquito [D], nefelina sienito [E], sodalita sienito [F].

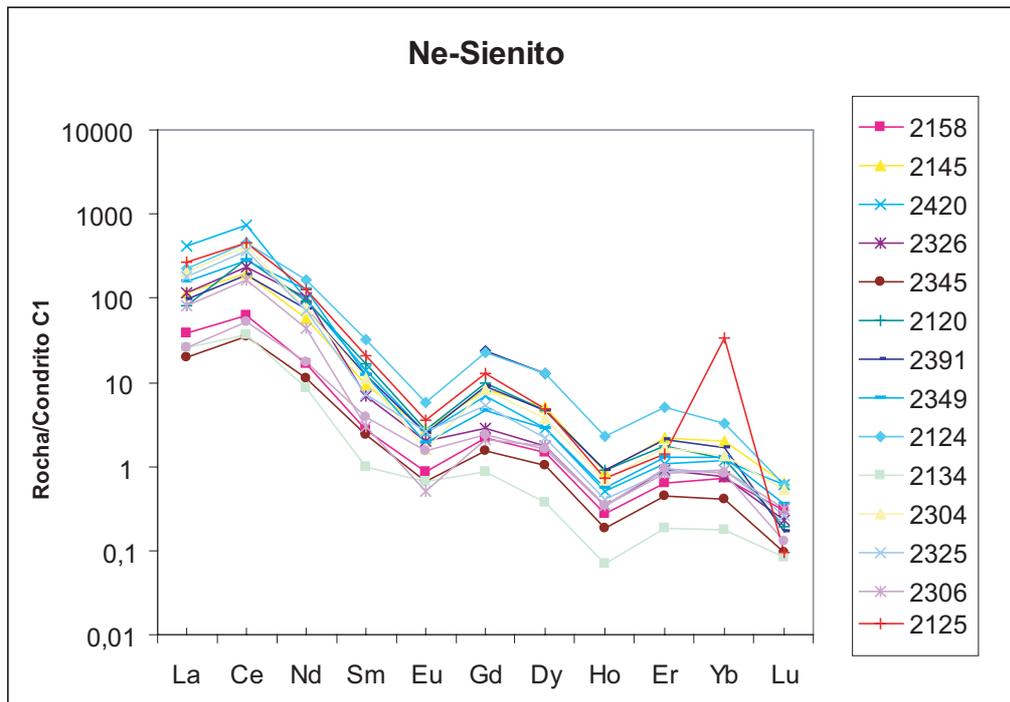
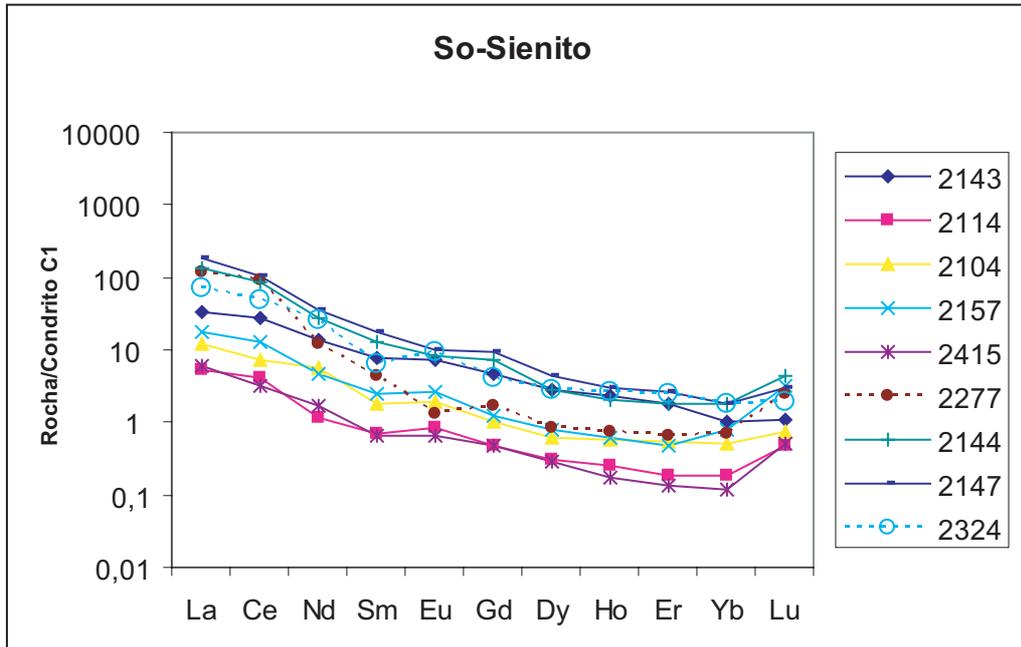


Figura 18- Espectros dos Elementos Terras Raras para as diferentes fácies do Maciço Rio Pardo. As análise foram normalizadas pelos valores condriticos C1 (Everson *et al.*, 1978)

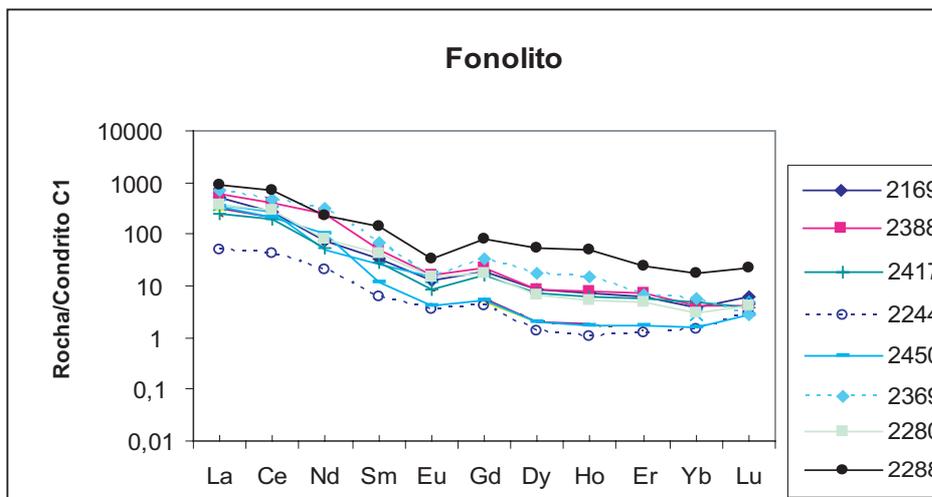
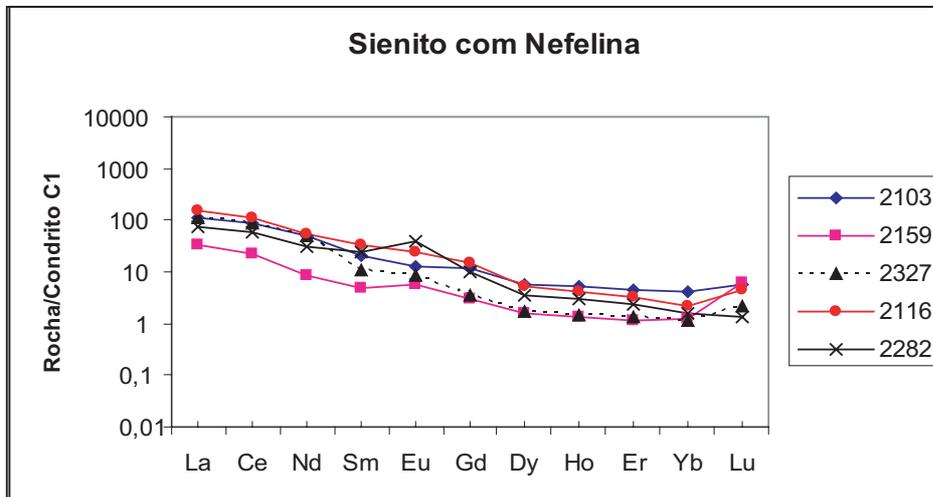
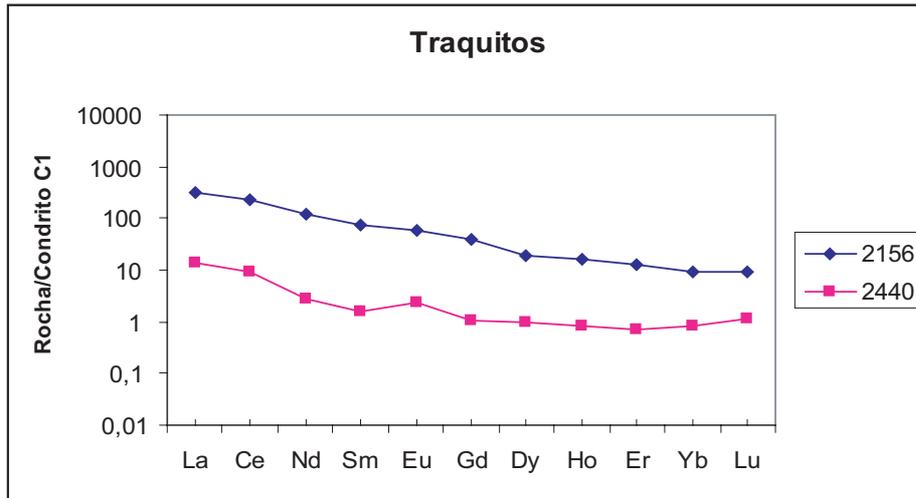


Figura 17- Espectros dos Elementos Terras Raras para as diferentes fácies do Maciço Rio Pardo. As análises foram normalizadas pelos valores condriticos C1 (Everson et al., 1978).

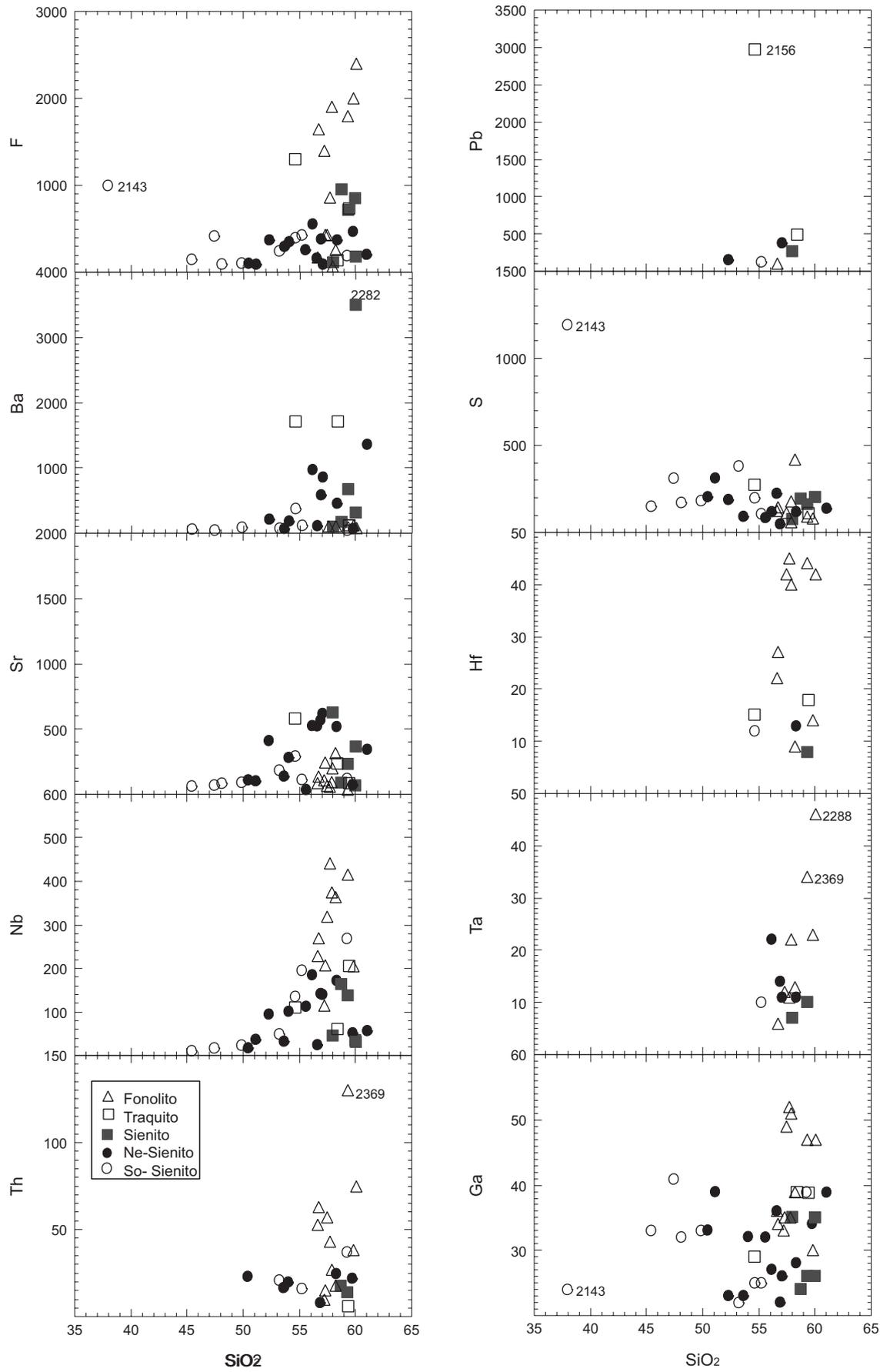


Figura 16 - Diagrama relacionando SiO₂ versus alguns elementos-traço das rochas Plutônicas e Subvulcânicas.

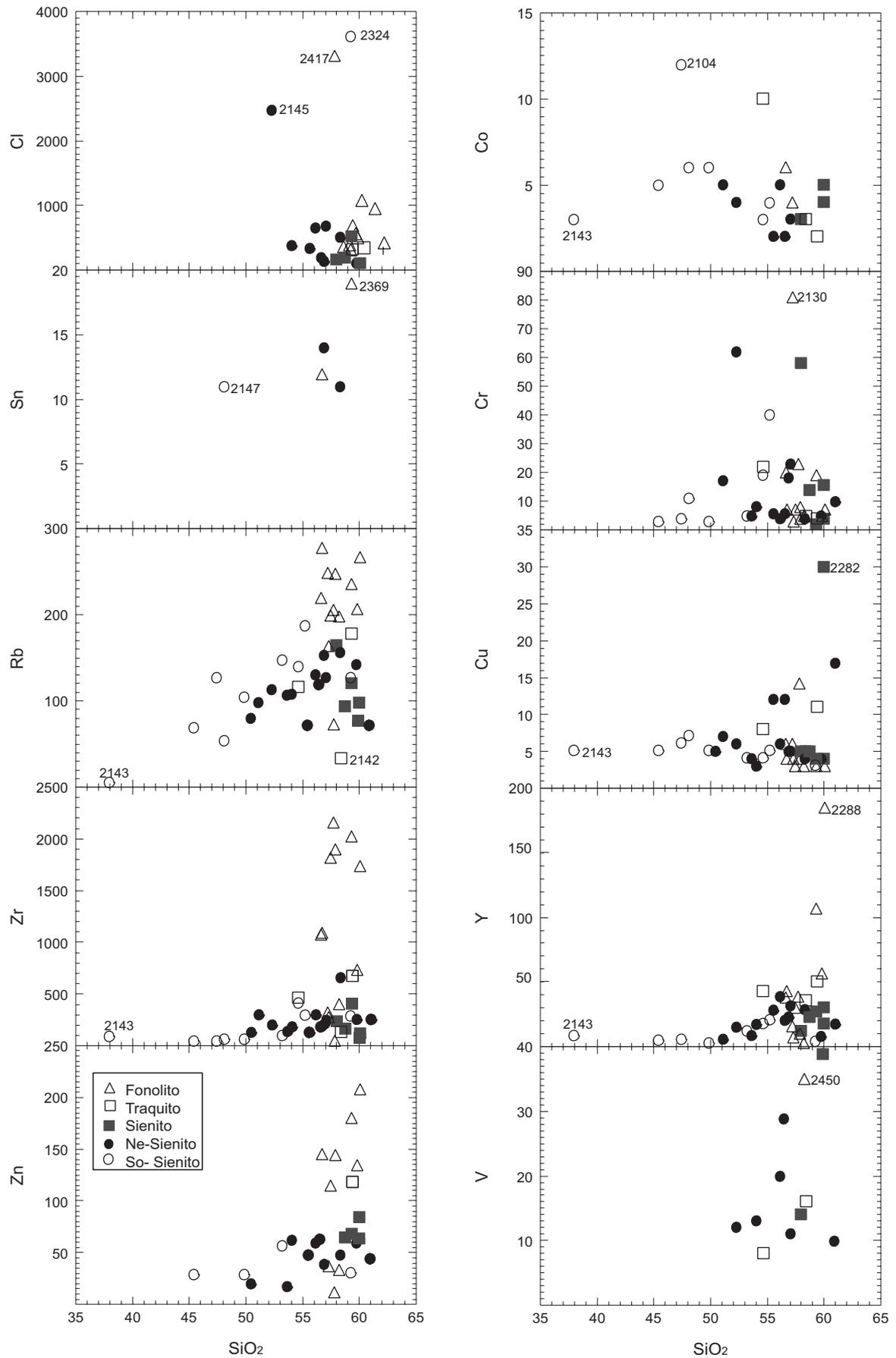


Figura 15 - Diagrama relacionando SiO₂ versus alguns elementos-traço das rochas Plutônicas e Subvulcânicas.

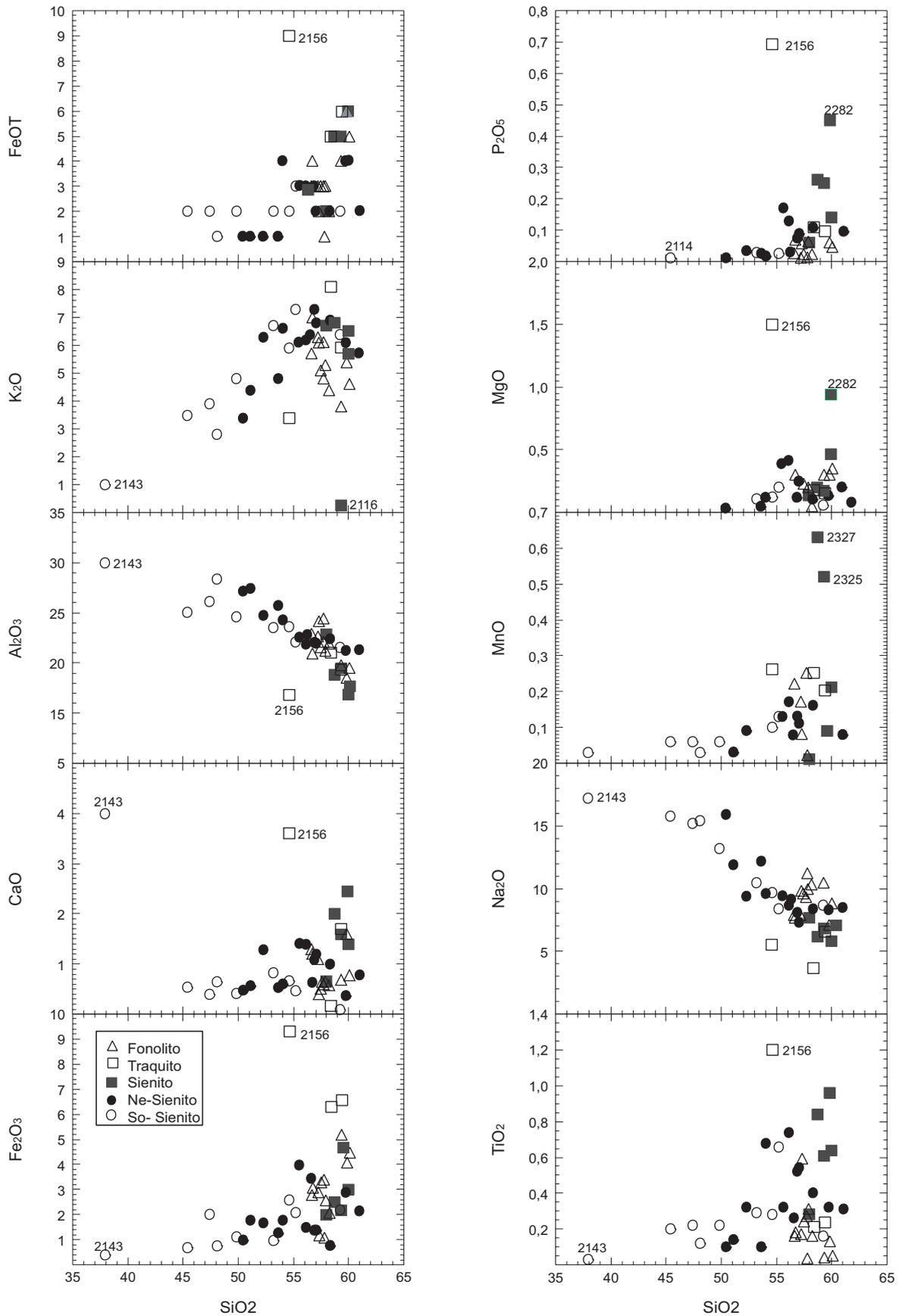


Figura 14- Diagrama relacionando SiO₂ versus os outros elemento maiores das fácies plutônicas e subvulcânicas.

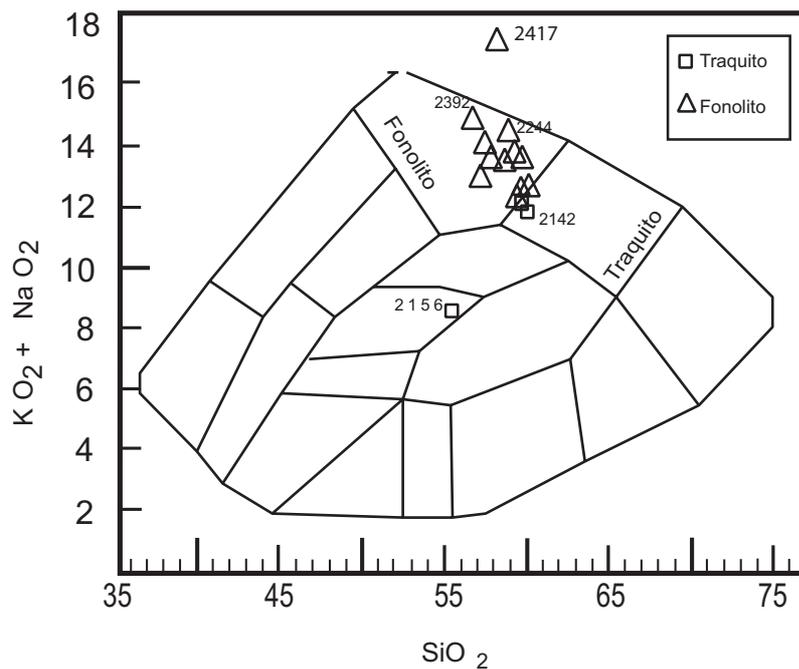


Figura 12- Diagrama TAS (total de álcalis versus sílica) para a classificação das rochas subvulcânicas segundo Cox (1979), aplicado às rochas do MRP.

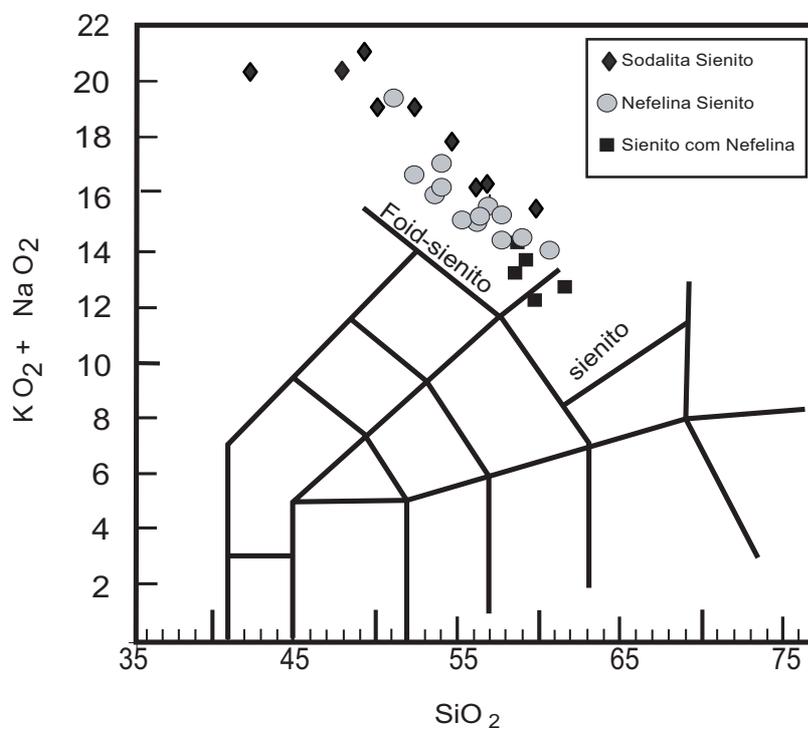


Figura 13- Diagrama TAS (total de álcalis versus sílica) para a classificação das rochas plutônicas segundo Le Bas *et al.* (1986), aplicado às rochas do MRP.

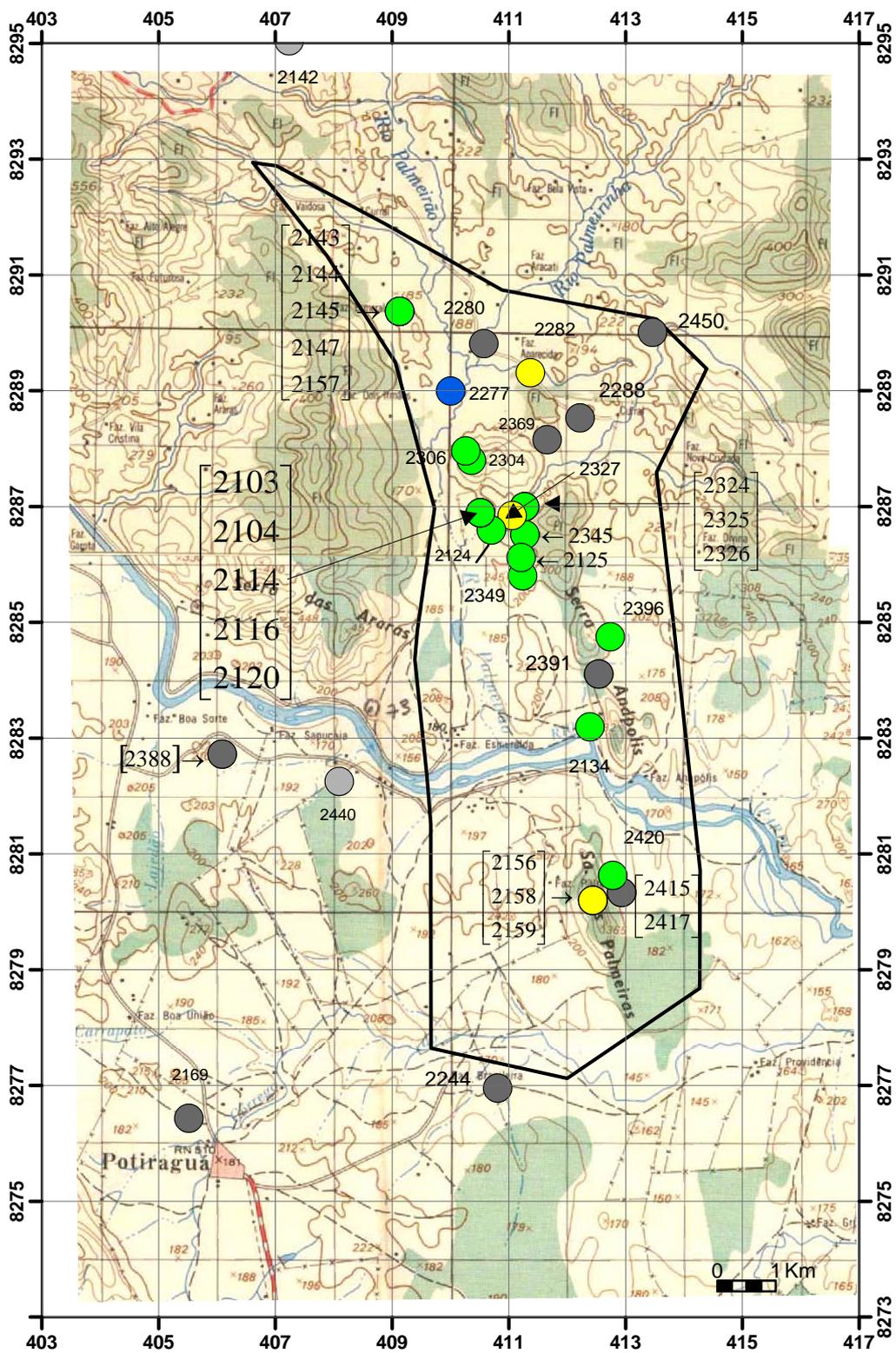


Figura 11 - Mapa topográfico com o contorno do Maciço Nefelina Sienítico rio Pardo e a localização das amostras onde foram feitas as análises químicas.

- Sodalita sienito
- Traquitos
- Fonolitos
- Nefelina sienitos
- Sienito com nefelina

Mineral cristalização	Sienito com Nefelina		Nefelina Sienito		Sodalita Sienito	
	precoce	tardio	precoce	tardio	precoce	tardio
Apatita						
Mineral Opaco						
Aegirina-augita						
Ortoclásio						
Hornblenda						
Ribequita						
Biotita						
Zircão						
Nefelina						
Titanita						
Carbonato						
Cancrinita						
Sodalita						

Figura 10 - Esquema de cristalização dos minerais das principais fácies petrográficas descritas para o MSRP.

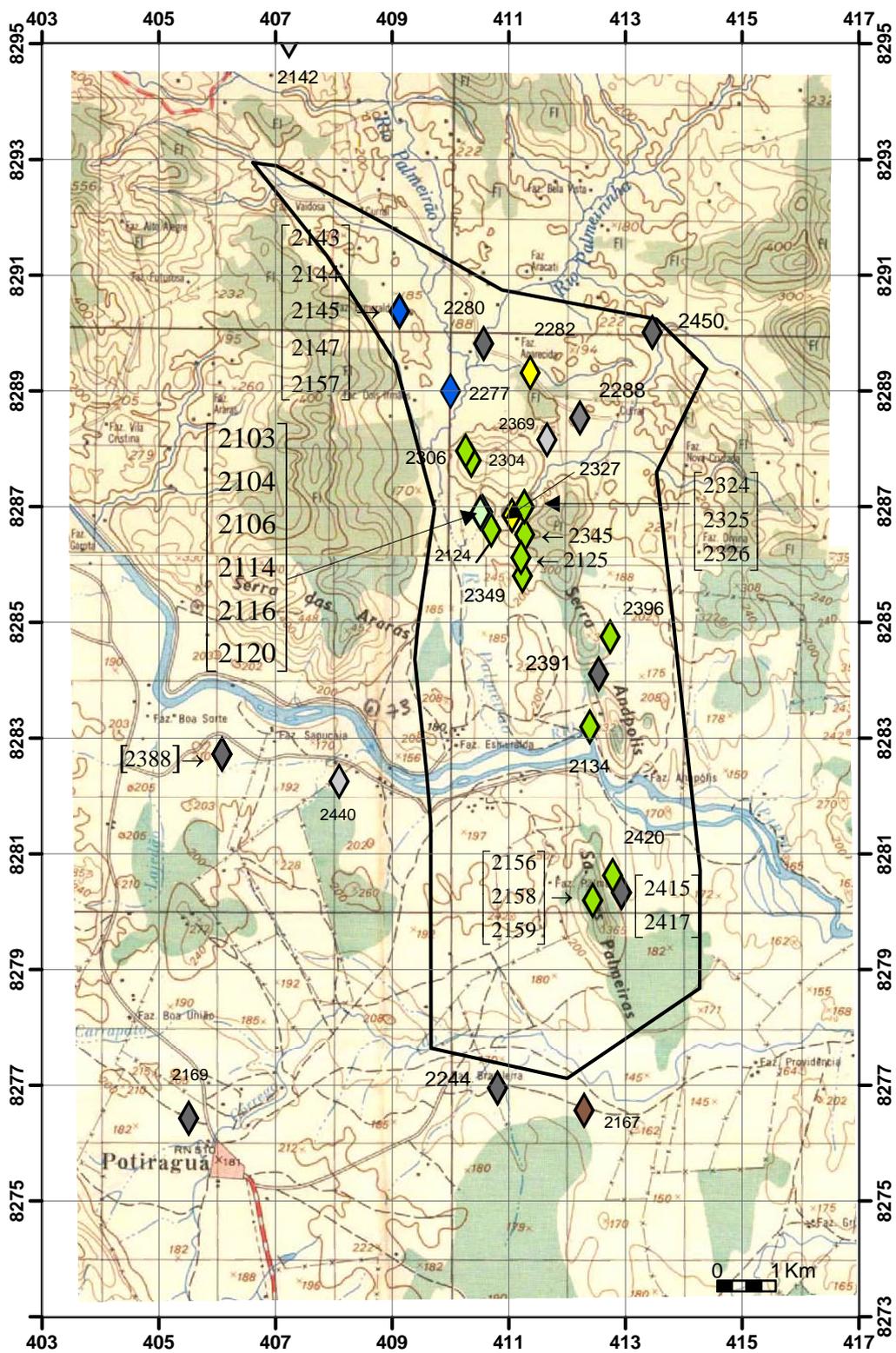


Figura 9 - Mapa topográfico com o contorno do Maciço Nefelina Sienítico Rio Pardo e a localização das amostras onde foram feitas análises petrográficas.

- | | | | |
|--------------------|--------------|--------------------------------|------------------------|
| ◆ Sodalita sienito | ◇ Traquito | ◇ Nefelina-cancrinita sienito | ◆ Sienito com nefelina |
| ◆ Nefelina sienito | ◆ Anortosito | ◇ Ribequita-nef. biot. sienito | ◆ Fonolito |

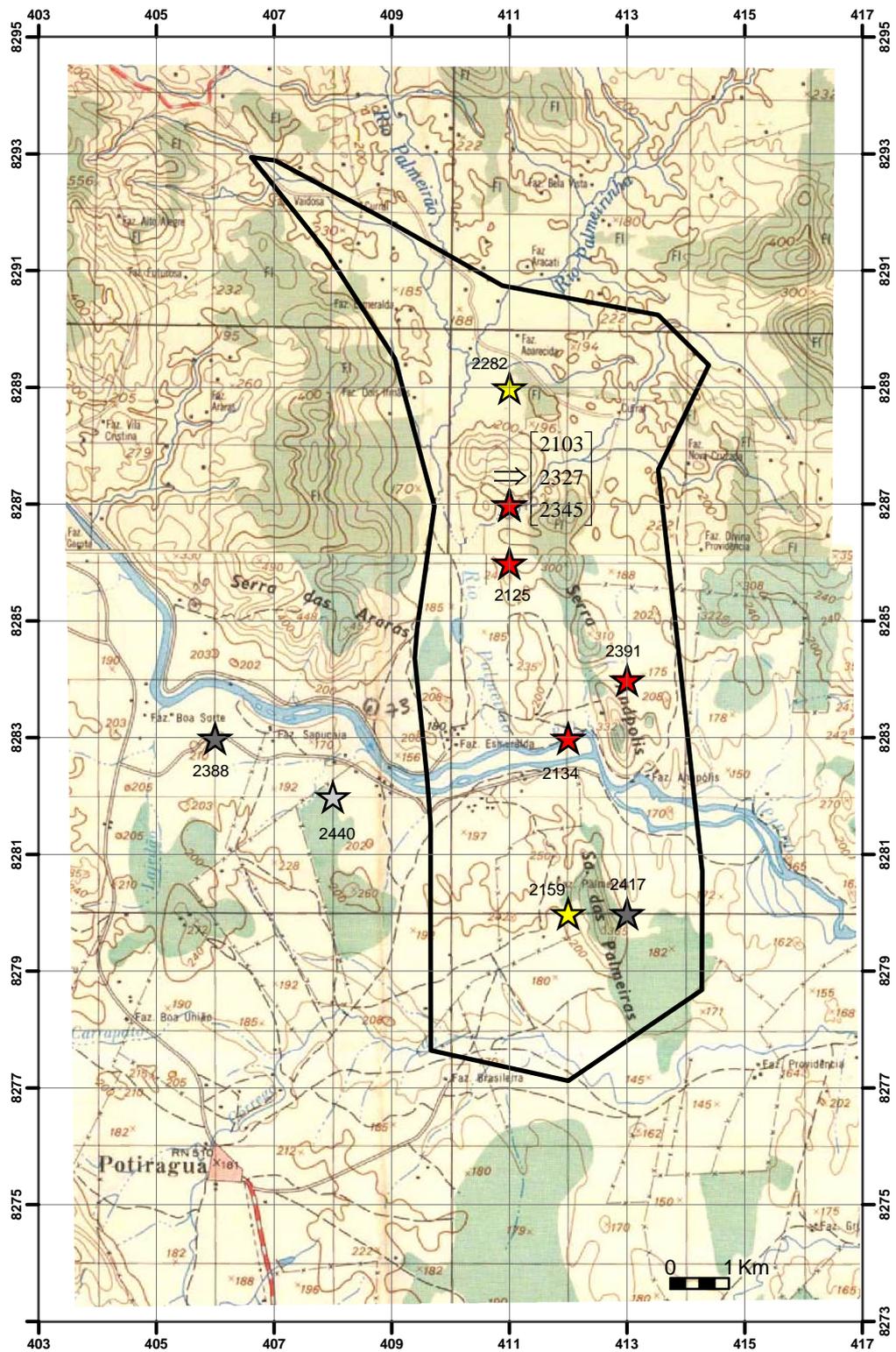


Figura 6- Mapa topográfico com o contorno do Maciço Nefelina Sienítico Rio Pardo e a localização das amostras onde foram feitas as análises isotópicas (Rb-Sr).

★ fonolito ★ sienito com nefelina ★ ne-sienito ★ traquito

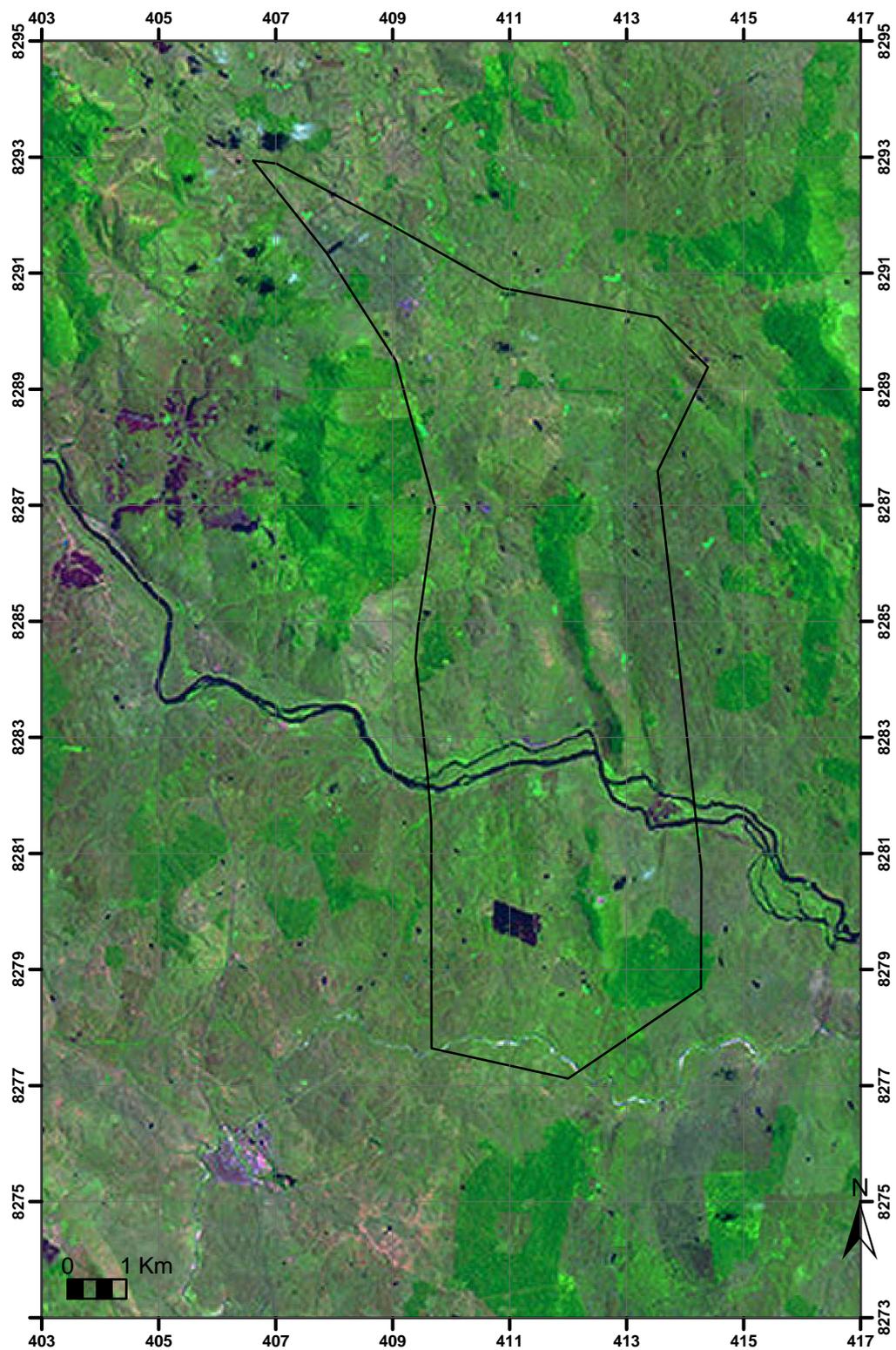


Figura 5 - Mosaico de imagens de radar com o contorno do Maciço Nefelina Sienítico Rio Pardo.

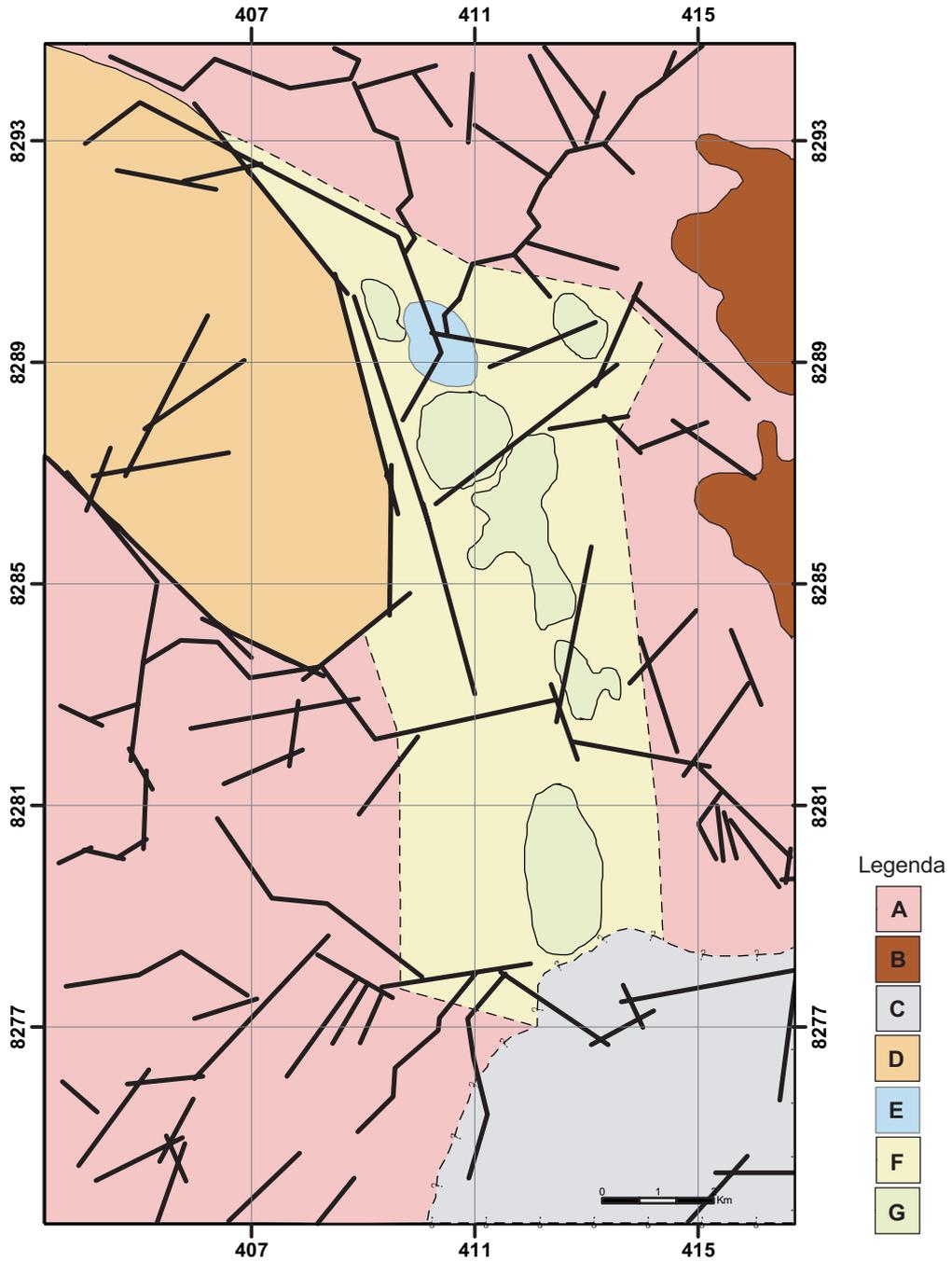


Figura 4 - Mapa geológico simplificado do Maciço Nefelina Sienítico Rio Pardo. Gnaise Migmatítico (A); Basalto (B); Complexo Gabro Anortosítico (C); Quartzo-Sienito (D); Rochas subvulcânicas (E); Sienitos (F) e Ne-sienitos e So-sienito (G).

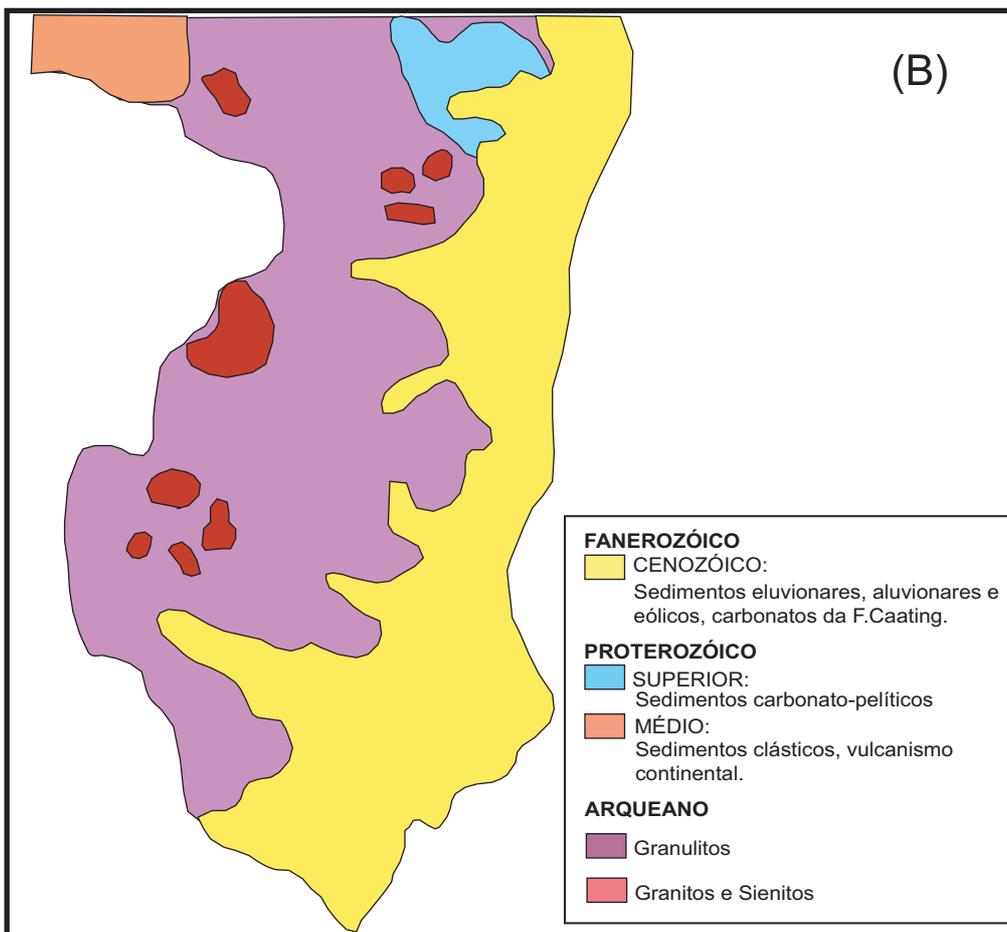
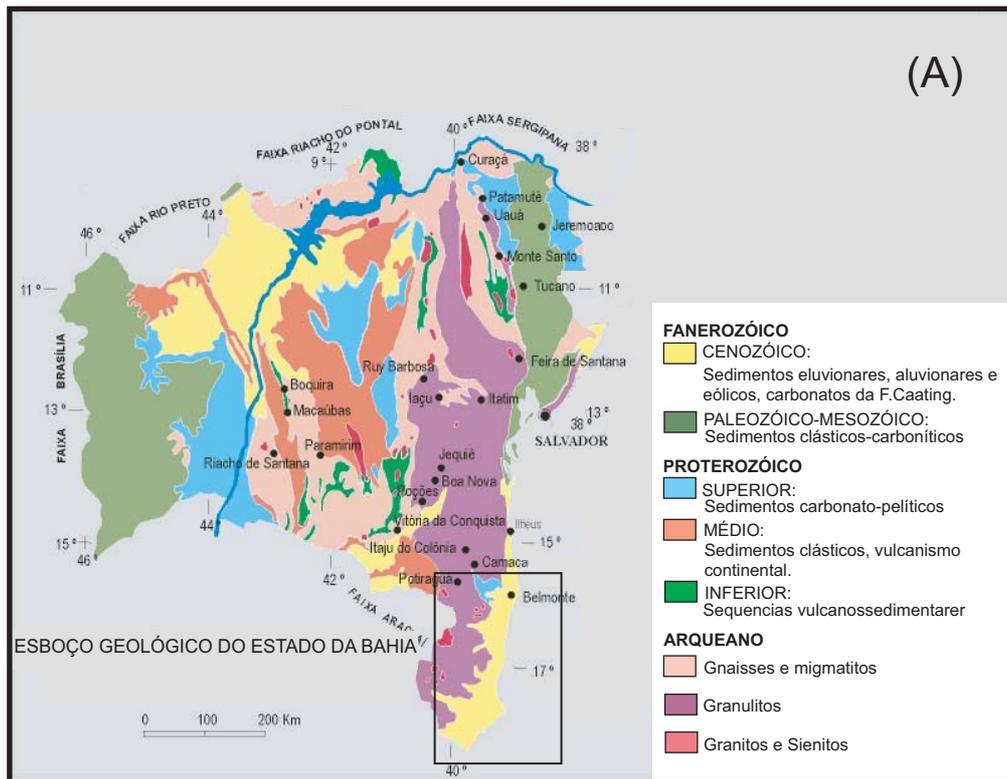


Figura 3 - Mapa Geológico da Bahia (A); Detalhe da geologia da porção sul do estado (B).
 Fonte: Rochas Ornamentais da Bahia - Brasil (CBPM-2002).

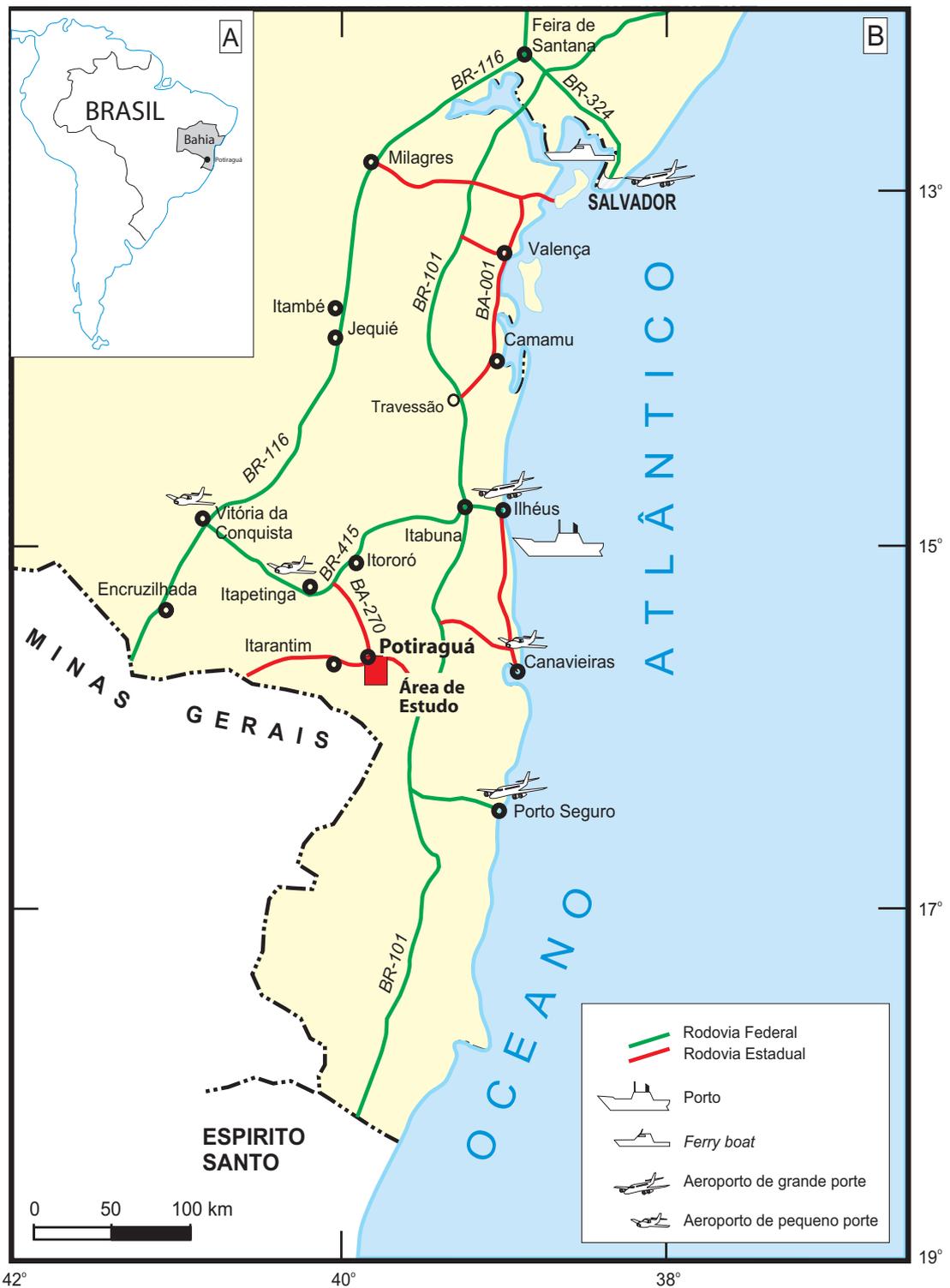


Figura 2 - Localização geográfica da área em estudo na América do Sul, Brasil e no estado da Bahia (A). As vias de acesso são apresentadas em detalhe no esboço geográfico em B.

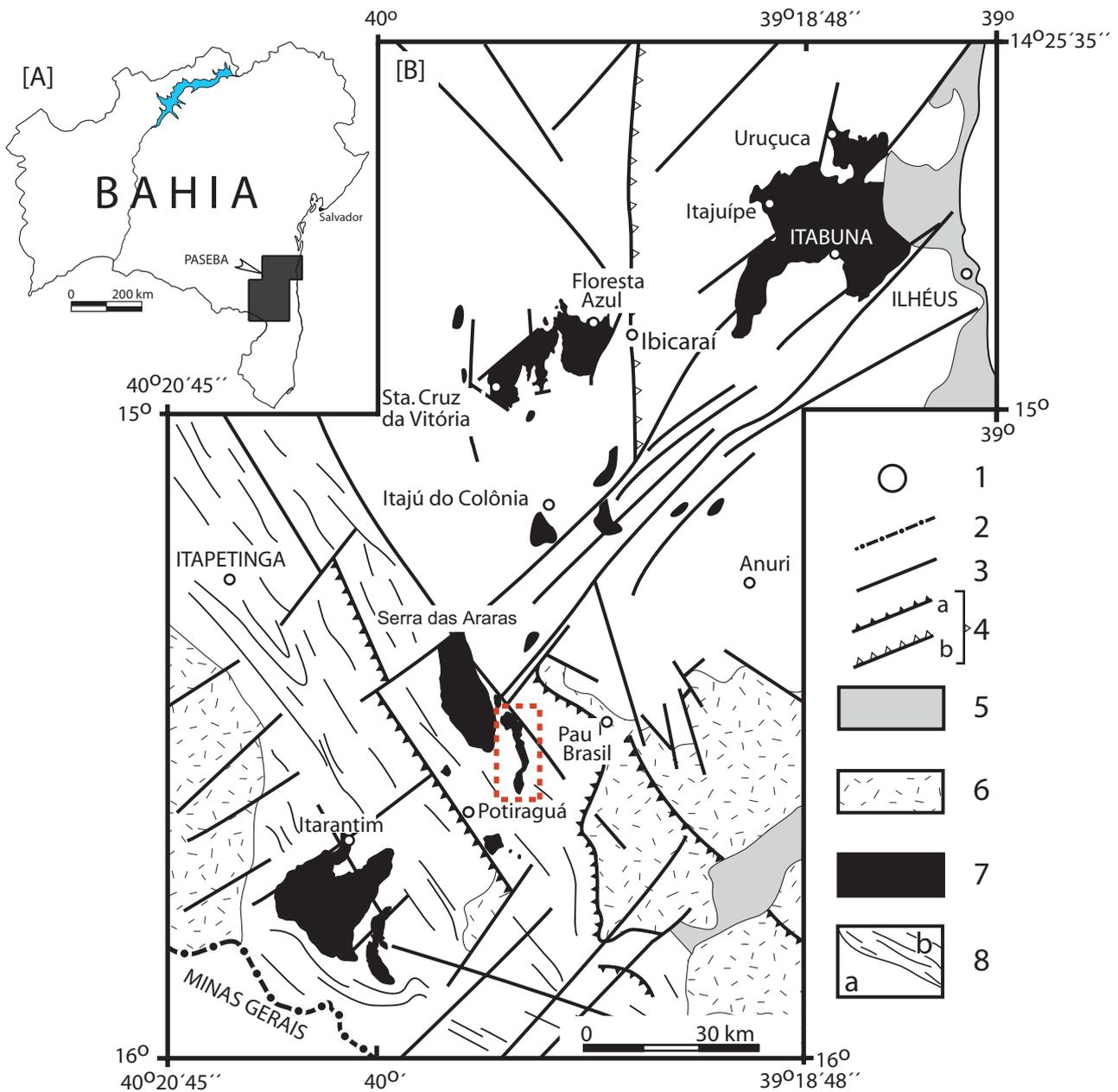
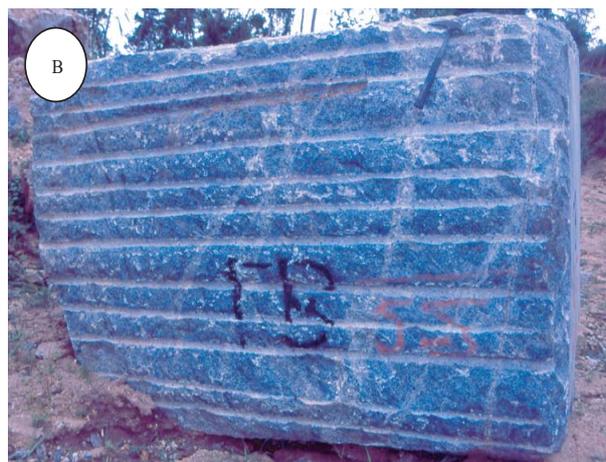
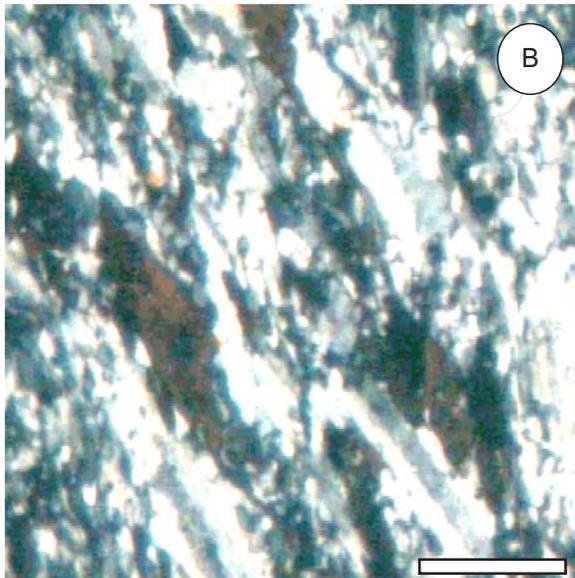
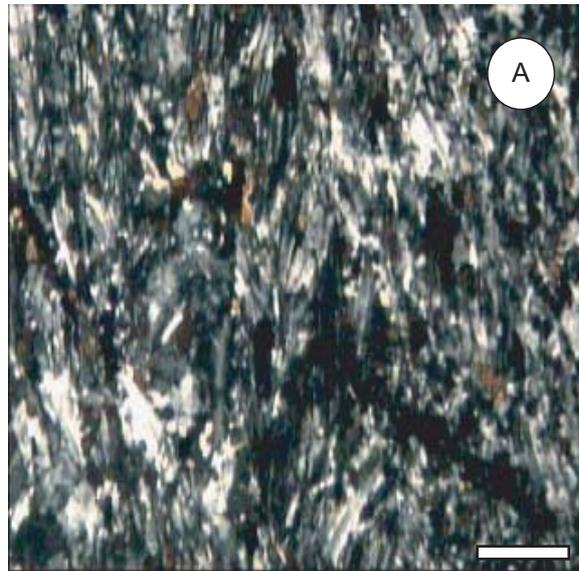


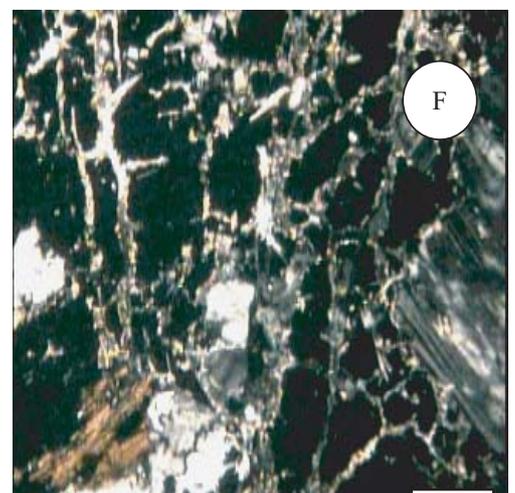
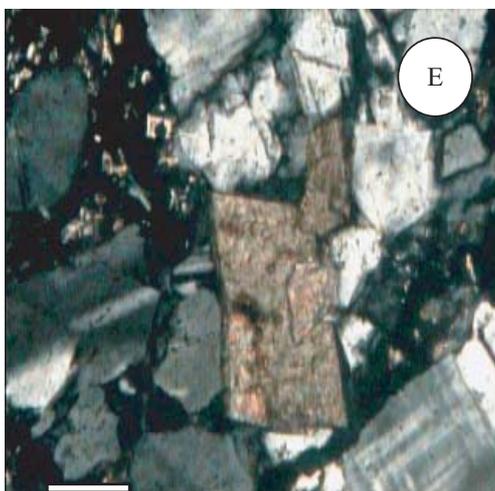
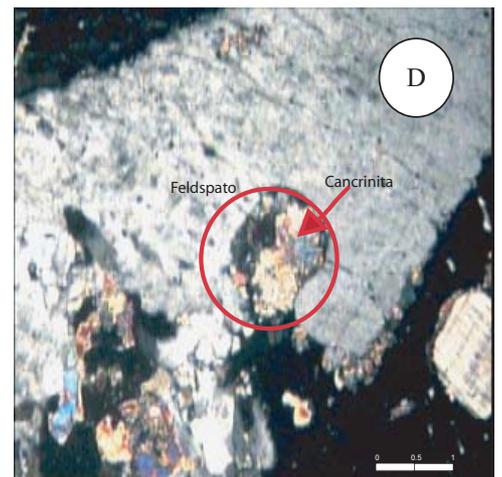
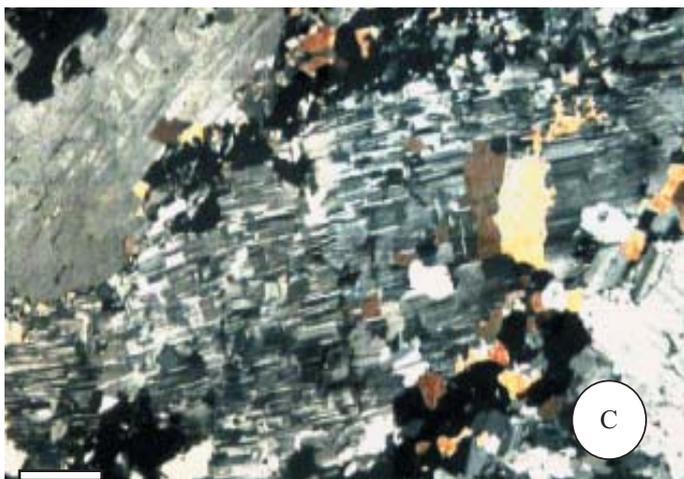
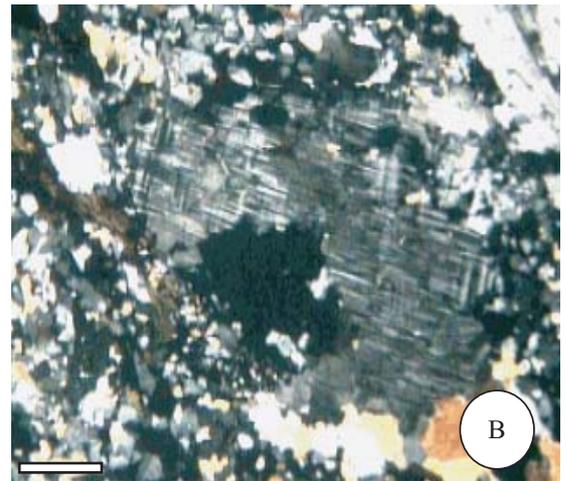
Figura 1 - Mapa da Bahia com a localização da Província Alcalina do Sul do Estado da Bahia - PASEBA [A]. Mapa geológico simplificado da PASEBA segundo Rosa *et al.* (2001) [B]. Cidades [1], limite interestadual [2], falhas e fraturas [3], falhas de cavalgamento [4, a= paleoproterozóicas e b= neoproterozóicas], sedimentos recentes [5], metassedimentos mesoproterozóicos [6], rochas alcalinas brasileiras da PASEBA [7], rochas arqueano-paleoproterozóicas [8, a= granulitos e b= rochas gnáissico-migmatíticas]. A área limitada pelo polígono no interior do mapa corresponde àquela a ser abordada neste trabalho.



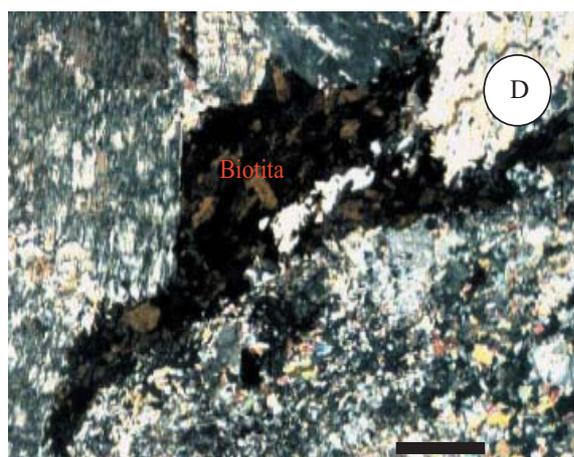
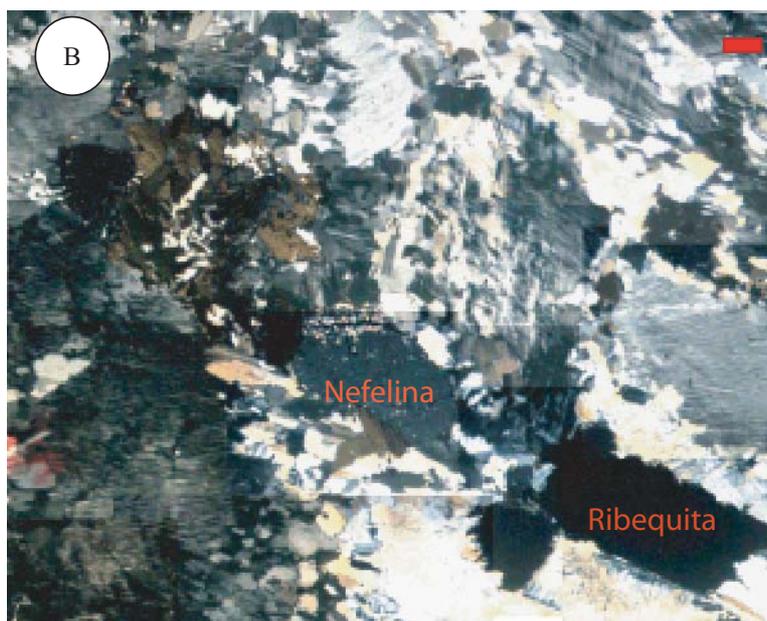
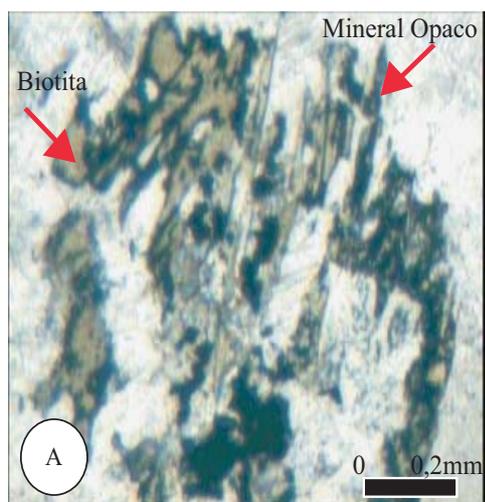
PRANCHA 12 - Vista geral de frente da pedreira, localizada ao sul do Rio Pardo (ponto 245) onde é explotado sodalita sienito de cor azul [A]. Feição do bloco de sodalita sienito azul explotado nas pedreiras da região de Potiraguá [B]. Formas alternativas de aplicação dos sodalita sienitos: tampo e base de mesa [C]; gema, quando a ocorrência da coloração azul é uniforme [D]; escultura [E]; joalheria [F].



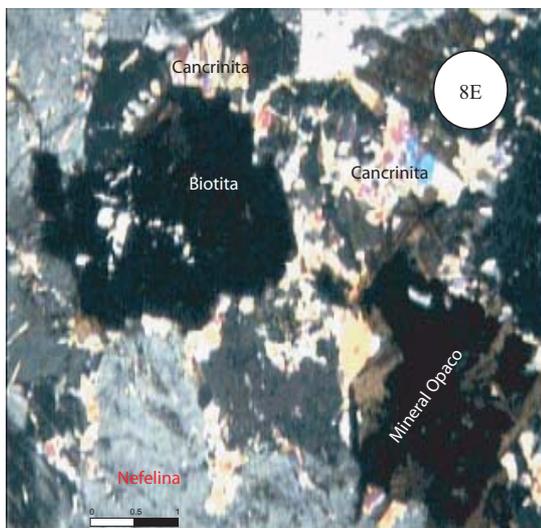
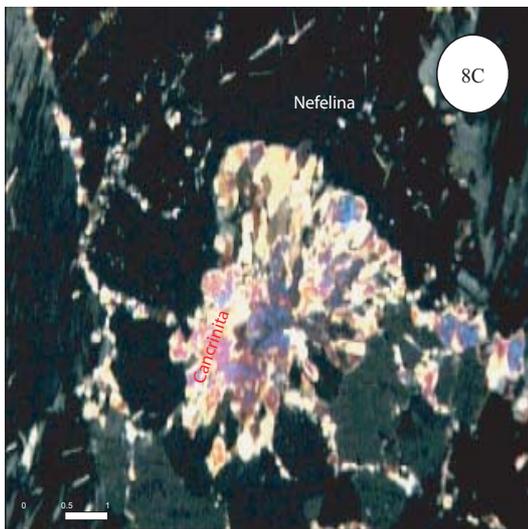
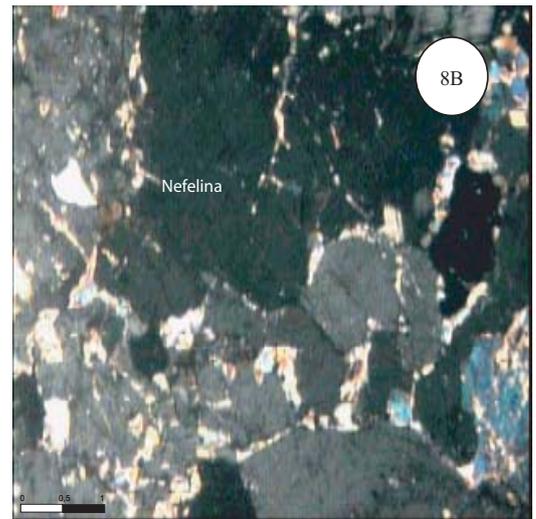
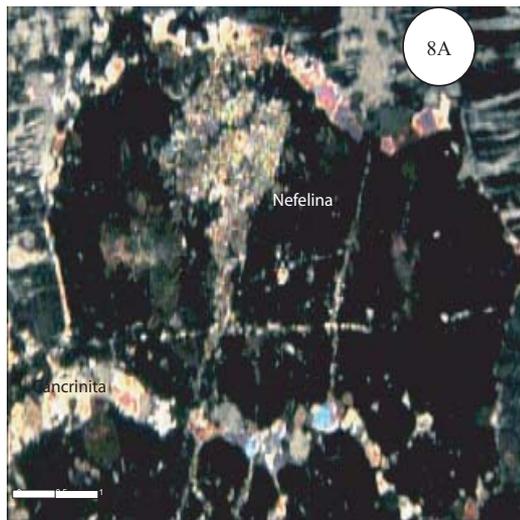
PRANCHA 11 - Microfotografias obtidas com microscópio tendo os dois polarizadores no sistema ótico. As barras representam a escala, em A corresponde a 1 mm e em B a 0,25 mm. Textura característica das rochas subvulcânicas. Micrólitos alinhados segundo a direção magmática [A]. Ocasionais fenocristais de biotita e sanidina alinhados [B].



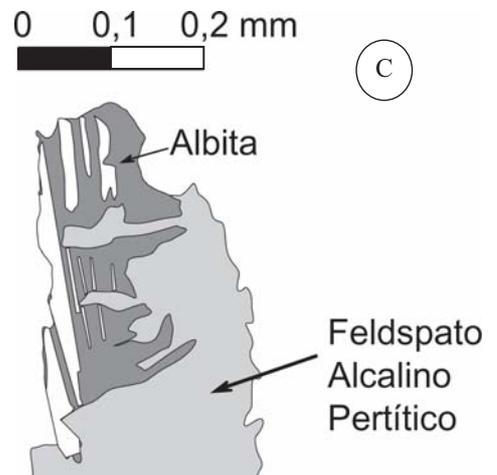
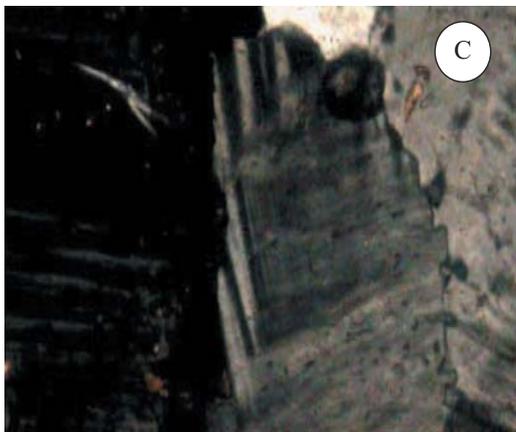
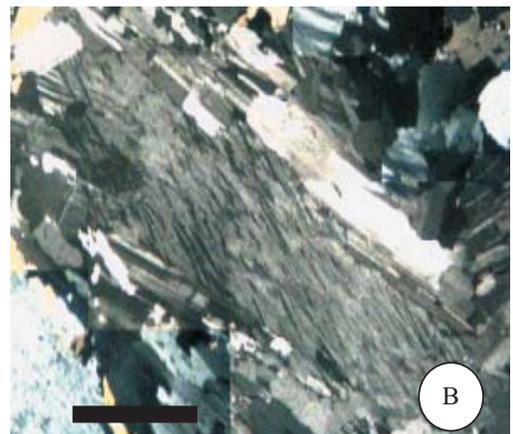
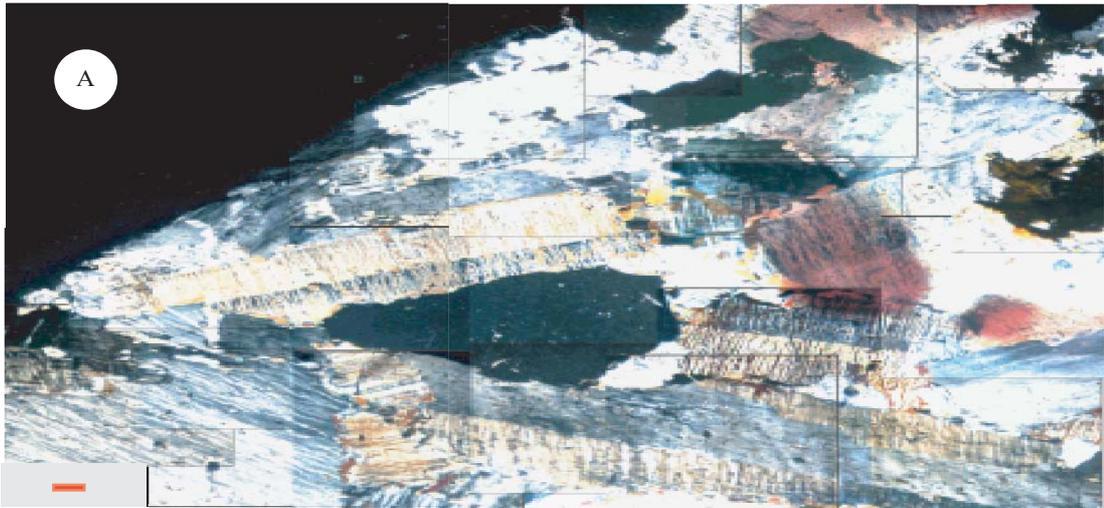
PRANCHA 10



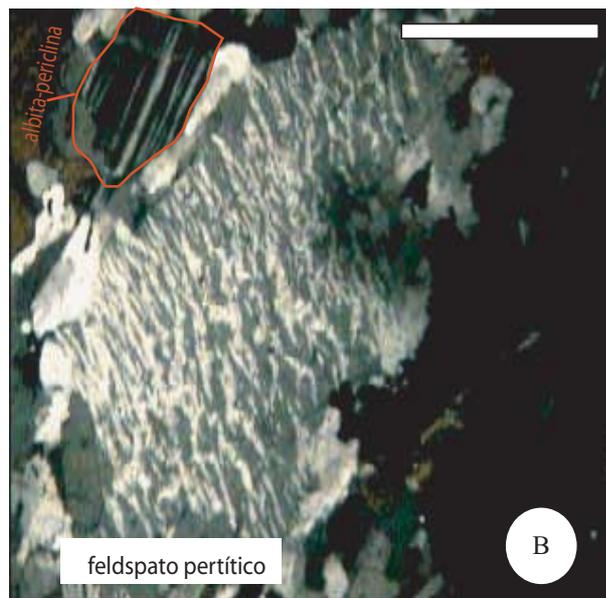
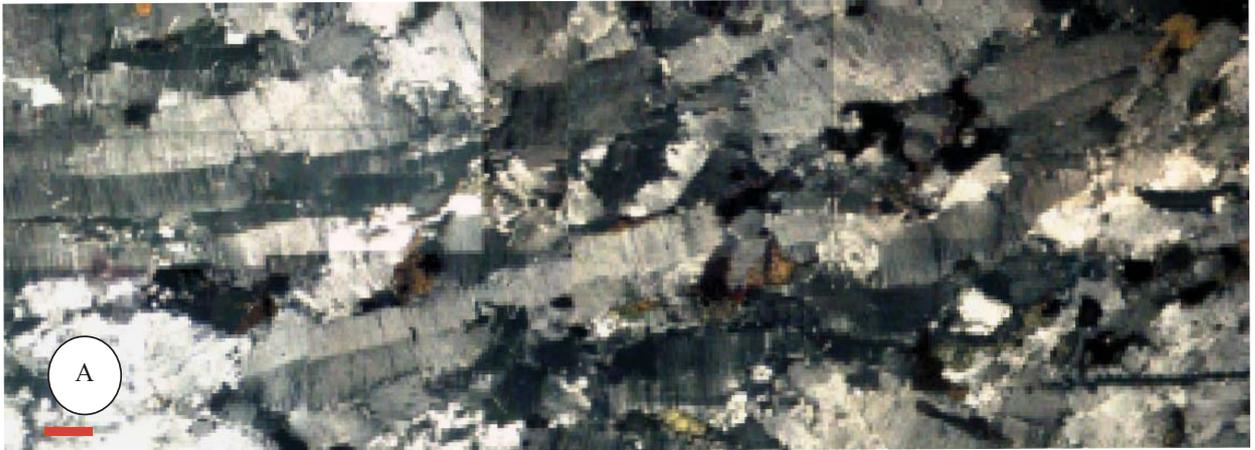
PRANCHA 9 - Microfotografias retiradas com o microscópio. Nas microfotografias B, C e D a escala (representada pela barra) é de 1 mm e na A corresponde a 0,2 mm. Cristais de biotita ocorrem em certas lâminas (2396) totalmente coroadas por mineral opaco. Imagem em luz plana [A]. Textura hipidiomórfica característica da fácies ribequita-nefelina-biotita sienito. Microfotografia capturada em luz plana [B]. Textura hipidiomórfica característica da fácies nefelina-cancrinita sienito. Imagem com os nicóiz cruzados [C]. Agregado de cristais subédricos de biotita marrom em rocha nefelina-sienito, indicando, possivelmente direção de fluxo magmático [D]. as duas últimas imagens foram capturadas com os dois polarizadores no sistema.



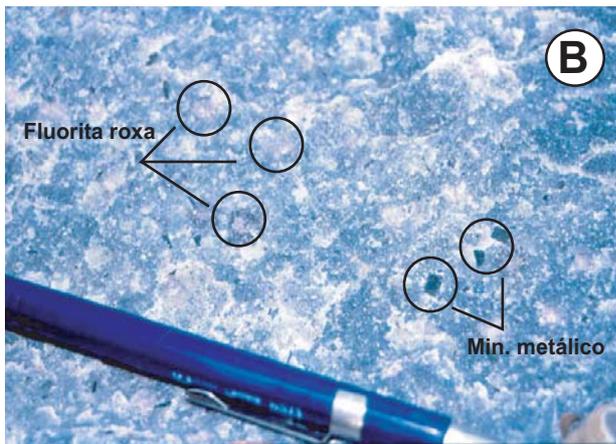
PRANCHA 8 - Microfotografias retiradas com o microscópio com os dois polarizadores no sistema. A barra apresentada tem dimensão de 1 mm. Feições características dos nefelina sienitos: a maioria dos cristais de nefelina mostram-se substituídos por cancrinita anédrica, sob a forma de coroa ou não [A e B]; Cristais de cancrinita chegam a substituir quase totalmente as nefelinas [C]; biotita sendo coroadada parcialmente por cancrinita, sendo essa feição limitada ao lado que ocorre a nefelina [E e F].



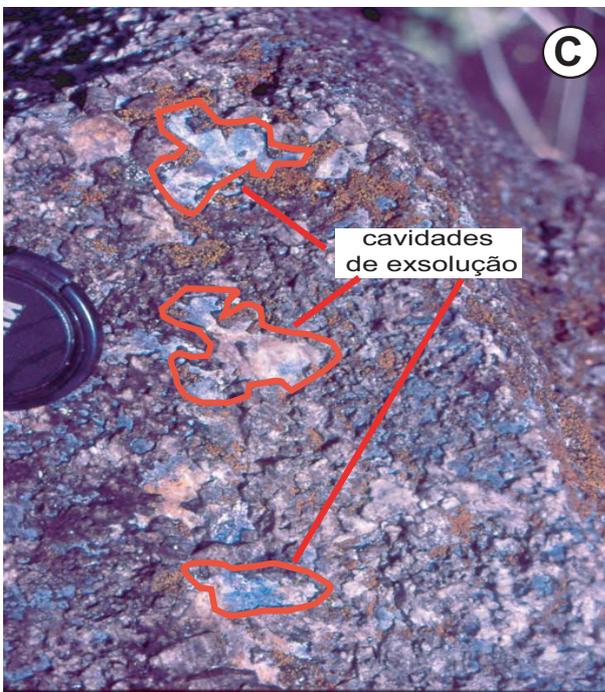
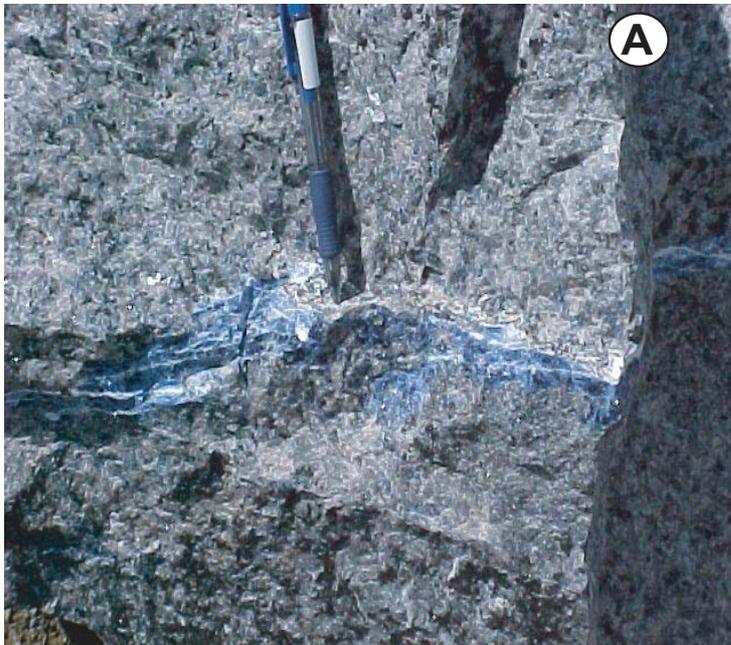
PRANCHA 7



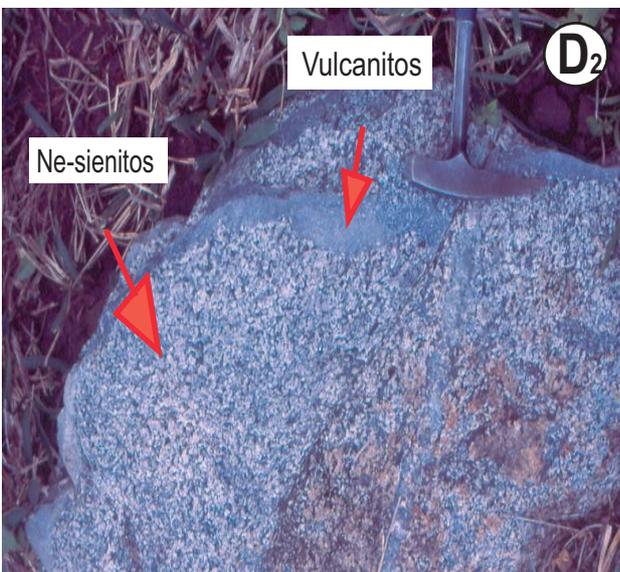
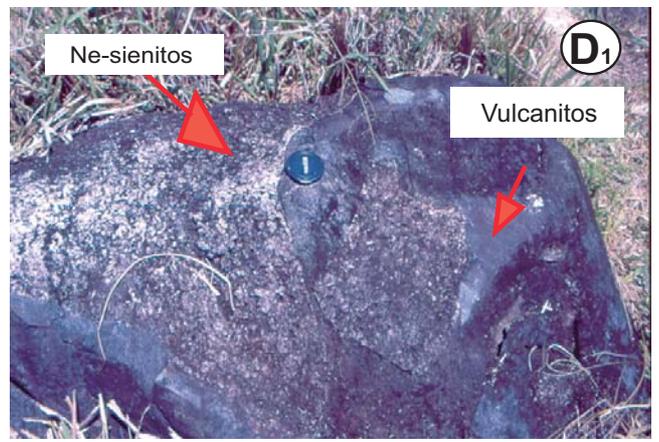
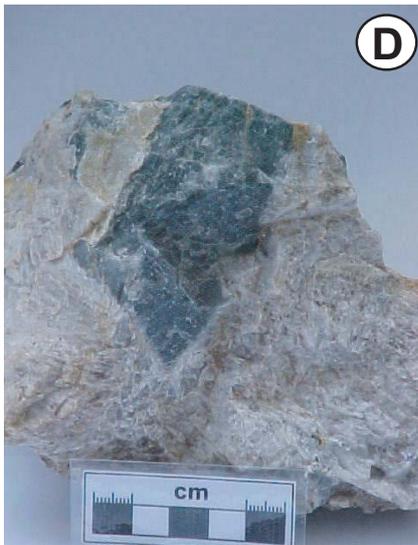
PRANCHA 6 - Microfotografias retiradas com o microscópio com os dois polarizadores no sistema. A barra apresentada tem dimensão de 1 mm. Textura característica das rochas sieníticas com nefelina. Cristais de feldspatos alcalinos dispostos de forma aleatória [A]. Cristais de feldspato alcalino sem geminação, mas com exsolução, e com geminação segundo as leis Albita-Periclina encontrados normalmente em interstícios [B].



PRANCHA 5 - Feições de campo das rochas subvulcânicas. A principal forma de ocorrência dessas rochas, como pequenos lajedos, quando ocorrem como diques [A]; forma de pequenas elevações, no caso de ocorrência como domos [A1]. Textura afanítica observada em vários diques alcalinos félsicos e neste caso em particular observa-se a presença de fenocristais de mineral opaco e concentrados de cristais de fluorita roxa [B].



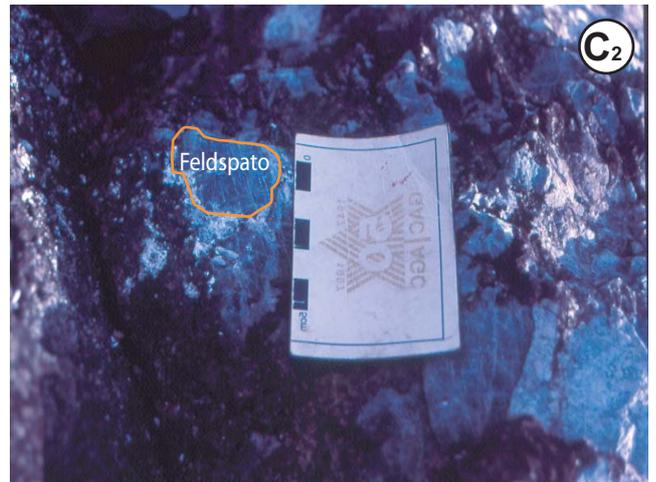
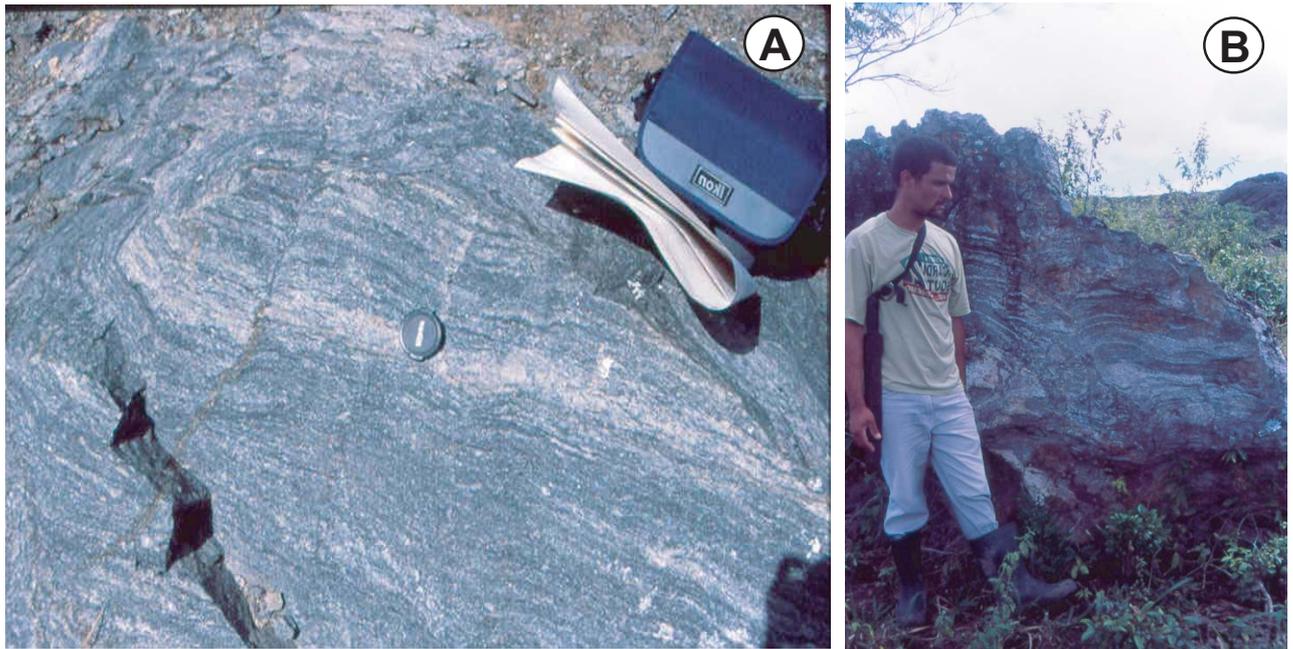
PRANCHA 4 – Aspectos macroscópicos em sodalita-nefelina-sienito observados em campo. O mineral sodalita nestas fotografias apresenta-se com cor azul ou azulada e forma anédrica, geralmente reunidos em agregados, na maioria das vezes monominerálico. Nas rochas das fotografias A e B constata-se que os cristais de sodalita ocorrem em veios com limites nítidos com as rochas nefelina-sieníticas encaixantes, sugerindo uma formação tardia para a sodalita azul. Na fotografia B observa-se que a sodalita ocorre associada com cristais de feldspatóide, provavelmente nefelina, alterado. As manchas brancas correspondem a zeólitas produtos desta alteração, que normalmente exibem aspecto visual opaco e aveludado. Na fotografia C observa-se a existência de cavidades na rocha sodalita-nefelina sienítica. Elas correspondem a dissolução de feldspatóides por alteração supergênica. Os minerais em são, essencialmente cristais de feldspato alcalino e de minerais máficos (óxidos, biotita, hornblenda, titanita etc.)



PRANCHA 3 - Grande cristal de nefelina de cor verde e a parte de cor creme corresponde a cristais de feldspato alcalino (A). Rocha nefelina-sienítica de coloração cinza clara com pontuações esverdeadas que correspondem a cristais de nefelina. Observa-se igualmente nesta rocha a orientação de cristais de biotita (*ripas pretas*) [B]. Afloramento de nefelina-sienito contendo fraturas com dimensões variadas preenchidas por carbonato, mineral que aparece com cor creme na fotografia, e biotita, o de cor escura [C]. Feições de campo que ilustram a relação de contato brusco entre as rochas sieníticas com feldspatóide e as subvulcânicas: xenólito de nefelina-sienito em vulcanito [D1]; vulcanito aparecendo como dique encaixado em rochas nefelino-sieníticas [D2].



PRANCHA 2 - Rocha sienítica com feldspatóide alterado. Observa-se o ganho de tonalidade alaranjada em substituição a cor cinza original. Aparecem em relevo os cristais de feçdspato alcalino e as cavidades correspondem aos locais ocupados pelofeldspatóide que é dissolvido durante o processo de alteração supergênica [A]. Aspectos de campo das rochas sieníticas com nefelina [B]. Chama-se a atenção para a diferença na granulação dos cristais de nefelina (cor verde) nestas rochas, onde em algumas delas eles são milimétricos [C] e em outra atingem tamanhos centimétricos [D].



Prancha 1

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)