

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PETROGRAFIA E QUÍMICA MINERAL DE
OCORRÊNCIAS ALCALINAS DA PROVÍNCIA ALTO
PARAGUAI, BRASIL-PARAGUAI**

João Batista de Matos

Orientador: Prof. Dr. Excelso Ruberti

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

SÃO PAULO
2000

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PETROGRAFIA E QUÍMICA MINERAL DE
OCORRÊNCIAS ALCALINAS DA PROVÍNCIA ALTO
PARAGUAI, BRASIL-PARAGUAI**

JOÃO BATISTA DE MATOS

Orientador: Prof. Dr. Excelso Ruberti

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA



	Nome	Assinatura
Presidente:	Prof. Dr. Excelso Ruberti	
Examinadores:	Prof. Dr. Celso de Barros Gomes	
	Prof. Dr. Herbet Conceição	
	Prof. Dr. Joel Gomes Valença	
	Dr. Victor Velázquez Fernandez	

SÃO PAULO
2001

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PETROGRAFIA E QUÍMICA MINERAL DE OCORRÊNCIAS
ALCALINAS DA PROVÍNCIA ALTO PARAGUAI, BRASIL -
PARAGUAI**

João Batista de Matos



Orientador: Prof. Dr. Excelso Ruberti

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

SÃO PAULO

2000

DEDALUS - Acervo - IGC



30900006304

*À minha mãe Antonia P. Matos (In memorian) e aos
meus filhos Julianna A. Matos e Daniel D. Matos.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos àqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Desta forma, não poderia omitir algumas pessoas e/ou instituições às quais sinto-me especialmente grato:

Ao Projeto Temático, Petrologia e Geoquímica de Rochas Alcalinas (FAPESP 97/1210-4) na pessoa do Prof. Dr Celso de Barros Gomes da USP, financiador de todas as etapas deste trabalho, gostaria de externar os meus sinceros agradecimentos.

À CAPES/PICDT pela concessão de bolsa de doutorado durante o período de afastamento.

Ao Dr. Victor Velázquez Fernandez da USP, pelo auxílio nos trabalhos de mapeamento, discussões a respeito de temas alcalinos e ajuda nos problemas relativos à informática. Sem os incentivos, amizade e a valiosa ajuda do Dr Victor Velázquez, este trabalho não teria sido possível realizar.

Ao Prof Dr Excelso Ruberti, orientador deste trabalho, pelo apoio incondicional durante as inúmeras e intermináveis etapas de trabalho na microsonda eletrônica. O Professor Excelso, em nenhum momento, mediu esforços no sentido de proporcionar apoio a mim, na resolução dos incontáveis “paus” que ocorreram na microsonda, assim como, durante o desenvolvimento da tese.

Aos meus filhos Julianna e Daniel, agradeço a compreensão do longo tempo de ausência, momentos difíceis para ambas as partes.

Ao colega Gaston Enrich (meu consultor nos problemas relacionados à informática) que ouvia pacientemente as minhas queixas sobre o “soft” Minpet e, na medida do possível, solucionava os meus (inúmeros) problemas. A ajuda do amigo Gaston durante toda a etapa de trabalho e, principalmente na fase de organização e montagem da tese foi importantíssima. Agradeço sobretudo o seu despreendimento no apoio a esses trabalhos, em que pese o sacrifício pessoal de sábados, domingos e feriados e longas jornadas noturnas.

Aos colegas William Salun Filho, pós-graduando da USP e Agnelo Leite da Silva, aluno da UFMT pela excelente qualidade dos desenhos, inestimável ajuda e grande amizade.

Ao Prof. Dr. José Moacir V. Coutinho da USP, pela inestimável ajuda durante os trabalhos de petrografia microscópica e reconhecimento de algumas fases minerais especiais.

À Profa. Dra Maria Zélia Aguiar da UFMT, pela ajuda nos trabalhos de interpretação dos dados de química mineral, leitura atenta e correções deste trabalho. A Dra Zélia, a despeito de inúmeros problemas de saúde que a sua família enfrenta, ainda conseguiu tempo para efetuar as correções da parte de Química Mineral, demonstrando seu elevado espírito de colaboração e amizade. Por enquanto, só posso dizer: muito obrigado e que Deus a abençoe.

Ao Prof. MsC. Amarildo Salina Ruiz da UFMT, pela leitura atenta de partes deste trabalho, correções e sugestões.

Aos técnicos Marcos Mansueto e Angélica D. Morente dos Laboratórios de Microsonda Eletrônica e de Óptica da USP, respectivamente, pela valiosa ajuda, espírito de cooperação e sincera amizade.

Aos colegas da Pós-Graduação, especialmente Afonso Nogueira, André Ferrari, Carmem (Xitah), Gustavo (Troglô), Iede Zollinger, Paulo César C. Costa, Peter Davies, Raquel Venâncio, Rolando Campos e Rosana, dentre outros, pela ajuda nos momentos decisivos, amizade e incentivos.

Ao colega Salatiel A. Araújo pelas sugestões apresentadas, espírito de colaboração e amizade.

Aos Professores Doutores Gerson S. Saes e Ricardo K. Weska, agradeço muitíssimo por ter assumido parte de meus encargos didáticos para que eu tivesse condições de concluir este trabalho.

Aos demais colegas do Departamento de Recursos Minerais e Geologia Geral da UFMT: Alteredo O. Cutrim, Álvaro P. Quadros, Antonio B. Vecchiato, Aquiles Lazzaroto, Carlos J. Fernandes, Cléverson Cabral, Joaquim Goulart Jr., José Domingues de G. Filho, Serafim C. Melo e Zacarias Mayal Filho pelo incentivo a mim dispensado.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
Índice de Figuras	v
Índice de Fotos	x
Índice de Fotomicrografias.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
RESUMO	xvi
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	01
I.1 - Considerações Preliminares.....	01
I.2 - Objetivos.....	03
I.3 - Localização e Vias de Acesso	03
I.4 - Métodos de Trabalho.....	06
I.4.1 - Trabalhos de Campo	06
I.4.2 - Estudos Petrográficos	07
I.4.3 – Química Mineral	08
CAPÍTULO II - GEOLOGIA REGIONAL	10
CAPÍTULO III - GEOLOGIA LOCAL	16
III.1 - Aspectos Fisiográficos.....	16
III.2 - Província Alcalina Alto Paraguai.....	20
III.3 - Trabalhos Anteriores	20
III.4 - Formas de Ocorrência do Magmatismo Alcalino do Alto Paraguai.....	22
III.5 – Aspectos Tectônicos Vigentes Durante o Permo-Triássico	23
CAPÍTULO IV - PETROGRAFIA.....	30
IV.1 – Cerro Boggiani e Satélites.....	30
IV.2 – Cerrito	37
IV.4 – Pão de Açúcar.....	43
IV.5 – Ilha Fecho dos Morros.....	46
IV.6 – São Pedro, Cerro Pedreira, Porto Conceição, Morro Conceição e Morro Distante	50
IV.7 – Cerro Siete Cabezas e Satélites	60

CAPÍTULO V – QUÍMICA MINERAL.....	71
V.1 – Feldspatos.....	71
V.2 – Feldspatóides.....	105
V.2.1 – Nefelinas.....	105
V.2.2. – Sodalitas.....	108
V.3 – Anfibólitos.....	127
V.4 – Piroxênios.....	157
V.4.1 – Cerro Boggiani.....	159
V.4.2 – Cerro Siete Cabezas e Corpos Satélites I e II.....	171
V.4.3 – Ilha Fecho dos Morros.....	183
V.4.4 – Cerrito.....	189
V.4.5 – Pão de Açúcar.....	195
V.4.6 – São Pedro.....	201
V.4.7 – Morro Distante.....	206
V.5 – Micas.....	214
V.6 – Espinélios e Ilmenitas.....	230
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	242
CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	250

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 01 – Mapa de localização e vias de acesso.....	5
Figura 02 – Esboço geológico simplificado da região de Porto Murtinho (MS), segundo Araújo et al. (1982).....	13
Figura 03 – Esboço geológico do Paraguai Oriental, enfatizando as localizações das principais províncias alcalinas conhecidas. Adaptado de Velázquez <i>et al.</i> (1998).....	14
Figura 04 – Contexto Geomorfológico Regional simplificado de extremo sudoeste do Mato Grosso do Sul, de acordo com Alvarenga <i>et al.</i> (1982).....	19
Figura 05 – Esquema ilustrativo de regiões representativas de alta sismicidade (intra-placa), reativação de zonas de fraqueza e colocação de magmas alcalinos na crosta terrestre (Sykes, 1978).....	28
Figura 06 (A) – Representação esquemática mostrando as séries magmáticas relacionadas à espessura da litosfera em rifteamentos continentais e oceânicos e ainda o desenvolvimento de alinhamentos tectônicos por reativação de falhamentos pretéritos, e (B) Propagação de fraturas através da litosfera continental.....	29
Figura 07 – Mapa de localização de amostras da região do Morro Pão de Açúcar e adjacências.....	36
Figura 08 – Mapa de localização de amostras da região de Porto Murtinho (MS).....	59
Figura 09 – Mapa de localização de amostras da região do Cerro Siete Cabezas (PY).....	67
Figura 10 – Distribuição das rochas da Província Alcalina do Alto Paraguai nos diagramas superior e inferior de Streckeisen (1976).....	70
Figura 11 e 12 – Variação composicional dos feldspatos de sienitos nefelínicos e fonólitos peralcalinos de Cerro Boggiani expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	98
Figura 13 - Variação composicional dos feldspatos de sienitos alcalinos do corpo Satélite II expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	99
Figura 14 - Variação composicional dos feldspatos de sienitos alcalinos de Satélite I expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	99

Figura 15 - Variação composicional dos feldspatos dos nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	100
Figura 16 - Variação composicional dos feldspatos de quartzo sienitos de Morro Pão de Açúcar, expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	100
Figura 17 - Variação composicional dos feldspatos de rochas de Pão de Açúcar expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	101
Figura 18 - Variação composicional dos feldspatos de rochas de Cerrito expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	101
Figura 19 - Variação composicional dos feldspatos de quartzo sienitos de Cerro Pedreira expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	102
Figura 20 - Variação composicional dos feldspatos de sienitos alcalinos de São Pedro expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	102
Figura 21 - Variação composicional dos feldspatos de sienitos alcalinos de Morro Conceição expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	103
Figura 22 - Variação composicional dos feldspatos de sienitos alcalinos de Morro Distante expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	103
Figura 23a - Variação composicional dos feldspatos de sienitos alcalinos de Porto Conceição expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	104
Figura 23b - Variação composicional dos feldspatos de pegmatitos de Ilha Fecho dos Morros expressa em proporção molecular de Or-Ab-An.....	104
Figura 24 – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de Cerro Boggiani.....	120
Figura 25 – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de Cerro Siete Cabezas.....	121
Figura 26 – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas dos sienitos nefelínicos de Cerrito.....	122
Figura 27 – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas dos sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros.....	123
Figura 28 – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de Morro Pão de Açúcar.....	124
Figura 29a – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de São Pedro e Porto Conceição.....	125
Figura 29b – Diagrama Ne-Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas sieníticas da Província Alcalina Alto Paraguai.....	126

Figura 30 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Cerro Boggiani nos diagramas de classificação da IMA.....	147
Figura 31 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Cerro Siete Cabezas e Satélite I e II nos diagramas de classificação da IMA	148
Figura 32 – Distribuição dos anfibólios das rochas do Morro Pão de Açúcar nos diagramas de classificação da IMA	149
Figura 33 – Distribuição dos anfibólios das rochas da Ilha Fecho dos Morros nos diagramas de classificação da IMA	150
Figura 34 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Cerrito nos diagramas de classificação da IMA.....	151
Figura 35 – Distribuição dos anfibólios das rochas de São Pedro nos diagramas de classificação da IMA.....	151
Figura 36 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Cerro Pedreira nos diagramas de classificação da IMA.....	152
Figura 37 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Morro Conceição nos diagramas de classificação da IMA.....	153
Figura 38 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Porto Conceição nos diagramas de classificação da IMA.....	153
Figura 39 – Distribuição dos anfibólios das rochas de Morro Distante nos diagramas de classificação da IMA	154
Figura 40 – Representação dos anfibólios da Província Alcalina Alto Paraguai nos diagramas Mg-Ca-Fe* ($Fe^* = Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn$) e Ca-K-Na.....	155
Figura 41 – Evolução composicional dos anfibólios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai no diagrama TAl+CCa+BCa <i>versus</i> TSi+BNa+ANa.....	156
Figura 42 – Composição dos piroxênios das rochas de Cerro Boggiani no diagrama Q-J de classificação do IMA.....	168
Figura 43 – Locação dos piroxênios das rochas de Cerro Boggiani no diagrama WEF-Jd-Ae.....	168
Figura 44 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerro Boggiani	169
Figura 45 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerro Boggiani	170

Figura 46 – Distribuição dos piroxênios das rochas de Cerro Siete Cabezas e Satélites I e II nos diagramas de classificação da IMA.....	180
Figura 47 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerro Siete Cabezas e Satélites I e II	181
Figura 48 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerro Siete Cabezas e Satélites I e II	182
Figura 49 – Distribuição dos piroxênios das rochas da Ilha Fecho dos Morros nos diagramas de classificação da IMA.....	186
Figura 50 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Ilha Fecho dos Morros.....	187
Figura 51 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Ilha Fecho dos Morros.....	188
Figura 52 – Distribuição dos piroxênios das rochas do corpo Cerrito nos diagramas de classificação da IMA.....	192
Figura 53 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerrito	193
Figura 54 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerrito	194
Figura 55 – Distribuição dos piroxênios das rochas do Morro Pão de Açúcar nos diagramas de classificação da IMA.....	198
Figura 56 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro Pão de Açúcar	199
Figura 57 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro Pão de Açúcar	200
Figura 58 – Distribuição dos piroxênios das rochas do Morro São Pedro nos diagramas de classificação da IMA.....	203
Figura 59 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro São Pedro.....	204
Figura 60 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro São Pedro.....	205
Figura 61 – Distribuição dos piroxênios das rochas do Morro Distante nos diagramas de classificação da IMA.....	208
Figura 62 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro Distante.....	209

Figura 63 – Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro Distante.....	210
Figura 64 – Locação dos piroxênios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai no diagrama Na-Mg-Fe* ($Fe^{2+} + Mn + (Fe^{3+} - Na)$).....	211
Figura 65 – Tendências composicionais para os piroxênios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai.....	212
Figura 66 – Tendência de evolução composicional de piroxênios em alguns complexos alcalinos do Brasil.....	213
Figura 67 – Classificação das micas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai.....	227
Figura 68 – Variações composicionais de biotitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai.....	228
Figura 69 – Distribuição das biotitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai nos diagramas Mg - ($Al^{IV} + Ti$) - ($Fe^{2+} + Mn$) e K - Mg - Fe^{2+}	229
Figura 70 – Distribuição das ilmenitas e magnetitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai no diagrama $FeO - TiO_2 - Fe_2O_3$	241
Figura 71 – Representação esquemática de rochas félsicas no Sistema Nefelina-Kalsilita-Sílica (Sistema Petrogenético Residual).....	244
Figura 72 – (A) Diagrama $Na_2O + K_2O$ versus SiO_2 de Irvine & Baragar (1971) aplicado às rochas da Província Alcalina Alto Paraguai. (B) Diagrama $Na_2O + K_2O$ versus SiO_2 separando o campo das rochas alcalinas das sub-alcalinas. (C) Diagrama ANK versus ACNK, define os campos de composição preferenciais para as rochas da Província Alcalina Alto Paraguai. (D) Diagrama de variação Rb versus Y + Nb (Pearce et al. 1984), para a discriminação tectônica de rochas graníticas.....	246

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 01 – Aspecto geral da intrincada vegetação de cerrado encobrendo área alagada nas proximidades do Morro Pão de Açúcar.....	18
Foto 02 – Equipe de mapeamento transpondo pântano (encoberto pela vegetação) em direção aos “plugs” à Se da Ilha Fecho dos Morros	18
Foto 03 – Alternância de bandas de cores diferentes (bandamento primário) na intrusão de Cerrito.....	39
Foto 04 – Outro aspecto do bandamento primário de Cerrito.....	39
Foto 05 – Dique fonolítico subvertical, com falha de rejeitos centimétricos	40
Foto 06 – Vista parcial (S para N) do Morro Pão de Açúcar e “plugs” adjacentes.....	44
Foto 07 – Ilustração das rochas pegmatóides de Fecho dos Morros, onde se sobressaem grãos decimétricos de feldspato potássico, nefelina e egrina-augita	48
Foto 08 – Complexo Intrusivo Cerro Siete Cabezas e Satélite I. Vista de NE-SW	61
Foto 09 - Situação mais proximal do Complexo Siete Cabezas e Satélite I	62
Foto 10 – Aspecto geral de um afloramento de nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas.....	62

ÍNDICE DAS FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia 01 – RP 27 – sodalita-nefelina sienito apresentando textura alotriomórfica.....	33
Fotomicrografia 02 – RP-31A – nefelina sienito porfirítico com fenocristais centimétricos de feldspato potássico, egrina-augita, nefelina subidiomórfica e sodalita intersticial.....	34
Fotomicrografia 03 – RP-29 – nefelina sienito com grãos idiomórficos de nefelina.....	34
Fotomicrografia 04 – RP-31B – rocha piroclástica com enclaves de rochas alcalinas, gnaisses e graníticas diversas	37
Fotomicrografia 05 – RP-85 – traquifonolito com textura porfirítica onde os fenocristais de nefelina ocorrem com zoneamento químico.....	40
Fotomicrografia 06 – RP-88 – Traquito com microfenocristais de feldspato potássico, com hábito tabular, orientados.....	41
Fotomicrografia 07 – RP – Textura com aspecto ignimbrítico onde são observados microfenocristais de feldspato potássico, associados a fragmentos líticos envolvidos por bandas félsicas em alternância com banda máficas.....	44
Fotomicrografia 08 – RP-78 – quartzo sienito com anfibólios com bordas de reação para biotita.....	45
Fotomicrografia 09 – RP-91 – nefelina sienito com textura pegmatítica da Ilha Fecho dos Morros	50
Fotomicrografia 10 – RP-255 – nefelina sienito do Morro São Pedro, com textura intergranular e domínios poiquilíticos.....	52
Fotomicrografia 11 – RP-258 – nefelina sienito do Morro São Pedro na trama mineral como egrina-augita, anfibólio sódico, biotita e nefelina.....	52
Fotomicrografia 12 – RP-264 – sienito alcalino com textura porfirítica de Morro Distante.....	54
Fotomicrografia 13 – RP-265 – sienito alcalino porfirítico de Morro Distante onde são destacadas as texturas microporfiríticas de matriz afanítica	54
Fotomicrografia 14 – RP-267 – microfenocristal de feldspato potássico apresentando texturas de sobrecrecimento de Morro Conceição	55

Fotomicrografia 15 – RP-259 – textura porfirítica com os fenocristais de nefelina imersa em matriz afanítica	55
Fotomicrografia 16 - RP-236 – quartzo sienito de CSC apresentando feldspatos com intercrescimento peritítico e lamelas de exsolução regulares	63
Fotomicrografia 17 – RP-234 – Fenocristal arredondado de feldspato potássico, com cristalização marginal de biotita, em traquito de CSC	63
Fotomicrografia 18 – RP-242 – Bordas de reação piroxênio/anfibólio em sienitos alcalinos de CSC.....	64
Fotomicrografia 19 – RP-236 – Fenocristal com textura poiquilítica de nefelina, em nefelina-sienitos de CSC.....	64

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 01 – Quadro comparativo das colunas estratigráficas do Pré-Cambriano ao Cretáceo da parte mais Meridional do Cráton Amazonico	15
Tabela 02 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerro Boggiani	35
Tabela 03 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerrito	42
Tabela 04 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Pão de Açúcar	47
Tabela 05 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Ilha Fecho dos Morros	49
Tabela 06 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Morro de São Pedro	56
Tabela 07 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerro Pedreira e Porto Conceição	57
Tabela 08 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Morro Conceição e Morro Distante	58
Tabela 09 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerro Siete Cabezas e corpos satélites	66
Tabela 10 – Análises modais de rochas da Província Alcalina do Alto Paraguai (amostras 7 a 56)	68
Tabela 11 – Análises modais de rochas da Província Alcalina do Alto Paraguai (amostras 58 a 267)	69
Tabela 12.0 a 12.5 – Composição química de feldspatos de Cerro Boggiani	74
Tabela 12.6 a 12.9 – Composição química de feldspatos de Satélite II	80
Tabela 12.10 a 12.12 – Composição química de feldspatos de Satélite I	84
Tabela 12.13 a 12.15 – Composição química de feldspatos de Cerro Siete Cabezas	87
Tabela 12.16 a 12.17 – Composição química de feldspatos de Pão de Açúcar	90
Tabela 12.18 – Composição química de feldspatos de Ilha Fecho dos Morros	92
Tabela 12.19 – Composição química de feldspatos de Cerro Pedreira	93
Tabela 12.20 – Composição química de feldspatos de Morro de São Pedro	94

Tabela 12.21 – Composição química de feldspatos de Morro Conceição	95
Tabela 12.22 – Composição química de feldspatos de Porto Conceição	96
Tabela 12.23 – Composição química de feldspatos de Cerrito.....	97
Tabela 13.0 a 13.2 – Composição química de nefelinas de Cerro Boggiani.....	109
Tabela 13.3 – Composição química de nefelinas em nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas.....	112
Tabela 13.4 – Composição química de nefelinas de sienitos nefelínicos de Cerrito	113
Tabela 13.5 – Composição química de nefelinas de sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros	114
Tabela 13.6 – Composição química de nefelinas de traquifonólitos de Pão de Açúcar.....	115
Tabela 13.7 – Composição química de nefelinas de nefelina sienitos de São Pedro e Porto Conceição	116
Tabela 13.8 e 13.9 – Composição química de sodalita de rochas de Cerro Boggiani.....	117
Tabela 13.10 – Composição química de sodalita na Província Alcalina Alto Paraguai.....	119
Tabela 14.0 – Composição química dos anfibólios de Cerro Boggiani.....	130
Tabela 14.1 a 14.3 – Composição química dos anfibólios de Satélite II.....	131
Tabela 14.4 a 14.6 – Composição química dos anfibólios de Satélite I.....	134
Tabela 14.7 a 14.10 – Composição química dos anfibólios de Pão de Açúcar	137
Tabela 14.11 – Composição química dos anfibólios de Cerro Siete Cabezas.....	141
Tabela 14.12 – Composição química dos anfibólios de Cerrito	142
Tabela 14.13 – Composição química dos anfibólios de Cerro Pedreira	143
Tabela 14.14 – Composição química dos anfibólios de Morro de São Pedro.....	144
Tabela 14.15 – Composição química dos anfibólios de Morro Conceição.....	145
Tabela 14.16 – Composição química dos anfibólios de Porto Conceição	146
Tabela 15.0 a 15.7 – Composição química de piroxênios de Cerro Boggiani.....	160
Tabela 15.8 a 15.11 – Composição química de piroxênios de Satélite II.....	173
Tabela 15.12 – Composição química de piroxênios de Satélite I.....	177
Tabela 15.13 a 15.14 – Composição química de piroxênios de Cerro Siete Cabezas.....	178

Tabela 15.15 a 15.16 – Composição química de piroxênios da Ilha Fecho dos Morros	184
Tabela 15.17 a 15.18 – Composição química de piroxênios de Cerrito.....	190
Tabela 15.19 a 15.20 – Composição química de piroxênios de Pão de Açúcar	196
Tabela 15.21 – Composição química de piroxênios do Morro de São Pedro	202
Tabela 15.22 – Composição química de piroxênios de Morro Distante.....	207
Tabela 16.0 – Composição química de biotitas de Cerro Boggiani.....	217
Tabela 16.1 – Composição química de biotitas de Satélite II	218
Tabela 16.2 – Composição química de biotitas de Satélite I	219
Tabela 16.3 – Composição química de biotitas de Cerro Siete Cabezas	220
Tabela 16.4 – Composição química de biotitas de Morro Pão de Açúcar.....	221
Tabela 16.5 – Composição química de biotitas de Cerrito.....	222
Tabela 16.6 – Composição química de biotitas da Ilha Fecho dos Morros.....	223
Tabela 16.7 – Composição química de biotitas de Cerro Pedreira	224
Tabela 16.8 – Composição química de biotitas do Morro de São Pedro	225
Tabela 16.9 – Composição química de biotitas de Porto Conceição.....	226
Tabela 17.0 – Composição química de magnetitas de Satélite II	233
Tabela 17.1 – Composição química de magnetitas de Cerro Siete Cabezas	234
Tabela 17.2 – Composição química de magnetitas de Pão de Açúcar.....	235
Tabela 17.3 – Composição química de magnetitas de Cerrito	236
Tabela 17.4 – Composição química de magnetitas da Ilha Fecho dos Morros.....	237
Tabela 17.5 – Composição química de magnetitas de São Pedro, Morro Conceição e Morro Distante.....	238
Tabela 18.0 a 18.1 – Composição química de ilmenitas da Província Alcalina Alto Paraguai.....	239

Resumo

O presente trabalho é o resultado de investigação efetuada nas rochas da Província Alcalina Alto Paraguai, situada na região limítrofe entre o Estado de Mato Grosso do Sul e a República do Paraguai, entre as coordenadas 57°10' e 58°00' W e 21°10" e 23°25' S.

Regionalmente, observam-se associações de litotipos variados, ocorrendo desde gnaisses graníticos e TTG (tonalítico-trondjemítico-granodiorítico) de idade Arqueana e/ou Paleoproterozóica, representada pelo Complexo Rio Apa, rochas máfico-ultramáficas de idade desconhecida e ainda intrusivas granítico-granodioríticas do Mesoproterozóico. Localmente, destacam-se os corpos intrusivos em forma de *plugs*, *stocks*, complexos anelares e diques, representativos da Província Alcalina Alto Paraguai, com idade atribuída ao Permo-triássico.

Os tipos petrográficos estudados são representados por nefelina sienitos, nefelina-sodalita sienitos, álcali-feldspato sienitos e quartzo sienitos e seus equivalentes vulcânicos, sendo Cerro Boggiani o corpo a apresentar rochas contendo o maior índice de agpaicidade. Contudo, ocorrem rochas insaturadas em sílica também nos demais corpos como os de Cerrito, Pão de Açúcar, Ilha Fecho dos Morros e São Pedro, associados intrinsecamente a litotipos contendo quartzo modal, caracterizando, dessa forma, uma transposição da Barreira Termal do plano Ab-Or do Sistema Petrogenético Residual. Acredita-se que essas rochas sejam derivadas de um mesmo magma parental, produzindo rochas que sofreram diferenciação magmática, com importante participação de processos representativos de contaminação crustal.

Os maciços de Pão de Açúcar e Cerro Siete Cabezas evidenciam colocação em forma de complexos anelares, como sugerem as imagens orbitais e de aeronave daquela região.

Nas rochas estudadas, os minerais félsicos mais importantes do ponto de vista quantitativo são os feldspatos alcalinos, seguidos por nefelina e sodalita. Plagioclásios ocorrem apenas em Morro Conceição e Morro Distante, enquanto que o quartzo aparece em rochas de Pão de Açúcar, Morro Conceição, Satélite I e

Satélite II. São observadas texturas de reequilíbrio sólido-líquido, transformações mineralógicas sugestivas de processos pós-magmáticos tais como: sericitização de feldspatos, saussuritização de plagioclásios, uralitização de piroxênios e substituição de minerais.

Os minerais máficos ocorrem na seguinte ordem de importância: piroxênios cálcico-sódicos, piroxênios sódicos, anfibólios cálcico-sódicos, anfibólios sódicos e biotitas. Eles mostram, de uma maneira geral, tendências químicas compatíveis com processos diferenciação magmática, com diminuição de Mg e aumento de Fe e Na. Nos anfibólios, são observados ainda importantes processos de substituição do tipo $\text{Ca}+\text{Al}^{\text{IV}}$ por $\text{Si}+\text{Na}$.

O estudo dos componentes moleculares Ne-Ks-Qz das nefelinas da Província Alcalina Alto Paraguai, não revela tendências de enriquecimento em Qz, como indicam outras ocorrências alcalinas brasileiras descritas na literatura. Esses minerais cristalizaram-se em um intervalo de temperatura que tem como limites inferior e superior, valores de 500°C e 1068°C, respectivamente.

Os espinélios dos corpos alcalinos da Província Alto Paraguai possuem composição representativa de espinélios de Fe e Ti (Série da magnetita-ulvöespinélio), correspondendo a temperaturas de formação de aproximadamente 600°C e baixas $f\text{O}_2$, enquanto que as ilmenitas (Série ilmenita-hematita) indicam temperaturas de cristalização de até 800°C e $f\text{O}_2$ maiores do que as prevalentes durante a cristalização dos espinélios.

Abstract

The present work is the result of the investigation carried out on rocks of the Alto Paraguay Alkaline Province, located at the border between the State of Mato Grosso do Sul and Paraguay Republic, coordinates 57°10' and 58°00' W and 21°10' and 23°25' S

Regional associations of varied litotypes are present: Archean and/or Paleoproterozoic granitic and TTG (tonalitic-trondhjemitic-granodioritic) gnaisses of Apa River Complex, mafic-ultramafic rocks of unknown age and Mesoproterozoic granitic-granodioritic intrusive rocks. Likely Permotriassic plugs and stocks, ring complexes and dykes, belonging to the Alto Paraguay Alkaline Province, show up locally

The petrographic types comprised in the study include nepheline syenites, nepheline-sodalite syenites, alkali-feldspar syenites, quartz syenites and their volcanic equivalents. The Cerro Boggiani body presents the highest albitic index (nepheline syenites and phonolites), though silic saturated rocks also occur in other bodies such as Cerrito, Pão de Açúcar, Ilha Fecho dos Morros and São Pedro, and Cerro Siete Cabezas, intrinsically associated to modal-quartz-bearing litotypes, thus characterizing a transposition of the Residual Petrogenetic System's Ab-Or plain thermal barrier. These rocks are believed to derive from a single parental magma, with determinant crust contamination along their evolution.

Orbital and aerial images show forms that evidence emplacement of Pão de Açúcar and Cerro Siete Cabezas massifs as ring complexes. This feature occurs associated to volcanic rocks such as piroclastites and ignimbrites, mainly found in Pão de Açúcar body.

The most important felsic minerals in the rocks, from a quantitative point of view are alkali feldspars, followed by nepheline and sodalite. Plagioclases only occur in Morro Conceição and Morro Distante, while quartz show up in Pão de Açúcar, Morro Conceição, Satélite I and Satélite II rocks. Textures from solid-liquid reequilibrium and mineral transformations suggestive of post-magmatic processes

like feldspar sericitization, plagioclase saussuritization, pyroxene uralitization and mineral substitution are observed.

Mafic minerals occur in the following order of importance: Quad pyroxenes, while Ca-Na pyroxenes, Na-pyroxenes, Ca-Na amphiboles, Na-amphiboles and biotites. They show a chemical trend compatible with magmatic differentiation processes, with decreasing Mg and increasing Fe and Na. In amphiboles, important $\text{Ca}+\text{Al}^{\text{IV}}\leftrightarrow\text{Si}+\text{Na}$ substitution processes are seen.

Nepheline molecular components Ne-Ks-Qz of Alto Paraguay Alkaline Province do not show any Qz enrichment trend, contrarily to other Brazilian alkaline provinces described in literature. These minerals crystallized in temperatures within 500°C and 1068°C.

Spinels of Alto Paraguay Alkaline Province show compositions of Fe-Ti spinels (Magnetite-Ulvöspinel Series), corresponding to crystallization temperatures of approximately 600°C and low $f\text{O}_2$, while ilmenites (Ilmenite-Hematite Series) are indicative of formation at up to 800°C and $f\text{O}_2$ higher than those of the spinels.

CAPITULO I – INTRODUÇÃO

I.1 - Considerações Preliminares

Na área compreendida pelos paralelos 20°00' e 23°00' S e meridianos 54°00' e 58°30' W, situa-se a região mais meridional do Pantanal matogrossense em território brasileiro, cuja ocorrência de rochas alcalinas é conhecida desde fins do século XIX a partir dos trabalhos pioneiros de Evans (1894). Essas ocorrências caracterizam-se pela existência de formas de relevo colinoso, destacando-se na imensidão da planície do Pantanal, resultado da ação de longos processos erosivos que exumaram os corpos atualmente conhecidos como Província Alcalina do Alto Paraguai.

A localização genérica desses corpos distribui-se ao longo do rio Paraguai, em área limítrofe entre o Brasil e a República do Paraguai (Figura 01).

Conforme Alvarenga *et al.* (1982), toda essa região, é submetida a sucessivos regimes de cheias do rio Paraguai, durante os meses de novembro a março que inunda, via de regra, quase toda a área compreendida pela unidade geomórfica conhecida como "Planícies e Pantanaís Mato-Grossenses".

A porção sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, região onde está inserida a área supra delimitada, não foi favorecida no que diz respeito ao desenvolvimento da pesquisa de recursos minerais e do conhecimento geológico durante a primeira metade deste século, uma vez que as áreas alagadas dificultam sobremaneira os estudos geológicos potenciais. A exceção à essa regra ocorre em área adjacente à cidade de Corumbá, Morro de Jacadigo, onde Fonseca (1880, apud Araújo *et al.*, 1982) relata ocorrências de itabirito e rochas associadas, detalhadas principalmente nos trabalhos desenvolvidos por Dorr II (1945). Posteriormente, essas ocorrências revelaram imensos jazimentos de ferro e manganês ainda hoje explorados.

As grandes distâncias dos principais centros comércio-industriais do país também serviram como entrave à evolução dos estudos geológicos daquela área. Contudo, dentro desse quadro de dificuldades generalizadas, sobressaíram-se os trabalhos desenvolvidos por Lisboa (1909), Almeida (1943 e 1945), entre outros.

Os principais aspectos que se relacionaram com o povoamento e colonização de Porto Murtinho e regiões adjacentes estiveram ligados à implantação da cultura de erva mate em fins do século XIX na parte mais meridional da então "Província de Mato Grosso".

Em meados da década de 50, muitos núcleos populacionais já se haviam constituídos, resultantes da fixação do homem ao meio, efetuada durante a implantação da cultura da erva-mate (*Ilex Matogrossensis*), proveniente da República do Paraguai e extensamente desenvolvida na região, associado ao fato de ocorrer uma colonização mais densamente distribuída, povoada por contingentes de migrantes oriundos do sul do país, atraídos pelos solos férteis de terra roxa do Planalto de Maracajú. Sobrevieram desse período, os trabalhos mais relevantes do ponto de vista de uma tentativa de caracterização geológica preliminar, tendo sido desenvolvidos principalmente por Almeida (1964, 1965 e 1971).

Da necessidade de um melhor conhecimento de suas potencialidades minerais, surgiram então os Projetos Bodoquena (Corrêa *et al.* 1976) e Bonito-Aquidauana (Nogueira *et al.* 1978), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, cujos trabalhos caracterizaram-se por apresentar uma revisão das proposições de Almeida, acerca do arcabouço geológico/estratigráfico da região enfocada.

Os dados levantados nesses dois projetos foram complementados e ampliados pelo Projeto Radambrasil (Araújo *et al.* 1982), o que resultou na elaboração de mapas geológicos do sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, escala ao milionésimo, utilizados até o presente momento, como ferramenta indispensável para expedições geológicas no âmbito regional e também como base para maiores detalhamentos.

I.2 – Objetivos

A decisão de se efetuar trabalhos em corpos alcalinos da Província do Alto Paraguai, deveu-se principalmente à sua importância no contexto geológico/geotectônico, já que ela se constitui na atividade alcalina mais ocidental e mais antiga até então conhecida, da borda da Bacia do Paraná. Devido à natureza agpaítica de algumas de suas manifestações, devem ocorrer, associadas, possibilidades de mineralização em U, Th, Ta, Nb, Zr, Hf e REE (Gomes *et al.*, 1996) e ainda, pela carência de estudos geológicos que caracteriza todo o Estado de Mato Grosso do Sul e parte oriental da República do Paraguai, notadamente os corpos alcalinos da Província Alto Paraguai, onde os trabalhos mais simples, tornam-se contribuições significativas, dado o seu caráter pioneiro e fundamental.

Foram estabelecidas também como prioridades fundamentais para este trabalho, uma melhor definição petrográfica dos litotipos alcalinos ora em estudo, assim como o seu comportamento petrográfico e a caracterização das atividades pós-magmáticas que afetaram essa província.

Pretendeu-se ainda efetuar prioritariamente o estudo sistemático do quimismo dos principais minerais formadores de rochas dessa província e adicionalmente apresentar uma contribuição ao conhecimento petrográfico e do quimismo mineral dos seguintes corpos: São Pedro, Porto Conceição, Morro Conceição e Morro Distante, descritos pela primeira vez neste trabalho.

I.3 – Localização e Vias de Acesso

A província alcalina do Alto Paraguai está inserida no extremo sudoeste do Brasil (Estado de Mato Grosso do Sul), fronteira com a República do Paraguai, mais precisamente, entre as seguintes coordenadas: 21°10' e 23°25'S e 57°10' e 58°00'W.

Especificamente situa-se dentro dos limites da Folha SF-21-Campo Grande do encarte cartográfico internacional (Figura 01).

A distância aproximada de Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul é de aproximadamente 400 km no sentido sudoeste. As principais conexões que permitem acesso à essa área (BR-267 e 163), com proveniências de São Paulo e Campo Grande, respectivamente, e BR-419, com traçado atingindo a cidade de Aquidauana afluem diretamente para a BR-267, especialmente no trecho compreendido entre as localidades de Jardim e o ponto final da rodovia, na cidade de Porto Murtinho, à margem esquerda do rio Paraguai.

O acesso aos corpos alcalinos ocorre sempre através do rio Paraguai e por áreas alagadas, baías (lagos) e “corixos” (canais que interligam drenagens e/ou baías). A distância estimada da área de maior concentração de corpos alcalinos é de cerca de 40 km a norte da cidade de Porto Murtinho, enquanto os outros corpos aflorantes nas áreas central e sul distam cerca de 6 e 12 km respectivamente, dessa localidade (Figura 01).

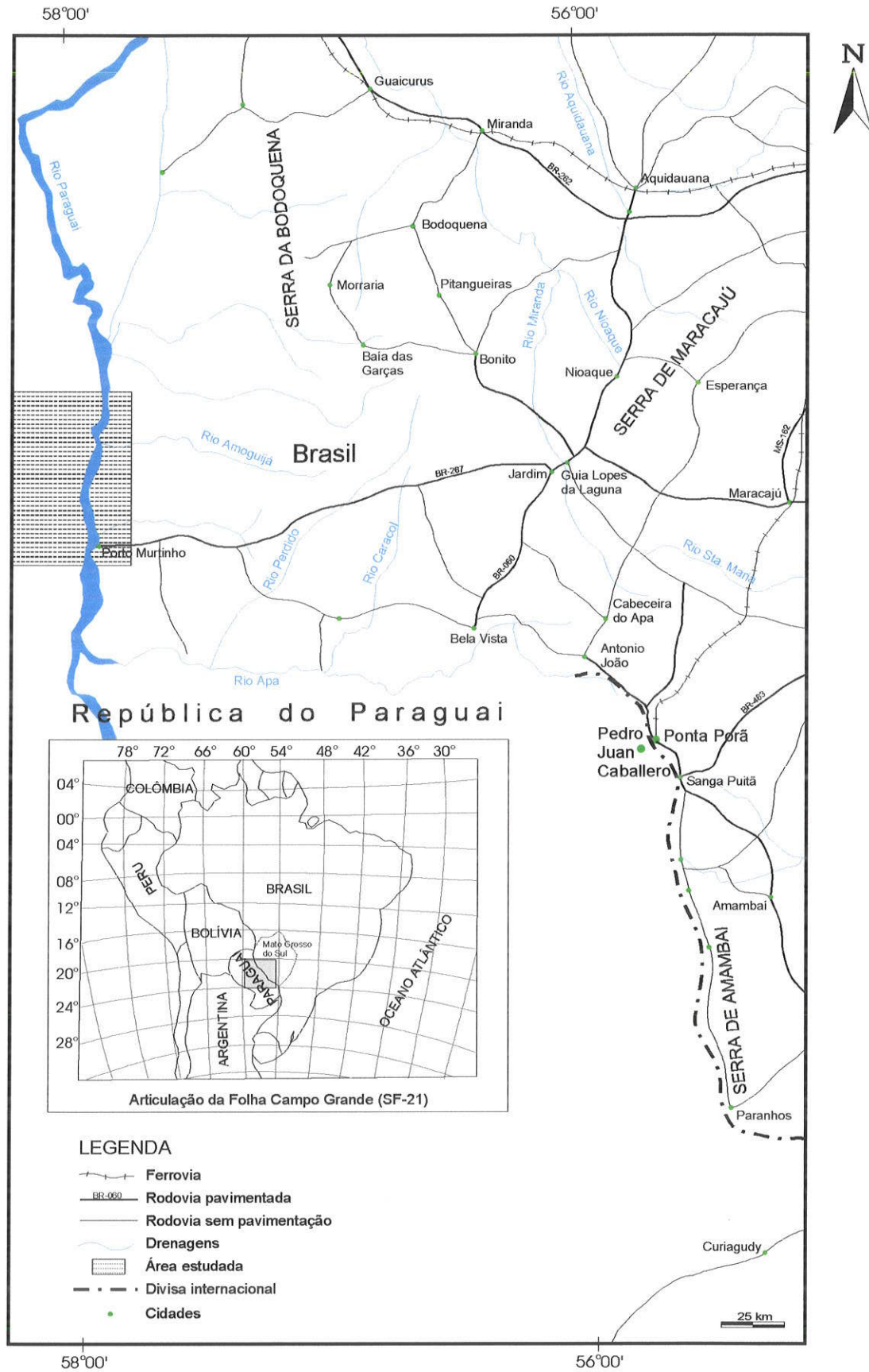


Figura 01: Mapa de localização e vias de acesso. Fonte: Guia de estradas Quatro Rodas, Ed. Abril, 1999.

I.4 – Métodos de Trabalho

Os métodos de trabalho empregados nesta pesquisa foram os seguintes:

- 1) estudos bibliográficos regionais e temáticos sobre as rochas alcalinas sódicas da região de Porto Murtinho (MS).
- 2) trabalhos laboratoriais compreendendo o estudo preliminar das ocorrências alcalinas contidas nas folhas topográficas distribuídas da seguinte forma: no lado brasileiro, a base topográfica disponível são as folhas elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico, na escala 1:100.000, mais especificamente refere-se às folhas topográficas SF-21-V-D-II – Barranco Branco e SF-21-V-D-Y – Porto Murtinho, enquanto que no território paraguaio, as cartas topográficas são de procedência do DSGM daquele país, escala 1: 50.000, e englobam principalmente as articulações (Hoja 5378 III -Puerto Guarani, Hoja 5377 IV – Puerto María Auxiliadora e Hoja 5377 III – Puerto Tres Palmas).
- 3) Interpretação de mosaicos semi-controlados SLAR-Radambrazil, Folha SF-21-V-D.
- 4) análises petrográficas, análises químicas via microsonda eletrônica, confecção de fotomicrografias, análise modal e elaboração final deste trabalho. Descrições metodológicas específicas são efetuadas no decorrer do capítulo 4.
- 5) determinação do quimismo mineral por microsonda eletrônica e estimativas de temperatura de cristalização para nefelinas, espinélios e ilmenitas.

I.4.1 – Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo iniciaram-se em setembro de 1997 e tiveram continuidade em julho de 1998, perfazendo um total de 24 dias. Foram descritos 77 afloramentos, com coleta de amostras para petrografia, e geoquímica, os quais, somados aos 109, estudados por Velázquez (1996), totalizam 186 afloramentos.

Portanto, fica evidenciado que as amostras coletadas por aquele autor para fins de química de rochas e geocronologia, foram inteiramente aproveitadas neste trabalho, que pode ser perfeitamente entendido como uma continuidade e/ou extensão dos trabalhos levados a efeito por aquele autor.

A primeira etapa constou de reconhecimento geológico regional preliminar dos principais afloramentos que compõem os corpos alcalinos da Província do Alto Paraguai, com coleta de amostras. Na etapa subsequente, priorizou-se o mapeamento dos corpos ainda não atingidos nos trabalhos efetuados por Velázquez (1996), com amostragem sistemática.

Destaca-se a grande dificuldade de deslocamento encontrada na área, em função dos pântanos, campos alagados e "corixos" os quais, associados a uma vegetação constituída quase que unicamente por espinhais (caraguás e urtigas entre outras), muitas vezes tornam os caminhamentos extremamente difíceis, não se permitindo atingir os corpos alcalinos da parte oriental da área.

1.4.2 – Estudos Petrográficos

Do universo de amostras utilizadas, cento e cinquenta foram selecionadas macroscopicamente e remetidas ao laboratório de laminação do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo para fins de petrografia convencional. Destas, trinta e uma delas foram escolhidas por sua representatividade em relação aos diversos corpos investigados, com a finalidade específica de estudos do quimismo dos minerais.

Na realização dos trabalhos petrográficos de rotina e execução de fotomicrografias foram utilizados os microscópios tipo OLYMPUS e AXIOPLAN, do laboratório de óptica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Para uma melhor caracterização das descrições petrográficas efetuadas, a bibliografia consultada incidiu sobre as obras clássicas do gênero, que possuem material descritivo fartamente ilustrado para texturas, estruturas e paragêneses

minerais tais como: Williams *et al.* (1954), Turner & Verhoogen (1960), Hyndman (1972), Tröger (1979), Bard (1980), MacKenzie *et al.* (1982), da mesma forma que a nomenclatura adotada obedeceu aos princípios de classificação de rochas ígneas, com base em critérios mineralógicos (modais e/ou normativos) e texturais internacionalmente aceitos, principalmente àqueles descritos em: Streckeisen (1976), Le Maitre (1989), Sørensen (1979, 1986) e De La Roche (1986).

Neste trabalho, em todas as referências texturais/estruturais com respeito à granulação das rochas aqui consideradas, foram utilizados os critérios recomendados por Williams *et al.* (1954), abaixo transcritos:

maior que 30mm = muito grossa

entre 5 e 30mm = grossa

entre 1 e 5 mm = média

menor que 1mm = fina

Os trabalhos de análise modal foram executados conforme procedimentos descritos em Chayes (1949), sendo, em média, quantificados cerca de 2000 pontos por seção delgada. A composição modal obtida foi então representada em diagramas QAP convencionais, fundamentados em normatização recomendada pela subcomissão de sistemática de rochas ígneas da IUGS.

I.4.3 – Química Mineral

As trinta e uma amostras triadas foram preparadas para estudos de química mineral no Laboratório de Tratamento de Amostras do Departamento de Mineralogia e Geotectônica da Universidade de São Paulo, onde são efetuadas seções delgadas polidas e são nelas acrescentadas, um recobrimento de fina película de carbono por metalizador automático.

As análises foram realizadas no Laboratório de Microsonda Eletrônica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, tendo sido efetuado em equipamento JEOL-JXA-8600S contendo cinco espectrômetros, automatizado com

um sistema TRACOR e com um programa que corrige automaticamente os dados para radiação de fundo (drift) e efeitos de matriz (fluorescência secundária, número atômico e absorção de massa). As condições de trabalho desse equipamento foram as de rotina do laboratório e são sumarizadas a seguir: potencial de aceleração de 15kV e 20nA para a corrente do feixe eletrônico, com diâmetro do feixe incidente de 5 μ .

As análises efetuadas em minerais silicáticos resultaram nos seguintes óxidos: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, FeO_{total}, NiO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O e Cl, enquanto que àquelas realizadas em minerais opacos permitiu a obtenção dos seguintes óxidos: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, FeO_{total}, NiO, MnO, MgO, CaO, Nb₂O₅ e ZnO.

Como metodologia intrínseca ao estudo das variações químicas dos cristais, foram efetuadas leituras obedecendo aos critérios práticos, relativamente às posições de centro e borda dos grãos, sempre levando-se em conta as suas dimensões.

As fórmulas estruturais e demais transformações catiônicas e moleculares dos minerais analisados por WDS e alguns por EDS foram executadas pelo programa MINPET (Richard, 1995).

Os dados analíticos brutos encontram-se listados nas tabelas 12.0 a 12.23 para feldspatos, 13.0 a 13.10 para feldspatóides, 14.0 a 14.16 para anfibólios, 15.0 a 15.16 para piroxênios, 16.0 a 16.10 para biotitas, 17.0 a 17.5 para magnetitas e 18.0 a 18.1 para ilmenitas.

CAPÍTULO II - GEOLOGIA REGIONAL

A região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul é definida na literatura geológica como uma associação de litotipos variados, ocorrendo desde gnaisses graníticos e TTG (tonalítico-trondhjemitico-granodiorítico) de idade atribuída ao Arqueano e/ou Paleoproterozóico, representadas pelo Complexo Rio Apa (Araújo *et al.* 1982), rochas máfico-ultramáficas de idade desconhecida e intrusivas granítico-granodioríticas do Mesoproterozóico.

Diversas contribuições foram importantes para a evolução do conhecimento geológico na parte brasileira desse segmento crustal, dentre os quais, podem ser destacados relevantes trabalhos como os de: Evans (1894), Derby (1895), Lisboa (1909), Oliveira (1915), Oliveira e Leonardos (1943), Almeida (1945, 1965), Dorr II (1945), Guimarães (1958), Moraes (1958) e Putzer (1958), enquanto que no lado paraguaio, somam-se em importância os trabalhos pioneiros de Eckel (1959), Hutchinson (1979-1980) e Wiens (1986), sendo que todos eles procuraram, em primeira instância, caracterizar as principais ocorrências geológicas das porções sudoeste brasileira e nordeste paraguaia.

Nesse âmbito, Almeida *et al.* (1967) efetuaram mapeamento geológico da parte sudoeste do Estado de Mato Grosso, incluindo no "Complexo Cristalino Brasileiro", litologias tais como: gnaisses, granitos intrusivos, anfibolitos, quartzitos e mica xistos, com idade atribuída ao Pré-cambriano Inferior. As rochas de natureza vulcanoclástica, os quartzo-pórfiros e piroclásticas associadas existentes nesse segmento crustal, foram estimadas como pertencentes ao Pré-cambriano Superior.

Corrêa *et al.* (1976) refere-se às rochas gnáissicas e graníticas associadas que compõem o embasamento metamórfico daquela região, como fazendo parte do Complexo Basal, inserido na unidade geotectônica denominada "Cráton do Guaporé", denominação esta, utilizada em trabalhos de mapeamento geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, nas décadas de 60/70. Definem ainda um conjunto de rochas designados "Associação Metamórfica do Alto Tererê, composta por rochas de natureza parametamórfica, de idade Pré-cambriana

Superior. Esse conjunto compreende associações petrográficas diversas, descritas a seguir: I) biotita gnaisses finos de fácies anfíbolito, II) quartzitos e mica xistos de fácies anfíbolito, rochas metabásicas de fácies xistos verdes e III) granada gnaisses, mica xistos e quartzitos de fácies epidoto-anfíbolito. Os autores correlacionaram este conjunto de rochas ao Grupo Araxá, alegando semelhanças em termos petrográficos, de posicionamento estratigráfico/ estrutural e de metamorfismo.

Nogueira *et al.* (1978), Olivatti & Correia Filho (1981), Santos & Loguercio (1984), dentre outros, em trabalhos de mapeamento geológico naquela região, admitem a existência da “Associação Metamórfica do Alto Tererê” com ressalvas específicas a respeito de sua idade e constituição.

Araújo *et al.* (1982) efetuaram estudos geocronológicos em meta-vulcanitos ácidos a intermediários e piroclásticas associadas, pertencentes ao Grupo Amoguijá de Almeida, (1965), tendo encontrado valores de 1.650 ± 63 Ma com razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,702 \pm 0,004$ e 1.600 ± 40 Ma e razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,707 \pm 0,004$ para as rochas ácidas plutônicas e subvulcânicas, sendo estas últimas separadas por aquele autor em um conjunto de rochas denominadas “Suíte Intrusiva Alumiador”.

Silva (1998) em mapeamento geológico (esc. 1:100.000) de parte da região da Serra da Alegria, nordeste da cidade de Porto Murtinho (MS), descreve litologias pertencentes ao Complexo Rio Apa, compostas por gnaisses polimetamórficos, metagranitóides intrusivos do tipo TTG (гнаisses e granitóides tonalíticos, trondhjemíticos e granodioríticos), provavelmente formados por anatexia crustal arqueana. Ocorrem também segundo aquele autor, rochas supracrustais com características de greenstone belts, metabásicas/ anfíbolíticas, com estrutura de pillow-lava e tendências toleíticas de fundo oceânico, associadas com xistos e metatufos básicos. Essa sequência representaria um estágio de formação e colapso tectono-metamórfico da bacia oceânica (retro-arco) de idade arqueana ou paleoproterozóica. Este autor identifica na área uma intrusão diferenciada gabro-anortosítica-granofírica denominada de Serra da Alegria em função da expressão topográfica homônima, de idade paleo a mesoproterozóica, colocada em regime de estabilidade crustal, que produziria como fase final de cristalização, as rochas metavulcânicas ácidas apresentando indícios de dois processos de mistura e

contaminação distintos: o primeiro predominantemente constituído de gabros e anortositos com características toleíticas e processos de fracionamento/diferenciação magmáticos; o segundo, constituído de granófiros diversos, com tendências alcalinas, sendo inferido como de derivação crustal. São citados ainda ocorrências de metavulcanitos e subvulcanitos ácidos e básicos. Silva (1998) inclui um último evento regional na área que seria o responsável pelo desenvolvimento da faixa móvel de idade mesoproterozóica "Associação Metamórfica do Alto Tererê". São indicadas ocorrências isoladas de Cu, Au, metais base em metabasitos, platinóides em gabros ricos em Cr e ainda cromititos estratiformes e sulfetos do tipo Ni-Cu-Fe.

São descritos regionalmente, tufos calcários, travertinos com gasterópodos e conglomerados com cimento calcítico e calcários concrecionários, definidos por Almeida (1943) como Formação Xaraiés, tendo sido reconhecida nos trabalhos de Correa *et al.* (1976) e Nogueira *et al.* (1978), assim como os depósitos de vasas, areias e argilas definidos por Oliveira & Leonardos (1943) como Formação Pantanal. A idade estimada para essas duas unidades é pleistocênica.

A área sob estudo inclui-se no contexto geotectônico denominado Cráton Amazônico em sua porção mais meridional, mais precisamente, dentro dos limites da Província Tapajós, Sub-Província Madeira (Amaral, 1984). Trata-se de um segmento crustal circundado a norte e a oeste pela sedimentação terciário-quadernária da Bacia Pantanal/Chaco, a leste pela Faixa de Dobramentos neo-Proterozóica "Paraguai" e a sul pelo graben denominado "Bajo de San Pedro" (Fulfaro, 1996). A situação da área e sua geologia estão sintetizados no mapa geológico proposto por Araújo *et al.* (1982), (Figura 02). Nesse mapa, as rochas alcalinas da Província do Alto Paraguai destacam-se ao longo do rio homônimo com a designação Alcalinas Fecho dos Morros (porção oeste do mapa). No lado paraguaio optou-se por um esboço geológico mais atualizado em relação aos trabalhos de Hutchinson (1979) e Wiens (1986) entre outros, representado pelo esquema proposto por Velázquez *et al.* (1998), reproduzido na figura 03.

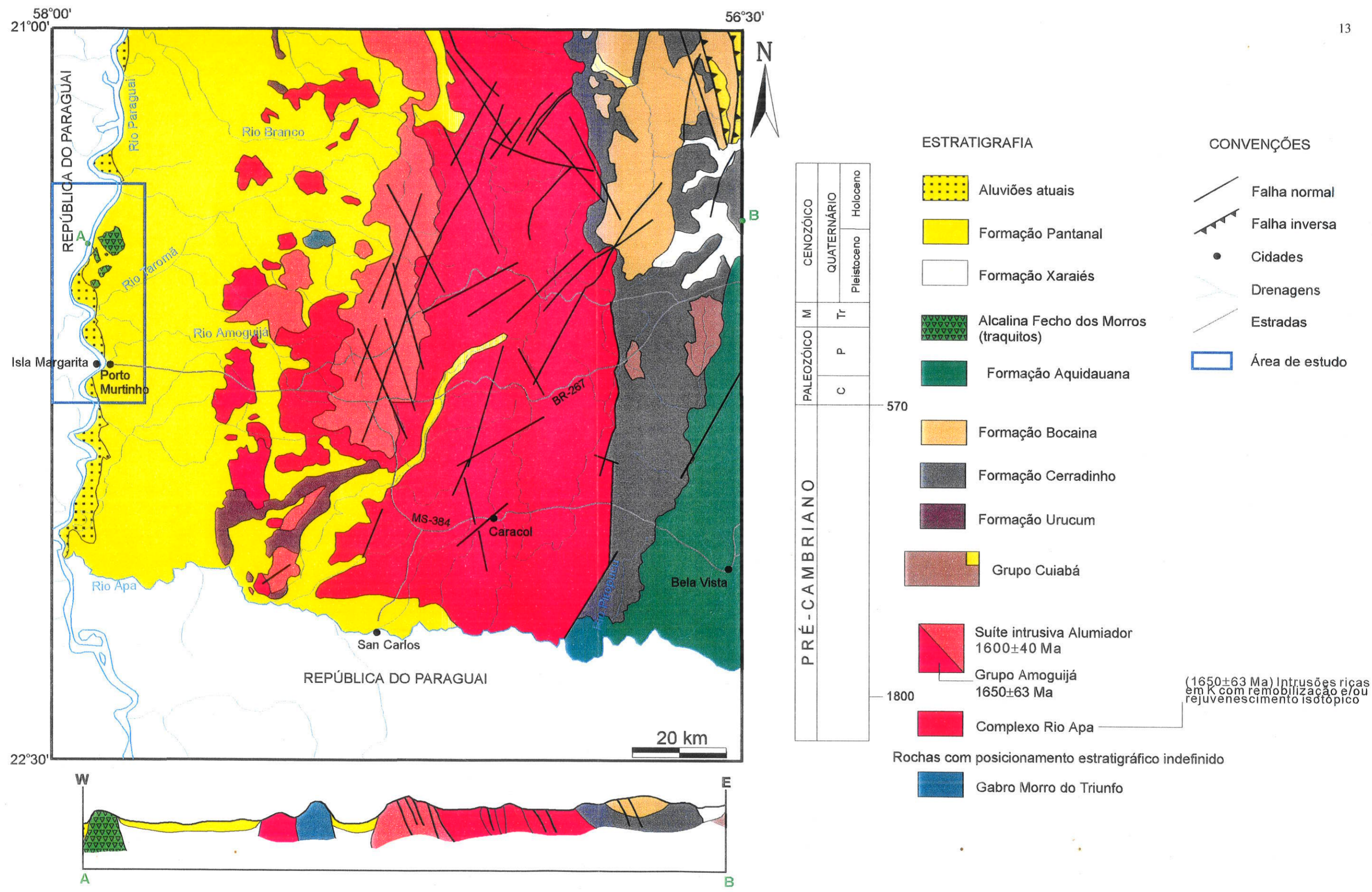


Figura 2: Esboço geológico simplificado da região de Porto Murtinho (MS) segundo Araújo et al. (1982).

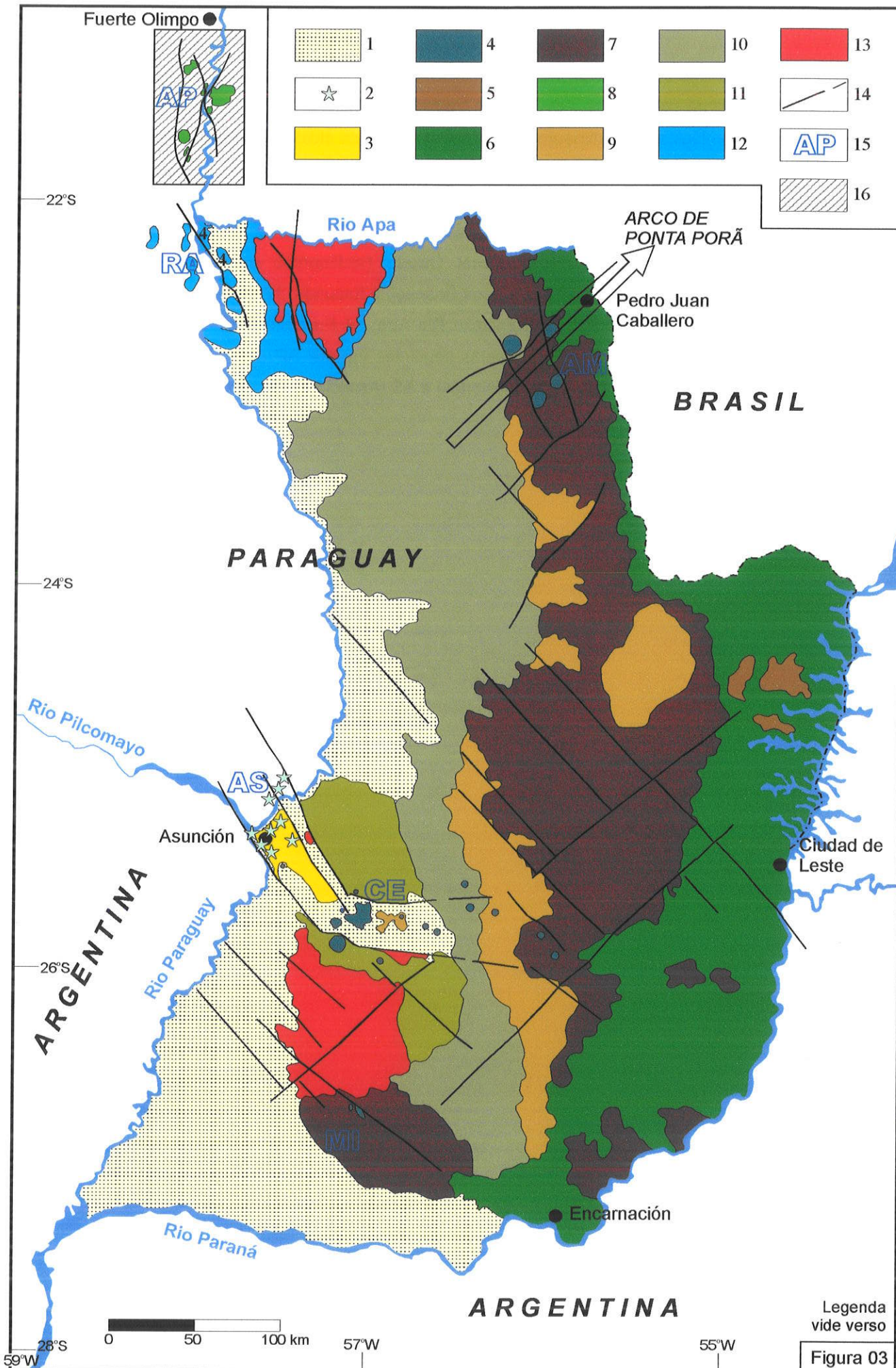


Tabela 01 – Quadro comparativo das colunas estratigráficas do Pré-Cambriano ao Cretáceo da Parte mais Meridional do Cráton Amozônico – Região do Rio Apa.

ALMEIDA (1965)			CORREIA <i>et al.</i> (1976)			NOGUEIRA <i>et al.</i> (1978)			ARAÚJO <i>et al.</i> (1982)			SILVA (1998)										
Idade	Unidade	Litologia	Idade	Unidade	Litologia	Idade	Unidade	Litologia	Idade	Unidade	Litologia	Idade	Unidade	Litologia								
Jurássico	Eruptivas Serra Geral	Rochas Alcalinas e diques de diabásio	K	Sao Bento/ Baurú	Arenitos, Basaltos e Conglomerados	Pré-Cambriano Superior	Grupo Cuiabá		Meta-Sedimentos	K	Baurú	Arenitos com níveis conglomeráticos	Paleo a mesoproterozoico	Suíte Intrusiva Alumniador	Meta-dacitos/riodacitos e meta-riolitos							
			J	Botucatu	Arenitos eólicos		Assoc. Metam. Do Alto Terere	Sub. Unid. 2	Quartzitos micaxistos granada – gnaisses e anfíbolitos (raros)	JK	Grupo São Bento	Fm Serra Geral				Basalto						
			Tr	Fecho dos Morros	Rochas alcalinas									Sub. Unid. 1	Biotita gnaisses hornblenda gnaisses e granada gnaisses subordinados		TR	Alcalinas Fecho dos Morros	Nefelina-sjenitos, sodolita nefelina sienitos e equiv. extrusivos			
			C	Tubarão	Arenitos, diamictitos		S-D	Grupo Paraná	Arenitos avermelhados	Intrusivas Diferenciadas Gabro-Anortosito Granofírica da Serra da Alegria	Granófiros diversos (Série Alcalina) Gabros e anortositos predominantes (Série Toleiítica)											
Cambriano	Grupo Cuiabá	Guaicurus	Arcósios	D	Paraná	Arenitos e pelitos						Complexo Basal	Biotita Gnaisses e Hornblenda Gnaisses	Pré-Cambriano Superior *	Rb/Sr 1600 ± 40 Ma	Suíte Intrusiva Alumniador	Biotita granitos, granófiros, granodioritos e rochas cataclásticas	Arqueano ou Paleoproterozoico	Seqüência Metavulcano – sedimentar Básica c/ características de Greenstone Belt	Metabasaltos, anfíbolitos c/ pillow lava, xistos e metatufo básicos		
		Tamengo	Calcário	S	Gr. Coimbra	Arenitos	Rb/Sr 1650 ± 30 Ma	Grupo Amoguijá	Protilos, Ruodacitos, tonalitos, brechas, vulcânicas, meta vulcânicas ácidas e intermediárias e tufo de lapathiriodacíticos.													
		Bocaina	Dolomitos	Pré-Cambriano no Superior	Gr. Corumbá	Siltitos, arenitos e folhelhos				Jacadigo	Fm. Santa Cruz				Jaspilitos, arcósios, etc							
		Cerradinho	Arenitos				Pré-Cambriano Inferior a Médio	Fm Urucum	Meta-conglomerado, meta-arcósios etc							Grupo Cuiabá	Meta-sedimentos					
Pré-Cambriano Superior	Fm Puga	Drifts, conglomerados e arenitos	Pré-Cambriano Inferior a Médio	Jacadigo	Fm Urucum	Meta-conglomerado, meta-arcósios etc				Grupo Cuiabá	Meta-sedimentos	Pré-Cambriano Inf. a Médio	Rb/Sr 1680 ± 30 Ma	Complexo Rio Apa	Gnaisses de natureza granítica a tonalítica com biotita, muscovita, epidoto, hornblenda e granada; granitos, monzonitos dioritos, granitos cataclásticos, anfíbolitos, leptinitos, xistos e granada e quartzitos			Complexo Rio Apa	Gnaisses TTG (Tonalítico-Trondhjemitico-Granodiorítico) Polimetamórficos.			
							Série Cuiabá	Filitos, xistos, quartzitos, metaconglomerados Metagrauvas Marmores e intrusivas graníticas	Fm. Santa Cruz							Jaspilitos, arcósios, etc	Intrusivas Básicas			Troctolitos e anfíbolitos		
																					Fm Caditueus	Arcósios conglom. Arenitos e siltitos.
Pré-Cambriano Inferior	Complexo Cristalino Brasileiro	Xistos, gnaisses quartzitos anfíbolitos e intrusões de granitos	Pré-Cambriano Inferior a Médio	Jacadigo	Fm Urucum	Meta-conglomerado, meta-arcósios etc	Grupo Cuiabá	Meta-sedimentos	Pré-Cambriano Inf. a Médio	Rb/Sr 1680 ± 30 Ma	Complexo Rio Apa	Gnaisses de natureza granítica a tonalítica com biotita, muscovita, epidoto, hornblenda e granada; granitos, monzonitos dioritos, granitos cataclásticos, anfíbolitos, leptinitos, xistos e granada e quartzitos	Complexo Rio Apa	Gnaisses TTG (Tonalítico-Trondhjemitico-Granodiorítico) Polimetamórficos.								

CAPÍTULO III – GEOLOGIA LOCAL

III.1 - Aspectos Fisiográficos

Estudos geomorfológicos pioneiros foram efetuados por diversos autores em meados do século XX no qual Almeida (1959) definiu uma unidade geomórfica constituída por extensa planície, com cotas altimétricas inferiores a 400m, entrecortada pelo rio Paraguai e seus afluentes, denominando-a de “Depressão Paraguaia”.

Alvarenga *et al.* (1982) separaram os seguintes conjuntos geomorfológicos na região limítrofe entre o Estado de Mato Grosso do Sul e a República do Paraguai: a) Planalto da Bodoquena, constituído em termos de relêvo pela serra homônima e *inselbergs* adjacentes, com predomínio de cotas altimétricas entre 400 e 650m. Litologicamente esse conjunto está representado por metassedimentos dobrados e metamorfizados na fácies dos xistos verdes; b) Depressão do Rio Paraguai, composto por superfície rebaixada, com cotas altimétricas entre 100 e 350m. Sob esta denominação estão reunidos os seguintes conjuntos geomórficos: Zona Cristalina Ocidental, Zona Serrana Oriental, Depressão Periférica do Miranda e Vale do Rio Apa, definidos por Almeida (1965). Em toda essa compartimentação, predominam o relêvos dissecados resultantes do recuo das escarpas da Bacia do Paraná; enquanto que as áreas sujeitas a inundações, com similitude de pântanos, foram denominadas de Planícies e Pantanais Mato-Grossenses, tal como anteriormente definida por Franco & Pinheiro (1982), onde altitudes situam-se entre 80 e 140m. Seus limites a oeste se dispõem adjacientemente à região chaquenha pertencente à República do Paraguai. Como se pode observar na (Figura 04), a área estudada está integralmente inserida na última província geomorfológica (Planícies e Pantanais Mato-Grossenses), cujas cotas altimétricas somente excedem 140m quando constituem o relevo residual exumando os conjuntos alcalinos da Província Alto Paraguai.

Almeida (1949) sustenta que os conjuntos geomórficos denominados Depressão Paraguaia, mapeados posteriormente por Alvarenga *et al.* (1982), como “Depressão do Rio Paraguai” e “Planícies e Pantanais Mato-Grossenses”, tiveram origem fundamentada principalmente em movimentos epirogenéticos, associadas à fraturamentos de blocos sub-meridianos, à partir do Cretáceo, com importante transgressão marinha no Mioceno, incluindo a formação de um destacado delta do rio Paraguai, na região compreendida atualmente pelo país homônimo.

Alvarenga *et al.* (1982) salienta importantes reequilíbrios isostáticos que atingiram àquela região, em períodos pós-Cretácicos, soerguendo o cinturão andino e a borda ocidental da Bacia do Paraná, com consequente abatimento de toda a bacia hidrográfica do Rio Paraguai. O relevo residual (morros testemunhos) de rochas da Bacia do Paraná presente em áreas da Depressão do Rio Paraguai e Planícies e Pantanais Mato-Grossenses, atestam que a abertura daquela depressão ocorreu principalmente devido à erosão e recuo das escarpas da Bacia do Paraná.

O clima na região, classifica-se como o do tipo tropical úmido, comum a toda a região dos pantanais matogrossenses, cujo período de chuvas têm início mês de Setembro até maio, sendo mais intenso nos meses de Janeiro e Fevereiro (Nimer, 1989).

As fotos 01 e 02 ilustram, respectivamente, o aspecto geral da vegetação predominante na região do Morro Pão de Açúcar e o rio Paraguai, principal via de acesso aos corpos alcalinos da Província Alto Paraguai.

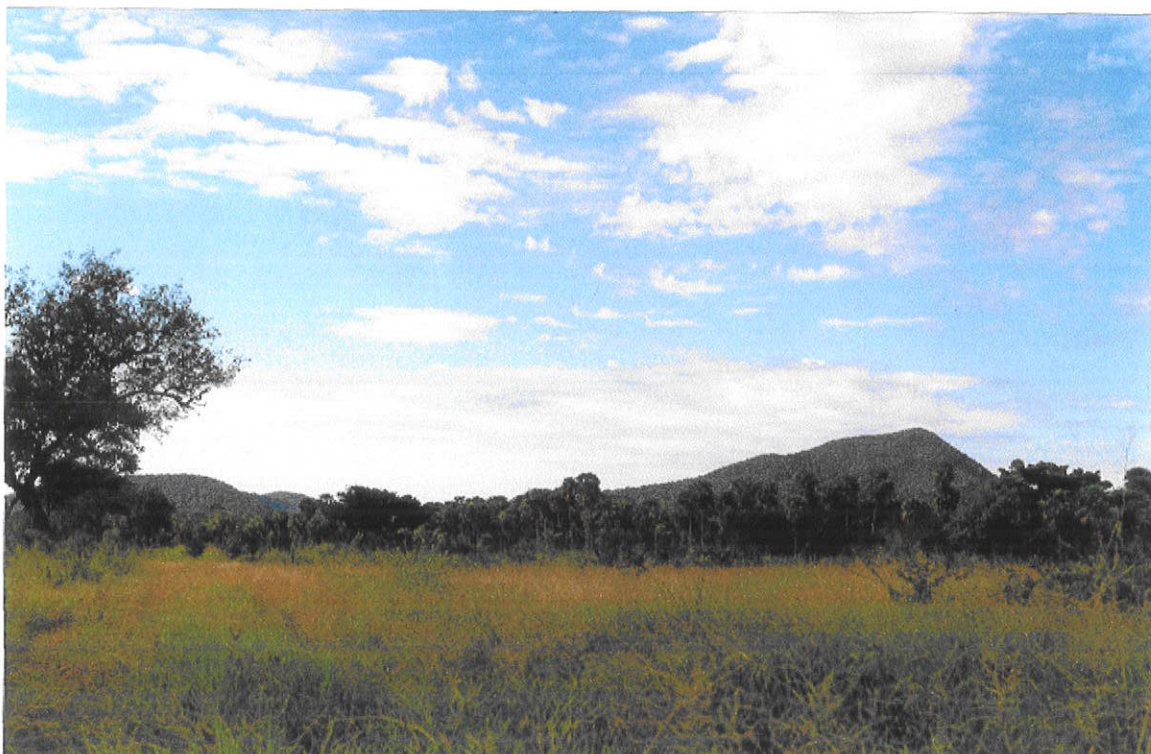
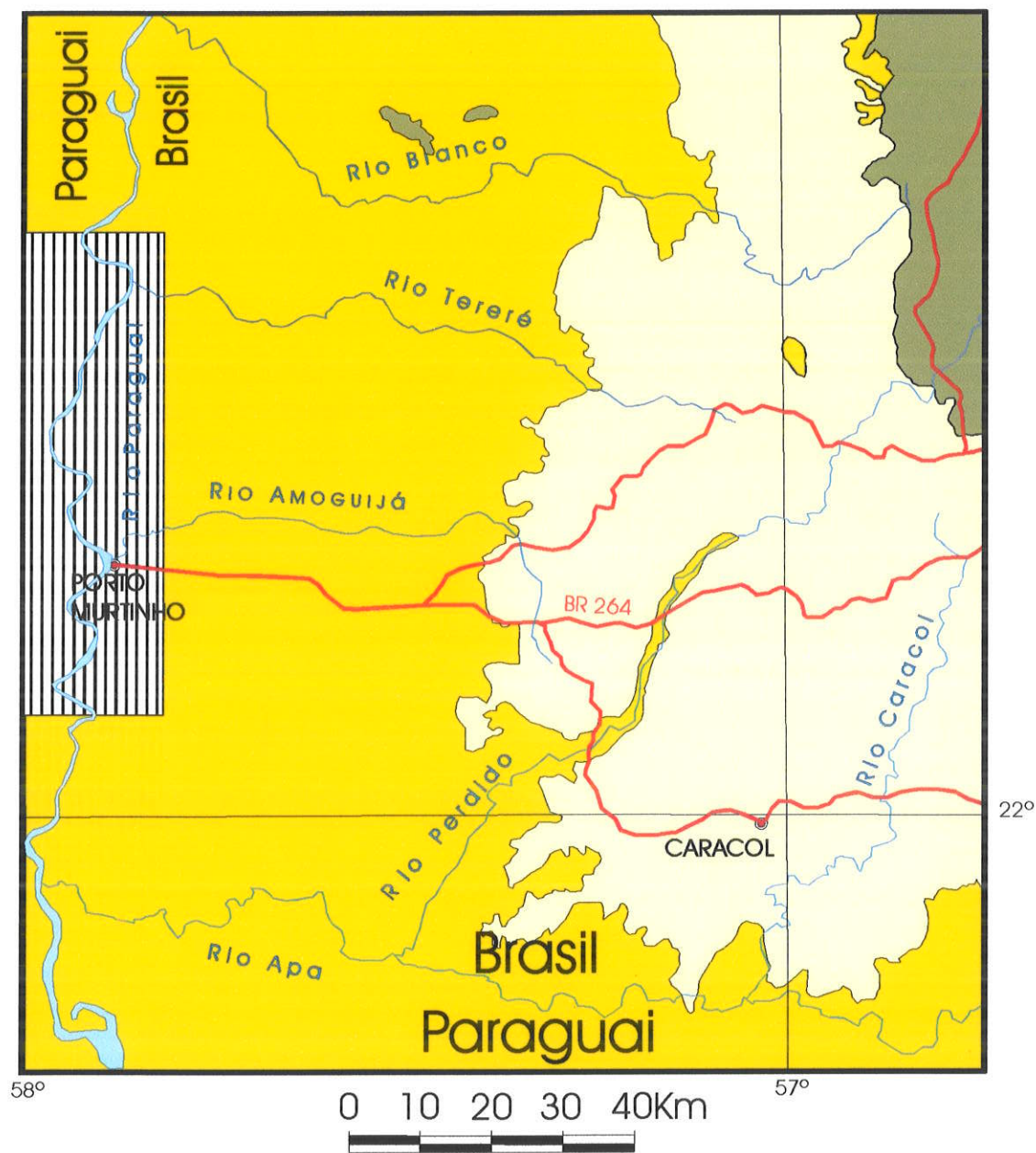


Foto 01 - Aspecto geral da intrincada vegetação de cerrado encobrendo área alagada nas proximidades do Morro Pão de Açúcar. Ao fundo, pode-se observar elevação homônima.



Foto 02 - Equipe de mapeamento transpondo pântano (encoberto pela vegetação) em direção aos "plugs" à SE da Ilha Fecho dos Morros (São Pedro, Morro Conceição e Morro Distante).



Legenda:





-  Planalto da Bodoquena
-  Depressão do Rio Paraguai
-  Planícies e Pantanaís Matogrossenses
-  Área Estudada

Figura . 04 - Contexto Geomorfológico Regional simplificado do extremo sudoeste do Mato Grosso do Sul, de acordo com Alvarenga *et. al.* (1982).

III.2 – Província Alcalina Alto Paraguai

A área enfocada caracteriza uma província magmática de natureza alcalina sódica, inserida no contexto geotectônico denominado Cráton Amazônico, Província Tapajós, Sub Província Madeira, no sentido de Amaral *et al.*(1966) e, Amaral (1984) em sua porção mais meridional, como reportado no capítulo anterior.

Petrográficamente as rochas desta província situam-se como sienitos nefelínicos, nefelina sienitos, sienitos, granito alcalino e seus equivalentes extrusivos. Suas características geoquímicas são marcadas por altos teores em Na e K, baixos em Cr, Ni, MgO e CaO e concentrações variáveis em TiO₂, P₂O₅, Rb, Ba, Zr, Hf e U. Maiores detalhes sobre a geoquímica global incluindo cálculos normativos e índice de alcalinidade podem ser encontrados em Velázquez (1996).

III.3 - Trabalhos Anteriores

A denominação “Província Alcalina do Alto Paraguai” é relativamente recente em termos de nomenclatura geológica das rochas ocorrentes na fronteira Brasil-Paraguai e foi inicialmente atribuída por Livieres & Quade (1987). Trata-se de designação utilizada para nomear corpos intrusivos e extrusivos anteriormente reconhecidos por Almeida (1983) como “Província Norte”, os quais já haviam sido sucintamente descritos em trabalhos prévios por Evans (1894), Derby (1895), Lisboa (1909), Moraes (1958), Guimarães (1958) e Milton & Eckel (1959).

Guimarães & Dutra (1962) efetuaram investigação geoquímica em rochas alcalinas de diversas partes do Brasil, incluindo duas amostras de rochas alcalinas da localidade de Fecho dos Morros, tendo analisado os seguintes elementos: Nb, Zr, Y, Co, Ni, Ga, Be, V, Sc, Cr, La, Ba e Sr. Essas rochas foram classificadas petrograficamente como pulaskito (com relativamente elevada concentração de Zr) e foiaíto. Ressalta-se que o objetivo principal dos autores era conhecer a distribuição

dos elementos menores em rochas alcalinas brasileiras portadoras de feldspatóides e suas concentrações relativas (abundância).

Dados radiométricos K/Ar executados por Amaral *et al.* (1966) referem-se ao valor de 226 Ma para um nefelina sienito do Morro Pão de Açúcar, enquanto que Comte & Hasui (1971) registraram a idade de 209 Ma para uma rocha similar, da mesma localidade, também pelo método K/Ar.

Araújo *et al.* (1982) efetuaram estudos petrográficos em litotipos da Província Alcalina do Alto Paraguai, região do Morro Pão-de-Açúcar e Ilha Fecho dos Morros, tendo encontrado variedades tais como: nefelina sienitos, traquitos, biotita-egirina sienitos, egirina-arfvsonita sienitos, latito-andesitos e traquitos pórfiros. Ressalta-se aqui a concordância "in totum" dos autores supra-citados com as datações realizadas por Amaral *et al.* (1966) e Comte & Hasui (1971), estabelecendo uma época próxima a 220 Ma para a colocação do conjunto de corpos alcalinos por eles denominado "Alcalinas Fecho dos Morros". Araújo *et al.* (1982) interpretaram as idades determinadas por Amaral (1966) e Comte e Hasui (1971) como representantes do mais antigo fenômeno de reativação da Plataforma Sul Americana, com intrusões alcalinas associados à movimentações da borda ocidental da Bacia do Paraná.

Velázquez *et al.* (1993), estabeleceram os seguintes valores para os diversos corpos datados: Cerro Boggiani (PY) – 234 Ma (K/Ar em Anfibólio) e 223 Ma (Isócrona Interna); Pão de Açúcar – 248 Ma (K/Ar em Biotita); Ilha Fecho dos Morros – 225 Ma (Isócrona Interna); Cerrito – 253 Ma (K/Ar em Biotita); Cerro Siete Cabezas – 253 Ma (K/Ar em Biotita).

Velázquez (1996) descreve associações petrográficas tais como: nefelina sienitos, nefelina-sodalita sienitos, sienitos alcalinos, sienitos com quartzo, quartzo sienitos e eventualmente sienogranitos que envolvem desde assembléias mineralógicas fortemente insaturadas a supersaturadas em sílica. Refere-se ainda ao quimismo dos corpos da Província do Alto Paraguai como possuidor de clara tendência ligada a duas distintas séries de evolução: a primeira teria como termos menos diferenciados os sienitos alcalinos e como membros mais diferenciados os quartzo sienitos e sienogranitos, enquanto que a segunda evoluiria de nefelina sienitos para nefelina-sodalita sienitos. Este autor destaca ainda que os litotipos

menos diferenciados possuem baixa razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, o que indica ausência de contaminação do magma, ao passo que os termos mais diferenciados demonstram elevada razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, evidenciando processos de contaminação e/ou assimilação magmática.

As relações de contato dos corpos supra mencionados e suas encaixantes regionais, não podem ser visualizadas uma vez que os seus contatos litológicos encontram-se em áreas submersas (regiões alagadas) e/ou estão encobertos pela sedimentação terciário-quadernária da Formação Pantanal.

III.4 - Formas de Ocorrência do Magmatismo Alcalino do Alto Paraguai

Inúmeras ocorrências do magmatismo alcalino de idade Permo-Triássica associam-se à Província do Alto Paraguai e distribuem-se ao longo do Rio Paraguai, região limítrofe entre a República do Paraguai e o Estado de Mato Grosso do Sul, no Brasil. Elas constituem-se de corpos que variam em suas dimensões, compreendendo desde pequenos "plugs" e "stocks" (ex. Cerro Siete Cabezas) a maciços de dimensões batolíticas como o Morro Pão de Açúcar (Fotos 01 e 02, respectivamente).

Topograficamente, essas massas intrusivas estão representadas por pequenos "cerros" cujas cotas podem atingir até 300m, com exceção do Morro Pão de Açúcar (a maior expressão topográfica da região), com aproximadamente 500m de altitude. Essas manifestações alcalinas constituem-se nas únicas formas de relevo presentes nas imensas planícies do Pantanal matogrossense e Chaco paraguaio, provavelmente exumadas pela ação de longos processos erosivos.

Velázquez (1996) descreve o modo de ocorrência diversificada das rochas dessa província, ressaltando as características anelares dos "cerros" Siete Cabezas e Pão de Açúcar, associados a outros corpos em formas de diques e lavas, entre outros. Esse autor ainda estabelece a localidade de Puerto Coeyú como a área de maior concentração dos corpos alcalinos, onde se destacam ocorrências tais como

Pão de Açúcar, Ilha Fecho dos Morros, Morro de São Pedro e Morros da Fazenda Conceição no lado brasileiro e Cerrito em território Paraguai.

III.5 – Aspectos Tectônicos Vigentes Durante o Permo-Triássico

Tecer considerações a respeito da tectônica que prevaleceu no período compreendido entre o neo-Permiano e o eo-Triássico é tarefa das mais difíceis, especialmente quando não se possui evidências concretas dos eventos tectono-magmáticos e/ou metamórficos (amparadas em dados geofísicos, geoquímicos e geocronológicos) que dominaram a Plataforma Sulamericana nesse período. Apesar dessas dificuldades, pode-se, tentativamente, configurar o quadro tectônico estabelecido na passagem Paleozóico-Mesozóico.

O tema é complexo e polêmico, suscitando mais incertezas do que comprovações, porém, certas dúvidas podem ser exemplificadas por algumas questões anteriormente formuladas por pesquisadores que estudaram o Paleozóico na parte sudoeste do continente sul-americano, centradas principalmente na sua complexidade geológica-geotectônica, marcada por sucessivos episódios de plutonismo, vulcanismo, abertura e fechamento de oceanos, colagens de terrenos alóctones, metamorfismo e deriva de blocos crustais. Para uma revisão mais aprofundada, são aconselhados os trabalhos levados a efeito por Ramos *et al* (1986), Ramos (1988), Unternehr *et al.* (1988), Dalla Salda *et al* (1992a), Dalla Salda *et al* (1992b) Rapela *et al* (1992), Dalla Salda & Dalziel (1993), Dalziel *et al.* (1993), e Pankhurst (1999).

Dalla Salda & Dalziel (1993) relatam sucessivos episódios de colisão Laurentia-Gondwana durante o Paleozóico Inferior a Médio na região sudoeste da América do Sul, representados por magmatismo de arcos de ilha tais como: gabros,

quartzo dioritos, monzogranitos e granitos cálcio-alcálinos, ocorrendo ainda terrenos acrescionais associados às margens ativas.

Esses episódios de colisão teriam produzido as orogenias Tacônica e Acádica, responsáveis pelos orógenos Apalachiano (borda oriental do continente norte americano atual) e Famatiniano, tendo este último se desenvolvido no oeste argentino-leste chileno, prolongando-se desde Arequipa até os limites da Patagônia. Maiores detalhes podem ser encontrados nos trabalhos de Aceñola & Tosseli (1976) *in* Dalla Salda & Dalziel (1993), Ramos *et al.* (1986), Ramos (1988), Dalla Salda *et al.* (1992b), e Rapela *et al.* (1992), Dalla Salda & Dalziel (1993).

Mpodozis & Forsythe 1983, *apud* Ramos (1988) advogam uma colagem de terrenos metamórficos de Somuncura e do Maciço Deseado da Patagônia à margem do Gondwana durante o neo-Permiano, assim como outros terrenos de menor envergadura como os de Madre de Dios no sul do Chile, sofreram acresção ao supercontinente durante o neo-Paleozóico/eo-Mesozóico.

Hervé & Thiele (1997) *in* Dalla Salda & Dalziel (1993) reportam ainda eventos de deslocamento de terrenos ao longo de falhamentos transcorrentes durante o período Triássico.

Rapela & Kay (1988) enfatizam a extensa ocorrência de vulcanitos ácidos da Formação Choiyoi, ocorrentes na região compreendida pelo sul do Chile e sudoeste argentino, sustentando uma forte correlação desse magmatismo marcadamente extensional aos batólitos de Somuncura e da Patagônia Central.

Almeida (1967, 1969 e 1983) define um episódio de reativação crustal na Plataforma Sul Americana denominada "Reativação Wealdeniana", tendo lugar a partir do Carbonífero Superior cujos efeitos estenderam-se até o Eoceno, sendo caracterizada fundamentalmente pela reativação de antigos falhamentos, soerguimentos de arcos estruturais, abatimentos de bacias costeiras, acentuada subsidência da Bacia do Paraná, e, conseqüentemente, estreita relação com a quebra do Gondwana, deriva continental e magmatismo cretácico.

Zalán *et al.* (1987) e Milani (1997), postulam o final do último ciclo transgressivo-regressivo a afetar as bacias intracratônicas brasileiras e em particular a Bacia do Paraná no período compreendido entre o neo-Permiano a eo-Triássico, o

qual teria sido marcado pela sedimentação de “red beds” e pelo recuo do mar, descobrindo em definitivo, as áreas cratônicas da América do Sul.

Zalán (1990) admite como mecanismo deformacional da Bacia do Paraná, uma reativação condicionada pela estruturação brasileira, caracterizada por zonas de fraqueza crustal com direção NE/SW ou ocorrências de flexuras regionais ocasionando subsidências.

Livieres & Quade (1987) condicionam a ocorrência dos corpos alcalinos da Província Alto Paraguai ao Arco do Rio Apa que teria se formado desde o Proterozóico Superior.

Na concepção de Velázquez *et al.* (1996) e Gomes *et al.* (1996a), a ocorrência desses corpos estaria relacionada a uma margem cratônica, controlada por falhamentos de direção geral N-S, em razão do alinhamento dos corpos alcalinos ao longo do rio Paraguai. Nesse sentido, Ulbrich (1984) salienta o caráter marginal das ocorrências alcalinas ligadas à Bacia do Paraná, associando-as aos mecanismos que controlam a subsidência e soerguimento de suas bordas.

Velázquez (1996) com base em estudos isotópicos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e padrões de elementos terras raras sugere que as séries magmáticas definidas na Província Alto Paraguai, seriam oriundas de um único magma parental mantélico (basanítico), gerado à baixa $P_{\text{H}_2\text{O}}$, com alto grau de saturação em água (ocorrência de anfibólios e micas), com aportes corticais e raros processos de ação deutérica.

Veevers (1994) e Veevers *et al.* (1994) determinaram na margem Panthalassana da Província Gondwânica, a ocorrência de extenso magmatismo, representado no continente australiano pela unidade denominada Dundee/Emmaville correlacionando-o ao magmatismo ácido de Choiyoi, no continente sul-americano, sendo ambos com idade de aproximadamente 250 Ma. Mudanças paleoclimáticas, substituições da flora (Glossopteris por Dicroidium), modificações isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{34}\text{S}$ e mudanças de polaridade magnética são indicadas por Veevers *et al.* (1994) como elementos de definição do limite entre o Permiano e o Triássico para valores em torno de 250 Ma.

Milani & Ramos (1998) correlacionam as modificações impressas na morfologia da Bacia do Paraná, ao clímax da Orogenia Sanrafaélica (Neopermiana),

ênfatizando que o material vulcanogênico ocorrente na Formação Rio Bonito mapeado por Coutinho *et al.* (1991), pode ser perfeitamente correlacionável ao magmatismo Choiyoi do oeste argentino.

Correia & Bastos (1993) relacionaram as rochas alcalinas de Porto Murtinho (Província Alto Paraguai) ao Lineamento Transbrasiliano, cuja extensão em território brasileiro é distinguida pela zona de fraqueza crustal, com direção aproximada entre 40-45°, representado pelos campos diamantíferos de Aquidauana, de Coxim, do Taquari, do rio Araguaia, do Sono, do Tocantins, da Parnaíba e de Gurgueia; pelas províncias kimberlíticas de Redondão, do Uruçuí Preto, de Picos e alcalinas do sudoeste goiano, alcalina de Araguinha, basaltos e rochas ultrabásicas do Graben Jaibaras (Alto Parnaíba). Os lamprófiros e basanitos de Asunción são citados como exemplos do prolongamento do Lineamento Transbrasiliano em território paraguaio.

Sörensen (1986) reconhece que o grande número de ocorrências alcalinas continentais, estariam relacionadas à ambientes cratogênicos tensionais ou em regiões de domeamento, isentas de rifteamento. Em ambos os casos, os corpos alcalinos se estendem por faixas lineares, associados a bordas cratônicas o que parece ser o caso do magmatismo Alto Paraguai. Entretanto, alguns problemas permanecem insolúveis e podem ser exemplificados pelas seguintes questões:

- a) qual seria a relação petrogenética entre o vulcanismo ácido também do período Permo-Triássico de Choiyoi ocorrente no oeste do continente sul-americano e o magmatismo do Alto Paraguai? Da mesma forma, pode-se indagar se existe interrelacionamento destes (Alto Paraguai e Choiyoi), com o magmatismo de Karroo de idade Jurássica do continente Africano.
- b) o período Permo-Triássico representaria uma época na qual teria prevalecido alta atividade relacionada à fusão crustal, geração de magmas intra-placas, associados à um princípio de quebra do Gondwana?

Essas questões ainda não podem ser respondidas com exatidão, sendo que qualquer correlação formulada no atual estágio de conhecimento, face às informações disponíveis, são ainda consideradas hipóteses de trabalho e carecem de maior rigor científico para serem consideradas corolário. Portanto, neste trabalho, adota-se preferencialmente as interpretações geotectônicas efetuadas por Velázquez

(1996) e Gomes *et al.* (1996a) para o magmatismo da Província Alcalina Alto Paraguai, como controlado por falhamentos N-S, relacionado à borda do supercontinete gondwânico. Pode-se ainda acrescentar que as ocorrências de corpos alcalinos que constituem a Província Alto Paraguai, estão sempre associadas à lineamentos que controlam o rio Paraguai em alguns trechos de seu curso. Para melhor visualização desses aspectos, são mostrados nas figuras 05, 06-A e B os esquemas representativos desse modelo. Neles, ressalta-se respectivamente uma configuração esquemática de regiões intra-placa com alta sismicidade, reativação de antigas zonas de fraqueza e ocorrências alcalinas (Sykes, 1978) e as séries magmáticas relacionadas à espessura da litosfera em rifteamentos continentais e oceânicos e o desenvolvimento de alinhamentos tectônicos por reativação de falhamentos pretéritos e ainda a propagação de fraturas através da litosfera continental (Giret & Lameyre, 1985).

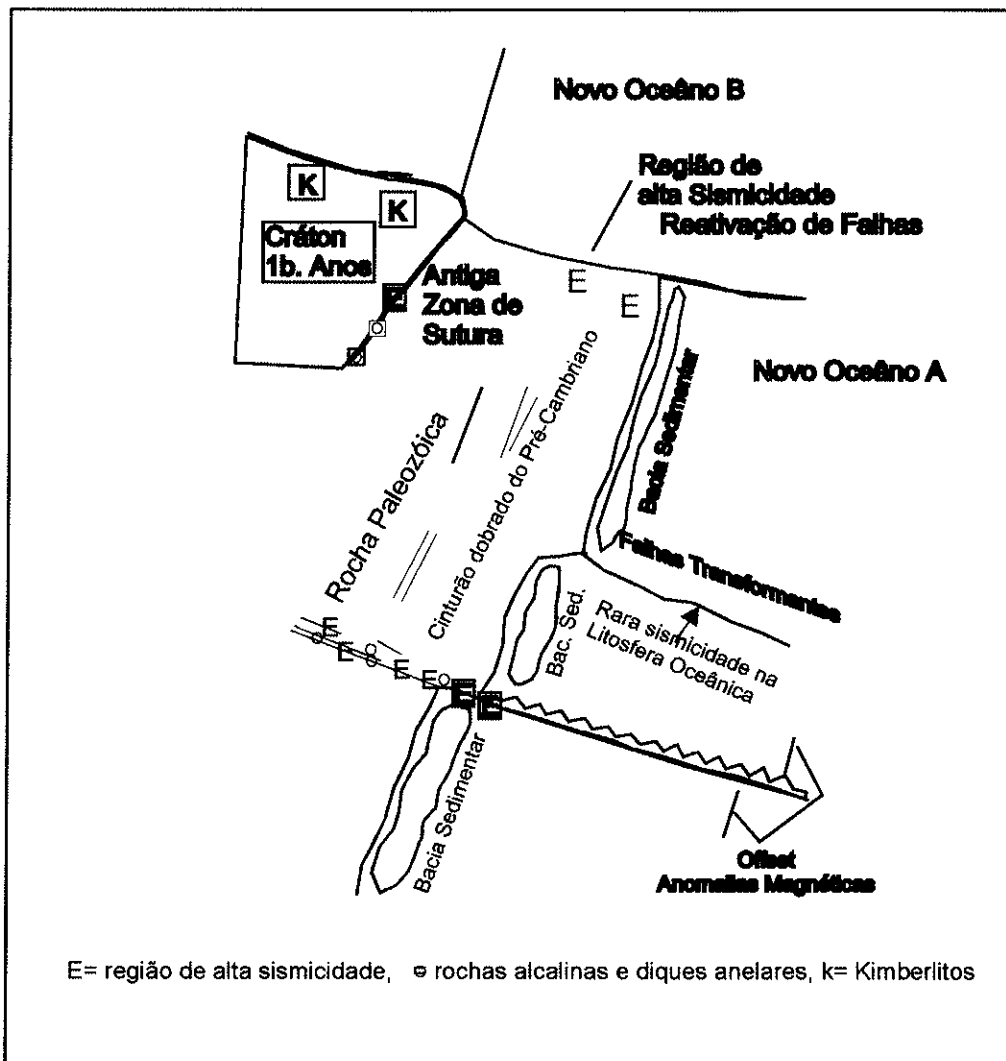


Figura 05 - Esquema ilustrativo de regiões representativas de alta sismicidade (intra-placa), reativação de zonas de fraqueza e colocação de magmas alcalinos na crosta terrestre (Sykes, 1978).

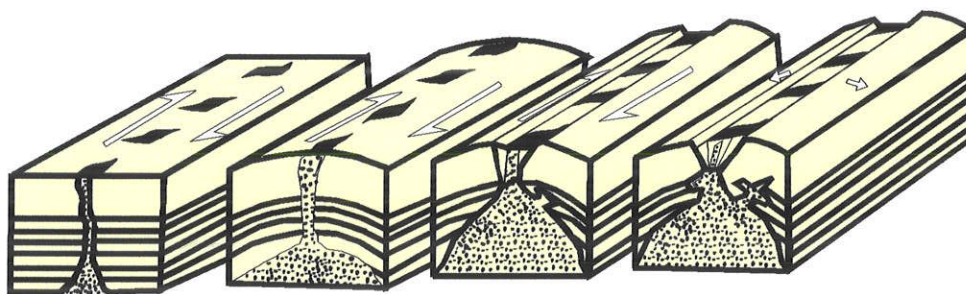
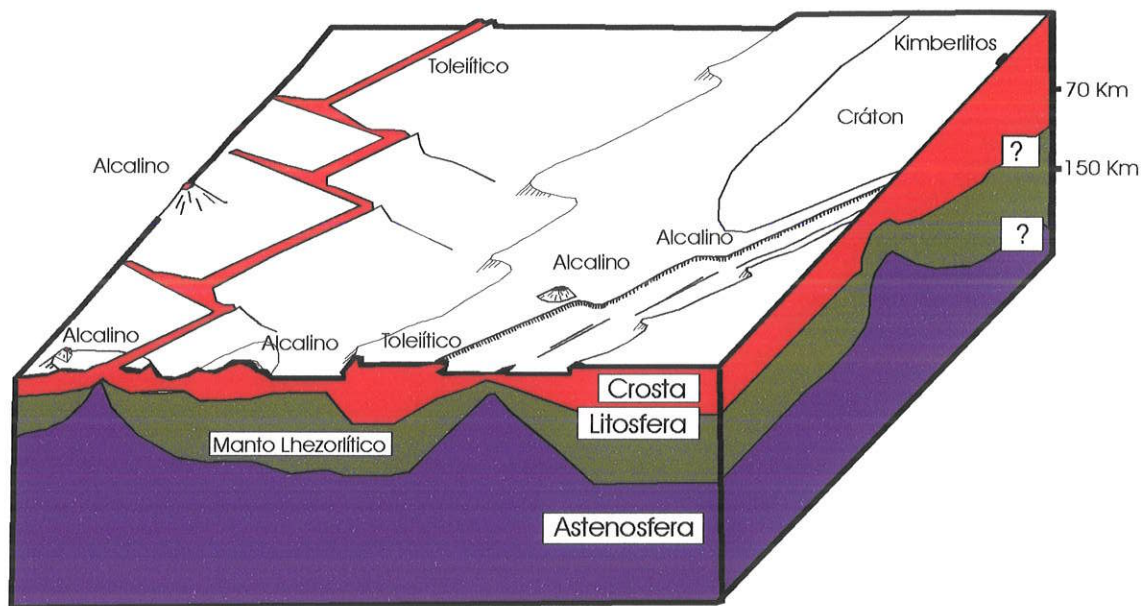


Figura 06 (A)- Representação esquemática mostrando as séries magmáticas relacionadas à espessura da litosfera em rifteamentos continentais e oceânicos e ainda o desenvolvimento de alinhamentos tectônicos por reativação de falhamentos pretéritos, segundo concepção de Giret & Lameyre,, 1985, e . (B) Propagação de fraturas através da litosfera continental (Lameyre, in: Giret & Lameyre, 1985)

CAPÍTULO IV - PETROGRAFIA

Os estudos petrográficos aqui apresentados, compreendem a descrição sistemática das características estruturais, texturais e mineralógicas dos diversos tipos litológicos existentes nas áreas de ocorrências de Pão de Açúcar, São Pedro, Porto Conceição, Morro Conceição, Morro Distante e Cerro Pedreira no lado brasileiro e Cerro Boggiani, Cerrito e Cerro Siete Cabezas em território paraguaio. Contudo, ressalta-se que esses litotipos, em primeira instância, foram objeto de estudos macroscópicos prévios, relativamente à etapa de microscopia petrográfica, com aproximadamente 150 (cento e cinquenta) amostras coletadas, sendo que 32 (trinta e duas) delas foram selecionadas por sua representatividade textural e mineralógica, para determinação de sua composição modal, cujos resultados são apresentados nas tabelas 10 e 11 e também no diagrama QAP ilustrado na figura 10. Nas figuras 07, 08 e 09 estão representadas as localizações das amostras coletadas na Província Alcalina do Alto Paraguai.

IV.1 - Cerro Boggiani e Corpos Satélites

As rochas que compõem os corpos Cerro Boggiani e Satélites localizam-se à cerca de 10 km a noroeste da localidade de Puerto Coeyú (Figura 07) e constituem-se de 3 pequenos morros, separados pela sedimentação Terciário-Quaternária da Formação Pantanal (Velázquez, 1996). O corpo de maior envergadura possui diâmetro aproximado de 5km² e altitude em torno de 140m, apresentando caráter eminentemente intrusivo, representado por litotipos insaturados em sílica tais como: nefelina e nefelina-sodalita sienitos. As composições modais desta ocorrência, tanto os litotipos intrusivos quanto os subvulcânicos/ efusivos, plotam-se no campo 11 (feldspatóide sienitos e fonolitos) do diagrama QAP (Figura 10) Os corpos satélites que circundam a ocorrência de Cerro Boggiani, evidenciam natureza subvulcânica à

extrusiva, sendo constituídos predominantemente por rochas fonolíticas. Salienta-se aqui que essas ocorrências, são as mais setentrionais da Província Alcalina Alto Paraguai, não se conhecendo na atualidade, corpos com menor latitude. Ressalta-se que nas duas etapas de campo realizadas, não foi possível atingir os domínios destes corpos alcalinos, em razão da logística da geografia regional. Portanto, fica subentendido que as amostras destes corpos, utilizadas para a presente pesquisa, foram todas elas coletadas por Velázquez em 1996.

Os *nefelina sienitos* são predominantemente leucocráticos, de coloração cinzenta (cinza clara com variações à cinza escura) e granulação geralmente média a grossa. As variedades petrográficas contendo textura porfirítica, exibem fenocristais de nefelina, sodalita e egirina-augita e egirina, com dimensões de até 1cm.

As texturas, via de regra, são alotriomórficas (Fotomicrografia 01) e às vezes, porfiríticas (Fotomicrografia 02), onde os piroxênios da série egirina-augita ocasionalmente apresentam bordas de reação com desenvolvimento de anfibólio sódico.

A constituição mineralógica fundamental é essencialmente representada por feldspato potássico e secundariamente em termos quantitativos, por núcleos e bordas de egirina-augita e subordinadamente por cristais de egirina com alguns deles indicando processo parcial de uralitização, pela formação de anfibólio cálcico-sódico e ainda biotita. Grãos mais finos de egirina-augita ocorrem freqüentemente compondo a matriz.

O feldspato potássico presente é a sanidina, freqüentemente anédrica a subédrica, podendo exibir hábito tabular alongado. Secundariamente ocorre albita como cristais isolados ou como agregados da matriz. Aparecem como grãos incolores, micropertíticos, pertíticos ou mesopertíticos (intercrescimento em forma irregular, em finas lamelas e/ou anastomosados), com presença de geminação segundo a lei Carlsbad, raramente ocorrendo geminação combinada Periclínio com Albita. Nestes minerais, ocorrem inclusões representadas por fases tais como: apatita, titanita e minerais máficos.

Os feldspatóides são nefelina associada ou não com sodalita. A nefelina, via de regra, ocorre como representada por grãos subédricos a anédricos, nos interstícios da rocha. É incolor, de hábito prismático curto, possuindo inclusões de egirina-augita, sodalita, apatita, titanita e zircão. A sodalita distribui-se como cristais isolados, sendo o isotropismo a sua mais marcante característica. São freqüentes as inclusões de augita, egirina, nefelina e os minerais acessórios. A fotomicrografia 03 mostra a interrelação nefelina/sodalita/feldspato potássico em nefelina sienitos de Cerro Boggiani.

A egirina-augita constitui cristais euhédricos a subédricos, biaxiais positivos, com relevo e birrefringência elevados. Apresenta zoneamento setorial e as inclusões mais comuns neste mineral são, pela ordem de ocorrência: feldspato alcalino, nefelina, sodalita e opacos. O desenvolvimento poiquilítico ocorre ocasionalmente, contudo, sendo raro com a egirina.

Anfibólios cálcico-sódicos e sódicos, identificados por microsonda como ferro-richterita e ferro-eckermanita ocorrem em apenas duas amostras do universo de nefelina sienitos de Cerro Boggiani estudado. Ocorrem na forma de cristais prismáticos alongados e nas bordas de reação de egirina-augita. Apresentam pleocroísmo predominante nas cores verde-escuro, com variações ao azul claro.

A biotita possui cor castanha-escura, hábito placóide, ocorrendo sempre como agregados xenomórficos, freqüentemente associadas à minerais opacos.

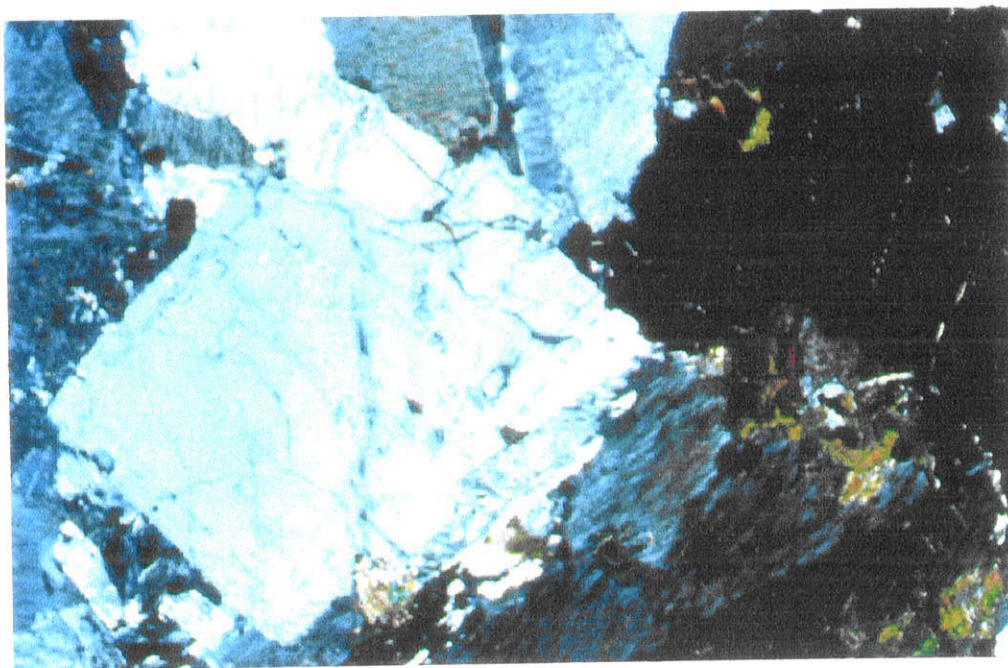
Os minerais acessórios mais comuns são: titanita (às vezes com geminação paralela ao alongamento do cristal), apatita, zircão e opacos. Já, os minerais secundários são representados por cancrinita, carbonatos (raros) e sericita.

Os minerais opacos são, por vezes, idiomórficos, com hábito prismático. Nas rochas de Cerro Boggiani, foram identificados por EDS, sulfetos de ferro (pirita) e de zinco (esfalerita). Ocorre ainda alguns minerais raros identificados ao microscópio como pectolita e lavenita e outros por EDS como: eudialita/eucolita. Este último mineral também pode ser facilmente identificado ao microscópio em virtude de seu alto relevo e por uma peculiaridade singular: em algumas amostras, o mineral apresenta uma variedade incolor, enquanto que em outras seções, a variedade presente é de cor avermelhada.

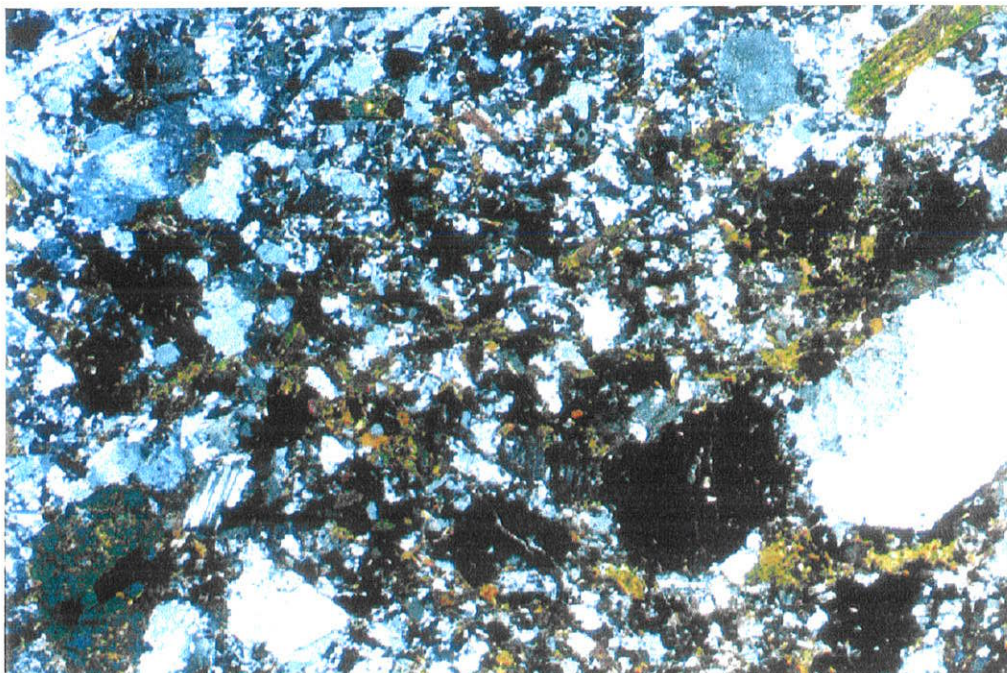
Os *fonolitos* são rochas de cor escura, frequentemente porfíricas com matriz afanítica. Apresentam fenocristais de feldspato alcalino, piroxênio augítico e nefelina. Ocasionalmente o piroxênio augítico apresenta hábito fibroso e acicular, agregando-se em glomero-cristais fibrorradiados (esferulitos?). As seções basais desse mineral mostram zoneamento setorial.

Rochas piroclásticas com enclaves de rochas alcalinas, gnaisses e litotipos graníticos diversos associam-se a essas ocorrências, sendo representadas pela amostra RP-31B e ilustrada na fotomicrografia 05.

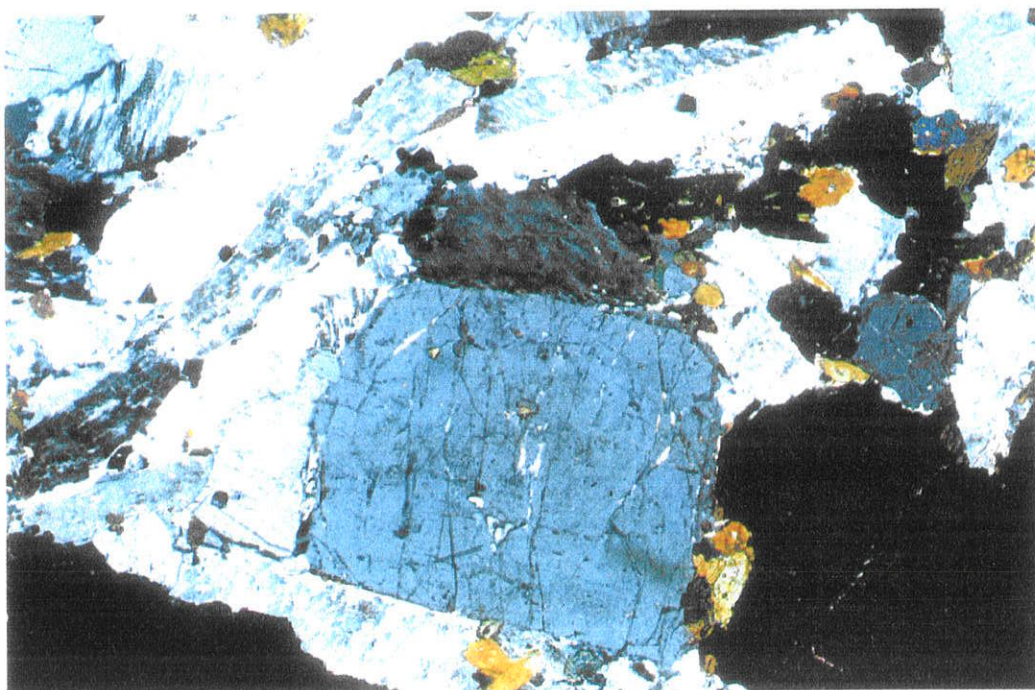
Um resumo dos aspectos litológicos e petrográficos descritos neste tópico pode ser observada na tabela 02.



Fotomicrografia 01- RP-27, sodalita-nefelina-sienito apresentando textura alotriomórfica, com grãos idiomórficos de nefelina ao centro, sodalita à direita ao alto e feldspato potássico abaixo. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.



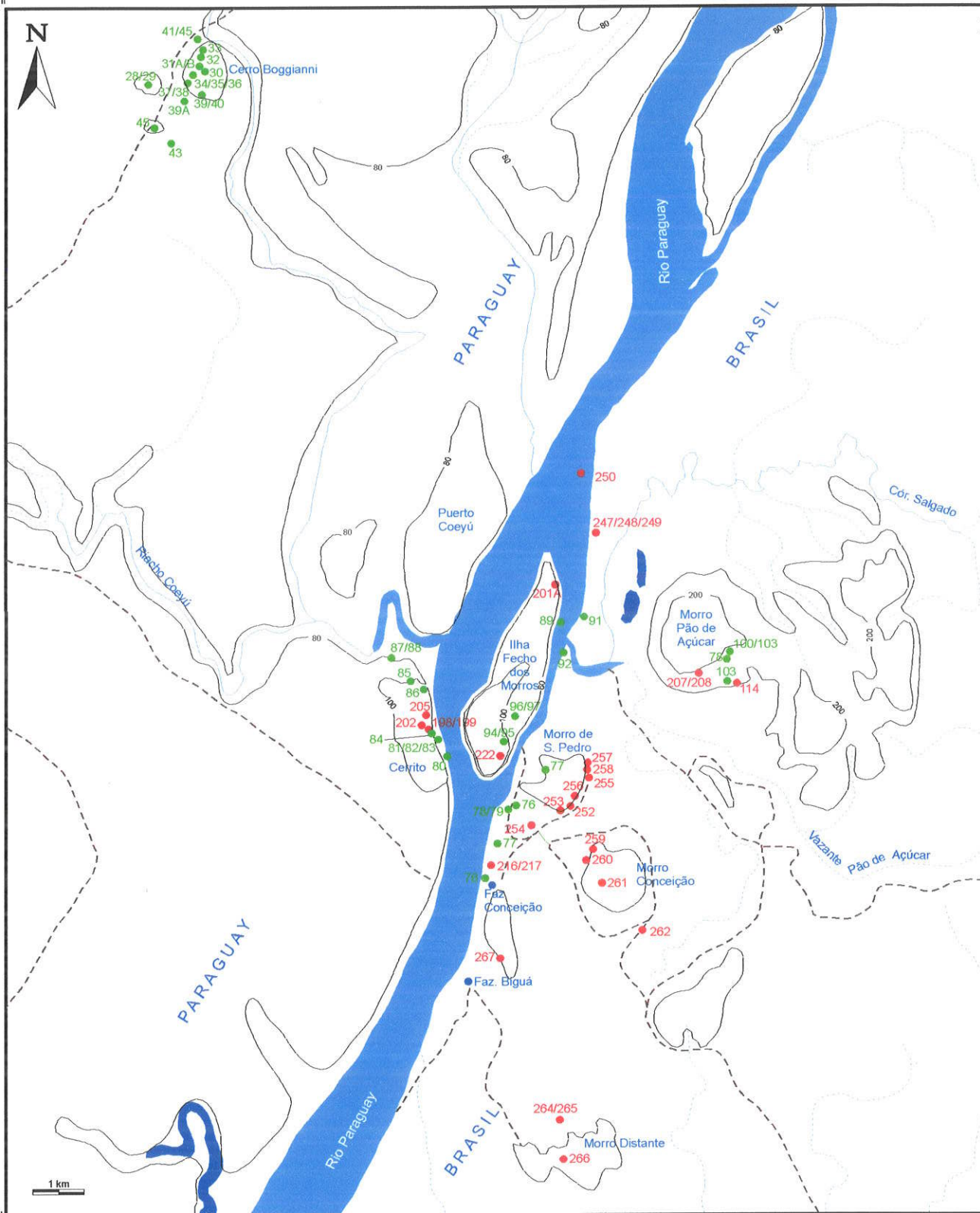
Fotomicrografia 02 – RP-31A – nefelina sienito porfirítico com fenocristais centimétricos de feldspato potássico (à direita), egrina-augita (verde), nefelina subdiomórfica e sodalita intersticial. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.



Fotomicrografia 03 – RP-29, nefelina-sienito com ocorrência de grãos idiomórficos de nefelina circundados por sodalita subédrica e feldspato potássico tabular, com geminação Carlsbad. Cancrinita constitui o mineral de alteração. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.

Tabela 02 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerro Boggiani

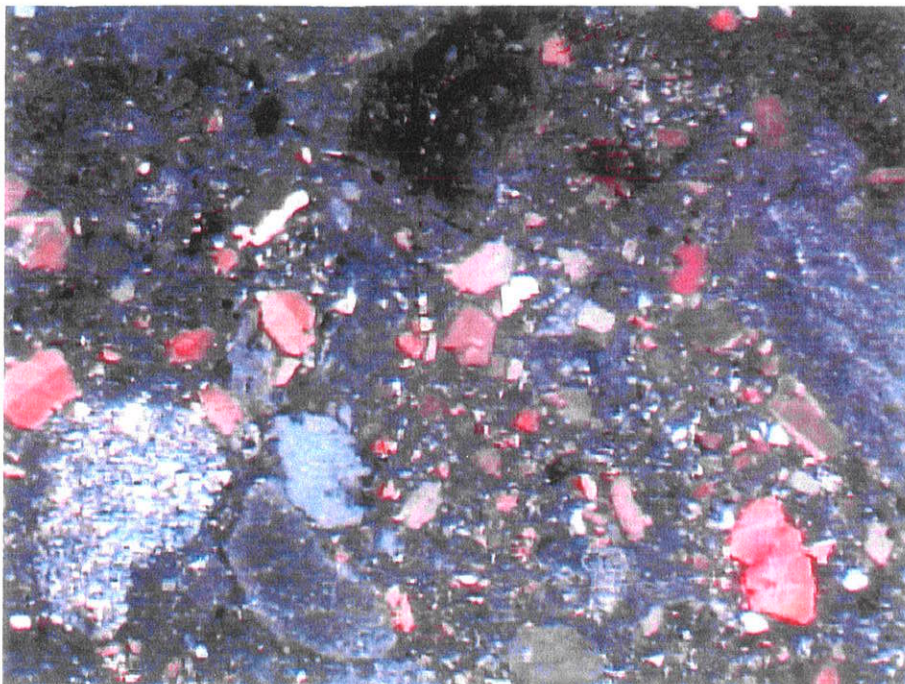
Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Cerro Boggiani	stock circular, área de 0,5 km ²	nefelina sienitos agpáticos	maciça, inequigranular média a grossa, às vezes, coronítica.	feldspato alcalino (Or ₇₃₋₉₆) – micropertita geminação Carlsbad, zoneamento normal, nefelina, sodalita.	egirina-augita zonaeamento setorial, com bordas de Fe –edenita rica em Si, biotita.	apatita, titanita, zircão e opacos.
		fonolitos peralcalinos agpáticos	maciça, equigranular média a fina, porfírico com aspecto "ovóide" (rapakivi?), coronítica.	feldspato alcalino (Or ₅₆₋₉₄), micropertítico geminação Carlsbad; nefelina, sodalita	egirina-augita com bordas de Fe-richterita. biotita; eudialita, pectolita	apatita; titanita; zircão e opacos
		diques traquítico	orientada, porfírica (porfirotraquítica) com matriz afanítica, amigdaloidal	fenocristais: feldspato alcalino (Or ₅₇₋₉₀), criptopertítico geminação. Carlsbad; matriz: feldspato alcalino criptocristalino.	fenocristais: egirina-augita e anfibólio sódico (Fe-eckermanita). microfenocristais de eudialita matriz: egirina-augita, anfibólio sódico (provavelmente Fe-Eckermanita).	apatita, titanita, zircão, zeólita (natrolita) e opacos.
		rochas piroclásticas	orientada, com fragmentos líticos diversos (enclaves de gnaisses, granitos e rochas alcalinas) afanítica.			



Legenda

- Caminhos e trilhas
- Drenagem
- Drenagem intermitente
- Fazendas
- Lagoas (baías)
- ,05 Amostra coletada neste trabalho
- ,05 Amostra coletada por Velázquez (1996)

Figura 07: Mapa de localização de amostras da região do Morro do Pão de Açúcar e adjacências, adaptado das folhas SF-21-V-D-II (Barranco Branco), SF-21-V-D-Y (Porto Murtinho), escalas 1:100.000, na parte brasileira e Carta Nacional, Puerto Guarani, Hoja 5378 III, 1:50.000, no lado paraguaio.



Fotomicrografia 04- RP-31B – Rocha piroclástica contendo enclaves de rochas alcalinas, gnaisses e graníticas diversas. Aumento 1,5X.

IV.2 - Cerrito

O maciço alcalino denominado Cerrito ocorre como um pequeno “stock” de nefelina sienitos com forma elipsoidal, cortado por pequenos veios e diques de fonolitos. Os nefelina sienitos são rochas de caráter plutônico que respondem por uma granulação média a grossa e cor branca a cinza-clara, como resultado da predominância de minerais félsicos (feldspato alcalino e nefelina) que perfazem, em média, cerca de 65 % do volume de minerais da rocha. A granulação dessas rochas é muito variada e ampla, existindo desde litotipos médios até rochas pegmatóides, com os grãos mais desenvolvidos excedendo a 3cm de eixo maior. As fotos 03 e 04 mostram os afloramentos onde ocorrem evidências de bandamento primário, com bandas félsicas se alternando com bandas máficas. As composições modais desta ocorrência, tanto os litotipos intrusivos quanto os subvulcânicos/ efusivos, plotam-se

no campo 6' e 11 (alcali-feldspato sienito/traquito com feldspatóide e fonolitos, respectivamente) do diagrama QAP (Figura 10)

Ao microscópio, os nefelina sienitos de Cerrito apresentam textura alotriomórfica, intergranular, às vezes porfírica, tendo como fenocristais de nefelina, piroxênio cálcico-sódico e feldspato de provável estrutura de sanidina.

O feldspato alcalino é o principal félsico dessas rochas, aparecendo com hábito tabular alongado, geralmente subédrico, exibindo intercrescimento pertítico a mesopertítico (formas de finas lamelas e/ou irregulares) e geminação segundo a lei de Carlsbad. Em geral, apresentam inclusões de piroxênio cálcico-sódico, nefelina e minerais acessórios.

A nefelina é incolor, anédrica a subédrica, podendo apresentar hábito prismático curto, ocorrendo nos interstícios da trama mineral.

O piroxênio cálcico-sódico é frequentemente incolor a verde-claro, possuindo estrutura de forte zoneamento composicional que se traduz pelas cores verde-claro

na parte central do grão e verde-oliva nas bordas. Em algumas amostras, o piroxênio apresenta zoneamento oscilatório (convoluto) e setorial.

O anfibólio, nem sempre está presente nos litotipos de Cerrito e quando aparece, tem composição predominantemente de natureza cálcico-sódico. Ocorre como um acessório (até 3%), exibindo forte pelocroísmo nas cores amarela-escura a marron e birrefringência fraca a moderada.

A biotita possui pleocroísmo variando nas cores marron a vermelha (castanha), hábito placóide, formando quase sempre nos microssienitos, microfenocristais com inclusões de nefelina e opacos.

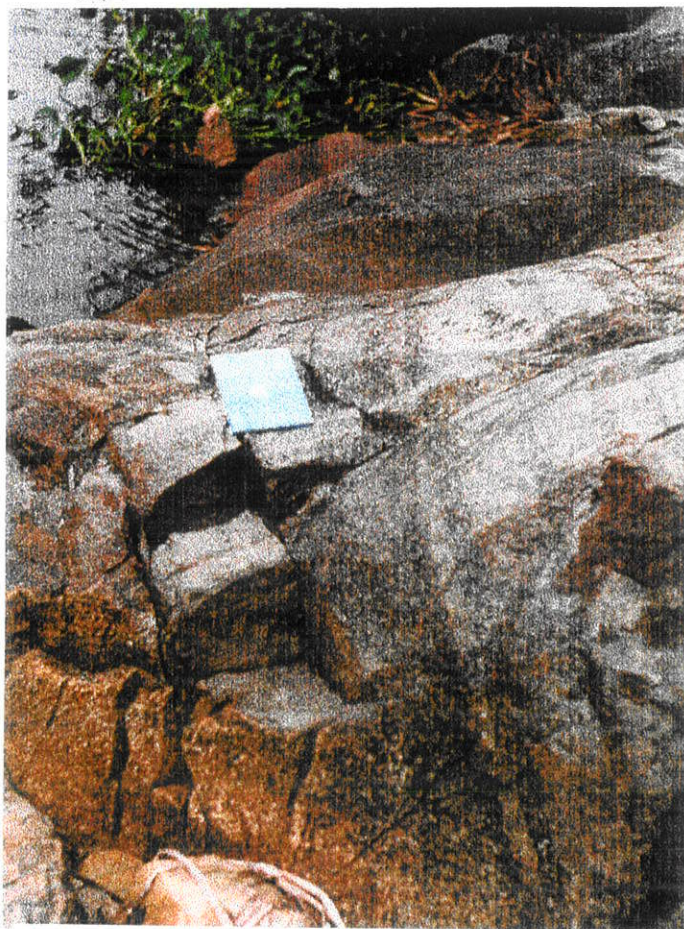


Foto 03 Alternância de bandas de cores diferentes(bandamento primário) na intrusão de Cerrito

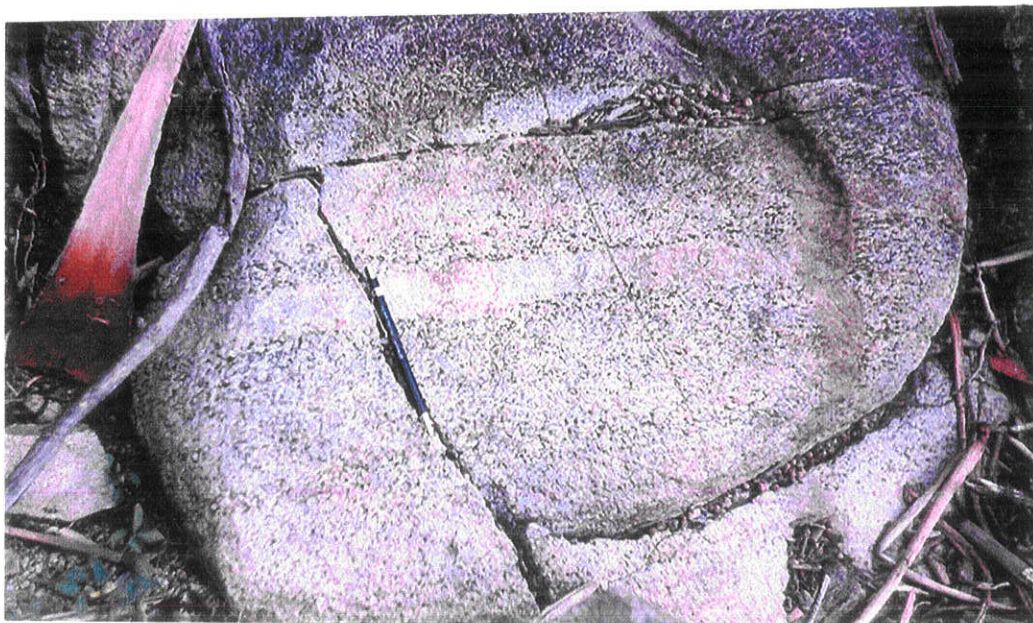


Foto 04 - Outro aspecto em detalhe) do bandamento de Cerrito

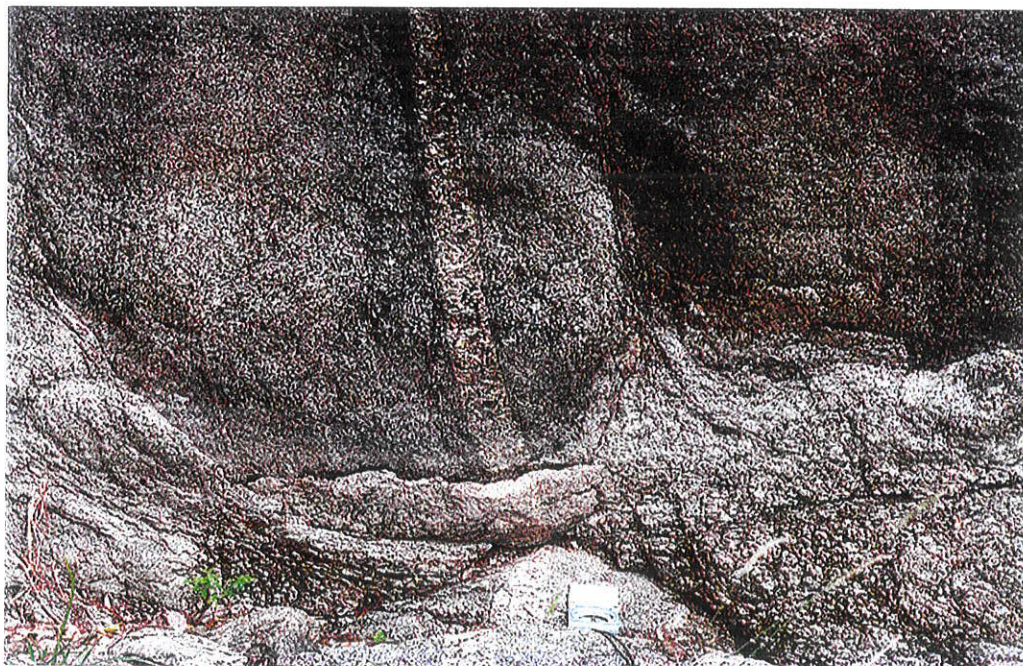
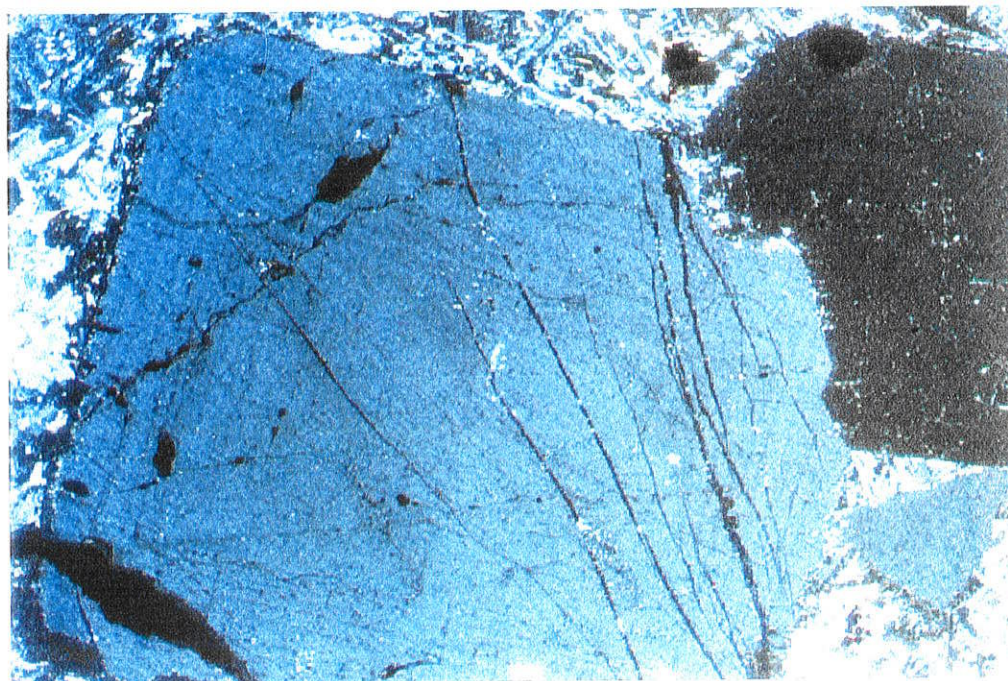
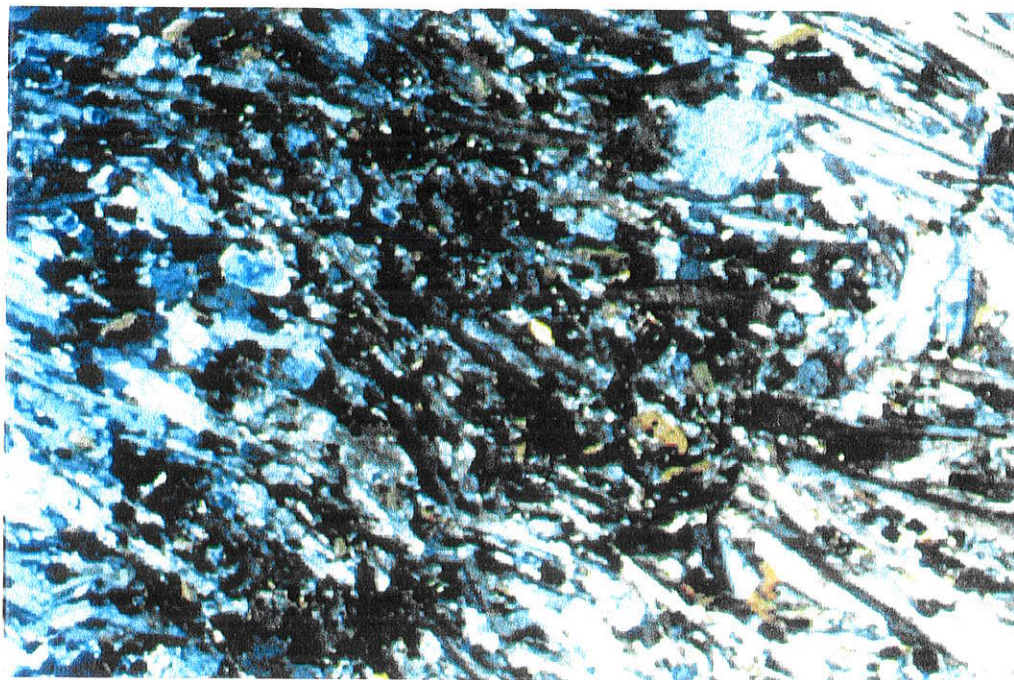


Foto 05 – Dique fonolítico subvertical em Cerrito, com falhas de rejeitos centimétricos



Fotomicrografia 05 – RP-85 - Traquifonolito com textura porfírica. Destacam-se fenocristais de nefelina com zonação química. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.



Fotomicrografia 06 – RP-88 – Traquito com microfenocristais de feldspato potássico com hábito tabular, orientados. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.

Os minerais acessórios se fazem representar por apatita, titanita, anfibólio e opacos. Cancrinita e carbonatos constituem os minerais de alteração (secundários).

Os *diques fonolíticos* que cortam o corpo Cerrito constituem-se de rochas mesocráticas, apresentando cor verde-escura e granulação fina a muito fina (Foto 05). Microscópicamente, esses diques apresentam textura microporfirítica em matriz criptocristalina com orientação de fluxo incipiente (Fotomicrografias 05 e 06). A mineralogia fundamental dos microfenocristais é constituída por feldspato alcalino (provavelmente ortoclásio) como fase principal, nefelina, egerina-augita e raramente biotita. Esses minerais ocorrem imersos em matriz criptocristalina cuja composição mineralógica mais provável é de feldspato alcalino. Os minerais acessórios identificados foram titanita, apatita e opacos.

A tabela 03 mostra uma síntese dos aspectos litológicos e petrográficos de Cerrito, discutidos neste item.

Tabela 03 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerrito

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Cerrito	stock circular, área de ~2km ²	nefelina sienitos agpaíticos	maciça, inequigranular média a grossa, às vezes, coronítica.	feldspato alcalino (Or ₄₅₋₉₄) microperitita geminação Carlsbad, zoneamento normal, nefelina, sodalita.	egirina-augita (salitas) zoneamento setorial, com bordas de Fe – edenita rica em Si, biotita.	apatita, titanita, zircão, fluorita e opacos.
		fonditos e diques traquíticos	maciça, às vezes orientada, microporfirítica (porfirotraquítica) com matriz afanítica.	fenocristais: ripiformes de feldspato alcalino (Or ₃₇₋₇₆), geminação. Carlsbad; lamelas de exsolução Na-K, plagioclásio= oligoclásio An ₉₋₁₃ . nefelina com zoneamento oscilatório, sodalita. matriz: feldspato alcalino.	fenocristais: egirina-augita (salitas) e anfibólio cálcico-sódico (Fe-edenita). microfenocristais de biotita matriz: egirina-augita, anfibólio sódico (provavelmente Fe-edenita).	apatita, titanita, zircão, fluorita e opacos.

IV.4 – Pão de Açúcar

O corpo alcalino conhecido como Pão de Açúcar é representado por uma elevação cuja altura excede a 400m. Ele constitui-se de uma intrusão circular cujo retrabalhamento por ciclos erosivos pós-cretácicos, modelou a forma de relevo atual, justificando o nome herdado (Foto 06). Ao seu redor ocorrem inúmeros corpos de dimensões menores, especialmente os “plugs” conhecidos como: São Pedro, Porto Conceição (denominação utilizada neste trabalho para designar um “plug” localizado à beira do rio Paraguai, nos domínios da Fazenda Conceição), Morro Conceição e Morro Distante (Figura 07).

A área aflorante do corpo principal é de aproximadamente 6,5km², sendo que o conjunto intrusivo pode abranger área de até 30km². Ressalta-se que esse corpo alcalino localiza-se em área de difícil acesso, sendo que a melhor maneira de se atingir essa elevação é por barco, atracando em seu flanco oeste. Por outros flancos da elevação o acesso é muito difícil em razão da existência de pântanos quase que intransponíveis. Dentre as amostras provenientes do Morro Pão de Açúcar, apenas uma delas é caracterizada como nefelina sienito, sendo as demais de natureza extrusiva, com características traquíticas (traquifonolitos). Duas dessas amostras são representativas do campo 11 do diagrama QAP (Figura 10), enquanto que as demais, são plotadas nos campos 6 e 6*, representativas de litotipos tais como: álcali-feldspato sienito e álcali-feldspato-quartzo sienito, respectivamente.

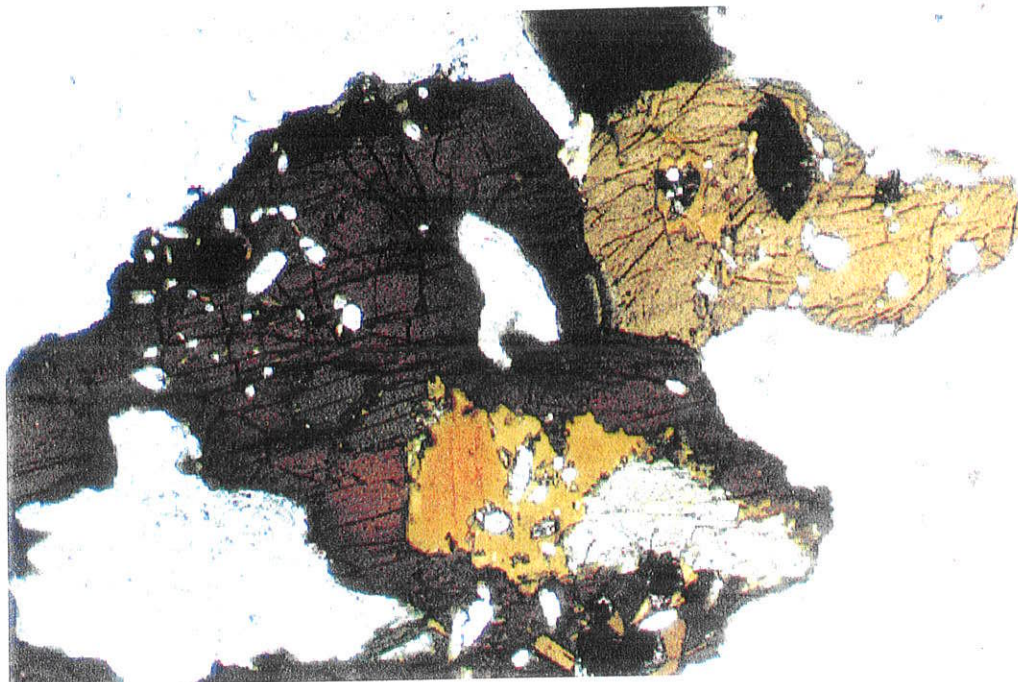
A investigação macro e microscópica do nefelina sienito do Pão de Açúcar não revela diferenças significativas em relação às demais rochas assim constituídas de outros corpos da Província do Alto Paraguai. Elas freqüentemente possuem cor cinza-clara, granulação média a grossa, com estrutura inequigranular. Microscópicamente, apresenta cristais de feldspato potássico e ocasionalmente de anfibólio com dimensões maiores do que 1cm, que sobressaem as suas características subédricas. A biotita ocorre formando agregados, enquanto que a nefelina anédrica preenche interstícios da rocha. O anfibólio é predominantemente de natureza cálcico-sódico. Como fases acessórias ocorrem apatita (comumente au-



Foto 06 – Vista parcial (S para N) do Morro Pão de Açúcar e “plugs” adjacentes.



Fotomicrografia 07 –RP-109, Textura com aspecto ignimbrítico com fluxo orientado, onde podem ser observados microfenocristais de feldspato potássico, associados a fragmentos líticos, envolvidos por bandas félsicas em alternância com bandas máficas. Os materiais líticos correspondem, provavelmente, em suas composições modais, à nefelina sienitos, sienitos peralcalinos e traquitos. Aumento 1,5X.



Fotomicrografia 08 – RP-78 – Quartzo sienito na qual são destacados microfenocristais apresentando núcleo de anfibólio marron e bordas de reação constituídas por biotita em elevado estágio de opacitização. Aumento 25X, polarizadores paralelos, filtro azul.

tomórfica), zircão e opacos.

Os *traquitos* são rochas preferencialmente porfiríticas, com fenocristais de feldspato potássico como fase mais importante e subordinadamente de piroxênio e biotita, imersos numa matriz predominantemente feldspática. O anfibólio quando presente, presumivelmente está relacionado a uma formação de “gaps” preenchidos por biotita (textura intrafasciculada?)

Ocorrem também nessas rochas, textura porfirotraquítica, onde se observam fenocristais de feldspato potássico e piroxênio incolor circundados por matriz fina, predominantemente feldspática, orientada. Além disso, pode ocorrer ainda texturas com aspecto ignimbrítico (Fotomicrografia 08). Nesse caso, observa-se fenocristais de feldspato potássico envolvidos por bandas félsicas em alternância com bandas de minerais máficos e enclaves líticos. Estes, possivelmente correspondem, em suas composições a nefelina sienitos, sienitos alcalinos e traquitos.

Os quartzo sienitos também estão presentes no corpo Pão de Açúcar, onde estão presentes microfenocristais de anfibólio cálcico-sódicos com bordas de reação biotíticas em elevado estágio de opacitização (Fotomicrografia 08).

A tabela 04 apresenta, sinteticamente, aspectos gerais relativos à litologia e petrografia dos litotipos encontrados no Morro Pão de Açúcar.

IV.5 – Ilha Fecho dos Morros

A localização deste corpo alcalino incide no flanco oeste do Morro Pão de Açúcar, como pode ser visualizado na figura 07. Seus litotipos podem ser descritos como rochas eminentemente pegmatíticas, já que os grãos de feldspato potássico e nefelina alcançam dimensões de até 5 cm. de eixo maior (Foto 07). Ao exame macroscópico, a rocha pegmatóide pode ser definida como leucocrática, constituídas fundamentalmente por minerais de feldspato potássico e nefelina e subordinadamente por minerais máficos tais como: piroxênio, biotita e raramente anfibólio sódico (Fotomicrografia 09). Microscópicamente, sobressaem-se texturas inequigranulares e raramente coroníticas de piroxênios com bordas de anfibólio, podendo ocorrer ocasionalmente texturas poiquilíticas.

As rochas deste corpo, locam-se apenas no campo 11 do diagrama QAP, representativo de feldspatóide sienito, com textura pegmatítica.

O feldspato potássico (sanidina), frequentemente apresenta hábito tabular com cristais alongados, micro a mesopertítico, geminados segundo a lei de Carlsbad. São comuns cristais contendo zoneamento oscilatório (convoluto) e mais raramente, zoneamento em “patch”.

A nefelina é incolor e mostra hábito subédrico, sendo ocasionalmente euédrica.

A sodalita tem a sua forma de ocorrência principal ocupando os espaços intersticiais da petrotrama.

O piroxênio, quando presente, ocorre sempre como fase sódico-cálcica. É geralmente incolor, euédrico a subédrico, com alta birrefringência.

Tabela 04 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Pão de Açúcar

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Pão de Açúcar	stock circular, área de 6.5 km ²	nefelina sienitos agpaíticos	hipidiomórfica equigranular média a grossa.	feldspato alcalino (Or ₄₄₋₉₂) – micropertita geminação Carlsbad, zoneamento normal, nefelina, sodalita.	egirina-augita zoneamento em "patch" e setorial, arfdsonita, biotita.	apatita, titanita, zircão e opacos.
		traquifonolitos agpaíticos	aspecto ignimbrítico com fluxo orientado, gran. fina porfiro-traquítica, coronítica.	feldspato alcalino (Or ₄₃₋₇₆), micropertítico geminação Carlsbad; fenocristais: feldspato alcalino (Or ₄₃₋₇₆), micropertítico geminação. Carlsbad; matriz: feldspato alcalino criptocristalino	egirina-augita com bordas de edenita rica em Si, biotita. fenocristais: egirina-augita e anfibólio sódico (arfdsonita). matriz: egirina-augita, anfibólio sódico (provavelmente arfdsonita)	apatita; titanita; zircão e opacos
		quartzo sienitos	maciça, equigranular, grã média a fina, poiquilítica e às vezes possuindo coroas de reação. microporfirítico	feldspato alcalino (Or ₄₄₋₉₂) micro a mesopertítico com padrão anastomosado, quartzo.	egirina-augita, edenita rica em sílica, biotita.	apatita, titanita, zircão, e opacos.

O anfibólio é de natureza cálcico-sódica a sódica, sendo também de ocorrência esporádica, principalmente nas rochas pegmatóides deste corpo. Exibe hábito prismático, forte pleocroísmo nas cores marron-escura.

A biotita apresenta cor marron a vermelha (castanha), forte pleocroísmo, hábito placóide e intercrescimento lamelar.

Apatita e titanita são os minerais acessórios mais comuns nessas rochas.

Os fonolitos associados a este corpo, ocorrem como diques verticais a subverticais, com espessura de até 80cm, possuindo cor verde escura e granulação fina.

Na tabela 05, são apresentados os resultados das principais características litológicas e petrográficas de Ilha Fecho dos Morros.

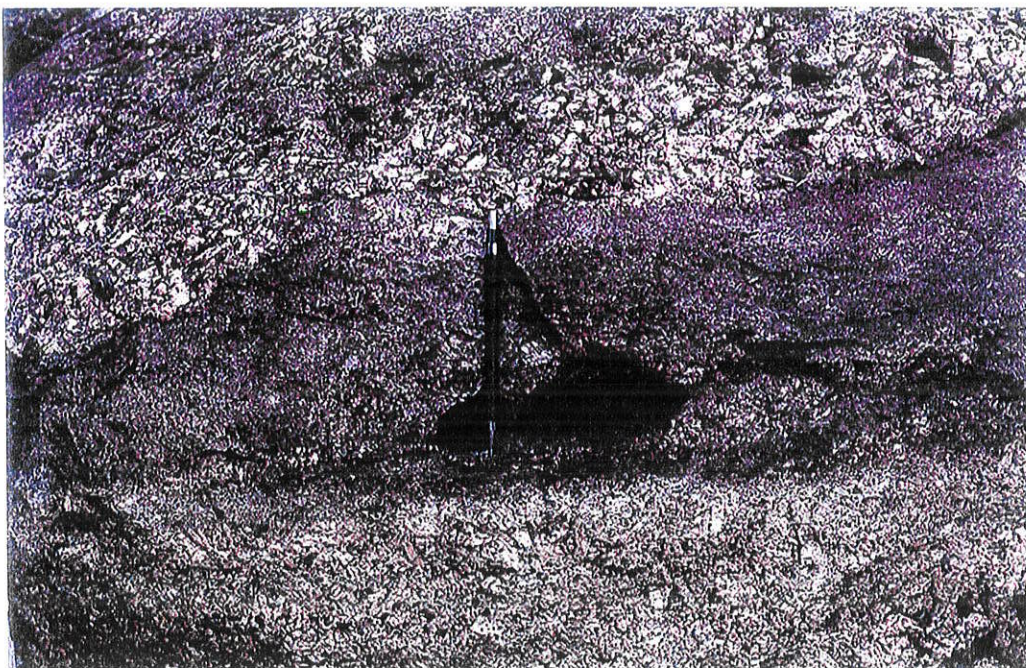
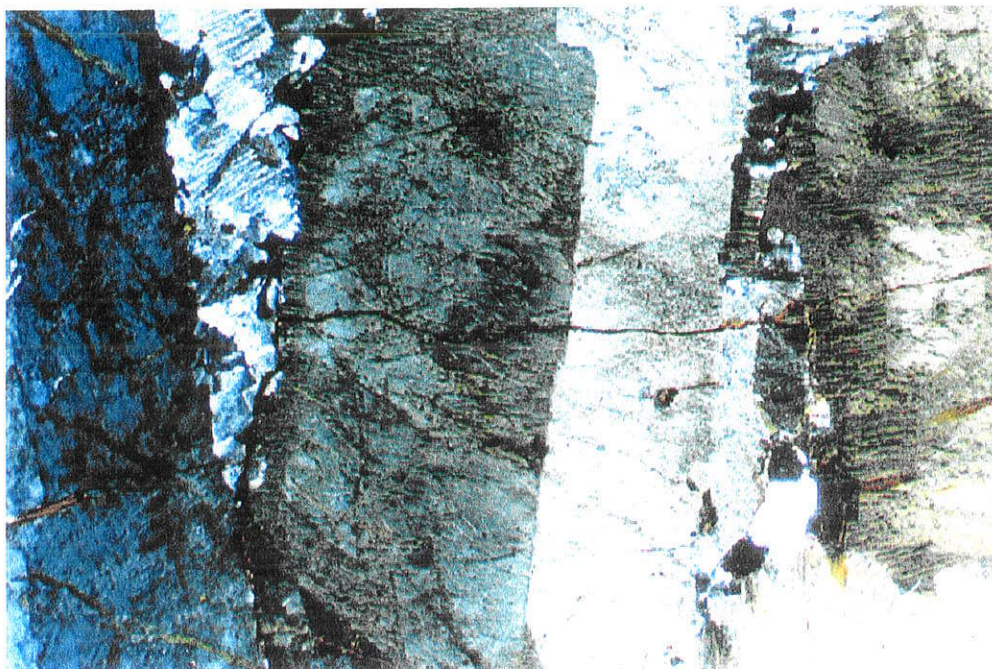


Foto 07 –Ilustração das rochas pegmatóides de Ilha Fecho dos Morros, onde se sobressaem como fases dominantes, cristais decimétricos de feldspato potássico, nefelina e subordinadamente egirina-augita.

Tabela 05 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Ilha Fecho dos Morros

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Ilha Fecho dos Morros	stock circular, área de ~5km ²	nefelina sienitos agpaíticos	maciça, equigranular muito grossa (pegmatítica)	feldspato alcalino (Or ₇₆₋₉₅) – micropertita geminação Carlsbad, zoneamento normal, nefelina, sodalita.	egirina-augita, egirina, edenita rica em sílica, biotita.	apatita, titanita, zircão e opacos.
		fonolitos miasquíticos	maciça, equigranular text. fina a porfirítica.	feldspato alcalino (Or ₇₂₋₇₆), micropertítico geminação Carlsbad; nefelina, sodalita fenocristais: feldspato alcalino (Or ₇₂₋₇₆), criptopertítico geminação. Carlsbad; matriz: feldspato alcalino de aspecto límpido	egirina-augita e egirina biotita; fenocristais: egirina-augita e anfibólio sódico (magnésio-arfvdsonita) matriz: egirina-augita, anfibólio sódico (provavelmente Mg-arfvdsonita)	apatita; titanita; zircão e opacos



Fotomicrografia 09 – RP-91, Nefelina sienito com textura pegmatítica. A foto ilustra os grandes cristais de feldspato potássico com geminação Carlsbad e finas lamelas de intercrescimento pertítico. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.

IV.6 – Morro de São Pedro, Cerro Pedreira, Porto Conceição, Morro Conceição e Morro Distante.

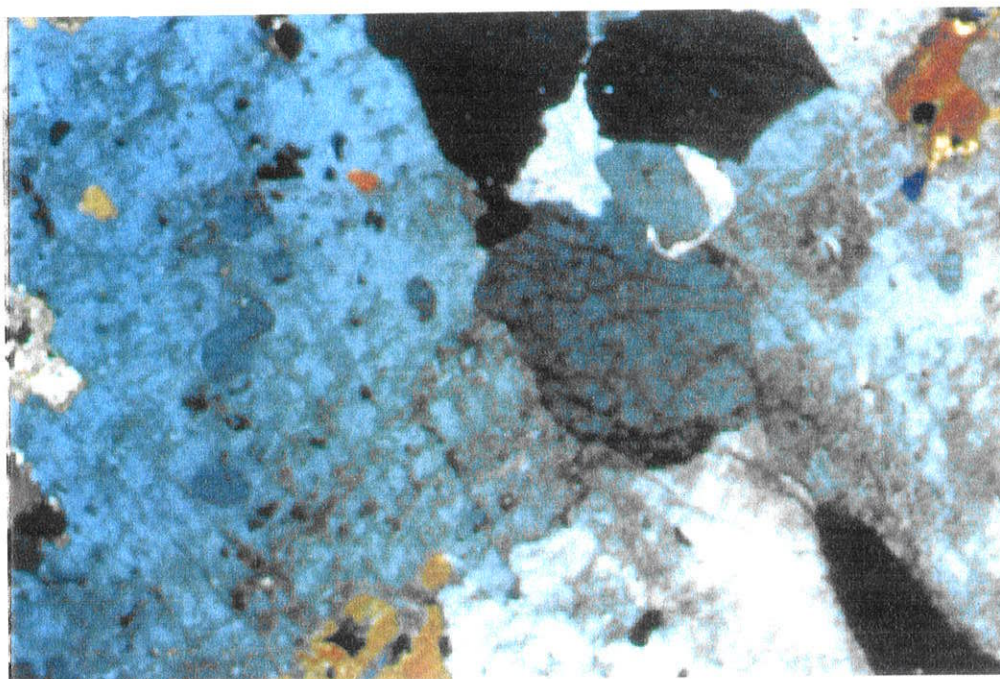
Os corpos alcalinos reunidos com a denominação de Morro de São Pedro, Porto Conceição, Morro Conceição e Morro Distante, localizam-se nas proximidades da Ilha Fecho dos Morros, mais precisamente em sua parte sudeste (Figura 07). Cerro Pedreira localiza-se a aproximadamente 5km a norte da cidade de Porto Murtinho (Figura 08). Tratam-se de várias estruturas de pequeno porte, formando elevações de até 150m de altura, com forma irregular e área aflorante com até 1km²) de área aflorante.

Ressalta-se a enorme dificuldade para se atingir os limites desses corpos, uma vez que os mesmos encontram-se circundados por pântanos que dificultam sobremaneira o acesso a eles.

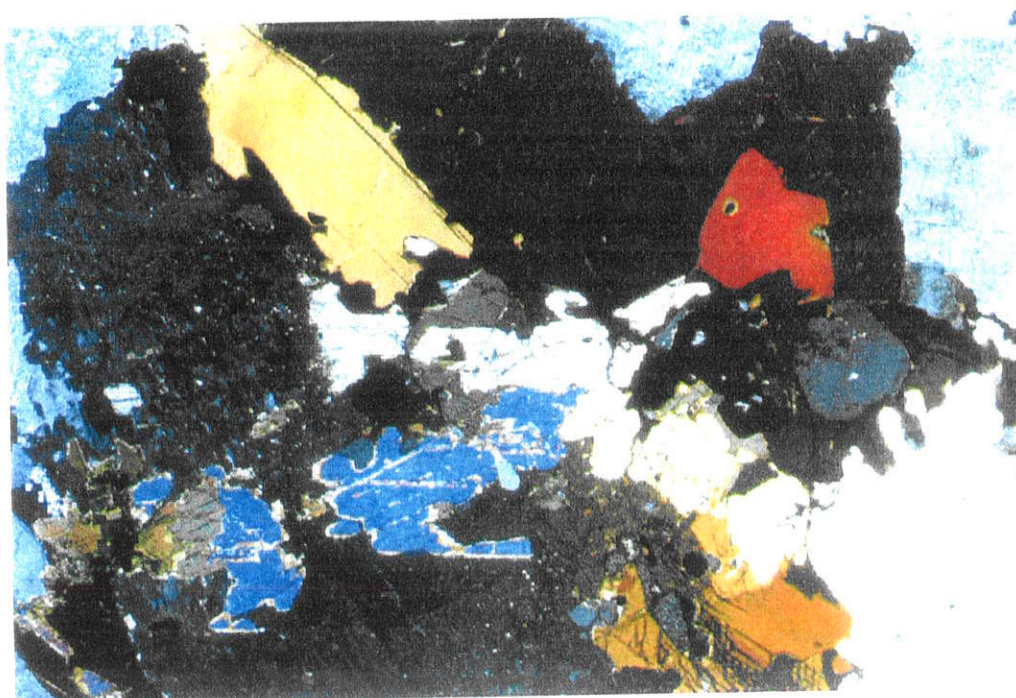
Em função da inexistência de denominações geográficas dos corpos alcalinos das circunvizinhanças do Morro Pão de Açúcar e Ilha Fecho dos Morros, foi adotado informalmente neste trabalho, para maior facilidade de localização, os nomes que estão presentes no subtítulo em destaque, com exceção do Morro de São Pedro, que consta nas cartas topográficas e nos referenciais informais da população daquela região. Destaca-se que elas estão assim agrupadas devido à grande semelhança petrográfica entre os litotipos dos vários corpos amostrados, bem como à proximidade geográfica dos corpos envolvidos, exceto Cerro Pedreira que dista aproximadamente 10 km dessa concentração de corpos alcalinos nas adjacências do Morro Pão de Açúcar.

Dentre as amostras coletadas nos domínios desses corpos, a predominância dos tipos petrográficos tende claramente para rochas mais saturadas em sílica do que os outros corpos da mesma província, sendo incomum a ocorrência de nefelina sienitos e muito freqüente a existência de sienitos alcalinos (campo 6') e quartzo sienitos (campos 6 e 6*), como é o caso de Morro Conceição e Morro Distante, cujos litotipos foram plotados no campo 6, representativo dos álcali-feldspato sienitos, enquanto que em Morro Conceição, as rochas mais representativas respondem por uma composição de alcali-feldspato sienito com feldspatóide (campo 6'). Por sua vez, as rochas do Morro de São Pedro, em sua maior parte, locam-se no campo dos sienitos com feldspatóide/fonolitos do campo 11 (Figura 10).

A granulação é grossa, estrutura maciça, textura isótropa, holocristalina, podendo ocorrer texturas hipidiomórficas em rochas de granulação mais fina. Alguns sienitos do corpo de São Pedro possuem nefelina e/ou sodalita ocupando interstícios na trama mineral e como fases que se hospedam em feldspatos alcalinos (Fotomicrografia 10) e minerais máficos como egirina-augita, anfibólio sódico e biotita complementam a trama (Fotomicrografia 11). As rochas quartzo sieníticas desses corpos diferem dos sienitos alcalinos devido à presença de quartzo ocupando interstícios, enquanto que no "plug" denominado Cerro Pedreira, é comum presença de quartzo sienitos.



Fotomicrografia 10 – RP-255 Nefelina sienito do Morro São Pedro apresentando textura intergranular com domínios poiquilíticos (grãos de nefelina intersticiais e também, inclusos em feldspato potássico). Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul



Fotomicrografia 11- RP-258, Nefelina sienito do Morro de São Pedro apresentando na trama minerais como: egirina-augita, anfibólio sódico, biotita e nefelina. Cancrinita ocorre sempre como alteração da nefelina. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.

O feldspato alcalino é a fase mineral mais abundante em termos quantitativos e comumente forma microfenocristais circundados por matriz também eminentemente feldspática. O hábito é tabular, subédrico, mostrando geminação segundo a lei de Carlsbad. Freqüentemente apresenta intercrescimento micro a mesopertítico com padrão irregular. Bordas de reação albíticas em microfenocristais de feldspato potássico são comuns, especialmente nas rochas de Morro Distante (Fotomicrografia 12).

O piroxênio, é geralmente xenomórfico, com pleocroísmo variando nas tonalidades de cor verde, desde o verde-amarelado até o verde-escuro nas bordas. Petrográficamente, os piroxênios têm características de diopsídio nas amostras provenientes de São Pedro e de augita nas de Porto Conceição.

Os anfibólios têm forte pleocroísmo escuro nos tons do verde e hábito prismático, formando grãos subédricos. Composicionalmente, os anfibólios demonstram natureza cálcico-sódicas e sódicas.

A biotita tem pleocroísmo nas cores variando até marron-escuro, apresentando intercrescimento lamelar e asterismos.

Os minerais acessórios estão representados por titanita e ocasionalmente por zircão.

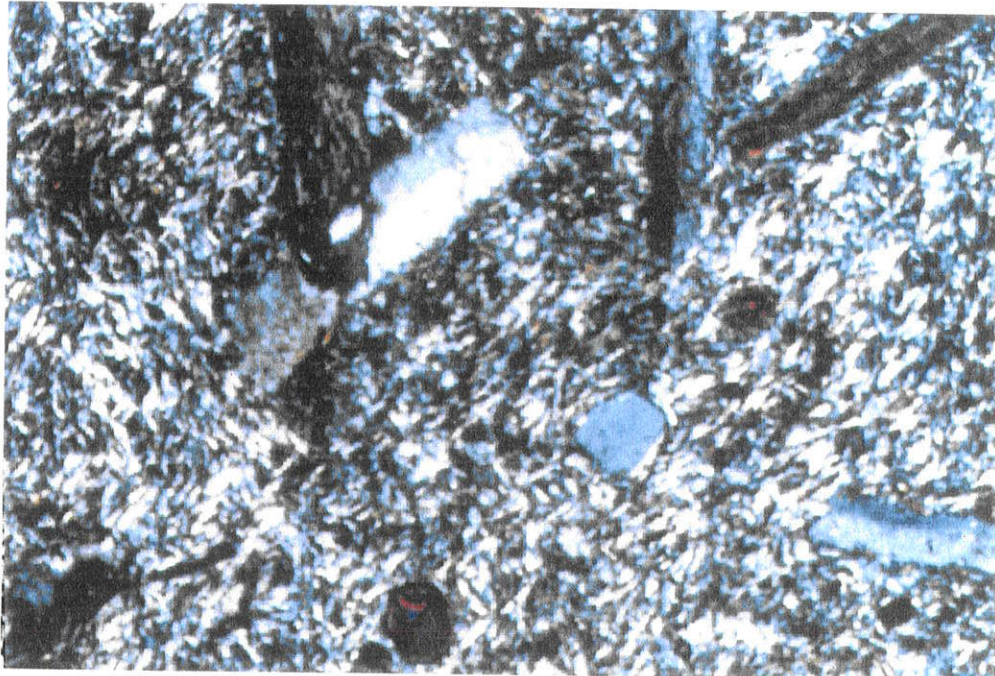
A fotomicrografia 13 mostra um sienito alcalino com textura porfiritica do "plug" de Morro Distante. Neles, a feição petrográfica mais marcante são os fenocristais de feldspato alcalino ocorrendo quase sempre com bordas de reação mais albíticas.

As fotomicrografias 14 e 15 ressaltam, respectivamente, texturas de sobrecrescimento de feldspatos alcalinos e tamanho relativo dos cristais em rochas de Morro Conceição e Porto Conceição.

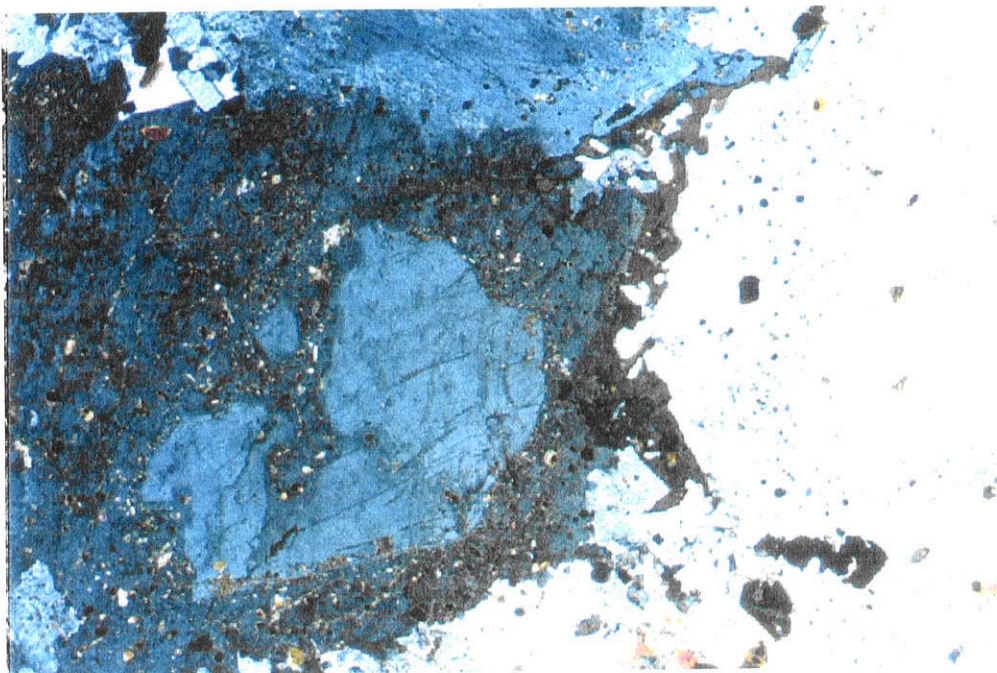
Resumidamente, são apresentadas as principais características petrográficas dos corpos estudados neste tópico, nas tabelas 06, 07 e 08.



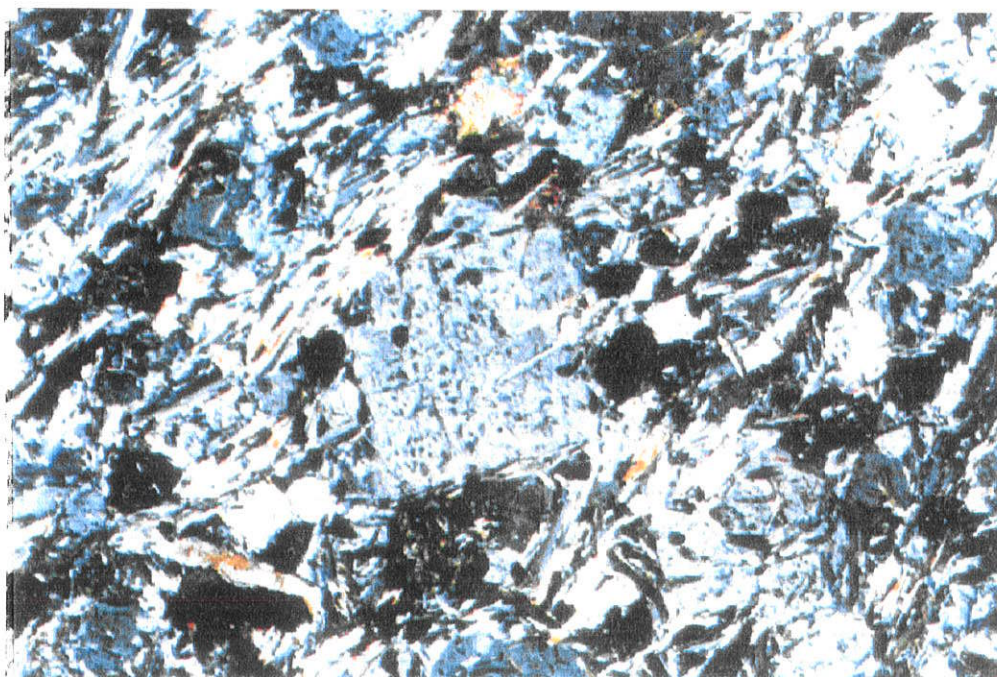
Fotomicrografia 12 – RP-264, Sienito alcalino de Morro Distante apresentando textura porfírica. Os fenocristais de feldspato potássico exibem bordas de reação albiticas. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtros azul.



Fotomicrografia 13 – Outro aspecto textural das rochas de Morro Distante onde são destacadas as texturas microporfíricas com cristais de feldspato potássico e matriz afanítica.



Fotomicrografia 14 RP-267, Microfenocristal de feldspato potássico apresentando texturas de sobre crescimento de feldspatos, presentes nos litotipos subintrusivos de Morro Conceição.



Fotomicrografia 15 – RP-259, Textura porfírica com os fenocristais de nefelina apresentando imersa em matriz afanítica.

Tabela 06 – Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Morro de São Pedro

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
São Pedro	stock circular, área de ~0,5 km ²	nefelina sienitos agpaíticos	maciça, equigranular média a grossa, coronítica, com domínios poiquilíticos	feldspato alcalino (Or ₄₆₋₈₄) – micropertítico com padrão irregular, geminação Carlsbad, zoneamento normal, nefelina, sodalita.	salitas com zoneamento setorial, com bordas de Fe – edenita hornblenda, biotita.	titanita, zircão e carbonatos.
		fonolitos miasquíticos	maciça, orientação incipiente (fluxo ?)equigranular média a fina, porfirítico coronítica.	feldspato alcalino (Or ₄₈₋₅₁), micropertítico geminação Carlsbad; nefelina,	salitas com bordas de Fe-pargasita hornblenda, biotita;	apatita; titanita; zircão e opacos

Tabela 07– Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerro Pedreira e Porto Conceição

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Cerro Pedreira	stock circular, área de ~0,1 km ²	sienitos alcalinos miasquíticos	maciça, equigranular seriada média a grossa, às vezes, coronítica.	feldspato alcalino (Or ₇₀₋₉₆) – mesopertita do tipo string pertita; plagioclásio oligoclásio (An _{0-3,5}) zoneamento normal.,	egirina-augita zoneamento normal, edenita rica em sílica, biotita.	apatita, titanita, zircão e opacos.
		quartzo sienitos	maciça, equigranular média a grossa, frequentemente coronítica	feldspato alcalino (Or ₆₂₋₈₁), micro a mesopertítico com lamelas paralelas (regulares) geminação Carlsbad; plagioclásio= oligoclásio An ₁₀₋₁₈ , quartzo (até 5%).	egirina-augita, zoneamento normal, edenita rica em sílica biotita;	apatita; titanita; zircão e opacos
			maciça, equigranular, média a fina	feldspato alcalino Or ₇₀₋₈₆ , micropertítico, lamelas irregulares, geminação Carlsbad, quartzo (até 15%)	edenita rica em sílica, biotita.	titanita, zircão e opacos.
Porto Conceição	plug, área ~0,1km ²	sienito alcalino miasquítico	maciça, equigranular média a grossa	feldspato alcalino Or _{02-3,5} , micro a mesopertítico tipo patch zoneamento oscilatório;	egirina-augita, arfvedsonita; biotita.	apatita; titanita; opacos.
		quartzo sienitos	maciça, equigranular, média a grossa	feldspato alcalino Or ₂₃₋₂₆ micro a mesopertítico, plagioclásio=oligoclásio/andesina (An ₂₆₋₃₅), quartzo.	egirina-augita, arfvedsonita, Fe-glaucofânio e biotita	titanita, apatita e opacos.

Tabela 08– Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Morro Conceição e Morro Distante

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Morro Conceição	stock circular com área de aproximadamente 1km ²	sienitos alcalinos miasquíticos (campo 6° do diagrama QAP)	maciça, inequigranular seriada média a grossa, às vezes, porfirítica, com coronas, texturas simplectíticas.	feldspato alcalino (Or ₁₀₋₄₂) – mesopertita do tipo string pertita; plagioclásio oligoclásio (An ₁₅₋₂₈) zoneamento normal, .	egirina-augita zonada, edenita e Fe-edenita, biotita (presença de asterismos). whoelerita/lavenita	apatita, titanita, zircão opacos.
Morro Distante	plug de forma irregular, área de aproximadamente 1km ²	quartzo sienitos (campo 6 do diagrama QAP).	maciça, equigranular média a fina	feldspato alcalino Or ₃₋₅ , micro a mesopertítico tipo patch pertita; zoneamento oscilatório; plagioclásio=An ₁₃₋₂₈ quartzo.	egirina-augita arfvedsonita; biotita.	apatita; titanita; opacos.



Legenda

- | | | | | | |
|-------|---------------------------------------|---|-----------------|---|-----------|
| ----- | Caminhos e trilhas |  | Drenagem |  | Aeroporto |
| .05 | Amostra coletada neste trabalho |  | Lagunas (baías) |  | Cidades |
| .06 | Amostra coletada por Velázquez (1996) |  | | | |

Figura 08: Mapa de localização de amostras da região de Porto Murtinho (MS). Folha Porto Murtinho (SF-21-V-D-Y), escala 1:100.000.

IV.7 - Cerro Siete Cabezas e Corpos Satélites

Os corpos intrusivos que ocorrem com a denominação de Cerro Siete Cabezas e Corpos Satélites foram definidos por Velázquez (1996) em razão dessas rochas constituírem a feição geomórfica homônima, localizada na Folha Puerto Tres Palmas (Figura 09). O corpo maior é representado por um maciço alcalino com dimensões de “stock”, de forma circular, perfazendo aproximadamente 4km² de diâmetro, com uma depressão central pronunciada. As fotos 08 e 09 permitem uma visualização parcial desta intrusão.

Os corpos alcalinos reunidos pela denominação de Satélite I e Satélite II representam pequenos “plugs” distando respectivamente 0,5 e 3,0 km do corpo principal.

Os litotipos intrusivos predominantes no corpo principal são os alcali-feldspato sienitos com feldspatóide e diques traquíticos (campo 6') e subordinadamente nefelina sienitos (campo 11). Nos corpos satélites as litologias mais abundantes são, em ordem crescente de ocorrência: alcali-feldspato-quartzo sienitos e alcali-feldspato sienitos (campos 6* e 6, respectivamente).

Os alcali-feldspato sienitos são rochas de cor cinza-clara a cinza-escura, granulação grossa a média, com estrutura maciça e textura holocristalina., Entretanto, podem ocorrer tanto variedades de rochas com granulação mais fina e textura hipidiomórfica como litotipos de caráter eminentemente pegmatíticos. O mineral mais abundante nessas rochas é o feldspato alcalino. Ao microscópio esse mineral apresenta-se com formas diversas, quase sempre anédricas, podendo ocasionalmente conter formas subédricas, com hábito tabular alongado. São comuns intercrescimentos micropertíticos, pertíticos ou mesopertíticos, com formas irregulares, anastomosadas ou como finas lamelas retilíneas. A geminação segundo a lei de Carlsbad é rara. Ocorrem, via de regra, inclusões euédricas de nefelina tendo o feldspato potássico como hospedeiro.

O piroxênio presente na intrusão principal tem características de anfibólios cálcicos a cálcico-sódicos, no entanto, em algumas variedades de rocha, ocorre

anfíbólio sódico, sendo geralmente incolor a verde-claro, às vezes fraturado, quase sempre poiquilítica, possuindo ocasionalmente inclusões de feldspato potássico, biotita e minerais opacos. Nas fraturas ocorrem sempre reações de substituição deste mineral para anfíbólio, constituindo coronas com núcleo incolor e bordas esverdeadas. O anfíbólio é comumente representado por minerais cálcico-sódicos e sódicos. Tem pleocroísmo nas cores variando de verde a castanho escuro e ocorre preferencialmente relacionado à bordas de reação de piroxênios.

A biotita apresenta pleocroísmo variando nas cores marron a vermelha (castanha). Apresenta-se na forma de microfenocristais nas variedades petreográficas mais finas, contendo inclusões de feldspato potássico e titanita.

Os minerais acessórios fazem-se representar pelas seguintes fases: zircão, titanita, apatita e fluorita, enquanto que os secundários, pela cancrinita.

Os nefelina sienitos não diferem muito dos alcali-feldspato sienitos no que diz respeito à cor, granulação e aspecto textural. Entretanto, a ocorrência do feldspatóide xenomórfico intersticialmente é diagnóstica.

Os alcali-feldspato traquitos e litotipos associados dos corpos Satélite I e II, são felsitos de granulação fina, microporfiríticos, com microfenocristais de anfíbólio sódico poiquilítico e matriz feldspática orientada. Estes litotipos diferem mineralógicamente dos sienitos da intrusão principal, por apresentar piroxênio augítico e anfíbólio cálcico-sódico em sua constituição. Titanita, apatita e opacos complementam a trama, como minerais acessórios.



Foto 08 – Complexo intrusivo Cerro Siete Cabezas e Satélite. Vista de NE para SW.

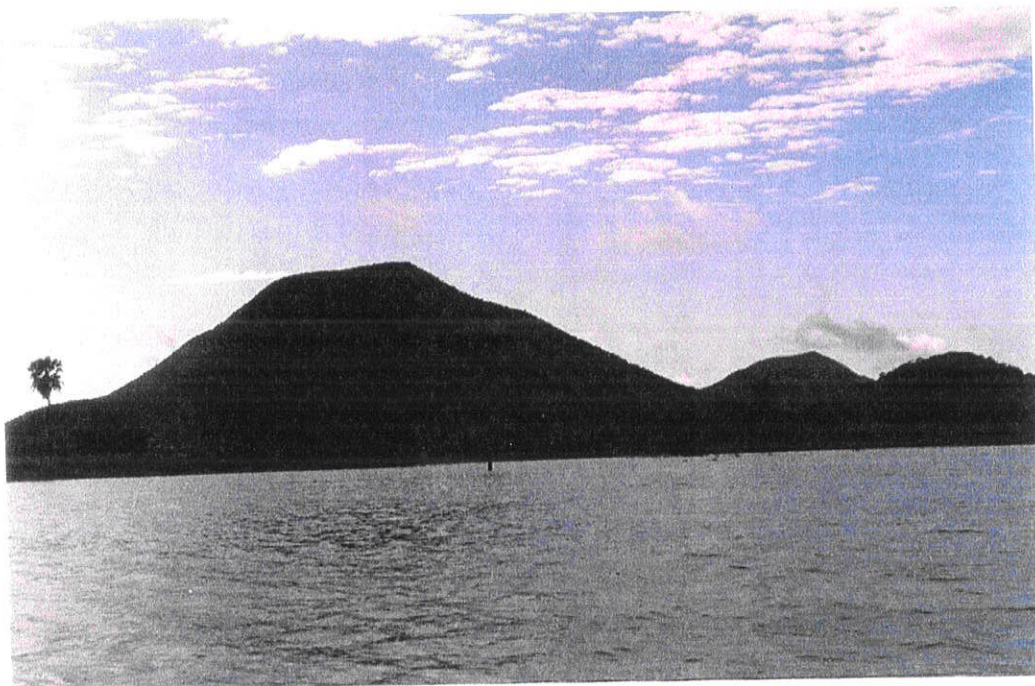


Foto 09 – Situação mais proximal do Complexo Alcalino Cerro Siete Cabezas e Satélite I, vista de E para W.

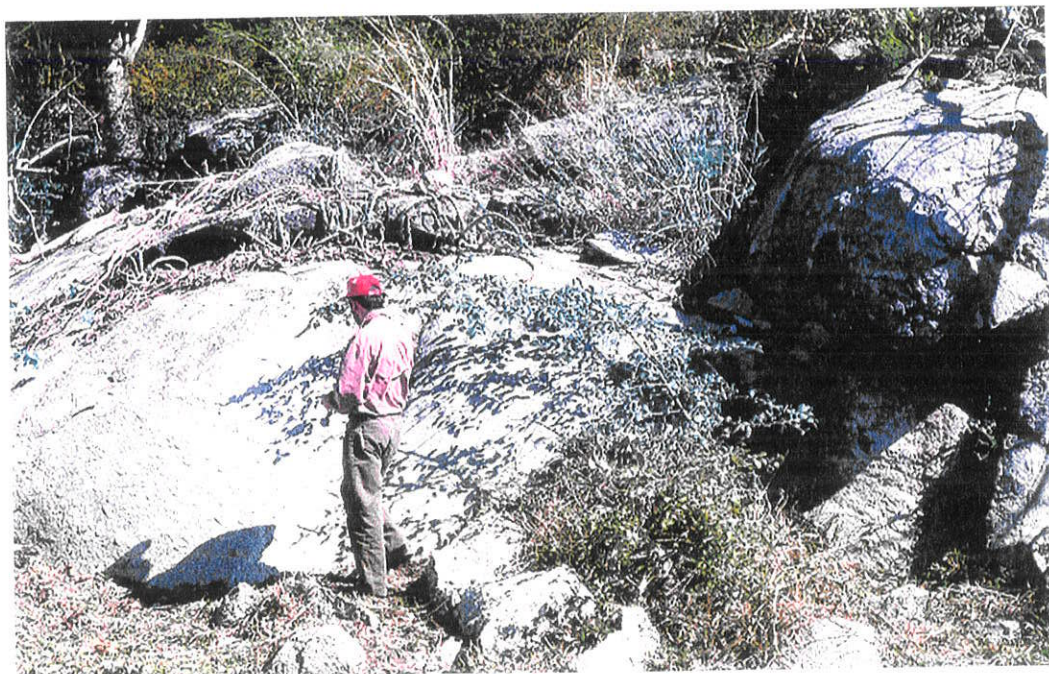
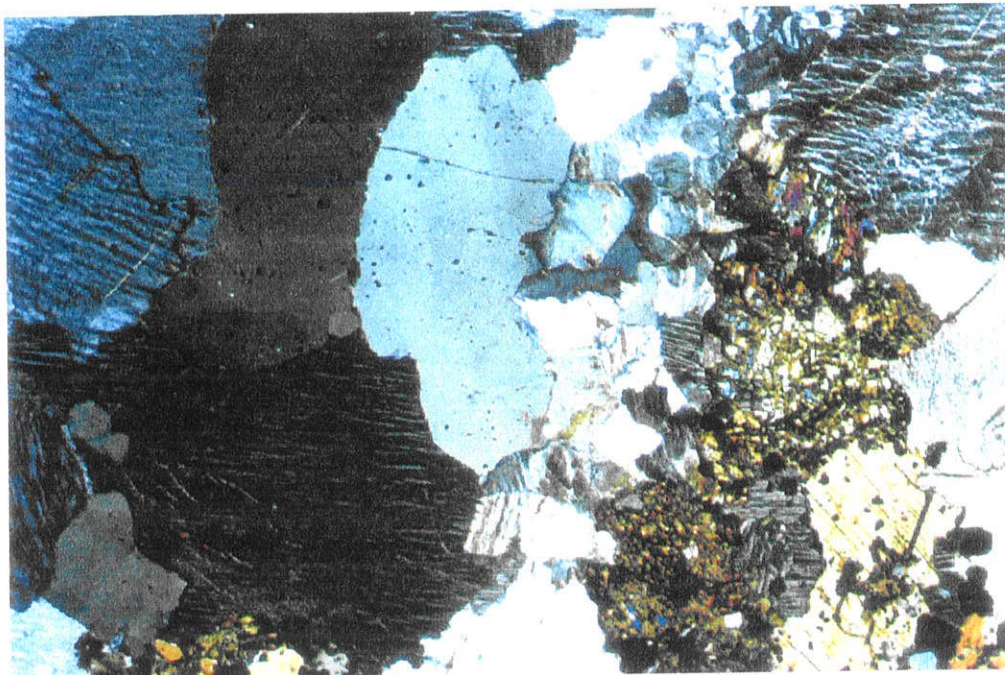
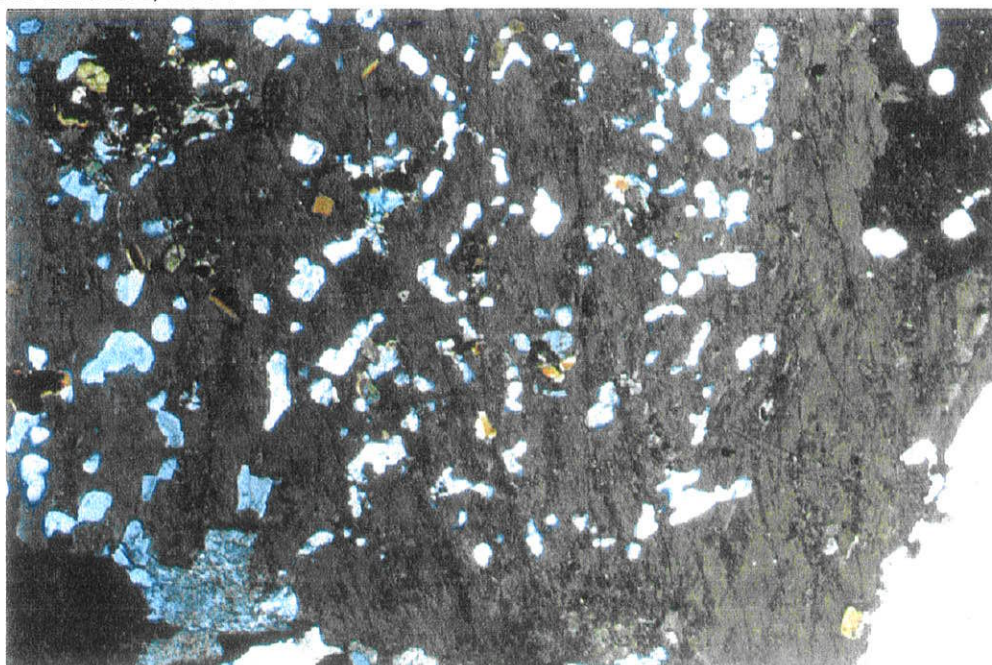


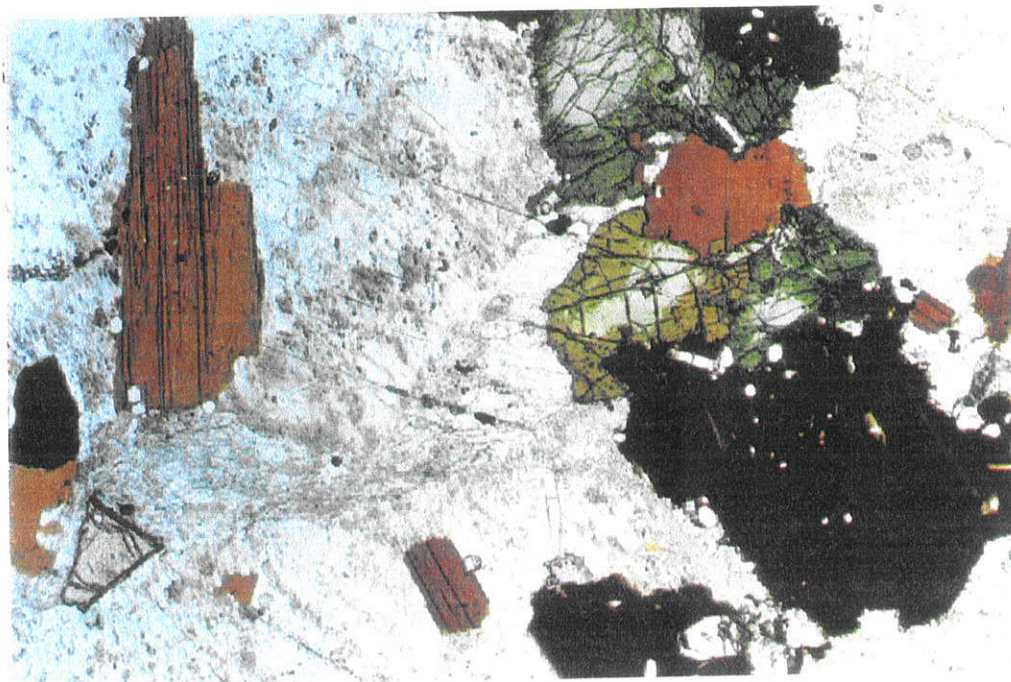
Foto 10 – Aspecto geral de um afloramento de nefelina sienito de Cerro Siete Cabezas.



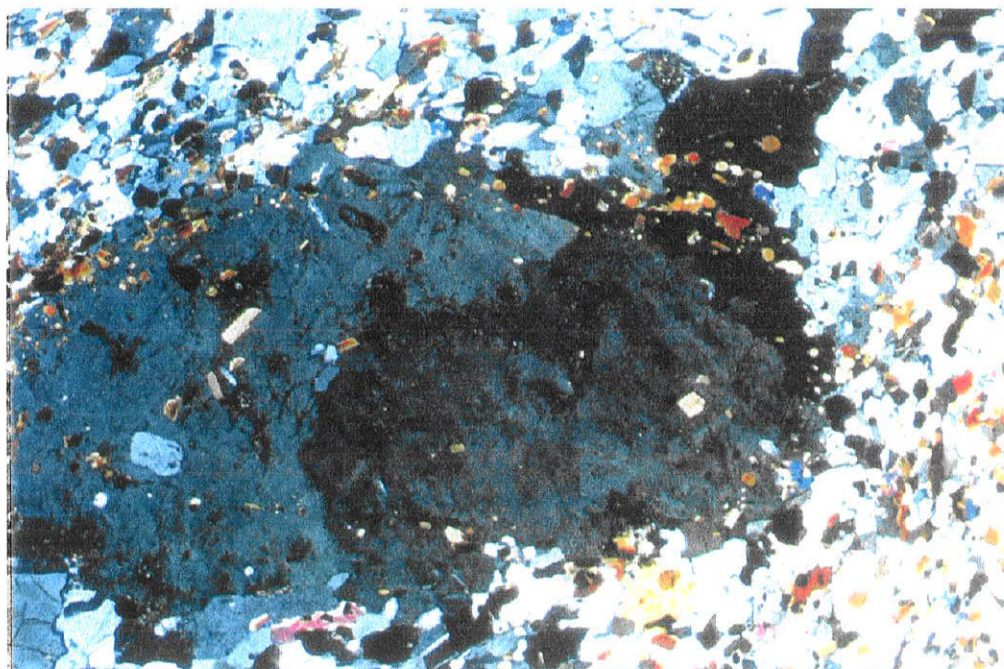
Fotomicrografia 16 – Quartzo sienito de CSC apresentando feldspatos com intercrescimento perítico, cujas lamelas têm formas regulares. Fenocristais de titanita(à direita) são comuns. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.



Fotomicrografia 17 – RP-234 – Fenocristal arredondado de feldspato potássico, com cristalização marginal de biotita em traquito de CSC. As inclusões maiores são de nefelina, egerina-augita e biotita. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul



Fotomicrografia 18 –RP-242 – Bordas de reação egrina-augita/anfibólio sódico em sienito alcalino de CSC. Cristais de biotita com intercrescimento lamelar são comuns. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.



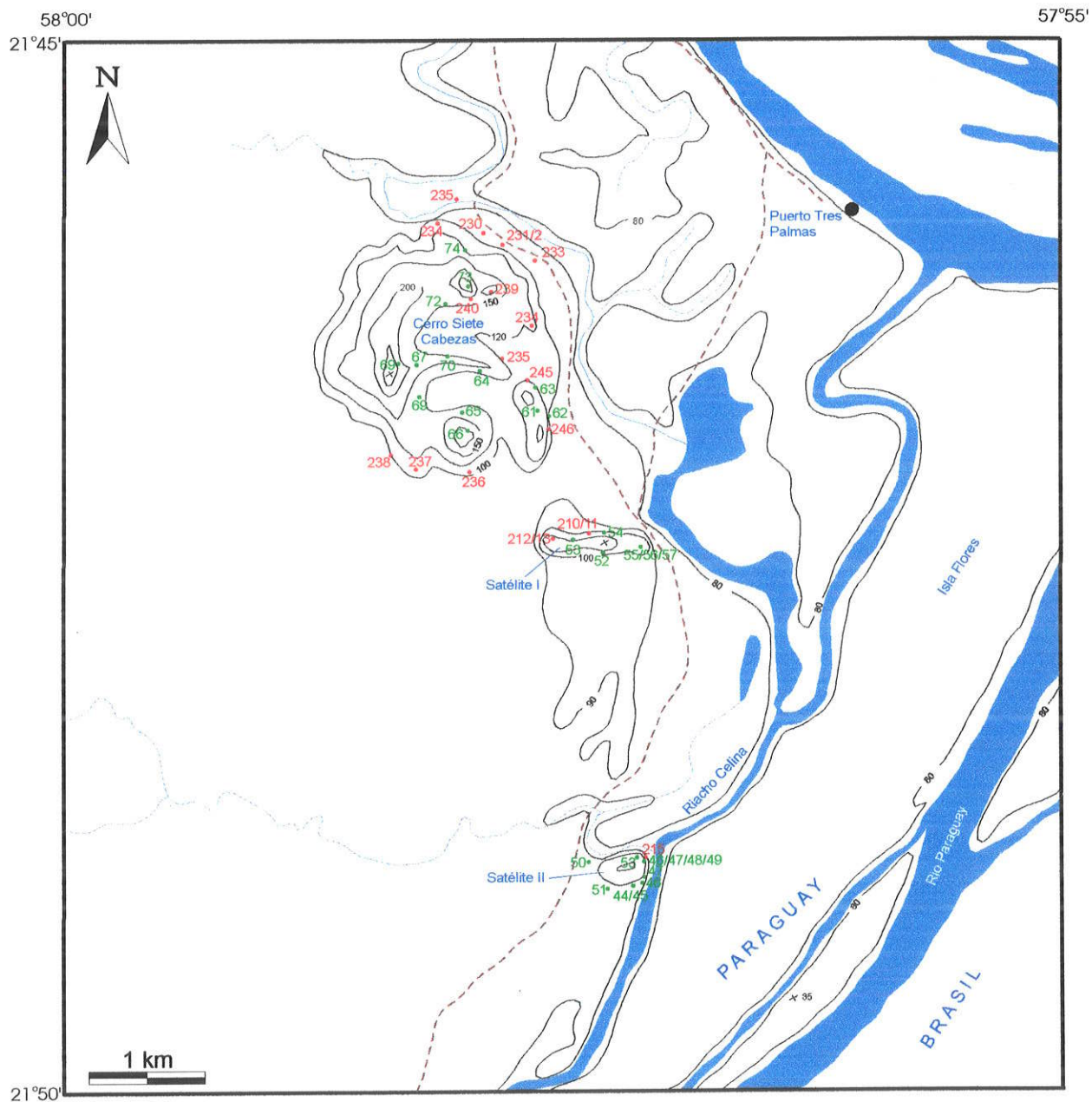
Fotomicrografia 19 – RP-236 – Fenocristal poiquilítico de nefelina em nefelina sienito de CSC. As inclusões são constituídas por: feldspato potássico, apatita e opacos. Aumento 25X, polarizadores cruzados, filtro azul.

As fotomicrografias 16, 17, 18 e 19 mostram relações texturais/estruturais dos quartzos sieníticos, nefelinas sieníticas, traquifonólitos e sienitos alcalinos, respectivamente, presentes nas rochas pertencentes ao Cerro Siete Cabezas.

As características petrográficas de Cerro Siete Cabezas e corpos Satélites são apresentadas resumidamente na tabela 09.

Tabela 09-- Características litológicas da Província Alcalina Alto Paraguai: Cerro Siete Cabezas e Corpos Satélites

Ocorrência	Feições geológicas	Litotipos	Estrutura/Textura	Mineralogia*		
				félsicos	máficos	acessórios
Cerro Siete Cabezas	stock circular, área de 4km ²	sienitos alcalinos miasquíticos	maciça, inequigranular seriada média a grossa	feldspato alcalino (Or ₇₀₋₉₈) – mesoperítica do tipo string perita; plagioclásio oligoclásio (An _{0-3,5}) zoneamento normal.	egirina-augita zonada, n=edenita e b=Fe-pargas. hornblenda; biotita.	apatita, titanita, zircão opacos.
		nefelina sienitos agpáticos	maciça, equigranular média a grossa	feldspato alcalino (Or ₂₉₋₈₂), micropertítico tipo patch perita, geminação Carlsbad; nefelina.	egirina-augita, biotita; eudialita	apatita; titanita; fluorita opacos
		diques traquíticos (campo 6' do diagrama QAP)	orientada, porfírica com matriz afanítica	fenocristais: feldspato alcalino (Or ₄₆₋₈₄), criptopertítico com lamela tipo braid perita, gem. Carlsbad; matriz: feldspato alcalino limpo, sem perita; plagioclásio oligoclásio (An ₁₂₋₁₅), quartzo	fenocristais: egirina-augita e arfvdsonita. matriz: egirina-augita, arfvdsonita	apatita, titanita, zircão, apatita e opacos.
Satélite I	plug, área ~0,5km ²	sienito alcalino miasquítico	maciça, equigranular média a grossa	feldspato alcalino Or ₇₀₋₈₉ , micro a mesopertítico tipo patch perita; zoneamento oscilatório; quartzo.	egirina-augita arfvedsonita, biotita.	apatita; titanita; opacos.
		quartzo sienitos	maciça, equigranular, média a grossa	feldspato alcalino Or ₆₄₋₈₉ micro a mesopertítico, quartzo.	egirina-augita, arfvedsonita, Fe-glaucóf. e biotita	titanita, zircão, apatita e opacos
Satélite II	Plug, área ~0,25km ²	Sienito alcalino miasquítico (campo 6' do diagrama QAP)	maciça, equigran. Média a grossa, microporfírica	feldsp. Alcalino Or ₆₁₋₉₄ e plag. Oligoclásio An ₁₂₋₁₉ micro a mesopertítico.	egirina-augita, arfvdsonita e biotita, eudialita	titanita, apatita, zircão e opacos
		qtzo sienitos e alcali-feldspato granito (campos 6* e 2 do diagrama QAP)	maciça, equigran. Média a fina	feldsp. Alcalino Or ₈₈₋₉₅ micro a mesopertítico, quartzo	egirina-augita, arfvdsonita e biotita	titanita, apatita, zircão e opacos



Legenda

- | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|--|-----------------------|--|--------------------|
| .05 | Amostra coletada neste trabalho | | Drenagem | | Cidades |
| .05 | Amostra coletada por Velázquez (1996) | | Drenagem intermitente | | Caminhos e trilhas |

Figura 09: Mapa de localização de amostras da região do Cerro Siete Cabezas (PY). Carta Nacional, Puerto Tres Palmas (Hoja 5377 III), escala 1:50.000.

Tabela 10 – Análises modais de rochas da Província Alcalina Alto Paraguai (% vol.)

<i>min\amostras</i>	7	8	27	29	30	31a	32	33	35	37	39	42	43	44	45	46	50	51	52	56
k-feldspatos	90.9	92.5	50.2	64	55	67	92.9	50.3	44.1	48	61.5	49.3	59	89	66.1	89.1	82.9	86.1	93.1	89.5
nefelina	-	-	29.1	10.5	15.5	10	-	9.2	17.8	21	17.9	19.2	5.8	-	-	-	-	-	-	-
sodalita	-	-	14.9	8.1	17.1	4.7	-	12.2	27.7	8	13.5	10.1	4.6	-	-	-	-	-	-	-
egirina-augita	0.1	2.3	4.2	16.3	7	11.5	4.9	22.6	8.1	19.1	5.6	18.8	21.8	1.5	13.7	-	2.2	0.5	2.7	2
Na-anfibólios	1.8	-	0.2	-	1	2.5	1.4	2.4	0.2	-	-	0.4	0.4	6	-	8	8.4	9.5	2.6	7.1
biotita	6.2	3.4	0.5	-	0.1	-	-	-	0.1	-	-	1	1.1	1.1	-	1.1	3.5	1.2	1	-
titanita	0.2	-	-	1	1.3	3.7	0.2	1.5	0.1	0.2	0.6	-	tr	1.5	-	0.5	-	0.4	0.3	0.1
apatita	-	0.1	-	tr	0.5	0.2	-	1.1	1.5	0.1	0.1	0.1	0.2	-	0.3	0.2	0.1	0.2	tr	tr
quartzo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.9	-	0.9	0.8	0.2	tr
carbonatos*	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
canocrinita*	-	-	-	tr	2.2	tr	-	0.5	0.3	0.2	0.4	0.4	-	-	-	-	tr	-	-	-
opacos	0.8	1.6	0.8	-	0.2	0.3	0.5	-	-	-	0.3	0.4	1	0.8	1.9	1	1.4	1.2	-	1.2
eudialita	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	2.2	-	0.2	-	tr	-	-	0.5	-	-	-
zeólita*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
zircão	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	-	tr
pectolita	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
lavenita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-
fluorita	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

Obs. As amostras 7 e 8 são de Cerro Pedreira, 27 a 43 são de Cerro Boggiani, 44 a 50 pertencem a Satélite II enquanto que 51 a 56 são de Satélite I.

* Minerais de Alteração

Tabela 11 – Análises modais de rochas da Província Alcalina Alto Paraguai (% vol.)

<i>min/amostras</i>	58	62	74	78	85	88	91#	198	201A#	205	207	211	217	222	230	255	256	259	264	267
k-feldspatos	91.5	41.1	71	84.6	64.6	69.5	58	71	64.6	80.9	72.4	90.4	80.7	70.2	74.3	59.2	68.7	89.2	79	83
nefelina	-	11.5	4.7	-	0.7	6.1	20.5	7.6	14	10	7.7	-	-	17.6	6.3	29	15.9	-	-	6.2
sodalita	-	3.5	3.5	-	0.6	1.4	6.2	6.5	7	5	2.7	-	-	4	-	2.1	3.7	-	-	1.9
egirina-augita	-	2	7	-	23	-	0.5	7.8	4.1	-	0.5	-	1.7	7.1	2.7	2.3	1.6	-	1.4	-
Na-anfibólios	5.3	28.7	-	7.4	0.6	9.8	9	0.5	3.5	2.1	15	7.8	9.3	-	2.8	4.9	7.8	5.9	10	3.6
biotita	0.2	9.3	11	0.5	9	0.4	2	2.8	2.3	1	0.3	tr	7.9	-	12.5	1.4	0.2	1	7.2	3.8
titanita	0.2	0.2	1	0.1	0.8	tr	-	2	1.2	-	0.4	tr	tr	-	0.6	tr	0.9	0.8	0.4	0.3
apatita	-	-	-	tr	-	5.7	0.7	tr	1	-	-	0.2	tr	-	0.5	tr	-	0.2	0.1	0.2
quartzo	1.7	-	-	5.1	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	1	-	-	-	2.1	-	-
carbonatos*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	-	-	-
cancrinita*	-	tr	0.5	-	-	1	-	tr	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
opacos	1	3.6	1	2.2	0.6	6.1	3.1	0.5	2	1	0.9	0.8	0.3	-	0.2	1	1.1	0.7	1.8	1
eudialita	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
zeólita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
zircão	tr	-	-	tr	tr	-	-	tr	-	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	tr	tr	-
fluorita	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
total	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	100	100	99.9	100	100	99.9	100	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	100

Obs. A amostra 58 refere-se ao corpo Satélite I, enquanto que as amostras 62, 74, 211 e 230 ao Cerro Siete Cabezas; 78 e 207 ao Pão de Açúcar, 85, 88 e 198 correspondem à Cerrito; 91, 201a e 222 à Ilha Fecho dos Morros; 205 ao Cerro Pedreira; 217 e 267 ao Porto Conceição; 255 e 256 ao Morro São Pedro e 264 ao Morro Distante.

- Minerais de Alteração
- # Rochas com estrutura pegmatóide

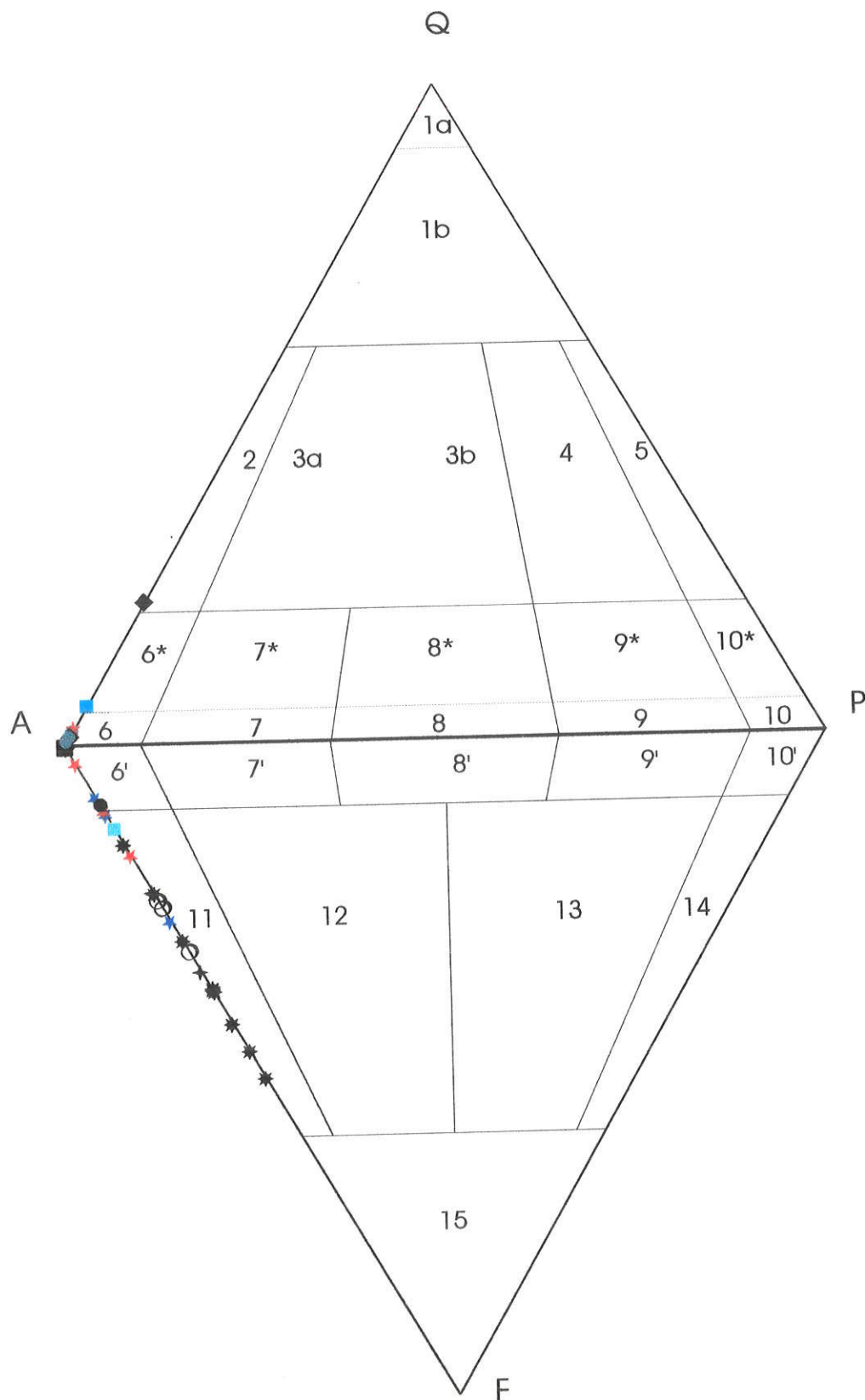


Figura 10 - Distribuição das rochas da Província Alcalina do Alto Paraguai. No triângulo superior, os símbolos estrela azul corresponde ao CSC, estrela vermelha ao MC, quadrado cheio azul ao PA, círculo verde preenchido ao SI e losango preto ao SII. No inferior, a estrela vermelha representa o C, a estrela negra o CB, a estrela azul o CSC, o círculo verde o CP, o círculo incolor o FDM, o círculo negro o PC, o quadrado incolor o MD, o quadrado azul o PA e o losango negro o SII e a cruz negra o SP.

CAPÍTULO V - QUÍMICA MINERAL

Trinta e uma amostras de rochas foram preparadas para estudos microquímicos abrangendo os litotipos diversos, pertencentes aos principais corpos das ocorrências alcalinas da Província Alcalina Alto Paraguai, tendo sido executadas cerca de 1166 análises quantitativas, com auxílio da microsonda eletrônica, por dispersão de comprimento de onda (WDS), distribuídas assim como se seguem: 357 análises de feldspatos, 262 de piroxênios, 231 de anfibólios, 173 de feldspatóides, 92 de biotitas, 21 de ilmenitas e 75 de magnetitas. Adicionalmente, foram efetuadas também cerca de 15 análises qualitativas a semi-quantitativa, por meio de dispersão de energia (EDS) de minerais considerados especiais tais como eudialita, lavenita e outros.

Os resultados das análises (em óxidos) de minerais silicáticos e de opacos são àqueles apontados no item 1.4.3, locados em posições de núcleos, de bordas e de lamelas de intercrescimento dos cristais, com a finalidade específica de se investigar as suas tendências composicionais e possíveis zoneamentos químicos.

V.1 – Feldspatos

Os feldspatos constituem-se nos minerais félsicos mais importantes sob o aspecto quantitativo das rochas sieníticas da Província Alcalina Alto Paraguai, estando presentes como a fase mais abundante em todas as amostras estudadas. Em sua grande maioria, tratam-se de feldspatos alcalinos, sendo que os plagioclásios ocorrem em apenas duas amostras de sienito alcalino provenientes de localidades distintas (Figura 07), sendo uma de Morro Conceição (Am. 259) e outra de Morro Distante (Am. 264).

Microscopicamente, os feldspatos alcalinos estão representados por indivíduos com formas subédricas e anédricas de variando desde fina a muito fina

na matriz de fonolitos e traquitos, passando por grossa nos fenocristais desses mesmos litotipos, até muito grossas em rochas com textura pegmatítica, caso específico do corpo que aflora na Ilha Fecho dos Morros e subordinadamente dos pegmatitos do corpo de Cerrito.

As tabelas 12.0 a 12.23 apresentam os dados químicos pontuais dos feldspatos dos diversos corpos amostrados da Província Alcalina Alto Paraguai, consubstanciando os estudos petrográficos prévios de que a totalidade da população analítica abrangida, possui uma grande variabilidade composicional, indo da albita pura (Ab_{99}) até o ortoclásio (Or_{96}). A predominância, porém, é de minerais do grupo dos feldspatos alcalinos potássicos, especialmente em litotipos como os nefelina sienitos e fonolitos peralcalinos de Cerro Boggiani (tabelas 12.0 a 12.5, figuras 11 e 12), nos sienitos alcalinos dos corpos Satélite II e Satélite I (tabelas 12.6 a 12.12, figuras 13 e 14, respectivamente), nos sienitos nefelínicos de Cerro Siete Cabezas (tabelas 12.13 a 12.15, figura 15), nos quartzo sienitos e traquifonolitos do Morro Pão de Açúcar (tabelas 12.16 e 12.17, figuras 16 e 17), nos sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros (tabela 12.18, figura 23b) e de Cerrito (tabela 12.23, figura 18), nos quartzo sienitos de Cerro Pedreira (tabela 12.19, figura 19) e nos fonolitos de Morro de São Pedro (tabela 12.20, figura 20).

Nos sienitos alcalinos analisados provenientes das localidades de Morro Conceição e Morro Distante (tabelas 12.21 e 12.22), a predominância é de plagioclásios, como pode ser observado nos diagramas classificatórios (Figura 21 e 22), definindo composições variando do oligoclásio até a andesina. Nessas rochas também foram encontrados feldspatos alcalinos que correspondem à albita pura, anortoclásio e sanidina em Morro Conceição e apenas albita pura e anortoclásio em Morro Distante.

Nos fonolitos peralcalinos porfiríticos de Porto Conceição (tabela 12,22) os feldspatos estão representados por microfenocristais de albita e grãos menores de anortoclásio, constituindo a matriz (figura 23a).

Nos sienitos alcalinos da e Satélite I e Satélite II freqüentemente são observados uma forte predominância de feldspatos contendo intercrescimento pertítico, micropertítico a mesopertítico, com raros cristais de feldspato potássico

de aspecto límpido, sem estruturas resultantes da interferência de processos de exsolução, coincidindo com o que se observa em praticamente todas as rochas da Província Alcalina Alto Paraguai. Tais intercrescimentos, por sua vez, exibem formas de vênulas irregulares, raramente anastomosadas, representativas da desmisturação de fases sódio-potássicas nos processos de cristalização magmática e tardi a pós-magmática, em condições de temperatura subsolidus. Nas rochas onde há predominância de intercrescimentos peritéticos, os feldspatos raramente apresentam geminação segundo a lei de Carlsbad ou Baveno.

A classificação dos feldspatos revela em sua maior parte, a concordância com os estudos petrográficos prévios, ainda que tenha sido detectada pela primeira vez na Província Alto Paraguai, a presença de plagioclásios (oligoclásio e andesina) em rochas dos corpos de Morro Conceição e Morro Distante.

Tabela 12.0 - Composição química de feldspatos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30
Análise	35	38	39	52	162	163	164	165	170	171	172	175	176	179	180	181	182	183	184	185	186
Localção	C1G1n	C1G3n	C1G3b	C5G5n	C1G2n	C1G2b	C1G3n	C1G3b	C2G3n	C3G1n	C3G1b	C4G2n	C4G2b	C4G4n	C4G4b	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b	C5G3n	C5G3b
Mineral	Alb	Alb	KF	Alb	KF	KF	KF	KF	KF	KF	KF	KF	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	KF	Kf	Alb	Alb
SiO ₂	69.34	66.75	65.62	68.26	64.31	65.34	63.93	65.40	64.34	64.26	63.98	64.15	68.38	67.78	67.81	68.22	68.28	65.31	64.88	66.22	67.28
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.02
Al ₂ O ₃	19.30	18.53	18.10	19.31	17.97	18.13	17.93	18.27	18.15	17.99	17.98	18.01	19.08	18.96	18.93	19.12	19.22	18.25	18.35	18.69	19.81
Fe ₂ O ₃	0.29	0.20	0.25	0.16	0.10	0.19	0.19	0.09	0.14	0.10	0.10	0.17	0.22	0.21	0.20	0.12	0.17	0.26	0.10	0.13	0.25
MnO	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
SrO	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.02	0.15	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.16	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.03	0.00	0.06
CaO	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.26	0.02	0.03	0.06
Na ₂ O	11.75	5.81	3.01	10.62	0.40	3.81	0.63	3.36	2.29	1.07	2.25	0.67	11.31	11.67	11.01	11.10	11.68	5.21	4.85	6.33	11.60
K ₂ O	0.15	8.64	12.62	1.94	17.03	11.63	16.62	11.71	14.04	16.01	14.53	16.53	0.72	0.27	0.65	0.87	0.17	9.72	10.60	8.05	0.16
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.86	100.10	99.66	100.32	99.85	99.13	99.69	98.99	98.96	99.42	98.88	99.58	99.76	98.94	98.68	99.49	99.58	99.01	98.90	99.47	99.24
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																					
Si	6.025	6.029	6.039	6.001	6.019	6.030	6.014	6.019	6.005	6.016	6.011	6.012	6.021	6.018	6.021	6.015	6.009	6.019	6.001	6.004	5.940
Al	1.974	1.971	1.961	1.999	1.981	1.970	1.986	1.981	1.995	1.984	1.990	1.988	1.979	1.983	1.979	1.985	1.991	1.981	1.999	1.996	2.060
Fe ³⁺	0.019	0.014	0.017	0.011	0.007	0.013	0.013	0.006	0.010	0.007	0.007	0.012	0.014	0.014	0.013	0.008	0.012	0.018	0.007	0.009	0.017
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.002	0.003	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.001
Mn	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Mg	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002
Ba	0.001	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002
Ca	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.026	0.002	0.003	0.006
Na	1.980	1.017	0.537	1.810	0.073	0.682	0.115	0.600	0.414	0.194	0.410	0.121	1.931	2.008	1.895	1.898	1.992	0.930	0.869	1.113	1.986
K	0.016	0.996	1.482	0.218	2.033	1.370	1.995	1.374	1.671	1.912	1.741	1.976	0.081	0.030	0.074	0.098	0.019	1.143	1.250	0.932	0.018
Cátions	10.018	10.039	10.040	10.042	10.115	10.066	10.160	9.992	10.096	10.113	10.162	10.115	10.029	10.057	9.987	10.007	10.027	10.117	10.135	10.058	10.032
X	8.018	8.014	8.017	8.011	8.009	8.013	8.017	8.006	8.010	8.007	8.008	8.014	8.017	8.017	8.016	8.008	8.013	8.018	8.012	8.009	8.018
Z	1.999	2.020	2.021	2.031	2.106	2.053	2.143	1.980	2.086	2.106	2.153	2.100	2.012	2.039	1.971	1.998	2.013	2.099	2.122	2.049	2.012
Componentes Moleculares																					
Ab	99.1	50.5	26.6	89.1	3.5	33.2	5.4	30.4	19.9	9.2	19.1	5.8	96	98.5	96.2	95	99	44.3	41	54.3	98.8
An	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	1.2	0.1	0.1	0.3
Or	0.8	49.5	73.4	10.7	96.5	66.8	93.2	69.6	80.1	90.8	80.9	94.2	4	1.5	3.8	4.9	0.9	54.5	58.9	45.5	0.9

Observações: Fetotal calculado como Fe³⁺, abreviações: C= círculo, G= grão, n= núcleo, b= borda, F= fenocristal, m= matriz, ip= intercrescimento perítico, zp= zoneamento em patch, i= inclusão, Alb= albita e KF= feldspato potássico.

Tabela 12.1 - Composição química de feldspatos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A
Análise	189	190	191	199	200	201	203	204	205	206	207	262	1	2	3	4	6	7	9	10	11	
Localização	C6G2n	C6G2b	C6G3n	C8G2n	C8G2b	C9G1n	C9G2n	C9G2b	C10G1n	C10G2n	C10G1n	C6G1n	C1G1n	C1G2n	C1G2br	C1G2b	C1G4n	C1G4b	C2G1n	C2G2m	C2G3m	
Mineral	Alb	Alb	Kf	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	KF	Alb	KF	KF	Alb	KF	Alb	Alb	
SiO ₂	67.76	68.58	63.93	63.48	67.33	68.28	67.70	68.17	68.81	66.04	67.65	69.41	68.73	65.09	69.18	64.70	68.66	51.10	64.68	69.13	68.66	
TiO ₂	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Al ₂ O ₃	18.87	19.19	18.30	17.92	19.43	18.98	19.00	19.10	19.22	18.57	18.92	20.10	19.11	18.01	19.06	18.04	19.42	25.17	17.91	19.18	19.25	
Fe ₂ O ₃	0.11	0.21	0.01	0.07	0.09	0.16	0.11	0.20	0.13	0.08	0.81	0.33	0.33	0.20	0.24	0.17	0.15	0.18	0.35	0.29	0.43	
MnO	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.13	0.38	0.00	0.00	0.00	
BaO	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.11	0.02	0.04	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.27	0.00	0.08	
CaO	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.15	1.88	0.00	0.01	0.02	
Na ₂ O	11.17	11.70	0.46	0.36	11.62	10.81	11.17	11.90	11.49	5.05	11.27	12.39	11.35	1.69	11.56	2.40	11.41	16.60	1.17	11.44	11.98	
K ₂ O	0.20	0.15	16.95	16.66	0.14	1.37	0.20	0.14	0.32	10.44	0.19	0.16	0.21	14.32	0.14	13.53	0.14	0.15	14.98	0.28	0.11	
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Total	98.20	99.83	99.64	98.66	98.64	99.67	98.21	99.62	100.14	100.21	98.91	102.44	99.86	99.42	100.20	98.84	99.97	95.08	99.36	100.33	100.54	
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																						
Si	6.024	6.017	5.983	6.004	5.971	6.027	6.013	6.016	6.019	6.010	6.018	5.965	6.027	6.034	6.040	6.023	6.001	5.063	6.033	6.030	6.015	
Al	1.975	1.983	2.017	1.995	2.029	1.973	1.987	1.985	1.980	1.990	1.982	2.034	1.973	1.966	1.960	1.977	1.999	2.937	1.967	1.970	1.985	
Fe ³⁺	0.007	0.014	0.000	0.005	0.006	0.011	0.008	0.013	0.009	0.006	0.054	0.021	0.022	0.014	0.016	0.012	0.010	0.013	0.024	0.019	0.028	
Ti	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Mn	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	
Ba	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.010	0.003	
Ca	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.000	0.000	0.003	0.000	0.002	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000	0.014	0.199	0.000	0.001	0.002	
Na	1.926	1.991	0.083	0.066	1.999	1.851	1.924	2.036	1.948	0.891	1.944	2.065	1.929	0.304	1.957	0.433	1.934	3.189	0.212	1.935	2.035	
K	0.022	0.017	2.023	2.010	0.016	0.154	0.022	0.016	0.036	1.212	0.021	0.018	0.023	1.694	0.016	1.606	0.016	0.019	1.782	0.031	0.012	
Cátions	9.961	10.022	10.106	10.093	10.023	10.020	9.956	10.073	10.005	10.112	10.027	10.108	9.984	10.020	9.990	10.051	9.977	11.420	10.038	9.986	10.084	
X	8.008	8.014	8.000	8.005	8.007	8.011	8.010	8.021	8.010	8.006	8.054	8.020	8.022	8.019	8.016	8.012	8.010	8.013	8.024	8.019	8.028	
Z	1.953	2.008	2.106	2.083	2.016	2.009	1.946	2.052	1.991	2.105	1.971	2.088	1.958	2.001	1.974	2.039	1.966	3.407	2.004	1.967	2.053	
Componentes moleculares																						
Ab	98.8	99.2	3.9	3.2	99.2	92.2	98.9	99.2	98	42.4	98.8	98.9	98.8	15.2	99.1	21.2	98.5	93.6	10.6	98.4	99.3	
An	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.7	5.8	0.0	0.1	0.1	
Or	1.1	0.8	96.1	96.7	0.8	7.7	1.1	0.8	1.8	57.6	1.1	0.9	1.2	84.7	0.8	78.8	0.8	0.6	89.4	1.6	0.6	

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺; abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.2 - Composição química de feldspatos de Cerro Boggiani(% peso)

Amostra	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-32	RP-32	RP-32	RP-32	RP-32	RP-32	RP-32	RP-37	RP-37	RP-37
Análise	13	15	16	17	18	23	26	30	31	32	33	34	208	209	210	211	212	213	216	217	218		
Localização	C2G5b	C3G2n	C3G2b	C3G2br	C3G3n	C4G1n	C4G3n	C5G1n	C5G2n	C5G3n	C5G4n	C6G1n	C1G2n	C2G1n	C2G2n	C2G2b	C4G1n	C4G1b	C1G2n	C1G3n	C2G1n		
Mineral	Alb	Kf	Alb	Alb	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Alb	Alb	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	Kf	
SiO ₂	68.56	65.00	62.42	68.30	64.43	64.15	65.02	65.00	65.60	65.57	59.02	65.79	68.23	68.43	63.83	63.12	63.96	64.03	64.56	65.88	64.23		
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00		
Al ₂ O ₃	19.06	18.00	22.21	19.05	17.83	17.77	17.92	17.93	18.10	18.14	21.33	18.19	18.48	18.99	17.93	17.88	17.86	17.80	17.97	18.40	18.14		
Fe ₂ O ₃	0.43	0.37	0.43	0.45	0.32	0.41	0.37	0.31	0.33	0.24	0.26	0.35	0.72	0.29	0.24	0.14	0.31	0.28	0.09	0.21	0.22		
MnO	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.02	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00		
BaO	0.00	0.25	0.07	0.00	0.02	0.07	0.15	0.25	0.07	0.11	0.14	0.04	0.06	0.00	0.08	0.09	0.05	0.01	0.02	0.00	0.02		
CaO	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00		
Na ₂ O	10.76	0.91	12.96	11.78	1.02	1.04	1.46	0.84	1.01	1.13	6.89	1.51	11.61	11.39	0.66	0.93	0.73	1.01	4.65	5.07	1.98		
K ₂ O	1.59	15.26	1.35	0.16	15.24	15.37	14.64	15.46	15.51	15.26	11.79	14.74	0.19	0.14	16.36	15.91	16.46	16.26	10.29	9.88	14.17		
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Total	100.42	99.80	99.47	99.80	98.88	98.81	99.57	99.85	100.62	100.47	99.43	100.62	99.31	99.32	99.13	98.47	99.37	*	98.36	99.45	98.76		
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																							
Si	6.027	6.033	5.638	6.022	6.034	6.033	6.039	6.039	6.038	6.034	5.611	6.035	6.066	6.030	6.011	5.999	6.020	6.027	6.025	6.020	6.003		
Al	1.973	1.967	2.363	1.978	1.966	1.968	1.960	1.961	1.962	1.966	2.389	1.965	1.934	1.971	1.988	2.001	1.980	1.973	1.975	1.980	1.997		
Fe ³⁺	0.029	0.026	0.029	0.030	0.022	0.029	0.026	0.021	0.023	0.017	0.019	0.024	0.048	0.019	0.017	0.010	0.022	0.020	0.006	0.014	0.015		
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000		
Mn	0.000	0.002	0.001	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.002	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mg	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Ba	0.000	0.009	0.002	0.000	0.001	0.003	0.005	0.009	0.003	0.004	0.005	0.002	0.002	0.000	0.003	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001		
Ca	0.002	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.077	0.000	0.000		
Na	1.834	0.163	2.269	2.014	0.185	0.189	0.262	0.152	0.180	0.202	1.270	0.268	2.002	1.946	0.120	0.172	0.133	0.184	0.842	0.898	0.358		
K	0.178	1.807	0.156	0.018	1.820	1.843	1.734	1.832	1.821	1.792	1.431	1.725	0.021	0.016	1.966	1.929	1.977	1.953	1.225	1.152	1.690		
Cátions	10.043	10.016	10.463	10.067	10.031	10.068	10.032	10.028	10.032	10.019	10.730	10.021	10.078	9.988	10.110	10.150	10.136	10.158	10.153	10.064	10.065		
X	8.029	8.026	8.030	8.030	8.022	8.030	8.025	8.021	8.023	8.017	8.019	8.024	8.048	8.022	8.016	8.011	8.022	8.021	8.007	8.014	8.015		
Z	2.014	1.981	2.431	2.037	2.008	2.035	2.002	1.998	2.006	1.998	2.706	1.995	2.028	1.966	2.091	2.136	2.112	2.137	2.145	2.050	2.049		
Componentes moleculares																							
Ab	91.1	8.3	93.5	99	9.2	9.3	13.1	7.6	9	10.1	47	13.4	98.9	99.1	5.8	8.2	6.3	8.6	39.3	43.8	17.5		
An	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0		
Or	8.8	91.7	6.4	0.9	90.8	90.7	86.9	92.1	91	89.9	53	86.6	1	0.8	94.2	91.6	93.7	91.4	57.1	56.2	82.5		

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺; abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.4 - Composição química de feldspatos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43
Análise	311	313	314	315	316	317	319	322	323	324	325	326
Localização	C1G4n	C2G1ip	C2G2ip	C2G2ip	C3G1ip	C3G1ip	C3G3n	C4G1n	C4G1br	C4G2n	C4G2br	C6G1n
Mineral	Kf	Alb	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf
SiO ₂	65.08	68.29	67.00	66.26	68.42	68.72	68.66	63.62	67.94	64.45	68.52	64.82
TiO ₂	0.06	0.04	0.03	0.00	0.09	0.04	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.07
Al ₂ O ₃	18.14	19.10	19.59	18.71	19.20	19.37	19.12	18.01	19.15	18.21	19.27	18.36
Fe ₂ O ₃	0.24	0.43	0.23	0.16	0.22	0.23	0.43	0.35	0.29	0.23	0.28	0.38
MnO	0.01	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00
BaO	0.10	0.00	0.01	0.01	0.05	0.00	0.05	0.19	0.03	0.15	0.06	0.07
CaO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00
Na ₂ O	3.20	11.13	11.25	6.29	11.92	11.83	11.76	2.09	11.48	3.19	11.39	4.06
K ₂ O	12.23	1.41	2.14	8.30	0.10	0.18	0.12	14.02	0.17	12.42	0.14	11.18
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.05	100.42	100.28	99.73	100.11	100.38	100.16	98.31	99.09	98.75	99.71	98.93

Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio

Si	6.023	6.018	5.951	6.004	6.013	6.006	6.025	6.000	6.007	6.003	6.010	5.999
Al	1.977	1.982	2.049	1.996	1.987	1.994	1.976	2.000	1.993	1.997	1.990	2.001
Fe ³⁺	0.016	0.028	0.015	0.011	0.015	0.015	0.028	0.025	0.019	0.016	0.018	0.026
Ti	0.004	0.003	0.002	0.000	0.006	0.002	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.005
Mn	0.001	0.001	0.003	0.001	0.003	0.001	0.000	0.004	0.000	0.003	0.001	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.007	0.001	0.006	0.002	0.003
Ca	0.000	0.001	0.001	0.000	0.006	0.000	0.002	0.000	0.002	0.001	0.004	0.000
Na	0.575	1.901	1.937	1.104	2.031	2.004	2.001	0.382	1.968	0.576	1.936	0.728
K	1.443	0.159	0.242	0.959	0.012	0.020	0.014	1.687	0.019	1.475	0.015	1.320
Cátions	10.047	10.093	10.200	10.075	10.077	10.042	10.050	10.112	10.011	10.087	9.978	10.085
X	8.020	8.031	8.017	8.011	8.021	8.017	8.029	8.025	8.020	8.020	8.018	8.031
Z	2.023	2.062	2.183	2.064	2.054	2.025	2.019	2.080	1.990	2.061	1.958	2.051

Componentes moleculares

Ab	60.6	89.4	13.4	8.1	11.8	10.6	99.0	13.6	15.3	28.5	92.2	88.9
An	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
Or	39.3	10.6	86.6	91.9	88.2	89.4	0.9	86.4	83.9	71.5	7.7	11.1

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺; abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.5 - Composição química dos feldspatos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43
Análise	311	313	314	315	316	317	319	322	323	324	325	326
Localização	C1G4n	C2G1ip	C2G2ip	C2G2ip	C3G1ip	C3G1ip	C3G3n	C4G1n	C4G1br	C4G2n	C4G2br	C6G1n
Mineral	Kf	Alb	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf
SiO ₂	65.08	68.29	67.00	66.26	68.42	68.72	68.66	63.62	67.94	64.45	68.52	64.82
TiO ₂	0.06	0.04	0.03	0.00	0.09	0.04	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.07
Al ₂ O ₃	18.14	19.10	19.59	18.71	19.20	19.37	19.12	18.01	19.15	18.21	19.27	18.36
Fe ₂ O ₃	0.24	0.43	0.23	0.16	0.22	0.23	0.43	0.35	0.29	0.23	0.28	0.38
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00
BaO	0.10	0.00	0.01	0.01	0.05	0.00	0.05	0.19	0.03	0.15	0.06	0.07
CaO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00
Na ₂ O	3.20	11.13	11.25	6.29	11.92	11.83	11.76	2.09	11.48	3.19	11.39	4.06
K ₂ O	12.23	1.41	2.14	8.30	0.10	0.18	0.12	14.02	0.17	12.42	0.14	11.18
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.05	100.42	100.28	99.73	100.11	100.38	100.16	98.31	99.09	98.75	99.71	98.93
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio												
Si	6.023	6.018	5.951	6.004	6.013	6.006	6.025	6	6.007	6.003	6.01	5.999
Al	1.977	1.982	2.049	1.996	1.987	1.994	1.976	2	1.993	1.997	1.99	2.001
Fe ³⁺	0.016	0.028	0.015	0.011	0.015	0.015	0.028	0.025	0.019	0.016	0.018	0.026
Ti	0.004	0.003	0.002	0	0.006	0.002	0	0	0.001	0.004	0	0.005
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn	0.001	0.001	0.003	0.001	0.003	0.001	0	0.004	0	0.003	0.001	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0.004	0	0	0	0.002	0	0.002	0.007	0.001	0.006	0.002	0.003
Ca	0	0.001	0.001	0	0.006	0	0.002	0	0.002	0.001	0.004	0
Na	0.575	1.901	1.937	1.104	2.031	2.004	2.001	0.382	1.968	0.576	1.936	0.728
K	1.443	0.159	0.242	0.959	0.012	0.02	0.014	1.687	0.019	1.475	0.015	1.32
Cátions	10.047	10.093	10.2	10.075	10.077	10.042	10.05	10.112	10.011	10.087	9.978	10.085
X	8.02	8.031	8.017	8.011	8.021	8.017	8.029	8.025	8.02	8.02	8.018	8.031
Z	2.023	2.062	2.183	2.064	2.054	2.025	2.019	2.08	1.99	2.061	1.958	2.051
Componentes Moleculares												
Ab	28.5	92.2	88.9	53.5	99.1	99	99.2	18.5	98.9	28.1	99	35.5
An	0	0	0	0	0.3	0	0.1	0	0.1	0	0.2	0
Or	71.5	7.7	11.1	46.5	0.6	1	0.7	81.5	1	71.9	0.8	64.5

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.6 - Composição química dos feldspatos de Satélite II (% peso)

Amostra	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-45	RP-45
Análise	328	329	330	331	332	333	334	83	84	85	86	87	88	89	91	91	92	93	337	338	
Localização	C1G1n	C1G2n	C1G2b	C2G1n	C2G2n	C2G2b	C4G1n	C1G1ip	C1G2n	C1G2b	C2G1n	C2G1b	C3G1ip	C3G1ip	C3G2ip	C3G2zp	C3G2n	C3G3n	C1G1n	C1G1ip	
Mineral	Alb	Kf	Alb	Alb	Kf	Kf	Kf	Alb	KF	KF	KF	KF	Alb	KF	Alb	KF	Alb	KF	Alb	Kf	
SiO ₂	67.549	64.321	66.117	66.949	65.331	64.792	63.732	67.889	67.455	64.248	65.685	65.796	69.274	65.829	67.523	67.523	66.738	65.555	69.05	64.298	
TiO ₂	0	0	0	0	0.014	0	0.053	0.002	0.031	0.063	0.012	0	0	0.039	0.056	0.056	0.03	0.088	0	0.079	
Al ₂ O ₃	19.44	18.576	18.47	20.339	18.147	17.288	17.991	20.04	18.617	17.694	18.255	18.335	19.326	18.044	19.704	19.704	18.876	18.334	18.607	18.267	
Fe ₂ O ₃	0.155	0.155	0.453	0.066	0.325	0.924	0.117	0.102	0.336	0.331	0.21	0.109	0.233	0.287	0.152	0.152	0.228	0.261	1.112	0.752	
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MnO	0	0.011	0.002	0	0.038	0.024	0	0	0	0	0.017	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BaO	0.041	0.14	0.044	0	0.11	0	0.009	0.035	0	0.089	0.041	0.088	0.042	0.033	0.107	0.107	0	0.089	0	0	
CaO	0.334	0	0	1.161	0.004	0	0	0.804	0	0	0.011	0	0.089	0	0.74	0.74	0.117	0.033	0	0	
Na ₂ O	10.993	0.785	4.113	10.703	3.513	1.891	2.045	11.291	5.639	3.342	4.229	3.995	11.789	3.091	11.097	11.097	8.174	4.809	11.646	0.372	
K ₂ O	0.374	15.512	10.503	0.224	11.518	13.635	13.38	0.325	8.788	11.943	10.713	11.44	0.347	11.936	0.369	0.369	4.814	10.11	0.13	15.578	
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0.001	0.004	0	0.009	0.004	0	0	0.013	0.003	0	0	
Total	98.89	99.5	99.7	99.44	99	98.55	97.33	100.49	100.87	97.71	99.18	99.76	101.11	99.26	99.75	99.75	98.99	99.28	100.55	99.35	
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																					
Si	5.975	5.97	6.02	5.892	6.028	6.087	6.004	5.936	6.038	6.041	6.027	6.023	6.022	6.048	5.954	5.954	6.001	6.018	6.073	5.994	
Al	2.025	2.03	1.98	2.108	1.972	1.913	1.996	2.064	1.962	1.959	1.973	1.977	1.978	1.952	2.046	2.046	1.999	1.982	1.927	2.006	
Fe ³⁺	0.01	0.011	0.031	0.004	0.023	0.065	0.008	0.007	0.023	0.023	0.014	0.008	0.015	0.02	0.01	0.01	0.015	0.018	0.074	0.053	
Ti	0	0	0	0	0.001	0	0.004	0	0.002	0.004	0.001	0	0	0.003	0.004	0.004	0.002	0.006	0	0.006	
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mn	0	0.001	0	0	0.003	0.002	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0	0	0.002	0	0	0	
Ba	0.001	0.005	0.002	0	0.004	0	0	0.001	0	0.003	0.001	0.003	0.001	0.001	0.004	0.004	0	0.003	0	0	
Ca	0.032	0	0	0.109	0	0	0	0.075	0	0	0.001	0	0.008	0	0.07	0.07	0.011	0.003	0	0	
Na	1.885	0.141	0.726	1.826	0.629	0.344	0.374	1.914	0.979	0.609	0.752	0.709	1.987	0.551	1.897	1.897	1.425	0.856	1.986	0.067	
K	0.042	1.837	1.22	0.025	1.356	1.634	1.608	0.036	1.003	1.433	1.254	1.336	0.038	1.399	0.042	0.042	0.552	1.184	0.015	1.853	
Cátions	9.971	10	9.981	9.964	10.02	10.045	9.994	10.034	10.007	10.075	10.026	10.059	10.051	9.976	10.031	10.031	10.007	10.073	10.075	9.979	
X	8.01	8.011	8.031	8.004	8.024	8.065	8.012	8.007	8.025	8.027	8.015	8.008	8.015	8.023	8.014	8.014	8.017	8.024	8.074	8.059	
Z	1.96	1.984	1.948	1.96	1.992	1.98	1.982	2.026	1.982	2.045	2.01	2.048	2.035	1.952	2.013	2.013	1.99	2.046	2.001	1.92	
Componentes Moleculares																					
Ab	96.2	7.1	37.3	93.2	31.7	17.4	18.9	94.5	49.4	29.8	37.5	34.7	97.7	28.3	94.4	94.4	71.7	41.9	99.3	3.5	
An	1.6	0	0	5.6	0	0	0	3.7	0	0	0	0	0.4	0	3.5	3.5	0.6	0.1	0	0	
Or	2.1	92.9	62.7	1.3	68.3	82.6	81.1	1.8	50.6	70.2	62.5	65.3	1.9	71.7	2.1	2.1	27.8	58	0.7	96.5	

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.7 - Composição química dos feldspatos de Satélite II (% peso)

Amostra	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-50	RP-50	RP-50
Análise	339	340	341	342	344	344a	346	347	348	349	350	351	352	94	95	96	97	137	138	353
Localização	C1G2n	C1G2ip	C1G3ip	C1G3ip	C2G1ip	C2G1ip	C2G2ip	C2G2ip	C3G1ip	C3G1ip	C3G2ip	C3G2ip	C4G1ip	C1G1n	C1G1br	C1G1zp	C1G1zp	C2G2zp	C2G2zp	C1G1ip
Mineral	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	KF	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb
SiO ₂	64.457	67.87	67.228	65.558	67.124	63.827	69.445	64.514	68.651	60.821	65.947	65.542	64.098	65.212	67.082	66.668	66.488	66.9	64.798	66.531
TiO ₂	0	0	0	0.037	0.05	0	0	0.031	0	0	0	0.01	0	0.004	0.003	0	0.021	0	0	0.018
Al ₂ O ₃	18.843	18.799	18.26	18.915	18.396	17.796	18.447	17.388	18.441	18.822	18.223	17.351	21.455	17.992	17.757	18.369	17.866	18.56	18.271	19.864
Fe ₂ O ₃	0.624	0.922	1.573	1.044	1.013	0.717	1.248	1.251	0.643	1.244	1.133	1.177	0.785	0.78	1.55	1.21	1.069	0.316	0.379	0.092
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.026	0.011	0	0.018	0	0	0	0	0	0.037	0.013	0	0	0	0	0	0.015	0.017	0.015	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0.015	0.093	0	0	0.062	0.072	0.079	0	0.067	0.018	0	0.016	0.059	0.076	0.031	0	0.146	0.108	0
CaO	0	0.027	0	0.013	0	0	0	0	0	0	0.013	0	0.022	0	0.002	0.007	0	0.05	0.034	0.718
Na ₂ O	3.766	10.604	10.144	5.666	11.066	0.433	11.105	0.509	9.029	0.511	9.378	0.511	8.186	1.239	11.408	7.183	7.804	10.534	6.85	10.176
K ₂ O	10.33	1.208	1.038	7.416	0.142	15.313	0.283	15.169	3.011	14.876	2.348	14.935	2.472	14.407	0.188	6.621	5.705	1.468	7.118	0.293
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.017	0	0.002	0	0.015	0.029	0
Total	98.05	99.46	98.34	98.67	97.79	98.15	100.6	98.94	99.77	96.38	97.07	99.53	97.03	99.71	98.07	100.09	98.97	98.01	97.6	97.69
Fórmula sestructural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																				
Si	5.951	6.032	6.061	5.971	6.048	6.023	6.094	6.073	6.078	5.864	6.036	6.099	5.738	6.038	6.099	6.04	6.077	6.03	6.006	5.919
Al	2.049	1.968	1.939	2.029	1.952	1.978	1.906	1.928	1.923	2.137	1.964	1.901	2.262	1.962	1.901	1.96	1.923	1.97	1.994	2.081
Fe ³⁺	0.043	0.062	0.107	0.071	0.069	0.051	0.082	0.089	0.043	0.09	0.078	0.082	0.053	0.054	0.106	0.082	0.073	0.021	0.026	0.006
Ti	0	0	0	0.003	0.003	0	0	0.002	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.001	0	0	0.001
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn	0.002	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0.003	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0.002	0.004	0
Ba	0	0.001	0.003	0	0	0.002	0.002	0.003	0	0.003	0.001	0	0.001	0.002	0.003	0.001	0	0.005	0.004	0
Ca	0	0.003	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0.002	0	0.001	0	0.005	0.003	0.068	
Na	0.674	1.827	1.773	1.001	1.933	0.079	1.89	0.093	1.55	0.096	1.664	0.092	1.421	0.222	2.011	1.262	1.383	1.841	1.231	1.755
K	1.217	0.137	0.119	0.862	0.016	1.843	0.032	1.822	0.34	1.83	0.274	1.773	0.282	1.702	0.022	0.765	0.665	0.169	0.842	0.033
Cátions	9.936	10.032	10.005	9.939	10.021	9.978	10.008	10.013	9.934	10.026	10.02	9.948	9.76	9.984	10.145	10.112	10.123	10.049	10.115	9.863
X	8.043	8.062	8.107	8.074	8.072	8.052	8.082	8.092	8.044	8.091	8.078	8.083	8.053	8.054	8.106	8.082	8.074	8.021	8.026	8.007
Z	1.893	1.969	1.895	1.865	1.949	1.924	1.924	1.918	1.89	1.932	1.941	1.865	1.706	1.928	2.036	2.029	2.049	2.023	2.085	1.856
Componentes Moleculares																				
Ab	35.6	92.9	93.7	53.7	99.2	4.1	98.3	4.9	82	5	85.8	4.9	83.3	11.5	98.9	62.2	67.5	91.4	59.3	94.6
An	0	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0.2	0.1	3.7
Or	64.4	7	6.3	46.2	0.8	95.9	1.7	95.1	18	95	14.1	95.1	16.5	88.5	1.1	37.7	32.5	8.4	40.6	1.8

Observações: Fetotal calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.8 - Composição química de feldspatos de Satélite II (% peso)

Amostra	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	
Análise	354	355	356	357	358	359	360	361	98	99	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	
Localização	C1G1ip	C1G2n	C2G1n	C2G2n	C3G1ip	C3G1ip	C5G1n	C5G2n	C2G1n	C2G1b	C1G1n	C1G2ip	C1G2ip	C3G1ip	C3G1ip	C3G2ip	C3G2ip	C5G1ip	C5G1ip	C5G2ip	
Mineral	Kf	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf
SiO ₂	62.156	65.662	65.236	66.104	66.95	64.784	67.828	64.502	65.809	67.649	66.599	70.511	65.247	65.884	62.837	67.238	66.554	68.762	67.257	63.696	
TiO ₂	0	0	0.072	0.087	0.048	0.052	0.022	0	0	0.09	0	0	0	0	0.063	0	0.03	0	0	0	
Al ₂ O ₃	18.054	18.972	20.285	20.307	19.84	18.95	19.657	18.373	18.379	19.545	19.15	19.031	17.828	19.048	17.762	18.726	18.323	18.662	18.7	17.358	
Fe ₂ O ₃	0	0.117	0.188	0.165	0.187	0	0.143	0.108	0.164	0.103	0.205	1.032	0.966	0.212	0.609	1.029	0.734	1.177	0.85	1.1	
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
MnO	0	0.016	0.007	0	0	0	0	0.046	0	0.031	0.034	0.028	0.032	0	0.035	0.028	0.656	0.034	0	0	
SrO	0	0.021	0.018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BaO	0.203	0.25	0.198	0.167	0.133	0.298	0.047	0.13	0.296	0.059	0	0.072	0	0.127	0	0.016	0.033	0.107	0.016	0	
CaO	0.013	0.036	1.193	0.936	0.813	0.027	0.443	0	0.002	0.592	0.135	0	0	0.127	0	0.011	0.017	0.036	0	0	
Na ₂ O	2.212	3.952	9.15	8.93	7.382	1.582	10.475	1.05	3.056	11.56	7.2	10.518	0.656	7.321	1	10.069	5.85	10.291	6.436	2.61	
K ₂ O	13.02	9.776	1.195	1.975	4.546	13.724	0.205	14.374	12.449	0.194	5.264	0.112	14.259	4.923	14.474	0.182	6.494	0.108	6.068	13.03	
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	95.66	98.78	97.52	98.67	99.9	99.42	98.82	98.58	100.16	99.82	98.59	101.3	98.99	97.64	96.72	100.35	98.66	99.19	99.36	97.79	
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																					
Si	5.961	5.969	5.856	5.875	5.93	5.95	5.964	5.991	6.02	5.969	5.976	6.07	6.052	5.968	6.002	6.024	6.041	6.062	6.027	6.056	
Al	2.039	2.031	2.144	2.125	2.07	2.05	2.036	2.01	1.98	2.031	2.024	1.929	1.948	2.032	1.998	1.976	1.959	1.938	1.973	1.944	
Fe ³⁺	0	0.008	0.013	0.011	0.012	0	0.009	0.008	0.011	0.007	0.014	0.067	0.067	0.014	0.044	0.069	0.05	0.078	0.057	0.079	
Ti	0	0	0.005	0.006	0.003	0.004	0.001	0	0	0.006	0	0	0	0	0	0.004	0	0.002	0	0	
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.225	0	0	0	0	
Mn	0	0.001	0.001	0	0	0	0.004	0	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003	0	0.003	0.002	0.05	0.003	0	0	
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ba	0.008	0.009	0.007	0.006	0.005	0.011	0.002	0.005	0.011	0.002	0	0.002	0	0.005	0	0.001	0.001	0.004	0.001	0	
Ca	0.001	0.004	0.115	0.089	0.077	0.003	0.042	0	0	0.056	0.013	0	0	0.012	0	0.001	0.002	0.003	0	0	
Na	0.411	0.697	1.592	1.539	1.268	0.282	1.786	0.189	0.542	1.978	1.253	1.756	0.118	1.286	0.185	1.749	1.03	1.759	1.118	0.481	
K	1.593	1.134	0.137	0.224	0.514	1.608	0.023	1.703	1.453	0.022	0.603	0.012	1.687	0.569	1.764	0.021	0.752	0.012	0.694	1.581	
Cátions	10.021	9.862	9.877	9.881	9.884	9.919	9.865	9.915	10.028	10.075	9.886	9.84	9.875	9.891	9.996	10.072	9.885	9.864	9.874	10.141	
X	8	8.008	8.018	8.017	8.015	8.004	8.01	8.009	8.011	8.013	8.014	8.066	8.067	8.014	8.044	8.073	8.05	8.08	8.057	8.079	
Z	2.013	1.845	1.852	1.858	1.864	1.904	1.853	1.901	2.006	2.06	1.872	1.772	1.808	1.872	1.952	1.998	1.834	1.78	1.816	2.062	
Componentes Moleculares																					
Ab	20.5	38	86.3	83.1	68.2	14.9	96.5	10	27.2	96.2	67	99.3	6.5	68.9	9.5	98.8	57.8	99.2	61.6	23.3	
An	0	0.2	6.2	4.8	4.1	0.2	2.3	0	0	2.7	0.7	0	0	0.6	0	0	0.1	0.1	0.2	0	
Or	79.5	61.8	7.4	12.1	27.6	84.9	1.2	90	72.8	1.1	32.3	0.7	93.5	30.5	90.5	1.2	42.2	0.7	38.2	76.7	

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.9 - Composição química de feldspatos de Satélite II (% peso)

Amostra	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51
Análise	372	373	374	375	376
Localização	C5G2ip	C6G1ip	C6G1ip	C6G2ip	C6G2ip
Mineral	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb
SiO ₂	67.96	65.45	67.4	64.18	68.34
TiO ₂	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	18.52	18.156	18.89	17.93	20.01
Fe ₂ O ₃	1.5	1.09	1.5	0.84	0.12
FeO	0	0	0	0	0
MnO	0	0.041	0.03	0.04	0
SrO	0	0	0	0	0
BaO	0.11	0	0.12	0	0.05
CaO	0	0	0.03	0	0.33
Na ₂ O	11.99	3.11	10.73	1.9	11.3
K ₂ O	0.12	11.93	1.85	14.67	0.54
MgO	0	0	0	0	0
Total	100.2	99.78	100.55	99.56	100.69
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio					
Si	6.056	6.03	6.015	6.02	5.949
Al	1.944	1.97	1.985	1.98	2.051
Fe ³⁺	0.1	0.075	0.101	0.059	0.008
Ti	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	0	0	0	0	0
Mn	0	0.003	0.002	0.003	0
Mg	0	0	0	0	0
Ba	0.004	0	0.004	0	0.002
Ca	0	0	0.003	0	0.031
Na	2.072	0.556	1.857	0.346	1.907
K	0.014	1.402	0.211	1.755	0.06
Cátions	10.194	10.036	10.182	10.163	10.01
X	8.1	8.075	8.101	8.059	8.008
Z	2.09	1.961	2.077	2.104	2
Componentes Moleculares					
Ab	99.3	28.4	89.7	16.5	95.4
An	0	0	0.1	0	1.6
Or	0.7	71.6	10.2	83.5	3

Observações: Fe total calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.10 - Composição química de feldspatos de Satélite I (% peso)

Amostra	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-51	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52
Análise	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392
Localização	C5G2ip	C6G1ip	C6G1ip	C6G2ip	C6G2ip	C1G2n	C1G3ip	C1G3ip	C2G1ip	C2G1ip	C2G2ip	C2G2ip	C3G1n	C3G1b	C3G2n	C3G2b	C3G3ip	C3G3ip	C5G1ip	C5G1ip	C5G2n
Mineral	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Kf	Alb	Alb
SiO ₂	67.96	65.45	67.4	64.18	68.34	66.29	67.54	63.67	68.49	67.27	69.31	66.72	67.94	68.23	66.8	67.87	69.5	67.95	67.37	70.05	68.22
TiO ₂	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.01	0.08	0.03	0	0.01	0	0	0.06	0.03	0	0.05
Al ₂ O ₃	18.52	18.156	18.89	17.93	20.01	20.08	18.9	17.94	18.45	17.75	18.86	18.08	19.3	19.54	18.96	19.03	19.05	18.58	18.33	19.55	19.02
Fe ₂ O ₃	1.5	1.09	1.5	0.84	0.12	0.09	0.18	0.41	0.72	0.47	0.73	0.67	0.17	0.1	0.15	0.19	0.15	0.22	0.31	0.41	0.12
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0	0.041	0.03	0.04	0	0	0.01	0	0.03	0.01	0.02	0.02	0	0.03	0.05	0	0	0.04	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0.11	0	0.12	0	0.05	0.05	0.1	0	0.06	0.04	0.05	0	0	0.01	0.01	0.06	0.11	0	0.03	0	0.06
CaO	0	0	0.03	0	0.33	0.39	0.11	0	0	0	0.01	0	0.24	0.41	0.2	0.16	0.07	0.01	0.02	0.02	0.21
Na ₂ O	11.99	3.11	10.73	1.9	11.3	10	6.94	2.43	11.587	1.17	11.9	3.26	8.19	10.45	8.55	7.71	8.11	4.06	3.34	10.8	7.76
K ₂ O	0.12	11.93	1.85	14.67	0.54	1.8	6.73	13.35	0.16	15.27	0.21	12.68	5.11	1.75	4.42	6.08	5.56	11.37	12.46	1.36	5.74
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100.2	99.78	100.55	99.56	100.69	98.74	100.51	97.8	99.5	101.98	101.1	101.51	100.98	100.52	99.15	101.1	102.55	102.29	101.89	102.19	101.18
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																					
Si	6.056	6.03	6.015	6.02	5.949	5.896	6.017	6.007	6.074	6.103	6.058	6.065	5.995	5.982	5.996	6.014	6.048	6.051	6.059	6.021	6.023
Al	1.944	1.97	1.985	1.98	2.051	2.103	1.983	1.993	1.927	1.897	1.941	1.935	2.005	2.018	2.004	1.986	1.952	1.949	1.941	1.979	1.978
Fe ³⁺	0.1	0.075	0.101	0.059	0.008	0.006	0.012	0.029	0.048	0.032	0.048	0.046	0.011	0.007	0.01	0.013	0.01	0.015	0.021	0.026	0.008
Ti	0	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0.001	0.005	0.002	0	0.001	0	0	0.004	0.002	0	0.003
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn	0	0.003	0.002	0.003	0	0	0.001	0	0.002	0.001	0.001	0.002	0	0.002	0.004	0	0	0.003	0	0	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0.004	0	0.004	0	0.002	0.002	0.003	0	0.002	0.001	0.002	0	0	0	0	0.002	0.004	0	0.001	0	0.002
Ca	0	0	0.003	0	0.031	0.037	0.011	0	0	0	0.001	0	0.023	0.039	0.019	0.015	0.007	0.001	0.002	0.002	0.02
Na	2.072	0.556	1.857	0.346	1.907	1.725	1.199	0.445	1.992	0.206	2.017	0.575	1.401	1.777	1.488	1.325	1.368	0.701	0.582	1.8	1.328
K	0.014	1.402	0.211	1.755	0.06	0.204	0.765	1.607	0.018	1.767	0.023	1.47	0.575	0.196	0.506	0.687	0.617	1.292	1.429	0.149	0.647
Cátions	10.194	10.036	10.182	10.163	10.01	9.978	9.994	10.081	10.065	10.008	10.094	10.098	10.012	10.021	10.028	10.044	10.01	10.016	10.038	9.977	10.011
X	8.1	8.075	8.101	8.059	8.008	8.008	8.012	8.029	8.049	8.032	8.048	8.051	8.013	8.007	8.011	8.013	8.01	8.019	8.023	8.026	8.012
Z	2.09	1.961	2.077	2.104	2	1.968	1.979	2.052	2.014	1.975	2.044	2.047	1.999	2.014	2.017	2.029	1.996	1.997	2.014	1.951	1.997
Componentes Moleculares																					
Ab	99.3	28.4	89.7	16.5	95.4	87.7	60.7	21.7	99.1	10.4	98.8	28.1	70.1	88.3	73.9	65.4	68.7	35.2	28.9	92.3	66.6
An	0	0	0.1	0	1.6	1.9	0.6	0	0	0	0	0	1.2	1.9	0.9	0.7	0.4	0.1	0.1	0.1	1
Or	0.7	71.6	10.2	83.5	3	10.4	38.7	78.3	0.9	89.6	1.1	71.9	28.8	9.7	25.1	33.9	31	64.8	71	7.6	32.4

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.11 - Composição química de feldspatos de Satélite I (% peso)

Amostra	RP-52	RP-52	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-58	RP-58
Análise	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412
Localção	C5G2b	C5G3ip	C1G1ip	C1G1ip	C1G2ip	C1G2ip	C2G1n	C2G1b	C2G2ip	C2G2ip	C3G1n	C3G1b	C3G2ip	C3G2ip	C4G1ip	C4G1ip	C4G2ip	C4G2ip	C1G1ip	C1G1ip
Mineral	Alb	Kf	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Kf	Kf	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Kf	Alb
SiO ₂	67.55	62.58	67.86	70.25	64.81	70.44	66.5	66.8	63.13	67.79	66.19	68.92	65.6	67.2	68.57	69.06	67.05	63.05	60.7	67.96
TiO ₂	0	0.05	0	0	0	0	0	0.04	0.04	0.02	0.04	0	0.03	0.01	0	0.01	0	0	0.05	0
Al ₂ O ₃	18.82	17.6	17.97	18.39	18.04	19.07	18.2	18.46	18.82	18.55	17.95	18.55	17.95	18.36	18.94	18.72	18.71	17.53	17.45	19.28
Fe ₂ O ₃	0.23	0.99	0.59	1.28	0.48	0.58	0.41	0.51	0.51	0.79	0.65	0.98	0.81	0.6	0.59	0.52	0.53	0.58	0.83	0.17
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0	0	0.01	0.02	0	0	0.02	0	0.01	0.03	0	0	0	0.03	0.02	0.08	0	0	0.03	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0.19	0.01	0.03	0.04	0	0	0.05	0.01	0.03	0	0	0	0.02	0.14	0	0.01	0	0	0.1	0
CaO	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0.02	0.01	0	0	0	0.06	0.15
Na ₂ O	7.56	1.99	5.58	11.55	1.08	11.36	2.01	7.85	0.84	10.92	2.78	11.26	2.75	5.49	11.78	9.15	11.24	1.15	0.58	11.24
K ₂ O	6.02	13.61	8.88	0.09	15.37	0.74	14.46	6.01	15.07	1.47	13.12	0.71	13.5	9.07	0.19	4.01	0.42	15.04	14.73	0.31
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100.5	96.83	100.92	101.62	99.78	102.19	101.65	99.68	98.45	99.59	100.7	100.42	100.66	100.9	100.11	101.57	97.95	97.35	94.53	99.11
3																				
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																				
Si	6.024	6.009	6.098	6.115	6.025	6.066	6.05	6.036	5.921	6.05	6.063	6.074	6.05	6.053	6.037	6.064	6.021	6.026	5.976	5.996
Al	1.976	1.99	1.902	1.885	1.975	1.934	1.95	1.964	2.079	1.95	1.936	1.925	1.95	1.947	1.964	1.936	1.979	1.973	2.023	2.003
Fe ³⁺	0.015	0.071	0.04	0.084	0.034	0.038	0.028	0.035	0.036	0.053	0.045	0.065	0.056	0.041	0.039	0.034	0.036	0.042	0.061	0.011
Ti	0	0.004	0	0	0	0	0	0.003	0.003	0.001	0.003	0	0.002	0.001	0	0.001	0	0	0.004	0
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn	0	0	0.001	0.001	0	0	0.002	0	0.001	0.002	0	0	0	0.002	0.001	0.006	0	0	0.003	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0.007	0	0.001	0.001	0	0	0.002	0	0.001	0	0	0	0.001	0.005	0	0	0	0	0.004	0
Ca	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0.002	0.001	0	0	0.006	0.014
Na	1.307	0.371	0.972	1.949	0.195	1.897	0.355	1.375	0.153	1.89	0.494	1.924	0.492	0.959	2.011	1.558	1.957	0.213	0.111	1.923
K	0.685	1.667	1.018	0.01	1.823	0.081	1.678	0.693	1.803	0.167	1.533	0.08	1.588	1.042	0.021	0.449	0.048	1.834	1.85	0.035
Cátions	10.033	10.112	10.033	10.046	10.052	10.016	10.067	10.106	9.998	10.115	10.07	10.068	10.14	10.055	10.075	10.049	10.041	10.088	10.042	9.982
4																				
X	8.015	8.074	8.04	8.084	8.034	8.038	8.028	8.038	8.039	8.054	8.047	8.064	8.058	8.042	8.04	8.035	8.036	8.041	8.064	8.01
Z	2.011	2.038	1.992	1.961	2.018	1.978	2.037	2.068	1.958	2.061	2.027	2.004	2.081	2.008	2.035	2.014	2.005	2.047	1.974	1.972
Componentes Moleculares																				
Ab	65.2	18.2	48.8	99.5	9.7	95.9	17.5	66.5	7.8	91.8	24.4	96	23.7	47.9	98.9	77.6	97.6	10.4	5.6	97.5
An	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.3	0.7
Or	34.2	81.8	51.2	0.5	90.3	4.1	82.5	33.5	92.2	8.1	75.6	4	76.3	52.1	1	22.4	2.4	89.6	94.1	1.8

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.12 - Composição química de feldspatos de Satélite I (% peso)

Amostra	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58
Análise	413	414	415	416	417	418	419
Localização	C1G2ip	C1G2ip	C2G1ip	C2G1ip	C2G2ip	C2G2ip	C3G1ip
Mineral	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb
SiO ₂	69.28	67.08	68.18	69	69.47	67.45	70.55
TiO ₂	0.05	0.02	0	0.051	0.05	0.05	0.02
Al ₂ O ₃	19.03	17.95	19.69	19.19	19	18.57	18.75
Fe ₂ O ₃	0.2	0.4	0.3	0.28	0.22	0.15	0.63
FeO	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0	0	0.01	0.01	0	0	0.03
SrO	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0.02	0.05	0.03	0.05	0	0
CaO	0.07	0.02	0.02	0.03	0.13	0	0
Na ₂ O	11.55	3.36	11.29	10.63	7.67	5.01	11.74
K ₂ O	0.19	11.65	0.24	1.39	6.04	10.15	0.1
MgO	0	0	0	0	0	0	0
Total	100.37	100.5	99.78	100.61	102.63	101.38	101.82
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio							
Si	6.044	6.083	5.97	6.026	6.051	6.041	6.093
Al	1.955	1.917	2.03	1.974	1.949	1.959	1.907
Fe ³⁺	0.013	0.027	0.02	0.018	0.014	0.01	0.041
Ti	0.003	0.001	0	0.003	0.003	0.003	0.001
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0
Mn	0	0	0.001	0.001	0	0	0.002
Mg	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0	0.001	0.002	0.001	0.002	0	0
Ca	0.007	0.002	0.002	0.003	0.012	0	0
Na	1.954	0.591	1.917	1.8	1.295	0.87	1.966
K	0.021	1.348	0.027	0.155	0.671	1.16	0.011
Cátions	9.997	9.971	9.971	9.982	9.999	10.043	10.021
X	8.015	8.028	8.02	8.021	8.017	8.013	8.042
Z	1.982	1.942	1.949	1.96	1.98	2.03	1.979
Componentes Moleculares							
Ab	98.6	30.4	98.5	91.9	65.5	42.9	99.4
An	0.4	0.1	0.1	0.2	0.6	0	0
Or	1.1	69.4	1.4	7.9	33.9	57.1	0.6

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.13 - Composição química de feldspatos de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74
Análise	904	909	910	911	912	913	914
Localção	C1G4n	C3G1n	C3G1b	C3G2n	C3G3n	C3G4n	C4G1n
Mineral	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb
SiO ₂	66.43	63.31	67.92	63.08	68.63	67.57	67.42
TiO ₂	0	0.01	0.03	0.01	0.05	0.08	0.05
Al ₂ O ₃	19.02	18.02	19.45	18.01	19.56	19.39	19.42
Fe ₂ O ₃	0.21	0.24	0.23	0.05	0.33	0.2	0.05
MnO	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0.01	0	0	0	0.04	0	0
BaO	0	0.14	0.08	0.27	0.04	0	0.03
CaO	0	0	0.05	0	0.03	0.07	0
Na ₂ O	8.43	0.5	11.74	0.49	12.05	12.03	9.21
K ₂ O	4.84	15.98	0.1	15.98	0.22	0.17	4.18
MgO	0.01	0	0	0	0	0	0
Total	98.94	98.2	99.6	97.89	100.91	99.51	100.36
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio							
Si	5.982	5.992	5.982	5.987	5.99	5.98	5.974
Al	2.017	2.008	2.017	2.013	2.01	2.021	2.026
Fe ³⁺	0.014	0.017	0.015	0.004	0.022	0.013	0.003
Ti	0	0.001	0.002	0.001	0.003	0.005	0.003
Mn	0	0	0	0	0	0	0
Mg	0.001	0	0	0	0	0	0
Ba	0	0.005	0.003	0.01	0.001	0	0.001
Ca	0	0	0.005	0	0.003	0.007	0
Na	1.472	0.092	2.005	0.09	2.039	2.064	1.582
K	0.556	1.929	0.011	1.935	0.024	0.019	0.472
Cátions	10.042	10.049	10.043	10.05	10.093	10.109	10.062
X	8.013	8.018	8.016	8.005	8.025	8.019	8.006
Z	2.029	2.026	2.024	2.035	2.067	2.09	2.055
Componentes Moleculares							
Ab	72.6	4.6	99.2	4.4	98.7	98.8	77
An	0	0	0.2	0	0.1	0.3	0
Or	27.4	95.4	0.5	95.6	1.2	0.9	23

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.14 - Composição química de feldspatos de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78
Análise	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928
Localização	C1G1n	C1G1b	C1G2b	C1G3n	C1G3b	C2G1n	C2G2n	C3G1n	C3G2n	C3G3n	C4G1n	C4G1b
Mineral	Kf	Kf	Alb	Kf	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Kf
SiO ₂	65.29	65.77	68.16	64.42	61.91	68.2	67.97	66.45	68.26	66.94	65.24	69.04
TiO ₂	0	0.05	0.01	0.03	0.01	0.11	0.03	0.08	0.02	0	0.04	0
Al ₂ O ₃	18.53	18.76	19.75	18.55	19.06	19.96	20.06	20.26	19.82	19.89	18.51	19.3
Fe ₂ O ₃	0.02	0.13	0.16	0.09	0.33	0.15	0.15	0.5	0.27	0.16	0.1	0.15
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.01	0	0.01	0.03	0.01	0	0.02	0	0.02	0	0	0.01
SrO	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
BaO	0.03	0.07	0.07	0.07	0.05	0.01	0.04	0.08	0.2	0	0.01	0
CaO	0.05	0.11	0.01	0	0.91	0.54	0.91	0.44	0.56	0.38	0	0.08
Na ₂ O	2.8	3.93	11.91	3.55	3.92	11.56	11.6	9.63	11.15	10.69	0.46	12.01
K ₂ O	13.31	11.79	0.26	12.28	10.94	0.34	0.29	2.44	0.9	1.52	16.51	0.23
MgO	0	0.02	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0
Total	100.04	100.63	100.34	99.02	97.15	100.87	101.07	99.88	101.2	99.58	100.88	100.82
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio												
Si	5.996	5.988	5.964	5.974	5.871	5.95	5.937	5.886	5.961	5.926	5.997	6.019
Al	2.004	2.012	2.035	2.026	2.129	2.051	2.063	2.114	2.038	2.074	2.004	1.981
Fe ³⁺	0.001	0.009	0.011	0.006	0.024	0.01	0.01	0.033	0.018	0.011	0.007	0.01
Ti	0	0.003	0.001	0.002	0.001	0.007	0.002	0.005	0.001	0	0.003	0
Mn	0.001	0	0.001	0.002	0.001	0	0.001	0	0.001	0	0	0.001
Mg	0	0.003	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0
Ba	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0	0.001	0.003	0.007	0	0	0
Ca	0.005	0.011	0.001	0	0.092	0.05	0.085	0.042	0.052	0.036	0	0.007
Na	0.499	0.694	2.021	0.638	0.721	1.955	1.965	1.654	1.888	1.835	0.082	2.03
K	1.559	1.37	0.029	1.453	1.324	0.038	0.032	0.276	0.1	0.172	1.936	0.026
Cátions	10.067	10.094	10.067	10.107	10.168	10.061	10.097	10.016	10.073	10.054	10.03	10.074
X	8.001	8.012	8.011	8.008	8.025	8.018	8.012	8.038	8.018	8.011	8.011	8.01
Z	2.065	2.08	2.054	2.096	2.141	2.043	2.084	1.975	2.048	2.043	2.019	2.064
Componentes Moleculares												
Ab	24.2	33.4	98.5	30.5	33.7	95.7	94.4	83.9	92.5	89.8	4.1	98.4
An	0.2	0.5	0	0	4.3	2.4	4.1	2.1	2.5	1.8	0	0.3
Or	75.6	66	1.4	69.5	62	1.9	1.5	14	4.9	8.4	95.9	1.3

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na figura 12.0

Tabela 12.15 - Composição química de feldspatos de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	
Análise	867	868	869	870	871	872	873	877	878	879	880	882	894	895	896	897	898	
Localização	C2G1n	C2G2n	C2G3n	C2G4n	C1G1n	C1G1b	C1G2n	C1G4b	C1G5n	C1G6n	C3G1n	C3G3n	C5G3n	C6G1n	C6G2n	C6G3n	C6G4n	
Mineral	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	
SiO ₂	67.83	67.47	68.44	66.46	65.76	68.34	67.27	68.18	53.44	68.29	68.13	66.22	67.03	65.85	68.02	67.43	66.89	
TiO ₂	0.01	0.05	0.07	0.1	0.04	0	0.05	0.06	0	0.06	0	0.05	0	0.01	0.01	0.02	0	
Al ₂ O ₃	20.22	20.36	20.45	21.08	18.91	20.46	20.49	20.71	24.84	20.35	20.36	20.01	19.32	18.92	20.39	19.58	19.69	
Fe ₂ O ₃	0.1	0.11	0.18	0.05	0.1	0.21	0.06	0.13	0.05	0.13	0.06	0.1	0.14	0.13	0.13	0.1	0.14	
MnO	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0.03	0.02	0.01	0	0	0	0	
SrO	0.06	0.05	0.02	0.06	0.07	0.03	0.03	0.07	0	0.02	0.11	0.04	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03	
BaO	0.11	0.07	0.17	0.24	0.23	0.28	0.27	0.34	0	0.23	0.1	0.3	0.17	4.26	0.23	0.21	0.28	
CaO	0.39	0.55	0.42	1.05	0.04	0.27	0.64	0.45	0.14	0.5	0.34	0.5	0.18	0.13	0.46	0.18	0.31	
Na ₂ O	10.51	10.25	10.81	11.16	3.32	11.4	11.52	11.59	9.5	11.24	11.81	10.19	8.22	4.26	10.22	7.59	8.64	
K ₂ O	1.72	1.65	1.48	0.21	12.39	0.32	0.26	0.28	7.07	0.75	0.49	2.05	5.3	10.81	2.01	6.08	4.89	
MgO	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	100.89	100.52	102.03	100.36	100.8	101.29	100.56	101.74	95.04	101.55	101.32	99.44	100.37	104.37	101.47	101.19	100.84	
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																		
Si	4.625	4.614	4.617	4.549	4.659	4.623	4.593	4.6	4.055	4.619	4.614	4.601	4.654	4.62	4.62	4.652	4.627	
Al	1.624	1.64	1.625	1.699	1.578	1.63	1.648	1.645	2.22	1.621	1.624	1.637	1.58	1.563	1.631	1.591	1.604	
Fe ³⁺	0.005	0.006	0.009	0.003	0.005	0.011	0.003	0.007	0.003	0.007	0.003	0.005	0.007	0.007	0.007	0.005	0.007	
Ti	0.001	0.003	0.004	0.005	0.002	0	0.003	0.003	0	0.003	0	0.003	0	0.001	0.001	0.001	0	
Mn	0	0	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0.002	0.001	0.001	0	0	0	0	
Mg	0	0.001	0	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ba	0.003	0.002	0.004	0.006	0.006	0.007	0.007	0.009	0	0.006	0.003	0.008	0.005	0.117	0.006	0.006	0.008	
Ca	0.028	0.04	0.03	0.077	0.003	0.02	0.047	0.033	0.011	0.036	0.025	0.037	0.013	0.01	0.033	0.013	0.023	
Na	1.39	1.359	1.414	1.481	0.456	1.495	1.525	1.516	1.398	1.474	1.551	1.373	1.107	0.58	1.346	1.015	1.159	
K	0.15	0.144	0.127	0.018	1.12	0.028	0.023	0.024	0.684	0.065	0.042	0.182	0.469	0.968	0.174	0.535	0.432	
Cátions	7.829	7.811	7.835	7.845	7.836	7.822	7.856	7.846	8.371	7.837	7.867	7.855	7.841	7.983	7.824	7.824	7.868	
X	6.255	6.263	6.255	6.256	6.244	6.264	6.247	6.255	6.278	6.25	6.241	6.246	6.241	6.191	6.259	6.249	6.238	
Z	1.571	1.546	1.576	1.583	1.586	1.551	1.602	1.582	2.093	1.581	1.623	1.601	1.595	1.675	1.559	1.569	1.622	
Componentes Moleculares																		
Ab	88.6	88.1	90	94	28.9	96.9	95.6	96.4	66.8	93.6	95.9	86.2	69.7	37.2	86.7	64.9	71.8	
An	1.8	2.6	1.9	4.9	0.2	1.3	2.9	2.1	0.5	2.3	1.5	2.3	0.8	0.6	2.1	0.8	1.4	
Or	9.6	9.3	8.1	1.1	70.9	1.8	1.4	1.5	32.7	4.1	2.6	11.4	29.5	62.1	11.2	34.2	26.8	

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.16 - Composição química de feldspatos de Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	692	693	694	695	696	697	698	702	703	704	705	744	706	707	708	709	710	711	712	713	757	
Localização	C1G3b	C2G1n	C2G1b	C2G2n	C2G2b	C2G3m	C2G4b	C4G1n	C4G1b	C5G1n	C5G2n	C4G5m	C1G1n	C2G1n	C2G2n	C3G1n	C4G1n	C4G2m	C5G1n	C5G2n	C2G1n	
Mineral	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Kf	Kf	Alb	Alb	
SiO ₂	67.13	64.48	63.38	67.15	67.36	66.96	67.91	64.60	65.15	67.71	67.51	66.57	66.79	65.88	67.50	67.54	67.18	65.90	66.79	67.34	64.32	
TiO ₂	0.02	0.10	0.00	0.02	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	0.10	0.04	0.00	0.02	0.11	0.10	0.05	0.00	
Al ₂ O ₃	19.04	18.81	20.17	18.64	18.83	18.68	19.45	18.49	18.06	19.26	18.85	20.10	18.74	20.93	18.67	18.99	18.94	18.43	18.47	18.98	20.48	
Fe ₂ O ₃	0.23	0.56	0.60	0.22	0.28	0.27	0.07	0.31	0.23	0.25	0.31	0.08	0.26	0.19	0.31	0.18	0.23	0.24	0.17	0.32	0.32	
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MnO	0.01	0.07	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.21	0.00	0.23	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	
BaO	0.00	0.03	0.16	0.07	0.00	0.18	0.02	0.03	0.09	0.12	0.02	0.06	0.11	0.67	0.11	0.31	0.00	0.00	0.10	0.09	0.07	
CaO	0.12	0.17	0.06	0.05	0.09	0.07	0.04	0.14	0.00	0.42	0.15	0.35	0.13	1.63	0.22	0.23	0.11	1.27	0.08	0.16	0.00	
Na ₂ O	6.96	5.30	8.29	5.45	7.25	5.06	10.41	2.67	0.96	7.77	6.75	11.53	6.69	9.40	6.88	7.13	6.38	6.58	5.29	7.01	6.65	
K ₂ O	7.21	9.74	6.51	9.66	7.40	10.16	3.23	13.17	15.48	5.76	7.51	0.10	7.78	1.99	7.39	6.48	7.43	7.37	9.56	7.14	7.91	
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	
Total	####	99.26	99.19	####	####	####	####	99.44	99.99	####	####	98.79	####	####	####	####	####	99.90	####	####	99.79	
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																						
Si	4.669	4.616	4.516	4.688	4.669	4.680	4.651	4.656	4.698	4.663	4.680	4.609	4.672	4.533	4.685	4.683	4.686	4.646	4.691	4.670	4.548	
Al	1.560	1.586	1.692	1.532	1.537	1.538	1.569	1.569	1.534	1.562	1.539	1.639	1.544	1.696	1.526	1.551	1.556	1.530	1.528	1.550	1.705	
Fe ³⁺	0.012	0.030	0.032	0.012	0.015	0.014	0.004	0.017	0.012	0.013	0.016	0.004	0.014	0.010	0.016	0.009	0.012	0.013	0.009	0.017	0.017	
Ti	0.001	0.005	0.000	0.001	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.000	0.001	0.005	0.002	0.000	0.001	0.006	0.005	0.003	0.000	
Mn	0.001	0.004	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	
Mg	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	
Ba	0.000	0.001	0.004	0.002	0.000	0.005	0.001	0.001	0.003	0.003	0.001	0.002	0.003	0.018	0.003	0.008	0.000	0.000	0.003	0.002	0.002	
Ca	0.009	0.013	0.005	0.004	0.007	0.005	0.003	0.011	0.000	0.031	0.011	0.026	0.010	0.120	0.016	0.017	0.008	0.096	0.006	0.012	0.000	
Na	0.939	0.736	1.145	0.738	0.975	0.686	1.383	0.373	0.134	1.038	0.907	1.548	0.907	1.254	0.926	0.959	0.863	0.900	0.720	0.943	0.912	
K	0.640	0.890	0.592	0.860	0.654	0.906	0.282	1.211	1.424	0.506	0.664	0.009	0.694	0.175	0.654	0.573	0.661	0.663	0.857	0.632	0.714	
Cátions	7.832	7.882	7.991	7.839	7.862	7.841	7.894	7.841	7.809	7.822	7.822	7.839	7.849	7.829	7.832	7.808	7.789	7.854	7.823	7.831	7.903	
X	6.242	6.237	6.240	6.233	6.225	6.234	6.224	6.242	6.244	6.239	6.238	6.252	6.231	6.244	6.229	6.243	6.255	6.195	6.233	6.240	6.270	
Z	1.590	1.644	1.747	1.604	1.637	1.602	1.669	1.598	1.562	1.580	1.583	1.585	1.615	1.567	1.600	1.557	1.534	1.659	1.587	1.589	1.631	
Componentes Moleculares																						
Ab	59.1	44.9	65.7	46.1	59.6	43.0	82.9	23.4	8.6	65.9	57.3	97.8	56.3	81.0	58.0	61.9	56.3	54.2	45.5	59.4	56.1	
An	0.6	0.8	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.7	0.0	2.0	0.7	1.6	0.6	7.7	1.0	1.1	0.5	5.8	0.4	0.8	0.0	
Or	40.3	54.3	34.0	53.7	40.0	56.7	16.9	75.9	91.4	32.1	42.0	0.6	43.1	11.3	41.0	37.0	43.1	40.0	54.1	39.8	43.9	

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.17 - Composição química de feldspatos de Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	758	760	763	776	777	778	779	780	781
Localização	C2G2m	C2G4m	C3G2m	C4G5m	C5G1n	C5G2n	C5G3n	C5G4n	C5G5n
Mineral	Kf	Kf	Kf	Alb	Alb	Kf	Kf	Alb	Alb
SiO ₂	63.83	62.86	65.06	65.82	51.53	63.93	64.67	66.64	65.79
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	18.28	18.28	18.95	20.31	27.70	18.46	18.50	19.22	18.82
Fe ₂ O ₃	0.28	0.73	0.24	0.08	0.11	0.13	0.21	0.26	0.47
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02
SrO	0.15	0.02	0.12	0.02	0.00	0.17	0.05	0.03	0.05
BaO	0.32	0.41	0.10	0.05	0.00	0.10	0.07	0.07	0.17
CaO	0.01	0.00	0.08	0.02	0.00	0.05	0.05	0.05	0.01
Na ₂ O	3.22	0.88	6.50	11.57	14.19	5.84	5.53	11.81	11.96
K ₂ O	12.42	15.51	7.82	0.13	3.85	8.79	9.36	0.13	0.17
MgO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	98.36	98.67	98.77	97.99	97.40	97.32	98.39	98.19	97.41
Fórmula estrutural calculada na base 32 átomos de Oxigênio									
Si	4.651	4.628	4.636	4.596	3.825	4.643	4.653	4.648	4.641
Al	1.568	1.585	1.590	1.670	2.421	1.579	1.568	1.579	1.563
Fe ³⁺	0.015	0.040	0.013	0.004	0.006	0.007	0.011	0.014	0.025
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
Mg	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.009	0.012	0.003	0.001	0.000	0.003	0.002	0.002	0.005
Ca	0.001	0.000	0.006	0.001	0.000	0.004	0.004	0.004	0.001
Na	0.455	0.126	0.898	1.567	2.042	0.822	0.772	1.597	1.636
K	1.154	1.457	0.711	0.012	0.365	0.814	0.859	0.012	0.015
Cátions	7.862	7.860	7.862	7.853	8.660	7.876	7.871	7.859	7.892
X	6.234	6.253	6.239	6.270	6.252	6.229	6.232	6.241	6.229
Z	1.619	1.595	1.620	1.582	2.408	1.644	1.637	1.616	1.658
Componentes Moleculares									
Ab	28.3	8.0	55.6	99.2	84.8	50.1	47.2	99.0	99.0
An	0.1	0.0	0.4	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1
Or	71.7	92.0	44.0	0.8	15.2	49.6	52.5	0.7	0.9

Observações: Fe_{tot} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.18 - Composição química de feldspatos da Ilha Fecho dos Morros (% peso)

Amostra	RP-91	RP-91	RP-91	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-222	RP-222	RP-222	RP-222
Análise	1042	1043	1044	1008	1009	1023	1024	1025	1026	1120	1122	1125	1126
Localção	C1G1n	C1G2n	C2G1n	C2G1n	C2G1b	C4G4n	C4G4b	C5G1n	C5G1b	C1G1b	C1G2m	C3G1i	C3G2n
Mineral	Alb	Alb	Alb	Kf	Kf	Alb	Alb	Kf	Alb	Kf	Kf	Kf	Kf
SiO ₂	67.56	66.75	66.96	65.65	66.22	69.73	68.47	66.65	66.79	65.83	65.77	65.47	65.41
TiO ₂	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	0.04	0.03	0.33	0.00	0.00	0.07	0.00
Al ₂ O ₃	18.97	18.51	18.97	18.73	18.57	19.48	19.58	18.46	19.22	18.41	18.33	18.29	18.22
Fe ₂ O ₃	0.59	0.38	0.70	0.25	0.33	0.15	0.11	0.31	2.87	0.00	0.07	0.10	0.04
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.00	0.02	0.01	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.04	0.00	0.11	0.16	0.00	0.45	0.11	0.15	0.00	0.09	0.01	0.00
CaO	0.03	0.00	0.04	0.01	0.00	0.05	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	8.51	5.09	7.23	1.37	2.60	11.62	10.13	3.13	10.92	0.48	0.48	0.47	0.46
K ₂ O	4.55	10.32	6.62	15.02	13.19	0.23	1.94	12.64	0.72	16.24	16.12	16.21	15.98
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio													
Si	6.012	6.031	5.999	4.671	4.686	4.696	4.676	4.694	4.576	4.701	4.702	4.695	4.707
Al	1.988	1.969	2.001	1.569	1.547	1.545	1.575	1.531	1.551	1.548	1.543	1.545	1.544
Fe ³⁺	0.039	0.026	0.047	0.013	0.018	0.008	0.006	0.016	0.148	0.000	0.004	0.005	0.002
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002	0.002	0.017	0.000	0.000	0.004	0.000
Mn	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.000	0.001	0.000	0.003	0.004	0.000	0.012	0.003	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000
Ca	0.003	0.000	0.004	0.001	0.000	0.004	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	1.468	0.892	1.256	0.189	0.357	1.518	1.341	0.427	1.451	0.066	0.067	0.065	0.064
K	0.517	1.189	0.757	1.363	1.191	0.020	0.169	1.136	0.063	1.480	1.470	1.483	1.467
Cátions	####	####	####	7.813	7.808	7.794	7.796	7.813	7.817	7.795	7.793	7.798	7.784
X	8.040	8.027	8.048	6.254	6.251	6.251	6.259	6.243	6.292	6.249	6.249	6.249	6.253
Z	1.988	2.082	2.019	1.556	1.553	1.543	1.525	1.567	1.521	1.546	1.541	1.549	1.531
Componentes Moleculares													
Ab	73.8	42.9	62.3	12.2	23.1	98.4	88.7	27.3	95.8	4.3	4.4	4.2	4.2
An	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Or	26.0	57.1	37.5	87.8	76.9	1.3	11.2	72.7	4.2	95.7	95.6	95.8	95.8

Observações: Fe_{calc} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.19 - Composição química de feldspatos de Cerro Pedreira (% peso)

Amostra	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205
Análise	1032	1033	1034	1035	1040	1041
Localização	C1G3n	C2G1n	C2G1b	C2G2n	C4G2n	C4G2b
Mineral	Kf	Kf	Alb	Kf	Kf	Alb
SiO ₂	66.52	66.21	68.87	65.58	66.80	68.10
TiO ₂	0.00	0.00	0.07	0.10	0.04	0.09
Al ₂ O ₃	18.82	18.27	19.00	18.52	18.58	19.65
Fe ₂ O ₃	0.17	0.46	0.38	0.30	0.30	0.06
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.18	0.00	0.02	0.07	0.16	0.30
CaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.31
Na ₂ O	4.23	2.15	9.71	2.08	4.44	10.17
K ₂ O	10.86	14.03	3.37	14.12	10.29	1.73
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.78	101.12	101.45	100.79	100.61	100.41
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio						
Si	4.682	4.695	4.692	4.672	4.697	4.663
Al	1.560	1.526	1.524	1.554	1.538	1.584
Fe ³⁺	0.009	0.025	0.019	0.016	0.016	0.003
Ti	0.000	0.000	0.004	0.005	0.002	0.005
Mn	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.005	0.000	0.001	0.002	0.004	0.008
Ca	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.023
Na	0.577	0.296	1.283	0.287	0.605	1.350
K	0.975	1.269	0.293	1.283	0.923	0.151
Cátions	7.813	7.811	7.819	7.822	7.789	7.795
X	6.251	6.246	6.239	6.247	6.253	6.255
Z	1.557	1.565	1.579	1.573	1.532	1.532
Componentes Moleculares						
Ab	37.2	18.9	81.4	18.3	39.6	88.6
An	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.5
Or	62.8	81.1	18.6	81.7	60.4	9.9

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.20 - Composição química de feldspatos do Morro de São Pedro (% peso)

Amostra	RP-255	RP-255	RP-256	RP-256	RP-256	RP-256	RP-256
Análise	1131	1133	1137	1138	1142	1143	1144
Localização	C1G1n	C2G1n	C1G1m	C1G2m	C3G1m	C3G2m	C3G3m
Mineral	Alb	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb
SiO ₂	66.98	67.27	65.46	69.19	67.26	67.89	68.97
TiO ₂	0.05	0.08	0.00	0.00	0.02	0.07	0.04
Al ₂ O ₃	19.52	20.54	18.39	19.42	18.97	19.07	19.66
Fe ₂ O ₃	0.18	0.17	0.09	0.08	0.17	0.18	0.01
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.17	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
CaO	0.55	1.11	0.03	0.20	0.14	0.18	0.27
Na ₂ O	5.70	8.10	1.70	9.80	5.34	5.76	10.08
K ₂ O	7.94	3.75	14.43	2.48	8.76	8.45	1.49
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	101.11	101.40	100.10	101.17	100.67	101.60	100.64
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio							
Si	4.651	4.601	4.691	4.698	4.691	4.689	4.690
Al	1.596	1.654	1.552	1.553	1.558	1.551	1.574
Fe ³⁺	0.009	0.009	0.005	0.004	0.009	0.009	0.001
Ti	0.003	0.004	0.000	0.000	0.001	0.004	0.002
Mn	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.005	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
Ca	0.041	0.081	0.002	0.015	0.010	0.013	0.020
Na	0.767	1.074	0.236	1.290	0.722	0.771	1.329
K	0.703	0.327	1.319	0.215	0.780	0.745	0.129
Cátions	7.781	7.770	7.805	7.775	7.772	7.782	7.751
X	6.259	6.268	6.248	6.255	6.259	6.253	6.267
Z	1.517	1.493	1.557	1.520	1.513	1.529	1.481
Componentes Moleculares							
Ab	50.8	72.5	15.2	84.9	47.8	50.4	89.9
An	2.7	5.5	0.1	1.0	0.7	0.9	1.4
Or	46.5	22.1	84.7	14.1	51.6	48.7	8.7

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.21 - Composição química de feldspatos de Morro Conceição (% peso)

Amostra	RP-259	RP-259	RP-259	RP-259	RP-259	RP-259	RP-259	RP-259
Análise	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190
Localização	C1G1n	C1G2n	C1G3n	C2G3n	C2G4n	C2G5n	C3G1n	C3G2n
Mineral	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Alb
SiO ₂	64.18	68.81	66.78	63.60	61.80	67.99	66.84	64.81
TiO ₂	0.07	0.07	0.00	0.07	0.09	0.15	0.04	0.12
Al ₂ O ₃	22.32	20.12	19.10	22.10	24.32	19.74	18.54	22.23
Fe ₂ O ₃	0.16	0.08	0.24	0.15	0.21	0.25	0.24	0.14
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.98	0.08	0.16	1.20	0.43	0.03	0.22	0.30
CaO	3.23	0.57	0.43	3.10	5.57	0.78	0.09	3.30
Na ₂ O	7.99	10.27	6.41	7.29	7.39	8.82	4.16	8.64
K ₂ O	1.76	0.77	6.69	2.95	0.81	3.53	10.49	0.98
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.69	100.79	99.81	100.46	100.62	101.32	100.65	100.52
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio								
Si	4.437	4.662	4.674	4.434	4.273	4.642	4.701	4.453
Al	1.817	1.605	1.574	1.814	1.980	1.587	1.536	1.799
Fe ³⁺	0.008	0.004	0.013	0.008	0.011	0.013	0.013	0.007
Ti	0.004	0.004	0.000	0.004	0.005	0.008	0.002	0.006
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.027	0.002	0.004	0.033	0.012	0.001	0.006	0.008
Ca	0.239	0.041	0.032	0.232	0.413	0.057	0.007	0.243
Na	1.071	1.349	0.870	0.985	0.991	1.168	0.567	1.151
K	0.155	0.067	0.597	0.262	0.071	0.307	0.941	0.086
Cátions	7.785	7.737	7.768	7.805	7.768	7.786	7.781	7.761
X	6.266	6.275	6.261	6.260	6.269	6.250	6.252	6.265
Z	1.492	1.460	1.503	1.512	1.487	1.535	1.523	1.488
Componentes Moleculares								
Ab	73.1	92.6	58.0	66.6	67.2	76.2	37.4	77.8
An	16.3	2.8	2.1	15.7	28.0	3.7	0.5	16.4
Or	10.6	4.6	39.8	17.7	4.8	20.0	62.1	5.8

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.22 - Composição química de feldspatos de Porto Conceição (% peso)

Amostra	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267
Análises	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	1167	1191	1192	1197	1198
Localção	C1G1n	C1G1m	C2G1n	C3G1n	C3G2n	C4G1n	C4G2	C5G1n	C5G2n	C5G3n	C3G1m	C1G1n	C1G2n	C3G1n	C4G1n
Mineral	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb
SiO ₂	61.18	66.74	65.57	61.77	61.90	58.56	67.78	65.32	64.80	66.50	66.67	69.73	69.33	68.83	68.91
TiO ₂	0.08	0.10	0.02	0.14	0.04	0.14	0.04	0.03	0.01	0.10	0.07	0.00	0.05	0.02	0.00
Al ₂ O ₃	23.96	20.60	21.56	23.84	23.65	25.67	19.95	20.88	21.54	19.14	20.41	20.15	19.94	19.98	19.88
Fe ₂ O ₃	0.44	0.44	0.21	0.42	0.44	0.38	0.19	0.53	0.42	0.65	0.12	0.14	0.15	0.14	0.11
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
SrO	0.10	0.03	0.20	0.39	0.21	0.42	0.00	0.09	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.02	0.00	0.06	0.34	0.16	0.13	0.06	0.06	0.15	0.31	0.00	0.04	0.10	0.18	0.05
CaO	6.12	1.41	1.61	5.64	5.50	7.47	1.13	2.85	3.03	1.08	0.58	0.57	0.35	0.52	0.43
Na ₂ O	8.31	10.41	10.12	8.01	8.11	7.18	11.35	9.65	9.64	8.08	8.32	10.89	10.97	10.66	10.36
K ₂ O	0.39	0.80	0.83	0.71	0.62	0.52	0.31	0.46	0.53	4.65	3.95	0.17	0.22	0.20	0.70
MgO	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.12	0.02	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	####	####	####	####	####	####	####	99.79	####	####	####	####	####	####	####
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio															
Si	4.242	4.565	4.509	4.266	4.286	4.091	4.615	4.511	4.471	4.616	4.607	4.672	4.676	4.669	4.680
Al	1.956	1.659	1.746	1.939	1.929	2.112	1.600	1.698	1.750	1.565	1.661	1.590	1.584	1.596	1.590
Fe ³⁺	0.023	0.023	0.011	0.022	0.023	0.020	0.010	0.028	0.022	0.034	0.006	0.007	0.008	0.007	0.006
Ti	0.004	0.005	0.001	0.007	0.002	0.007	0.002	0.002	0.001	0.005	0.004	0.000	0.003	0.001	0.000
Mn	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
Mg	0.000	0.005	0.002	0.001	0.000	0.012	0.002	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.001	0.000	0.002	0.009	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.008	0.000	0.001	0.003	0.005	0.001
Ca	0.455	0.103	0.119	0.417	0.408	0.559	0.082	0.211	0.224	0.080	0.043	0.041	0.025	0.038	0.031
Na	1.117	1.381	1.349	1.073	1.089	0.973	1.498	1.292	1.290	1.088	1.115	1.415	1.434	1.402	1.364
K	0.034	0.070	0.073	0.063	0.055	0.046	0.027	0.041	0.047	0.412	0.348	0.015	0.019	0.017	0.061
Cátions	7.834	7.812	7.815	7.806	7.801	7.828	7.841	7.788	7.813	7.831	7.784	7.743	7.755	7.741	7.734
X	6.225	6.252	6.267	6.234	6.240	6.230	6.227	6.239	6.244	6.220	6.278	6.269	6.271	6.273	6.276
Z	1.608	1.560	1.546	1.563	1.557	1.594	1.612	1.547	1.565	1.603	1.506	1.473	1.481	1.463	1.457
Componentes Moleculares															
Ab	69.6	88.9	87.5	69.1	70.2	61.7	93.2	83.7	82.6	68.9	74.0	96.2	97.0	96.2	93.7
An	28.3	6.6	7.7	26.9	26.3	35.4	5.1	13.7	14.3	5.1	2.9	2.8	1.7	2.6	2.1
Or	2.1	4.5	4.7	4.1	3.5	2.9	1.7	2.7	3.0	26.1	23.1	1.0	1.3	1.2	4.2

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

Tabela 12.23 - Composição química de feldspatos de Cerrito (% peso)

Amostras	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	
Análises	782	787	788	790	793	796	728	729	730	731	736	737	738	739	740	741	749	750	751	
Localização	C1G1n	C1G4n	C2G1n	C3G1n	C4G1n	C4G3m	C2G2n	C2G3n	C2G4n	C3G1n	C3G4n	C3G4b	C3G5n	C4G1n	C4G1b	C4G2n	C5G3m	C5G4m	C1G5m	
Mineral	Kf	Alb	Kf	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	Kf	Kf	Alb	Kf	Alb	Alb	Alb	Alb	Alb	
SiO ₂	64.01	66.02	63.54	65.46	62.39	65.14	67.42	67.43	66.92	63.65	63.23	63.48	64.48	63.07	66.33	63.24	64.49	64.22	62.9	
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.17	0	0.04	0	0	0.11	0	0	0	
Al ₂ O ₃	18.76	18.46	18.56	18.91	18.85	18.53	19.95	19.71	19.48	20.89	18.42	18.28	21.51	18.32	19.41	19.65	20.22	20.06	18.23	
Fe ₂ O ₃	0.28	0.53	0.12	0.38	0.08	0.42	0.02	0.01	0.05	0.27	0.07	0.03	0	0	0.1	0.09	0.15	0.16	0.06	
FeO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MnO	0	0.03	0	0.01	0.03	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0	0	0	0	
SrO	0	0.01	0.02	0	0	0	0.31	0.11	0.12	0.36	0.28	0.24	0.29	0.17	0.13	0.3	0.24	0.29	0.05	
BaO	0.03	0.02	0.06	0	0.04	0	0	0.07	0	0.09	0.86	0.56	0.1	0.49	0.17	0.42	0.28	0.25	0.81	
CaO	0.02	0.03	0.04	0.01	0	0.03	0.27	0.29	0.29	2.05	0	0	2.39	0	0.2	1.03	1.33	1.06	0	
Na ₂ O	5.77	7.41	6.72	9.72	2.65	7.56	11.81	11.83	11.68	9.83	1.14	1.16	10.29	0.84	10.48	5.32	6.76	6.53	0.57	
K ₂ O	9.09	6.64	7.4	3.4	13.03	6.35	0.12	0.14	0.12	0.93	15.2	15.02	0.28	15.22	1.53	7.47	6.06	6.71	15.89	
MgO	0.01	0.02	0.02	0	0	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0	0.03	0	
Total	97.97	99.16	96.46	97.89	97.07	98.04	99.62	99.5	98.58	97.89	98.93	98.57	99.07	97.96	98.24	97.34	99.29	99.02	98.46	
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																				
Si	5.947	6.018	5.953	5.969	5.901	5.992	4.626	4.638	4.643	4.485	4.638	4.656	4.479	4.655	4.642	4.573	4.554	4.557	4.649	
Al	2.053	1.982	2.048	2.031	2.099	2.007	1.612	1.597	1.591	1.734	1.591	1.579	1.76	1.592	1.6	1.673	1.682	1.676	1.587	
Fe ³⁺	0.02	0.036	0.008	0.026	0.006	0.029	0.001	0.001	0.003	0.014	0.004	0.002	0	0	0.005	0.005	0.008	0.009	0.003	
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0.009	0	0.002	0	0	0	0.006	0	0	0	
Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mn	0	0.002	0	0.001	0.002	0	0	0	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	
Mg	0.001	0.003	0.003	0	0	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0	0.003	0	
Ba	0.001	0.001	0.002	0	0.001	0	0	0.002	0	0.002	0.025	0.016	0.003	0.014	0.005	0.012	0.008	0.007	0.023	
Ca	0.002	0.003	0.004	0.001	0	0.003	0.02	0.021	0.022	0.155	0	0	0.178	0	0.015	0.08	0.101	0.081	0	
Na	1.04	1.31	1.221	1.719	0.486	1.348	1.571	1.578	1.571	1.343	0.162	0.165	1.386	0.12	1.422	0.746	0.926	0.899	0.082	
K	1.077	0.772	0.884	0.396	1.572	0.745	0.011	0.012	0.011	0.084	1.422	1.405	0.025	1.433	0.137	0.689	0.546	0.607	1.498	
Cátions	10.142	10.128	10.125	10.143	10.068	10.125	7.844	7.853	7.844	7.829	7.868	7.841	7.836	7.829	7.833	7.797	7.833	7.846	7.865	
X	8.02	8.036	8.009	8.026	8.006	8.028	6.239	6.236	6.239	6.242	6.233	6.239	6.239	6.247	6.247	6.257	6.244	6.242	6.239	
Z	2.121	2.091	2.114	2.117	2.061	2.097	1.605	1.615	1.605	1.585	1.61	1.586	1.594	1.568	1.581	1.528	1.581	1.597	1.603	
Componentes Moleculares																				
Ab	49.1	62.8	57.9	81.2	23.6	64.3	98.1	98	97.9	84.9	10.2	10.5	87.2	7.7	90.3	49.2	58.9	56.6	5.2	
An	0.1	0.1	0.2	0	0	0.1	1.2	1.3	1.4	9.8	0	0	11.2	0	1	5.3	6.4	5.1	0	
Or	50.8	37	41.9	18.7	76.4	35.5	0.7	0.7	0.7	5.3	89.8	89.5	1.6	92.3	8.7	45.5	34.7	38.2	94.8	

Observações: Fe_{total} calculado como Fe³⁺, abreviações como na tabela 12.0

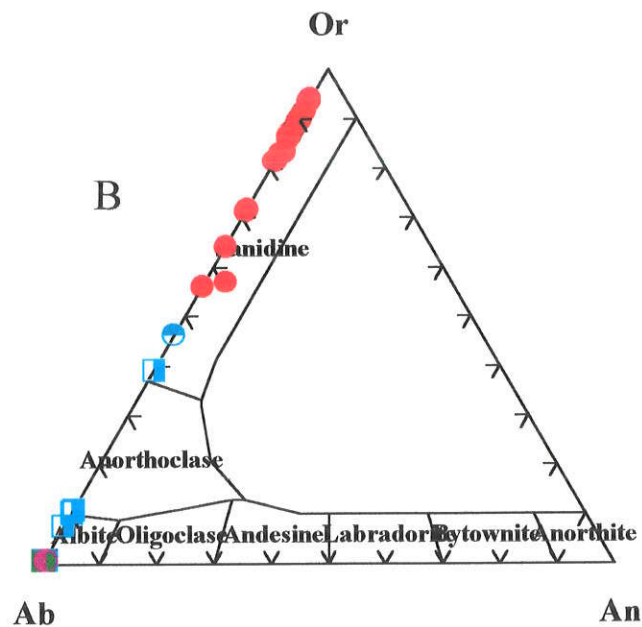
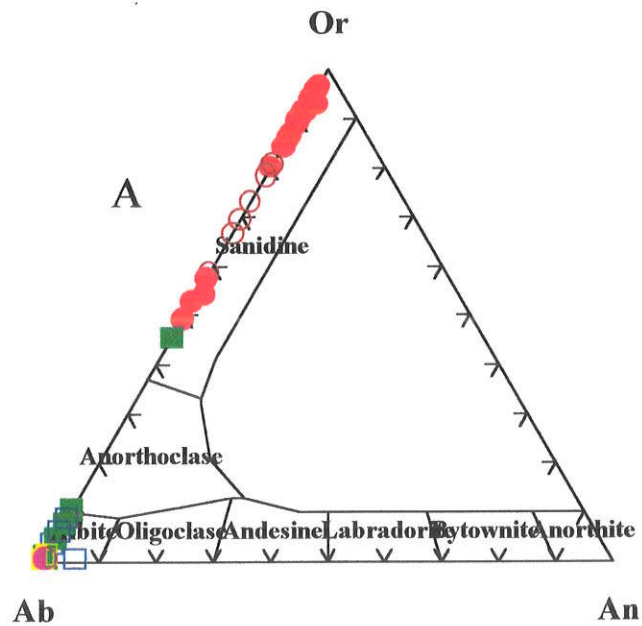


Figura 11 e 12 – Variação Composicional dos feldspatos de sienitos nefelínicos (acima) e fonolitos peralcalinos (inferior) de Cerro Boggiani expressas em proporções moleculares de ortoclásio, albita e anortita. No diagrama superior foram utilizadas as amostras RP-29, 30, 31B e 35; enquanto que no inferior, RP-32, 37, 41, 42 e 43.

Simbolos: núcleo de k-feldsp.= círculos cheios, borda de k-feldsp.= círculos vazios, núcleo de albita= quadrados cheios, borda de albita= quadrados vazios; matriz de k-feldsp.= cruces; matriz albitica= xis; inclusão= triângulos cheios; borda de reação= círculo com metade lateral cheia; albita em intercrescimento peritítico= quadrado com metade lateral cheia; feldspato potássico em intercrescimento peritítico= círculo com metade superior cheia e feldspato potássico apresentando zoneamento em "patch"= quadrado com metade superior cheia.

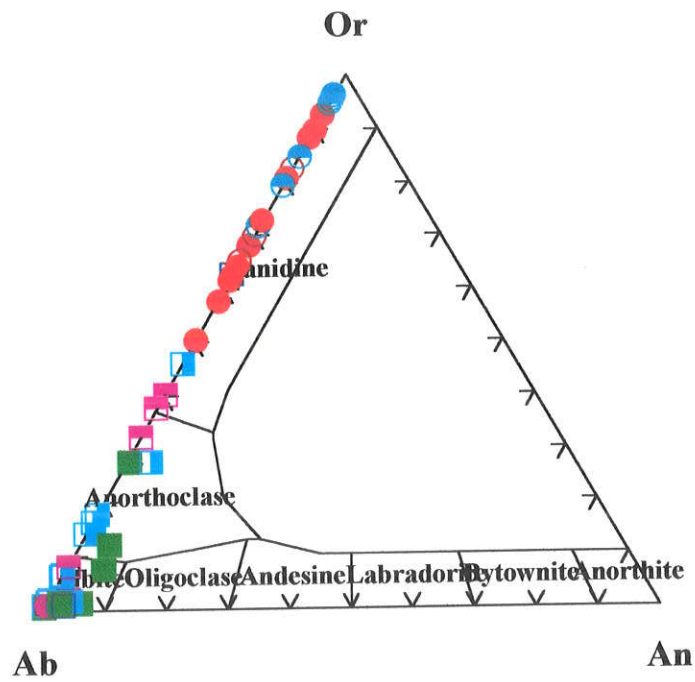


Figura 13 – Variação composicional dos feldspatos dos sienitos alcalinos do corpo Satélite II expressas em proporções nas moleculas de Or-Ab-An, amostras 44, 46, 49, 50 e 51. Símbolos como na figura 11.

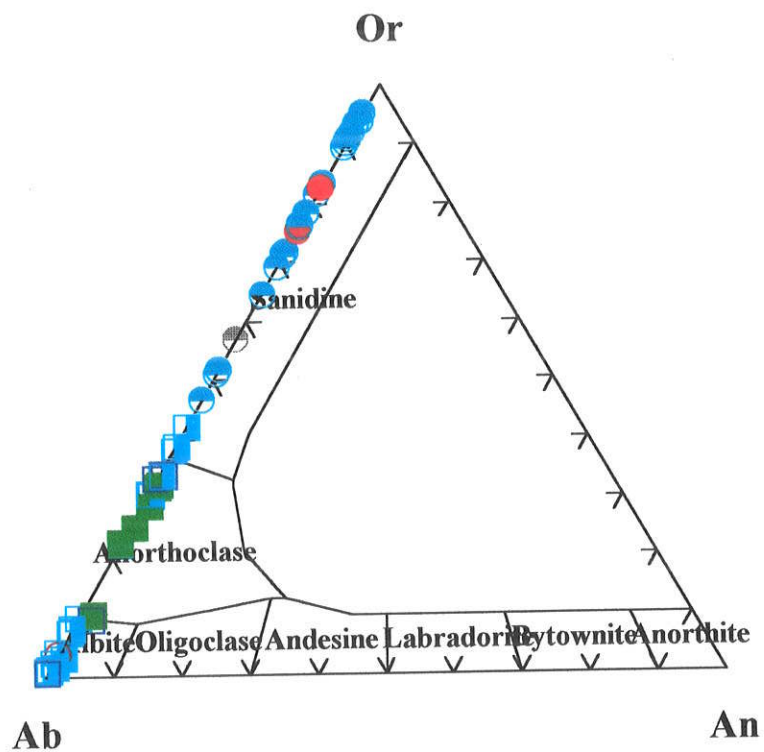


Figura 14 – Variação composicional de feldspatos dos sienitos alcalinos de Satélite I expressas em proporção molecular, amostras 51, 52, 56 e 58. Símbolos como na figura 11.

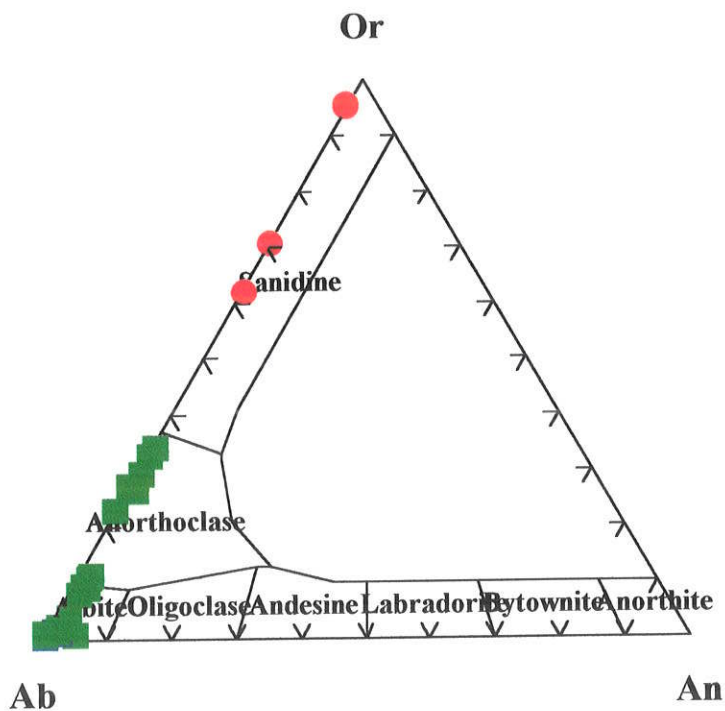


Figura 15 – Variação composicional de feldspatos dos nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas expressa em proporção molecular de Or-Ab-An. Amostras 74 e 230. Símbolos como na figura 11.

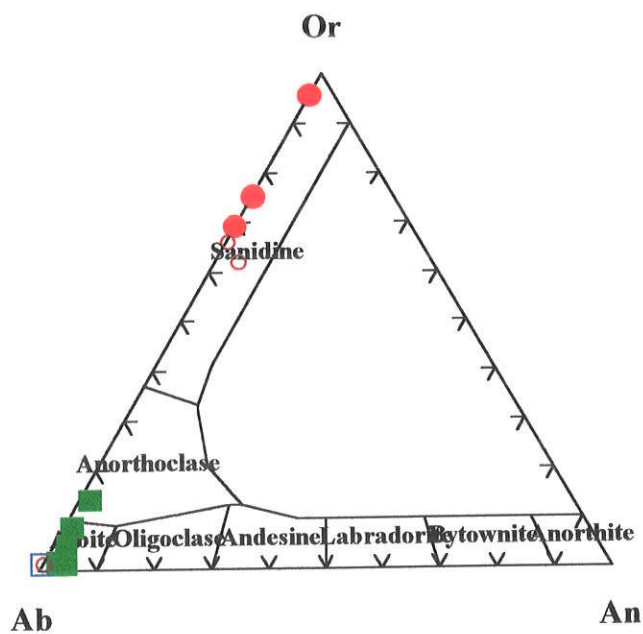


Figura 16 – Variação Composicional de feldspatos de quartzo sienito de Morro Pão de Açúcar, expressa em proporção molecular de Or-Ab-An, (RP-78) . Símbolos como na figura 11.

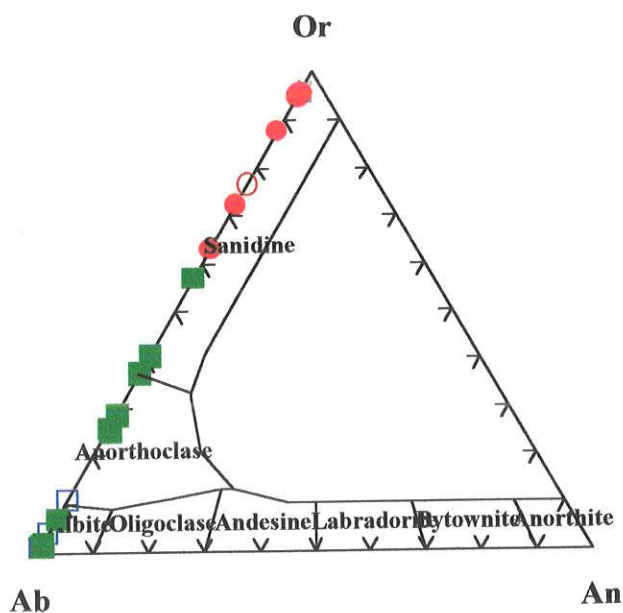


Figura 17 – Variação composicional de feldspatos das rochas de Pão de Açúcar expressas em proporções moleculares de Or-Ab-An. amostras 109 e 207 (traquifonolitos). Símbolos como na figura 11.

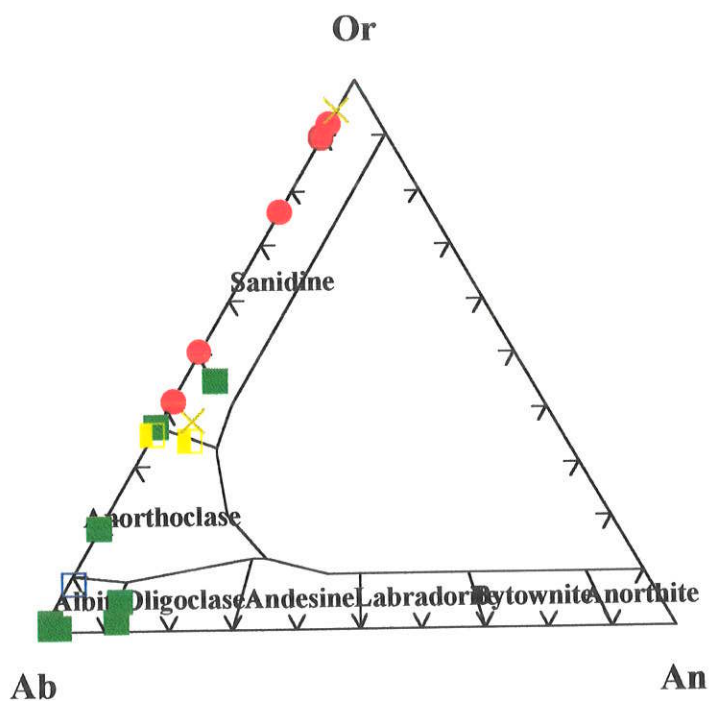


Figura 18 – Variação composicional dos feldspatos das rochas de Cerrito (RP-88 e 198), expressas em proporção molecular Or-Ab-An. Símbolos como na figura 11.

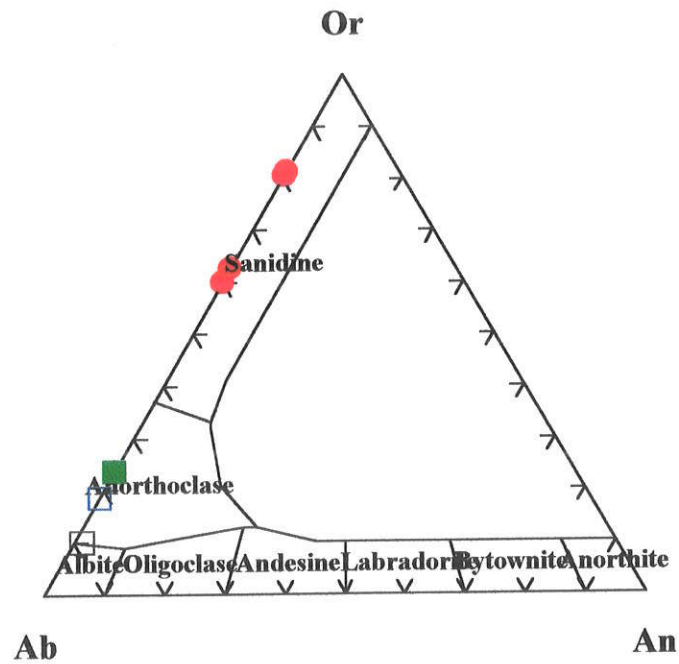


Figura 19 – Variação composicional de feldspatos em quartzo sienito Cerro Pedreira expressa em proporção molecular de Or-Ab-An. Símbolos como na figura 11

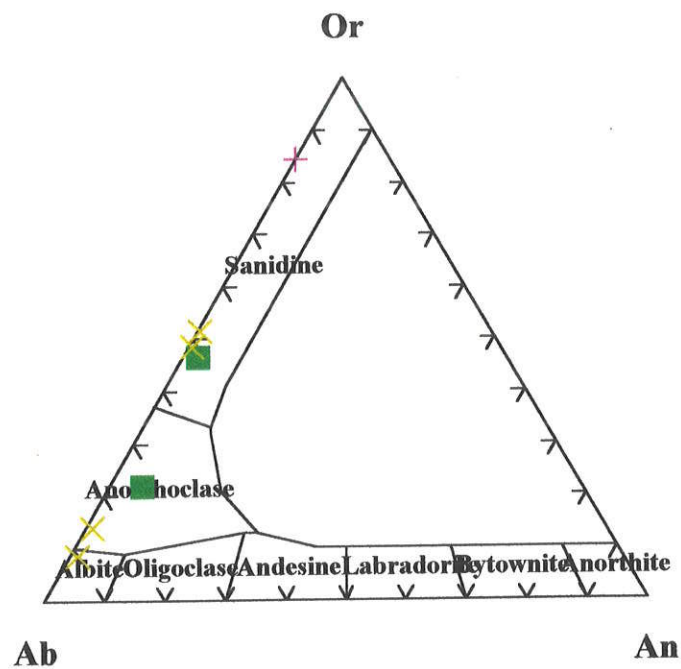


Figura 20 – Variação composicional de Feldspatos dos sienitos alcalinos de São Pedro expressas em proporção molecular de Or-Ab-An. Amostras utilizadas RP-255 e 256. Símbolos como na figura 11.

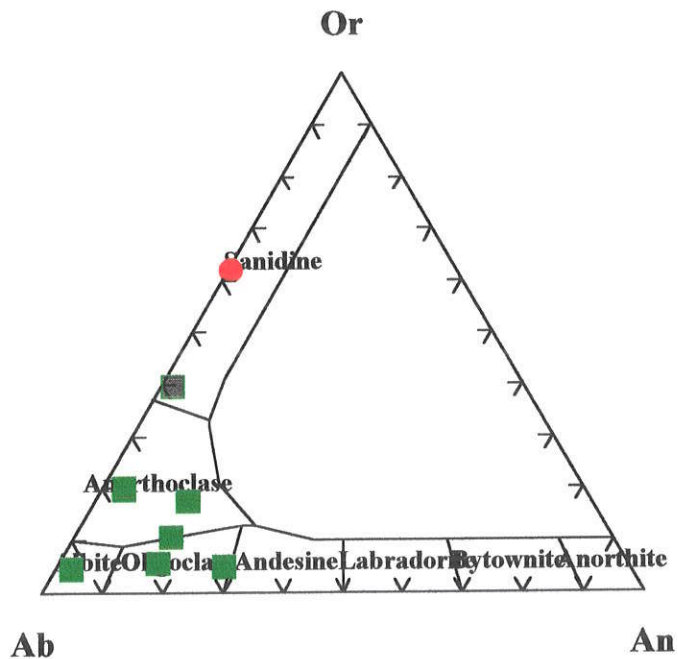


Figura 21 – Variação composicional de feldspatos dos sienitos alcalinos de Morro Conceição expressa em proporção molecular Or-Ab-An (RP-259). Símbolos como na figura 11.

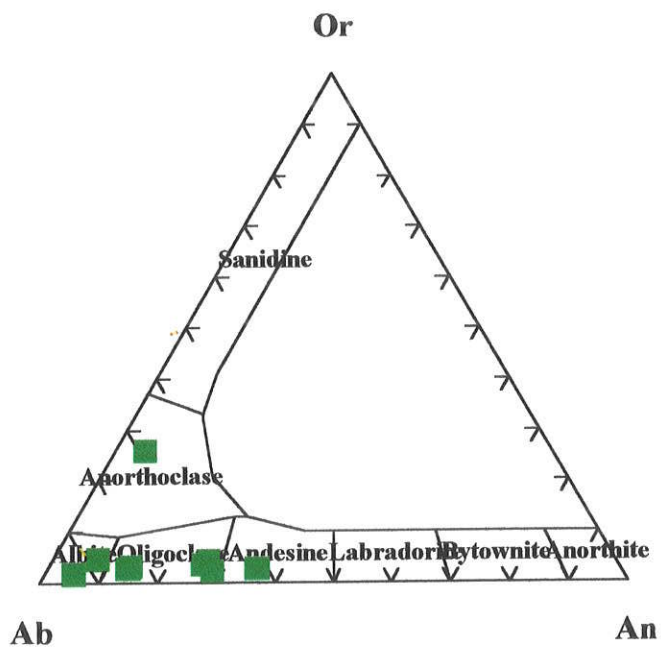


Figura 22 – Variação composicional de feldspatos em sienito alcalino de Morro Distante expressa em proporção molecular de Or-Ab-An (RP-264). Símbolos como na figura 11.

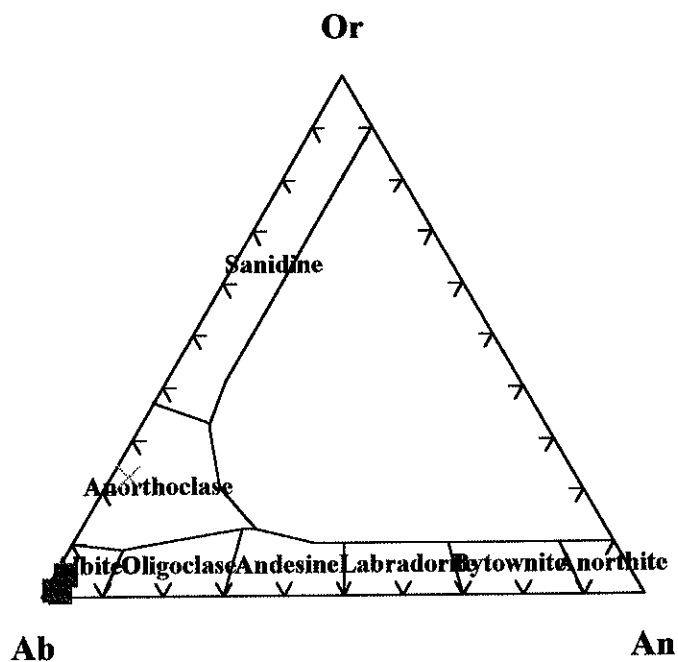


Figura 23a – Variação composicional de feldspatos de sienito alcalino de Porto Conceição expressa em proporção molecular de Or-Ab-An (RP-267). Símbolos como na figura 11.

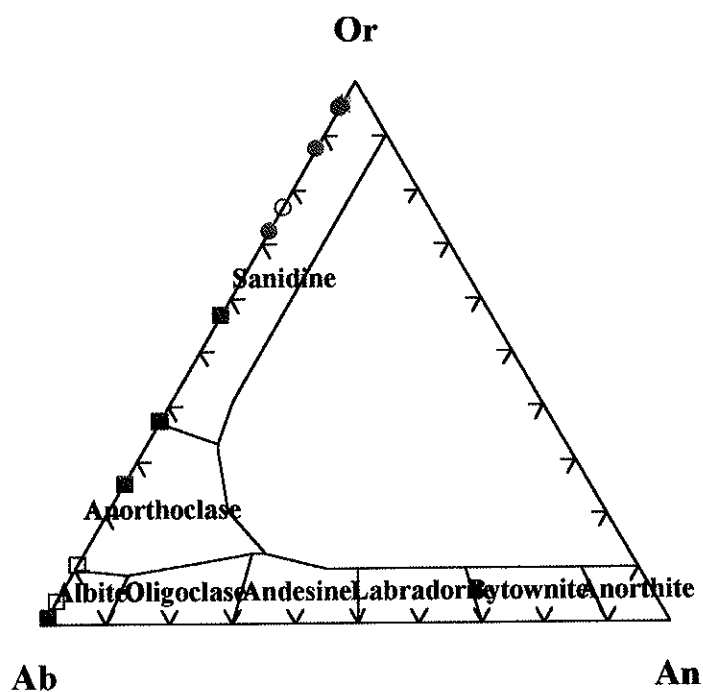


Figura 23b – Variação composicional de feldspatos de pegmatitos de Ilha Fecho dos Morros expressa em proporção molecular de Or-Ab-An (RP-267). Símbolos como na figura 11.

V.2 – Feldspatóides

Os feldspatóides analisados resumem-se à nefelina e à sodalita e estão distribuídos em rochas de praticamente todos os corpos da Província Alcalina Alto Paraguai, com exceção de Satélite I e II, Cerro Pedreira, Morro Conceição e Morro Distante. Petrográficamente, os litotipos que apresentam esses minerais estão constituídos por sienitos nefelínicos, traquifonolitos, fonolitos peralcalinos e nefelina sienitos.

Os feldspatóides encontrados nessas rochas são predominantemente nefelinas e subordinadamente sodalitas. As nefelinas constituem fenocristais quase sempre euédricos, apresentando-se em seções retangulares curtas e hexagonais (basais), enquanto que os grãos pertencentes à matriz, via de regra, são xenomórficos e intersticiais, ocorrendo freqüentemente associados à cancrinita que constitui seu principal produto de alteração. A sodalita apresenta-se invariavelmente como grãos anédricos preenchendo interstícios.

V.2.1 – Nefelinas

As composições químicas das nefelinas podem ser visualizadas nas tabelas 13.0 a 13.7, contendo as respectivas fórmulas estruturais expressa na base de 32 átomos de oxigênio, associadas aos recálculos das proporções moleculares dos componentes nefelina (Ne: NaAlSiO_4), kalsilita (Ks: KAlSiO_4) e quartzo (Qz: SiO_2). Por sua vez, as sodalitas estão representadas nas tabelas 13.8 a 13.10, onde se observam apenas os mesmos cálculos de fórmula estrutural utilizados para as nefelinas.

As nefelinas de Cerro Boggiani apresentam uma relativa homogenidade em relação aos teores de Na_2O , situando-se ao redor de 16,5% enquanto que o K_2O

perfaz média de 5,5%. Já nos fonolitos peralcalinos, os valores de Na_2O são comparativamente semelhantes aos anteriores, com K_2O situando-se entre 4,5 e 5,0%, caracterizando uma provável tendência de enriquecimento em SiO_2 , relativamente aos sienitos nefelínicos. Estes valores geralmente persistem nos outros corpos de rochas congêneres da Província Alcalina Alto Paraguai, com pequenas variações detectadas no Complexo Siete Cabezas onde duas análises da amostra RP-74 apresentam valores de K_2O maiores do que 7,0% e ainda algumas amostras do corpo Cerrito que apresentam teores inferiores a 4,0%.

Na comparação das tabelas 13.0 a 13.7, verificam-se os altos teores de Fe_2O_3 da nefelina presente nos fonolitos peralcalinos de Cerro Boggiani, situados entre 0,57 e 1,30%, conteúdos que se repetem nos traquifonolitos de Pão de Açúcar, nos sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros, em algumas das amostras de nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas e Cerrito, não acompanhado pelos sienitos nefelínicos de Cerro Boggiani, São Pedro e Porto Conceição.

Os valores de CaO observados são nulos ou muito baixos em comparação aos reportados em Deer *et al.* (1963). Nesse sentido, Ruberti (1984) sugere que esses altos teores devem-se aos métodos convencionais de análise utilizados por aqueles autores, que refletem influências de impurezas de calcita e cancrinita provenientes de processos de alteração em nefelinas. Este erro é atualmente eliminado no direcionamento do feixe em análises via microsonda eletrônica, evitando-se feições com indícios de alterações.

Nos sienitos nefelínicos de Cerro Boggiani, os cristais de nefelinas exibem composições que variam nas seguintes proporções moleculares: $\text{Ne}_{71,5-68} \text{Ks}_{16,7-14,4} \text{Qz}_{17,5-13,4}$. O maior conteúdo do componente quartzo (Qz) é encontrado no núcleo de fenocristais de fonolitos peralcalinos desse corpo. Variações entre os núcleos e bordas desse componente observadas nos grãos analisados são insignificantes ou ausentes, o que provavelmente é o fator responsável pelo pequeno número de cristais zonados encontrados nas rochas desse corpo e de todos os outros da Província Alcalina Alto Paraguai.

Nos nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas, os fenocristais de nefelina possuem composições variáveis no intervalo de $\text{Ne}_{76-70} \text{Ks}_{22-13} \text{Qz}_{16-1}$, coincidindo

com os valores observados nos corpos Cerrito, Ilha Fecho dos Morros, Pão de Açúcar, São Pedro e Porto Conceição.

O exame dos componentes moleculares de Ne-Ks-Qz nas nefelinas de todos os corpos da Província Alcalina Alto Paraguai não revela tendências de enriquecimento em quartzo como parece indicar circunstancialmente as ocorrências alcalinas de Banhadão (Ruberti, 1984), diques e pugs alcalinos do Vale do Ribeira (Vasconcelos, 1995), Ilha Monte de Trigo (Enrich & Ruberti, 2000) etc.

Deer *et al.* (1963) sugerem que na estrutura da nefelina, o ferro trivalente ocupa principalmente as posições tetraédricas cuja soma catiônica de silício com alumínio deve perfazer valor teórico próximo a 16,0 a.f.u. (átomos por fórmula unitária). Como o silício (maior que 8,0 a.f.u.) apresenta teores maiores do que o alumínio (menor que 8,0 a.f.u.), a rede cristalina sempre apresenta valores menores que 8,0 a.f.u. átomos alcalinos, resultando em vacâncias neste "site" (sítio). Nesse sentido, Mitchell (1972) valendo-se dos trabalhos pioneiros de Donnay (1959) estabeleceu a seguinte fórmula geral, modificada em relação ao componente do ferro trivalente $K_xNa_yCa_z\Box_8 - (x+y+z)Al_{(x+y+z)}Fe_wSi_{16 - (x+y+2z) + w}O_{32}$, onde \Box representa as vacâncias estruturais.

Os diagramas ternários fundamentados nos componentes moleculares Ne-Ks-Qz de Hamilton & Mackenzie (1960) são mostrados para cada corpo portador de nefelina estudado da Província Alcalina Alto Paraguai (Figuras 24 a 29b), contendo isoterms e pontos M e B correspondentes respectivamente, às composições de Morozewicz e Buerguer. Esses diagramas foram construídos de modo a poder-se estimar temperaturas de equilíbrio das nefelinas com base nos limites de solução sólida dos componentes moleculares Ne-Ks-Qz estabelecidos experimentalmente por Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961).

Na figura 29b, tem-se a integração de todos os dados dos diversos corpos da província, onde se pode observar uma concentração de pontos no campo da solução sólida da nefelina, configurando uma grande similaridade na evolução composicional desses minerais, assinalado neste diagrama com a letra C e comparados à evolução composicional de nefelinas de outras províncias brasileiras (tendências A e B). Em relação à temperatura de cristalização (equilíbrio), conclui-

se que as nefelinas da Província Alcalina Alto Paraguai mostram equilíbrios em um intervalo de temperatura maior do que 500°C e menor do que 1068°C, sendo àquelas dos sienitos da Ilha Fecho dos Morros, as representativas de temperaturas de equilíbrio mais elevadas, correspondendo a um empobrecimento em potássio e a um enriquecimento em “excesso de sílica” em relação às de Cerrito e fonolitos peralcalinos de Cerro Boggiani, representativas das mais baixas temperaturas. Estes dados obtidos são amplamente coincidentes com aqueles encontrados na literatura.

V.2.2 – Sodalitas

Segundo Deer *et al.* (1963), o esqueleto tridimensional da sodalita é formado pela ligação de tetraedros de SiO_4 e AlO_4 em aproximadamente igual número, sendo cada oxigênio dos vértices, compartilhado por dois tetraedros. São formados então, unidades cubo-octaédricas do tipo gaiola, limitadas por seis anéis de quatro tetraedros paralelos a $\{100\}$ e oito anéis de 6 tetraedros paralelos a $\{111\}$. Os anéis com seus componentes definem um conjunto de canais que se interligam para formar grandes cavidades ocupadas por íons de Cl, em coordenação tetraédrica com os íons de Na.

As composições químicas das sodalitas da Província Alcalina Alto Paraguai são apresentadas nas tabelas 13.8 a 13.10, onde se observa geralmente um discreto enriquecimento em SiO_2 e Al_2O_3 em relação à maioria das análises apresentadas em Deer *et al.* (1963). No entanto, três dessas análises mostra uma considerável substituição de Na por K, principalmente no núcleo dos cristais, atingindo valores de até 3,5%.

Tabela 13.0 - Composição química de nefelinas de sienitos nefelínicos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30
Análise	36	37	44	45	46	47	160	161	166	167	168	169	173	174	177	178	192	193	194	195
Localização	C1G2n	C1G2b	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b	C1G1Fn	C1G1Fb	C2G1n	C2G1b	C2G2n	C2G2b	C4G1n	C4G1b	C4G3n	C4G3b	C7G3n	C7G3b	C7G4n	C7G4b
SiO ₂	45.443	44.914	45.446	44.813	46.002	45.382	44.520	45.013	43.597	44.749	45.051	44.472	45.07	45.012	44.782	44.632	45.152	45.014	44.665	44.521
TiO ₂	0	0.042	0.005	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0.033	0	0.044	0.01	0	0	0.037
Al ₂ O ₃	32.005	32.475	32.150	32.341	32.219	32.946	32.417	32.082	32.056	32.244	32.226	32.336	31.91	32.086	32.251	32.402	32.051	32.316	32.621	32.429
Fe ₂ O ₃	0.792	0.655	0.908	0.94	0.857	0.602	0.399	0.583	0.453	0.442	0.421	0.367	0.49	0.488	0.406	0.478	0.436	0.45	0.401	0.364
MnO	0.023	0	0	0.013	0.037	0.006	0	0.035	0.013	0.034	0	0.035	0	0	0.004	0.02	0	0.026	0.001	0
SrO	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.024	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0.063	0	0	0	0	0.014	0.103	0	0.01	0.024	0	0	0.1	0	0.068	0
CaO	0	0	0	0.008	0.006	0	0.002	0	0	0.011	0	0.006	0	0	0	0	0	0.003	0.035	0.004
Na ₂ O	16.439	15.868	16.305	16.106	16.227	16.464	16.416	16.312	15.770	16.239	16.164	16.079	16.29	16.421	16.172	16.132	16.210	15.939	16.288	16.093
K ₂ O	5.197	5.739	5.576	5.890	5.214	5.760	5.856	5.693	5.352	5.463	5.615	5.739	5.43	5.523	5.630	5.805	5.418	5.236	5.787	5.712
Cl	0	0.001	0	0.001	0.004	0	0.001	0	0	0.021	0.006	0.002	0	0	0.012	0	0.007	0	0.008	0
Total	99.9	99.7	100.42	100.12	100.64	101.18	99.61	99.72	97.25	99.22	99.59	99.04	99.22	99.59	99.26	99.51	99.41	98.98	99.87	99.16
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																				
Si	* 8.674	8.601	8.648	8.573	8.707	8.574	8.558	8.631	8.553	8.611	8.640	8.582	8.667	8.635	8.616	8.577	8.667	8.651	8.558	8.577
Al	* 7.194	7.324	7.204	7.286	7.181	7.330	7.339	7.244	7.406	7.307	7.278	7.349	7.226	7.249	7.307	7.333	7.245	7.314	7.361	7.358
Ti	0	0.006	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0.003	0.005	0	0.006	0.001	0	0	0.005
Fe ³	0.114	0.094	0.13	0.135	0.122	0.086	0.058	0.084	0.067	0.064	0.061	0.053	0.071	0.07	0.059	0.069	0.063	0.065	0.058	0.053
Na	* 6.084	5.892	6.016	5.974	5.955	6.031	6.119	6.065	5.999	6.059	6.011	6.017	6.074	6.108	6.033	6.011	6.033	5.940	6.051	6.012
Ca	0	0	0	0.002	0.001	0	0	0	0	0.002	0	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0.007	0.001
O	* 32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	1.266	1.402	1.354	1.438	1.259	1.388	1.436	1.393	1.339	1.341	1.374	1.413	1.332	1.352	1.382	1.423	1.327	1.284	1.415	1.404
Componentes Moleculares																				
Ne	70.14	68.5	69.57	69.72	68.41	70.34	71.5	70.27	70.14	70.4	69.57	70.13	70.08	70.74	70.02	70.08	69.61	68.68	70.82	70.11
Ks	14.6	16.3	15.66	16.78	14.46	16.19	16.78	16.14	15.66	15.58	15.9	16.47	15.37	15.66	16.04	16.59	15.31	14.85	16.56	16.37
Qz	15.26	15.2	14.78	13.5	17.13	13.47	11.72	13.59	14.21	14.02	14.53	13.4	14.55	13.61	13.94	13.33	15.08	16.48	12.62	13.52

Abreviações. C= centro, g= grão, n= núcleo, b= borda.

Tabela 13.1 - Composição química de nefelinas de fonolitos peralcalinos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-31A	RP-31A	RP-37	RP-37	RP-37	RP-37	RP-41	RP-41	RP-41	RP-41	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42	RP-42
Análise	5	14	214	215	224	226	53	54	59	60	280	281	282	288	289	290	291	296	298	299
Localização	C1G3n	C3G1n	C1G1n	C1G1b	C4G2n	C6G1n	C1G1n	C1G1b	C1G4n	C1G4b	C1G2n	C1G2b	C1G3n	C2G3n	C2G3b	C2G4n	C2G4b	C3G4n	C3G5n	C3G5b
SiO ₂	45.436	44.839	44.746	44.726	47.074	44.869	45.261	45.286	45.437	45.425	48.261	46.379	45.494	45.559	45.321	46.396	46.612	46.767	46.028	45.577
TiO ₂	0	0	0.021	0	0	0	0.038	0.033	0	0.1	0	0	0.024	0	0	0	0.062	0.004	0.022	0.004
Al ₂ O ₃	31.969	31.868	31.830	32.066	30.109	31.466	32.805	32.533	32.096	32.088	30.762	32.374	32.576	32.495	32.842	32.346	32.434	31.362	31.949	32.002
Fe ₂ O ₃	1.088	0.994	0.572	0.486	0.884	0.703	0.815	0.934	0.786	0.94	1.306	0.95	0.834	0.755	0.857	1.077	0.941	1.181	1.013	0.927
MnO	0	0	0	0	0.02	0	0.019	0.058	0.016	0.045	0.033	0	0	0.029	0.017	0	0	0.007	0	0.002
SrO	0.016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.022	0	0	0	0	0	0
BaO	0.112	0.077	0	0.035	0.072	0	0.074	0	0.046	0.167	0	0	0	0	0	0.027	0.024	0.017	0.036	0.036
CaO	0	0.005	0	0	0.004	0	0.028	0.017	0.095	0	0	0	0	0.014	0	0.006	0	0	0	0
Na ₂ O	16.016	16.190	16.664	16.292	16.258	16.595	16.527	16.372	16.499	16.328	17.019	16.585	16.547	16.651	16.879	17.007	16.866	16.533	16.854	16.571
K ₂ O	5.446	5.494	5.398	5.512	4.104	5.480	5.729	5.479	5.170	5.369	3.964	5.152	5.425	5.265	5.620	4.886	4.984	4.544	4.984	5.026
Cl	0	0.002	0.004	0	0	0.003	0	0	0	0.01	0.005	0	0.131	0	0.004	0	0	0.005	0.012	0
Total	100.09	99.49	99.24	99.12	98.52	99.12	101.3	100.71	100.15	100.47	101.35	101.44	101.03	100.79	101.54	101.75	101.92	100.42	100.9	100.15
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																				
Si	8.670	8.622	8.623	8.621	9.030	8.662	8.557	8.593	8.657	8.644	9.008	8.708	8.611	8.627	8.549	8.691	8.709	8.841	8.702	8.677
Al	7.184	7.217	7.224	7.278	6.802	7.154	7.304	7.270	7.202	7.191	6.762	7.158	7.261	7.247	7.296	7.136	7.137	6.982	7.113	7.175
Ti	0	0	0.003	0	0	0	0.005	0.005	0	0.014	0	0	0.003	0	0	0	0.009	0.001	0.003	0.001
Fe ³	0.156	0.144	0.083	0.07	0.127	0.102	0.116	0.133	0.113	0.134	0.183	0.134	0.119	0.107	0.122	0.152	0.132	0.168	0.144	0.133
Na	5.926	6.036	6.227	6.089	6.047	6.212	6.059	6.024	6.096	6.025	6.159	6.038	6.073	6.114	6.174	6.177	6.110	6.060	6.178	6.117
Ca	0	0.001	0	0	0.001	0	0.006	0.003	0.019	0	0	0	0	0.003	0	0.001	0	0	0	0
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	1.326	1.348	1.327	1.355	1.004	1.350	1.382	1.326	1.257	1.303	0.944	1.234	1.310	1.272	1.352	1.168	1.188	1.096	1.202	1.221
Componentes Moleculares																				
Ne	68.35	70.02	72.21	70.63	66.98	71.72	70.91	70.15	70.73	69.7	68.37	69.34	70.53	70.92	72.22	71.09	70.16	68.54	71	70.5
Ks	15.29	15.64	15.39	15.72	11.12	15.59	16.17	15.44	14.58	15.07	10.48	14.17	15.21	14.75	15.81	13.44	13.64	12.4	13.81	14.07
Qz	16.36	14.34	12.4	13.65	21.9	12.7	12.92	14.41	14.69	15.22	21.15	16.49	14.26	14.33	11.97	15.47	16.2	19.06	15.19	15.43

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.2 - Composição química de nefelinas de fonolitos peralcalinos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-42	RP-42	RP-42	RP-43	RP-43	RP-43
Análise	301	303	304	307	318	327
Localização	C4G1n	C4G2n	C4G2b	C1G1n	C3G2n	C6G1n
SiO ₂	44.987	46.103	44.747	44.576	44.664	44.651
TiO ₂	0.089	0.014	0.037	0	0	0.018
Al ₂ O ₃	32.302	31.792	32.410	32.551	32.276	31.934
Fe ₂ O ₃	0.826	0.943	0.842	716	0.817	1.166
MnO	0.014	0	0.035	0.01	0.015	0.031
SrO	0	0	0	0	0	0
BaO	0.038	0.127	0	0.055	0.022	0.027
CaO	0.012	0	0	0	0.008	0.002
Na ₂ O	16.152	16.776	16.578	16.532	16.213	15.499
K ₂ O	5.101	4.833	5.580	5.670	5.438	5.302
Cl	0.006	0	0.006	0	0.005	0.025
Total	99.53	100.59	100.24	815.39	99.46	98.66
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio						
Si	8.615	8.734	8.550	1.464	8.582	8.630
Al	7.284	7.093	7.293	1.259	7.304	7.269
Ti	0.013	0.002	0.005	0	0	0.003
Fe ³	0.119	0.134	0.121	17.674	0.118	0.169
Na	5.997	6.163	6.142	1.053	6.041	5.809
Ca	0.002	0	0	0	0.002	0
O	32	32	32	32	32	32
K	1.246	1.168	1.360	0.238	1.333	1.307
Componentes Moleculares						
Ne	69.64	70.56	71.84	71.93	70.42	67.31
Ks	14.47	13.37	15.91	16.26	15.54	15.14
Qz	15.89	16.06	12.26	11.82	14.04	17.54

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.3 - Composição química de nefelinas em nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230
Análise	899	900	902	905	906	907	908	915	916	874	875	876	883	884	885	886
Localização	C1G1b	C1G1b	C1G2b	C2G2n	C2G2b	C2G3n	C2G3b	C4G2n	C4G2b	C1G3n	C1G3b	C1G4n	C3G4n	C3G4b	C3G5n	C3G5b
SiO ₂	45.1	44.79	44.65	45.48	44.84	43.76	44.55	41.92	42.73	44.76	45.49	44.72	46.45	45.19	45.47	44.87
TiO ₂	0	0	0	0.02	0	0	0.01	0	0.02	0.03	0.02	0	0	0.03	0.01	0
Al ₂ O ₃	34.53	33.14	34.27	33.7	33.64	33.73	33.32	34.7	34.14	33.72	34	33.65	33.72	34.24	34.36	34.65
Fe ₂ O ₃	0.74	0.79	0.61	0.77	0.74	0.65	0.83	0.08	0.14	0.45	0.39	0.53	0.5	0.47	0.54	0.39
MnO	0	0.02	0.04	0	0	0	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0	0	0	0	0.01
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0.31	0	0	0.01	0.04	0.13	0.04	0.01	0.05	0	0.03	0.02	0	0
CaO	0.02	0.03	0.06	0.05	0.07	0.01	0.04	0.02	0.05	0.24	0.22	0.18	0.2	0.2	0.18	0.21
Na ₂ O	16.46	16.43	13.44	16.51	16.44	16.4	16.68	16.46	16.33	16.71	16.74	16.47	16.71	16.61	16.65	16.51
K ₂ O	5.6	5.4	5.36	5.37	5.65	5.91	5.84	7.35	7.01	5.59	5.46	5.49	4.89	5.6	5.14	5.75
Cl	0	0.01	0.04	0.02	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0.01	0.02	0	0
Total	102.45	100.61	98.78	101.92	101.38	100.48	101.35	100.71	100.51	101.54	102.38	101.04	102.51	102.38	102.35	102.39
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																
Si	8.408	8.506	8.543	8.514	8.460	8.355	8.438	8.079	8.216	8.438	8.486	8.458	8.610	8.437	8.463	8.379
Al	7.581	7.412	7.722	7.430	7.474	7.584	7.432	7.876	7.730	7.486	7.469	7.495	7.361	7.528	7.531	7.620
Ti	0	0	0	0.003	0	0	0.001	0	0.003	0.004	0.003	0	0	0.004	0.001	0
Fe ³	0.104	0.113	0.088	0.108	0.105	0.093	0.118	0.012	0.02	0.064	0.055	0.075	0.07	0.066	0.076	0.055
Na	5.950	6.050	4.986	5.993	6.014	6.072	6.126	6.151	6.088	6.108	6.055	6.040	6.006	6.013	6.009	5.978
Ca	0.004	0.006	0.012	0.01	0.014	0.002	0.008	0.004	0.01	0.048	0.044	0.036	0.04	0.04	0.036	0.042
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	1.332	1.308	1.308	1.283	1.360	1.440	1.411	1.807	1.719	1.344	1.299	1.325	1.156	1.334	1.220	1.370
Componentes Moleculares																
Ne	70.83	71.23	58.53	70.56	71.32	72.71	72.74	76.21	74.28	73.22	72.1	72.02	70.41	71.95	71.61	72.07
Ks	15.86	15.4	15.35	15.1	16.13	17.24	16.75	22.39	20.97	16.11	15.47	15.8	13.55	15.96	14.54	16.52
Qz	13.31	13.37	26.12	14.34	12.55	10.05	10.51	1.4	4.75	10.67	12.43	12.18	16.04	12.09	13.85	11.42

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.4 - Composição química de nefelinas em sienitos nefelinicos de Cerrito (% peso)

Amostra	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198
Análise	783	784	791	794	795	732	733	734	735	745	746	747	748
Localização	C1G2n	C1G2b	C3G1n	C4G2n	C4G2b	C3G2n	C3G2b	C3G3n	C3G3b	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b
SiO ₂	45.62	46.66	46.03	45.18	44.98	45.08	44.88	45.83	44.5	44.31	43.97	44.42	44.66
TiO ₂	0	0	0	0	0.01	0	0.03	0	0.11	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	30.66	30.76	31.46	31.5	31.25	32.65	32.34	32.55	32.87	32.58	33.32	32.33	32.87
Fe ₂ O ₃	1.27	1.54	1.36	1.28	1.06	0.48	0.44	0.37	0.38	0.32	0.35	0.34	0.29
MnO	0	0.01	0	0.02	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
BaO	0	0	0	0.04	0	0	0	0.02	0	0	0	0.01	0
CaO	0.11	0.03	0.02	0.03	0	1.02	1.45	1.03	1.43	1.34	1.36	2.37	1.57
Na ₂ O	16.56	16.83	16.49	17.03	16.56	16.13	15.86	16.06	15.85	16.01	14.13	15.54	16.06
K ₂ O	4.36	4.17	4.77	4.97	4.95	4.29	4.51	4.2	4.64	4.45	4.07	3.76	4.57
Cl	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0.32	0.04	0.02	0.01
Total	98.6	100	100.26	100.07	98.82	99.65	99.53	100.2	99.78	99.33	97.24	98.81	100.04
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio													
Si	8.801	8.863	8.744	8.643	8.689	8.592	8.584	8.668	8.498	8.522	8.527	8.541	8.510
Al	6.966	6.881	7.038	7.097	7.109	7.328	7.284	7.250	7.392	7.379	7.610	7.321	7.376
Ti	0	0	0	0	0.001	0	0.004	0	0.016	0	0	0	0
Fe ³	0.184	0.22	0.194	0.184	0.154	0.069	0.063	0.053	0.055	0.046	0.051	0.049	0.042
Na	6.195	6.199	6.074	6.317	6.203	5.961	5.882	5.890	5.869	5.970	5.313	5.794	5.934
Ca	0.023	0.006	0.004	0.006	0	0.208	0.297	0.209	0.293	0.276	0.283	0.488	0.321
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	1.073	1.010	1.156	1.213	1.220	1.043	1.100	1.013	1.130	1.092	1.007	0.922	1.111
Componentes Moleculares													
Ne	70.76	70.04	69.53	73.19	71.39	72.91	73.62	71.39	74.18	74.91	66.74	76.59	75.42
Ks	12.26	11.41	13.23	14.05	14.04	12.76	13.77	12.28	14.28	13.7	12.65	12.19	14.12
Qz	16.98	18.55	17.24	12.76	14.57	14.33	12.62	16.33	11.54	11.39	20.61	11.22	10.46

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.5 - Composição química de nefelinas de sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros (% peso)

Amostra	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A
Análise	1005	1006	1007	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1021	1022	1121	1127	1128	1131	1132
Localização	C1G1n	C1G1b	C1G1n	C2G1n	C2G2n	C2G2b	C3G1n	C3G1b	C3G2n	C3G2b	C3G3n	C4G1n	C4G3n	C4G3b	C1G2m	C4G1n	C4G1b	C4G1n	C4G1n
SiO ₂	46.33	46.8	46.63	46.85	47.01	46.26	46.1	46.39	46.72	46.34	46.35	46.97	42.11	46.35	45.13	43.82	45.35	44.1	44.1
TiO ₂	0.1	0.05	0.02	0.04	0.02	0	0.01	0.02	0.01	0.05	0.01	0.04	0	0	0.06	0.01	0.05	0.0	0.0
Al ₂ O ₃	32.43	32.92	32.48	32.13	32.17	32.4	32.36	32.41	32.15	32.16	32.18	31.67	32.4	32.16	32.88	33.74	32.85	32.9	32.9
Fe ₂ O ₃	1.09	1.05	1.11	1.02	1.15	0.86	1.09	1.04	0.87	0.94	1.07	0.97	0.27	1.07	0.48	0.21	0.67	0.5	0.5
MnO	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0.02	0.02	0	0.02	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0.08	0.06	0.04	0	0	0	0.06	0	0.05	0.01	0.03	0	0.03	0	0.05	0	0	0	0.0
CaO	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0	0	0	0	0.02	0	1.41	0	0	0	0.01	0	0
Na ₂ O	16.28	14.83	16.38	16.48	16.5	16.6	16.64	16.28	16.34	16.43	16.21	15.95	16.63	16.64	15.56	15.36	15.67	15.0	15.0
K ₂ O	5.13	5.35	5.19	4.85	4.98	5.04	4.99	5.37	5.3	5.07	5.08	4.81	4.53	5.27	5.79	6.51	5.47	5.5	5.5
Cl	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.02	0	0.07	0	0	0.0	0.0
Total	101.46	101.07	101.86	101.39	101.86	101.18	101.26	101.52	101.44	101	100.98	100.42	97.4	101.51	100.04	99.65	100.09	99.	99.
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																			
Si	8.696	8.764	8.716	8.777	8.775	8.702	8.677	8.707	8.767	8.731	8.733	8.861	8.300	8.710	8.604	8.417	8.621	8.5	8.5
Al	7.169	7.260	7.150	7.089	7.072	7.178	7.173	7.163	7.105	7.135	7.140	7.036	7.521	7.117	7.382	7.632	7.354	7.4	7.4
Ti	0.014	0.007	0.003	0.006	0.003	0	0.001	0.003	0.001	0.007	0.001	0.006	0	0	0.009	0.001	0.007	0.0	0.0
Fe ³	0.154	0.148	0.156	0.144	0.161	0.122	0.154	0.147	0.123	0.133	0.152	0.138	0.04	0.151	0.069	0.03	0.096	0.0	0.0
Na	5.925	5.385	5.937	5.987	5.972	6.055	6.073	5.925	5.945	6.002	5.922	5.834	6.356	6.063	5.752	5.721	5.776	5.7	5.7
Ca	0.002	0	0.002	0.002	0.002	0.004	0	0	0	0	0.004	0	0.298	0	0	0	0.002	0	0
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	1.228	1.278	1.238	1.159	1.186	1.210	1.198	1.286	1.269	1.219	1.221	1.158	1.139	1.263	1.408	1.595	1.327	1.3	1.3
Componentes Moleculares																			
Ne	68.17	61.44	68.15	68.24	68.09	69.65	69.99	68.05	67.81	68.74	67.87	65.84	82.5	69.61	66.85	67.97	67.03	66.1	66.1
Ks	14.13	14.58	14.21	13.21	13.52	13.92	13.81	14.77	14.47	13.96	13.99	13.07	14.78	14.5	16.36	18.95	15.4	15.0	15.0
Qz	17.71	23.97	17.64	18.55	18.39	16.44	16.2	17.18	17.71	17.29	18.13	21.09	2.71	15.89	16.78	13.08	17.57	17.0	17.0

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.6 - Composição química de nefelinas de traquifonolito de Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	673	752	753	754	755	756	759	761	762	764	765	766	767	772	773
Localização	C4G2m	C1G1n	C1G1b	C1G2n	C1G2b	C1G3n	C2G3n	C3G1n	C3G1b	C3G3n	C3G3b	C3G4n	C3G4b	C4G3n	C4G3b
SiO ₂	45.85	45.17	45.27	46.11	45.11	44.21	44.65	45	45.18	45.03	44.71	44.59	44.9	44.99	45.58
TiO ₂	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	34.19	31.96	32.14	31.41	32.16	31.79	31.33	31.51	31.77	31.65	31.72	31.09	32.03	31.83	31.83
Fe ₂ O ₃	0.87	0.89	1.05	1.06	1.06	1.06	0.78	0.9	0.94	1.02	1.2	1.47	1.17	1.04	0.96
MnO	0	0.02	0.02	0.04	0.02	0	0.02	0.01	0.03	0	0	0.03	0.05	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0.16	0	0.05	0	0	0	0.07	0.02	0	0.09	0	0	0	0.02
CaO	0.05	0.02	0	0.02	0.01	0	0.02	0	0.03	0.04	0	0.03	0.04	0	0.02
Na ₂ O	14.51	16.49	15.91	16.7	16.91	16.83	15.91	17.08	16.71	16.75	16.65	16.74	15.86	16.83	16.7
K ₂ O	5.42	5.33	5.39	4.83	5.24	5.21	5.32	4.93	5.26	5.23	5.26	4.98	5.27	5.14	5.06
Cl	0	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0	0	0.02	0.01
Total	100.92	100.08	99.81	100.27	100.54	99.11	98.04	99.53	100	99.72	99.67	99.13	99.32	99.86	100.19
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio															
Si	8.592	8.635	8.650	8.763	8.588	8.549	8.689	8.649	8.643	8.639	8.596	8.618	8.625	8.618	8.682
Al	7.545	7.195	7.232	7.030	7.210	7.239	7.180	7.132	7.157	7.151	7.182	7.076	7.246	7.181	7.140
Ti	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	0
Fe ³	0.123	0.128	0.151	0.151	0.152	0.154	0.114	0.13	0.135	0.147	0.173	0.214	0.169	0.15	0.137
Na	5.272	6.112	5.895	6.154	6.242	6.310	6.003	6.366	6.198	6.231	6.207	6.273	5.908	6.251	6.168
Ca	0.01	0.004	0	0.004	0.002	0	0.004	0	0.006	0.008	0	0.006	0.008	0	0.004
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	1.296	1.300	1.314	1.171	1.273	1.285	1.321	1.209	1.284	1.280	1.290	1.228	1.292	1.256	1.230
Componentes Moleculares															
Ne	61.5	70.85	68.15	70.29	72.72	73.81	69.15	73.6	71.81	72.26	72.21	72.89	68.63	72.53	71.11
Ks	15.12	15.07	15.19	13.38	14.83	15.03	15.22	13.98	14.88	14.84	15.01	14.27	15.01	14.57	14.18
Qz	23.38	14.08	16.66	16.33	12.45	11.16	15.63	12.42	13.31	12.9	12.79	12.84	16.37	12.89	14.71

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.7 - Composição química de nefelinas de nefelina sienitos de São Pedro (255) e Porto Conceição (267)(% peso)

Amostra	RP-255	RP-255	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267
Análise	1135	1136	1193	1194	1195	1196
Localização	C4G1n	C4G1b	C2G1n	C2G1b	C2G2n	C2G3n
SiO ₂	46.44	45.85	45.54	45.55	45.3	45.66
TiO ₂	0.02	0.01	0	0.01	0.02	0
Al ₂ O ₃	33.24	33.76	33.18	33.1	33.18	33.41
Fe ₂ O ₃	0.41	0.37	0.47	0.41	0.41	0.4
MnO	0.03	0	0	0	0.01	0
SrO	0	0	0	0	0	0
BaO	0.08	0	0	0.02	0	0
CaO	0.94	0.96	0.39	0.37	0.41	0.49
Na ₂ O	15.12	15.37	15.29	15.68	15.68	14
K ₂ O	4.81	4.97	5.49	5.54	5.45	5.22
Cl	0.02	0.02	0	0.01	0	0
Total	101.11	101.31	100.36	100.69	100.46	99.18
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio						
Si	8.694	8.584	8.622	8.612	8.583	8.683
Al	7.328	7.443	7.398	7.370	7.404	7.482
Ti	0.003	0.001	0	0.001	0.003	0
Fe ³	0.058	0.052	0.067	0.058	0.058	0.057
Na	5.488	5.579	5.613	5.749	5.761	5.162
Ca	0.189	0.193	0.079	0.075	0.083	0.1
O	32	32	32	32	32	32
K	1.149	1.187	1.326	1.336	1.317	1.266
Componentes Moleculares						
Ne	65.99	68.05	66.32	67.94	68.44	60.85
Ks	13.82	14.48	15.67	15.79	15.65	14.92
Qz	20.19	17.47	18.02	16.27	15.91	24.22

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.8 - Composição química de sodalitas em sienitos nefelinicos de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-29	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A
Análise	40	41	42	43	48	49	50	51	187	188	196	197	198	202	12	19	20	21	22	24
Localização	C1G4n	C1G4b	C1G5n	C1G5b	C5G3n	C5G3b	C5G4n	C5G4b	C6G1n	C6G1b	C7G5n	C7G5b	C8G1n	C9G1n	C2G4n	C3G4n	C3G4b	C3G5n	C3G5b	C4G2n
SiO ₂	37.308	37.556	38.142	37.403	37.800	37.664	37.599	37.669	36.486	37.148	42.495	41.824	38.144	40.874	36.224	37.879	37.687	37.844	37.466	37.745
TiO ₂	0.049	0.066	0	0	0	0	0	0	0.033	0.057	0.006	0.049	0.052	0.031	0	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	30.657	31.323	31.303	31.672	31.088	31.357	30.859	31.145	31.338	31.115	28.601	29.386	32.784	30.292	30.614	31.486	31.813	31.229	31.213	31.150
Fe ₂ O ₃	0.61	0.465	0.662	0.453	0.649	0.497	0.484	0.558	0.263	0.169	0.135	0.11	0.482	0.09	0.31	0.28	0.482	0.413	0.545	0.673
MnO	0.037	0.002	0.002	0.011	0.032	0	0.008	0.037	0.018	0.015	0.02	0.032	0.029	0	0.019	0	0.011	0	0.037	0.013
SrO	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0.002	0.004	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0.016	0.079	0	0.01	0.02	0	0	0	0.044
CaO	0.033	0.059	0.029	0.022	0.063	0.048	0.049	0.029	0.024	0	0	0.007	0.024	0.029	0.045	0.026	0.016	0.017	0.02	0.041
Na ₂ O	25.248	25.436	25.240	25.310	25.344	25.454	25.407	25.178	25.755	25.751	20.338	22.130	23.887	22.323	24.624	24.853	24.740	24.947	24.933	24.711
K ₂ O	0.012	0.021	0.01	0.01	0.017	0.009	0.023	0	0.005	0.014	3.492	2.436	0.054	0.198	0.008	0.029	0.013	0.014	0.013	0.012
Cl	6.601	6.669	6.820	7.002	6.848	6.843	6.613	6.850	6.720	6.933	5.249	5.669	6.128	5.676	6.439	6.557	6.614	6.462	6.573	6.722
Total	100.57	101.6	102.21	101.88	101.85	101.93	101.04	101.47	100.64	101.2	100.34	101.66	101.66	99.51	98.29	101.13	101.39	100.93	100.81	101.11
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio																				
Si	7.744	7.711	7.779	7.677	7.755	7.721	7.762	7.751	7.594	7.690	8.624	8.425	7.718	8.317	7.683	7.775	7.720	7.783	7.736	7.774
Al	7.494	7.573	7.519	7.656	7.511	7.570	7.502	7.547	7.681	7.586	6.835	6.971	7.812	7.259	7.647	7.611	7.675	7.564	7.590	7.556
Ti	0.008	0.01	0	0	0	0	0	0	0.005	0.009	0.001	0.007	0.008	0.005	0	0	0	0	0	0
Fe ³	0.095	0.072	0.102	0.07	0.1	0.077	0.075	0.086	0.041	0.026	0.021	0.017	0.073	0.014	0.049	0.043	0.074	0.064	0.085	0.104
Na	10.162	10.126	9.982	10.073	10.081	10.118	10.170	10.046	10.394	10.336	8.003	8.644	9.371	8.808	10.127	9.891	9.827	9.949	9.982	9.869
Ca	0.007	0.013	0.006	0.005	0.014	0.011	0.011	0.006	0.005	0	0	0.002	0.005	0.006	0.01	0.006	0.004	0.004	0.004	0.009
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	0.003	0.006	0.003	0.003	0.004	0.002	0.006	0	0.001	0.004	0.904	0.626	0.014	0.051	0.002	0.008	0.003	0.004	0.003	0.003

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.9 - Composição química de sodalitas de rochas de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-31A	RP-41	RP-41	RP-42	RP-43	RP-43	RP-43
Análise	25	27	28	29	57	58	292	310	320	321
Localização	C4G2b	C4G4n	C4G5n	C4G6n	C1G3n	C1G3b	C3G1n	C1G3n	C3G4n	C3G4b
SiO ₂	38.092	37.559	37.714	37.534	37.690	37.846	38.406	45.591	37.865	42.001
TiO ₂	0	0	0	0	0	0.009	0.005	0.009	0.005	0.035
Al ₂ O ₃	30.950	31.706	31.803	31.662	31.709	31.820	33.818	28.442	33.694	30.526
Fe ₂ O ₃	0.626	0.532	0.471	0.27	0.415	0.4	0.591	0.41	0.393	0.34
MnO	0.056	0	0	0.024	0	0	0	0	0	0.018
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0.07	0.009	0.054	0	0	0.012	0.057	0.025	0.011	0.043
CaO	0.026	0.019	0.025	0.029	0.05	0.051	0.057	0.053	0.022	0.011
Na ₂ O	25.168	24.567	24.678	24.981	25.360	25.399	23.070	18.911	23.951	21.357
K ₂ O	0.025	0.009	0.021	0.021	0.011	0.025	0.025	2.762	0.018	2.510
Cl	6.672	7.185	6.311	6.925	6.966	7.019	7.028	4.675	6.583	5.731
Total	101.69	101.59	101.08	101.45	102.2	102.58	103.06	100.88	102.54	102.57
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio										
Si	7.807	7.723	7.727	7.717	7.703	7.708	7.693	8.999	7.620	8.360
Al	7.470	7.677	7.673	7.666	7.632	7.632	7.978	6.612	7.985	7.156
Ti	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005
Fe ³	0.096	0.082	0.073	0.042	0.064	0.061	0.089	0.061	0.059	0.051
Na	10.002	9.795	9.803	9.959	10.050	10.030	8.961	7.238	9.345	8.243
Ca	0.006	0.004	0.005	0.006	0.011	0.011	0.012	0.011	0.005	0.002
O	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
K	0.007	0.002	0.005	0.006	0.003	0.006	0.006	0.696	0.005	0.637

Abreviações como na tabela 13.0

Tabela 13.10 - Composição química de sodalitas na Província Alto Paraguai (% peso)

Amostra	RP-88	RP-88	RP-88	RP-207	RP-255	RP-256	RP-256	RP-256
Análise	785	786	848	774	1134	1139	1140	1141
Localização	C1G3n	C1G3b	C2G1m	C4G4n	C2G2i	C1G3n	C1G3b	C2G1i
SiO ₂	36.66	36.79	37.37	36.41	38.12	37.94	37.95	38.08
TiO ₂	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0
Al ₂ O ₃	31.42	31.5	33.39	31.67	32.71	32.17	32.26	32.26
Fe ₂ O ₃	0.7	0.66	0.96	0.55	0.18	0.35	0.36	0.26
MnO	0.01	0	0.04	0.01	0	0	0	0.01
SrO	0	0	0	0.01	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0.12	0.1
CaO	0.04	0.04	0.1	0.05	0.08	0.15	0.16	0.02
Na ₂ O	22.57	22.57	18.52	22.09	24.24	24.64	24.2	24.1
K ₂ O	0.01	0	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0.07
Cl	6.91	7.04	7.01	6.92	4.53	4.53	4.62	4.58
Total	98.32	98.62	97.4	97.72	99.88	99.85	99.69	99.48
Fórmula estrutural calculada na base de 32 átomos de oxigênio								
Si	7.738	7.746	7.818	7.719	7.726	7.720	7.733	7.763
Al	7.810	7.811	8.226	7.907	7.808	7.709	7.741	7.745
Ti	0	0.002	0	0	0	0.003	0	0
Fe ³	0.111	0.104	0.151	0.088	0.027	0.054	0.055	0.04
Na	9.237	9.215	7.512	9.081	9.526	9.721	9.561	9.526
Ca	0.009	0.009	0.022	0.011	0.017	0.033	0.035	0.004
O	32	32	32	32	32	32	32	32
K	0.003	0	0.003	0.003	0.005	0.013	0.005	0.018

Abreviações como na tabela 13.0

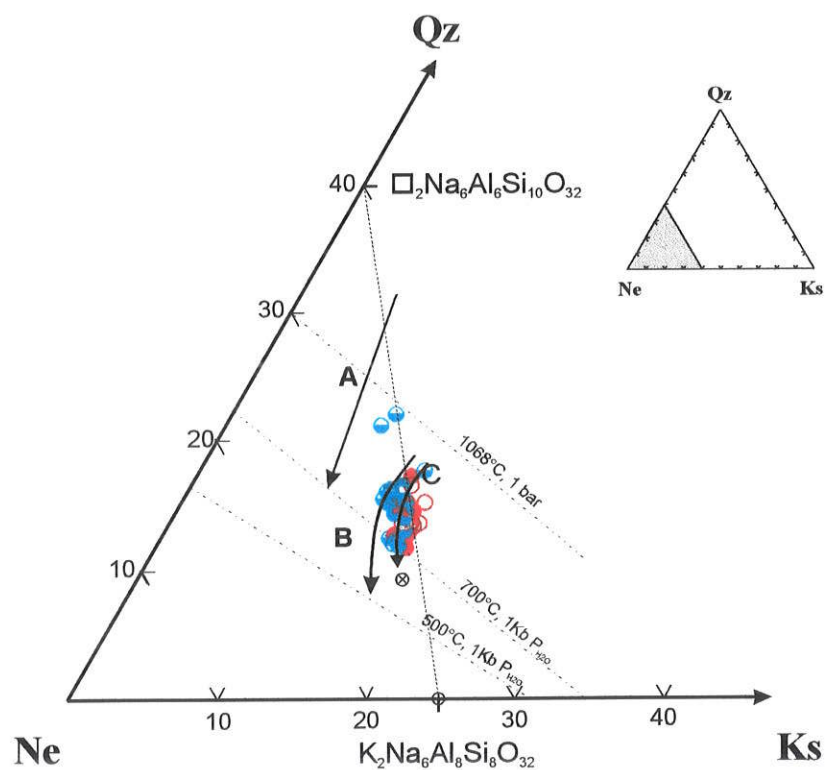


Figura 24 - Diagrama Ne- Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de Cerro Boggiani. Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961). *Trend* evolutivo para as nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) indicado com **A** e das rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo indicado por **B** (Enrich & Ruberti, 2000) e **C** para nefelinas de Cerro Boggiani. **Símbolos**: núcleos de grãos em sienitos nefelínicos (círculos cheios); bordas de grãos em sienitos nefelínicos (círculos vazios); núcleos de grãos em fonolitos peralcalinos (círculos com metade inferior preenchidas) e bordas de grãos em fonolitos peralcalinos (círculos com metade superior preenchidas).

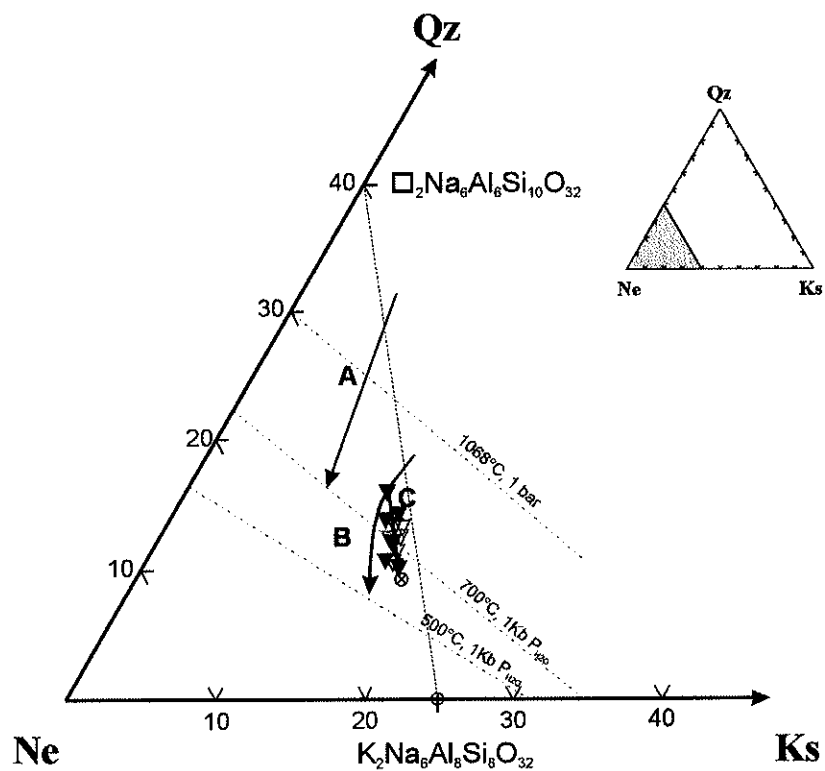


Figura 25 - Diagrama Ne -Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de Cerro Siete Cabezas.. Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961). *Trend* evolutivo para as nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) (A), rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo (Enrich & Ruberti, 2000), e (C) para as rochas de Siete Cabezas. **Símbolos:** núcleo de grãos (triângulos cheios), bordas de grãos (triângulos vazios).

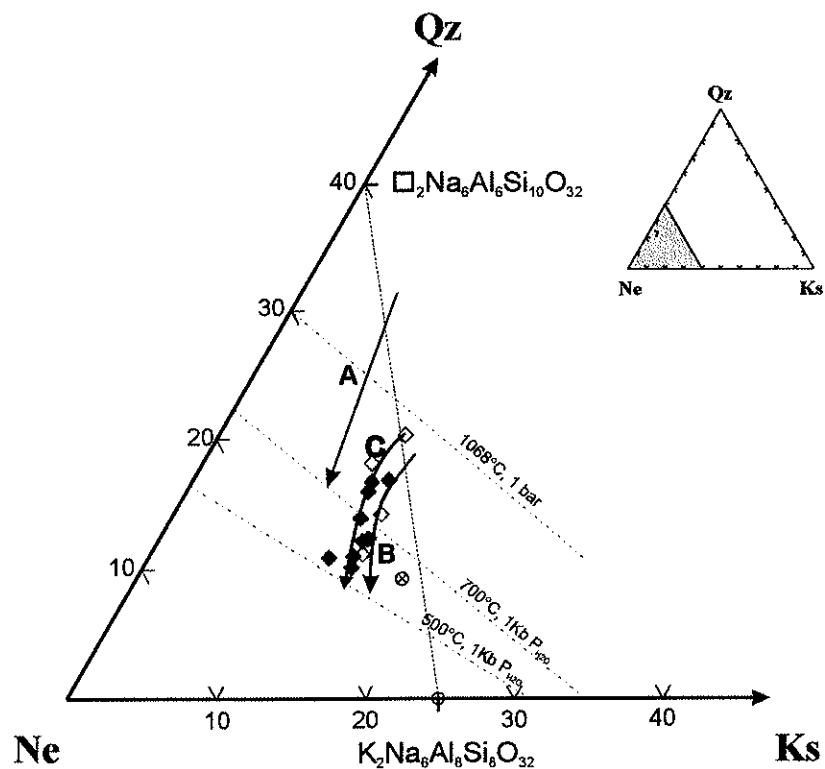


Figura 26 - Diagrama Ne -Ks -Qz mostrando a evolução composicional das nefelinas dos sienitos nefelínicos de Cerrito.(curva C) Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961). *Trend* evolutivo para as nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) indicado com A e para as rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo (Enrich & Ruberti, 2000) indicado por B. **Símbolos:** núcleo de grão (losângulo cheio), borda de grão (losângulo vazio).

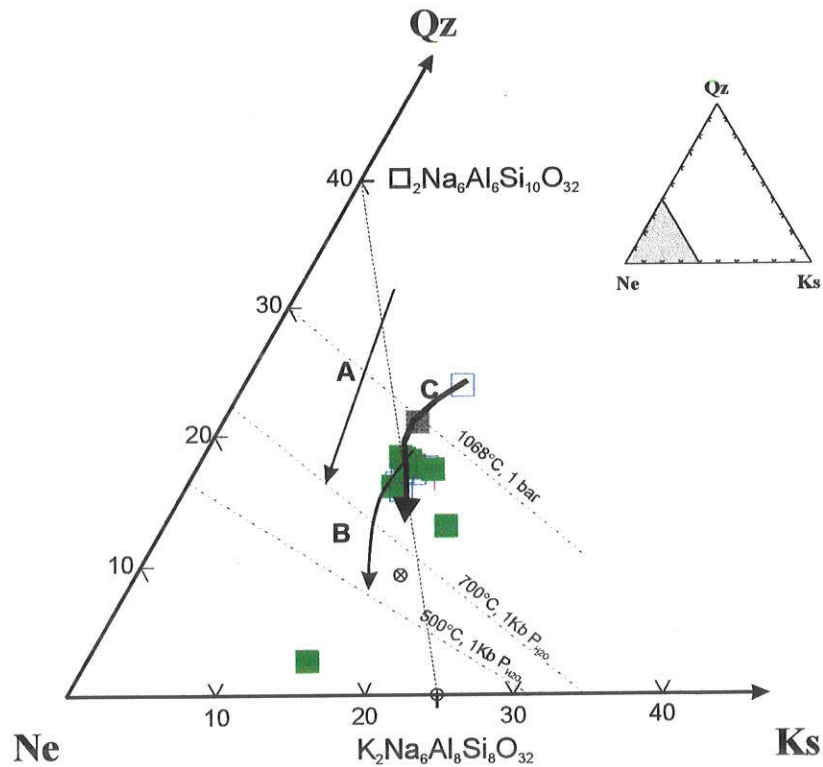


Figura 27 - Diagrama Ne - Ks- Qz mostrando a evolução composicional das nefelinas dos sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros. *Trend* evolutivo para as nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) indicado com A e para as rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo (Enrich & Ruberti, 2000) indicado por B. Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzies (1960) e Hamilton (1961). **Símbolos:** núcleo dos grãos (quadrado cheio), borda dos grãos (quadrado vazio).

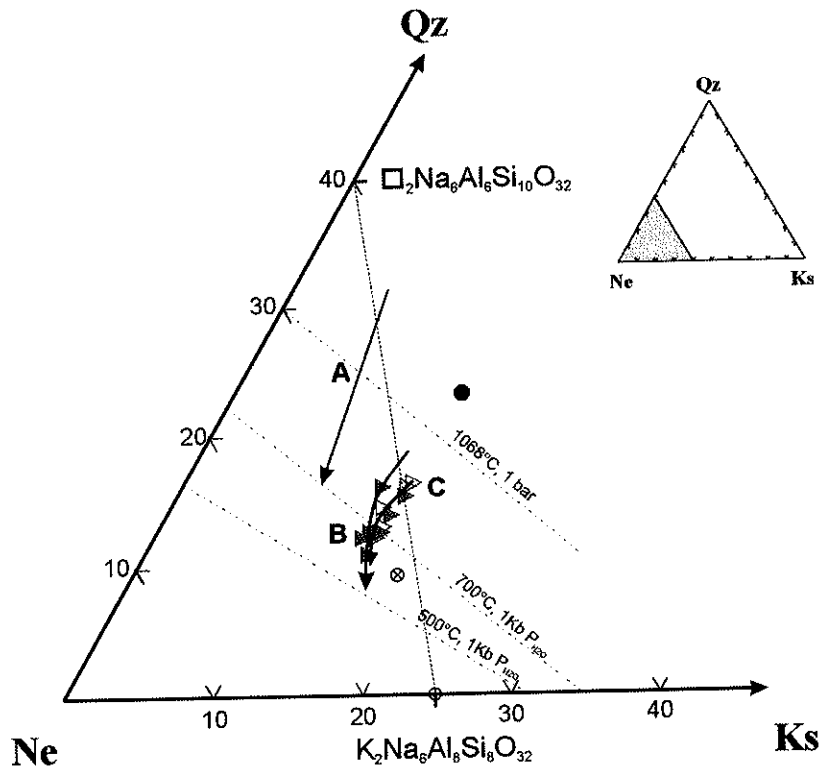


Figura 28 - Diagrama Ne- Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de Morro Pão de Açúcar. Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961). *Trend* evolutivo para as nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) indicado com A e das rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo indicado por B (Enrich & Ruberti, 2000) e C para nefelinas de Morro Pão de Açúcar. **Símbolos:** núcleo de grãos (triângulo cheio), borda de grão (triângulo vazio).

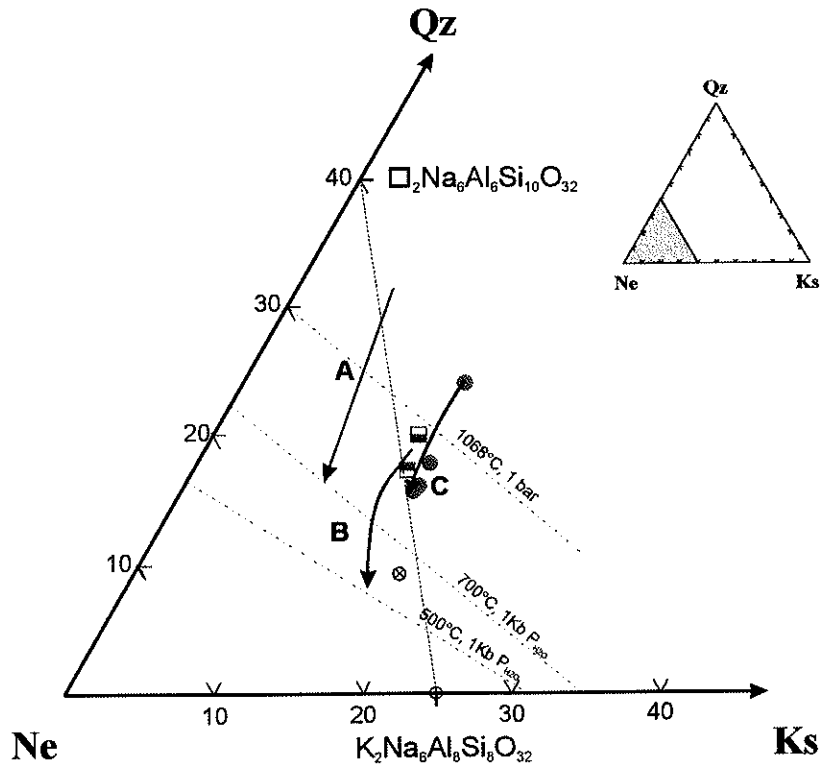


Figura 29a - Diagrama Ne- Ks-Qz apresentando a evolução composicional das nefelinas das rochas de São Pedro e Porto Conceição. Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961). *Trend* evolutivo para as nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) indicado com **A** e das rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo indicado por **B** (Enrich & Ruberti, 2000) e **C** para nefelinas de São Pedro e Porto Conceição. **Símbolos:** grãos em sienito de Porto Conceição (círculo cheio), núcleo de grãos em sienito alcalino de São Pedro (quadrado com metade inferior preenchida), borda de grãos em sienito alcalino de São Pedro (quadrado com metade superior preenchidas).

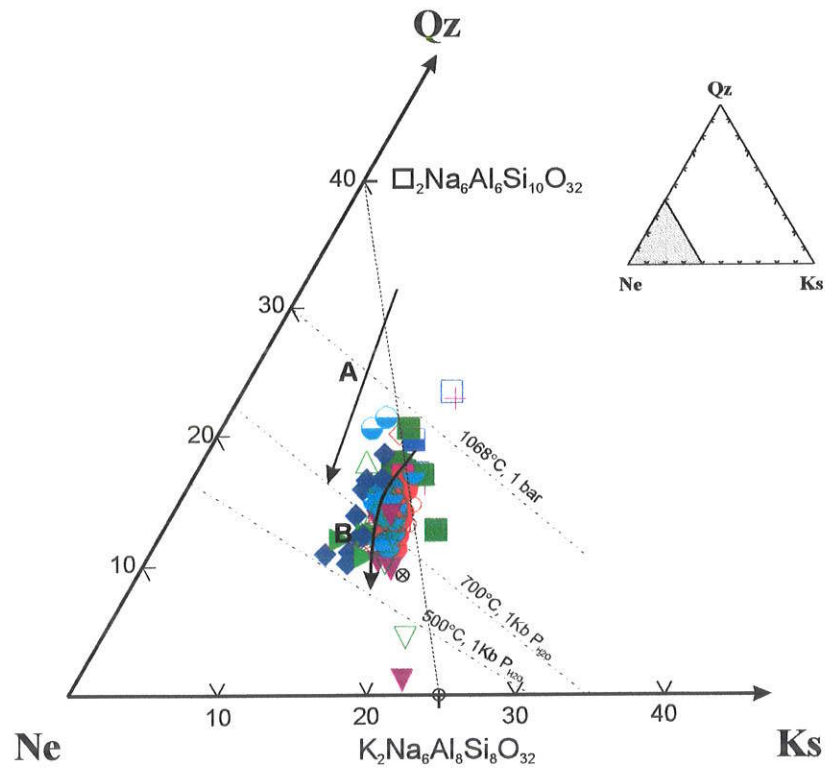


Figura 29b - Diagrama Ne -Ks- Qz mostrando a evolução composicional das nefelinas das rochas sieníticas da Província Alcalina Alto Paraguai, coincidindo com o *trend* evolutivo indicado com **B** para as rochas sieníticas da Ilha Monte de Trigo (Enrich & Ruberti, 2000) e tendências para nefelinas de Square Top (Wilkinson & Hendel, 1994) indicado por **A**. Temperaturas conforme Hamilton & Mackenzie (1960) e Hamilton (1961). **Símbolos como nas Figuras de 24 a 29a.**

V.3 – Anfibólios

Os anfibólios representam, em termos quantitativos, a segunda fase máfica mais importante das rochas dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai, sendo encontrado em quase todos os litotipos. Ocorrem principalmente sob a forma de grãos primários isolados formando texturas glomeroporfiríticas e ainda como produtos de alterações pós-magmáticas substituindo piroxênios.

Segundo a International Mineralogical Association – IMA (Leake, 1978) a fórmula estrutural dos anfibólios é representada pela seguinte expressão:

$A_{0-1}B_2^{VI}C_5^{IV}T_8O_{22}(OH, F, Cl)_2$ onde:

T= posições tetraédricas ocupadas por Si, Al, Cr³⁺, Fe³⁺ e Ti⁴⁺;

C= M1 + M2 + M3 = posições octaédricas preenchidas por Al, Cr, Ti, Fe³⁺, Mg, Fe²⁺ e Mn;

B= M4 = posições com número de coordenação 6 preenchidas por Fe²⁺, Mn, Mg, Ca e Na;

A= posições com número de coordenação 12 preenchidas por Na e K.

As análises químicas dos anfibólios estudados estão dispostas nas tabelas 14.0 a 14.16. Tendo em vista que a quantidade de H₂O na estrutura mineral é incerta, a fórmula estrutural foi calculada na base de 23 oxigênios, assumindo que tenham 2 (OH, Cl, F), sendo utilizada nos recálculos a opção de todo o Fe existente, considerado como Fe²⁺. Os cálculos estequiométricos foram feitos pelo método de balanço de carga (Robinson *et al.* 1981) empregados pelo programa MINPET 2.0 (Richard, 1995) que oferece cinco diferentes opções de recálculo, tendo-se utilizado aquele em que os cátions são reajustados para uma média entre 15NK e 13CNK, ou seja, somente Ca e Na ocupam a posição M4, enquanto que a posição A é preenchida por Na e K.

As classificações dos anfibólios estudados foram efetuadas conforme Hawthorne (1981, *in* Richard, 1995) acatando as modificações de Leake *et al.* (1997), segundo recomendações da IMA. Estas, propõem a utilização do termo sódico, em vez de alcalino, para os anfibólios que apresentam os seguintes

parâmetros: $Na_B > 1,50$; $(Mg + Fe^{2+} + Mn^{2+}) > 2,5$; $(Al^{VI} \text{ ou } Fe^{3+}) > Mn^{3+}$; $Li < 0,5$; $(Mg \text{ ou } Fe^{2+}) > Mn^{2+}$.

Conforme os critérios estabelecidos pela IMA, os anfibólios presentes nas rochas da Província Alcalina Alto Paraguai foram, de uma maneira geral, classificados como cálcicos $(Ca + Na)_B \geq 1,34$, $Na_B < 0,67$ e $Ca_B > 1,34$; sódico-cálcicos $(Ca + Na)_B \geq 1,34$ e $0,67 \leq Na_B < 1,34$; e sódicos $(Na_B \geq 1,34)$.

Nos sienitos nefelínicos de Cerro Boggiani, nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas, sienitos alcalinos de Satélite I e Satélite II, quartzo sienitos e traquifonolitos de Pão de Açúcar e os pegmatitos sieníticos de Ilha Fecho dos Morros ocorrem anfibólios tanto cálcicos como cálcico-sódicos e também sódicos (Figuras 30-A, 31-A, 32-A e 33-A). Nos sienitos nefelínicos de Cerrito, fonolitos de São Pedro e fonolitos e nos sienitos alcalinos de Morro Conceição, Morro Distante e Porto Conceição (Figuras 34-A, 35-A, 37-A, 38A e 39-A) os anfibólios existentes são estritamente de natureza cálcica.

Os anfibólios cálcicos dos sienitos nefelínicos de Cerro Boggiani correspondem à ferro-edenita rica em sílica (Figura 30-B); os cálcico-sódicos à ferro richterita (Figura 30-C) enquanto que ferro eckermanita representa os sódicos (Figura 30-D).

Nos corpos alcalinos de Cerro Siete Cabezas e Satélites I e II os anfibólios cálcicos são geralmente a ferro-edenita rica em sílica e subordinadamente a edenita rica em sílica e ferro-pargasita hornblenda (Figuras 31-B e 31-C). Os anfibólios cálcico-sódicos estão representados predominantemente pela ferro richterita (Figura 31-D); enquanto que os anfibólios sódicos correspondem à ferro eckermanita, arfvedsonita e ferro glaucofânio (Figuras 31-E e 31-F). Estas classificações coincidem amplamente com àquelas encontradas para os anfibólios de outros corpos da Província Alcalina Alto Paraguai tais como: Pão de Açúcar (Figuras 32-B, 32-C, 32-D e 32-E) e Ilha Fecho dos Morros (Figura 33-B). Neste último apresentando também anfibólio sódico do tipo magnésio arfvedsonita (Figura 33-C).

Como anteriormente relatado, alguns corpos apresentam anfibólios exclusivamente de natureza cálcica, sendo classificados como se segue: ferro-

edenita silícica em Cerrito (Figura 34-A e B); ferro-pargasita hornblenda, ferro-edenita hornblenda e edenita hornblenda em São Pedro (Figuras 35-B e 35-C); edenita/ferro edenita em Morro Conceição (Figura 37-B); actinolita-hornblenda (Figura 39-B) e ferro-pargasita hornblenda e edenita (Figuras 39-C), em Morro Distante.

Adicionalmente aos anfibólios cálcicos que correspondem à edenita rica em sílica (Figura 36-D), Cerro Pedreira é o único corpo da província a apresentar anfibólios de Fe-Mg-Mn. Esses minerais possuem $Na_B \leq 1,34$ e $(Ca+Na)_B \leq 1,34$, e nas rochas estudadas foram classificados como antofilita e grunerita (Figuras 36-B e C).

Nos diagramas Ca-Mg-Fe*, K-Ca-Na e Al^{IV}+Ca *versus* Si+Na+K (Figura 40-A, 40-B e 41) estão representadas as variações composicionais dos anfibólios da Província Alcalina Alto Paraguai. No primeiro, observa-se um "trend" evolutivo de enriquecimento em Fe* para uma razão Ca/Mg constante; o segundo apresenta um aumento de Na nos anfibólios das rochas mais diferenciadas, para valores de K praticamente constantes; e no terceiro, a tendência evolutiva corresponde a um processo de substituição de Ca+Al^{IV} por Si+Na, semelhante àquelas encontradas em anfibólios das rochas alcalinas descritas em Neumann (1976), Giret *et al.* (1980), Conceição *et al.* (1991) e Sousa (1997).

Tabela 14.0 - Composição química dos anfibólios de Cerro Boggiani (% peso).

Amostra	RP-30	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43
Análise	535	430	501	502	503	504	505	506	512	513	514	515
Localização	C6G1n	C2G3n	C2G1m	C2G2m	C2G3Fn	C2G3Fb	C2G4Fn	C2G4Fb	C6G1n	C6G1b	C6G2m	C6G3m
Mineral	Anf	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed
SiO ₂	54	54.24	47.97	47.32	47.99	49.35	47.83	47.74	48.2	48.32	48.02	47.44
TiO ₂	0.43	0.56	1.52	1.49	1.66	1.07	1.51	1.64	1.71	1.66	1.74	1.78
Al ₂ O ₃	1.42	8.08	5	5.17	3.81	3.06	3.83	3.94	3.73	3.69	3.75	3.76
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0.03	0	0.02	0.04	0.03	0	0	0.04	0
FeO	15.95	14.69	19.71	20.02	20.3	19.44	20.03	19.94	19.65	19.6	19.69	19.88
MnO	2.93	0.46	2.55	2.2	2.32	2.06	2.3	2.42	2.22	2.35	2.55	2.62
MgO	11.68	1.97	7.65	7.54	8.36	8.78	8.25	8.3	8.54	8.45	7.89	7.86
CaO	1.75	6.24	3.82	3.26	3.69	2.86	3.93	3.87	3.44	3.37	3.31	3.48
Na ₂ O	8.65	7.26	7.33	7.44	6.86	7.76	6.74	7.04	7.19	7.3	7.45	7.11
K ₂ O	1.68	2.99	1.32	1.44	1.41	1.42	1.45	1.32	1.31	1.43	1.33	1.39
F	1.45	0	1.11	1.12	1.36	1.26	1.21	1.22	1.37	1.19	1.21	1.15
Cl	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0.03	0	0.01	0	0.06	0	0.11	0	0.09	0.03
Total	100.18	96.89	98.01	97.04	97.77	97.08	97.22	97.46	97.48	97.36	97.07	96.5
O_F_CL	0.61	0	0.47	0.47	0.57	0.53	0.51	0.51	0.58	0.5	0.51	0.48
O_F	0.61	0	0.47	0.47	0.57	0.53	0.51	0.51	0.58	0.5	0.51	0.48
O_CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ctotal	99.57	96.89	97.54	96.57	97.2	96.55	96.71	96.95	96.9	96.86	96.56	96.02
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio												
TSi	7.867	8.837	7.332	7.289	7.328	7.56	7.358	7.324	7.378	7.399	7.417	7.362
TAI	0.133	0	0.668	0.711	0.672	0.44	0.642	0.676	0.622	0.601	0.583	0.638
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soma_T	8	8.837	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.111	1.55	0.232	0.226	0.014	0.112	0.052	0.036	0.051	0.065	0.099	0.049
CCr	0	0	0	0.004	0	0.002	0.005	0.004	0	0	0.005	0
CFe ³⁺	0.625	0	0.405	0.555	0.763	0.559	0.645	0.633	0.659	0.601	0.486	0.601
CTi	0.047	0.069	0.175	0.173	0.191	0.123	0.175	0.189	0.197	0.191	0.202	0.208
CMg	2.537	0.478	1.743	1.731	1.903	2.005	1.892	1.898	1.949	1.929	1.817	1.818
CFe ²⁺	1.318	2.002	2.115	2.024	1.829	1.932	1.932	1.925	1.857	1.91	2.058	1.979
CMn	0.362	0.063	0.33	0.287	0.3	0.267	0.3	0.314	0.288	0.305	0.334	0.344
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	0.273	0.252	0.626	0.538	0.604	0.469	0.648	0.636	0.564	0.553	0.548	0.579
BNa	1.727	1.748	1.374	1.462	1.396	1.531	1.352	1.364	1.436	1.447	1.452	1.421
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.717	0.546	0.798	0.76	0.635	0.774	0.658	0.73	0.698	0.72	0.779	0.718
AK	0.312	0.621	0.257	0.283	0.275	0.278	0.285	0.258	0.256	0.279	0.262	0.275
Soma_A	1.029	1.167	1.055	1.043	0.91	1.052	0.943	0.989	0.954	1	1.041	0.993
S_CAT	16.029	17.004	16.055	16.043	15.91	16.052	15.943	15.989	15.954	16	16.041	15.993
CCL	0	0	0	0.003	0	0	0.003	0	0	0	0	0
CF	0.668	0	0.537	0.546	0.657	0.61	0.589	0.592	0.663	0.576	0.591	0.564
S. Oxi	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Observações: Fe_{calc} calculado como Fe²⁺. Abreviações: C= círculo, G= grão, n= núcleo, b= borda, m= matriz, Fn= núcleo de fenocristal, Fb= borda de fenocristal, Ed= edenita, Si-Ed= sílica edenita, Fe-Ed= ferro edenita, SiFeEd= sílica-ferro edenita, Ed-Hb= edenita-hornblenda, Fe-Ed-Hb= ferro-edenita-hornblenda e Fe-Pg-Hb= ferro-pargasita-hornblenda

Tabela 14.1 - Composição química dos anfibólios do corpo Satélite II (% peso)

Amostra	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44
Análise	101	102	104	105	106	107	120	121	122	123	124	125	126	127
Localização	C1G1Fb	C2G2b	C2G1b	C4G1n	C4G1b	C4G2n	C2G2n	C1G1n	C1G1b	C3G1n	C3G2n	C4G1n	C4G2n	C4G2b
Mineral	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd
SiO ₂	47.187	47.917	48.791	49.659	48.08	48.273	49.349	45.241	44.532	45.781	48.891	48.659	47.103	48.493
TiO ₂	0.826	0.85	0.866	0.837	0.892	1.022	0.861	1.481	1.549	0.923	0.662	0.998	0.875	0.865
Al ₂ O ₃	3.406	2.83	2.614	1.906	2.918	2.697	1.472	4.039	4.522	3.815	1.667	1.613	2.688	1.71
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0.035	0.006	0.014	0.022	0	0	0	0.001	0	0	0
FeO	28.139	27.561	24.919	25.221	25.183	25.039	23.903	23.964	23.888	23.962	23.852	24.578	24.098	24.756
MnO	1.478	1.606	1.504	1.564	1.593	1.516	1.46	1.376	1.391	1.545	1.468	1.651	1.36	1.583
MgO	6.093	6.643	6.853	6.636	6.182	6.382	7.464	6.33	5.985	6.621	7.11	6.501	6.612	6.501
CaO	8.294	7.589	7.559	7.181	7.385	7.589	7.084	8.48	8.507	7.132	7.135	6.979	7.757	6.875
Na ₂ O	3.483	3.711	3.788	3.756	3.97	3.954	4.027	3.493	3.426	3.615	3.856	4.055	3.637	3.948
K ₂ O	1.172	1.121	1.048	1.025	1.065	1.098	1.08	1.216	1.282	1.433	1.063	0.966	1.125	1.066
F	0	0	0	0	0	0	0	1.029	1.037	1.345	1.334	1.116	1.125	1.165
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0.101	0.086	0.159	0.04	0.078	0.08	0.076
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0.098	0.114	0.135	0.117	0	0.079	0.003
ZnO	0.128	0.088	0.041	0.127	0.042	0.122	0.7	0.043	0.118	0.08	0.119	0.112	0.096	0.069
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.059	0.154	0	0	0	0
Total	100.21	99.95	97.98	97.95	97.32	97.72	97.44	96.89	96.5	96.7	97.32	97.31	96.64	97.14
O_F_CL	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0.46	0.6	0.57	0.49	0.49	0.51
O_F	0	0	0	0	0	0	0	0.43	0.44	0.57	0.56	0.47	0.47	0.49
O_CL	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02
Ctotal	100.21	99.95	97.98	97.95	97.32	97.72	97.44	96.43	96.04	96.1	96.75	96.82	96.15	96.63
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio														
TSi	7.159	7.226	7.475	7.606	7.457	7.474	7.628	7.194	7.138	7.241	7.644	7.626	7.459	7.605
TAI	0.609	0.503	0.472	0.344	0.533	0.492	0.268	0.756	0.854	0.711	0.307	0.298	0.501	0.316
TFe ³⁺	0.232	0.271	0.053	0.05	0.01	0.035	0.104	0.05	0.008	0.048	0.049	0.077	0.039	0.079
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CCr	0	0	0	0.004	0.001	0.002	0.003	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.705	0.828	0.513	0.524	0.475	0.365	0.403	0.239	0.239	0.724	0.428	0.37	0.356	0.467
CTi	0.094	0.096	0.1	0.096	0.104	0.119	0.1	0.177	0.187	0.11	0.078	0.118	0.104	0.102
CMg	1.378	1.493	1.565	1.515	1.429	1.473	1.72	1.501	1.43	1.561	1.657	1.519	1.561	1.52
CFe ²⁺	2.633	2.377	2.627	2.658	2.782	2.843	2.584	2.898	2.955	2.398	2.642	2.774	2.797	2.701
CMn	0.19	0.205	0.195	0.203	0.209	0.199	0.191	0.185	0.189	0.207	0.194	0.219	0.182	0.21
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.348	1.226	1.241	1.179	1.227	1.259	1.173	1.445	1.461	1.209	1.195	1.172	1.316	1.155
BNa	0.652	0.774	0.759	0.821	0.773	0.741	0.827	0.555	0.539	0.791	0.805	0.828	0.684	0.845
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.373	0.311	0.366	0.294	0.421	0.446	0.38	0.522	0.526	0.317	0.364	0.404	0.433	0.356
AK	0.227	0.216	0.205	0.2	0.211	0.217	0.213	0.247	0.262	0.289	0.212	0.193	0.227	0.213
Soma_A	0.6	0.527	0.571	0.494	0.632	0.663	0.593	0.768	0.788	0.607	0.576	0.597	0.66	0.569
S_CAT	15.6	15.527	15.571	15.494	15.632	15.663	15.593	15.768	15.788	15.607	15.576	15.597	15.66	15.569
CCL	0	0	0	0	0	0	0	0.027	0.023	0.043	0.011	0.021	0.021	0.02
CF	0	0	0	0	0	0	0	0.517	0.526	0.673	0.66	0.553	0.563	0.578
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.2 - Composição química de anfibólios do corpo Satélite II (% peso)

Amostra	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44
Análise	154	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	516	517
Localção	C4G2b	C1G1n	C1G2n	C1G2b	C1G3n	C2G1n	C2G1b	C2G1n	C3G1n	C3G1b	C4G1n	C4G1b	C1G1Fn	C1G1Fb
Mineral	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd
SiO ₂	49.14	48.88	45.57	45.98	48.6	50.08	49.19	48.18	48.45	48.9	47.82	47.81	48.9	48.43
TiO ₂	0.637	0.93	1.5	1.3	0.75	0.81	0.96	0.89	0.82	0.83	1.02	1.03	0.66	0.7
Al ₂ O ₃	2.196	2.24	4.51	4.23	2.18	1.73	1.95	2.88	2.47	2.09	2.9	2.72	2.05	1.87
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0
FeO	24.519	23.66	24.37	24.98	23.86	23.9	24.19	24.08	23.75	23.75	24.85	25.9	24.04	24.84
MnO	1.477	0.84	0.889	0.94	0.97	0.9	0.82	0.88	0.89	0.93	0.87	0.92	1.49	1.54
MgO	7.186	7.44	6.36	6.3	7.72	7.72	7.67	7.1	7.26	7.49	6.65	6.12	7.46	6.85
CaO	7.519	7.59	8.44	8.57	7.57	7.26	7.49	7.6	7.61	7.45	7.98	7.7	7.43	7.05
Na ₂ O	3.802	3.87	3.54	3.36	3.79	3.74	3.83	3.71	3.41	3.59	3.39	3.44	4.02	3.74
K ₂ O	1.022	1.11	1.33	1.19	1.03	1.03	1.03	1.62	1.02	1.11	1.09	1.11	1.06	0.87
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.01	1.05
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.1
ZrO ₂	0	0.02	0.09	0.029	0.05	0.03	0.1	0.13	0.03	0.08	0.08	0.06	0	0
ZnO	0.118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0
Total	97.66	96.58	96.6	96.88	96.52	97.2	97.23	97.07	95.74	96.22	96.65	96.81	98.22	97.05
O_F_CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.44	0.46
O_F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.43	0.44
O_CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02
Ctotal	97.66	96.58	96.6	96.88	96.52	97.2	97.23	97.07	95.74	96.22	96.65	96.81	97.78	96.59
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio														
TSi	7.544	7.582	7.17	7.2	7.52	7.661	7.562	7.482	7.549	7.586	7.451	7.457	7.541	7.545
TAI	0.397	0.409	0.83	0.78	0.397	0.312	0.353	0.518	0.451	0.382	0.532	0.5	0.372	0.343
TFe ³⁺	0.059	0.009	0	0.02	0.083	0.028	0.085	0	0	0.032	0.017	0.044	0.087	0.112
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0	0	0.006	0	0	0	0	0.009	0.002	0	0	0	0	0
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.503	0.294	0.277	0.36	0.455	0.463	0.405	0.333	0.48	0.444	0.405	0.467	0.44	0.635
CTi	0.074	0.109	0.178	0.153	0.087	0.093	0.111	0.104	0.096	0.097	0.12	0.121	0.077	0.082
CMg	1.645	1.72	1.482	1.471	1.781	1.76	1.758	1.644	1.686	1.732	1.545	1.423	1.715	1.591
CFe ²⁺	2.587	2.766	2.93	2.892	2.55	2.567	2.619	2.794	2.615	2.604	2.816	2.868	2.574	2.489
CMn	0.192	0.11	0.118	0.125	0.127	0.117	0.107	0.116	0.117	0.122	0.115	0.122	0.195	0.203
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.237	1.261	1.423	1.438	1.255	1.19	1.234	1.265	1.27	1.238	1.332	1.287	1.228	1.177
BNa	0.763	0.739	0.577	0.562	0.745	0.81	0.766	0.735	0.73	0.762	0.668	0.713	0.772	0.823
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.369	0.425	0.503	0.458	0.392	0.299	0.375	0.382	0.301	0.318	0.356	0.327	0.43	0.306
AK	0.2	0.22	0.267	0.238	0.203	0.201	0.202	0.321	0.203	0.22	0.217	0.221	0.209	0.173
Soma_A	0.569	0.645	0.77	0.696	0.595	0.5	0.577	0.703	0.503	0.538	0.573	0.548	0.638	0.479
S_CAT	15.569	15.645	15.77	15.696	15.595	15.5	15.577	15.703	15.503	15.538	15.573	15.548	15.638	15.479
CCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016	0.026
CF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.493	0.517
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Observações: Fe²⁺ /Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.3 - Composição química de anfibólios do corpo Satélite II (% peso)

Amostra	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44
Análise	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	
Localização	C1G2Fn	C1G2Fb	C2G1Fn	C2G1Fb	C2G2m	C2G3m	C3G1Fn	C3G1Fb	C3G2Fn	C3G2Fb	C4G1Fn	C4G1Fb	C4G2Fn	C4G2Fb	
Mineral	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	
SiO ₂	49.23	49.99	47.9	46.98	53.49	47.42	49.63	49.18	48.14	48.93	47.73	49.14	47.97	48.37	
TiO ₂	0.73	0.81	0.64	0.91	0.48	1.01	0.8	0.96	0.78	0.61	0.77	0.69	0.77	0.77	
Al ₂ O ₃	2.1	1.72	2.59	3.54	9.96	3.34	1.49	2.05	2.74	2.3	3.14	2.23	2.96	2.33	
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0.02	
FeO	22.85	22.62	24.12	24.74	14.5	24.63	23.76	24.44	24.71	24.24	24.39	23.82	24.18	23.69	
MnO	1.47	1.6	1.42	1.4	0.85	1.48	1.43	1.45	1.48	1.59	1.44	1.4	1.39	1.45	
MgO	8.14	8.42	7.18	6.7	3.78	6.76	7.58	7.29	6.62	6.7	6.92	7.53	7.15	7.45	
CaO	7.59	7.41	7.69	7.9	4.43	8.16	7.19	7.46	8.19	7.82	8.24	7.59	7.7	7.64	
Na ₂ O	3.6	3.86	3.49	3.45	3.66	3.38	3.68	3.73	3.1	3.25	3.32	3.71	3.42	3.65	
K ₂ O	1.05	1.05	1.12	1.09	4.32	1.12	1.09	1.03	1.12	1.01	1.1	1.02	1.14	1.05	
F	1.12	1.13	1.05	0.92	0.27	0.93	1.11	1.11	0.89	0.63	1.11	0.96	1.12	0.97	
Cl	0.07	0.05	0.09	0.1	0.09	0.07	0.03	0.04	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BaO	0.03	0	0	0.01	0.02	0	0	0.1	0	0	0.03	0	0	0	
Total	97.99	98.67	97.29	97.74	95.85	98.31	97.79	98.86	97.85	97.15	98.29	98.19	97.88	97.45	
O_F_CL	0.49	0.49	0.46	0.41	0.13	0.41	0.47	0.48	0.39	0.28	0.49	0.42	0.49	0.42	
O_F	0.47	0.48	0.44	0.39	0.11	0.39	0.47	0.47	0.37	0.27	0.47	0.4	0.47	0.41	
O_CL	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	
Ctotal	97.5	98.18	96.83	97.33	95.72	97.9	97.32	98.48	97.46	96.87	97.8	97.77	97.39	97.03	
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio															
TSi	7.552	7.605	7.457	7.297	8.272	7.334	7.647	7.535	7.473	7.599	7.391	7.548	7.416	7.499	
TAI	0.379	0.308	0.475	0.648	0	0.608	0.27	0.37	0.501	0.401	0.573	0.403	0.539	0.425	
TFe ³⁺	0.069	0.087	0.069	0.055	0	0.057	0.082	0.095	0.026	0	0.037	0.048	0.045	0.076	
Soma_T	8	8	8	8	8.272	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
CAI	0	0	0	0	1.814	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	
CCr	0.001	0.001	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.002	0.002	0	0.002	
CFe ³⁺	0.508	0.451	0.552	0.606	0	0.49	0.479	0.485	0.465	0.457	0.479	0.487	0.604	0.476	
CTi	0.084	0.093	0.075	0.106	0.056	0.118	0.093	0.111	0.091	0.071	0.09	0.08	0.09	0.09	
CMg	1.861	1.909	1.666	1.551	0.871	1.559	1.741	1.665	1.532	1.551	1.597	1.724	1.648	1.722	
CFe ²⁺	2.354	2.339	2.519	2.552	1.875	2.639	2.5	2.551	2.717	2.691	2.642	2.525	2.476	2.519	
CMn	0.191	0.206	0.187	0.184	0.111	0.194	0.187	0.188	0.195	0.209	0.189	0.182	0.182	0.19	
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
BCa	1.247	1.208	1.283	1.315	0.462	1.352	1.187	1.225	1.362	1.301	1.367	1.249	1.275	1.269	
BNa	0.753	0.792	0.717	0.685	1.098	0.648	0.813	0.775	0.638	0.699	0.633	0.751	0.725	0.731	
Soma_B	2	2	2	2	1.559	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
ANa	0.318	0.346	0.336	0.354	0	0.366	0.287	0.333	0.295	0.28	0.364	0.354	0.301	0.366	
AK	0.205	0.204	0.222	0.216	0.852	0.221	0.214	0.201	0.222	0.2	0.217	0.2	0.225	0.208	
Soma_A	0.524	0.55	0.558	0.57	0.852	0.587	0.501	0.534	0.517	0.48	0.581	0.554	0.525	0.574	
S_CAT	15.524	15.55	15.558	15.57	15.684	15.587	15.501	15.534	15.517	15.48	15.581	15.554	15.525	15.574	
CCL	0.018	0.013	0.024	0.026	0.024	0.018	0.008	0.01	0.021	0.018	0.021	0.021	0.016	0.016	
CF	0.543	0.544	0.517	0.452	0.132	0.455	0.541	0.538	0.437	0.309	0.544	0.466	0.548	0.476	
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.4 - Composição química de anfibólios do corpo Satélite I (% peso)

Amostra	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52
Análise	553	554	555	556	558	560	567	568	595	596	597	598	599	600
Localção	C1G1n	C1G2b	C1G2m	C1G3m	C2G1Fb	C2G2Fb	C5G1Fn	C5G1Fb	C6G1n	C6G1b	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b
Mineral	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	Si-Ed	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd
SiO ₂	47.98	48.41	47.96	48.16	48.17	49.81	46.63	48.59	46.08	46.34	46.26	46.43	48.24	46.71
TiO ₂	1.15	0.8	1	0.82	1.27	0.68	1.71	0.98	1.73	1.6	1.54	1.6	0.91	0.99
Al ₂ O ₃	3.26	2.23	2.63	2.33	2.4	2.41	3.84	2.52	3.41	3.31	3.58	3.78	3.05	4.13
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FeO	26.38	29.53	29.89	29.31	30.52	16.54	26.01	24.57	28.35	28.73	27.21	27.34	26.4	26.39
MnO	1.61	1.89	1.93	2.06	1.83	1.44	1.37	1.43	1.84	1.88	1.67	1.58	1.45	1.41
MgO	5.35	4.13	4.02	4.19	3.29	9.85	5.91	6.32	3.78	3.52	4.57	4.49	5.95	5.57
CaO	7.03	6.04	6.14	6.82	6.79	16.69	7.86	7.43	7.04	7.01	7.4	7.48	7.49	8.16
Na ₂ O	4.03	4.34	4.19	3.83	3.89	1.97	4.06	3.91	4.11	3.99	4.04	3.76	3.73	3.68
K ₂ O	1.33	1.06	1.11	1.13	1.19	0.41	1.24	1.15	1.27	1.27	1.21	1.21	1.21	1.31
F	0	0	0	0	0	0	0	0	1.59	1.35	1.45	1.48	1.46	1.42
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.07	0.09	0.08	0.03	0.04
ZrO ₂	0.01	0.08	0.07	0.02	0.03	0.04	0.06	0	0.13	0.1	0.09	0	0.05	0.07
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0.13	0.1	0.13	0.15	0.09
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	98.13	98.51	98.94	98.67	99.38	99.84	98.69	96.9	99.52	99.3	99.21	99.36	100.12	99.97
O_F_CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.69	0.58	0.63	0.64	0.62	0.61
O_F	0	0	0	0	0	0	0	0	0.67	0.57	0.61	0.62	0.61	0.6
O_CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Ctotal	98.13	98.51	98.94	98.67	99.38	99.84	98.69	96.9	98.83	98.72	98.58	98.72	99.5	99.36
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio														
TSi	7.418	7.484	7.384	7.451	7.461	7.811	7.203	7.567	7.279	7.319	7.279	7.274	7.405	7.239
TAI	0.582	0.406	0.477	0.425	0.438	0.189	0.699	0.433	0.634	0.616	0.663	0.697	0.551	0.754
TFe ³⁺	0	0.11	0.139	0.124	0.101	0	0.099	0	0.087	0.065	0.058	0.029	0.044	0.008
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.012	0	0	0	0	0.256	0	0.029	0	0	0	0	0	0
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.504	0.819	0.889	0.725	0.586	0	0.338	0.285	0.412	0.45	0.386	0.454	0.575	0.456
CTi	0.134	0.093	0.116	0.095	0.148	0.08	0.199	0.115	0.206	0.19	0.182	0.189	0.105	0.115
CMg	1.233	0.952	0.923	0.966	0.76	2.303	1.361	1.467	0.89	0.829	1.072	1.049	1.362	1.287
CFe ²⁺	2.907	2.888	2.82	2.943	3.266	2.169	2.923	2.915	3.246	3.279	3.137	3.099	2.77	2.957
CMn	0.211	0.247	0.252	0.27	0.24	0.191	0.179	0.189	0.246	0.252	0.223	0.21	0.189	0.185
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.165	1	1.013	1.131	1.127	2	1.301	1.24	1.191	1.186	1.248	1.256	1.232	1.355
BNa	0.835	1	0.987	0.869	0.873	0	0.699	0.76	0.809	0.814	0.752	0.744	0.768	0.645
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.373	0.301	0.264	0.28	0.295	0.599	0.517	0.42	0.45	0.408	0.48	0.398	0.342	0.461
AK	0.262	0.209	0.218	0.223	0.235	0.082	0.244	0.228	0.256	0.256	0.243	0.242	0.237	0.259
Soma_A	0.635	0.51	0.482	0.503	0.53	1.485	0.761	0.649	0.706	0.664	0.723	0.64	0.579	0.72
S_CAT	15.635	15.51	15.482	15.503	15.53	16.485	15.761	15.649	15.706	15.664	15.723	15.64	15.579	15.72
CCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.021	0.019	0.024	0.021	0.008	0.011
CF	0	0	0	0	0	0	0	0	0.794	0.674	0.722	0.733	0.709	0.696
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.5 - Composição química dos anfibólios do corpo Satélite I (% peso).

Amostra	RP-52	RP-52	RP-52	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56
Análise	601	602	603	576	578	579	581	582	583	584	585	586	587	588	
Localização	C3G1n	C1G1n	C1G1b	C1G1Fb	C4G1m	C6G1n	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b	C4G1n	C4G1b	C3G1n	C3G1b	
Mineral	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	
SiO ₂	47.76	47.03	47.47	48.22	48.55	48.02	48.16	47.5	48.23	47.87	47.6	48.09	46.37	54.16	
TiO ₂	1.48	1.34	1.3	1.72	1.64	1.65	1.66	1.63	1.68	1.79	1.82	1.88	1.89	0.81	
Al ₂ O ₃	2.85	3.41	3.38	1.54	1.61	1.63	1.56	1.94	1.53	1.59	1.73	1.72	2.99	8.26	
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FeO	29.05	26.03	25.9	32.09	31.43	32.24	31.04	30.9	31.36	31.59	31.19	30.93	30.83	21.57	
MnO	1.71	1.57	1.52	2.35	2.31	2.51	2.46	2.36	2.39	2.34	2.4	2.3	2.29	1.6	
MgO	3.59	5.49	5.7	1.19	1.57	1.4	1.33	1.24	1.36	1.36	1.56	1.47	1.58	0.99	
CaO	7.36	7.45	7.53	3.6	3.72	3.9	3.82	3.82	3.66	3.67	3.98	3.78	4.21	2.39	
Na ₂ O	3.65	4.03	3.93	5.92	5.88	5.69	5.37	5.61	5.46	5.62	5.74	5.67	5.68	7.7	
K ₂ O	1.19	1.21	1.22	1.3	1.28	1.28	1.26	1.34	1.29	1.27	1.24	1.25	1.3	1.5	
F	1	1.56	1.73	0	0	0	1.54	1.44	1.38	1.67	1.09	1.6	1.45	0.95	
Cl	0.08	0.05	0.05	0	0	0	0.06	0.04	0.07	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	
ZrO ₂	0.08	0.05	0.07	0.07	0.08	0.02	0.15	0.11	0.09	0.12	0.1	0.07	0.15	0.15	
ZnO	0.12	0.11	0.13	0	0	0	0.23	0.17	0.12	0.15	0.19	0.17	0.21	0.09	
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	99.92	99.33	99.93	98	98.07	98.34	98.64	98.1	98.62	99.09	98.69	99	99	100.22	
O_F_CL	0.44	0.67	0.74	0	0	0	0.66	0.62	0.6	0.71	0.47	0.69	0.62	0.41	
O_F	0.42	0.66	0.73	0	0	0	0.65	0.61	0.58	0.7	0.46	0.67	0.61	0.4	
O_CL	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	
Ctotal	99.48	98.66	99.19	98	98.07	98.34	97.98	97.48	98.02	98.38	98.22	98.31	98.38	99.81	
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio															
TSi	7.451	7.336	7.358	7.651	7.672	7.58	7.704	7.652	7.686	7.634	7.597	7.667	7.406	8.248	
TAI	0.524	0.626	0.617	0.288	0.3	0.303	0.294	0.348	0.287	0.299	0.325	0.323	0.562	0	
TFe ³⁺	0.025	0.037	0.025	0.061	0.028	0.117	0.003	0	0.027	0.067	0.077	0.01	0.031	0	
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8.248	
CAI	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	1.481	
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CFe ³⁺	0.4	0.399	0.416	0.63	0.618	0.71	0.665	0.587	0.712	0.686	0.575	0.583	0.675	0	
CTi	0.174	0.157	0.152	0.205	0.195	0.196	0.2	0.198	0.201	0.215	0.219	0.225	0.227	0.093	
CMg	0.835	1.277	1.317	0.281	0.37	0.329	0.317	0.298	0.323	0.323	0.371	0.349	0.376	0.225	
CFe ²⁺	3.366	2.96	2.916	3.568	3.508	3.429	3.485	3.576	3.441	3.46	3.51	3.531	3.412	2.747	
CMn	0.226	0.207	0.2	0.316	0.309	0.336	0.333	0.322	0.323	0.316	0.324	0.311	0.31	0.206	
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
BCa	1.23	1.245	1.25	0.612	0.63	0.66	0.655	0.659	0.625	0.627	0.681	0.646	0.72	0.142	
BNa	0.77	0.755	0.75	1.388	1.37	1.34	1.345	1.341	1.375	1.373	1.319	1.354	1.28	1.858	
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
ANa	0.334	0.464	0.432	0.433	0.432	0.401	0.32	0.412	0.312	0.365	0.457	0.399	0.48	0.416	
AK	0.237	0.241	0.241	0.263	0.258	0.258	0.257	0.275	0.262	0.258	0.252	0.254	0.265	0.291	
Soma_A	0.571	0.705	0.673	0.697	0.69	0.659	0.577	0.687	0.574	0.623	0.71	0.653	0.744	0.707	
S_CAT	15.571	15.705	15.673	15.697	15.69	15.659	15.577	15.687	15.574	15.623	15.71	15.653	15.744	15.955	
CCL	0.021	0.013	0.013	0	0	0	0.016	0.011	0.019	0.014	0.014	0.019	0.014	0.013	
CF	0.493	0.77	0.848	0	0	0	0.779	0.734	0.695	0.842	0.55	0.807	0.732	0.458	
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.6 - Composição química de anfibólios de Satélite I (% peso)

Amostra	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-56	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58	RP-58
Análise	589	590	591	592	593	594	646	647	648	649	650	651	652	655	
Localização	C3G2n	C3G2b	C2G1n	C2G1b	C1G1n	C1G1b	C4G2Fn	C4G2Fb	C4G3Fn	C4G3Fb	C3G1Fn	C3G1Fb	C2G1Fn	C1G1Fb	
Mineral	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	SiFeEd	
SiO ₂	47.84	49.03	48.32	48.7	47.95	55.06	49.16	49.79	49.23	50.24	49.88	50.05	49.26	50.8	
TiO ₂	1.74	1.52	1.63	1.5	1.86	0.54	1.25	1.31	1.08	1.5	1.11	1.12	1.11	0.71	
Al ₂ O ₃	1.95	1.21	1.72	1.61	1.66	9	1.32	1.51	1.29	0.96	1.24	0.99	1.43	1.24	
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FeO	31.53	31.39	30.85	31.3	31.32	20.24	28.69	28.73	28.64	27.89	28.94	28.62	28.7	26.59	
MnO	2.4	2.25	2.18	2.27	2.35	1.15	1.78	1.65	1.79	1.78	1.85	1.79	1.86	1.8	
MgO	1.21	1.39	1.43	1.43	1.34	0.88	3.48	3.5	3.46	3.44	3.22	3.24	3.27	5.15	
CaO	3.86	3.4	3.74	3.65	4.08	1.39	4.42	4.52	4.55	4.24	4.53	4.49	4.49	5.23	
Na ₂ O	5.64	5.6	5.89	5.6	5.55	5.76	5.45	5.43	5.58	5.66	5.32	5.42	5.61	5.02	
K ₂ O	1.29	1.25	1.24	1.19	1.21	3.68	1.25	1.27	1.29	1.32	1.34	1.33	1.21	1.3	
F	1.47	1.33	1.18	1.28	1.69	0.7	1.94	1.38	1.85	1.52	1.59	1.25	1.96	2.09	
Cl	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04	
ZrO ₂	0.1	0.04	0.06	0.03	0.09	0.11	0.08	0.01	0.03	0.09	0.11	0	0	0.02	
ZnO	0.05	0.14	0.15	0.13	0.13	0.07	0.13	0.16	0.1	0.1	0.2	0.16	0.08	0.09	
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	99.13	98.57	98.44	98.74	99.28	98.62	99.01	99.3	98.95	98.78	99.38	98.52	99.03	100.08	
O_F_CL	0.63	0.56	0.51	0.55	0.72	0.3	0.83	0.59	0.79	0.65	0.68	0.54	0.84	0.89	
O_F	0.62	0.56	0.5	0.54	0.71	0.29	0.82	0.58	0.78	0.64	0.67	0.53	0.83	0.88	
O_CL	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Ctotal	98.5	98.01	97.93	98.19	98.56	98.32	98.18	98.71	98.16	98.13	98.7	97.98	98.19	99.19	
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio															
TSi	7.617	7.789	7.722	7.725	7.65	8.394	7.761	7.78	7.787	7.921	7.837	7.902	7.788	7.84	
TAI	0.366	0.211	0.278	0.275	0.312	0	0.239	0.22	0.213	0.079	0.163	0.098	0.212	0.16	
TFe ³⁺	0.018	0	0	0	0.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soma_T	8	8	8	8	8	8.394	8	8	8	8	8	8	8	8	
CAI	0	0.016	0.045	0.026	0	1.616	0.007	0.058	0.027	0.099	0.066	0.086	0.054	0.065	
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CFe ³⁺	0.646	0.696	0.482	0.687	0.546	0	0.52	0.442	0.415	0.197	0.421	0.3	0.41	0.442	
CTi	0.208	0.182	0.196	0.179	0.223	0.062	0.148	0.154	0.128	0.178	0.131	0.133	0.132	0.082	
CMg	0.287	0.329	0.341	0.338	0.319	0.2	0.819	0.815	0.816	0.808	0.754	0.763	0.771	1.185	
CFe ²⁺	3.535	3.475	3.64	3.465	3.595	2.58	3.268	3.312	3.374	3.48	3.382	3.479	3.385	2.99	
CMn	0.324	0.303	0.295	0.305	0.318	0.148	0.238	0.218	0.24	0.238	0.246	0.239	0.249	0.235	
Soma_C	5	5	5	5	5	4.834	5	5	5	5	5	5	5	5	
BCa	0.658	0.579	0.64	0.62	0.697	0	0.748	0.757	0.771	0.716	0.763	0.76	0.761	0.865	
BNa	1.342	1.421	1.36	1.38	1.303	1.703	1.252	1.243	1.229	1.284	1.237	1.24	1.239	1.135	
Soma_B	2	2	2	2	2	1.703	2	2	2	2	2	2	2	2	
ANa	0.4	0.304	0.465	0.343	0.414	0	0.416	0.402	0.483	0.446	0.383	0.419	0.48	0.367	
AK	0.262	0.253	0.253	0.241	0.246	0.716	0.252	0.253	0.26	0.265	0.269	0.268	0.244	0.256	
Soma_A	0.662	0.557	0.718	0.584	0.661	0.716	0.668	0.655	0.743	0.712	0.652	0.687	0.724	0.623	
S_CAT	15.662	15.557	15.718	15.584	15.661	15.645	15.668	15.655	15.743	15.712	15.652	15.687	15.724	15.623	
CCL	0.013	0.005	0.014	0.013	0.014	0.01	0.016	0.011	0.016	0.011	0.013	0.016	0.013	0.01	
CF	0.74	0.668	0.596	0.642	0.853	0.337	0.969	0.682	0.925	0.758	0.79	0.624	0.98	1.02	
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.7 - Composição química dos anfibólios do corpo Pão de Açúcar (% peso).

Amostra	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78	RP-78
Análise	1005	952	953	954	955	957	958	959	960	961	962	963	964	996
Localização	C3G1m	C1G4n	C1G4b	C1G5n	C1G5b	C1G6b	C2G1n	C2G1b	C2G2n	C2G2b	C3G1n	C3G1b	C5G1n	C1G1n
Mineral	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed
SiO ₂	48.92	50.41	49.44	55.06	51.33	48.57	48.3	48.76	54.36	50.04	48.84	53.67	48.41	48.94
TiO ₂	1.09	0.62	0.79	0.11	0.65	1.08	1.21	0.93	0.22	0.82	0.99	0.33	0.95	1
Al ₂ O ₃	4.59	3.99	4.21	0.67	2.99	4.49	4.82	4.57	1.1	4.44	4.54	1.81	4.36	4.64
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FeO	15.36	14.01	13.57	11.81	16.5	15.64	16.29	15.31	15.03	15.59	15.38	12.34	14.78	16.37
MnO	0.97	0.73	0.84	0.73	0.78	0.95	0.97	0.94	0.71	0.78	0.93	0.7	0.89	0.96
MgO	12.67	14.44	13.99	16.11	12.7	12.27	12.29	12.59	14.22	12.5	12.48	16.09	13.38	12.7
CaO	10.33	10.42	10.07	6.92	6.28	10.46	10.57	10.59	3.99	9.34	10.51	7.74	10.4	10.13
Na ₂ O	2.89	2.77	3.21	4.27	5.1	2.83	2.57	2.74	6	3.11	2.76	4.3	3.09	3.04
K ₂ O	0.61	0.59	0.7	0.54	0.58	0.63	0.65	0.62	0.62	0.71	0.7	0.61	0.66	0.7
F	1.44	1.34	1.73	1.86	1.7	1.3	1.5	1.24	1.76	0.99	1.09	1.78	1.21	1.57
Cl	0.14	0.09	0.11	0	0.09	0.11	0.14	0.08	0.02	0.09	0.11	0.08	0.12	0.13
ZrO ₂	0.01	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.05	0.03	0	0.09	0
ZnO	0.09	0.07	0.08	0.097	0.02	0.02	0	0	0.07	0.01	0.06	0	0.04	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.11	99.48	98.74	98.18	98.72	98.35	99.31	98.4	98.1	98.47	98.42	99.45	98.38	100.18
O_F_CL	0.64	0.58	0.75	0.78	0.74	0.57	0.66	0.54	0.75	0.44	0.48	0.77	0.54	0.69
O_F	0.61	0.56	0.73	0.78	0.72	0.55	0.63	0.52	0.74	0.42	0.46	0.75	0.51	0.66
O_CL	0.03	0.02	0.02	0	0.02	0.02	0.03	0.02	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
Ctotal	98.47	98.9	97.99	97.4	97.98	97.78	98.65	97.86	97.35	98.03	97.94	98.68	97.84	99.49
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio														
TSi	7.251	7.327	7.311	7.914	7.52	7.27	7.163	7.268	7.835	7.374	7.282	7.671	7.207	7.181
TAI	0.749	0.673	0.689	0.086	0.48	0.73	0.837	0.732	0.165	0.626	0.718	0.305	0.764	0.802
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.024	0.028	0.017
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.053	0.01	0.044	0.028	0.036	0.062	0.005	0.071	0.022	0.144	0.08	0	0	0
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.225	0.391	0.225	0.614	0.772	0.127	0.34	0.16	1.071	0.328	0.127	0.584	0.245	0.417
CTi	0.122	0.068	0.088	0.012	0.072	0.122	0.135	0.104	0.024	0.091	0.111	0.035	0.106	0.11
CMg	2.8	3.129	3.084	3.452	2.774	2.738	2.717	2.798	3.056	2.746	2.774	3.429	2.97	2.778
CFe ²⁺	1.679	1.312	1.453	0.806	1.25	1.83	1.681	1.749	0.74	1.593	1.791	0.867	1.567	1.576
CMn	0.122	0.09	0.105	0.089	0.097	0.12	0.122	0.119	0.087	0.097	0.117	0.085	0.112	0.119
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.641	1.623	1.596	1.066	0.986	1.678	1.68	1.691	0.616	1.475	1.679	1.185	1.659	1.593
BNa	0.359	0.377	0.404	0.934	1.014	0.322	0.32	0.309	1.384	0.525	0.321	0.815	0.341	0.407
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.471	0.403	0.516	0.256	0.435	0.499	0.419	0.483	0.293	0.363	0.477	0.377	0.551	0.458
AK	0.115	0.109	0.132	0.099	0.108	0.12	0.123	0.118	0.114	0.133	0.133	0.111	0.125	0.131
Soma_A	0.587	0.513	0.648	0.355	0.543	0.619	0.542	0.601	0.407	0.497	0.61	0.488	0.676	0.589
S_CAT	15.587	15.513	15.648	15.355	15.543	15.619	15.542	15.601	15.407	15.497	15.61	15.488	15.676	15.589
CCL	0.035	0.022	0.028	0	0.022	0.028	0.035	0.02	0.005	0.022	0.028	0.019	0.03	0.032
CF	0.675	0.616	0.809	0.845	0.788	0.615	0.704	0.585	0.802	0.461	0.514	0.805	0.57	0.729
S. Oxy	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.8 - Composição química de anfíbios do Morro Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-78	RP-78	RP-109	RP-109	RP-109	RP-109	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	998	999	1006	630	636	657	834	835	836	837	840	841	842
Localização	C2G1n	C3G1n	C4G1b	C1G1m	C2G2Fb	C4G1n	C1G1n	C1G1b	C1G2n	C1G2b	C4G1n	C4G1b	C4G2n
Mineral	Si-Ed	Si-Ed	Si-Fe-Ed	Si-Fe-Ed	Si-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed
SiO ₂	53.78	50.44	45.87	50.26	51.69	43.57	49.58	48.29	48.56	48.71	49.52	49.24	49.57
TiO ₂	0.26	0.61	1.84	0.54	0.51	2.41	2.64	2.58	2.38	2.64	2.66	2.83	2.24
Al ₂ O ₃	1.44	3.54	4.77	8.24	1.76	7.67	3.67	4.06	3.74	4.03	3.69	4.13	3.37
Cr ₂ O ₃	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FeO	12.47	15.54	22.05	12.46	13.16	19.37	14.19	14.24	14.88	15.16	15.21	14.66	15.64
MnO	0.73	1.12	1.89	1.16	1.45	1.66	0.87	1.26	1.17	1.24	0.95	0.85	0.94
MgO	16.23	14.08	6.91	6.6	8.92	8.7	12.4	12.9	11.44	11.55	11.98	12.13	11.42
CaO	9.87	10.34	6.11	16.07	20.21	9.77	6.61	6.29	6.68	6.62	6.46	6.6	5.9
Na ₂ O	2.6	1.72	5.38	5.35	2.11	3.55	5.4	5.75	5.42	5.58	5.65	5.83	5.74
K ₂ O	0.5	0.48	1.53	0.74	0.22	1.46	1.46	1.36	1.42	1.41	1.36	1.43	1.43
F	1.69	1.86	1.69	0	0	1.76	1.23	1.2	1.33	1.27	1.42	1.29	1.02
Cl	0.02	0.16	0	0	0	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0
ZrO ₂	0	0	0.47	0.27	0.22	0.31	0.79	0.76	0.61	0.58	0.67	0.62	0.93
ZnO	0	0	0.03	0	0	0.1	0	0	0.01	0.08	0.07	0.12	0.03
BaO	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.67	99.95	98.54	101.69	100.25	100.35	98.84	98.7	97.65	98.88	99.64	99.74	98.23
O_F_Cl	0.72	0.82	0.71	0	0	0.75	0.52	0.51	0.56	0.54	0.6	0.55	0.43
O_F	0.71	0.78	0.71	0	0	0.74	0.52	0.51	0.56	0.53	0.6	0.54	0.43
O_Cl	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ctotal	98.95	99.13	97.83	101.69	100.25	99.6	98.32	98.19	97.09	98.34	99.04	99.19	97.8
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio													
TSi	7.69	7.282	7.166	8.006	8.434	6.664	7.41	7.198	7.406	7.33	7.378	7.333	7.482
TAI	0.242	0.602	0.834	0	0	1.336	0.59	0.713	0.594	0.67	0.622	0.667	0.518
TFe ³⁺	0.067	0.116	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0
Soma_T	8	8	8	8.006	8.434	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0	0	0.044	1.546	0.338	0.046	0.056	0	0.077	0.044	0.026	0.057	0.081
CCr	0	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.418	0.81	0.378	0	0	0.195	0	0.294	0	0	0.046	0	0.064
CTi	0.028	0.066	0.216	0.065	0.063	0.277	0.297	0.289	0.273	0.299	0.298	0.317	0.254
CMg	3.46	3.03	1.609	1.567	2.17	1.984	2.763	2.866	2.601	2.591	2.661	2.693	2.57
CFe ²⁺	1.006	0.949	2.503	1.66	1.796	2.283	1.774	1.391	1.898	1.908	1.849	1.826	1.91
CMn	0.088	0.137	0.25	0.157	0.2	0.215	0.11	0.159	0.151	0.158	0.12	0.107	0.12
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.512	1.599	1.023	2	2	1.601	1.059	1.004	1.091	1.067	1.031	1.053	0.954
BNa	0.488	0.401	0.977	0	0	0.399	0.941	0.996	0.909	0.933	0.969	0.947	1.046
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.233	0.081	0.652	1.652	0.668	0.654	0.624	0.666	0.694	0.696	0.664	0.737	0.634
AK	0.091	0.088	0.305	0.15	0.046	0.285	0.278	0.259	0.276	0.271	0.259	0.272	0.275
Soma_A	0.324	0.169	0.957	2.54	1.813	0.939	0.902	0.925	0.97	0.966	0.922	1.008	0.91
S_CAT	15.324	15.169	15.957	17.545	17.246	15.939	15.902	15.925	15.97	15.966	15.922	16.008	15.91
CCL	0.005	0.039	0	0	0	0.005	0	0.003	0.003	0.003	0	0.003	0
CF	0.764	0.849	0.835	0	0	0.851	0.581	0.566	0.641	0.604	0.669	0.608	0.487
S.Oxy	23	23	23	23	23	23	23.01	23	23.045	23.003	23	23.043	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.9 - Composição química dos anfibólios do corpo Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	661	662	663	664	665	666	667	668	669	671	672	674	675	680
Locação	C1G1n	C1G1b	C1G2m	C2G1m	C3G1m	C4G1m	C5G1m	C1G3m	C2G2m	C3G2n	C3G2b	C4G3m	C5G2m	C5G1m
Mineral	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Ed	Ed-Hbl	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Ed
SiO ₂	43.36	43.67	43.61	43.47	42.26	43.4	43.04	43.17	42.77	43.44	43.65	43.26	44.05	44.77
TiO ₂	2.36	1.99	2.49	2.57	2.37	2.32	2.59	2.4	2.5	2.65	2.57	2.22	2.32	2.36
Al ₂ O ₃	7.73	6.97	7.78	7.62	7.38	7.17	7.56	7.69	7.36	7.95	7.81	7.84	7.38	7.16
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
FeO	19.51	19.51	18.95	17.01	15.38	19.22	18.94	19.43	18.01	16.73	18.17	18.94	19.34	17.27
MnO	1.73	1.73	1.71	1.51	1.42	1.77	1.76	1.74	1.65	1.48	1.61	1.71	1.75	1.52
MgO	8.57	8.57	8.63	10	10.24	8.36	8.34	8.52	8.68	10.22	9.06	7.76	8.76	10.36
CaO	9.4	9.4	9.58	10.06	11.61	9.66	9.87	9.62	10.61	10.17	9.94	9.31	9.39	9.79
Na ₂ O	3.83	3.83	3.65	3.63	3.51	3.8	3.64	3.58	3.85	3.62	3.47	4.13	3.9	3.94
K ₂ O	1.45	1.45	1.42	1.42	1.35	1.47	1.42	1.48	1.4	1.46	1.46	1.69	1.4	1.45
F	0	0	0	0	0	0	0	1.72	3.03	1.74	1.46	1.62	1.61	2.06
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0	0.01
ZrO ₂	0.31	0.31	0.28	0.28	0.23	0.36	0.24	0.31	0.25	0.34	0.32	0.29	0.26	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.09	0.05	0.09	0.01	0.05	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
Total	98.25	97.43	98.1	97.57	95.75	97.53	97.4	99.79	100.21	99.87	99.61	98.8	100.21	100.77
O _F _Cl	0	0	0	0	0	0	0	0.73	1.28	0.74	0.61	0.69	0.68	0.87
O _F	0	0	0	0	0	0	0	0.72	1.28	0.73	0.61	0.68	0.68	0.87
O _{Cl}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTotal	98.25	97.43	98.1	97.57	95.75	97.53	97.4	99.06	98.93	99.13	99	98.11	99.53	99.9
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio														
TSi	6.647	6.764	6.685	6.665	6.695	6.747	6.688	6.645	6.722	6.622	6.688	6.774	6.721	6.754
TAl	1.353	1.236	1.315	1.335	1.305	1.253	1.312	1.355	1.278	1.378	1.312	1.226	1.279	1.246
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.043	0.035	0.089	0.041	0.071	0.059	0.072	0.039	0.084	0.05	0.097	0.22	0.047	0.026
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004
CFe ³⁺	0.255	0.181	0.142	0.039	0	0	0	0.228	0	0.044	0.043	0	0.203	0.085
CTi	0.272	0.232	0.287	0.296	0.282	0.271	0.303	0.278	0.296	0.304	0.296	0.261	0.266	0.268
CMg	1.959	1.979	1.972	2.286	2.418	1.937	1.932	1.955	2.034	2.323	2.069	1.811	1.993	2.33
CFe ²⁺	2.247	2.347	2.287	2.142	2.038	2.499	2.461	2.273	2.367	2.089	2.286	2.48	2.265	2.094
CMn	0.225	0.227	0.222	0.196	0.191	0.233	0.232	0.227	0.22	0.191	0.209	0.227	0.226	0.194
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.544	1.56	1.573	1.653	1.971	1.609	1.643	1.587	1.787	1.661	1.632	1.562	1.535	1.582
BNa	0.456	0.44	0.427	0.347	0.029	0.391	0.357	0.413	0.213	0.339	0.368	0.438	0.465	0.418
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.683	0.71	0.658	0.732	1.049	0.754	0.74	0.655	0.96	0.731	0.663	0.816	0.689	0.735
AK	0.284	0.287	0.278	0.278	0.273	0.292	0.282	0.291	0.281	0.284	0.285	0.338	0.273	0.279
Soma_A	0.966	0.997	0.936	1.01	1.321	1.046	1.022	0.946	1.241	1.015	0.948	1.154	0.961	1.014
S_CAT	15.966	15.997	15.936	16.01	16.321	16.046	16.022	15.946	16.241	16.015	15.948	16.154	15.961	16.014
CCl	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0.003	0.005	0	0.005	0	0.003
CF	0	0	0	0	0	0	0	0.837	1.506	0.839	0.707	0.802	0.777	0.983
Som_oxy	23	23	23	23	23.311	23.002	23.016	23	23.212	23	23	23.116	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.10 - Composição química de anfibólios do corpo Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	843	844	845	862	863	864	821	822	828	829	830	831	832	
Localização	C4G3n	C5G1n	C5G1b	C2G1Fn	C2G1Fb	C3G1Fn	C1G3Fn	C1G3Fb	C4G1n	C5G1n	C5G2n	C6G1n	C2G1n	
Mineral	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	
SiO ₂	49.52	49.77	48.92	49.53	48.82	48.56	49.76	49.27	49.71	49.03	49.37	52.31	45.96	
TiO ₂	2	2.7	2.65	2.54	2.49	2.83	2.91	2.64	2.15	1.95	2.77	0.18	2.18	
Al ₂ O ₃	3.22	4.05	3.97	3.97	4.12	3.85	4.57	4.22	3.25	4.13	4.4	1.14	4.82	
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0	0.01	0.01	0	
FeO	16.07	11.13	15.16	14.16	16.49	13.81	11.98	12.24	15.95	14.62	11.27	21.53	19.65	
MnO	1.05	0.67	0.93	0.95	1.34	0.89	0.69	0.74	0.97	0.81	0.69	2.07	1.56	
MgO	11.41	14.62	11.64	12.05	10.72	12.53	13.82	13.91	11.58	12.16	14.55	8.59	8.22	
CaO	5.73	7.77	7.18	7.84	5.41	6.74	8.12	7.67	5.87	6.65	8.11	1.03	5.59	
Na ₂ O	5.9	4.94	5.29	5.95	6.32	5.72	5.09	5.36	6.04	5.72	5.01	8.68	6.18	
K ₂ O	1.45	1.4	1.4	1.37	1.41	1.44	1.36	1.36	1.48	1.47	1.38	1.2	1.45	
F	1.3	1.58	0.94	1.16	1.14	1.41	0	0	0	0	0	0	0	
Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ZrO ₂	0.96	0.37	0.3	0	0	0	0.38	0.33	1.01	0.97	0.36	0.01	0.68	
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BaO	0	0	0	0.03	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	98.61	99	98.38	99.56	98.43	97.8	98.69	97.76	98.04	97.51	97.92	96.75	96.29	
O_F_Cl	0.55	0.67	0.4	0.49	0.48	0.59	0	0	0	0	0	0	0	
O_F	0.55	0.67	0.4	0.49	0.48	0.59	0	0	0	0	0	0	0	
O_Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CTotal	98.06	98.33	97.98	99.07	97.95	97.21	98.69	97.76	98.04	97.51	97.92	96.75	96.29	
TSi	7.472	7.332	7.36	7.424	7.34	7.322	7.306	7.292	7.462	7.377	7.265	7.874	7.174	
TAI	0.528	0.668	0.64	0.576	0.66	0.678	0.694	0.708	0.538	0.623	0.735	0.126	0.826	
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
CAI	0.044	0.035	0.063	0.124	0.069	0.005	0.096	0.027	0.037	0.109	0.027	0.076	0.06	
CCr	0	0	0	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.004	0	0.001	0.001	0	
CFe ³⁺	0.171	0	0	0	0.169	0	0	0	0.083	0	0	0.911	0.225	
CTi	0.227	0.299	0.3	0.286	0.282	0.321	0.321	0.294	0.243	0.221	0.307	0.02	0.256	
CMg	2.567	3.211	2.611	2.692	2.403	2.816	3.025	3.069	2.591	2.728	3.192	1.928	1.913	
CFe ²⁺	1.856	1.371	1.907	1.775	1.904	1.741	1.471	1.515	1.92	1.84	1.387	1.799	2.34	
CMn	0.134	0.084	0.119	0.121	0.171	0.114	0.086	0.093	0.123	0.103	0.086	0.264	0.206	
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Bca	0.926	1.226	1.157	1.259	0.871	1.089	1.277	1.216	0.944	1.072	1.279	0.166	0.935	
Bna	1.074	0.774	0.843	0.741	1.129	0.911	0.723	0.784	1.056	0.928	0.721	1.834	1.065	
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
ANa	0.653	0.638	0.701	0.988	0.714	0.761	0.726	0.754	0.702	0.741	0.708	0.7	0.805	
AK	0.279	0.263	0.269	0.262	0.27	0.277	0.255	0.257	0.283	0.282	0.259	0.23	0.289	
Soma_A	0.932	0.901	0.969	1.25	0.984	1.038	0.981	1.011	0.986	1.023	0.967	0.93	1.094	
S_CAT	15.932	15.901	15.969	16.25	15.984	16.038	15.981	16.011	15.986	16.023	15.967	15.93	16.094	
CCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CF	0.62	0.736	0.447	0.55	0.542	0.672	0	0	0	0	0	0	0	
S_Oxy	23	23.046	23.075	23.316	23	23.049	23.152	23.068	23	23.011	23.076	23	23	

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.11 - Composição química de anfibólio de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-230 930	RP-230 951	RP-230 966	RP-230 967	RP-230 968	RP-230 969	RP-230 970
Localização	C2G1n	C6G3m	C2G1n	C2G1b	C3G1n	C3G1b	C4G1n
Mineral	Si-Ed	Si-Ed	Fe-Ed-Hb	Fe-Ed-Hb	Fe-Ed-Hb	Fe-Ed-Hb	Fe-Pg-Hb
SiO ₂	47.21	48.46	40.87	40.29	41.32	41.03	39.42
TiO ₂	0.89	0.97	3.35	2.87	3.33	2.51	3.24
Al ₂ O ₃	13.04	2.9	9.56	10.74	9.69	9.54	10.01
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
FeO	19.12	22.87	20.65	21.72	19.76	20.13	24.24
MnO	1.13	1.5	1.16	1.26	1.2	1.31	1.35
MgO	2.73	4.24	6.97	5.4	7.65	7.18	4.62
CaO	6.74	7.98	10.27	9.88	10.26	10.21	9.45
Na ₂ O	2.72	6.96	3.28	4.52	3.36	3.23	3.92
K ₂ O	5.53	0.75	1.44	1.54	1.44	1.43	1.57
F	0	0	0.88	0.69	1.01	0.59	0.44
Cl	0	0	0.03	0.01	0.04	0.02	0.02
ZrO ₂	0.09	0.53	0.35	0.42	0.35	0.3	0.44
ZnO	0	0	0.03	0.05	0.08	0.16	0.11
BaO	0	0	0	0	0	0	0
Total	99.2	97.16	98.84	99.39	99.49	97.64	98.83
O_F_Cl	0	0	0.38	0.29	0.43	0.25	0.19
O_F	0	0	0.37	0.29	0.43	0.25	0.19
O_Cl	0	0	0.01	0	0.01	0	0
CTotal	99.2	97.16	98.46	99.1	99.06	97.39	98.64
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio							
TSi	7.284	7.942	6.379	6.358	6.381	6.442	6.253
TAI	0.716	0.058	1.621	1.642	1.619	1.558	1.747
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8
CAI	1.654	0.502	0.136	0.354	0.143	0.206	0.124
CCr	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0	0	0	0	0.017	0.055	0.114
CTi	0.103	0.12	0.393	0.341	0.387	0.296	0.387
CMg	0.628	1.036	1.622	1.27	1.761	1.681	1.093
CFe ²⁺	2.467	3.135	2.695	2.866	2.535	2.588	3.102
CMn	0.148	0.208	0.153	0.168	0.157	0.174	0.181
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.114	1.401	1.717	1.671	1.698	1.717	1.606
BNa	0.814	0.599	0.283	0.329	0.302	0.283	0.394
Soma_B	1.928	2	2	2	2	2	2
ANa	0	1.613	0.71	1.054	0.704	0.701	0.812
AK	1.089	0.157	0.287	0.31	0.284	0.286	0.318
Soma_A	1.089	1.77	0.997	1.364	0.987	0.987	1.13
S._CAT	16.017	16.77	15.997	16.364	15.987	15.987	16.13
CCI	0	0	0.008	0.003	0.01	0.005	0.005
CF	0	0	0.434	0.344	0.493	0.293	0.221
S._Oxy	23.638	23.927	23.008	23.214	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.12 - Composição química de anfibólios de Cerrito (% peso)

Amostra	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88
Análise	846	847	849	850
Localização	C1G1m	C1G2m	C3G1m	C4G1m
Mineral	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed
SiO ₂	47.75	47.29	47.30	47.76
TiO ₂	1.61	1.83	1.62	1.51
Al ₂ O ₃	4.30	4.34	4.68	5.26
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-
FeO	19.79	19.93	20.36	19.36
MnO	1.60	1.63	1.56	1.45
MgO	8.88	8.85	8.55	7.97
CaO	5.35	4.97	5.06	4.65
Na ₂ O	6.02	6.13	6.39	6.35
K ₂ O	1.60	1.49	1.54	1.51
F	1.99	1.89	2.20	1.37
Cl	0.01	0.01	-	0.02
ZrO ₂	0.52	0.51	0.68	0.59
ZnO	0.15	0.10	0.04	-
BaO	-	-	-	-
Total	99.57	98.97	99.98	97.80
O_F_CL	0.84	0.80	0.93	0.58
O_F	0.84	0.80	0.93	0.58
O_CL	-	-	-	-
Ctotal	98.73	98.17	99.05	97.22
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio				
TSi	7.29	7.23	7.22	7.36
TAI	0.71	0.77	0.78	0.64
TFe ³⁺	-	-	-	-
Soma_T	8.00	8.00	8.00	8.00
CAI	0.06	0.01	0.07	0.31
CCr	-	-	-	-
CFe ³⁺	0.44	0.60	0.49	0.25
CTi	0.19	0.21	0.19	0.18
CMg	2.02	2.02	1.95	1.83
CFe ²⁺	2.09	1.95	2.11	2.24
CMn	0.21	0.21	0.20	0.19
Soma_C	5.00	5.00	5.00	5.00
BCa	0.88	0.81	0.83	0.77
BNa	1.13	1.19	1.17	1.23
Soma_B	2.00	2.00	2.00	2.00
ANa	0.66	0.63	0.72	0.66
AK	0.31	0.29	0.30	0.30
Soma_A	0.97	0.92	1.02	0.96
S_CAT	15.97	15.92	16.02	15.96
CCL	0.00	0.00	-	0.05
CF	0.96	0.91	1.06	0.67
S.Oxy	23.00	23.00	23.00	23.00

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.13 - Composição química de anfibólios de Cerro Pedreira (% peso)

Amostra	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205
Análise	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068
Localização	C4G2n	C3G1n	C3G1b	C3G2n	C2G1n	C2G1b	C1G1n
Mineral	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed	Fe-Ed
SiO ₂	43.03	49.13	48.12	48.99	48.72	49.57	48.12
TiO ₂	5.05	3.04	2.66	2.65	2	1.9	3.11
Al ₂ O ₃	2.56	4.45	3.95	4.18	3.52	3.06	4.73
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
FeO	32.2	10.4	16.62	11.24	17.13	16.59	12.92
MnO	1	0.51	0.76	0.52	0.7	0.64	0.59
MgO	3.16	15.49	11.11	14.77	11.28	11.6	13.45
CaO	1.15	8.17	6.57	8.12	5.14	5.43	8.58
Na ₂ O	7.16	4.9	5.51	4.85	5.87	6.24	4.63
K ₂ O	1.65	1.31	1.49	1.42	1.83	1.51	1.36
F	0.18	1.73	1.29	1.45	1.23	1.34	1.33
Cl	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0
Total	97.15	99.14	98.09	98.19	97.42	97.89	98.83
O_F_Cl	0.08	0.73	0.55	0.61	0.52	0.57	0.56
O_F	0.08	0.73	0.54	0.61	0.52	0.56	0.56
O_Cl	0	0	0	0	0	0	0
CTotal	97.07	98.41	97.54	97.58	96.9	97.32	98.27
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio							
TSi	6.794	7.186	7.284	7.257	7.356	7.466	7.159
TAI	0.476	0.767	0.704	0.729	0.626	0.534	0.829
TFe ³⁺	0.729	0	0.012	0	0.018	0	0
Soma_T	8	8.287	8	8.281	8	8	8.335
CAI	0	0	0	0	0	0.009	0
CCr	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	1.092	0	0.074	0	0.456	0.23	0
CTi	0.6	0	0.303	0	0.227	0.215	0
CMg	0.744	3.378	2.507	3.261	2.539	2.605	2.983
CFe ²⁺	2.43	1.272	2.019	1.392	1.688	1.86	1.607
CMn	0.134	0.063	0.097	0.065	0.09	0.082	0.074
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5
BCa	0.195	0.993	1.066	1.008	0.831	0.876	1.032
BNa	1.805	1.007	0.934	0.992	1.169	1.124	0.968
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.387	0.383	0.683	0.401	0.55	0.699	0.368
AK	0.332	0.244	0.288	0.268	0.352	0.29	0.258
Soma_A	0.719	0.627	0.971	0.669	0.902	0.989	0.626
Soma_CAT	15.719	15.914	15.971	15.95	15.902	15.989	15.961
CCI	0.003	0.002	0.003	0	0	0.003	0.003
CF	0.09	0.8	0.618	0.679	0.587	0.638	0.626
Soma_Oxy	23	23.001	23	23.036	23	23	23.085

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.14 - Composição química de anfibólios do Morro de São Pedro (% peso)

Amostra	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-256	RP-256	RP-256	RP-256
Análise	1093	1094	1095	1096	1099	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1114
Localização	C1G1Fn	C1G1Fb	C1G2Fn	C1G2Fb	C2G1br	C3G1b	C4G1n	C4G1b	C4G2m	C1G1n	C1G1b	C1G2m	C2G1m
Mineral	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb
SiO ₂	41.12	40.92	40.77	40.81	40.57	42.94	40.72	41.01	40.41	42.05	42.12	41.72	41.82
TiO ₂	3.2	3.77	3.5	3.16	3.22	2.33	3.35	3.43	3.03	1.31	1.51	0.98	1.7
Al ₂ O ₃	10.6	10.25	10.46	10.22	10.47	8.42	10.18	9.95	10.07	9.24	8.65	9.29	8.36
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FeO	16.93	17.13	17.38	19.53	19.09	17.53	18.86	18.2	18.72	18.41	18.15	19.09	19.13
MnO	0.84	0.85	0.82	0.84	0.9	0.97	0.86	0.83	0.88	1.26	1.33	1.26	1.64
MgO	9.66	9.2	9.59	8.3	8.54	8.85	8.9	8.92	8.45	9.66	9.57	9.17	8.49
CaO	10.86	10.79	10.45	10.61	10.78	12.7	10.73	10.67	10.75	9.89	9.86	9.88	9.46
Na ₂ O	3.06	3.11	3.07	3.13	3.13	2.77	3.09	3.08	3.21	3.57	3.51	3.46	3.73
K ₂ O	1.45	1.44	1.62	1.49	1.45	1.2	1.45	1.46	1.51	1.5	1.39	1.55	1.37
F	0.64	0.84	0.76	0.48	0.82	0.68	0.49	0.62	0.68	1.36	1.24	1.36	1.21
Cl	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03
ZrO ₂	0.25	0.16	0.25	0.25	0.11	0.14	0.08	0.12	0.01	0.21	0.13	0.2	0.25
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	98.63	98.48	98.69	98.84	99.1	98.54	98.73	98.29	97.73	98.49	97.48	97.98	97.19
O_F_Cl	0.27	0.36	0.32	0.21	0.35	0.29	0.21	0.26	0.29	0.58	0.53	0.58	0.52
O_F	0.27	0.35	0.32	0.2	0.35	0.29	0.21	0.26	0.29	0.57	0.52	0.57	0.51
O_Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0.01
Ctotal	98.36	98.12	98.37	98.63	98.75	98.25	98.52	98.03	97.44	97.91	96.95	97.4	96.67
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio													
TSi	6.268	6.289	6.217	6.268	6.221	6.703	6.228	6.307	6.288	6.448	6.517	6.449	6.551
TAl	1.732	1.711	1.783	1.732	1.779	1.297	1.772	1.693	1.712	1.552	1.483	1.551	1.449
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0.171	0.144	0.096	0.117	0.112	0.25	0.062	0.109	0.133	0.116	0.094	0.14	0.093
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.093	0	0.246	0.169	0.168	0	0.224	0.069	0.017	0.529	0.441	0.568	0.373
CTi	0.367	0.436	0.401	0.365	0.371	0.274	0.385	0.397	0.355	0.151	0.176	0.114	0.2
CMg	2.195	2.108	2.18	1.9	1.952	2.059	2.029	2.045	1.96	2.208	2.208	2.113	1.983
CFe ²⁺	2.065	2.202	1.971	2.34	2.28	2.288	2.189	2.272	2.419	1.832	1.908	1.9	2.133
CMn	0.108	0.111	0.106	0.109	0.117	0.128	0.111	0.108	0.116	0.164	0.174	0.165	0.218
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.774	1.777	1.707	1.746	1.771	2	1.758	1.758	1.792	1.625	1.635	1.636	1.588
BNa	0.226	0.223	0.293	0.254	0.229	0	0.242	0.242	0.208	0.375	0.365	0.364	0.412
Soma_B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.678	0.704	0.615	0.678	0.702	0.838	0.675	0.677	0.761	0.686	0.688	0.673	0.721
AK	0.282	0.282	0.315	0.292	0.284	0.239	0.283	0.286	0.3	0.293	0.274	0.306	0.274
Soma_A	0.96	0.986	0.93	0.97	0.985	1.201	0.958	0.963	1.06	0.98	0.962	0.979	0.994
S_CAT	15.96	15.986	15.93	15.97	15.985	16.201	15.958	15.963	16.06	15.98	15.962	15.979	15.994
CCl	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.003	0.005	0	0.003	0.008	0.005	0.005	0.008
CF	0.309	0.408	0.367	0.233	0.398	0.336	0.237	0.302	0.335	0.659	0.607	0.665	0.599
S_Oxy	23	23.034	23	23	23	23.413	23	23	23	23	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.15 - Composição química de anfibólios de Morro Conceição (% peso)

Amostra	RP-259	RP-259	RP-259	RP-259
Análise	1173	1176	1177	1180
Localização	C3G1m	C3G3m	C2G1m	C1G1m
Mineral	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb	Fe-Pg-Hb
SiO ₂	46.53	45.1	45.77	44.6
TiO ₂	1.08	1.73	1.91	2.02
Al ₂ O ₃	6.39	5.93	6.44	6.38
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0
FeO	15.84	22.29	16.39	20.56
MnO	1.05	1.29	0.99	1.28
MgO	13.31	9.07	12.17	9.93
CaO	10.05	9.51	10.3	9.7
Na ₂ O	2.44	2.37	2.52	2.49
K ₂ O	0.93	0.97	1.08	1.06
F	1.6	1.37	1.75	1.6
Cl	0.06	0.11	0.09	0.07
ZrO ₂	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0
Total	99.28	99.74	99.41	99.69
O_F_Cl	0.69	0.6	0.76	0.69
O_F	0.67	0.58	0.74	0.67
O_Cl	0.01	0.02	0.02	0.02
Ctotal	98.59	99.14	98.65	99
TSi	6.808	6.767	6.802	6.686
TAI	1.101	1.048	1.127	1.126
TFe ³⁺	0.091	0.185	0.071	0.187
Soma_T	8	8	8	8
CAI	0	0	0	0
CCr	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.937	0.909	0.56	0.815
CTi	0.119	0.195	0.214	0.228
CMg	2.903	2.029	2.696	2.219
CFe ²⁺	0.911	1.703	1.405	1.575
CMn	0.13	0.164	0.125	0.163
Soma_C	5	5	5	5
BCa	1.576	1.529	1.64	1.558
BNa	0.424	0.471	0.36	0.442
Soma_B	2	2	2	2
ANa	0.268	0.218	0.366	0.282
AK	0.174	0.186	0.205	0.203
Soma_A	0.441	0.404	0.571	0.485
Soma_Cat	15.441	15.404	15.571	15.485
CCI	0.015	0.028	0.023	0.018
CF	0.74	0.65	0.822	0.759
Sum_oxy	23	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

Tabela 14.16 - Composição química de anfibólios de Porto Conceição (% peso)

Amostra	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267	RP-267
Análise	637	638	639	640	641	1165	1166	1169	1170	1171	1172	1181	1182
Localção	C1G1m	C1G2Fn	C1G2Fb	C3G1n	C3G1b	C4G1n	C4G2n	C2G1n	C2G1b	C1G1Fn	C1G1Fb	C3G1Fn	C3G1Fb
Mineral	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed	Si-Ed
SiO ₂	50.01	50.67	50.37	51.61	52.63	40.25	40.19	40.18	40.04	40.54	40.63	40.15	40.41
TiO ₂	1.01	0.76	1.09	0.14	0.18	2.02	1.96	3.47	3.32	3.93	3.36	3.29	3.19
Al ₂ O ₃	4.56	4.06	4.65	3.56	2.61	9.43	9.91	10.33	10.51	10.48	10.55	10.8	10.32
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FeO	9.73	8.61	9.79	11.08	10.6	22.72	23.36	20.48	21.42	18.58	20.61	20.18	20.72
MnO	0.98	0.86	0.91	2.24	2.06	1.29	1.28	1.14	1.32	1.06	1.05	1.15	1.27
MgO	17.62	17.6	17.13	17.06	17.49	6.57	6.08	7.45	6.84	8.4	7.67	7.62	7.3
CaO	10.76	10.63	11.03	9.78	10.05	10.09	10	10.76	10.59	10.99	10.83	10.84	10.86
Na ₂ O	2.09	1.49	2.08	1.7	1.45	3.42	3.25	2.96	2.93	3.1	3.07	3.07	3.01
K ₂ O	0.64	0.71	0.67	0.34	0.27	1.49	1.53	1.5	1.49	1.46	1.49	1.53	1.47
F	0	0	0	0	0	0.69	0.87	0.81	0.5	0.63	0.72	0.77	0.61
Cl	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
ZrO ₂	0.02	0.02	0.09	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	97.42	95.41	97.81	97.53	97.36	97.98	98.45	99.09	98.98	99.19	100.01	99.42	99.19
O_F_Cl	0	0	0	0	0	0.29	0.37	0.34	0.22	0.27	0.31	0.33	0.26
O_F	0	0	0	0	0	0.29	0.37	0.34	0.21	0.27	0.3	0.32	0.26
O_Cl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.01
Ctotal	97.42	95.41	97.81	97.53	97.36	97.69	98.08	98.75	98.76	98.92	99.7	99.09	98.93
Fórmula estrutural calculada na base de 23 átomos de oxigênio													
TSi	7.115	7.304	7.183	7.253	7.395	6.322	6.293	6.207	6.186	6.215	6.204	6.173	6.235
TAI	0.764	0.689	0.781	0.589	0.432	1.678	1.707	1.793	1.814	1.785	1.796	1.827	1.765
TFe ³⁺	0.121	0.007	0.036	0.158	0.173	0	0	0	0	0	0	0	0
Soma_T	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CAI	0	0	0	0	0	0.067	0.121	0.086	0.098	0.107	0.101	0.128	0.111
CCr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CFe ³⁺	0.696	0.701	0.516	1.144	1.072	0.397	0.476	0.156	0.266	0	0.181	0.151	0.133
CTi	0.108	0.082	0.117	0.015	0.019	0.239	0.231	0.403	0.386	0.453	0.386	0.38	0.37
CMg	3.737	3.782	3.642	3.574	3.664	1.538	1.419	1.716	1.575	1.92	1.746	1.747	1.679
CFe ²⁺	0.341	0.329	0.616	0	0	2.587	2.583	2.489	2.501	2.382	2.45	2.444	2.541
CMn	0.118	0.105	0.11	0.267	0.245	0.172	0.17	0.149	0.173	0.138	0.136	0.15	0.166
Soma_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
BCa	1.64	1.642	1.685	1.473	1.513	1.698	1.678	1.781	1.753	1.805	1.772	1.786	1.795
BNa	0.36	0.358	0.315	0.463	0.395	0.302	0.322	0.219	0.247	0.195	0.228	0.214	0.205
Soma_B	2	2	2	1.936	1.908	2	2	2	2	2	2	2	2
ANa	0.217	0.058	0.26	0	0	0.74	0.665	0.668	0.631	0.727	0.681	0.701	0.696
AK	0.116	0.131	0.122	0.061	0.048	0.299	0.306	0.296	0.294	0.286	0.29	0.3	0.289
Soma_A	0.333	0.189	0.382	0.061	0.048	1.038	0.97	0.963	0.924	1.012	0.971	1.001	0.985
Som_Cal	15.333	15.189	15.382	14.997	14.956	16.038	15.97	15.963	15.924	16.012	15.971	16.001	15.985
CCl	0	0	0	0	0	0.003	0.005	0.003	0.005	0.008	0.008	0.005	0.008
CF	0	0	0	0	0	0.343	0.431	0.396	0.244	0.305	0.348	0.374	0.298
S_Oxy	23	23	23	22.948	22.987	23	23	23	23	23.023	23	23	23

Observações: Fe²⁺/Fe³⁺ calculado por estequiometria. Abreviações como na tabela 14.0

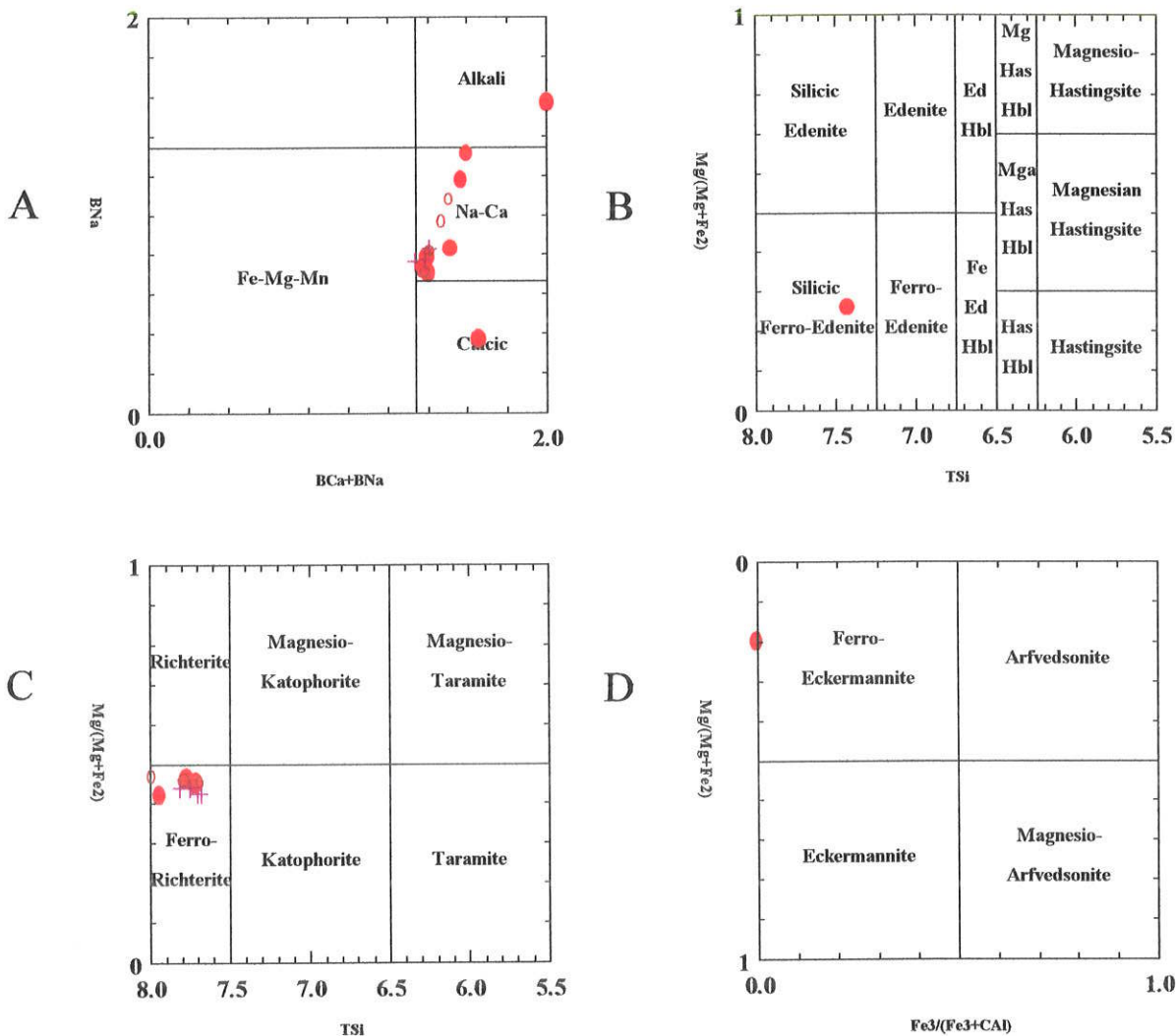


Figura 30 (A, B, C e D) Distribuição dos anfíbólios das rochas de Cerro Boggiani sendo (A) todos os anfíbólios, (B) anfíbólios cálcicos, (C) anfíbólios sódico-cálcicos e (D) anfíbólios sódicos. **Símbolos como na figura 40.**

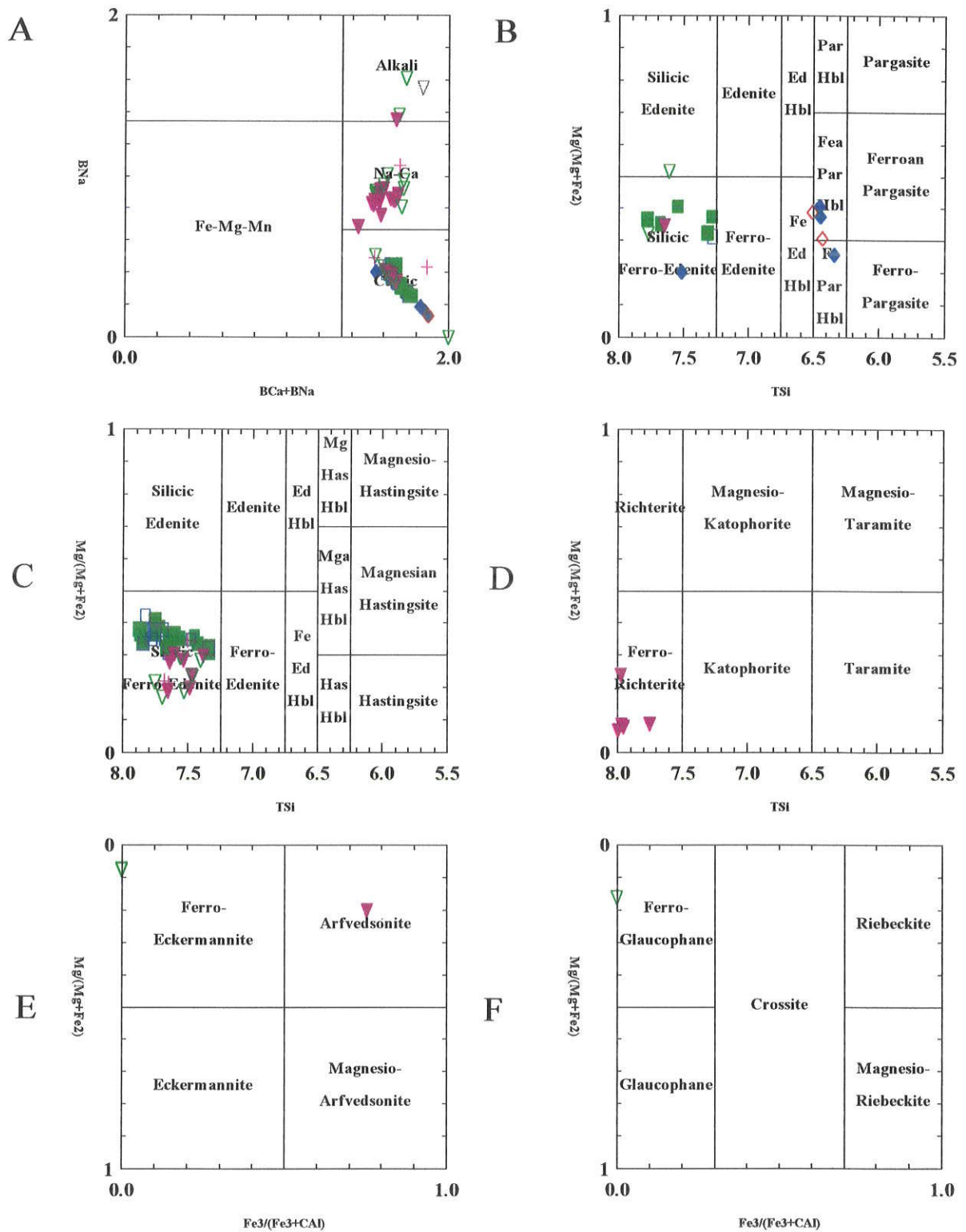


Figura 31 (A, B, C, D, E e F) Distribuição dos anfibólios das rochas do Complexo Cerro Sete Cabezas e Satélite I e II nos diagramas de classificação da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). **Símbolos como na figura 40.**

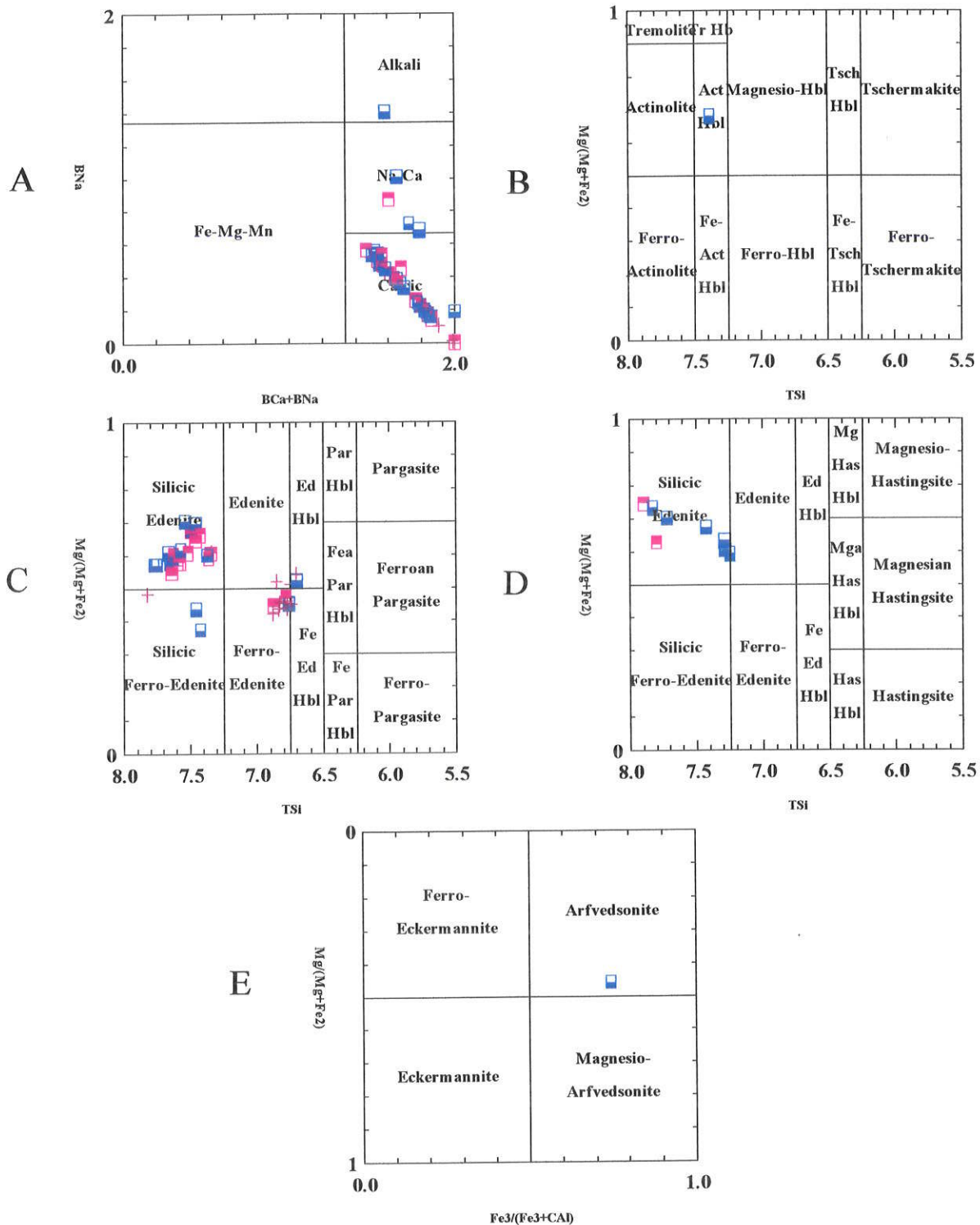


Figura 32 (A, B, C, D e E) Locação dos anfibólios das rochas do Morro Pão de Açúcar nos diagramas de classificação da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). Símbolos como na figura 40.

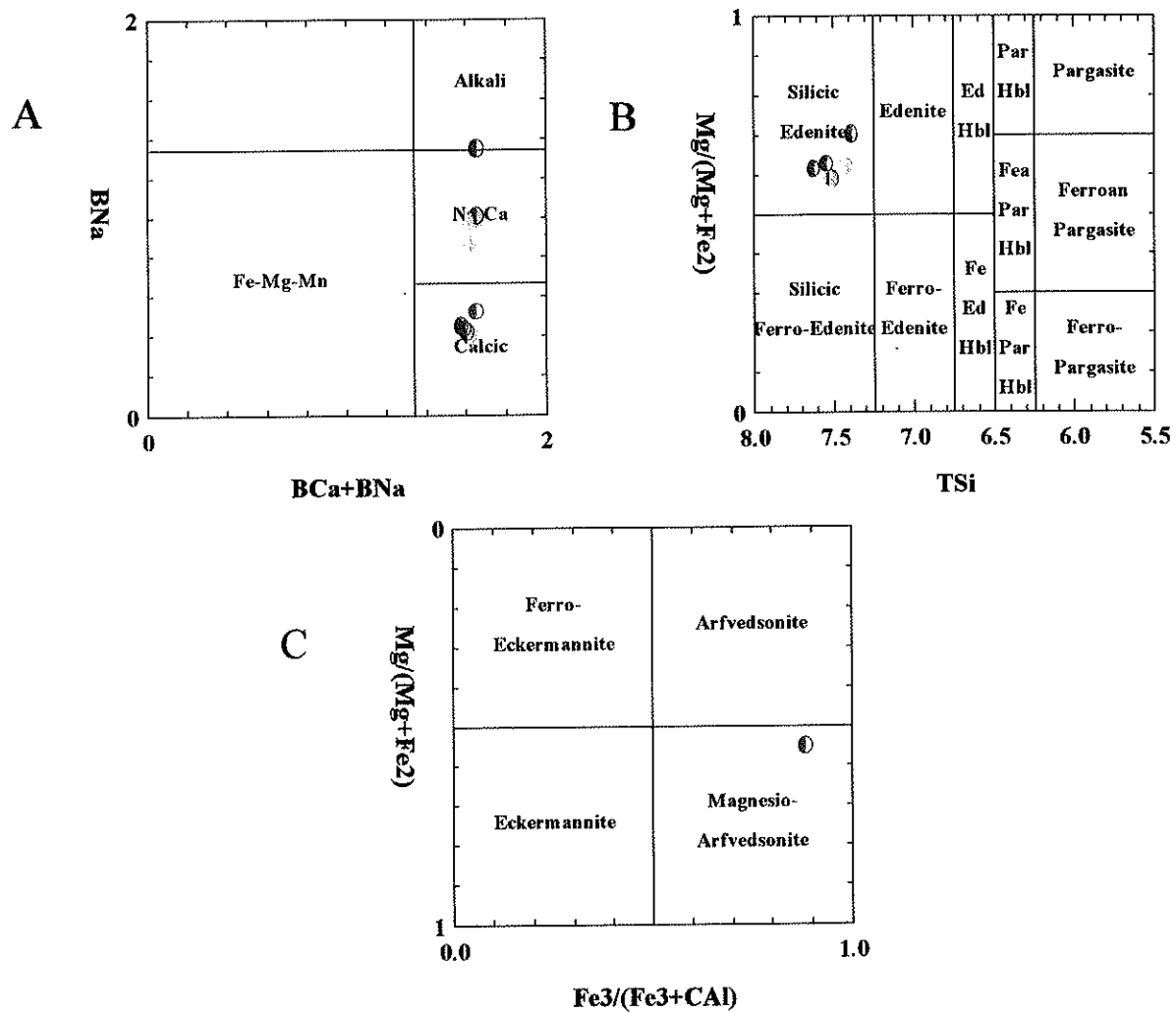


Figura 33 (A, B e C) Locação dos anfibólios das rochas da Ilha Fecho dos Morros nos diagramas de classificação da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). **Símbolos como na figura 40.**

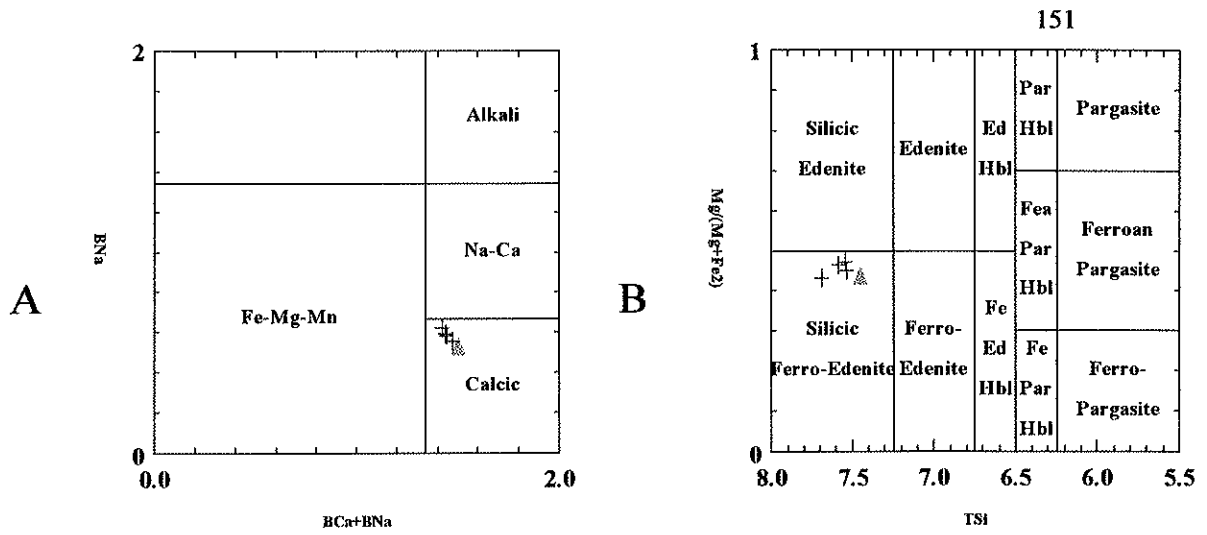


Figura 34 (A e B) Classificação dos anfibólios das rochas de Cerrito (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). Símbolos como na figura 40.

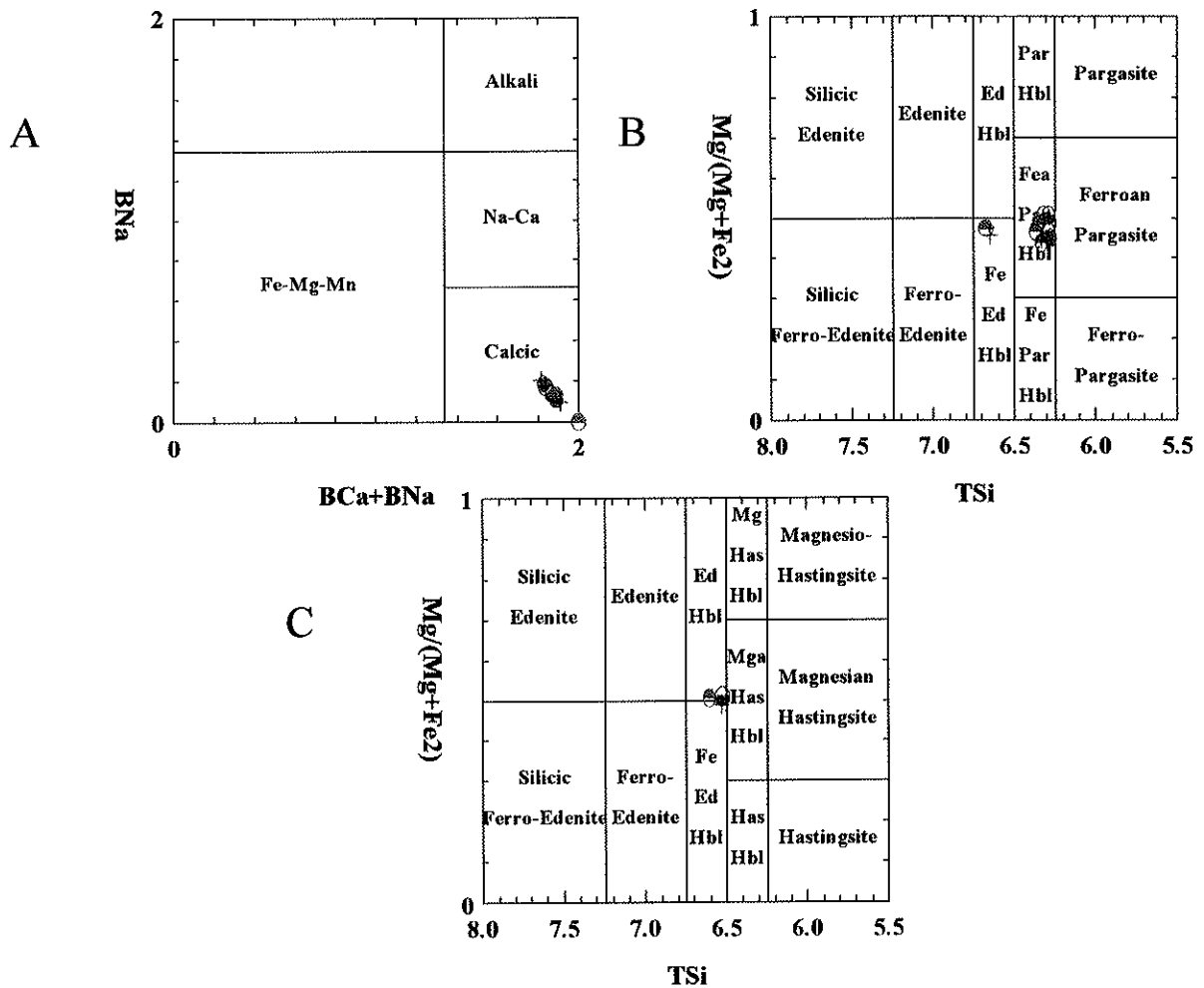


Figura 35 (A, B e C) Classificação dos anfibólios das rochas de São Pedro (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). Símbolos como na figura 40.

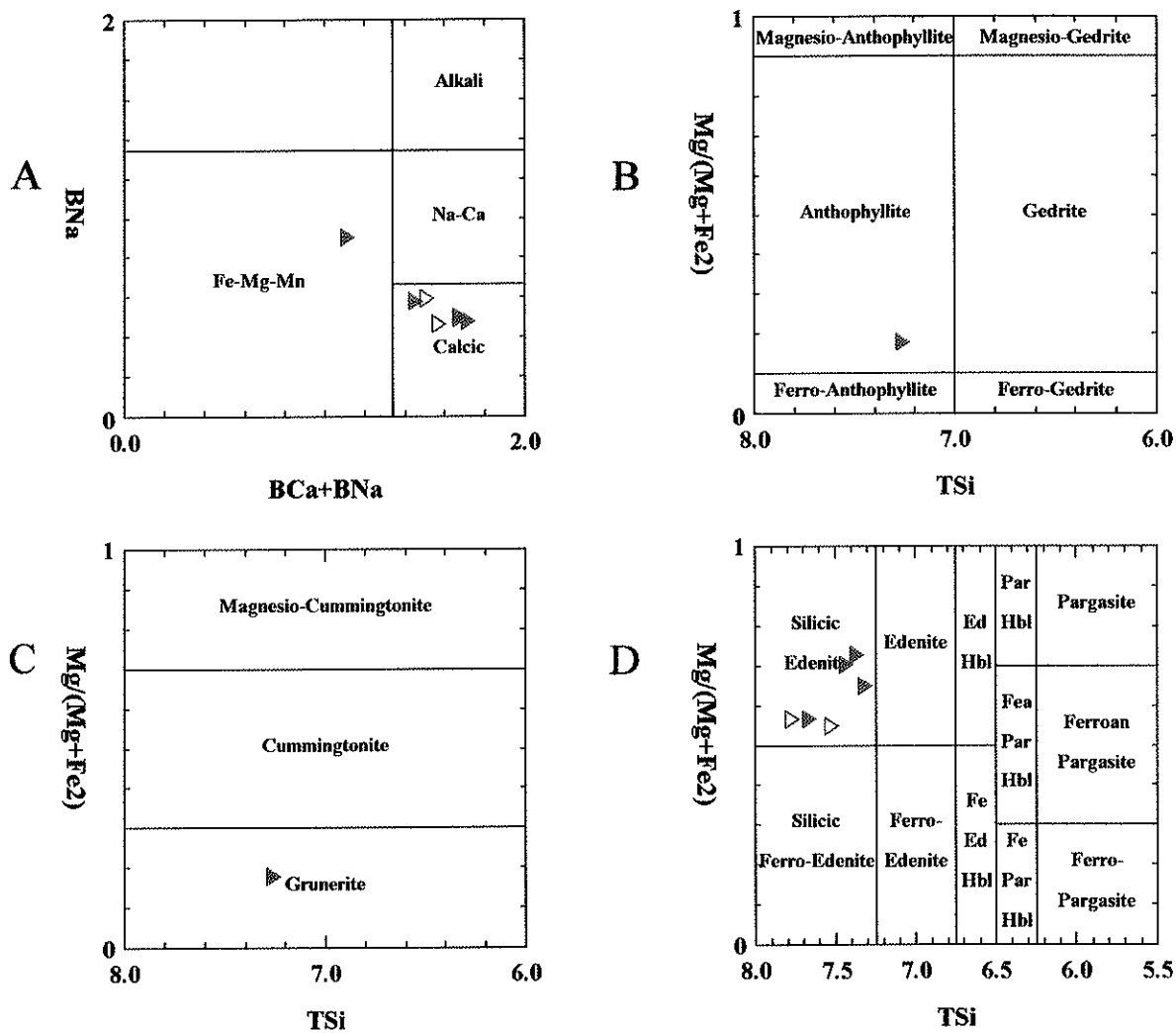


Figura 36 (A, B, C e D) Locação dos anfibólios das rochas de Cerro Pedreira nos diagramas de classificação da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al* 1997). Símbolos como na figura 40.

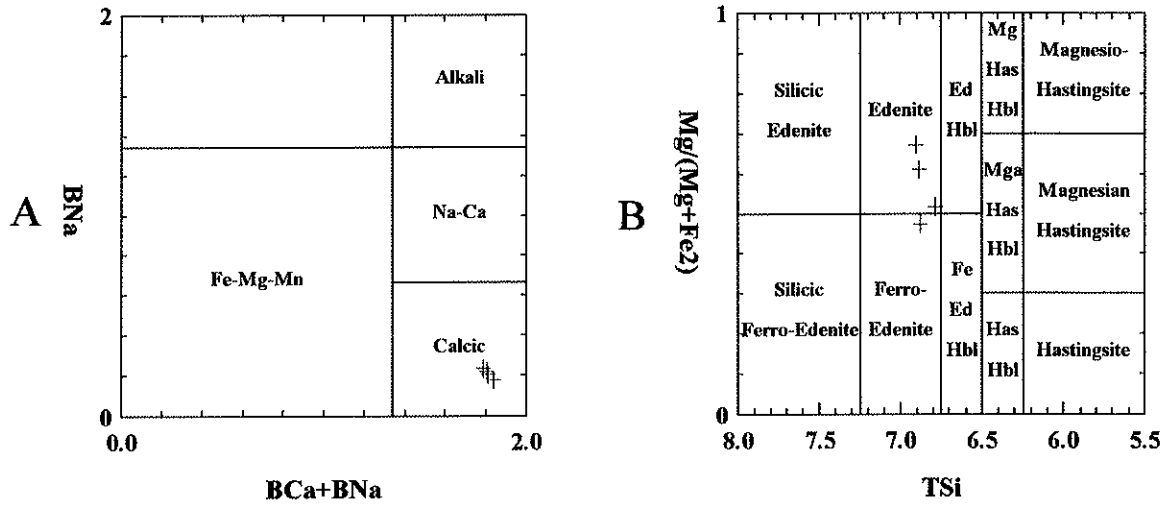


Figura 37 (A e B) Classificação dos anfibólios das rochas de Morro Conceição nos diagramas de classificação da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). Símbolos como na figura 40

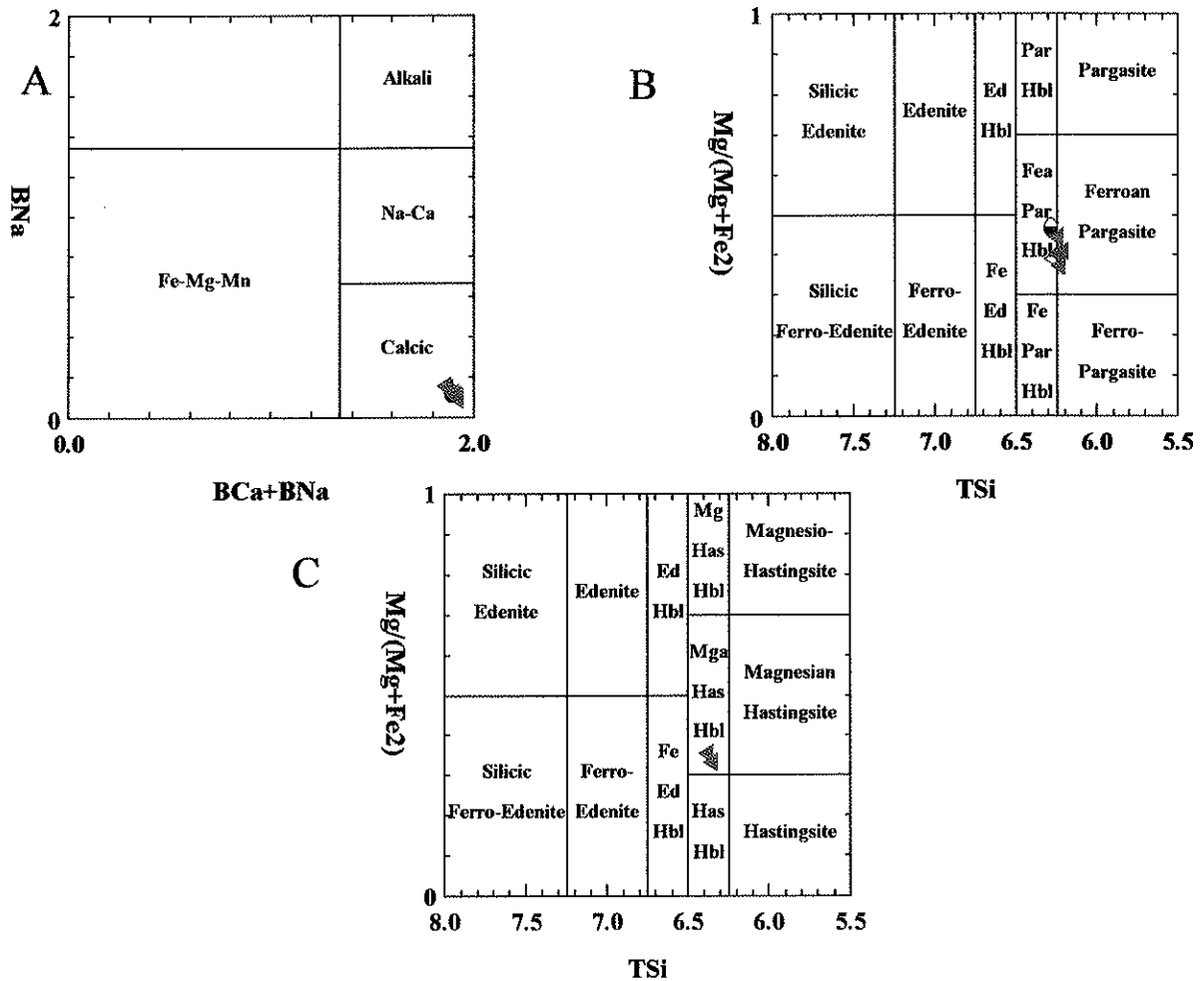


Figura 38 (A, B e C) Classificação dos anfibólios das rochas de Porto Conceição nos diagramas da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). Símbolos como na figura 40.

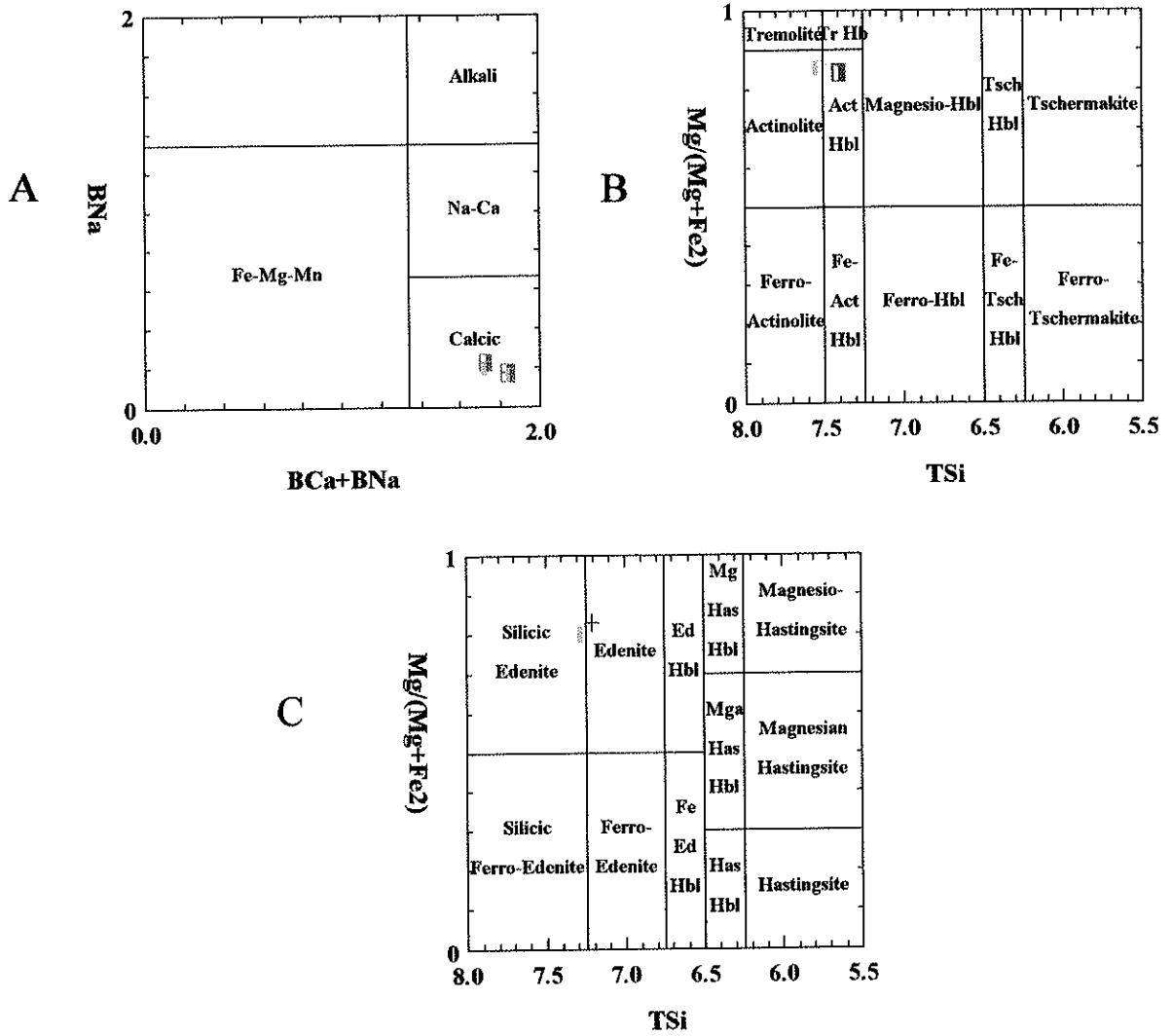


Figura 39 (A, B e C) Classificação dos anfibólios das rochas de Morro Distante nos diagramas da IMA (Leake, 1978 e Leake *et al.* 1997). Símbolos como na figura 40.

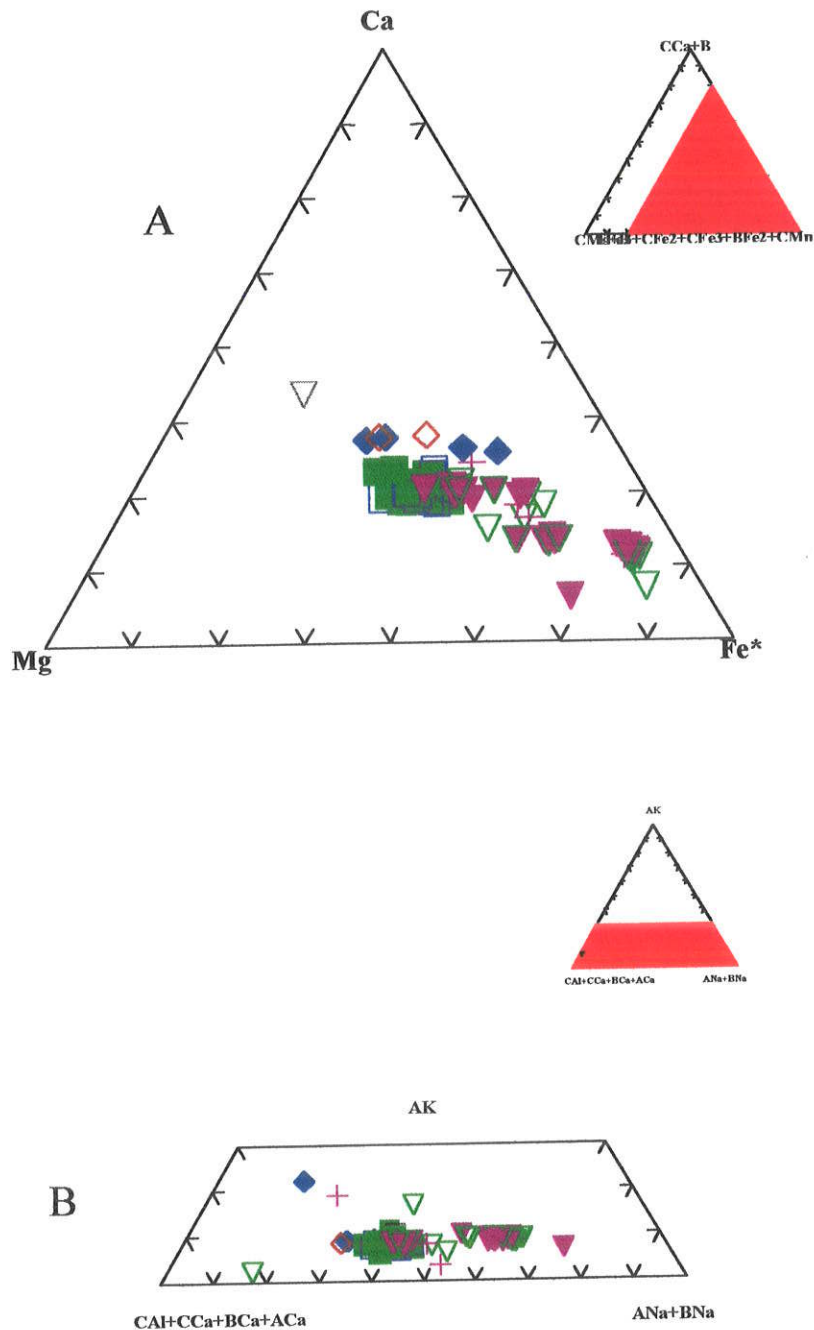


Figura 40 (A e B) Representação dos anfibólios da Província Alcalina Alto Paraguai nos diagramas (A), Mg-Ca-Fe* ($Fe^* = Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn$) e (B), Ca-K-Na. **Símbolos:** Cerro Boggiani (círculos cheios= núcleos de fenocristais, círculos vazios= bordas); Satélite I (triângulos, cheios=núcleos e vazios= bordas); Satélite II (quadrados, cheios= núcleos e vazios= bordas); Cerro Siete Cabezas (losangos, cheios= núcleos e vazios= bordas); Pão de Açúcar (quadrados com metade inferior cheio= núcleo e metade superior cheio= borda); Ilha Fecho dos Morros (círculos com metade ocidental cheio= núcleo e metade oriental cheio= borda); Cerro Pedreira (triângulo com ponta voltada para a direita (cheio= núcleo e vazio= borda); São Pedro (círculos com metade inferior cheio= núcleo e metade superior= borda); Morro Distante (quadrados com metade oriental cheia= núcleo e metade ocidental cheia= borda); Porto Conceição (triângulo com ponta voltada para a esquerda, cheio= núcleo e vazio= borda) e Cerrito (triângulo com ponta voltada para cima, cheio= núcleo e vazio= borda).

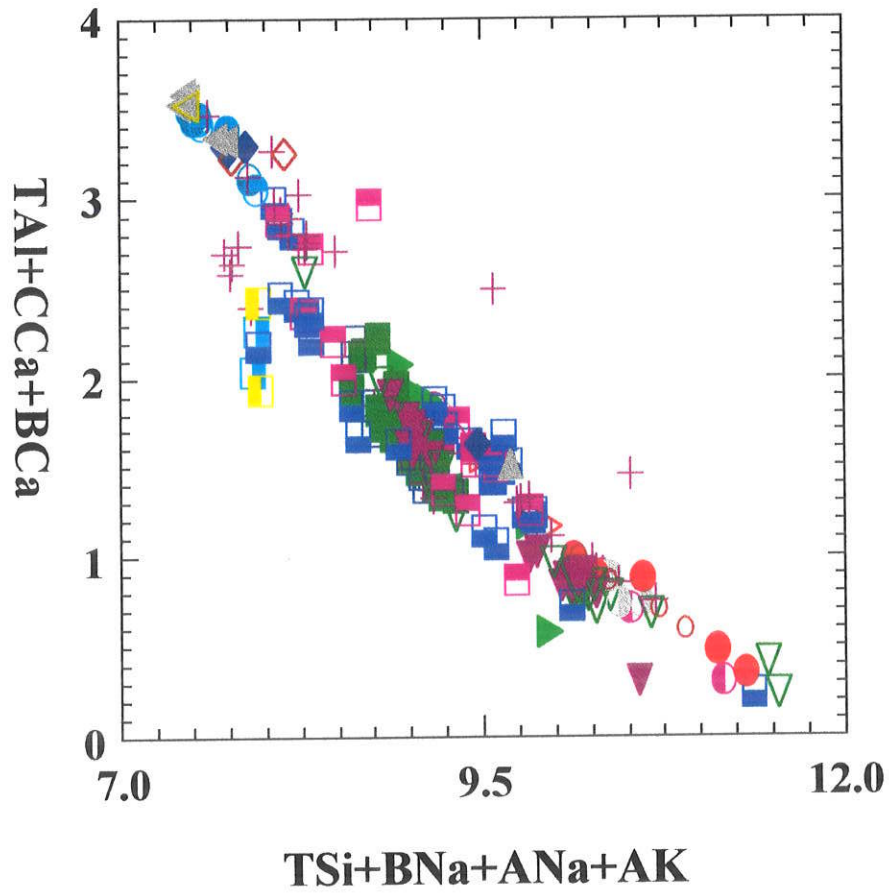


Figura 41 – Evolução composicional dos anfibólios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai no diagrama $TAI+CCa+BCa$ versus $TSi+BNa+ANa+AK$. Símbolos como na figura 40.

V.4 – Piroxênios

Os piroxênios possuem uma fórmula estrutural padrão que pode ser definida pela seguinte expressão: $M_2M_1T_2O_6$ onde M2 corresponde aos cátions em coordenação octaédrica irregular, M1 aos cátions em coordenação octaédrica regular e T aos cátions em coordenação tetraédrica.

Os piroxênios dos corpos alcalinos da Província Alto Paraguai representam a fase máfica mais importante em termos quantitativos. Excetuando-se dos quartzos sienitos encontrados no Morro Pão de Açúcar, dos sienitos nefelínicos de Cerrito e Porto Conceição e de sienitos alcalinos de Morro Conceição, todas as amostras analisadas de outros corpos são portadoras desse mineral.

A forma de ocorrência mais comum dos piroxênios é como fenocristais, microfenocristais, grãos menores pertencentes à matriz ou ainda em pequenos cristais inclusos quase sempre em feldspatos. Opticamente, apresentam-se em grãos incolores a verde-claros, com bordas comumente mais escuras, feição quase sempre indicativa de zoneamento químico, correspondendo geralmente a um enriquecimento em Si e Al e perda de Ti. Ocorrem como cristais isolados e/ou agregados granulares, por vezes interpenetrados e ocasionalmente apresentando zoneamento setorial. Associam-se às fases máficas importantes como anfibólios, micas e também aos minerais opacos. Frequentemente apresentam texturas de processos de alteração pós-magmáticos, tendo como principais produtos minerais de anfibólios.

O tratamento analítico estabelecido aos piroxênios obedece estritamente ao recomendado pela **International Mineralogical Association-IMA** (Morimoto, 1989). Adicionalmente, optou-se pela aplicação de diagramas binários de variação composicional, onde são confrontados os diversos átomos por unidade de fórmula (**a.f.u.**) e o índice de diferenciação (**mg#**) determinado pela razão $MgO/(MgO + FeO)$, com o objetivo específico de verificação das relações entre os cátions e as posições estruturais e a diferenciação. Foram utilizados ainda, diagramas ternários

Na-Mg-Fe* onde $Fe^* = Fe^{2+} + (Fe^{3+} - Na)$, para confirmação de possíveis tendências da evolução composicional desses minerais.

V.4.1 – Cerro Boggiani

No corpo alcalino de Cerro Boggiani, foram distinguidos em termos petrográficos e geoquímicos, dois litotipos principais: sienitos nefelínicos e fonolitos peralcalinos. Os resultados analíticos dos piroxênios dessas rochas incluindo fórmula estrutural calculada na base de seis átomos de oxigênio e demais recálculos dos componentes moleculares executados pelo programa MINPET 2.0 (Richard, 1995) podem ser visualizados nas tabelas 15.0 a 15.7.

Algumas análises mostram teores médios de Na_2O de 8,5% e máximos de até 13,8% enquanto que os valores de TiO_2 raramente atingem 1,5%. Do centro para as bordas dos grãos, observa-se geralmente um empobrecimento em TiO_2 e um relativo enriquecimento em Al_2O_3 e SiO_2 , correspondendo provavelmente à variação de coloração visualizada com instrumental óptico.

No diagrama Q-J da figura 42 os piroxênios de ambos os litotipos encontrados em Cerro Boggiani classificam-se indistintamente como cálcico-sódicos e sódicos, coincidindo respectivamente com os domínios da egrina-augita e egrina do diagrama WEF-Jd-Ae (Figura 43). Segundo Velázquez (1996) esses fonolitos peralcalinos mostram maiores índices agpaíticos do que os sienitos nefelínicos, caracterizando rochas mais evoluídas.

O sítio tetraédrico dos piroxênios investigados estão quase totalmente ocupados por Si (Figura 44-A), restando ao Al, muito pouco, quantitativamente, desta posição (Figura 44-B).

As posições estruturais octaédricas regulares (M1) estão ocupadas preferencialmente por Al, Fe^{3+} e Ti, observando-se empobrecimento em Fe^{3+} e Ti e enriquecimento em Fe^{2+} (Figuras 44-C, D, E e F), enquanto que os sítios octaédricos irregulares (M2) estão preenchidos por Na, Mn e Ca, caracterizando para o índice de diferenciação, correlação negativa para o Na e positivas para o Mn e Ca (Figuras 45-A, B, C e D).

Tabela 15.1 – Composição química de piroxênios de Cerro Boggiani (% peso)

Amostras	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30	RP-30
Análises	234	235	236	237	238	239	246	247	248	249	250	251	252	253	
Localização	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G3n	C5G3b	C6G1n	C1G1n	C1G2n	C1G2b	C1G3n	C2G1n	C2G1b	C3G1n	C3G1b	
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	
SiO ₂	53.43	53.2	52.31	52.25	52.49	53.43	51.68	52.02	52.58	52.04	51.39	52.46	52.26	52.51	
TiO ₂	0.66	0.44	0.77	0.38	2.56	0.66	1.73	1.02	1.62	0.97	1.12	3.49	1.16	1.6	
Al ₂ O ₃	1.16	1.11	1.55	0.98	0.88	1.16	0.99	0.91	0.94	0.9	0.98	0.85	0.93	0.96	
FeO	28.59	28.58	26.55	23.7	26.41	28.59	25.45	24.15	25.59	25.15	24.15	24.05	25.03	24.9	
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MnO	0.17	0.15	0.85	1.67	0.59	0.17	0.5	0.72	0.51	0.47	0.66	0.57	0.61	0.53	
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MgO	0.67	0.54	1.38	2.63	0.56	0.67	1.06	1.3	0.97	1.44	1.13	0.71	1.22	1.1	
CaO	1.04	0.83	4.1	9.94	2.94	1.04	4.96	4.43	3.03	3.98	7.13	2.1	5.63	4.45	
Na ₂ O	13.38	13.57	11.49	8.28	12.15	13.38	11.51	11.71	12.62	12.13	9.95	13.15	10.87	11.78	
K ₂ O	0.02	0.01	0.03	0	0	0.02	0.02	0	0	0.01	0	0.03	0.01	0	
ZnO	0.01	0.02	0.07	0.05	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	
ZrO ₂	0.17	0.13	0.67	0.38	1.11	0.17	0.76	0.94	0.99	0.75	1.09	0.2	0.94	0.41	
Total	99.13	98.45	99.1	99.88	98.6	99.13	97.9	96.26	97.86	97.09	96.51	97.41	97.72	97.83	
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio															
TSi	1.989	1.991	1.966	1.98	1.989	1.989	1.967	2	1.986	1.979	2	1.989	1.998	1.993	
TAI	0.011	0.009	0.034	0.02	0.011	0.011	0.033	0	0.014	0.021	0	0.011	0.002	0.007	
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M1Al	0.04	0.04	0.035	0.024	0.028	0.04	0.011	0.041	0.028	0.019	0.045	0.026	0.04	0.036	
M1Ti	0.018	0.012	0.022	0.011	0.073	0.018	0.05	0.029	0.046	0.028	0.033	0.1	0.033	0.046	
M1Fe ³⁺	0	0	0.794	0.583	0.73	0	0.773	0.773	0	0	0.64	0.754	0.701	0.746	
M1Fe ²⁺	0.89	0.894	0.041	0.168	0.107	0.89	0.037	0.003	0.808	0.8	0.147	0.009	0.099	0.045	
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M1Mg	0.037	0.03	0.077	0.149	0.032	0.037	0.06	0.074	0.055	0.082	0.066	0.04	0.07	0.062	
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M2Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M2Mn	0.005	0.005	0.027	0.054	0.019	0.005	0.016	0.023	0.016	0.015	0.022	0.018	0.02	0.017	
M2Ca	0.041	0.033	0.165	0.404	0.119	0.041	0.202	0.182	0.123	0.162	0.297	0.085	0.231	0.181	
M2Na	0.966	0.985	0.838	0.608	0.893	0.966	0.849	0.873	0.924	0.894	0.751	0.967	0.806	0.867	
M2K	0.001	0	0.001	0	0	0.001	0.001	0	0	0	0	0.001	0	0	
Som_cat	3.999	4	3.999	4	4	3.999	3.999	4	4	4	4	3.999	4	4	
Ca	4.258	3.457	53.184	52.131	43.146	4.258	64.045	64.325	12.239	15.316	55.967	56.031	55.057	59.347	
Mg	3.817	3.13	24.907	19.192	11.435	3.817	19.044	26.264	5.452	7.71	12.342	26.358	16.6	20.412	
Fe ²⁺ _Mn	91.925	93.413	21.908	28.677	45.419	91.925	16.911	9.411	82.309	76.974	31.692	17.611	28.343	20.241	
Jd1	2.08	2.05	3.123	1.793	2.422	2.08	0.992	3.609	1.456	0.976	3.564	2.4	3.319	3.147	
Ae1	47.868	48.653	71.624	43.987	75.177	47.868	72.95	73.425	46.939	45.188	56.013	85.447	63.571	71.924	
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CTTS1	0.547	0.468	1.94	0.815	0.992	0.547	2.867	0.026	0.733	1.103	0	1.043	0.155	0.569	
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Wo1	1.596	1.245	12.773	29.553	9.384	1.596	14.72	16.077	5.688	7.262	23.59	6.697	18.977	15.101	
En1	1.921	1.55	6.89	11.18	2.75	1.921	5.229	6.575	2.86	4.211	5.202	3.641	5.768	5.39	
Fs1	45.987	46.034	3.649	12.672	9.276	45.987	3.242	0.287	42.325	41.26	11.632	0.772	8.21	3.869	
Q	0.969	0.958	0.283	0.721	0.258	0.969	0.3	0.26	0.986	1.043	0.51	0.134	0.399	0.288	
J	1.932	1.969	1.675	1.217	1.785	1.932	1.699	1.746	1.849	1.789	1.502	1.933	1.612	1.734	
Wo1	4.258	3.457	14.955	29.744	11.855	4.258	18.58	17.265	12.239	15.316	25.397	9.413	20.587	17.225	
En1	3.817	3.13	7.004	10.95	3.142	3.817	5.525	7.05	5.452	7.71	5.6	4.428	6.207	5.924	
Fs1	91.925	93.413	78.041	59.306	85.003	91.925	75.895	75.685	82.309	76.974	69.003	86.16	73.205	76.851	
WEF	33.524	32.832	15.638	38.884	13.416	33.524	15.676	13.978	35.149	37.181	26.131	7.3	20.629	14.956	
Jd1	66.476	67.168	3.568	2.401	3.182	66.476	1.226	4.322	64.851	62.819	4.848	3.142	4.283	3.952	
Ae1	0	0	80.794	58.715	83.402	0	83.098	81.701	0	0	69.021	89.559	75.088	81.092	

Observações de abreviações como na tabela 15.0

Tabela 15.7 - Composição química de piroxênios de Cerro Boggiani (% peso)

Amostras	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43
Análises	439	440	441	442	444	445	446	447	507	508	509	510	511
Localção	C5G1n	C5G1b	C6G1m	C6G1n	C7G1n	C7G1b	C7G2m	C7G3m	C3G5m	C3G6Fn	C3G6Fb	C4G3m	C4G4m
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.72	50.16	51.4	51.1	51.7	51.78	51.44	51.57	50.96	51.69	51.22	51.63	51.46
TiO ₂	0.65	0.93	0.51	0.67	1.21	1.09	0.5	1.21	0.61	0.47	0.37	0.73	0.44
Al ₂ O ₃	1.19	1.44	1.16	1.14	0.86	1.08	1.17	0.97	1.11	1.36	1.12	1.18	1.22
FeO	23.66	22.6	23.04	22.23	22.53	23.04	22.87	22.84	22.33	23.77	23.88	23.11	22.46
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.01	0	0.03	0
MnO	0.63	0.43	0.8	0.71	0.68	0.62	0.67	0.67	1.14	0.96	0.09	0.96	1.14
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	2.11	1.79	2.74	3.16	2.76	3.04	2.68	2.68	3.24	2.13	2.35	2.57	3.57
CaO	6.31	6.09	8.33	8.9	6.42	8.43	8.05	7.3	9.46	6.63	6.93	7.6	9.68
Na ₂ O	10.06	10.39	8.91	8.32	9.71	8.79	8.99	9.5	7.92	9.59	9.22	9.45	8.09
K ₂ O	0	0	0.03	0	0.02	0	0.03	0.27	0	0	0	0.02	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.57	0.51	0.66	0.77	2.07	1.08	0.71	0.86	0	0	0	0	0
Total	96.33	93.83	96.92	96.23	95.89	97.87	96.4	97.01	96.79	96.61	95.18	97.28	98.06
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio													
TSi	2.002	1.983	1.988	1.994	2.01	1.986	1.998	1.986	1.985	2.003	2.015	1.985	1.972
TAI	0	0.017	0.012	0.006	0	0.014	0.002	0.014	0.015	0	0	0.015	0.028
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.054	0.05	0.041	0.046	0.039	0.035	0.052	0.03	0.036	0.062	0.052	0.038	0.028
M1Ti	0.019	0.028	0.015	0.02	0.035	0.031	0.015	0.035	0.018	0.014	0.011	0.021	0.013
M1Fe ³⁺	0.659	0.707	0.611	0.55	0.603	0.569	0.599	0.637	0.541	0.624	0.599	0.639	0.576
M1Fe ²⁺	0.107	0.04	0.134	0.175	0.13	0.17	0.143	0.099	0.186	0.146	0.187	0.104	0.144
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0.001	0
M1Mg	0.122	0.106	0.158	0.184	0.16	0.174	0.155	0.154	0.188	0.123	0.138	0.147	0.204
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mn	0.021	0.014	0.026	0.023	0.022	0.02	0.022	0.022	0.038	0.032	0.003	0.031	0.037
M2Ca	0.262	0.258	0.345	0.372	0.267	0.346	0.335	0.301	0.395	0.275	0.292	0.313	0.398
M2Na	0.755	0.797	0.668	0.629	0.732	0.654	0.677	0.709	0.598	0.721	0.703	0.704	0.601
M2K	0	0	0.001	0	0.001	0	0.001	0.013	0	0	0	0.001	0
Som_cat	4	4	3.999	4	3.999	4	3.999	3.987	4	4	4	3.999	4
Ca	51.216	61.72	52.016	49.298	46.144	48.78	51.095	52.305	48.944	47.809	47.152	52.585	50.785
Mg	23.829	25.241	23.806	24.354	27.602	24.476	23.668	26.718	23.324	21.371	22.248	24.742	26.06
Fe ²⁺ _Mn	24.954	13.039	24.177	26.347	26.254	26.744	25.237	20.977	27.733	30.82	30.6	22.673	23.155
Jd1	4.356	4.204	3.125	3.394	3.052	2.613	3.934	2.341	2.606	4.907	3.932	3.004	2.044
Ae1	56.274	62.167	48.11	42.866	53.763	46.036	47.779	54.264	41.145	52.063	49.358	52.565	42.592
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.148
CTTS1	0	1.383	0.918	0.456	0	1.018	0.145	1.105	1.118	0	0	1.205	0.942
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wo1	21.014	20.113	25.491	26.887	20.729	24.763	25.386	22.488	27.759	21.763	22.132	23.455	28.422
En1	9.777	8.791	12.087	13.508	12.399	12.936	11.826	12.052	13.761	9.726	10.443	11.603	15.144
Fs1	8.58	3.342	10.27	12.889	10.058	12.635	10.93	7.75	13.611	11.538	14.136	8.17	10.708
Q	0.49	0.404	0.637	0.731	0.557	0.69	0.634	0.554	0.769	0.544	0.617	0.564	0.746
J	1.51	1.593	1.336	1.259	1.464	1.308	1.354	1.419	1.196	1.441	1.407	1.409	1.203
Wo1	22.367	22.928	27.082	28.517	22.619	27.077	26.691	24.842	29.289	22.936	23.971	25.356	29.263
En1	10.406	9.377	12.395	14.088	13.53	13.586	12.364	12.689	13.957	10.253	11.31	11.93	15.016
Fs1	67.227	67.695	60.524	57.395	63.851	59.337	60.945	62.469	56.754	66.811	64.719	62.714	55.721
WEF	25.281	20.785	33.18	37.48	28.36	35.199	32.623	28.871	40.272	28.547	30.575	29.703	39.428
Jd1	5.682	5.275	4.187	4.843	4.393	3.764	5.342	3.189	3.889	6.46	5.534	3.957	2.765
Ae1	69.036	73.941	62.833	57.677	67.247	61.037	62.035	67.94	56.039	64.993	63.891	66.34	57.807

Observações de abreviações como na tabela 15.0

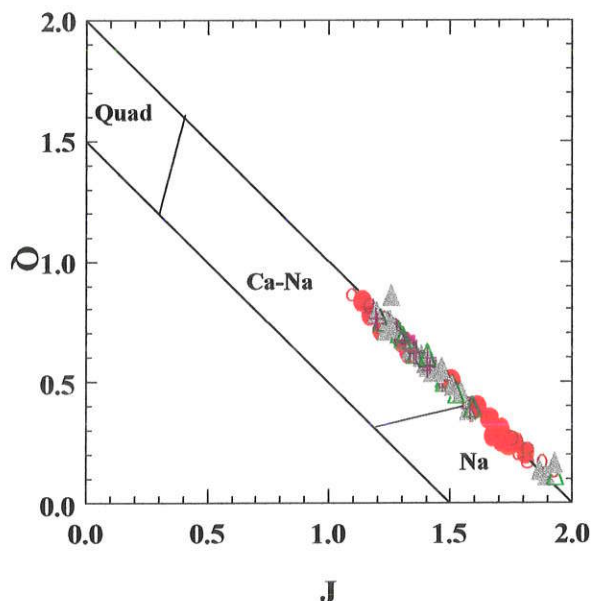


Figura 42- Composição dos piroxênios das rochas de Cerro Boggiani no diagrama Q-J de classificação do IMA (Morimoto, 1989). Estão representados os seguintes litotipos: sienito nefelínico (círculos) e fonolitos peralcalinos (triângulos).

Símbolos: núcleos de fenocristais e de outros grãos em sienitos nefelínicos (círculos preenchidos); bordas de fenocristais e outros grãos em sienitos nefelínicos (círculos vazios); núcleos de fenocristais e outros grãos em fonolitos peralcalinos (triângulos preenchidos), bordas de fenocristais e outros grãos em rochas fonolíticas (triângulos vazios) grãos pertencentes à matriz da rocha (cruzes) e inclusões (xis);borda de reação (quadrado semi-cheio)

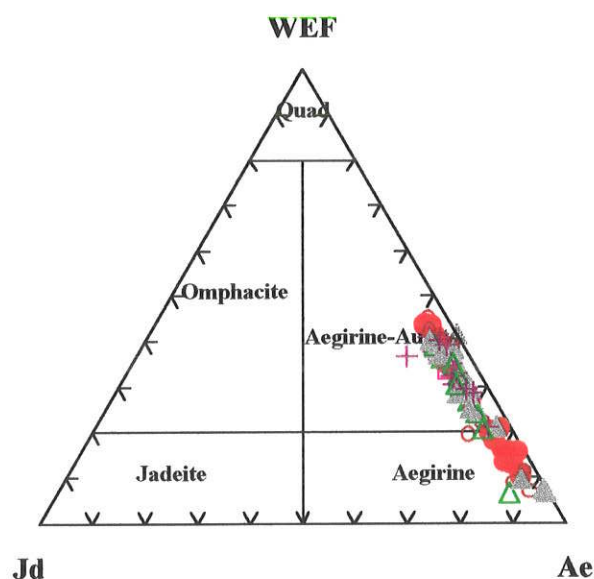


Figura 43 Locação dos piroxênios de Cerro Boggiani no diagrama WEF-Jd-Ae. **Símbolos como na figura 42.**

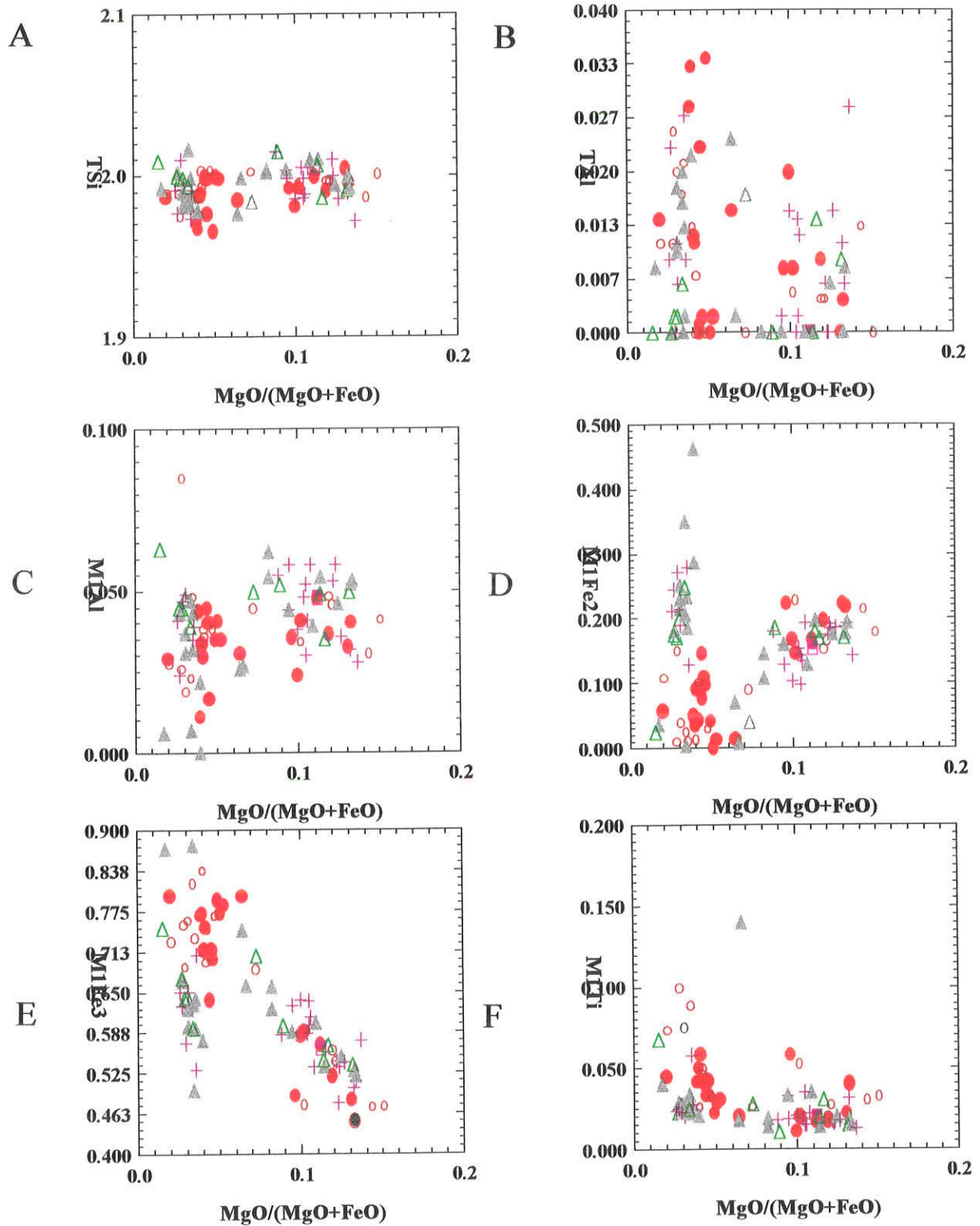
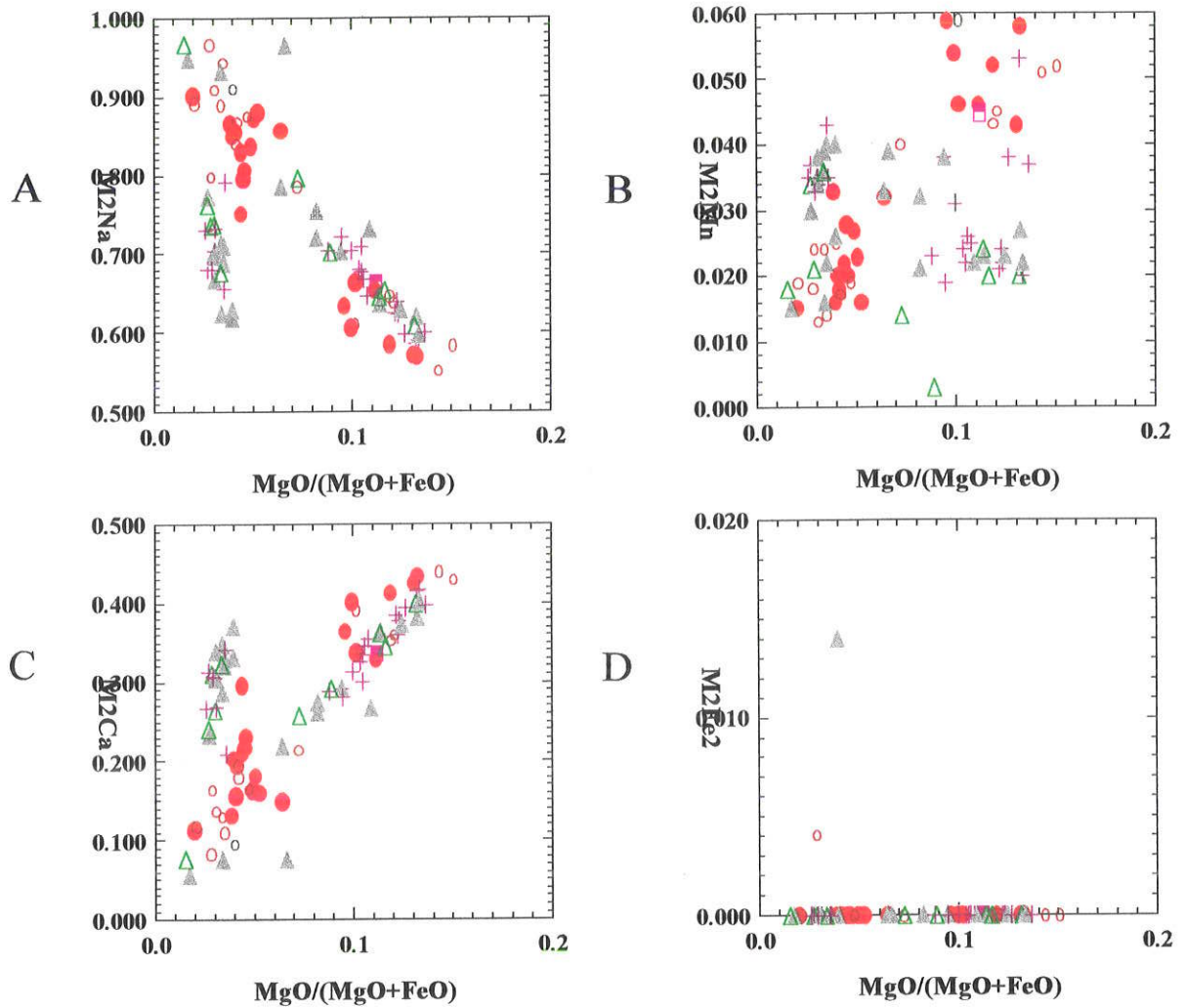


Figura 44 (A, B, C, D, E e F) Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerro Boggiani. Símbolos como na figura 42.



Figuras 45 (A, B, C e D) – Diagramas de variação composicional dos piroxênios de Cerro Boggiani. Símbolos como na Figura 42.

V.4.2 – Cerro Siete Cabezas e Corpos Satélites I e II

Os piroxênios analisados no Complexo Alcalino Siete Cabezas são oriundos exclusivamente de nefelina sienitos, no estanto, encontram-se ainda agrupados sob esta denominação, os sienitos alcalinos provenientes dos corpos Satélite I e Satélite II, geograficamente associados.

Os resultados analíticos dos piroxênios dessas rochas estão disponibilizados nas tabelas 15.8 a 15.14, perfazendo um total correspondente a 78 análises.

Contrariamente às amostras de Cerro Boggiani, os piroxênios das rochas de Siete Cabezas não demonstram enriquecimento em TiO_2 cujos valores raramente excedem a 1% de porcentagem de peso. Comportamento similar é creditado ao Al_2O_3 onde os teores esporadicamente atingem a 1,7%. Os teores de Na_2O das amostras de Satélite I situam-se entre 0,6 e 6,6%, valores similares aos exibidos pelo corpo principal, diferentemente do corpo Satélite II que apresentam concentrações médias de 9%.

Os piroxênios das rochas do Complexo Cerro Siete Cabezas coincidem indistintamente do tipo petrográfico, com os domínios do Quad e Cálcico-Sódicos do diagrama Q-J da Figura 46-A. Os piroxênios do campo do Quad têm composição de salita e ferrossalita (Figura 46-B), enquanto que os cálcico-sódicos correspondem às egrina-augitas (Figura 46-C).

As posições tetraédricas estão quase totalmente ocupadas por Si e ocasionalmente por Al, sendo definida correlação negativa de Si e positiva de Al em relação ao índice de diferenciação (Figuras 47-A e B). Os sítios octaédricos regulares (M1) estão preferencialmente preenchidos por Al, Ti, Fe^{2+} e Fe^{3+} , enquanto os irregulares (M2) por Mn, Ca e Fe^{2+} .

A observação dos diagramas contidos nas figuras 47-C, D, E e F e ainda dos das figuras 48-A, B, C e D indicam que os piroxênios dos nefelina sienitos do corpo maior são mais enriquecidos em Fe^{2+} , Ti, Mn e Ca, sendo muito mais evoluídos do que os dos corpos satélites (Satélite I e Satélite II), representados por sienitos

alcalinos. Estes, apresentam-se menos diferenciados do que os nefelina sienitos oriundos do corpo principal.

Tabela 15.9 - Composição química de piroxênios de Satélite II (% peso)

Amostras	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45
Análises	131	132	133	134	135	459	460	461	462	463	464	465	466	467
Localização	C1G2n	C2G1n	C3G1n	C4G1n	C5G1n	C1G1Fn	C1G1Fb	C1G2n	C1G2b	C1G3m	C2G1m	C2G2n	C2G2Fb	C2G3Fn
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.207	51.054	51.064	51.058	51.274	51.06	51.43	51.34	50.88	50.6	50.88	50.76	51.21	50.93
TiO ₂	0.188	0.241	0.243	0.2	0.133	0.63	0.47	0.2	0.14	0.12	0.24	0.24	0.22	0.18
Al ₂ O ₃	0.261	0.239	0.249	0.214	0.253	0.33	0.28	0.28	0.24	0.3	0.19	0.23	0.25	0.24
FeO	27.985	29.712	29.394	28.622	29.206	27.23	29.32	28.4	27.76	28.04	28.63	28.06	28.67	28.91
Cr ₂ O ₃	0.001	0.014	0.001	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	1.665	1.739	1.797	1.887	1.677	1.25	0.88	1.14	1.09	1	1.04	1.1	1.1	1.09
NiO	0.028	0.007	0	0.005	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0.379	0.236	0.239	0.355	0.498	0.07	0.11	0.34	0.29	0.27	0.3	0.29	0.28	0.26
CaO	4.97	4.467	5.439	5.026	5.133	4.22	4.36	4.96	5.2	5.14	5.16	5.7	5.03	5.57
Na ₂ O	9.844	10.078	9.594	10.078	9.953	10	10.28	9.64	9.51	9.53	9.58	9.19	9.67	9.44
K ₂ O	0.019	0.015	0	0.003	0.003	0	0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0	0
ZnO	0.045	0	0	0.057	0.057	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.167	0.193	0.099	0.012	0.092	1.46	0.18	0.17	0.17	0.17	0.26	0.19	0.23	0.15
Total	96.59	97.8	98.02	97.51	98.21	94.79	97.13	96.33	95.14	95.03	96.05	95.6	96.43	96.62
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio														
TSi	2.018	1.991	1.994	1.993	1.99	2.047	2.014	2.031	2.037	2.029	2.021	2.03	2.025	2.015
TAI	0	0.009	0.006	0.007	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.012	0.002	0.006	0.003	0.001	0.016	0.013	0.013	0.011	0.014	0.009	0.011	0.012	0.011
M1Ti	0.006	0.007	0.007	0.006	0.004	0.019	0.014	0.006	0.004	0.004	0.007	0.007	0.007	0.005
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.922	0.969	0.96	0.934	0.948	0.913	0.96	0.94	0.93	0.94	0.951	0.939	0.948	0.956
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.022	0.014	0.014	0.021	0.029	0.004	0.006	0.02	0.017	0.016	0.018	0.017	0.017	0.015
M1Ni	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mn	0.056	0.057	0.059	0.062	0.055	0.042	0.029	0.038	0.037	0.034	0.035	0.037	0.037	0.037
M2Ca	0.21	0.187	0.228	0.21	0.213	0.181	0.183	0.21	0.223	0.221	0.22	0.244	0.213	0.236
M2Na	0.752	0.762	0.726	0.763	0.749	0.777	0.781	0.74	0.738	0.741	0.738	0.713	0.742	0.724
M2K	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0	0
Som_cat	3.999	3.999	4	4	4	4	4	3.998	3.998	3.998	3.998	3.998	4	4
Ca	17.343	15.214	18.048	17.123	17.14	15.889	15.519	17.402	18.483	18.232	17.95	19.74	17.546	18.972
Mg	1.84	1.118	1.103	1.683	2.314	0.367	0.545	1.66	1.434	1.333	1.452	1.397	1.359	1.232
Fe ²⁺ _Mn	80.817	83.668	80.848	81.194	80.547	83.745	83.936	80.938	80.082	80.436	80.598	78.863	81.095	79.796
Jd1	0.635	0.119	0.286	0.163	0.066	0.831	0.669	0.683	0.593	0.738	0.461	0.566	0.607	0.579
Ae1	38.848	39.36	37.395	39.405	38.563	40.612	39.772	38.095	38.148	37.939	37.892	36.744	38.027	36.902
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	0	0.366	0.308	0.305	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wo1	11.001	9.294	11.496	10.597	10.806	9.664	9.478	11.002	11.681	11.503	11.391	12.759	11.104	12.22
En1	1.167	0.71	0.722	1.071	1.486	0.223	0.333	1.049	0.906	0.841	0.921	0.903	0.86	0.794
Fs1	48.349	50.151	49.793	48.459	48.879	48.671	49.748	49.171	48.673	48.98	49.334	49.028	49.402	49.506
Q	1.154	1.17	1.201	1.165	1.19	1.098	1.15	1.17	1.17	1.177	1.188	1.2	1.178	1.208
J	1.505	1.524	1.453	1.526	1.498	1.555	1.561	1.479	1.477	1.482	1.476	1.425	1.483	1.448
Wo1	17.343	15.214	18.048	17.123	17.14	15.889	15.519	17.402	18.483	18.232	17.95	19.74	17.546	18.972
En1	1.84	1.118	1.103	1.683	2.314	0.367	0.545	1.66	1.434	1.333	1.452	1.397	1.359	1.232
Fs1	80.817	83.668	80.848	81.194	80.547	83.745	83.936	80.938	80.082	80.436	80.598	78.863	81.095	79.796
WEF	44.577	44.596	46.462	44.588	45.395	42.323	43.022	44.96	44.974	44.974	45.326	46.469	45.026	46.215
Jd1	55.423	55.404	53.538	55.412	54.605	57.677	56.978	55.04	55.026	55.026	54.674	53.531	54.974	53.785
Ae1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

Tabela 15.10 - Composição química de piroxênios de Satélite II (% peso)

Amostras	RP-45 468	RP-45 469	RP-45 470	RP-45 471	RP-45 472	RP-45 473	RP-45 474	RP-45 475	RP-45 476	RP-45 477	RP-45 478	RP-45 479	RP-45 480	RP-45 481
Localização	C2G3Fb	C2G3Fn	C2G5Fn	C2G5Fb	C3G1Fn	C3G1Fb	C3G2Fn	C3G2Fb	C4G1Fn	C4G1Fb	C4G2Fn	C4G2Fb	C5G1Fn	C5G1Fb
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.23	51.23	51.34	50.8	50.97	50.76	50.39	51.06	51.22	50.59	51.23	50.94	50.97	51.1
TiO ₂	0.22	0.24	0.2	0.23	0.17	0.23	0.25	0.14	0.17	0.28	0.28	0.12	0.37	0.13
Al ₂ O ₃	0.19	0.25	0.25	0.23	0.27	0.28	0.25	0.23	0.28	0.53	0.25	0.48	0.26	0.22
FeO	28.04	29.03	29.42	28.3	29.11	29.08	28.46	28.59	29.11	28.44	28.2	28.31	28.32	28.51
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	1.08	1.1	1.08	1.06	1.18	1.13	1.09	1.03	0.95	1.01	0.93	1.07	0.96	1.09
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0.31	0.24	0.27	0.31	0.33	0.3	0.32	0.28	0.12	0.16	0.32	0.28	0.45	0.33
CaO	5.35	4.84	5.41	5.07	5.46	5.3	5.36	5.15	4.96	5.16	4.53	4.61	5.44	5.34
Na ₂ O	9.3	9.76	9.46	9.46	9.39	9.61	9.54	9.66	10.05	9.58	10.1	9.69	9.54	9.48
K ₂ O	0	0.02	0.01	0.01	0	0.02	0	0	0	0.02	0	0	0.2	0.01
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.14	0.14	0.02	0.29	0.17	0.17	0.1	0.17	0.1	0.07	0.07	0.07	0.6	0.18
Total	95.72	96.71	97.44	95.47	96.88	96.71	95.66	96.14	96.86	95.77	95.84	95.5	96.51	96.21
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio														
TSi	2.045	2.021	2.016	2.031	2.012	2.004	2.009	2.024	2.012	2.015	2.028	2.031	2.013	2.027
TAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.009	0.012	0.012	0.011	0.013	0.013	0.012	0.011	0.013	0.025	0.012	0.023	0.012	0.01
M1Ti	0.007	0.007	0.006	0.007	0.005	0.007	0.007	0.004	0.005	0.008	0.008	0.004	0.011	0.004
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.936	0.958	0.966	0.946	0.961	0.96	0.949	0.948	0.957	0.947	0.934	0.944	0.935	0.946
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.018	0.014	0.016	0.018	0.019	0.018	0.019	0.017	0.007	0.009	0.019	0.017	0.026	0.02
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mn	0.037	0.037	0.036	0.036	0.039	0.038	0.037	0.035	0.032	0.034	0.031	0.036	0.032	0.037
M2Ca	0.229	0.205	0.228	0.217	0.231	0.224	0.229	0.219	0.209	0.22	0.192	0.197	0.23	0.227
M2Na	0.72	0.746	0.72	0.733	0.719	0.736	0.738	0.743	0.766	0.74	0.775	0.749	0.73	0.729
M2K	0	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0	0	0	0.001	0	0	0.01	0.001
Som_cat	4	3.999	3.999	3.999	4	3.999	4	4	4	3.999	4	4	3.99	3.999
Ca	18.758	16.862	18.275	17.834	18.462	18.083	18.559	17.963	17.343	18.182	16.341	16.498	18.804	18.468
Mg	1.512	1.163	1.269	1.517	1.553	1.424	1.542	1.359	0.584	0.784	1.606	1.394	2.164	1.588
Fe ²⁺ _Mn	79.73	81.974	80.456	80.649	79.985	80.493	79.9	80.678	82.073	81.034	82.053	82.108	79.032	79.944
Jd1	0.469	0.604	0.599	0.565	0.65	0.672	0.607	0.558	0.669	1.296	0.607	1.182	0.626	0.535
Ae1	37.354	38.252	36.741	37.742	36.588	37.328	37.519	38.002	38.839	37.334	39.774	38.108	37.696	37.431
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wo1	12.023	10.633	11.791	11.336	11.965	11.564	11.836	11.359	10.774	11.481	10.008	10.329	11.91	11.809
En1	0.969	0.734	0.819	0.964	1.006	0.911	0.983	0.859	0.363	0.495	0.984	0.873	1.371	1.015
Fs1	49.185	49.779	50.05	49.392	49.791	49.526	49.055	49.221	49.356	49.394	48.628	49.508	48.397	49.21
Q	1.183	1.176	1.21	1.182	1.212	1.202	1.197	1.183	1.172	1.177	1.145	1.158	1.192	1.192
J	1.44	1.493	1.441	1.467	1.438	1.471	1.475	1.485	1.531	1.48	1.551	1.498	1.461	1.458
Wo1	18.758	16.862	18.275	17.834	18.462	18.083	18.559	17.963	17.343	18.182	16.341	16.498	18.804	18.468
En1	1.512	1.163	1.269	1.517	1.553	1.424	1.542	1.359	0.584	0.784	1.606	1.394	2.164	1.588
Fs1	79.73	81.974	80.456	80.649	79.985	80.493	79.9	80.678	82.073	81.034	82.053	82.108	79.032	79.944
WEF	45.867	44.828	46.368	45.363	46.528	45.729	45.546	45.054	44.016	45.008	43.128	44.343	45.588	45.731
Jd1	54.133	55.172	53.632	54.637	53.472	54.271	54.454	54.946	55.984	54.992	56.872	55.657	54.412	54.269
Ae1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

Tabela 15.11 - Composição química de piroxênios de Satélite II (% peso)

Amostras	RP-45	RP-45	RP-45	RP-45	RP-50
Análises	482	483	532	533	117
Localização	C5G2Fn	C5G2Fb	C1G1Fn	C1G1Fb	C3G1b
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.34	50.82	51.02	51.32	51.279
TiO ₂	0.31	0.15	0.2	0.19	0.661
Al ₂ O ₃	0.23	0.23	0.22	0.26	1.073
FeO	28.61	28.12	28.94	28.75	22.484
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0.01	0
MnO	1.06	1.12	1.73	1.7	1.397
NiO	0	0	0	0	0.005
MgO	0.36	0.25	0.29	0.27	2.511
CaO	4.59	4.62	5.29	5.03	7.62
Na ₂ O	9.99	9.95	9.48	9.8	8.892
K ₂ O	0	0	0.01	0	0
ZnO	0	0	0	0	0.109
ZrO ₂	0.07	1.28	0	0	0
Total	96.49	95.26	97.18	97.33	96.03
Fórmula estrutural na base de 6 átomos de oxigênio					
TSi	2.023	2.027	2.009	2.011	2.007
Tal	0	0	0	0	0
TFe ³⁺	0	0	0	0	0
M1Al	0.011	0.011	0.01	0.012	0.049
M1Ti	0.009	0.005	0.006	0.006	0.019
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.943	0.938	0.953	0.942	0.736
M1Cr	0	0	0	0	0
M1Mg	0.021	0.015	0.017	0.016	0.147
M1Ni	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0
M2Fe ²⁺	0	0	0	0	0
M2Mn	0.035	0.038	0.058	0.056	0.046
M2Ca	0.194	0.197	0.223	0.211	0.32
M2Na	0.763	0.77	0.724	0.745	0.675
M2K	0	0	0.001	0	0
Som_cat	4	4	3.999	4	4
Ca	16.242	16.617	17.841	17.232	25.598
Mg	1.772	1.251	1.361	1.287	11.737
Fe ²⁺ _Mn	81.986	82.131	80.798	81.481	62.665
Jd1	0.556	0.563	0.532	0.627	2.635
Ae1	39.178	39.521	37.241	38.282	33.321
CFTS1	0	0	0	0	0
CTTS1	0	0	0	0	0
CATS1	0	0	0	0	0
Wo1	10.088	10.284	11.639	11.035	17.026
En1	1.101	0.774	0.888	0.824	7.806
Fs1	49.078	48.858	49.7	49.232	39.212
Q	1.158	1.15	1.193	1.169	1.202
J	1.527	1.539	1.448	1.49	1.35
Wo1	16.242	16.617	17.841	17.232	25.598
En1	1.772	1.251	1.361	1.287	11.737
Fs1	81.986	82.131	80.798	81.481	62.665
WEF	43.869	43.566	46.355	45.143	48.05
Jd1	56.131	56.434	53.645	54.857	51.95
Ae1	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

Tabela 15.12 - Composição química de piroxênios de Satélite I (% peso)

Amostras	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-56
Análises	557	559	561	562	563	565	569	570	604	576
Localção	C2G1Fn	C2G2Fn	C3G1Fn	C3G1Fb	C3G2Fn	C4G1Fn	C6G1Fn	C6G1Fb	C4G1n	C2G1n
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	52.45	51.56	51.61	50.85	51.63	51.64	50.91	50.55	51.66	49.02
TiO ₂	0.3	0.27	0.33	0.16	0.33	0.27	0.14	0.3	1	0.38
Al ₂ O ₃	0.41	0.53	0.75	0.52	0.65	0.65	0.58	0.45	1.07	0.5
FeO	15.26	18.03	15.75	18.75	16.03	16.54	17.38	19.92	25.3	27.94
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	1.43	1.72	1.54	1.68	1.53	1.59	1.76	1.81	1.17	1.65
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	9.54	7.86	8.83	6.74	9.54	9.05	7.8	6.23	1	0.45
CaO	22.3	20.94	20.63	20.33	20.91	21.02	20.93	20.86	6.46	10.49
Na ₂ O	0.61	0.76	1.15	1.26	0.69	0.9	0.84	0.81	9.55	6.67
K ₂ O	0	0.02	0	0.01	0.02	0.02	0	0.01	0.02	0.03
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0
ZrO ₂	0.05	0.08	0.07	0.06	0.08	0.04	0.06	0.09	0.76	0.29
Total	102.3	101.69	100.59	100.3	101.33	101.68	100.34	100.94	97.35	97.13
Fórmula estrutural na base de 6 átomos de oxigênio										
TSi	1.971	1.972	1.971	1.975	1.961	1.957	1.969	1.968	2.011	1.97
TAI	0.018	0.024	0.029	0.024	0.029	0.029	0.026	0.021	0	0.024
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0.049	0
M1Ti	0.008	0.008	0.009	0.005	0.009	0.008	0.004	0.009	0.029	0.011
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.457	0.544	0.482	0.605	0.451	0.481	0.546	0.63	0.823	0.939
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.535	0.448	0.503	0.39	0.54	0.511	0.45	0.362	0.058	0.027
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²⁺	0.023	0.033	0.021	0.004	0.059	0.043	0.016	0.019	0	0
M2Mn	0.046	0.056	0.05	0.055	0.049	0.051	0.058	0.06	0.039	0.056
M2Ca	0.898	0.858	0.844	0.846	0.851	0.853	0.867	0.87	0.269	0.452
M2Na	0.044	0.056	0.085	0.095	0.051	0.066	0.063	0.061	0.721	0.52
M2K	0	0.001	0	0	0.001	0.001	0	0	0.001	0.002
Som_cat	4	3.999	4	4	3.999	3.999	4	4	3.999	3.998
Ca	45.87	44.262	44.435	44.514	43.648	43.994	44.78	44.853	22.647	30.646
Mg	27.304	23.117	26.463	20.534	27.708	26.355	23.22	18.639	4.878	1.829
Fe ²⁺ _Mn	26.826	32.621	29.102	34.953	28.643	29.651	32.001	36.509	72.475	67.524
Jd1	0	0	0.268	0	0	0	0	0	2.619	0
Ae1	2.272	2.955	4.132	4.915	2.653	3.43	3.243	3.174	35.921	26.885
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	0.433	0.4	0.49	0.241	0.483	0.393	0.21	0.452	0	0.592
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wo1	45.462	43.825	43.134	43.353	43.108	43.239	44.447	44.355	14.386	22.702
En1	27.319	23.097	25.98	20.109	27.672	26.138	23.156	18.62	3.098	1.39
Fs1	24.514	29.723	25.996	31.382	26.084	26.799	28.944	33.398	43.976	48.43
Q	1.912	1.883	1.85	1.846	1.9	1.889	1.88	1.881	1.151	1.418
J	0.089	0.113	0.17	0.19	0.102	0.132	0.126	0.122	1.441	1.039
Wo1	45.87	44.262	44.435	44.514	43.648	43.994	44.78	44.853	22.647	30.646
En1	27.304	23.117	26.463	20.534	27.708	26.355	23.22	18.639	4.878	1.829
Fs1	26.826	32.621	29.102	34.953	28.643	29.651	32.001	36.509	72.475	67.524
WEF	95.656	94.505	91.772	90.921	95.045	93.617	93.892	94.07	45.212	58.64
Jd1	0	0	8.228	0	0	0	0	0	54.788	0
Ae1	0.044	0.057	0	0.095	0.052	0.067	0.063	0.062	0	0.521

Observações de abreviações como na tabela 15.0

Tabela 15.14 - Composição química de piroxênios de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230
Análises	937	938	939	940	941	942	943
Localização	C5G1b	C5G2Fn	C5G2Fb	C6G1Fn	C6G1Fb	C6G2Fn	C6G2Fb
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.71	51.3	50.26	50.76	51.36	51.65	51.02
TiO ₂	0.5	0.35	0.54	0.49	0.47	0.47	0.49
Al ₂ O ₃	1.32	1.4	1.33	1.41	1.33	1.42	1.37
FeO	12.06	11.7	14.91	13.05	12.6	11.51	12.62
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
MnO	1.06	1.05	1.21	1.14	1.13	0.96	1.12
NiO	0	0	0	0	0	0	0
MgO	9.68	9.85	8.03	9.31	10.07	10.79	10.21
CaO	21.88	21.7	21.43	21.77	21.99	21.87	21.7
Na ₂ O	1.3	1.57	1.59	1.52	1.25	0.99	1.09
K ₂ O	0.01	0.06	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.15	0.21	0.16	0.21	0.1	0.16	0.16
Total	99.52	98.98	99.3	99.45	100.2	99.66	99.62
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio							
TSi	1.969	1.955	1.938	1.937	1.942	1.957	1.942
TAl	0.031	0.045	0.06	0.063	0.058	0.043	0.058
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.029	0.018	0	0	0.002	0.021	0.003
M1Ti	0.014	0.01	0.016	0.014	0.013	0.013	0.014
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.384	0.373	0.481	0.416	0.398	0.356	0.402
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.55	0.56	0.462	0.53	0.568	0.61	0.579
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²	0	0	0	0	0	0.008	0
M2Mn	0.034	0.034	0.04	0.037	0.036	0.031	0.036
M2Ca	0.893	0.886	0.885	0.89	0.891	0.888	0.885
M2Na	0.096	0.116	0.119	0.112	0.092	0.073	0.08
M2K	0	0.003	0	0	0	0	0
Sum_cat	4	3.997	4	4	4	4	4
Ca	47.982	47.831	47.414	47.521	47.058	46.905	46.525
Mg	29.537	30.209	24.72	28.277	29.984	32.199	30.458
Fe ²⁺ _Mn	22.481	21.959	27.866	24.202	22.958	20.896	23.018
Jd1	1.483	0.941	0	0.021	0.079	1.07	0.174
Ae1	3.534	5.198	6.107	5.751	4.624	2.689	3.959
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	0.745	0.518	0.805	0.722	0.686	0.692	0.721
CATS1	0	0	0	0	0	0	0
Wo1	45.683	45.214	44.677	44.955	45.033	45.196	44.744
En1	28.58	28.883	23.712	27.179	29.131	31.501	29.764
Fs1	19.975	19.246	24.699	21.372	20.447	18.851	20.638
Q	1.826	1.819	1.828	1.836	1.857	1.862	1.866
J	0.192	0.232	0.238	0.225	0.183	0.145	0.161
Wo1	47.982	47.831	47.414	47.521	47.058	46.905	46.525
En1	29.537	30.209	24.72	28.277	29.984	32.199	30.458
Fs1	22.481	21.959	27.866	24.202	22.958	20.896	23.018
WEF	90.646	88.869	88.705	89.278	91.173	92.863	92.201
Jd1	9.354	11.131	0	10.722	8.827	7.137	7.799
Ae1	0	0	0.119	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

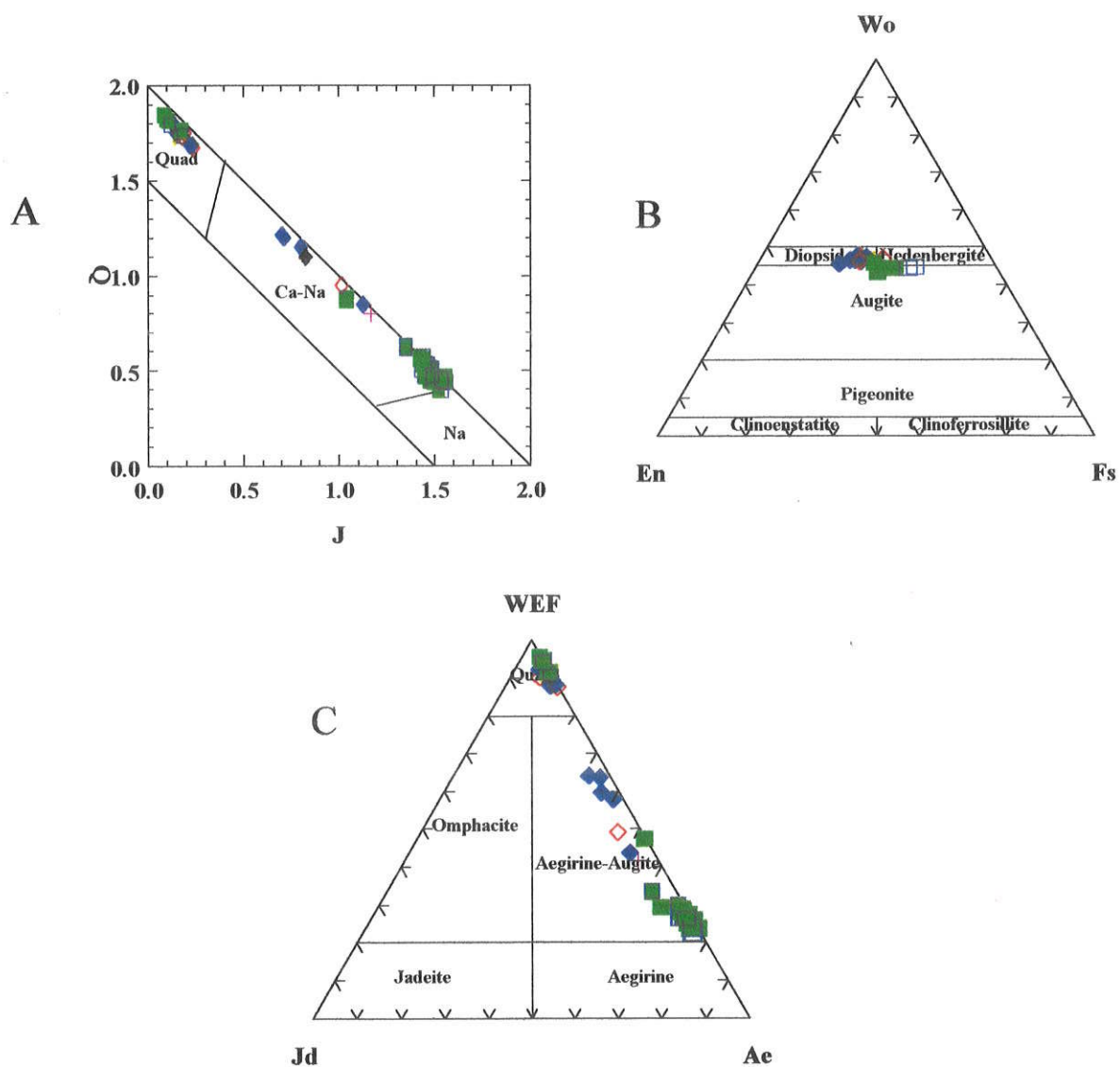


Figura 46 (A, B e C) - Distribuição dos piroxênios das rochas de Cerro Siete Cabezas e Satélites I e II nos diagramas de classificação do IMA (Morimoto, 1989). **Símbolos:** núcleos de fenocristais e outros grãos em sienitos alcalinos (quadrados cheios); bordas de fenocristais e outros em sienitos alcalinos (quadrados vazios); núcleos de cristais em nefelina sienitos (losangos vazios); grãos da matriz (cruzes); inclusões (xis), borda de reação, quadrado semi-cheio.

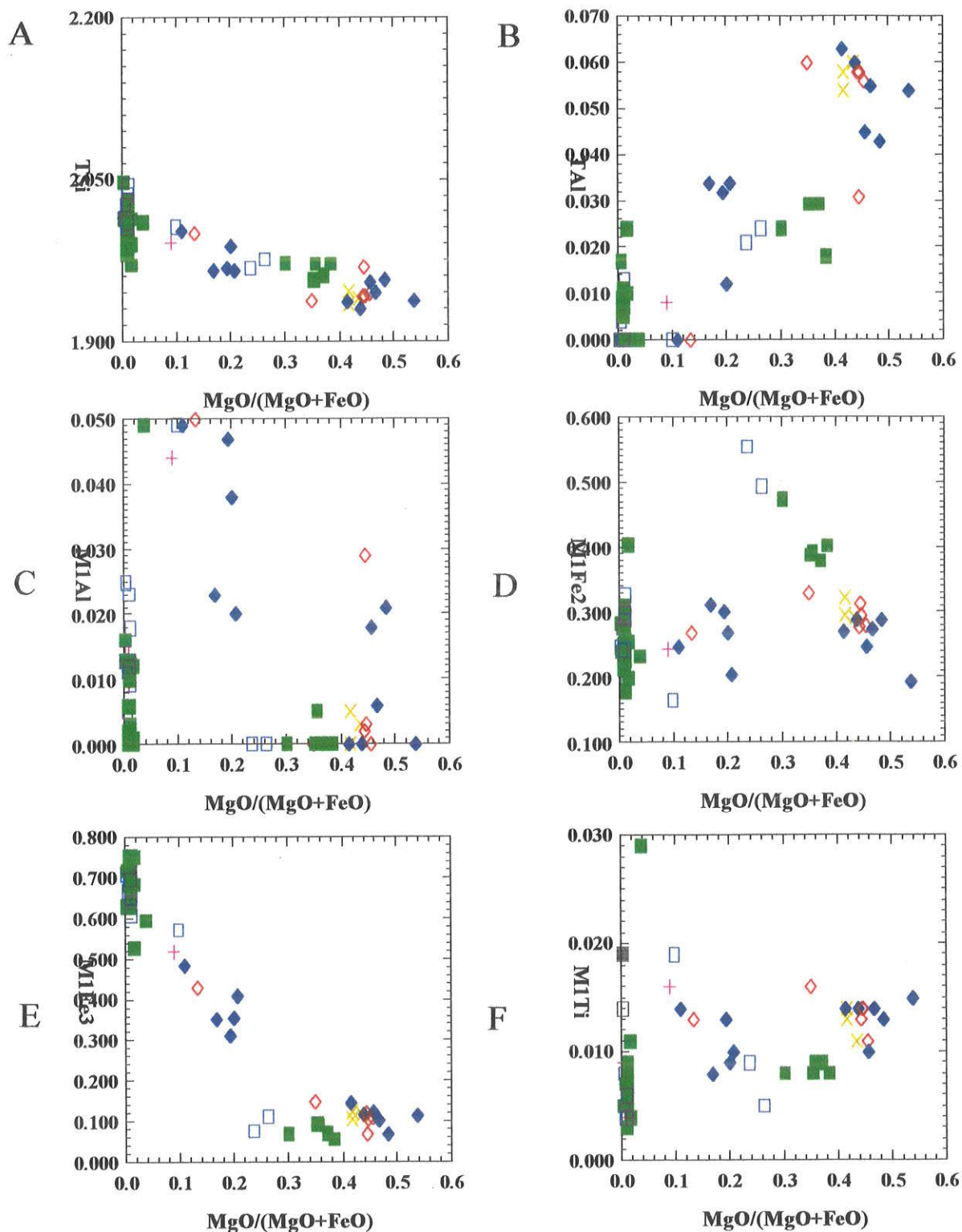


Figura 47 (A, B, C, D, E e F) Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas de Cerro Siete Cabezas, Satélite I e Satélite II. Símbolos como na figura 46.

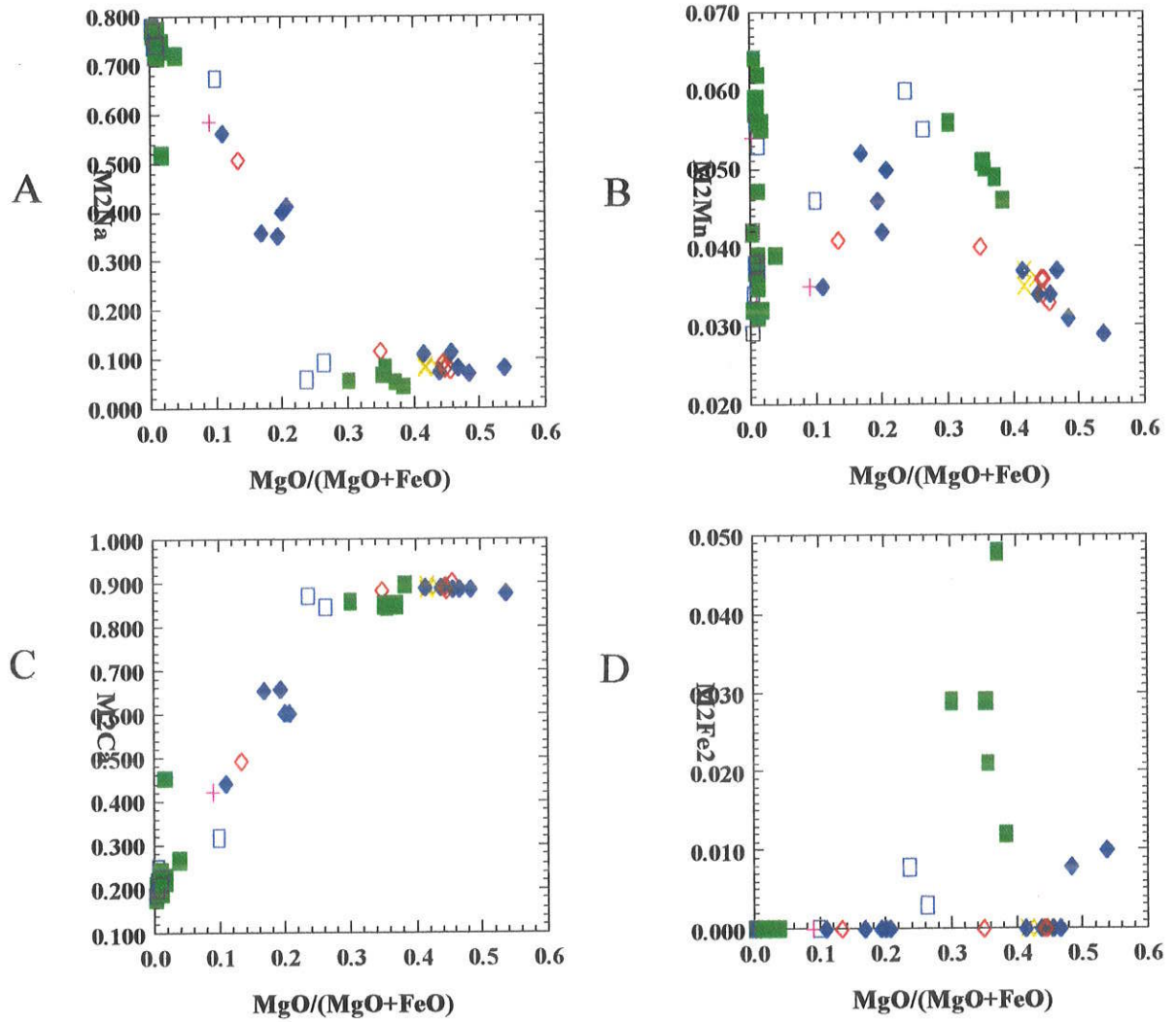


Figura 48 (A, B, C e D) – Diagramas de variação composicional de piroxênios de Cerro Siete Cabezas e corpos Satélites I e II. Símbolos como na figura 46.

V.4.3 – Ilha Fecho dos Morros

Os piroxênios que ocorrem nos litotipos pertencentes à Ilha Fecho dos Morros apresentam-se preferencialmente como cristais bem desenvolvidos (granulação muito grossa), chegando a constituir, por vezes, texturas pegmatíticas. Trata-se de sienitos nefelínicos, cujos litotipos predominam nos afloramentos mais característicos da ilha. Suas composições químicas podem ser observadas nas tabelas 15.15 e 15.16 juntamente com as fórmulas estruturais, calculada na base de seis átomos de oxigênio e componentes moleculares.

Na observação da tabela 15.15 constata-se que os teores de CaO mostram acentuado enriquecimento na amostra 201-A (média de 21%) e empobrecimento em Na₂O, com teor médio de 1,5%. Por outro lado, os teores de Na₂O dos piroxênios de sienitos nefelínicos das demais amostras estudadas apresentam valores de até 10,2%.

Os piroxênios dos sienitos nefelínicos da Ilha Fecho dos Morros plotam-se nos campos Quad, cálcicos-sódicos e sódicos. Os piroxênios do Quad classificam-se como salitas no diagrama Wo-En-Fs (Figura 49-A), enquanto que os cálcico-sódicos e sódicos correspondem respectivamente às egrina-augita e egrina no diagrama WEF-Jd-Ae (Figura.49-B)

O exame das fórmulas estruturais indica que, excetuando-se 2 amostras, todos os sítios tetraédricos estão ocupados por Si, não necessitando de preenchimento de Al na posição Z (Figuras 50-A e B). As posições octaédricas regulares M1 estão ocupadas por Al^{IV}, Fe³⁺, Ti e Fe²⁺ (Figuras 50-C, D, E e F), ao passo que as irregulares M2 são preenchidas por Na, Mn e Ca (Figuras 51-A, B, C e D).

Tabela 15.15 - Composição química de piroxênios da Ilha de Fecho dos Morros (% peso)

Amostra	RP-91 1052	RP-91 1153	RP-91. 1053	RP-91. 1054	RP-91. 1057	RP-91. 1058	RP-91. 1059	RP-91. 1060	RP-201A 1073	RP-201A 1077
Localização	C4G1n	C1G1n	C4G1b	C4G2n	C3G1n	C3G2n	C2G1n	C1G1n	C4G1n	C1G1n
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.36	51.45	51.57	51.07	51.76	51.62	51.92	51.23	52.42	52.31
TiO ₂	0.79	0.95	0.97	1.36	0.43	0.25	0.11	1.71	0.7	0.64
Al ₂ O ₃	0.26	0.24	0.19	0.25	0.44	0.29	0.26	0.26	1.21	0.89
FeO	27.97	27.91	28.4	26.98	28.21	27.4	25	26.93	8.69	9.91
Cr ₂ O ₃	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.03
MnO	0.85	0.81	0.75	0.92	0.72	0.78	1.17	0.92	0.54	0.53
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	1.15	1.15	0.78	1.3	1.09	1.32	2.89	1.42	13.35	12.1
CaO	4.1	3.16	2.87	4.82	3.12	3.8	7.16	2.35	21.23	20.45
Na ₂ O	10.05	10.55	10.66	9.63	10.74	10.37	8.7	11.23	1.39	1.68
K ₂ O	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.02
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	96.53	96.24	96.2	96.33	96.52	95.84	97.22	96.06	99.53	98.56
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio										
TSi	2.015	2.017	2.026	2.013	2.018	2.027	2.015	1.998	1.952	1.977
TAI	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0.048	0.023
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.012	0.011	0.009	0.012	0.02	0.013	0.012	0.01	0.005	0.017
M1Ti	0.023	0.028	0.029	0.04	0.013	0.007	0.003	0.05	0.02	0.018
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.897	0.893	0.917	0.872	0.904	0.9	0.811	0.857	0.235	0.282
M1Cr	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0.001
M1Mg	0.067	0.067	0.046	0.076	0.063	0.077	0.167	0.083	0.741	0.682
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²	0.02	0.022	0.016	0.017	0.016	0	0	0.022	0.036	0.031
M2Mn	0.028	0.027	0.025	0.031	0.024	0.026	0.038	0.03	0.017	0.017
M2Ca	0.172	0.133	0.121	0.204	0.13	0.16	0.298	0.098	0.847	0.828
M2Na	0.764	0.802	0.812	0.736	0.812	0.789	0.655	0.849	0.1	0.123
M2K	0	0	0.001	0	0	0.001	0	0	0	0.001
Sum_cat	4	4	3.999	4	4	3.999	4	4	4	3.999
Ca	14.537	11.624	10.743	16.963	11.46	13.748	22.644	9.013	45.156	45.004
Mg	5.673	5.886	4.062	6.366	5.571	6.645	12.717	7.578	39.509	37.051
Fe ²⁺ _Mn	79.79	82.49	85.195	76.672	82.969	79.607	64.639	83.409	15.335	17.945
JD1	0.625	0.578	0.46	0.609	1.049	0.696	0.615	0.538	0.238	0.858
AE1	39.156	41.257	42.035	38.02	41.135	40.304	33.306	43.978	4.885	5.514
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	0	0	0	0	0	0	0	0.088	1.001	0.934
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WO1	8.968	6.924	6.318	10.684	6.767	8.296	15.414	5.057	42.234	41.594
EN1	3.5	3.506	2.389	4.009	3.29	4.01	8.657	4.325	37.828	35.012
FS1	47.751	47.734	48.799	46.678	47.759	46.694	42.009	46.015	13.814	16.086
Q	1.157	1.115	1.099	1.169	1.113	1.137	1.276	1.059	1.858	1.823
J	1.529	1.604	1.624	1.472	1.624	1.579	1.309	1.699	0.201	0.246
WO	14.537	11.624	10.743	16.963	11.46	13.748	22.644	9.013	45.156	45.004
EN	5.673	5.886	4.062	6.366	5.571	6.645	12.717	7.578	39.509	37.051
FS	79.79	82.49	85.195	76.672	82.969	79.607	64.639	83.409	15.335	17.945
WEF	43.673	41.586	40.913	44.91	41.189	42.41	50.103	39.078	90.333	88.197
JD	56.327	58.414	59.087	55.09	58.811	57.59	49.897	60.922	9.667	11.803
AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

Tabela 15.16 – Composição química dos piroxênios da Ilha Fecho dos Morros (% peso)

Amostra	RP-222	RP-222	RP-222	RP-222	RP-222	RP-222	RP-222	RP-222
Análises	1084	1085	1086	1088	1089	1090	1091	1092
Localização	C1G1m	C1G2m	C1G3m	C2G1m	C3G1m	C4G1m	C4G2m	C5G1m
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	52.06	51.78	52.45	52.98	52.32	51.67	51.81	52.19
TiO ₂	2.63	3.16	3.19	2.69	1.96	1.84	2.1	2.69
Al ₂ O ₃	0.94	0.86	0.84	0.91	0.99	1.14	0.94	0.97
FeO	26.02	25.24	24.52	25.16	26.91	26.79	26.11	25.43
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.47	0.67	0.62	0.57	0.44	0.45	0.61	0.48
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0.81	0.98	1.1	1.05	0.55	0.59	0.9	0.82
CaO	2.07	1.64	1.75	1.28	1.45	1.82	2.58	2.11
Na ₂ O	11.76	12.36	11.1	12.35	12.27	11.97	11.71	11.94
K ₂ O	0	0	0.03	0.09	0.03	0.02	0.01	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.28	0.11	0.14	0.08	0.36	0.36	0.24	0.17
Total	96.76	96.69	95.6	97.08	96.92	96.29	96.77	96.63
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio								
TSi	2.011	1.991	2.058	2.026	2.012	2.002	1.999	2.014
TAI	0	0.009	0	0	0	0	0.001	0
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.043	0.03	0.039	0.041	0.045	0.052	0.042	0.044
M1Ti	0.076	0.091	0.094	0.077	0.057	0.054	0.061	0.078
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.834	0.812	0.803	0.805	0.865	0.86	0.842	0.821
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.047	0.056	0.064	0.06	0.032	0.034	0.052	0.047
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ₂	0.007	0	0.002	0	0	0.008	0	0
M2Mn	0.015	0.022	0.021	0.018	0.014	0.015	0.02	0.016
M2Ca	0.086	0.068	0.074	0.052	0.06	0.076	0.107	0.087
M2Na	0.881	0.922	0.844	0.916	0.915	0.899	0.876	0.893
M2K	0	0	0.002	0.004	0.001	0.001	0	0
Sum_cat	4	4	3.998	3.996	3.999	3.999	4	4
Ca	8.669	7.059	7.639	5.607	6.153	7.613	10.448	8.986
Mg	4.72	5.869	6.681	6.399	3.247	3.434	5.071	4.859
Fe ²⁺ _Mn	86.611	87.073	85.681	87.994	90.6	88.954	84.481	86.154
Jd1	2.307	1.611	2.17	2.231	2.394	2.77	2.22	2.385
Ae1	45.21	48.016	45.132	47.856	46.53	45.169	44.468	45.947
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	0	0.486	0	0	0	0	0.055	0
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0
Wo1	4.622	3.152	4.113	2.855	3.19	4.023	5.626	4.719
En1	2.516	3.025	3.598	3.258	1.683	1.815	2.757	2.552
Fs1	45.345	43.709	44.987	43.8	46.203	46.224	44.874	44.397
Q	0.973	0.935	0.942	0.917	0.956	0.978	1.001	0.955
J	1.762	1.843	1.689	1.832	1.829	1.798	1.752	1.787
Wo1	8.669	7.059	7.639	5.607	6.153	7.613	10.448	8.986
En1	4.72	5.869	6.681	6.399	3.247	3.434	5.071	4.859
Fs1	86.611	87.073	85.681	87.994	90.6	88.954	84.481	86.154
WEF	35.938	34.182	36.315	33.807	34.669	35.559	36.814	35.204
Jd1	64.062	65.818	63.685	66.193	65.331	64.441	63.186	64.796
Ae1	0	0	0	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

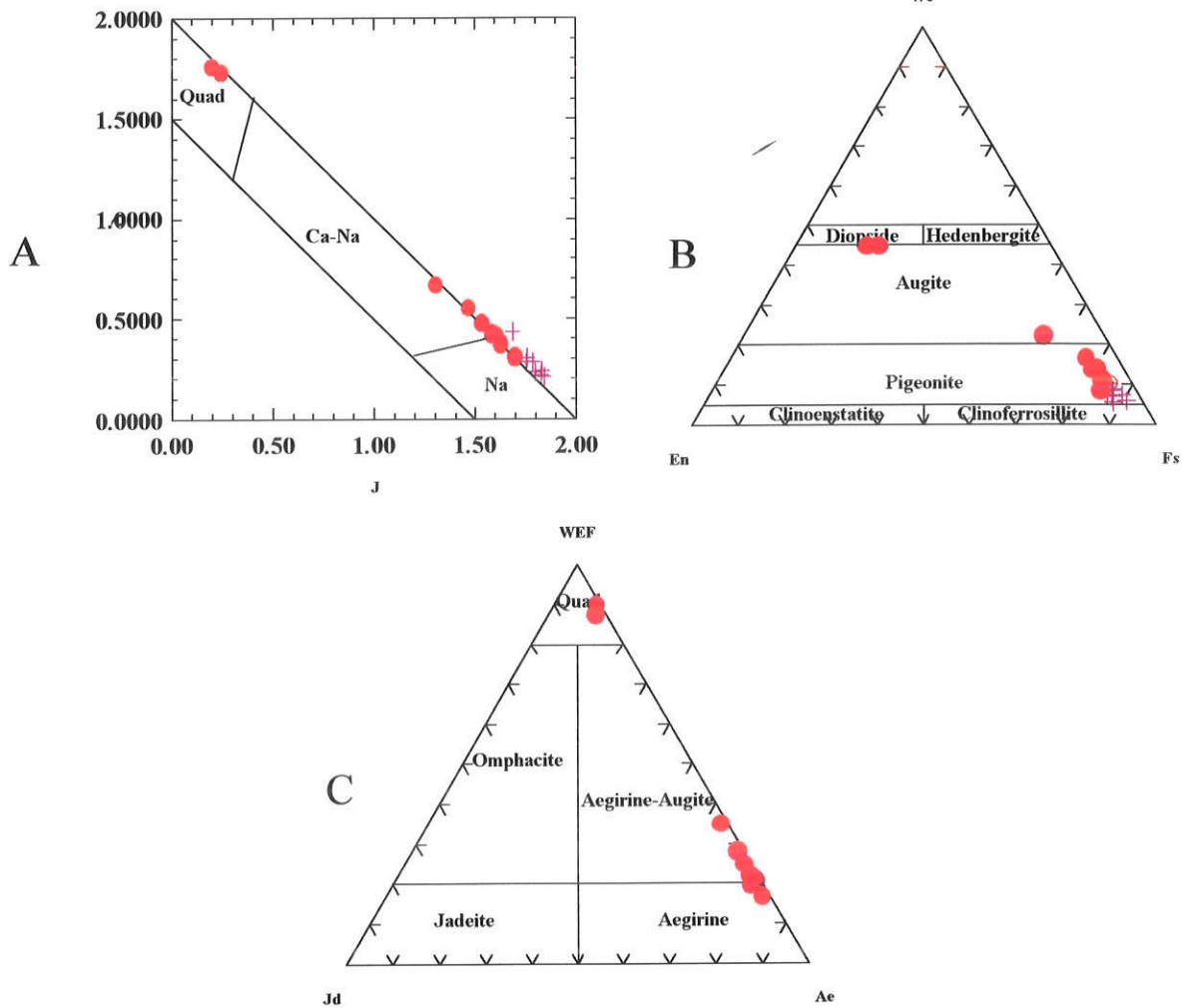


Figura 49 (A, B e C) -Distribuição dos piroxênios das rochas da Ilha Fecho dos Morros nos diagramas do IMA (Morimoto, 1989) . **Simbolos como na figura 42.**

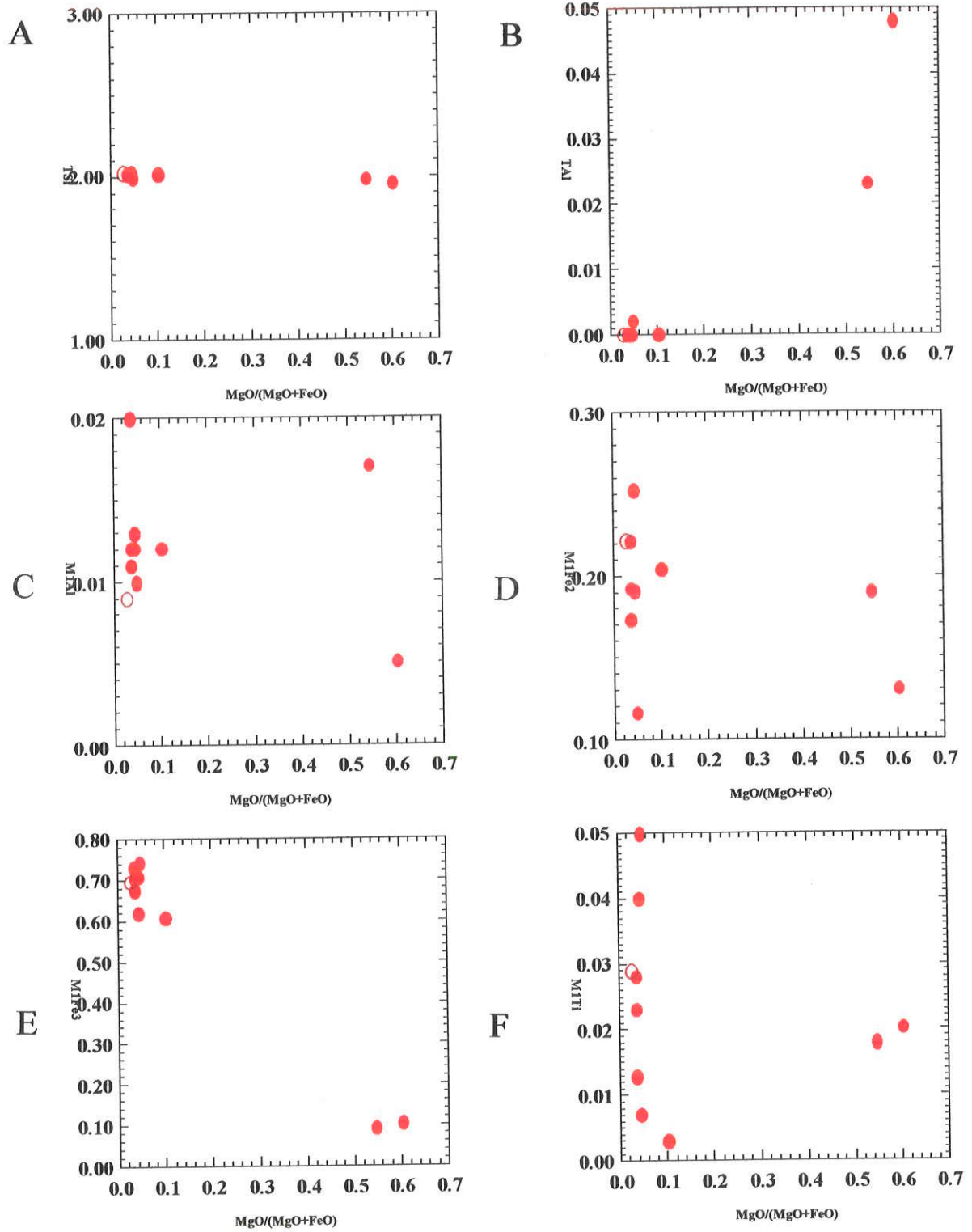


Figura 50 (A, B, C, D, E e F) - Diagramas de variação composicional dos piroxênios das rochas da Ilha Fecho dos Morros. Símbolos como na figura 42.

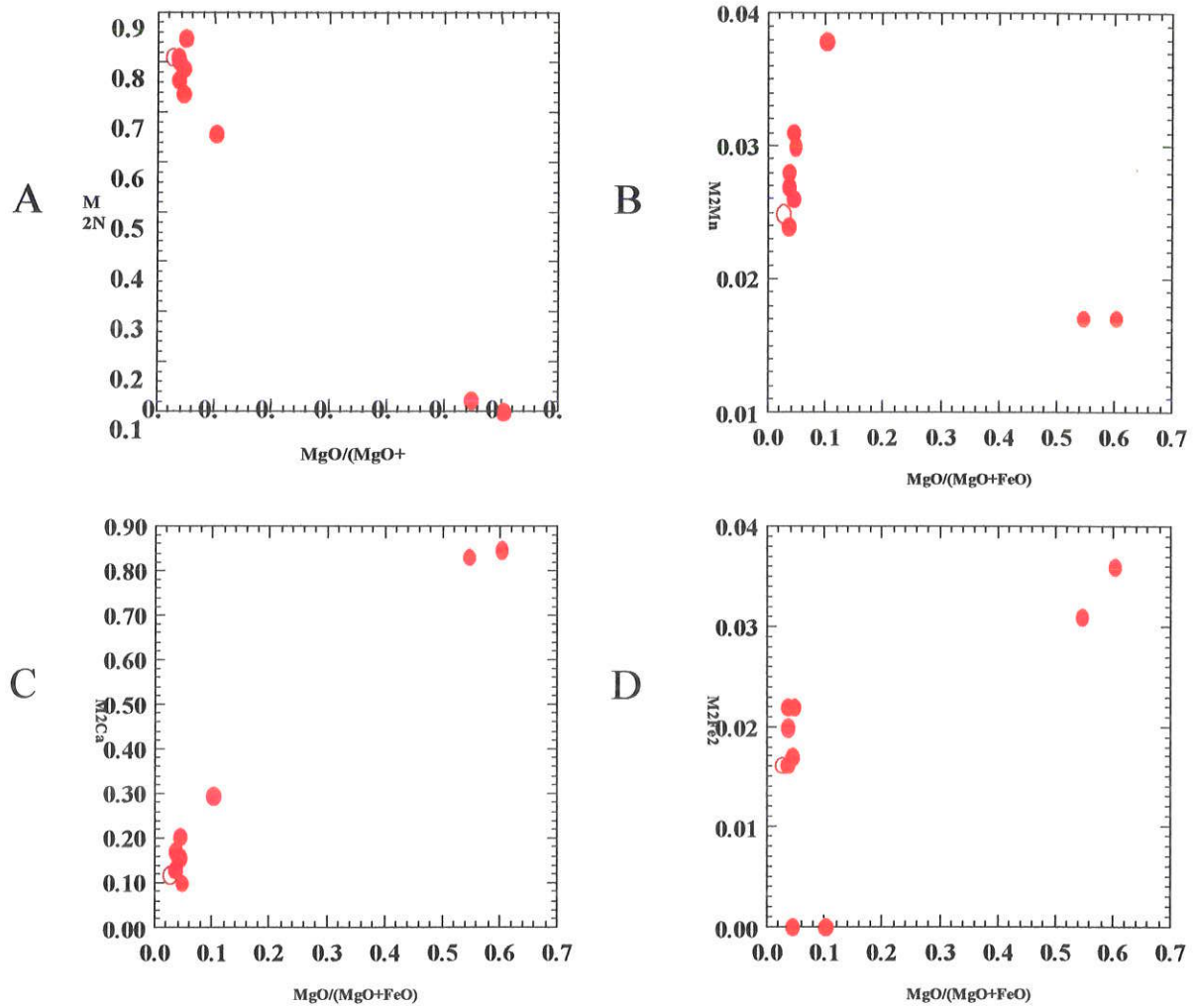


Figura 51 (A, B, C e D) -Diagramas de variação composicional dos piroxênios das rochas da Ilha Fecho dos Morros. Símbolos como na figura 42.

V.4.4 – Cerrito

Petrograficamente, as rochas de Cerrito contendo piroxênio estão representadas por litotipos de granulação variável de média a grossa, existindo, por vezes, rochas com textura pegmatítica. Composicionalmente, correspondem a sienitos nefelínicos.

Contando com uma quantidade de 19 análises presentes nas tabelas 15.17 e 15.18, os piroxênios de Cerrito apresentam concentrações de TiO_2 entre 0,8 e 1,58% e de Al_2O_3 entre 1,9 e 3,25%.

Diferentemente dos termos cálcico-sódicos e sódicos das rochas dos outros corpos aqui estudados, os piroxênios dos sienitos nefelínicos do maciço de Cerrito locam-se apenas no campo do Quad do diagrama Q-J e Wo-Jd-Ae (Figuras 52-A e C), sendo classificados no diagrama Wo-En-Fs como salitas (Figura 52-B).

As variações iônicas junto às posições estruturais ocupadas estão representadas nas figuras 53-A, B, C, D, E e F e 54-A, B, C e D. Nelas, pode-se verificar os altos teores de Si (1,9 a 2,0 a.f.u.) no grupo tetraédrico, ocupado preferencialmente por este cátion e secundariamente por Al^{IV} , enquanto que as posições octaédricas regulares M1 estão preenchidas por Al^{VI} , Ti, Fe^{3+} e Fe^{2+} . As posições irregulares M2 estão ocupadas por Na, Fe^{2+} , Mn e Ca. Nota-se enriquecimento em Al^{IV} e Ti e empobrecimento em Al^{VI} , Fe^{3+} e Fe^{2+} na posição M1, enquanto que na posição M2 o Ca se enriquece, com conseqüente perda de Na, Fe^{2+} e Mn.

Tabela 15.18 - Composição química de piroxênios de Cerrito (% peso)

Amostra	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198
Análises	814	815	816	817	818
Localização	C4G2b	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.36	50.78	52.11	51.44	52.13
TiO ₂	1.08	1.38	0.97	0.89	0.81
Al ₂ O ₃	2.61	3.25	2.53	2.56	2.17
FeO	7.59	7.32	0.04	7.98	8.19
Cr ₂ O ₃	0.02	0	0.04	0	0
MnO	0.47	0.47	0.44	0.51	0.47
NiO	0	0	0	0	0
MgO	13.32	13.25	13.38	12.93	13.41
CaO	22.05	22.2	22.43	22.21	22.54
Na ₂ O	1.12	1.09	1.02	1.12	1
K ₂ O	0	0.02	0.02	0	0
ZnO	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.39	0.2	0.19	0.37	0.29
Total	99.62	99.76	92.98	99.64	100.72
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio					
TSi	1.908	1.883	2.039	1.915	1.92
Tal	0.092	0.117	0	0.085	0.08
TFe ³⁺	0	0	0	0	0
M1Al	0.022	0.025	0.117	0.027	0.014
M1Ti	0.03	0.039	0.029	0.025	0.022
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.209	0.203	0.001	0.231	0.228
M1Cr	0.001	0	0.001	0	0
M1Mg	0.738	0.733	0.78	0.717	0.736
M1Ni	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0
M2Fe ²	0.027	0.024	0	0.017	0.025
M2Mn	0.015	0.015	0.015	0.016	0.015
M2Ca	0.878	0.882	0.94	0.886	0.889
M2Na	0.081	0.078	0.077	0.081	0.071
M2K	0	0.001	0.001	0	0
Sum_cat	4	3.999	3.999	4	4
Ca	47.036	47.516	54.145	47.424	46.995
Mg	39.534	39.46	44.94	38.415	38.902
Fe ²⁺ _Mn	13.43	13.024	0.915	14.161	14.103
Jd1	1.16	1.325	4.354	1.383	0.707
Ae1	3.016	2.805	0	2.8	2.956
CFTS1	0	0	0.069	0	0
CTTS1	1.562	2.004	0	1.289	1.151
CATS1	0	0	0	0	0
Wo1	43.869	43.915	52.158	44.546	44.476
En1	38.186	38.133	43.348	37.128	37.77
Fs1	12.206	11.818	0.073	12.854	12.94
Q	1.851	1.842	1.722	1.851	1.878
J	0.161	0.157	0.155	0.162	0.143
Wo1	47.036	47.516	54.145	47.424	46.995
En1	39.534	39.46	44.94	38.415	38.902
Fs1	13.43	13.024	0.915	14.161	14.103
WEF	92.041	92.213	91.817	92.034	92.983
Jd1	7.959	7.787	8.183	7.966	7.017
Ae1	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

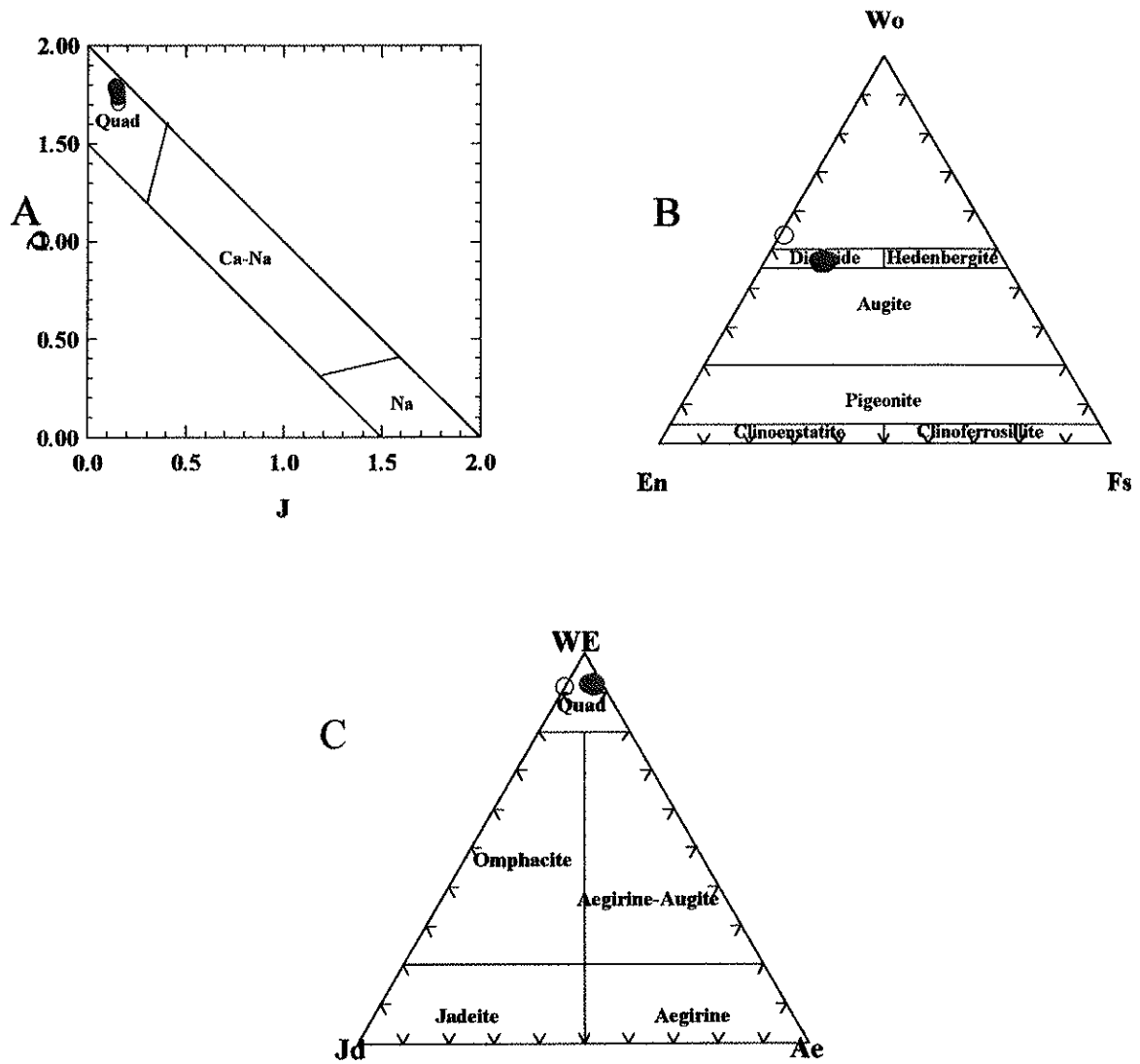


Figura 52 (A, B e C) - Composição dos piroxênios das rochas do corpo Cerrito nos diagramas do IMA (Morimoto, 1989). Símbolos como na figura 42.

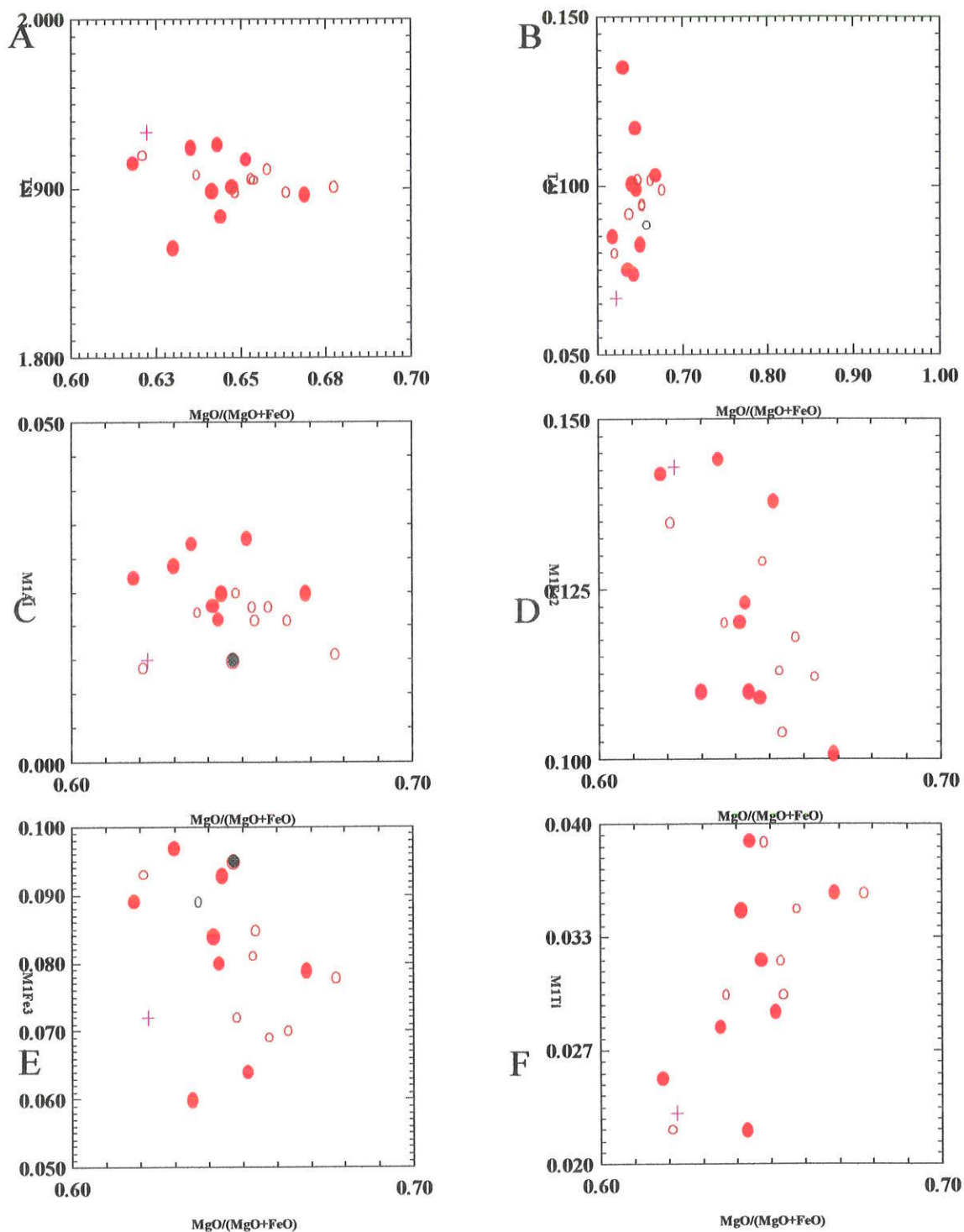


Figura 53 (A, B, C, D, E e F) - Diagramas de variação composicional dos piroxênios das rochas de Cerrito. Símbolos como na figura 42.

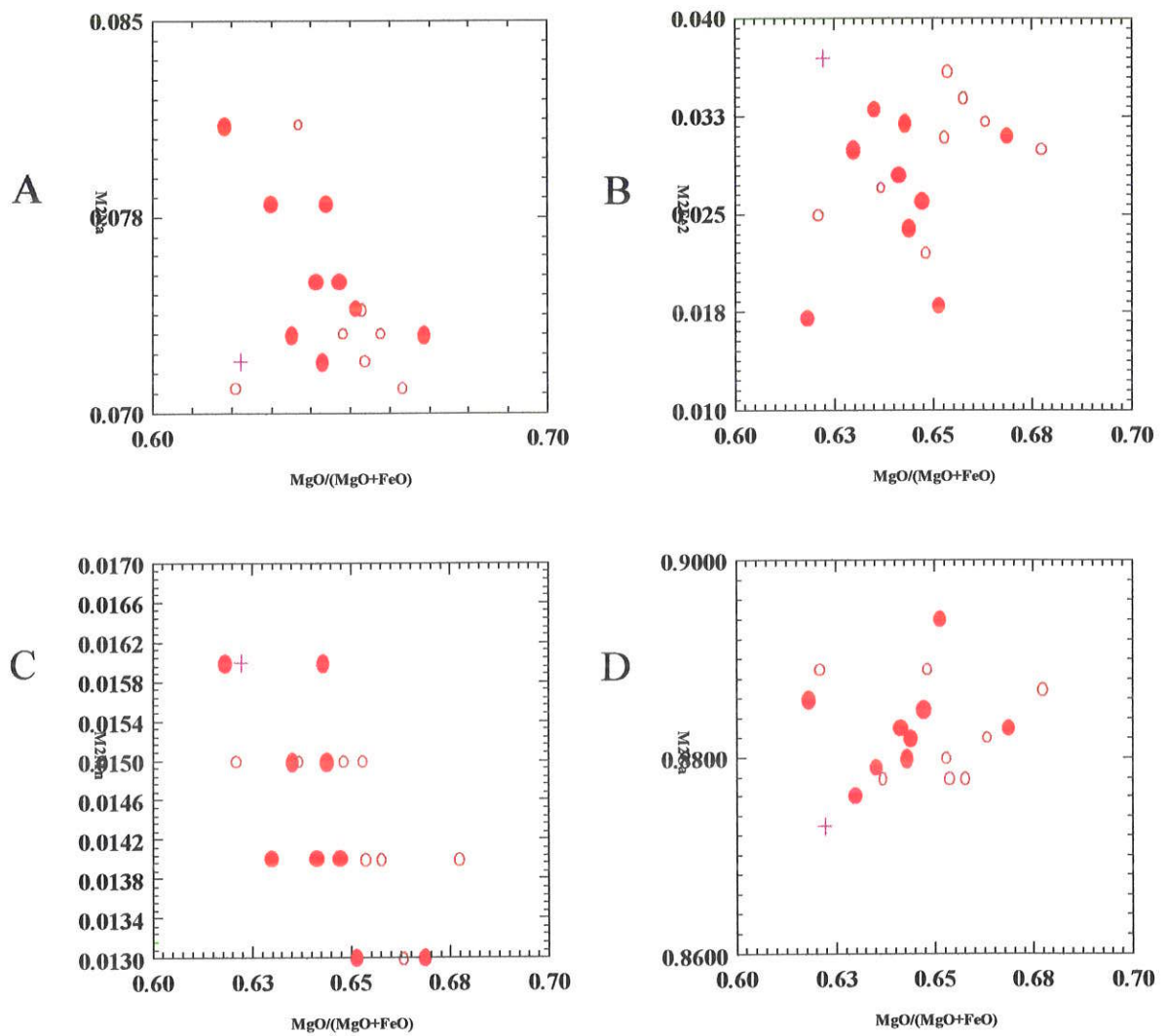


Figura 54 (A, B, C e D) - Diagramas de variação composicional dos piroxênios das rochas de Cerrito. Símbolos como na figura 42.

V.4.5 – Pão de Açúcar

No Morro Pão de Açúcar os litotipos mais comuns portadores de microfenocristais de piroxênio são as rochas traquifonolíticas com textura porfirítica. Nesta ocorrência, as características ópticas dos piroxênios não diferem daquelas encontradas em outros corpos da Província Alcalina Alto Paraguai.

Os dados analíticos podem ser visualizados nas tabelas 15.19 a 15.20, perfazendo uma população de 17 análises. Nelas, são ressaltadas principalmente os altos teores em MgO e CaO, de respectivamente 13,89 e 21,73%. Já os valores médios de Na₂O situam-se por volta de 1,6%, exceto 3 análises onde os teores médios alcançam 10%.

Os piroxênios de Pão de Açúcar locam-se principalmente no campo Quad do diagrama Q-J (Figura 55-A), com algumas poucas amostras situadas no campo dos piroxênios cálcico-sódicos e coincidindo com o campo da salita/ferrossalita no diagrama Wo-En-Fs (Figura 55-B). Em relação ao diagrama WEF-Jd-Ae (Figura 55-C), os piroxênios locam-se nos campos Quad e dos egirina-augita.

Nos diagramas das figuras 56-A e 56-B, que relacionam as posições tetraédricas ocupadas (Si e Al) com o índice de diferenciação (mg#), nota-se um grande intervalo com 1,9 a 2,0 a.f.u. (átomos por fórmula unitária) indicativo de que o Si não preenche todo o espaço tetraédrico, necessitando de Al o bastante para completar o grupo Z. Já as posições octaédricas irregulares (M1) estão ocupadas por Al, Ti, Fe³⁺ e Fe²⁺ onde, à exceção do Ti, todos os elementos evidenciam tendências de empobrecimento (Figuras 56-C, D, E e F) enquanto que nas posições octaédricas regulares ocorre empobrecimento em Na (Figura 57-A) e enriquecimento em Fe²⁺ e Ca (Figura 57-B e D) e comportamento indistinto em Mn (Figura 57-C).

Tabela 15.20 – Composição química dos piroxênios de Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-207	RP-207	RP-207
Análises	827	838	839
Localização	C3G2b	C2G1n	C2G1b
Mineral	Px	Px	Px
SiO ₂	52.26	52.76	52.97
TiO ₂	0.89	0.73	0.73
Al ₂ O ₃	1.22	1.2	1.29
FeO	9.3	8.41	8.47
Cr ₂ O ₃	0	0	0
MnO	0.8	0.7	0.75
NiO	0	0	0
MgO	12.18	13.06	13.19
CaO	21.02	21.63	21.56
Na ₂ O	1.92	1.42	1.55
K ₂ O	0	0.01	0.02
ZnO	0	0.02	0
ZrO ₂	0.29	0.22	0.17
Total	99.59	99.94	100.53

Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio

TSi	1.95	1.958	1.952
TAI	0.05	0.042	0.048
TFe ³⁺	0	0	0
M1Al	0.003	0.011	0.008
M1Ti	0.025	0.02	0.02
M1Fe ³⁺	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.29	0.246	0.247
M1Cr	0	0	0
M1Mg	0.677	0.723	0.725
M1Ni	0	0	0
M2Mg	0	0	0
M2Fe ₂	0	0.015	0.014
M2Mn	0.025	0.022	0.023
M2Ca	0.84	0.86	0.851
M2Na	0.139	0.102	0.111
M2K	0	0	0.001
Sum_cat	4	4	3.999
Ca	45.836	46.1	45.759
Mg	36.955	38.729	38.951
Fe ²⁺ _Mn	17.208	15.17	15.29
Jd1	0.163	0.56	0.404
Ae1	6.972	4.714	5.328
CFTS1	0	0	0
CTTS1	1.283	1.047	1.038
CATS1	0	0	0
Wo1	41.878	43.143	42.647
En1	34.798	37.124	37.186
Fs1	14.905	13.411	13.396
Q	1.808	1.844	1.837
J	0.278	0.204	0.221
Wo1	45.836	46.1	45.759
En1	36.955	38.729	38.951
Fs1	17.208	15.17	15.29
WEF	86.84	90.127	89.36
Jd1	13.16	9.873	10.64
Ae1	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

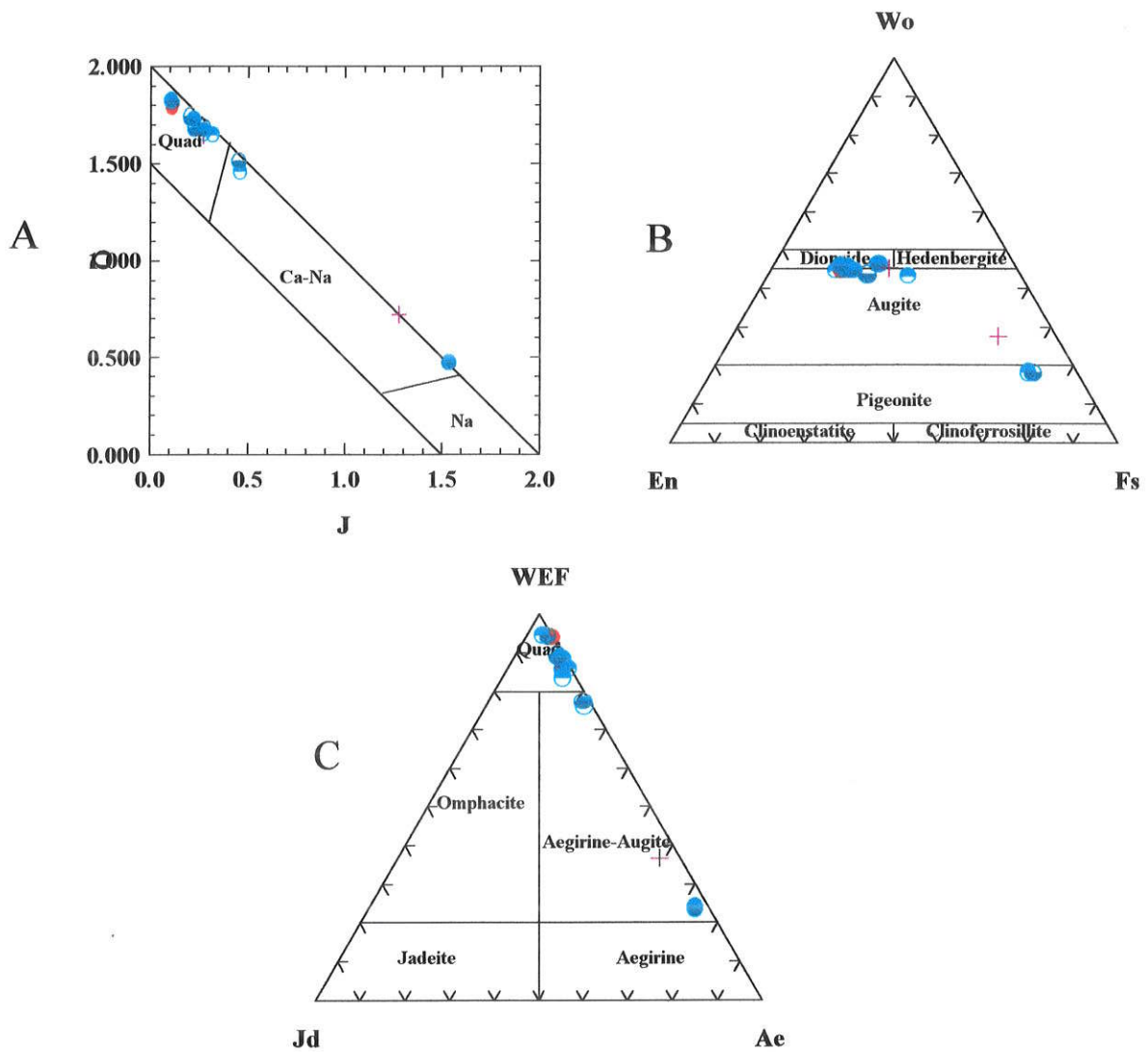


Figura 55 (A, B e C) -Composição dos piroxênios das rochas do Morro Pão de Açúcar, locados nos diagramas de classificação do IMA (Morimoto, 1989). Símbolos : núcleos de cristais provenientes de traquifonolitos (círculos com a metade inferior preenchida); bordas de cristais de traquifonolitos (círculos com a metade superior preenchidas); cristais da matriz da rocha (cruzes) e inclusões (xis).

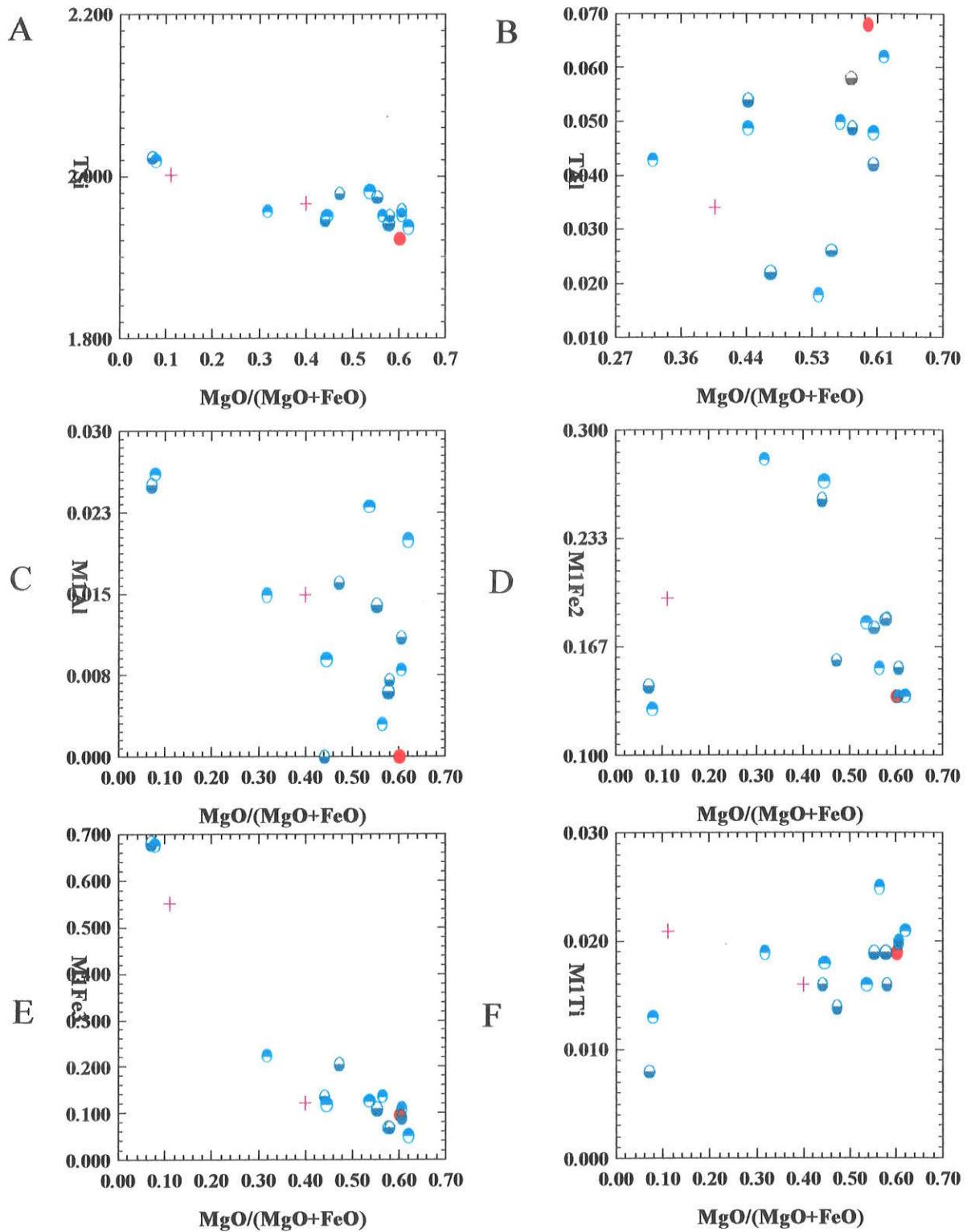


Figura 56 (A, B, C, D, E e F) - Diagramas de variação composicional de piroxênios das rochas do Morro Pão de Açúcar. Símbolos como na figura 55.

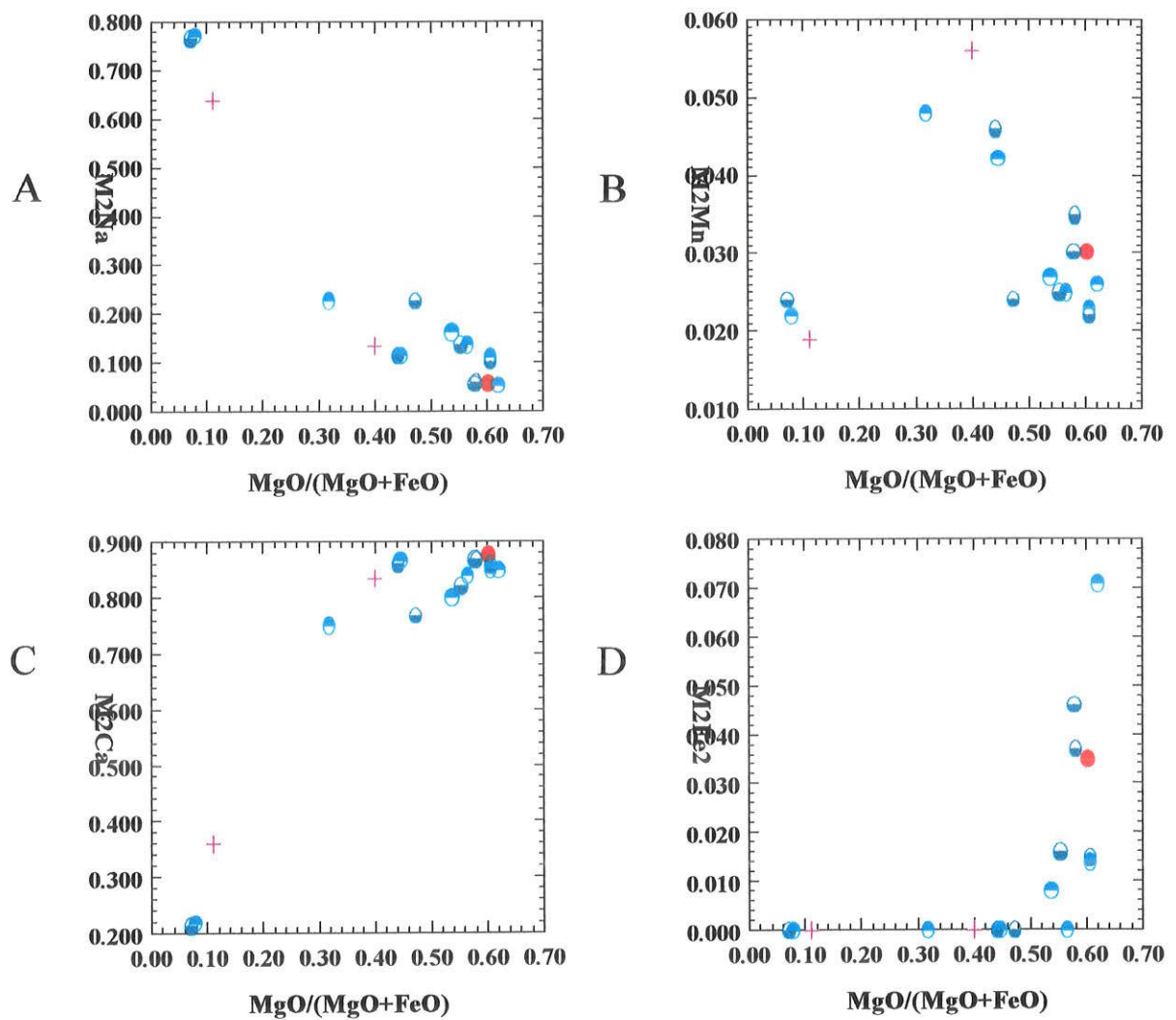


Figura 57 (A, B, C e D) Diagramas de variação composicional de piroxênios do Morro Pão de Açúcar. Símbolos como na figura 55.

V.4.6 – São Pedro

Os litotipos do corpo alcalino denominado São Pedro possuidores de piroxênios são preferencialmente sienitos alcalinos.

Na tabela 15.21 podem ser observados os resultados analíticos dos piroxênios desse corpo, onde ficam evidenciados os teores elevados em Al_2O_3 , geralmente superiores a 2%. Apresentam ainda como características químicas, valores médios de MgO de 8,3% e de CaO em torno de 21,5%.

Nas figuras 58-A e 58-C nas quais podem ser observados os diagramas Q-J e WEF-Jd-Ae, os piroxênios de São Pedro locam-se apenas no campo Quad (similarmente aos diagramas construídos para o corpo de Cerrito) enquanto que a composição apresentada no diagrama Wo-En-Fs (Figura 58-B) corresponde às salitas.

A exemplo de Pão de Açúcar, o sítio tetraédrico dos piroxênios de São Pedro não estão totalmente preenchidos, necessitando de Al^{IV} para complementação das posições (Figuras 59-A e B). As posições octaédricas irregulares (M1) estão preenchidas por Al^{VI} , Fe^{2+} , Fe^{3+} e Ti (Figuras 59-C, D, E e F) onde à excessão do último elemento (Ti), todos os demais mostram correlação negativa. As posições (M2) acham-se ocupadas por Na e Mn mostrando correlação negativa (Figuras 60-A e B) e Ca correlacionando-se positivamente (Figura 60-C) em relação ao índice de diferenciação (mg#).

Tabela 15.21- Composição química de piroxênios do Morro São Pedro (% peso)

Amostra	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-256	RP-256	RP-256	RP-256	RP-256
Análises	1092	1097	1098	1101	1109	1110	1111	1112	1113
Localização	C2G1n	C2G1Fn	C2G1Fb	C3G1n	C2G1Fn	C2G1Fb	C2G2Fbr	C3G1Fn	C3G1Fb
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	51.2	51.2	51.08	50.99	52.43	50.89	51.79	51.86	51.68
TiO ₂	1.04	1.04	1.13	1	0.69	0.42	0.6	0.56	0.44
Al ₂ O ₃	2.18	2.18	2.5	2.34	1.1	1.57	1.29	1.15	1.33
FeO	9.6	9.6	9.47	10.81	8.5	14.41	9.92	11.06	12.29
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.67	0.67	0.64	0.75	0.74	1.27	0.87	0.93	1.13
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	11.46	11.46	11.37	10.74	12.68	8.41	11.13	10.35	9.65
CaO	22.09	22.09	22.09	22.08	21.77	20.1	21.62	21.46	20.81
Na ₂ O	1.5	1.5	1.37	1.48	1.38	2.27	1.69	1.77	1.91
K ₂ O	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0.25	0.25	0.23	0.2	0.07	0.16	0.09	0.07	0.12
Total	99.75	99.75	99.65	100.19	99.29	99.35	98.92	99.14	99.24
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio									
TSi	1.917	1.917	1.917	1.911	1.962	1.945	1.957	1.966	1.965
TAI	0.083	0.083	0.083	0.089	0.038	0.055	0.043	0.034	0.035
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.013	0.013	0.027	0.015	0.011	0.015	0.015	0.017	0.025
M1Ti	0.029	0.029	0.032	0.028	0.019	0.012	0.017	0.016	0.013
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0.301	0.301	0.297	0.339	0.263	0.461	0.314	0.351	0.391
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.64	0.64	0.636	0.6	0.707	0.479	0.627	0.585	0.547
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Fe ²	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0
M2Mn	0.021	0.021	0.02	0.024	0.023	0.041	0.028	0.03	0.036
M2Ca	0.886	0.886	0.888	0.887	0.873	0.823	0.875	0.872	0.848
M2Na	0.109	0.109	0.1	0.108	0.1	0.168	0.124	0.13	0.141
M2K	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum_cat	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ca	47.961	47.961	48.223	47.944	46.684	45.627	47.478	47.447	46.531
Mg	34.62	34.62	34.536	32.448	37.834	26.562	34.008	31.84	30.022
Fe ²⁺ _Mn	17.419	17.419	17.241	19.609	15.482	27.811	18.514	20.713	23.447
JD1	0.692	0.692	1.405	0.756	0.545	0.8	0.758	0.882	1.277
AE1	4.958	4.958	3.784	4.808	4.599	7.934	5.649	5.834	6.033
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	1.513	1.513	1.66	1.458	0.998	0.625	0.879	0.824	0.653
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WO1	44.264	44.264	44.571	44.408	43.847	41.987	44.238	44.168	43.355
EN1	33.044	33.044	33.109	31.042	36.343	24.808	32.317	30.192	28.395
FS1	15.528	15.528	15.47	17.528	13.667	23.845	16.158	18.099	20.287
Q	1.827	1.827	1.821	1.826	1.846	1.763	1.816	1.807	1.786
J	0.218	0.218	0.199	0.215	0.2	0.336	0.248	0.26	0.282
WO	47.961	47.961	48.223	47.944	46.684	45.627	47.478	47.447	46.531
EN	34.62	34.62	34.536	32.448	37.834	26.562	34.008	31.84	30.022
FS	17.419	17.419	17.241	19.609	15.482	27.811	18.514	20.713	23.447
WEF	89.455	89.455	90.232	89.58	90.325	84.281	88.158	87.593	86.612
JD	10.545	10.545	9.768	10.42	9.675	15.719	11.842	12.407	13.388
AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

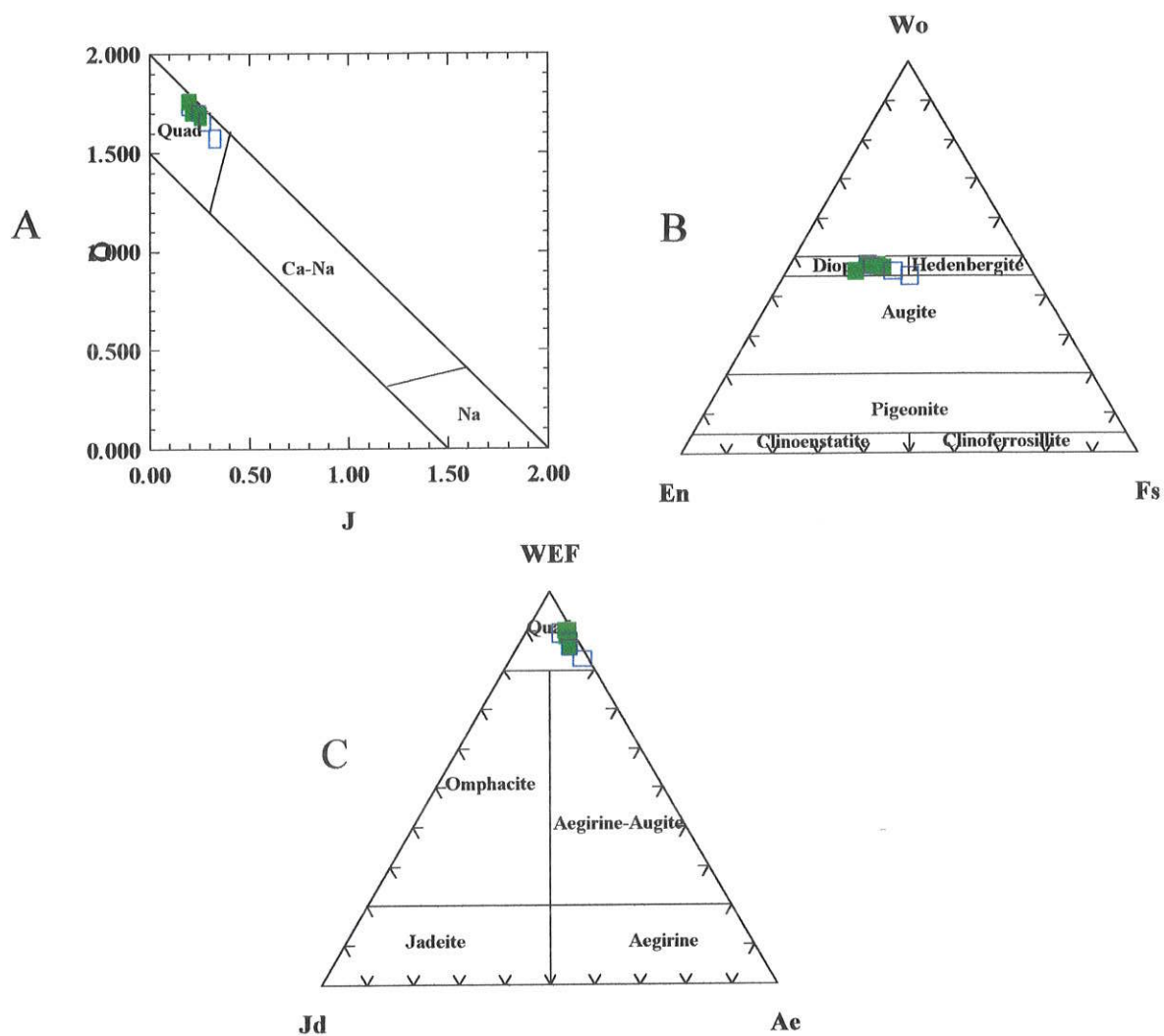


Figura 58 (A, B e C) Distribuição dos piroxênios das rochas do Morro São Pedro nos diagramas do IMA (Morimoto, 1989). Os litotipos representados são RP-255 (nefelina sienito) e RP-256 (fonolito peralcalino). **Simbolos como na figura 49.**

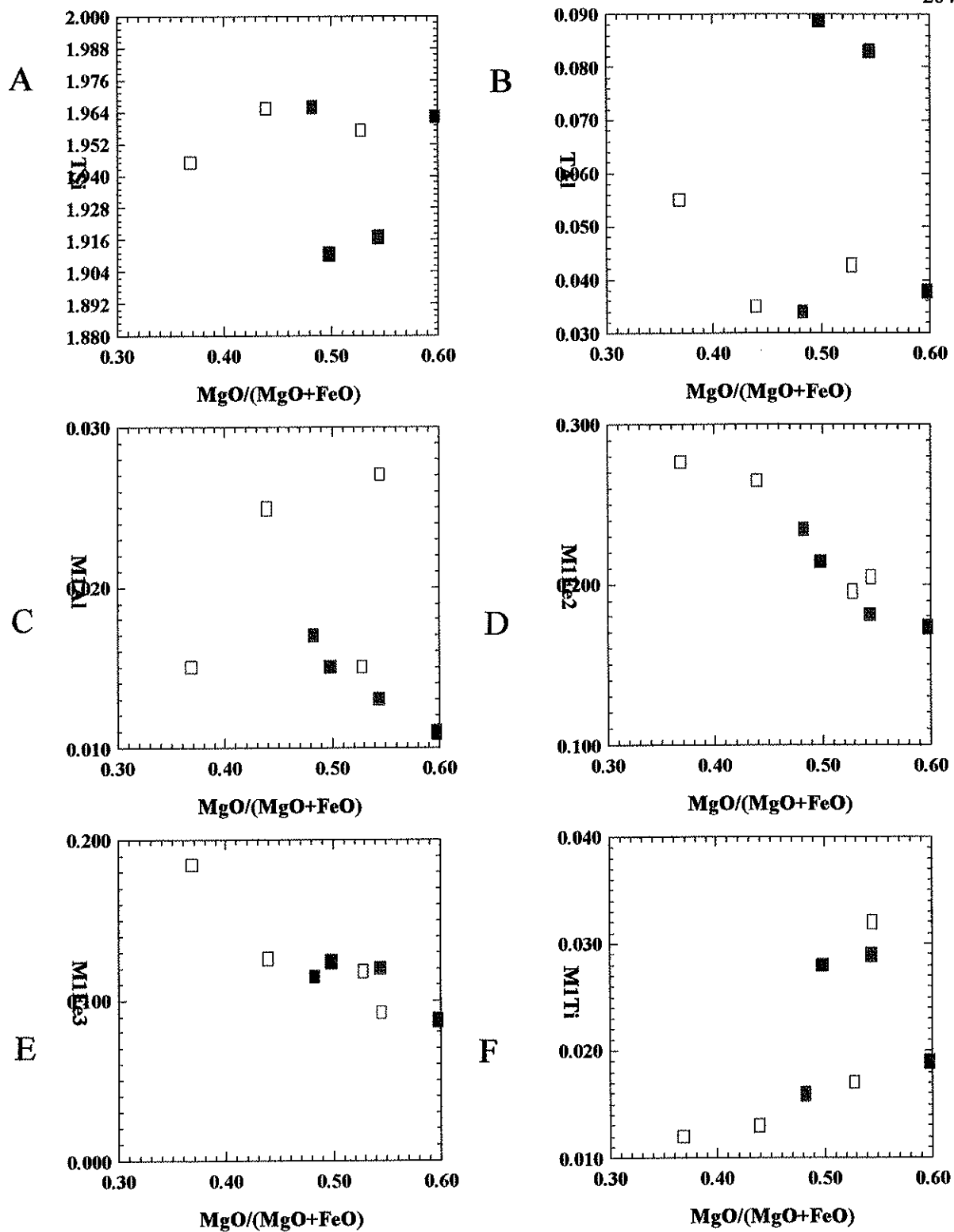


Figura 59 (A, B, C, D, E e F) - Diagramas de variação composicional dos piroxênios das rochas do Morro São Pedro. Símbolos como na figura 49.

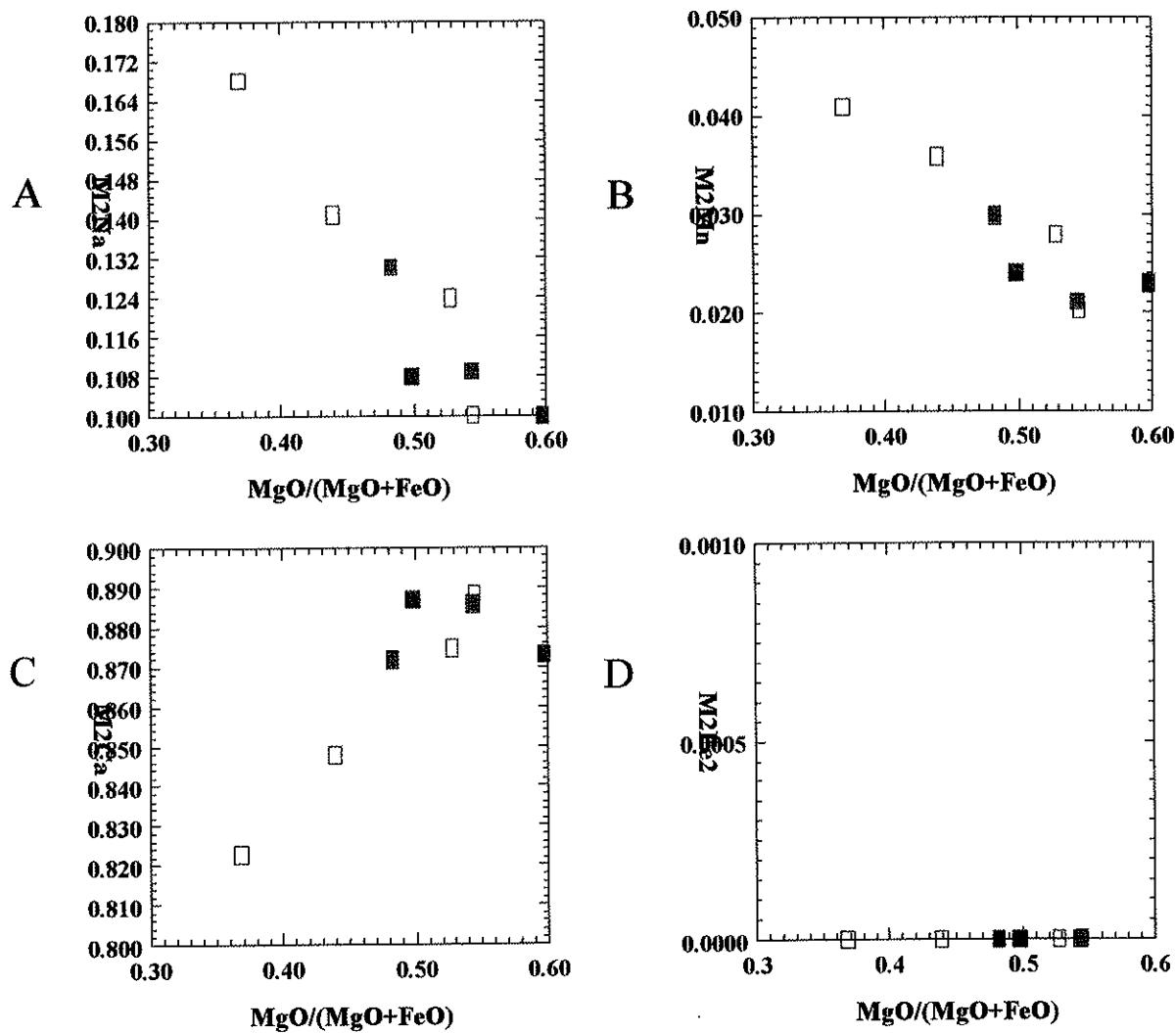


Figura 60 (A, B, C e D) - Diagramas de variação composicional de piroxênios do Morro São Pedro. Símbolos como na figura 49.

V.4.7 – Morro Distante

No corpo alcalino denominado neste trabalho de Morro Distante, foram efetuadas 8 análises de piroxênios em uma amostra (RP-264) petrograficamente distinguida como fonolito peralcalino. Essas análises químicas são apresentadas na tabela 15.22.

A exemplo dos piroxênios das rochas de São Pedro, os teores de alguns elementos são muito elevados tais como: Al_2O_3 podendo atingir 4,65%, MgO até 17,62% e CaO até 22,03%.

Nesse corpofoi efetuada a classificação dos piroxênios nos diagramas da IMA (Q-J e WEF-Jd-Ae) onde eles apresentam composição dentro do campo Quad (Figuras 61-A e C). Já no diagrama Wo-En-Fs (Figura 61-B), a quase totalidade das análises de piroxênios pertencentes à matriz plotam-se como salitas, enquanto que os minerais provenientes de fenocristais estão locados no campo das augitas.

Tentativamente foram elaborados os diagramas binários de correlação catiônica para os piroxênios das rochas de Morro Distante, porém, em razão do pequeno número de dados, o estudo dos sítios tetraédrico e octaédricos (regulares e irregulares) mostrou comportamento indistinto em quase todos os diagramas elaborados (Figuras 62-A, B, C, D, E e F e 63-A-B-C e D).

Tabela 15.22 - Composição química de piroxênios de Morro Distante (% peso)

Amostra	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264
Análises	637	638	639	640	641	658	659	660
Localção	C1G1m	C1G2Fn	C1G2Fb	C3G1n	C3G1b	C2G1m	C3G1incl	C5G1m
Mineral	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px	Px
SiO ₂	50.01	50.66	50.37	51.61	52.63	52.84	52.78	52.74
TiO ₂	1.01	0.75	1.09	0.13	0.18	0.22	0.34	0.29
Al ₂ O ₃	4.56	4.06	4.65	3.35	2.61	1.03	0.87	0.65
FeO	9.73	8.61	9.79	11.08	10.6	8.54	8.69	9.9
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.98	0.86	0.91	2.23	2.06	1.16	1.12	1.26
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	17.62	17.6	17.13	17.06	17.49	13.59	13.97	13.08
CaO	10.76	10.63	11.03	9.78	10.05	22.11	22.03	21.57
Na ₂ O	2.09	1.49	2.08	1.7	1.44	0.58	0.58	0.56
K ₂ O	0.64	0.71	0.67	0.34	0.27	0	0.01	0
ZnO	0	0	0	0	0	0.02	0	0.01
ZrO ₂	0.02	0.02	0.09	0.02	0.02	0.05	0	0
Total	97.4	95.37	97.72	97.28	97.33	100.09	100.39	100.06
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio								
TSi	1.856	1.923	1.868	1.939	1.978	1.968	1.958	1.976
Tal	0.144	0.077	0.132	0.061	0.022	0.032	0.038	0.024
TFe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.055	0.105	0.071	0.088	0.094	0.013	0	0.005
M1Ti	0.028	0.021	0.03	0.004	0.005	0.006	0.009	0.008
M1Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Fe ²⁺	0	0	0	0	0	0.227	0.218	0.257
M1Cr	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Mg	0.916	0.874	0.899	0.909	0.901	0.754	0.772	0.731
M1Ni	0	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0.059	0.122	0.048	0.047	0.079	0	0	0
M2Fe ₂	0.302	0.273	0.304	0.348	0.333	0.039	0.051	0.053
M2Mn	0.031	0.028	0.029	0.071	0.066	0.037	0.035	0.04
M2Ca	0.428	0.432	0.438	0.394	0.405	0.882	0.875	0.866
M2Na	0.15	0.11	0.15	0.124	0.105	0.042	0.042	0.041
M2K	0.03	0.034	0.032	0.016	0.013	0	0	0
Sum_cat	3.97	3.966	3.968	3.984	3.987	4	4	4
Ca	24.653	25.001	25.517	22.263	22.693	45.492	44.835	44.481
Mg	56.171	57.594	55.14	54.036	54.948	38.906	39.559	37.53
Fe ²⁺ -Mn	19.176	17.405	19.343	23.701	22.359	15.602	15.606	17.989
JD1	2.941	5.683	3.793	4.765	5.099	0.66	0	0.236
AE1	6.643	2.122	5.9	2.861	1.323	1.493	2.153	1.853
CFTS1	0	0	0	0	0	0	0	0
CTTS1	1.495	1.16	1.626	0.2	0.277	0.317	0.484	0.42
CATS1	0	0	0	0	0	0	0	0
WO1	21.198	22.264	21.808	21.225	21.769	45.051	44.19	44.045
EN1	51.705	53.962	50.638	52.001	53.383	38.8	39.418	37.517
FS1	16.017	14.809	16.235	18.946	18.15	13.678	13.755	15.929
Q	1.705	1.702	1.689	1.698	1.718	1.903	1.917	1.907
J	0.301	0.219	0.299	0.248	0.21	0.084	0.083	0.081
WO	24.653	25.001	25.517	22.263	22.693	45.492	44.835	44.481
EN	56.171	57.594	55.14	54.036	54.948	38.906	39.559	37.53
FS	19.176	17.405	19.343	23.701	22.359	15.602	15.606	17.989
WEF	85.228	88.744	85.167	87.714	89.471	95.859	95.903	95.988
JD	14.772	11.256	14.833	12.286	10.529	4.141	0	4.012
AE	0	0	0	0	0	0	0.042	0

Observações de abreviações como na tabela 15.0

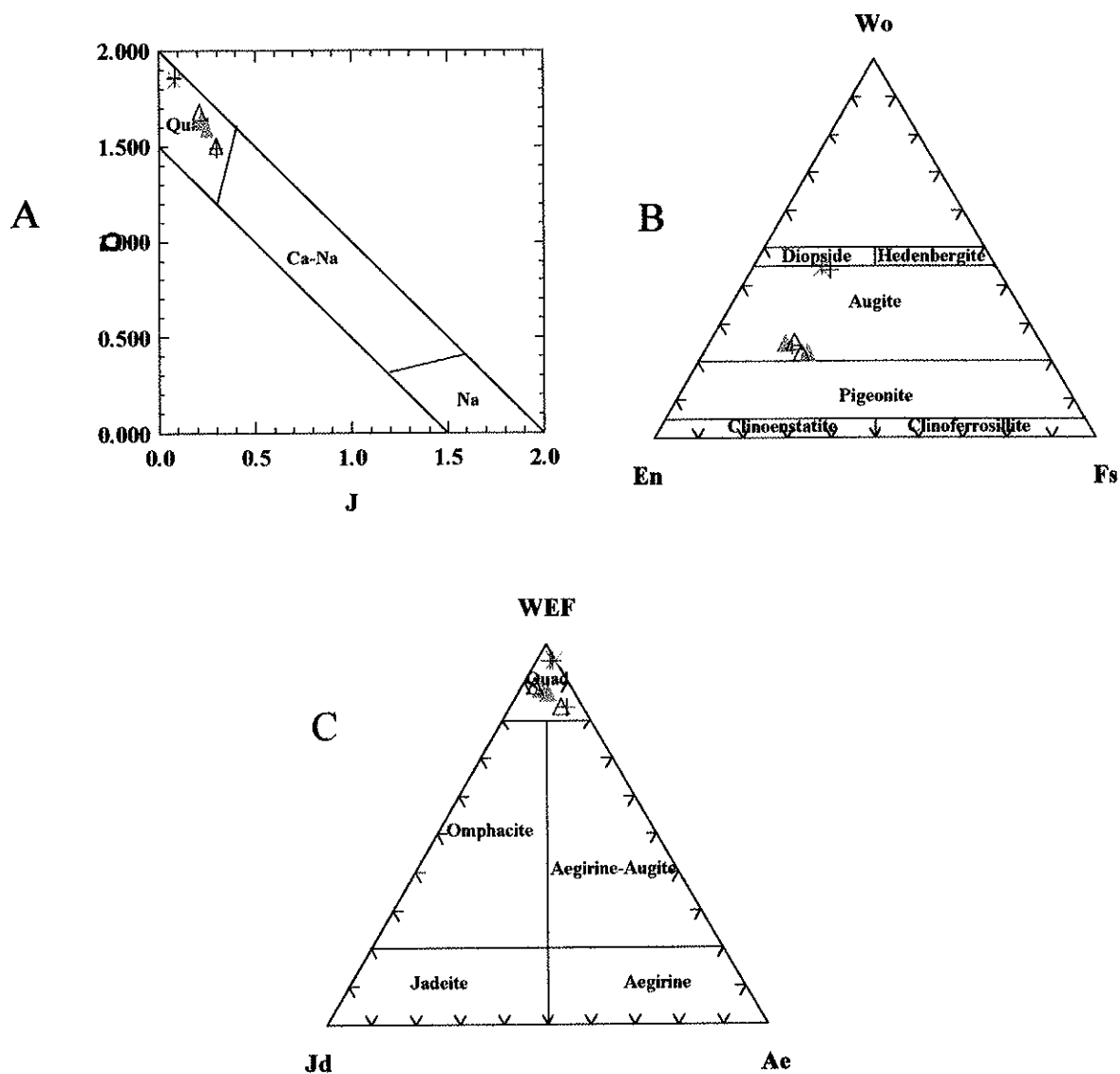


Figura 61 (A, B, C,) - Composição dos piroxênios das rochas de Morro Distant nos diagramas de classificação do IMA (Morimoto, 1989). Símbolos como na figura 49.

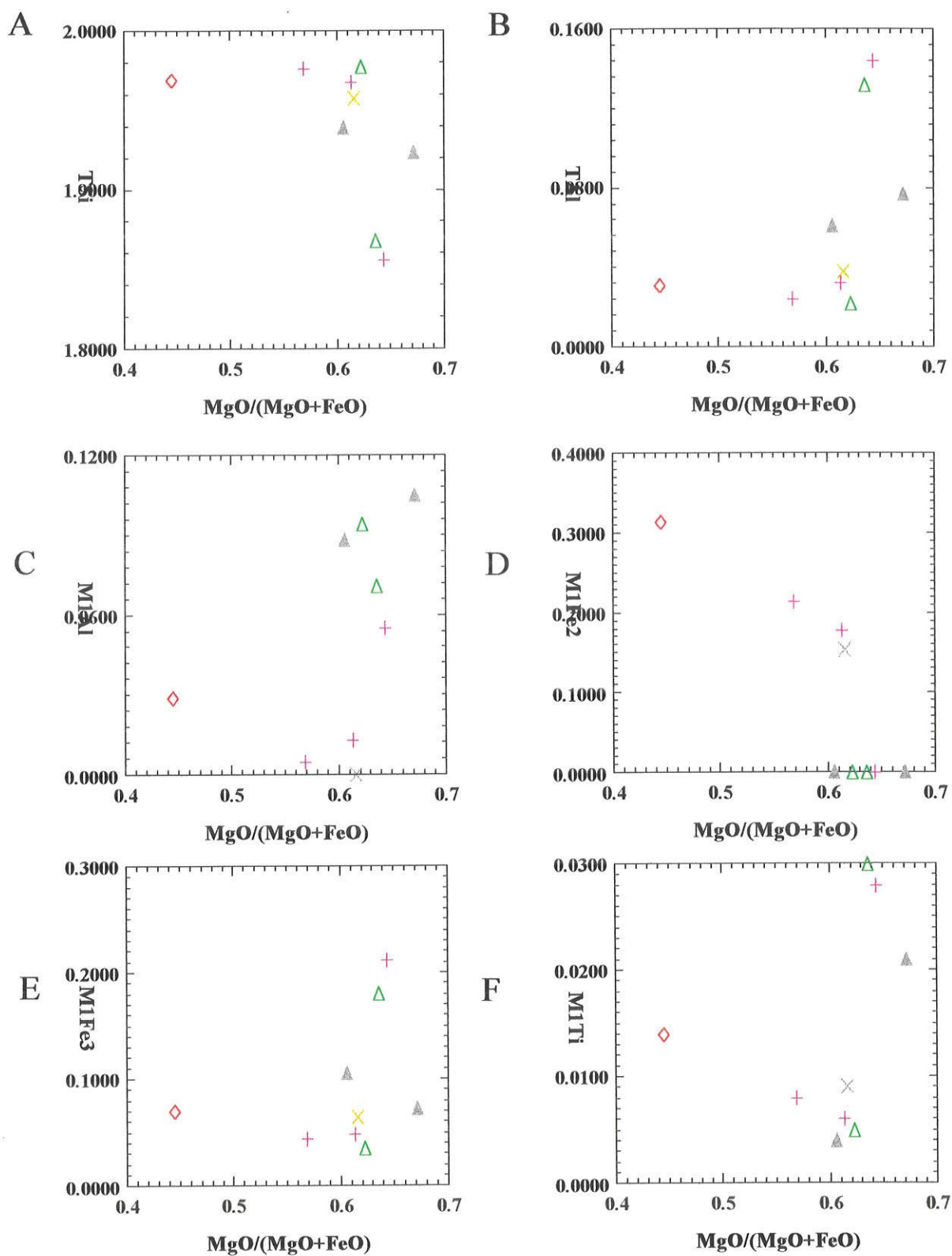


Figura 62 (A, B, C, D, E e F) – Diagramas de variação composicional dos piroxênios das rochas de Morro Distante. Símbolos como na figura 42.

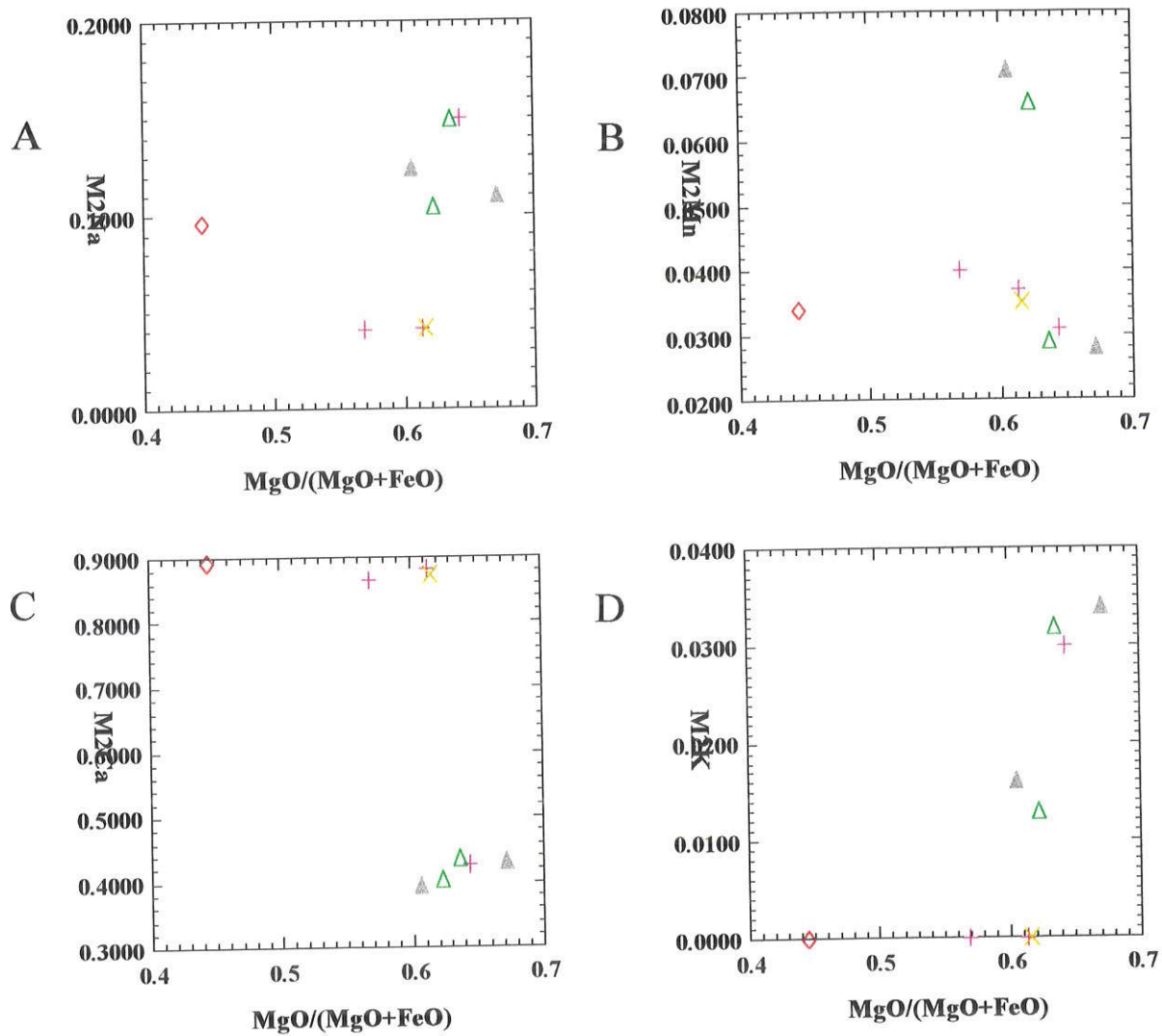


Figura 63 (A, B, C e D) – Diagramas de variação composicional dos piroxênios de Morro Distante. Símbolos como na figura 42

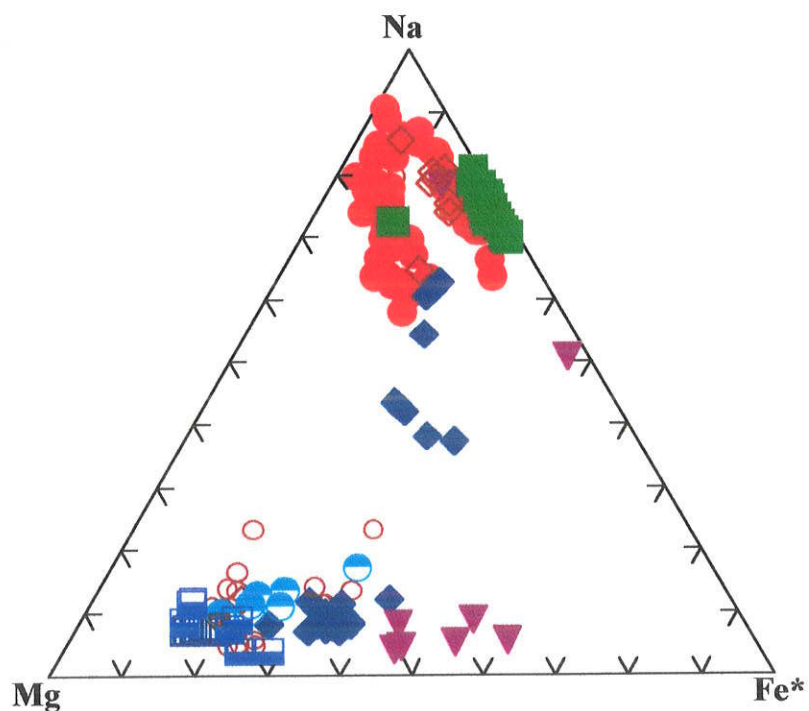


Figura 64 – Locação dos piroxênios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai no diagrama Na-Mg-Fe*. $Fe^* = Fe^{2+} + Mn + (Fe^{3+} - Na)$. Símbolos: Cerro Boggiani (círculos cheios); Cerro Siete Cabezas (losangos cheios); Satélite I (triângulos cheios); Satélite II (quadrados cheios); Pão de Açúcar (círculos vazios); Cerrito (quadrados vazios); Ilha Fecho dos Morros (losangos vazios); Cerro Pedreira (triângulos vazios); Morro de São Pedro (círculos com metade superior preenchidos) e Morro Distante (quadrados com metade inferior preenchida).

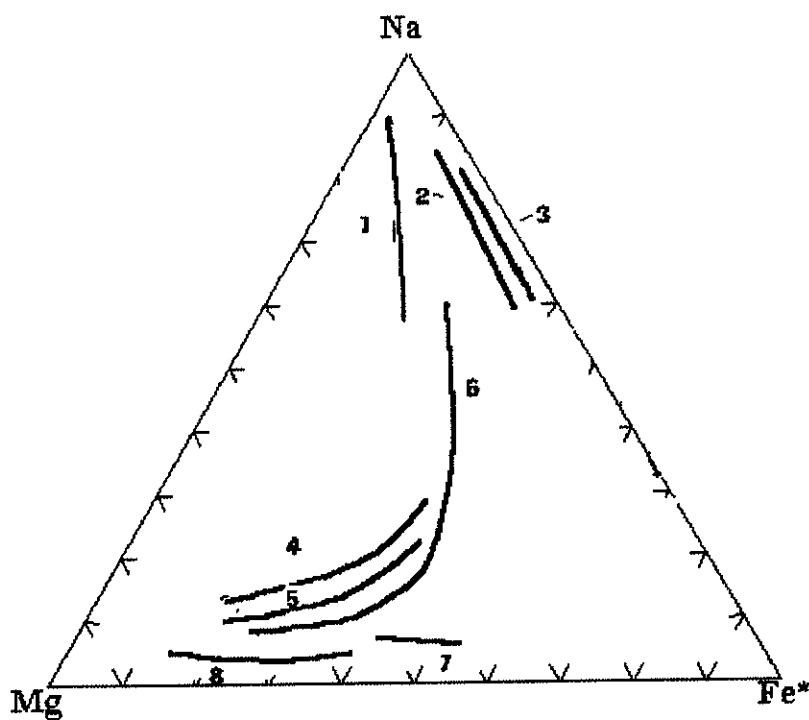


Figura 65 – Tendências composicionais para os piroxênios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai, estabelecidas com base nos dados plotados na figura 64. Símbolos: curvas 1 e 2 (Cerro Boggiani e Cerrito), 3 (Satélite II), 4 (Pão de Açúcar e Cerro Pedreira), 5 (São Pedro), 6 (Cerro Siete Cabezas), 7 (Satélite I) e 8 (Morro Distante).

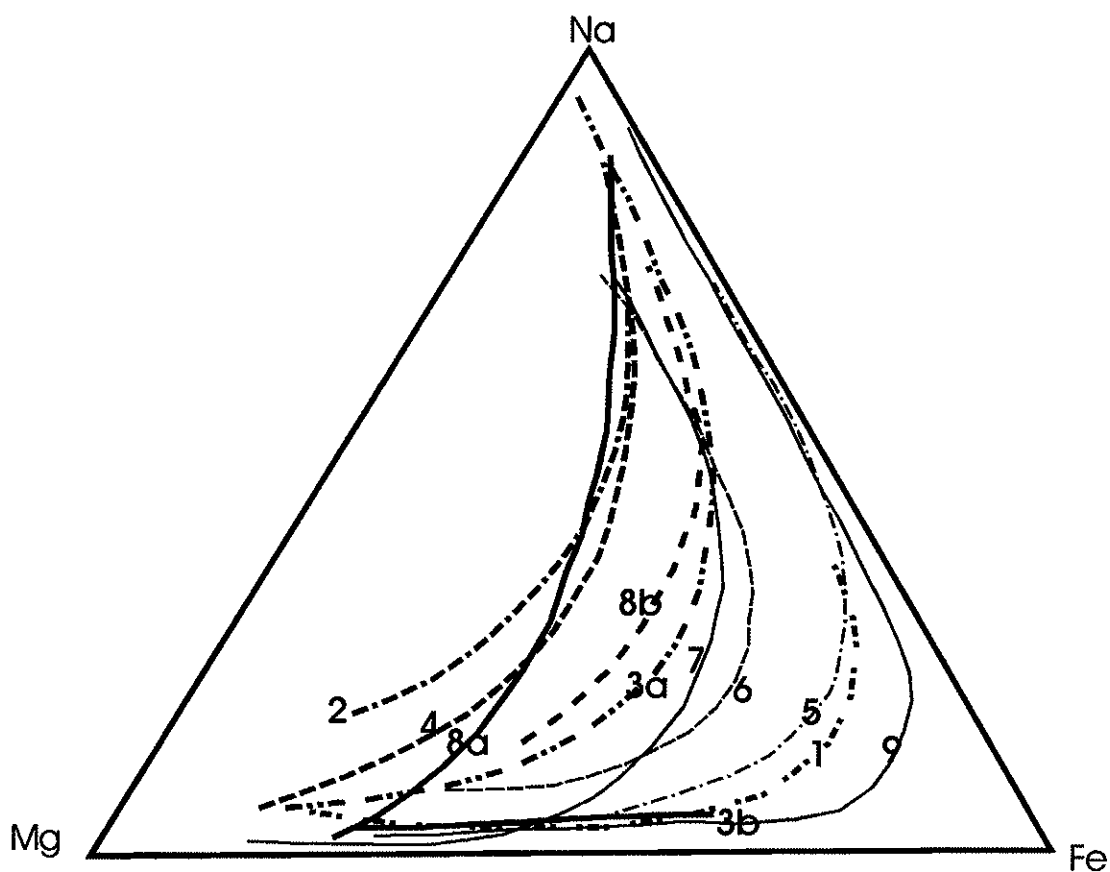
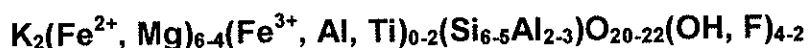


Figura 66 - Tendências de evolução composicional de piroxênios em alguns complexos alcalinos do Brasil. 1- Tunas (Gomes *et al.*, 1987); 2- Itapirapuã (Gomes *et al.*, 1970); 3- Rio de Janeiro: a) Tanguá - Rio Bonito - Itaúna - Morro de São João; b) Soarinho (Valença, 1980); 4- Banhadão (Ruberti, 1984); 5- Ilha de Vitória (Motoki, 1986); 6- Piratini (Barbieri *et al.*, 1987); 7- Sapucaí, Paraguai Oriental (De Min, 1992); 8a e 8b- diques e "Plugs" alcalinos da região do Vale do Ribeira (Vasconcellos, 1995); 9- Complexo Ponta do Morro (Sousa, 1997).

V.5 – Micas

Os minerais do grupo das micas apresentam, segundo Deer *et al.* (1963) uma variação considerável de suas propriedades químicas, podendo ser, no entanto, expressos pela seguinte fórmula estrutural geral:



Conforme esses autores, o termo “biotita” é restrito a uma mica octaédrica rica em ferro, e diferenciada da flogopita por apresentar a relação Mg:Fe < 2:1. Essa distinção entre biotitas e flogopitas foi proposta pela primeira vez por Heinrich *et al.* (1953, *apud* Sapountzis, 1976) e vem sendo adotada na literatura a partir de então, pela conveniência de subdividir um intervalo composicional muito extenso. Para se efetuar essa caracterização, toma-se como parâmetros a proporção catiônica Mg:Fe supra-citada, que estabelece o valor de 2 a.f.u. (átomos por fórmula unitária) como limite teórico entre as micas envolvidas: se maior que 2 a.f.u., o mineral chamar-se-á flogopita e para valores inferiores a 2 a.f.u. a classificação adotada é biotita. Ulbrich (1983), dentre outros autores, salienta que em função da complexidade cristaloquímica das micas, é praticamente impossível obter-se uma relação Fe²⁺:Fe³⁺ satisfatória, enfatizando que nenhum método utilizado para a estimativa dessa relação é plenamente confiável. Optou-se portanto, neste trabalho, considerar o ferro desses minerais como Fe²⁺ total.

Excetuando-se as rochas de Porto Conceição, todas as outras dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai são portadoras de micas, no entanto, em quantidades subordinadas aos demais máficos. Ocorrem principalmente como microfenocristais e associadas aos máficos e opacos exibindo com estes, intercrescimento simplectítico.

As análises químicas das micas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai são apresentadas nas tabelas 6.0 a 6.10 e sua fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio pelo programa MINPET (Richard, 1995), seguindo as recomendações da IMA para análises por microsonda, que não fornecem a quantidade de H₂O presente.

Os teores de Si de algumas análises de biotitas de Cerro Boggiani, Satélite II, Ilha Fecho dos Morros, Cerro Pedreira e Porto Conceição (tabelas 16.0, 16.1, 16.6, 16.7, 16.10 e Figuras 67-A e 67-B) excedem a 6,0 a.f.u. (átomos por fórmula unitária). Nas demais análises, os valores de Si são inferiores a 6,0, implicando em teores de Al^{IV} sempre inferiores a 2,0 a.f.u., necessários para o preenchimento do sítio tetraédrico (Figura 68-A).

O cátion Al ocupa, nas micas estudadas, tanto posições tetraédricas quanto posições octaédricas (Figura 68-A e B). O Al^{IV} varia de 1,7 a 2,5 a.f.u. (Figuras 68-A e B) e apresenta valores entre 0,18 e 0,88 na posição octaédrica (tabelas 16.0 a 16.10). Nesse sentido, Deer *et al.* (1992) destaca o dupla valência do Alumínio enfatizando que aquelas formadas à temperaturas mais elevadas tendem a possuir mais Al em coordenação tetraédrica, fato este que deve ter ocorrido nas biotitas das rochas da Província Alcalina do Alto Paraguai.

Nos diagramas binários multi-elementares em relação ao índice de diferenciação, verifica-se a inexistência de zonações químicas importantes, exceto nas micas das rochas no corpo de Cerrito onde se observa uma discreta perda de TiO₂ do núcleo para as bordas (Figura 68-A).

No diagrama classificatório que tem como membros extremos: *annita* [K₂Fe₆Si₆Al₂O₂₀(OH)₄], *siderofilita* [K₂Fe₅Si₅Al₄O₂₀(OH)₄], *flogopita* [K₂Mg₆Si₆Al₂O₂₀(OH)₄] e *eastonita* [K₂Mg₅Si₅Al₄O₂₀(OH)₄], construído a partir do programa MINPET (Richard, 1995), com delimitação dos campos conforme Deer *et al.* (1992), a maioria das micas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai se classifica como biotitas o que é confirmado pela relação Mg:Fe < 2:1. Apenas as rochas de Cerrito, Cerro Siete Cabezas e Cerro Boggiani possuem flogopitas.

Os valores de Ti das micas nos corpos Satélite I e II, Pão de Açúcar, Cerrito, Cerro Pedreira e Porto Conceição (tabelas 16.1, 16.2, 16.4, 16.5, 16.7, 16.10 e Figura 68-A) são superiores a 0,5 a.f.u. caracterizando-as como Ti-biotitas (Rock, 1982). Nos demais corpos apresentam como característica geral os baixos valores de Ti (Figura 68-A). Nesse diagrama, observa-se um discreto enriquecimento em TiO₂ das biotitas de rochas pertencentes à Cerrito, enquanto que as de Pão de Açúcar e Cerro

Boggiani são mais enriquecidas em MnO do que a maioria das biotitas das rochas de outros corpos da Província Alto Paraguai.

O diagrama Mg-(Al^{IV} + Ti)-(Fe²⁺ + Mn) da figura 69-A, apresenta tendência de enriquecimento em (Fe²⁺ + Mn) nas rochas mais evoluídas da província (Satélite I e Satélite II), para uma razão Mg/(Al^{IV} + Ti) praticamente constante.

A exemplo de piroxênios e anfibólios, as biotitas apresentam tendências de evolução composicional com enriquecimento em Fe, onde ocorre discreta perda de Al^{IV} + Ti, Al₂O₃ e K (Figuras 69-A e 69-B).

Tabela 16.0 - Composição química de biotitas de Cerro Boggiani (% peso)

Amostra	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43	RP-43
Análise	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500
Localização	C1G1Fn	C1G1Fb	C1G2Fn	C1G2Fb	C1G3Fn	C1G3Fb	C2G1m	C2G2m	C5G1Fn	C5G1Fb	C1G4m	C6G1Fn	C6G1Fb	C6G2m	C6G3m	C6G4Fn	C6G4Fb
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	38.16	38.44	38.16	38.65	37.95	38.32	38.04	37.95	37.88	38.07	38.26	37.97	39.22	38.11	38.12	38.09	38.03
TiO ₂	2.18	2.44	2.64	2.83	2.57	2.34	2.67	2.52	2.84	2.47	2.51	2.56	2.82	2.52	2.53	2.73	2.58
Al ₂ O ₃	11.23	11.31	11.07	11.19	10.72	10.81	11.58	11.12	11.12	10.77	10.95	11.02	10.84	10.93	10.97	10.89	10.9
Cr ₂ O ₃	0.01	0	0	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.02	0.02	0	0.39	0	0	0.01	0
FeO	21.31	20.92	21.32	20.07	21.72	21.4	21.83	22.24	21.71	21.08	21.63	21.54	21.2	21.23	21.6	21.66	21.84
Fe ₂ O ₃	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	1.89	1.95	1.9	1.78	2.16	2.06	1.72	1.78	2.22	2.1	1.94	2.19	2.2	2.27	2.23	2.13	2.09
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	10.71	10.88	11.17	10.96	10.66	10.49	10.47	10.81	10.52	10.88	11.11	10.6	10.18	10.88	10.76	10.69	10.94
CaO	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0.1	0	0	0	0
Na ₂ O	0.31	0.4	0.32	0.65	0.29	0.29	0.29	0.24	0.26	0.3	0.38	0.27	1.31	0.37	0.28	0.29	0.29
K ₂ O	9.3	9.23	9.24	9.38	9.24	9.24	9.06	9.41	9.31	9.2	9.33	9.35	8.97	9.2	9.31	9.25	9.08
F	1.64	1.76	1.68	1.87	1.72	1.59	1.83	1.54	1.57	1.49	1.85	1.77	1.66	1.69	1.72	1.63	1.56
Cl	0	0	0.01	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0
H ₂ O	1.06	1.02	1.05	0.95	1.02	1.08	0.98	1.12	1.1	1.13	0.98	1	1.09	1.04	1.03	1.07	1.11
O_F_Cl	0.69	0.74	0.71	0.81	0.72	0.67	0.77	0.65	0.66	0.63	0.78	0.75	0.7	0.71	0.72	0.69	0.66
Total	98.49	99.09	99.27	99.25	98.78	98.31	99.25	99.39	99.19	98.15	99.74	99.04	100.68	98.95	99.27	99.13	99.08
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio																	
Si	6.221	6.218	6.174	6.233	6.199	6.262	6.163	6.154	6.153	6.222	6.184	6.186	6.256	6.196	6.19	6.187	6.176
AlIV	1.779	1.782	1.826	1.767	1.801	1.738	1.837	1.846	1.847	1.778	1.816	1.814	1.744	1.804	1.81	1.813	1.824
AlVI	0.377	0.372	0.283	0.358	0.261	0.342	0.372	0.278	0.28	0.295	0.268	0.3	0.292	0.289	0.288	0.27	0.261
Ti	0.267	0.297	0.321	0.343	0.316	0.288	0.325	0.307	0.347	0.304	0.305	0.314	0.338	0.308	0.309	0.334	0.315
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	2.905	2.83	2.885	2.707	2.967	2.924	2.958	3.016	2.949	2.881	2.924	2.935	2.828	2.887	2.933	2.942	2.966
Cr	0.001	0	0	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0.003	0.003	0	0.049	0	0	0.001	0
Mn	0.261	0.267	0.26	0.243	0.299	0.285	0.236	0.245	0.305	0.291	0.266	0.302	0.297	0.313	0.307	0.293	0.287
Mg	2.603	2.624	2.694	2.635	2.596	2.555	2.529	2.613	2.547	2.651	2.677	2.574	2.421	2.637	2.605	2.589	2.648
Ba																	
Ca	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0.002	0	0	0.017	0	0	0	0
Na	0.098	0.125	0.1	0.203	0.092	0.092	0.091	0.075	0.082	0.095	0.119	0.085	0.405	0.117	0.088	0.091	0.091
K	1.934	1.905	1.907	1.93	1.926	1.926	1.873	1.947	1.929	1.918	1.924	1.943	1.825	1.908	1.929	1.917	1.881
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	1.691	1.801	1.719	1.907	1.777	1.643	1.875	1.58	1.613	1.54	1.891	1.824	1.675	1.738	1.766	1.675	1.602
CCl	0	0	0.005	0.049	0	0	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0
OH	1.155	1.1	1.138	1.022	1.111	1.178	1.062	1.21	1.194	1.23	1.054	1.083	1.163	1.131	1.117	1.163	1.199
O	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.53	0.52	0.52	0.51	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.52	0.52	0.52	0.53	0.54	0.52	0.53	0.53
Mg_FeMg	0.47	0.48	0.48	0.49	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.48	0.48	0.47	0.46	0.48	0.47	0.47	0.47

Observações: Fetotal calculado como Fe²⁺.Fe³⁺ necessário para preencher o sítio tetraédrico. Abreviações: n= núcleo, b= borda, Fn= núcleo de fenocristal, Fb= borda de fenocristal, m= matriz e l= inclusão.

Tabela 16.1 - Composição química de biotitas do corpo Satélite II (% peso)

Amostra	RP-44	RP-44	RP-44	RP-44	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50	RP-50
Análise	149	150	151	152	139	142	143	144	145	146	147	148
Localização	C1G1n	C1G1b	C3G1n	C3G1b	C1G1n	C1G2m	C1G2n	C1G2Fb	C1G3Fn	C1G3Fb	C3G1n	C3G1b
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	35.94	37.211	34.268	35.931	37.85	38.569	35.446	35.152	34.949	35.011	36.916	38.075
TiO ₂	3.876	3.688	3.318	4.305	2.587	2.344	5.387	3.583	3.682	4.466	2.848	2.589
Al ₂ O ₃	12.744	13.764	11.148	12.853	10.633	10.837	12.662	12.656	13.52	12.975	11.356	10.791
Cr ₂ O ₃	0.001	0	0	0.004	0	0.025	0.013	0	0	0.001	0	0
FeO	25.896	24.155	30.084	26.03	21.735	21.292	24.862	25.121	24.7	24.962	24.792	23.78
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.62	0.429	0.451	0.686	0.96	0.802	1.005	1.059	0.915	0.968	0.788	0.911
NiO	0.006	0.006	0.013	0.018	0.015	0	0.012	0.01	0.001	0.007	0	0
MgO	5.746	5.286	6.138	6.334	10.357	9.391	7.368	7.329	6.405	6.695	8.788	9.792
CaO	0.042	0.079	0.064	0.024	0	0.53	0	0.261	0.893	0.04	0	0.013
Na ₂ O	0.193	0.163	0.196	0.198	0.354	0.176	0.426	0.274	0.195	0.23	0.227	0.237
K ₂ O	8.793	8.184	7.589	9.035	9.096	8.846	8.954	9.017	8.536	9.176	9.218	9.354
F	0.966	0.965	1.017	1.009	1.778	1.681	1.026	0.885	0.767	0.962	1.49	1.537
Cl	0.185	0.191	0.149	0.186	0.109	0.088	0.061	0.133	0.109	0.101	0.118	0.123
H ₂ O	1.28	1.3	1.21	1.28	0.94	0.99	1.33	1.34	1.39	1.31	1.07	1.07
O_F_Cl	0.45	0.45	0.46	0.47	0.77	0.73	0.45	0.4	0.35	0.43	0.65	0.67
Total	96.738	95.871	96.105	98.363	97.184	96.301	99.002	97.22	96.412	97.334	98.261	98.942
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio												
Si	6.041	6.192	5.924	5.951	6.264	6.395	5.817	5.892	5.871	5.857	6.117	6.229
AlIV	1.959	1.808	2.076	2.049	1.736	1.605	2.183	2.108	2.129	2.143	1.883	1.771
AlVI	0.564	0.889	0.194	0.458	0.336	0.511	0.264	0.39	0.546	0.413	0.333	0.308
Ti	0.49	0.462	0.431	0.536	0.322	0.292	0.665	0.452	0.465	0.562	0.355	0.319
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	3.64	3.361	4.349	3.606	3.008	2.952	3.412	3.522	3.47	3.492	3.436	3.253
Cr	0	0	0	0.001	0	0.003	0.002	0	0	0	0	0
Mn	0.088	0.06	0.066	0.096	0.135	0.113	0.14	0.15	0.13	0.137	0.111	0.126
Mg	1.44	1.311	1.582	1.564	2.555	2.321	1.802	1.831	1.604	1.67	2.171	2.388
Ba												
Ca	0.008	0.014	0.012	0.004	0	0.094	0	0.047	0.161	0.007	0	0.002
Na	0.063	0.053	0.066	0.064	0.114	0.057	0.136	0.089	0.064	0.075	0.073	0.075
K	1.885	1.737	1.674	1.909	1.92	1.871	1.874	1.928	1.829	1.958	1.949	1.952
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	1.027	1.016	1.112	1.057	1.861	1.763	1.065	0.938	0.815	1.018	1.562	1.59
CCl	0.105	0.108	0.087	0.104	0.061	0.049	0.034	0.076	0.062	0.057	0.066	0.068
OH	1.434	1.438	1.4	1.419	1.039	1.094	1.451	1.493	1.561	1.462	1.186	1.171
O	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.72	0.72	0.73	0.7	0.54	0.56	0.65	0.66	0.68	0.68	0.61	0.58
Mg_FeMg	0.28	0.28	0.27	0.3	0.46	0.44	0.35	0.34	0.32	0.32	0.39	0.42

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.2 - Composição química de biotitas do corpo Satélite I (% peso)

Amostra	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52	RP-52
Análise	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617
Localção	C1G1Fn	C1G1Il	C1G1Fb	C1G2Fn	C1G2Il	C1G2Fb	C4G1n	C4G1b	C5G1Fn	C5G1Fb	C5G2Fn	C5G2Il	C5G2Fb
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	36.05	36.75	37.73	37.01	24.09	36.03	37.26	36.87	35.68	36.74	35.87	35.64	37.29
TiO ₂	3.55	3.57	3.62	3.44	2.29	3.42	3.01	2.42	4.6	3.25	4.09	4.37	3.01
Al ₂ O ₃	11.19	11.38	10.87	11.7	7.74	11.44	10.2	10.28	12.29	11.19	12.18	11.82	10.54
Cr ₂ O ₃	0.01	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0
FeO	28.29	28.43	27.37	28.27	46.02	27.85	31.53	31.45	30.21	28.97	29.84	29.79	28.72
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.79	0.8	0.84	0.87	0.65	0.79	0.79	0.77	0.83	0.75	0.82	1.07	0.74
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	6.79	6.13	7.51	6.72	4.47	6.7	5.09	5.49	5.22	6.36	5.25	5.45	6.58
CaO	0	0.03	0	0	0.03	0	0	0.02	0.01	0	0	0.03	0.01
Na ₂ O	0.36	0.45	0.3	0.27	0.19	0.29	0.21	0.2	0.5	0.33	0.5	0.38	0.16
K ₂ O	9.35	8.72	9.24	9.37	5.63	9.36	9.32	9.3	8.93	9.15	8.84	8.73	9.27
F	2.34	1.95	2.77	1.98	1.46	2.05	1.69	2.15	1.83	2.2	1.75	1.8	2.34
Cl	0.08	0.12	0.08	0.09	0.07	0.12	0.1	0.15	0.09	0.1	0.09	0.09	0.12
H ₂ O	-1.13	-0.96	-1.33	-0.96	-0.71	-1	-0.83	-1.06	-0.89	-1.07	-0.85	-0.88	-1.14
O_F_Cl	1	0.85	1.18	0.85	0.63	0.89	0.73	0.94	0.79	0.95	0.76	0.78	1.01
Total	98.8	98.33	100.35	99.72	92.64	98.05	99.2	99.1	100.19	99.04	99.23	99.19	98.78
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio													
Si	5.486	5.568	5.614	5.531	4.406	5.497	5.676	5.658	5.354	5.564	5.418	5.396	5.663
AlIV	2.005	2.03	1.905	2.059	1.667	2.056	1.83	1.858	2.172	1.996	2.167	2.108	1.885
AlVI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0.406	0.407	0.405	0.387	0.315	0.393	0.345	0.279	0.519	0.37	0.465	0.498	0.344
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	3.6	3.602	3.406	3.533	7.039	3.554	4.017	4.036	3.791	3.669	3.769	3.772	3.648
Cr	0.001	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0
Mn	0.102	0.103	0.106	0.11	0.101	0.102	0.102	0.1	0.105	0.096	0.105	0.137	0.095
Mg	1.54	1.384	1.666	1.497	1.219	1.524	1.156	1.256	1.168	1.436	1.182	1.23	1.49
Ba	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca	0	0.005	0	0	0.006	0	0	0.003	0.002	0	0	0.005	0.002
Na	0.106	0.132	0.087	0.078	0.067	0.086	0.062	0.06	0.145	0.097	0.146	0.112	0.047
K	1.815	1.685	1.754	1.786	1.314	1.822	1.811	1.821	1.709	1.768	1.703	1.686	1.796
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	2.252	1.868	2.607	1.872	1.689	1.978	1.628	2.087	1.737	2.107	1.672	1.724	2.248
CCl	0.041	0.062	0.04	0.046	0.043	0.062	0.052	0.078	0.046	0.051	0.046	0.046	0.062
OH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Fe_FeMg	0.7	0.72	0.67	0.7	0.85	0.7	0.78	0.76	0.76	0.72	0.76	0.75	0.71
Mg_FeMg	0.3	0.28	0.33	0.3	0.15	0.3	0.22	0.24	0.24	0.28	0.24	0.25	0.29

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.3 - Composição química de biotitas de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-74	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230
Análise	990	991	992	993	994	995	977	978	979	980
Localização	C3G2n	C3G2b	C4G1n	C4G1b	C4G2n	C4G2b	C1G1n	C1G1b	C3G1n	C3G1b
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	34.43	34.57	35.19	35.32	34.63	35.04	35.56	35.2	34.77	34.75
TiO ₂	3.44	3.38	3.37	3.13	3.46	3.42	3.37	3	2.74	2.57
Al ₂ O ₃	11.69	11.37	10.91	11.06	11.76	11.79	13.2	12.82	13.01	13.14
Cr ₂ O ₃	0	0.02	0.02	0	0	0.01	0	0	0	0
FeO	29.34	29.25	28.63	28.71	29.66	29.16	27.08	27.89	29.73	29.74
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	1.78	1.83	1.77	1.79	1.77	1.79	1.05	1.1	1.16	1.16
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	5.45	5.43	6.01	6.07	5.47	5.51	7.12	6.9	5.79	5.66
CaO	0.05	0.07	0.02	0.03	0.06	0.03	0	0	0.02	0.07
Na ₂ O	0.29	0.28	0.27	0.34	0.29	0.22	0.35	0.27	0.27	0.31
K ₂ O	8.91	8.8	8.87	8.77	8.9	8.84	9.5	9.23	9.16	9.17
F	1.07	1	1.19	1.25	0.87	1.04	1.14	1.1	0.94	0.86
Cl	0.02	0.02	0	0.02	0.01	0	0.01	0.02	0	0.02
H ₂ O	-0.51	-0.48	-0.56	-0.6	-0.42	-0.49	-0.54	-0.53	-0.45	-0.41
O_F_Cl	0.46	0.43	0.5	0.53	0.37	0.44	0.48	0.47	0.4	0.37
Total	96.47	96.02	96.25	96.49	96.88	96.85	98.38	97.53	97.59	97.45
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio										
Si	5.36	5.401	5.47	5.476	5.357	5.407	5.915	5.931	5.89	5.888
AlIV	2.143	2.092	1.997	2.02	2.143	2.143	2.085	2.069	2.11	2.112
AlVI	0	0	0	0	0	0	0.501	0.475	0.486	0.51
Ti	0.403	0.397	0.394	0.365	0.403	0.397	0.422	0.38	0.349	0.328
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	3.82	3.822	3.722	3.723	3.837	3.763	3.767	3.93	4.212	4.214
Cr	0	0.002	0.002	0	0	0.001	0	0	0	0
Mn	0.235	0.242	0.233	0.235	0.232	0.234	0.148	0.157	0.166	0.166
Mg	1.265	1.265	1.393	1.403	1.262	1.268	1.765	1.733	1.462	1.43
Ba	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca	0.008	0.012	0.003	0.005	0.01	0.005	0	0	0.004	0.013
Na	0.088	0.085	0.081	0.102	0.087	0.066	0.113	0.088	0.089	0.102
K	1.77	1.754	1.759	1.735	1.757	1.74	2.016	1.984	1.98	1.982
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	1.054	0.988	1.17	1.226	0.851	1.015	1.199	1.172	1.007	0.922
CCl	0.011	0.011	0	0.011	0.005	0	0.006	0.011	0	0.011
OH	0	0	0	0	0	0	-0.6	-0.596	-0.509	-0.464
O	22	22	22	22	22	22	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.75	0.75	0.73	0.73	0.75	0.75	0.68	0.69	0.74	0.75
Mg_FeMg	0.25	0.25	0.27	0.27	0.25	0.25	0.32	0.31	0.26	0.25

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.4 - Composição química de biotitas do Morro Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-78	RP-78	RP-109	RP-109	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	1000	1001	631	632	681	682	683	684	685	686	687	688	861	865	866
Localização	C3G2n	C3G2b	C1G2n	C1G2b	C3G1Fn	C3G1Fb	C3G2Fn	C3G2Fb	C2G2Fn	C2G2Fb	C2G3Fn	C2G3Fb	C1G1m	C4G1Fn	C4G1Fb
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	35.63	37.52	35.82	38.23	36.38	37.3	36.24	37.87	35.32	35.07	36.67	36.6	36.97	37.56	37.32
TiO ₂	6.21	3.49	5.69	4.21	6.63	3.47	6.04	3.74	6.93	5.19	7.01	5.88	0.1	3.3	3
Al ₂ O ₃	12.35	13.56	13.47	11.99	13.36	12.02	13.43	12.04	12.82	12.31	13.11	13.22	9.6	10.51	10.58
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0.04	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0.02
FeO	15.21	15.77	21.14	19.51	19.59	20.58	20	19.94	19.24	20.7	19.65	20.01	25.49	25.08	26.07
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.79	0.6	1.22	1.19	1.13	1.26	1.21	1.26	1.11	1.19	1.16	1.22	2.52	1.41	1.25
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	15.34	15.22	9.38	11.85	10.25	11.08	9.98	11.82	10.21	10.44	10.11	10.35	9.89	8.13	8.1
CaO	0	0	0	0.03	0.05	0.03	0.04	0	0	0.02	0	0.01	0.05	0.02	0.06
Na ₂ O	0.14	0.14	0.7	0.54	0.7	0.62	0.68	0.65	0.81	0.76	0.73	0.73	0.12	0.29	0.22
K ₂ O	9.32	9.88	8.61	9.34	8.92	8.89	8.69	9.09	8.96	8.89	8.97	8.99	9.24	9.55	9.34
F	2.07	1.99	0	0	1.79	2.12	2.28	2.59	1.94	2.15	1.66	1.81	1.31	0.99	0.82
Cl	0.08	0.17	0	0	0	0.01	0	0.01	0.05	0.04	0.01	0.04	0	0.03	0.03
H ₂ O	-1	0	0	0	-0.85	-1.01	-1.08	-1.23	-0.93	-1.03	-0.79	-0.87	-0.62	-0.48	-0.4
O_F_Cl	0.89	0.88	0	0	0.75	0.89	0.96	1.09	0.83	0.91	0.7	0.77	0.55	0.42	0.35
Total	97.14	98.34	96.03	96.89	98.84	97.39	98.6	99.02	97.39	96.77	99.08	98.86	95.29	96.87	96.81
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio															
Si	5.168	5.357	5.766	6.043	5.867	6.18	5.929	6.206	5.828	5.905	5.884	5.921	6.381	6.271	6.233
AlIV	2.11	2.28	2.234	1.957	2.133	1.82	2.071	1.794	2.172	2.095	2.116	2.079	1.619	1.729	1.767
AlVI	0	0	0.319	0.275	0.404	0.525	0.516	0.53	0.319	0.346	0.361	0.44	0.332	0.338	0.314
Ti	0.678	0.375	0.689	0.501	0.804	0.432	0.743	0.461	0.86	0.657	0.846	0.716	0.013	0.414	0.377
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	1.845	1.883	2.846	2.579	2.642	2.852	2.736	2.733	2.655	2.915	2.637	2.707	3.679	3.502	3.641
Cr	0	0	0	0	0.005	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0.003
Mn	0.097	0.073	0.166	0.159	0.154	0.177	0.168	0.175	0.155	0.17	0.158	0.167	0.368	0.199	0.177
Mg	3.317	3.239	2.251	2.793	2.464	2.737	2.434	2.888	2.512	2.621	2.418	2.496	2.545	2.024	2.017
Ba	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca	0	0	0	0.005	0.009	0.005	0.007	0	0	0.004	0	0.002	0.009	0.004	0.011
Na	0.039	0.039	0.218	0.166	0.219	0.199	0.216	0.207	0.259	0.248	0.227	0.229	0.04	0.094	0.071
K	1.725	1.799	1.768	1.884	1.835	1.879	1.814	1.9	1.886	1.91	1.836	1.855	2.035	2.034	1.99
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	1.899	1.797	0	0	1.826	2.222	2.359	2.684	2.025	2.29	1.685	1.852	1.43	1.045	0.866
CCl	0.039	0.082	0	0	0	0.006	0	0.006	0.028	0.023	0.005	0.022	0	0.017	0.017
OH	0	0	0	0	-0.915	-1.117	-1.18	-1.346	-1.025	-1.158	-0.846	-0.94	-0.714	-0.535	-0.446
O	22	22	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.36	0.37	0.56	0.48	0.52	0.51	0.53	0.49	0.51	0.53	0.52	0.52	0.59	0.63	0.64
Mg_FeMg	0.64	0.63	0.44	0.52	0.48	0.49	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.48	0.41	0.37	0.36

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.5 - Composição química de biotitas de Cerrito (% peso)

Amostra	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198
Análise	797	803	812	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860
Localização	C1G1n	C2G1n	C4G1n	C1G2Fn	C1G2Fb	C2G1Fn	C2G1Fb	C3G1Fn	C3G1Fb	C4G1m	C4G2n	C5G1Fn	C5G1Fb
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	33.24	37.2	37.46	37.09	37.45	37.07	37.32	37.38	37.4	36.57	37.53	36.9	38.15
TiO ₂	0.49	7.62	8.62	7.81	7.51	7.88	7.58	7.61	6.9	5.56	8.14	7.94	7.16
Al ₂ O ₃	14.43	14.09	13.82	13.82	13.98	13.88	14	13.87	13.68	13.44	13.89	13.67	14.5
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0.01	0.04	0	0.03	0.02	0.03	0.02	0	0.04	0
FeO	32.12	13.47	13.66	13.67	13.79	15.91	15.11	11.64	11.54	13.14	12.76	12.46	11.35
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.55	0.25	0.211	0.28	0.25	0.34	0.31	0.22	0.21	0.25	0.25	0.22	0.2
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	5.71	13.89	13.88	13.32	13.31	11.9	12.56	15.54	15.65	14.83	13.98	13.96	12.92
CaO	0.61	0.01	0	0.05	0	0	0	0	0	0.04	0	0.01	0
Na ₂ O	0.24	0.44	0.5	0.43	0.35	0.37	0.42	0.36	0.33	0.33	0.55	0.43	0.53
K ₂ O	7.14	9.56	9.47	9.34	9.7	9.4	9.54	9.72	9.71	9.55	9.31	9.34	8.96
F	0	0	0	0.68	0.55	0.6	0.81	1.12	0.82	0.92	0.99	1.09	1.05
Cl	0	0	0	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.05	0.06	0.05	0.03	0.06
H ₂ O	0	0	0	-0.33	-0.27	-0.29	-0.39	-0.54	-0.4	-0.45	-0.48	-0.52	-0.51
O_F_Cl	0	0	0	0.3	0.24	0.26	0.35	0.48	0.36	0.4	0.43	0.47	0.46
Total	94.53	96.53	97.62	96.54	96.95	97.39	97.72	97.5	96.32	94.71	97.45	96.09	94.88
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio													
Si	5.705	5.723	5.7	5.794	5.813	5.79	5.814	5.786	5.822	5.859	5.814	5.812	6.003
AlIV	2.295	2.277	2.3	2.206	2.187	2.21	2.186	2.214	2.178	2.141	2.186	2.188	1.997
AlVI	0.622	0.276	0.177	0.336	0.368	0.343	0.382	0.314	0.33	0.395	0.348	0.348	0.69
Ti	0.063	0.882	0.987	0.918	0.877	0.926	0.888	0.886	0.808	0.67	0.949	0.941	0.848
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	4.61	1.733	1.738	1.786	1.79	2.078	1.968	1.507	1.502	1.761	1.653	1.641	1.494
Cr	0	0	0	0.001	0.005	0	0.004	0.002	0.004	0.003	0	0.005	0
Mn	0.08	0.033	0.027	0.037	0.033	0.045	0.041	0.029	0.028	0.034	0.033	0.029	0.027
Mg	1.461	3.186	3.149	3.102	3.08	2.771	2.917	3.586	3.632	3.542	3.229	3.278	3.031
Ba	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca	0.112	0.002	0	0.008	0	0	0	0	0	0.007	0	0.002	0
Na	0.08	0.131	0.148	0.13	0.105	0.112	0.127	0.108	0.1	0.103	0.165	0.131	0.162
K	1.563	1.876	1.838	1.861	1.921	1.873	1.896	1.919	1.928	1.952	1.84	1.877	1.799
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	0	0	0	0.672	0.54	0.593	0.798	1.096	0.807	0.932	0.97	1.086	1.045
CCl	0	0	0	0.021	0.011	0.021	0.021	0.01	0.026	0.033	0.026	0.016	0.032
OH	0	0	0	-0.344	-0.28	-0.302	-0.406	-0.558	-0.416	-0.481	-0.496	-0.547	-0.536
O	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.76	0.35	0.36	0.37	0.37	0.43	0.4	0.3	0.29	0.33	0.34	0.33	0.33
Mg_FeMg	0.24	0.65	0.64	0.63	0.63	0.57	0.6	0.7	0.71	0.67	0.66	0.67	0.67

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.6 - Composição química de biotitas da Ilha Fecho dos Morros (% peso)

Amostra	RP-201A	RP-201A	RP-201A
Análise	1078	1079	1080
Localização	C1G2n	C4G1n	C5G1n
Mineral	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	35.55	36.23	36.94
TiO ₂	3.38	1.39	3.17
Al ₂ O ₃	10.67	10.73	10.56
Cr ₂ O ₃	0.04	0.01	0
FeO	29.08	28.92	25.76
Fe ₂ O ₃	0	0	0
MnO	0.78	1.14	0.7
NiO	0	0	0
MgO	5.81	7.65	8.8
CaO	0.01	0.08	0.01
Na ₂ O	0.35	0.25	0.17
K ₂ O	9.01	9.27	9.42
F	0.55	0.58	0.68
Cl	0.02	0	0
H ₂ O	0	0	0
O_F_Cl	0.24	0.24	0.29
Total	95.25	96.25	96.21
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio			
Si	6.064	6.112	6.123
AlIV	1.936	1.888	1.877
AlVI	0.207	0.244	0.184
Ti	0.434	0.176	0.395
Fe ³⁺	0	0	0
Fe ²⁺	4.148	4.08	3.571
Cr	0.005	0.001	0
Mn	0.113	0.163	0.098
Mg	1.477	1.924	2.174
Ba			
Ca	0.002	0.014	0.002
Na	0.116	0.082	0.055
K	1.961	1.995	1.992
Cátions	*	*	*
CF	0.593	0.619	0.713
CCl	0.012	0	0
OH	0	0	0
O	24	24	24
Fe_FeMg	0.74	0.68	0.62
Mg_FeMg	0.26	0.32	0.38

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.7 - Composição química de biotitas de Cerro Pedreira (% peso)

Amostra	RP-205	RP-205	RP-205	RP-205
Análise	1061	1081	1082	1083
Localização	C4G1n	C1G1br	C2G1n	C4G1n
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	39.13	38.34	39.71	38.28
TiO ₂	9.33	1.88	7.51	8.89
Al ₂ O ₃	2.3	11.18	2.14	3.02
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0.01
FeO	35.48	21.87	35.12	34.87
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0
MnO	1.44	0.52	1.56	1.51
NiO	0	0	0	0
MgO	3.91	12.22	3.9	3.64
CaO	1.15	0.01	0.94	1.43
Na ₂ O	6.5	0.24	6.51	6.12
K ₂ O	0.01	9.47	0	0
F	0	0.99	0.06	0.11
Cl	0	0.01	0	0
H ₂ O	0	0	0	0
O_F_Cl	0	0.42	0.03	0.05
Total	99.25	96.73	97.45	97.88
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio				
Si	6.4	6.188	6.603	6.352
AlIV	0.443	1.812	0.419	0.59
AlVI	0	0.313	0	0
Ti	1.148	0.228	0.939	1.11
Fe ³⁺	0	0	0	0
Fe ²⁺	4.853	2.952	4.884	4.839
Cr	0	0	0	0.001
Mn	0.199	0.071	0.22	0.212
Mg	0.953	2.94	0.967	0.9
Ba				
Ca	0.202	0.002	0.167	0.254
Na	2.061	0.075	2.099	1.969
K	0.002	1.95	0	0
Cátions	*	*	*	*
CF	0	1.011	0.063	0.115
CCl	0	0.005	0	0
OH	0	0	0	0
O	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.84	0.5	0.83	0.84
Mg_FeMg	0.16	0.5	0.17	0.16

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.8 - Composição química de biotitas do Morro São Pedro (% peso)

Amostra	RP-255	RP-255	RP-256	RP-256
Análise	1117	1118	1115	1116
Localização	C4G2m	C2G1m	C1G1n	C4G1m
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	36.86	36.59	37.94	36.55
TiO ₂	4.03	4.49	2.19	2.51
Al ₂ O ₃	13.21	13.47	12.71	12.49
Cr ₂ O ₃	0	0.01	0	0
FeO	20.08	20.91	18.51	20.15
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0
MnO	0.64	0.7	1.19	1.82
NiO	0	0	0	0
MgO	12.15	10.8	12.5	11.1
CaO	0.09	0.05	0.09	0
Na ₂ O	0.57	0.35	0.44	0.31
K ₂ O	9.05	8.99	9.47	8.4
F	0.76	0.52	1.63	0.92
Cl	0	0.02	0.02	0
H ₂ O	0	0	0	0
O_F_Cl	0.32	0.22	0.69	0.39
Total	97.44	96.9	96.69	94.25
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio				
Si	5.846	5.841	6.088	6.024
AlIV	2.154	2.159	1.912	1.976
AlVI	0.313	0.373	0.49	0.448
Ti	0.481	0.539	0.264	0.311
Fe ³⁺	0	0	0	0
Fe ²⁺	2.663	2.792	2.484	2.777
Cr	0	0.001	0	0
Mn	0.086	0.095	0.162	0.254
Mg	2.873	2.57	2.99	2.727
Ba				
Ca	0.015	0.009	0.015	0
Na	0.175	0.108	0.137	0.099
K	1.831	1.831	1.939	1.766
Cátions	*	*	*	*
CF	0.762	0.525	1.654	0.959
CCl	0	0.011	0.011	0
OH	0	0	0	0
O	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.48	0.52	0.45	0.5
Mg_FeMg	0.52	0.48	0.55	0.5

Observações e abreviações como na tabela 6.0

Tabela 16.9 - Composição química de biotitas de Porto Conceição (% peso)

Amostra	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264	RP-264
Análise	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629
Localção	C1G1Fn	C1G1Fb	C1G2n	C1G2b	C2G1n	C2G1b	C3G1n	C3G1b	C5G1n	C5G1b	C5G2n	C5G2b
Mineral	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio
SiO ₂	36.82	37.91	36.8	36.98	40.67	37.57	36.8	38.22	37.76	38.86	37.11	37.91
TiO ₂	5.03	4.38	5.74	6.09	2.75	4.02	4.73	3.91	4.24	4.01	4.81	4.1
Al ₂ O ₃	13.56	13.9	13.58	13.6	12.21	13.56	13.94	13.69	13.4	13.61	13.49	13.26
Cr ₂ O ₃	0	0.03	0.04	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0
FeO	13.45	12.37	13.47	13.25	9.23	13.23	13.54	12.44	12.68	11.99	13.26	12.75
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.53	0.44	0.47	0.57	0.33	0.42	0.31	0.4	0.38	0.39	0.47	0.4
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	16.25	16.91	15.4	15.23	20.89	16.93	15.66	17.04	16.96	17.07	16.1	17.34
CaO	0.01	0	0.33	0.51	0.02	0	0	0.02	0	0	0	0.01
Na ₂ O	0.57	0.41	0.57	0.65	0.33	0.4	0.52	0.36	0.42	0.33	1.35	0.42
K ₂ O	9.17	9.33	8.62	8.67	9.62	9.46	8.84	9.29	9.33	9.6	0.56	9.48
F	2.23	2.76	2.07	2.24	5.26	3.54	2.52	2.24	2.74	2.56	8.89	3.15
Cl	0.16	0.19	0.15	0.13	0.12	0.16	0.15	0.16	0.15	0.173	2.52	0.17
H ₂ O	-1.1	-1.36	-1.02	-1.1	-2.52	-1.72	-1.23	-1.1	-1.34	-1.26	-4.86	-1.54
O_F_Cl	0.98	1.2	0.91	0.97	2.24	1.53	1.09	0.98	1.19	1.12	4.31	1.36
Total	97.78	98.63	97.24	97.97	101.48	99.3	97.02	97.78	98.09	98.61	98.58	98.99
Fórmula estrutural calculada na base de 22 átomos de oxigênio												
Si	5.887	6.023	5.881	5.885	6.481	6.063	5.946	6.05	6.043	6.127	6.76	6.071
AlIV	2.113	1.977	2.119	2.115	1.519	1.937	2.054	1.95	1.957	1.873	1.24	1.929
AlVI	0.44	0.624	0.437	0.434	0.772	0.64	0.599	0.602	0.568	0.654	1.654	0.572
Ti	0.605	0.523	0.69	0.729	0.33	0.488	0.575	0.466	0.51	0.476	0.659	0.494
Fe ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ²⁺	1.798	1.644	1.8	1.763	1.23	1.786	1.83	1.647	1.697	1.581	2.02	1.708
Cr	0	0.004	0.005	0.006	0.006	0.001	0.001	0.001	0.004	0.002	0.003	0
Mn	0.072	0.059	0.064	0.077	0.045	0.057	0.042	0.054	0.052	0.052	0.073	0.054
Mg	3.873	4.005	3.669	3.613	4.963	4.073	3.772	4.021	4.046	4.012	4.372	4.14
Ba	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca	0.002	0	0.057	0.087	0.003	0	0	0.003	0	0	0	0.002
Na	0.177	0.126	0.177	0.201	0.102	0.125	0.163	0.11	0.13	0.101	0.477	0.13
K	1.871	1.891	1.757	1.76	1.956	1.948	1.822	1.876	1.905	1.931	0.13	1.937
Cátions	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF	2.255	2.774	2.092	2.255	5.301	3.613	2.575	2.242	2.773	2.553	10.242	3.191
CCl	0.087	0.102	0.081	0.07	0.065	0.088	0.082	0.086	0.081	0.092	1.557	0.092
OH	-1.174	-1.443	-1.088	-1.169	-2.681	-1.853	-1.327	-1.162	-1.432	-1.326	-5.91	-1.647
O	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Fe_FeMg	0.32	0.29	0.33	0.33	0.2	0.3	0.33	0.29	0.3	0.28	0.32	0.29
Mg_FeMg	0.68	0.71	0.67	0.67	0.8	0.7	0.67	0.71	0.7	0.72	0.68	0.71

Observações e abreviações como na tabela 6.0

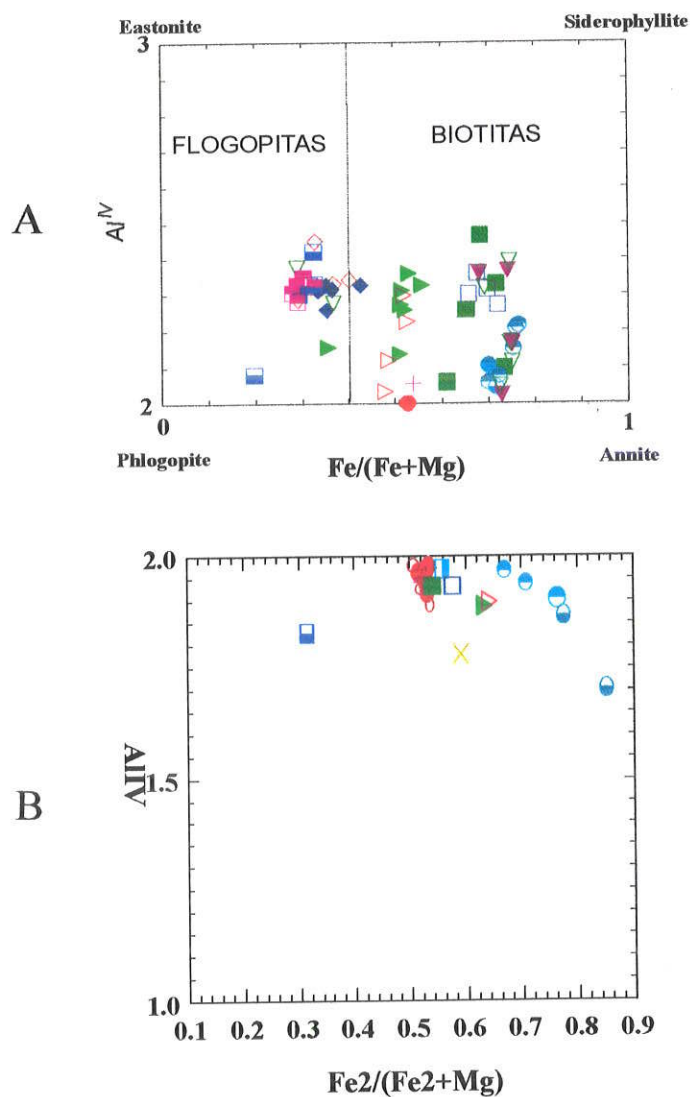


Figura 67 (A e B) – Classificação das micas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai nos diagramas Al^{IV} versus $Fe/(Fe + Mg)$ e Al^{IV} contra $Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Mg)$.
 Símbolos: losangos= Cerrito: cheios (núcleos), vazios (bordas); triângulo com a ponta voltada para a direita = Pão de Açúcar: cheios (núcleos), vazios (bordas); triângulo com a ponta voltada para baixo= Cerro Siete Cabezas: cheios (núcleos), vazios (bordas); Cerro Boggiani= círculos: cheios (núcleos), vazios (bordas); círculos com metade preenchida= Satélite I: inferior (núcleos), superior (bordas); quadrados= Satélite II: cheios (núcleos), vazios (bordas); quadrados com metade preenchida= Morro Distante: inferior (núcleos), superior (bordas), xis= matriz (Pão de Açúcar) e cruces= matriz (Cerro Boggiani).

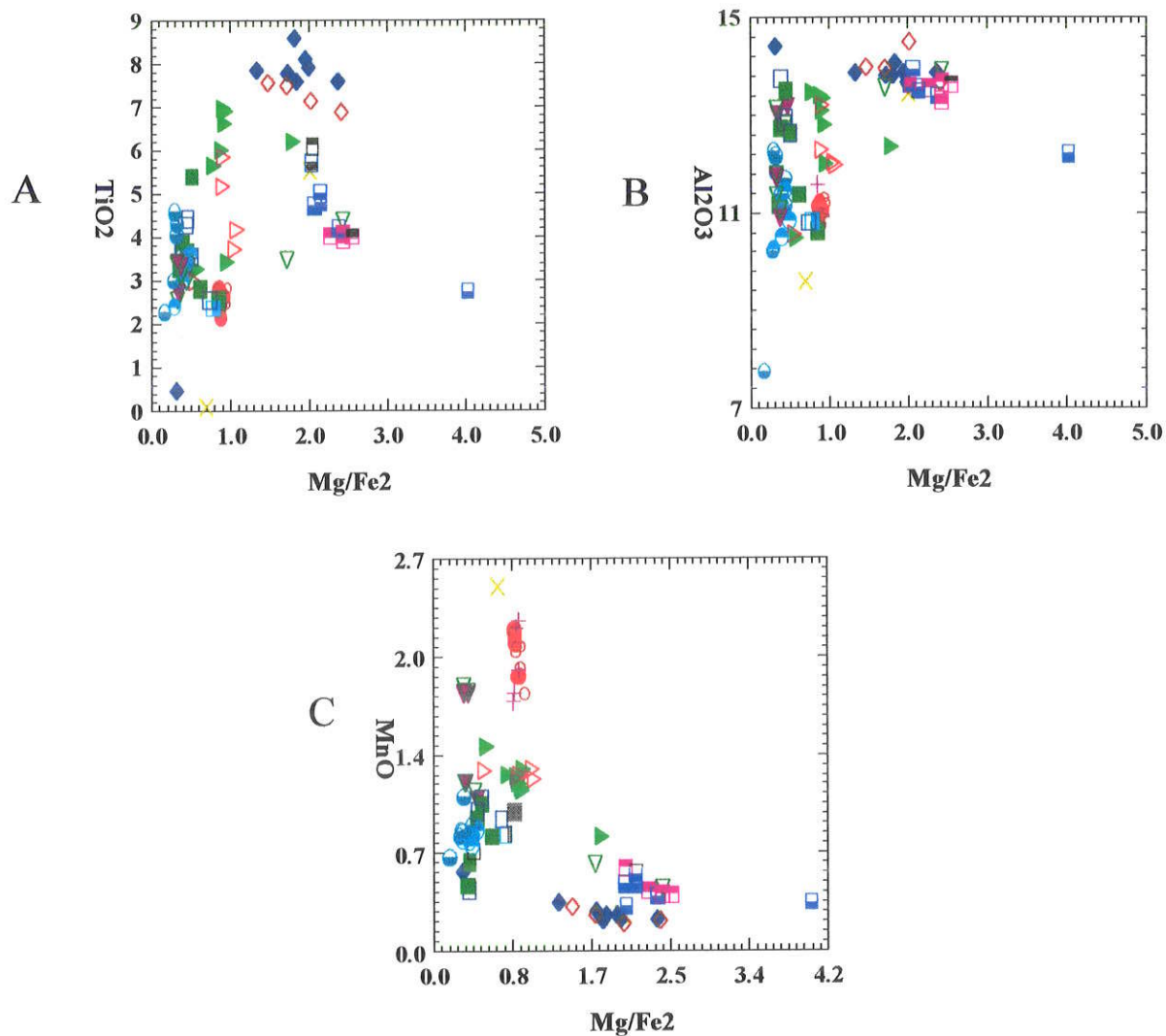


Figura 68 (A, B e C) – Variações composicionais nos teores de TiO₂, Al₂O₃ e MnO versus Mg/Fe² de biotitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai. Símbolos como na figura 67.

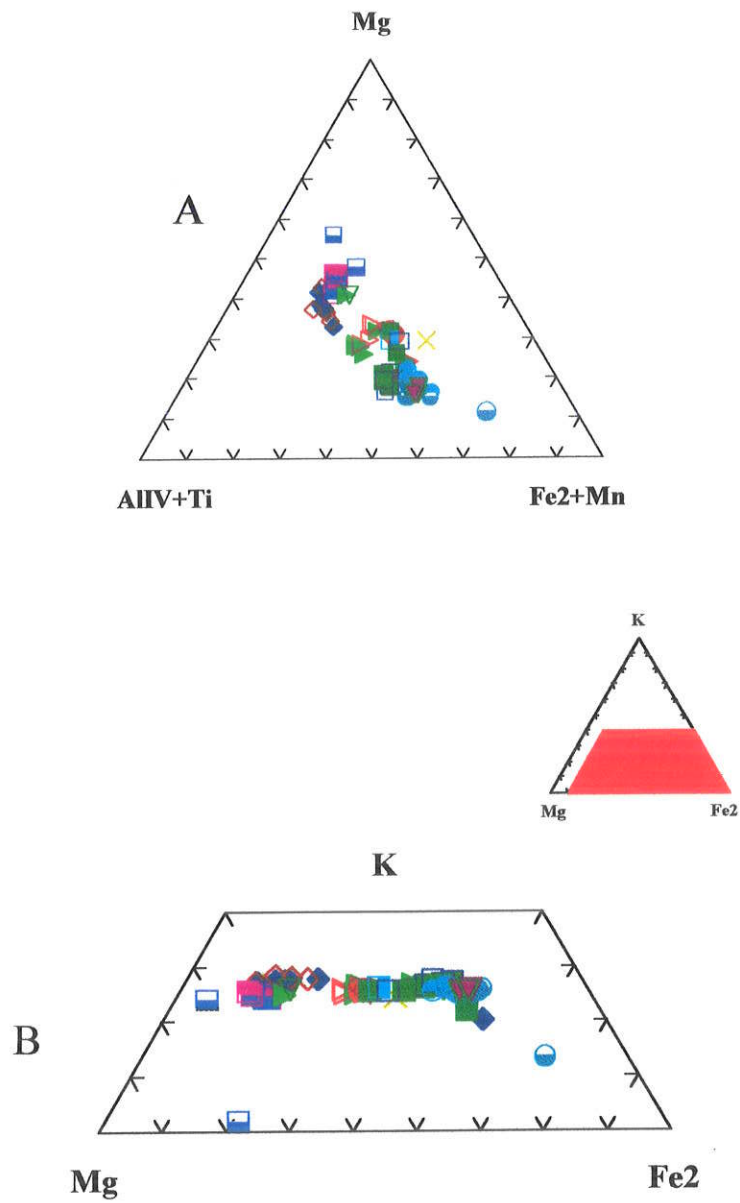


Figura 69 (A e B) – Distribuição das biotitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai nos diagramas Mg- (Al^{IV} + Ti)- (Fe² + Mn) e K-Mg-Fe². Símbolos como na figura 67.

V.6 – Espinélios e Ilmenitas

Os espinélios são encontrados nas rochas de praticamente todos os corpos da Província Alcalina Alto Paraguai, com exceção do de Cerro Boggiani. Ocorrem freqüentemente como fenocristais, microfenocristais e raramente como componentes da matriz, não sendo constatado zoneamentos composicionais nos cristais analisados.

Conforme Deer *et al* (1963), a fórmula estrutural dos espinélios é $R^{2+}(R^{3+})_2O_4$ formando inúmeras séries de soluções sólidas, raramente ocorrendo os membros finais na natureza. Formam comumente três séries minerais, de conformidade com os íons trivalentes presentes: série do espinélio ($R=Al^{3+}$), série da magnetita ($R=Fe^{3+}$) e série da cromita ($R=Cr^{3+}$), onde as diferenças composicionais entre os membros das séries são definidas pelo cátion R^{2+} , que comumente pode ser: Mg, Fe^{2+} , Zn, Mn, Ni, Co, Ge ou Cu (Deer *et al.* 1963; Haggerty, 1976).

Cristalograficamente, os espinélios apresentam-se com estrutura normal ou invertida. Na estrutura normal, R^{2+} e R^{3+} são exclusivamente de coordenação tetraédrica e octaédrica, respectivamente, incluindo espécies como a hercinita ($Fe^{2+}Al_2O_4$), a cromita ($Fe^{2+}Cr_2O_4$), a magnesiocromita ($MgCr_2O_4$) e o espinélio ($MgAl_2O_4$), que podem ser representados na base do prisma multicomponente dos espinélios. Na estrutura invertida (série da magnetita) as posições R^{2+} e R^{3+} estão preenchidas tanto com íons de coordenação tetraédrica como íons em coordenação octaédrica, tendo os seus membros listados como se segue: magnetita ($Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$), ulvöespinélio ($Fe^{2+}_2OTiO_4$), maghemita ($Fe^{3+}_2O_{3-\gamma}$), magnesioferrita ($MgFe^{3+}_2O_4$), franklinita ($ZnFe^{3+}_2O_4$), jacobsita ($MnFe^{3+}_2O_4$) e trevorita ($NiFe^{3+}_2O_4$), Deer *et al.* (1963) e Haggerty (1976 e 1991).

Em termos composicionais, pode-se dividir os espinélios em dois grandes grupos: os espinélios de Fe e Ti (sistema magnetita-ulvöespinélio) e os cromoespinélios do multisistema cromita-hercinita-ulvöespinélio-picrocromita-espinélio-magnesioferrita.

A fórmula estrutural dos espinélios das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai foi calculada na base de 32 átomos de oxigênio e os recálculos de Fe^{3+} feitos segundo o método de Finger (1972). Suas composições químicas estão apresentadas nas tabelas 17.0 a 17.5.

As magnetitas das rochas analisadas apresentam elevado enriquecimento em ZnO (0,13 a 0,42%) e MnO (0,46 a 3,26%) em relação aos dados de literatura, destacando-se no corpo Ilha Fecho dos Morros, magnetitas com valores de MnO situados entre 1,51 e 5,13%.

Nas magnetitas de Cerrito, apenas uma amostra (RP-88) apresenta valores de TiO_2 superior a 10%, teores variáveis de Al_2O_3 (0,15 a 2,8%), concentrações que permitem classifica-las como magnetitas titaníferas. Ressalta-se também uma análise cujo teor de MgO ultrapassa 1%, caracterizando-a segundo nomenclatura proposta por Mitchell & Bergman (1991) e Mitchell (1995), como magnetita titanífera magnesiana.

Segundo Deer *et al* (1966) a ilmenita é melhor representada como um titanato de ferro ferroso ($\text{Fe}^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_3$) do que como um óxido duplo de ferro férrico e titânio ($\text{Fe}^{3+}\text{Ti}^{3+}\text{O}_3$), sendo que a sua estrutura guarda semelhança com a da hematita, ressaltando apenas uma distorção nas camadas de oxigênio.

O grupo da ilmenita é composto pelos seguintes minerais: ilmenita (FeTiO_3), hematita (Fe_2O_3), geikielita (MgTiO_3), pirofanita (MnTiO_3) e eskolaíta (Cr_2O_3), sendo que ocorre duas séries de solução sólida: uma entre a ilmenita-geikielita e outra entre a ilmenita-hematita. Seus principais produtos de alteração formam-se por estádios sucessivos representados por manchas de alteração, óxidos de titânio e ferro amorfo e leucoxênio. A arizonita é um produto de alteração que inclui minerais como: hematita, pseudobrookita, rutilo e anatásio.

As composições químicas das ilmenitas da Província Alcalina Alto Paraguai e suas fórmulas estruturais normalizadas para 6 oxigênios podem ser visualizadas nas tabelas 18.0 a 18.1.

Espinélios ocorrem principalmente nos sienitos alcalinos de Satélite I e Satélite II, nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas, quartzo sienitos e

traquifonolitos de Pão de Açúcar, sienitos nefelínicos de Cerrito e da Ilha Fecho dos Morros e fonolitos de São Pedro.

A figura 70 mostra o sistema $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ (Buddington & Lindsley, 1964), adaptado por Haggerty (1976) no qual estão representadas as composições das principais fases dos espinélios de Fe e Ti e ilmenitas dos diversos corpos estudados. As composições das fases representativas dos espinélios de Fe e Ti distribuem-se ao longo da linha $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{TiO}_4$, série da magnetita-ulvöespinélio, indicando para esses minerais, temperaturas de cristalização por volta de 600°C , com baixa fugacidade de oxigênio enquanto que as ilmenitas se concentram junto ao lado FeTiO_3 da série ilmenita-hematita, com temperaturas de cristalização em torno de 800°C e fugacidade de oxigênio maiores em relação aos espinélios.

Tabela 17.1- Composição química das magnetitas das rochas de Cerro Siete Cabezas (% peso)

Amostra	RP-74	RP-74	RP-230	RP-230	RP-230	RP-230
Análise	1126	1129		1122	1220	1221
Localização	C1G1n	C1G1m	C4G1n	C5G1n	C2G1n	C3G1n
SiO ₂	7.71	0.08	0.56	0.09	0.04	0.01
TiO ₂	0.01	5.49	5.17	7.45	6.72	7.46
Al ₂ O ₃	1.58	0.05	0.57	0.14	0.23	0.35
Cr ₂ O ₃	0.05	0.06	0.02	0.01	0.04	0.02
FeO	33.98	32.7	34.28	36.21	34.39	35.16
Fe ₂ O ₃	36.68	53.77	55.58	53.93	53.98	53.45
MnO	0.41	1.48	1.52	1.26	1.87	2.11
MgO	0.48	0.02	0.08	0.13	0.08	0.06
CaO	0.74	0.01	0.01	0	0.02	0.03
ZnO	0.01	0	0.15	0.05	0.27	0.26
Nb ₂ O ₅	0.02	0	0.04	0.01	0.06	0
Total	81.67	93.66	97.98	99.28	97.7	98.91
FeOI	66.99	81.09	84.3	84.75	82.97	83.27
Si	12.218	0.097	0.611	0.099	0.044	0.011
Al	2.949	0.071	0.732	0.182	0.301	0.448
Ti	0.012	4.983	4.240	6.177	5.612	6.104
Cr	0.063	0.057	0.017	0.009	0.035	0.017
Fe ²	0	0	0	0	0	0
Fe ³	43.696	48.774	45.551	44.689	45.053	43.712
Mn	0.55	1.513	1.404	1.176	1.759	1.944
Mg	1.134	0.036	0.13	0.214	0.132	0.097
Ca	1.256	0.013	0.012	0	0.024	0.035
Zn	0.012	0	0.121	0.041	0.221	0.209
Nb	0.014	0	0.02	0.005	0.03	0
Cátions	61.904	55.544	52.838	52.592	53.211	52.577
Fe ³ _TRIVAL	0.936	0.997	0.984	0.996	0.993	0.989
Al_TRIVAL	0.063	0.001	0.016	0.004	0.007	0.01
Cr_TRIVAL	0.001	0.001	0	0	0.001	0
XFe	0	0	0	0	0	0
XMg	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
PMSiO ₂	0.128	0.001	0.009	0.001	0.001	0
PMTiO ₂	0	0.069	0.065	0.093	0.084	0.093
PMAI ₂ O ₃	0.015	0	0.006	0.001	0.002	0.003
PMFeOI	0.932	1.129	1.173	1.180	1.155	1.159
PMFeO	0.473	0.455	0.477	0.504	0.479	0.489
PMFe ₂ O ₃	0.23	0.337	0.348	0.338	0.338	0.335
PMMnO	0.006	0.021	0.021	0.018	0.026	0.03
PMMgO	0.012	0	0.002	0.003	0.002	0.001
PMZnO	0	0	0.002	0.001	0.003	0.003
SUM1	0.689	1.010	1.044	1.013	1.014	1.004

Tabela 17.2 - Composição química das magnetitas de Pão de Açúcar (% peso)

Amostra	RP-78	RP-78	RP-78	RP-109	RP-109	RP-109	RP-207	RP-207	RP-207	RP-207
Análise	1128	1130	1134	1123	1124	1125	1216	1217	1218	1219
Localização	C1G1n	C2G1n	C5G1n	C1G1n	C4G1n	C5G1n	C1G1n	C2G1n	C4G1n	C5G1n
SiO ₂	0.06	0.07	0.46	0.06	0.08	0.03	0.05	0.05	0.07	0.08
TiO ₂	3.28	0.51	0.41	15.46	14.72	14.95	12.45	15.12	14.32	12.97
Al ₂ O ₃	0.06	0.01	0.51	0.29	0.13	0.16	0.2	0.28	0.39	0.37
Cr ₂ O ₃	0	0.01	0.04	0	0.02	0.02	0.04	0	0.03	0
FeO	33.15	30.79	29.79	40.28	39.84	39.74	37.35	40.46	39.82	38.94
Fe ₂ O ₃	61.91	66.33	61.75	36.89	38.65	37.53	42.8	38.27	39.93	42.75
MnO	0.81	0.09	0.12	3.91	3.89	3.86	4.53	4.05	3.54	3.55
MgO	0.02	0	0.02	0.08	0.02	0.01	0	0.04	0.28	0.11
CaO	0.01	0.02	0.04	0.01	0.04	0.03	0.02	0.02	0	0.01
ZnO	0.04	0	0.05	0.3	0.28	0.29	0.04	0.2	0.23	0.27
Nb ₂ O ₅	0.05	0.05	0.05	0.08	0.06	0.03	0	0.02	0.02	0.02
Total	99.39	97.88	93.24	97.36	97.73	96.65	97.48	98.51	98.63	99.07
FeOI	88.87	90.49	85.36	73.48	74.62	73.52	75.87	74.9	75.76	77.41
Si	0.063	0.073	0.526	0.075	0.099	0.038	0.059	0.061	0.083	0.093
Al	0.074	0.012	0.687	0.427	0.189	0.239	0.277	0.402	0.546	0.505
Ti	2.576	0.399	0.353	14.556	13.645	14.281	11.028	13.859	12.807	11.313
Cr	0	0.008	0.036	0	0.019	0.02	0.037	0	0.028	0
Fe ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ³	48.601	51.924	53.131	34.712	35.805	35.830	37.891	35.057	35.691	37.265
Mn	0.716	0.079	0.116	4.145	4.060	4.152	4.519	4.180	3.565	3.487
Mg	0.031	0	0.034	0.149	0.037	0.019	0	0.073	0.496	0.19
Ca	0.011	0.022	0.049	0.013	0.053	0.041	0.025	0.026	0	0.012
Zn	0.031	0	0.042	0.277	0.255	0.272	0.035	0.18	0.202	0.231
Nb	0.024	0.024	0.026	0.045	0.033	0.017	0	0.011	0.011	0.01
Cátions	52.127	52.541	55.000	54.399	54.195	54.909	53.871	53.849	53.429	53.106
Fe ³ _TRIVAL	0.998	1.000	0.987	0.988	0.994	0.993	0.992	0.989	0.984	0.987
Al_TRIVAL	0.002	0	0.013	0.012	0.005	0.007	0.007	0.011	0.015	0.013
Cr_TRIVAL	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0
XFe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XMg	1.000	0	1.000	1.000	1.000	1.000	0	1.000	1.000	1.000
PMSiO ₂	0.001	0.001	0.008	0.001	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0.001
PMTiO ₂	0.041	0.006	0.005	0.193	0.184	0.187	0.156	0.189	0.179	0.162
PMAI ₂ O ₃	0.001	0	0.005	0.003	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004
PMFeOI	1.237	1.259	1.188	1.023	1.039	1.023	1.056	1.042	1.054	1.077
PMFeO	0.461	0.429	0.415	0.561	0.554	0.553	0.52	0.563	0.554	0.542
PMFe ₂ O ₃	0.388	0.415	0.387	0.231	0.242	0.235	0.268	0.24	0.25	0.268
PMMnO	0.011	0.001	0.002	0.055	0.055	0.054	0.064	0.057	0.05	0.05
PMMgO	0	0	0	0.002	0	0	0	0.001	0.007	0.003
PMZnO	0	0	0.001	0.004	0.003	0.004	0	0.002	0.003	0.003
SUM1	1.163	1.246	1.160	0.693	0.726	0.705	0.804	0.719	0.75	0.803

Tabela 17.3 - Composição química de magnetitas das rochas de Cerrito (% peso)

Amostra	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-88	RP-198	RP-198	RP-198	RP-198
Análise	1135	1136	1137	1138	1139	1140				1215
Localção	C1G1n	C2G1n	C3G1n	C4G1n	C4G2n	C4G2b	C3G1b	C3G1n	C4G1n	C5G1n
SiO ₂	0.05	0.1	3.79	0.06	0.13	0.02	0.14	0.02	0.06	0.03
TiO ₂	9.64	9.35	6.58	10.78	6.08	8.87	4.99	7.64	5.3	4.68
Al ₂ O ₃	0.13	0.21	1.36	0.23	0.87	0.15	5.24	2.8	2.75	1.93
Cr ₂ O ₃	0	0.01	0.01	0	0	0	0.03	0	0.02	0
FeO	36.06	36.39	39.86	36.79	34.14	35.62	33.85	36.17	35.07	33.7
Fe ₂ O ₃	48.76	49.4	45.35	46.21	54.09	50.47	53.55	50.78	54.3	56.21
MnO	3.26	2.86	1.98	3.37	1.94	2.83	0.49	0.94	0.54	0.46
MgO	0	0	0.04	0.02	0.01	0.01	1.26	0.78	0.11	0.47
CaO	0.03	0.04	0.05	0	0.04	0	0.05	0.02	0.03	0.02
ZnO	0.18	0.23	0.21	0.23	0.08	0.22	0.42	0.13	0.19	0.15
Nb ₂ O ₅	0.06	0.02	0	0.01	0.01	0	0.01	0	0.01	0
Total	98.17	98.61	99.23	97.7	97.39	98.19	100.03	99.28	98.38	97.65
FeO _I	79.94	80.85	80.67	78.38	82.82	81.04	82.04	81.87	83.94	84.29
Si	0.057	0.113	4.270	0.07	0.144	0.022	0.131	0.021	0.064	0.032
Al	0.173	0.278	1.804	0.314	1.131	0.198	5.764	3.441	3.452	2.416
Ti	8.206	7.915	5.576	9.406	5.049	7.483	3.506	5.997	4.250	3.742
Cr	0	0.009	0.009	0	0	0	0.022	0	0.017	0
Fe ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ³	41.483	41.795	38.408	40.298	44.894	42.555	37.604	39.837	43.515	44.917
Mn	3.125	2.726	1.889	3.311	1.814	2.689	0.388	0.831	0.488	0.414
Mg	0	0	0.067	0.035	0.016	0.017	1.755	1.213	0.175	0.745
Ca	0.036	0.048	0.06	0	0.047	0	0.05	0.022	0.034	0.023
Zn	0.15	0.191	0.175	0.197	0.065	0.182	0.29	0.1	0.15	0.118
Nb	0.031	0.01	0	0.005	0.005	0	0.004	0	0.005	0
Cátions	53.261	53.085	52.258	53.636	53.165	53.146	49.514	51.462	52.150	52.407
Fe ³ _TRIVAL	0.996	0.993	0.955	0.992	0.975	0.995	0.867	0.92	0.926	0.949
Al_TRIVAL	0.004	0.007	0.045	0.008	0.025	0.005	0.133	0.08	0.073	0.051
Cr_TRIVAL	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0
XFe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XMg	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
PMSiO ₂	0.001	0.002	0.063	0.001	0.002	0	0.002	0	0.001	0
PMTiO ₂	0.121	0.117	0.082	0.135	0.076	0.111	0.062	0.096	0.066	0.059
PMA ₂ O ₃	0.001	0.002	0.013	0.002	0.009	0.001	0.051	0.027	0.027	0.019
PMFeO _I	1.113	1.125	1.123	1.091	1.153	1.128	1.142	1.139	1.168	1.173
PMFeO	0.502	0.506	0.555	0.512	0.475	0.496	0.471	0.503	0.488	0.469
PMFe ₂ O ₃	0.305	0.309	0.284	0.289	0.339	0.316	0.335	0.318	0.34	0.352
PMMnO	0.046	0.04	0.028	0.048	0.027	0.04	0.007	0.013	0.008	0.006
PMMgO	0	0	0.001	0	0	0	0.031	0.019	0.003	0.012
PMZnO	0.002	0.003	0.003	0.003	0.001	0.003	0.005	0.002	0.002	0.002
SUM1	0.916	0.928	0.852	0.868	1.016	0.948	1.006	0.954	1.020	1.056

Tabela 17.4 - Composição química de magnetitas das rochas da Ilha Fecho dos Morros (% peso)

Amostra	RP-91	RP-91	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-201A	RP-205	RP-205	RP-205
Análise	1154	1156	1200	1201	1202	1203	1204	1206	1207	1208	
Localção	C1G1n	C3G1n	C3G1n	C3G1b	C4G1n	C4G1b	C5G1n	C2G1n	C3G1n	C4G1n	
SiO ₂	0.02	0.13	0.03	0.06	0.04	0.05	0.12	0.35	0.21	0.88	
TiO ₂	18.01	10.62	13.44	7.56	14.11	14.86	11.46	3.54	4.82	1.27	
Al ₂ O ₃	0.16	0.11	0.27	0.27	0.46	0.48	0.32	0.08	0.08	0.12	
Cr ₂ O ₃	0	0.01	0.01	0	0.01	0	0	0.03	0.01	0	
FeO	43.8	34.63	40.21	36.52	38.66	39.86	37.1	32.54	33.82	30.86	
Fe ₂ O ₃	32.63	43.49	41.47	53.39	39.82	39.02	44.5	56.69	55.31	59.46	
MnO	2.99	4.01	2.7	1.51	5.13	4.73	3.82	0.16	0.1	0.26	
MgO	0.06	0.05	0	0.01	0	0.01	0.03	0	0	0.06	
CaO	0.05	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	
ZnO	0.33	0.24	0.05	0.02	0.03	0.05	0.01	0.08	0.06	0.07	
Nb ₂ O ₅	0.06	0.07	0	0.02	0.04	0	0	0	0.06	0.03	
Total	98.11	93.4	98.21	99.37	98.31	99.08	97.38	93.49	94.51	93.04	
FeO _I	73.17	73.77	77.53	84.57	74.5	74.98	77.15	83.56	83.6	84.37	
Si	0.003	0.027	0.005	0.012	0.007	0.009	0.023	0.077	0.045	0.205	
Al	0.031	0.027	0.057	0.062	0.101	0.102	0.073	0.021	0.02	0.033	
Ti	2.219	1.655	1.804	1.117	1.969	2.012	1.667	0.587	0.769	0.222	
Cr	0	0.002	0.001	0	0.001	0	0	0.005	0.002	0	
Fe ²	5.999	6.001	6.000	6.001	6.000	6.000	5.999	5.999	6.001	6.000	
Fe ³	4.018	6.774	5.563	7.886	5.555	5.280	6.469	9.395	8.822	10.393	
Mn	0.415	0.704	0.408	0.251	0.806	0.721	0.626	0.03	0.018	0.051	
Mg	0.015	0.015	0	0.003	0	0.003	0.009	0	0	0.021	
Ca	0.009	0.009	0.006	0.002	0.002	0.004	0.004	0.005	0.009	0.007	
Zn	0.04	0.037	0.007	0.003	0.004	0.007	0.001	0.013	0.009	0.012	
Nb	0.004	0.007	0	0.002	0.003	0	0	0	0.006	0.003	
Cátions	12.753	15.258	13.851	15.339	14.448	14.138	14.871	16.132	15.701	16.947	
Fe ³ _TRIVAL	0.992	0.996	0.99	0.992	0.982	0.981	0.989	0.997	0.998	0.997	
Al_TRIVAL	0.008	0.004	0.01	0.008	0.018	0.019	0.011	0.002	0.002	0.003	
Cr_TRIVAL	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	
XFe	0.998	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	0.997	
XMg	0.002	0.002	0	0	0	0	0.001	0	0	0.003	
PMSiO ₂	0	0.002	0	0.001	0.001	0.001	0.002	0.006	0.003	0.015	
PMTiO ₂	0.225	0.133	0.168	0.095	0.177	0.186	0.143	0.044	0.06	0.016	
PMAI ₂ O ₃	0.002	0.001	0.003	0.003	0.005	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	
PMFeO _I	1.018	1.027	1.079	1.177	1.037	1.044	1.074	1.163	1.164	1.174	
PMFeO	0.61	0.482	0.56	0.508	0.538	0.555	0.516	0.453	0.471	0.43	
PMFe ₂ O ₃	0.204	0.272	0.26	0.334	0.249	0.244	0.279	0.355	0.346	0.372	
PMMnO	0.042	0.057	0.038	0.021	0.072	0.067	0.054	0.002	0.001	0.004	
PMMgO	0.001	0.001	0	0	0	0	0.001	0	0	0.001	
PMZnO	0.004	0.003	0.001	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	
SUM1	0.613	0.817	0.779	1.003	0.748	0.733	0.836	1.065	1.039	1.117	

Tabela 17.5 - Composição química de magnetitas das rochas de São Pedro (% peso)

Amostra	São Pedro (% peso)								Morro Conceição (5peso)			Morro Distante (% peso)		
	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-255	RP-256	RP-256	RP-256	RP-259	RP-259	RP-259	RP-264	RP-264	RP-264
Análise	1100	1149	1150	1151	1152	1145	1146	1147	1157	1158	1159	1209	1210	1211
Localização	C2G2n	C4G1n	C3G1n	C2G1n	C1G1n	C2G1n	C3G1b	C1G1n	C1G1n	C1G2il	C1G2il	C1G1n	C1G1b	C2G1n
SiO ₂	0.02	0.02	0.09	0.03	0.03	0.02	0.05	0	0.11	0.04	0.07	0.05	0.02	0.13
TiO ₂	11.6	13.01	12.94	16.16	11.72	4.91	5.93	4.66	11.06	18.67	12.95	0.51	0.72	0.27
Al ₂ O ₃	1.03	0.94	1.13	0.62	0.79	0.54	0.58	0.55	0.56	0.35	0.25	0.44	0.45	0.29
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
FeO	39.75	40.15	39.54	42.06	38.49	32.54	33.3	31.75	39.29	45.92	41.43	30.98	30.82	30.58
Fe ₂ O ₃	44.66	41.36	40.51	34.5	42.37	58.24	55.63	57.23	45.09	30.98	42.69	66.59	65.58	66.01
MnO	1.86	2.13	2.18	2.73	2.04	2.49	2.58	2.33	1.18	1.78	1.2	0.12	0.06	0.1
MgO	0.02	0.04	0.23	0.02	0.03	0.05	0.04	0	0	0	0.01	0.06	0.08	0
CaO	0.02	0.03	0.05	0.04	0.06	0	0.13	0.01	0.02	0	0	0.01	0.06	0.06
ZnO	0	0.29	0.27	0.19	0.2	0.23	0.29	0.34	0.23	0.22	0.14	0.12	0.05	0
Nb ₂ O ₅	0	0.01	0.04	0	0.04	0	0.05	0	0.05	0.14	0	0.04	0.04	0.05
Total	98.96	97.98	96.98	96.35	95.77	99.03	98.58	96.87	97.59	98.1	98.74	98.92	97.89	97.5
FeO _I	79.94	77.37	76	73.11	76.62	84.96	83.37	83.26	79.87	73.8	79.85	90.91	89.84	89.99
Si	0.004	0.004	0.016	0.005	0.006	0.004	0.011	0	0.02	0.006	0.012	0.012	0.005	0.031
Al	0.219	0.198	0.241	0.125	0.173	0.14	0.147	0.146	0.12	0.064	0.051	0.12	0.123	0.08
Ti	1.575	1.749	1.766	2.073	1.643	0.814	0.961	0.792	1.519	2.194	1.687	0.089	0.126	0.048
Cr	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0.002	0.002
Fe ²	6.001	6.000	5.999	6.000	6.000	6.001	6.000	6.001	6.000	6.000	6.001	6.000	5.999	6.000
Fe ³	6.060	5.556	5.525	4.424	5.937	9.654	9.009	9.723	6.189	3.639	5.558	11.593	11.475	11.643
Mn	0.284	0.322	0.335	0.394	0.322	0.465	0.471	0.446	0.182	0.236	0.176	0.024	0.012	0.02
Mg	0.005	0.011	0.062	0.005	0.008	0.016	0.013	0	0	0	0.003	0.021	0.028	0
Ca	0.004	0.006	0.01	0.007	0.012	0	0.03	0.002	0.004	0	0	0.002	0.015	0.015
Zn	0	0.038	0.036	0.024	0.028	0.037	0.046	0.057	0.031	0.025	0.018	0.021	0.009	0
Nb	0	0.001	0.003	0	0.003	0	0.005	0	0.004	0.01	0	0.004	0.004	0.005
Cátions	14.152	13.885	13.993	13.057	14.132	17.133	16.693	17.167	14.069	12.174	13.506	17.886	17.798	17.844
Fe ₃ _TRIVAL	0.965	0.966	0.958	0.973	0.972	0.986	0.984	0.985	0.981	0.983	0.991	0.99	0.989	0.993
Al_TRIVAL	0.035	0.034	0.042	0.027	0.028	0.014	0.016	0.015	0.019	0.017	0.009	0.01	0.011	0.007
Cr_TRIVAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XFe	0.999	0.998	0.99	0.999	0.999	0.997	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	0.995	1.000
XMg	0.001	0.002	0.01	0.001	0.001	0.003	0.002	0	0	0	0	0.003	0.005	0
PMSiO ₂	0	0	0.001	0	0	0	0.001	0	0.002	0.001	0.001	0.001	0	0.002
PMTiO ₂	0.145	0.163	0.162	0.202	0.147	0.061	0.074	0.058	0.138	0.234	0.162	0.006	0.009	0.003
PMAl ₂ O ₃	0.01	0.009	0.011	0.006	0.008	0.005	0.006	0.005	0.005	0.003	0.002	0.004	0.004	0.003
PMFeO _I	1.113	1.077	1.058	1.018	1.066	1.182	1.160	1.159	1.112	1.027	1.111	1.265	1.250	1.252
PMFeO	0.553	0.559	0.55	0.585	0.536	0.453	0.463	0.442	0.547	0.639	0.577	0.431	0.429	0.426
PMFe ₂ O ₃	0.28	0.259	0.254	0.216	0.265	0.365	0.348	0.358	0.282	0.194	0.267	0.417	0.411	0.413
PMMnO	0.026	0.03	0.031	0.038	0.029	0.035	0.036	0.033	0.017	0.025	0.017	0.002	0.001	0.001
PMMgO	0	0.001	0.006	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0.001	0.002	0
PMZnO	0	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.001	0.001	0
SUM1	0.839	0.777	0.761	0.648	0.796	1.094	1.045	1.075	0.847	0.582	0.802	1.251	1.232	1.240

Tabela 18.0 - Composição química de ilmenitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai (% peso)

Amostra	RP-32	RP-32	RP-44	RP-44	RP-44	RP-50	RP-52	RP-58	RP-58	RP-74	RP-78	RP-78	RP-78	RP-91	RP-91
Análise	1168	1169	1148	1149	1150	1161	1164	1146	1147	1127	1131	1132	1133	1155	1156
Localização	C3G1	C3G1	C1G1	C1G2	C2G1	C3G1	C2G1	C1G1	C2G1	C3G1	C3G1	C3G1	C4G1	C3G1	C3G2
SiO ₂	0.04	0.05	0.12	0.02	0.17	0	0.03	0.23	0.53	0.04	0.04	0.02	0	0.03	0.13
TiO ₂	51.91	52.19	54.62	49.32	8.29	50.92	48.74	52.83	90.05	50.21	93.65	49.9	49.81	51.31	10.62
Al ₂ O ₃	0	0	0	0.01	0.21	0.01	0.02	0.04	0.1	0.02	0.1	0	0.02	0.03	0.11
Cr ₂ O ₃	0.08	0	0.03	0.02	0.01	0	0	0	0.01	0.03	0	0	0.01	0	0.01
FeO	31.542	26.225	47.852	29.459	6.826	36.212	38.943	46.774	82.196	35.135	84.927	29.890	27.734	38.009	5.532
Fe ₂ O ₃	0.342	-0.061	-13.711	4.785	82.366	2.351	2.428	-9.684	-87.575	2.581	-90.961	2.231	3.059	2.110	75.744
MnO	15.02	20.51	1.33	13.87	0.86	9.36	5.56	0.96	0.12	9.91	0.06	14.74	16.8	7.77	4.01
MgO	0.02	0.02	0.04	0.03	0.01	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0.03	0.01	0.12	0.05
CaO	0.02	0.02	0	0	0.01	0.01	0.01	0.06	0.08	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04
ZnO	0	0.01	0.04	0.86	0.11	0.17	0.15	0	0.02	0	0.04	0.11	0.21	0.27	0.24
Nb ₂ O ₅	0.26	0.26	0.86	0.8	0.02	0.56	1.8	0.32	2.32	0.2	2.15	0.74	0.34	0.14	0.07
Total	99.23	99.22	91.18	99.17	98.88	99.65	97.7	91.54	87.86	98.17	90.05	97.69	98.01	99.82	96.56
FeO _i	31.85	26.17	35.5	33.77	81.03	38.33	41.13	38.05	3.3	37.46	2.98	31.9	30.49	39.91	73.77
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio															
Si	0.009	0.014	0.018	0.005	0.179	0	0.006	0.035	0.046	0.008	0.003	0.005	0	0.006	0.169
Ti	8.880	10.742	6.159	9.035	6.559	7.588	6.754	6.095	5.912	7.712	5.951	9.009	9.692	7.284	10.367
Al	0	0	0	0.003	0.26	0.002	0.004	0.007	0.01	0.005	0.01	0	0.006	0.007	0.168
Cr	0.014	0	0.004	0.004	0.008	0	0	0	0.001	0.005	0	0	0.002	0	0.01
Fe ²⁺	5.999	6.001	5.999	6.000	6.005	6.000	5.999	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	5.999	6.004
Fe ³⁺	0.058	-0.013	-1.545	0.876	65.129	0.35	0.336	-1.117	-5.746	0.396	-5.776	0.403	0.595	0.299	73.900
Mn	2.893	4.754	0.169	2.861	0.766	1.571	0.868	0.125	0.009	1.714	0.004	2.997	3.681	1.242	4.408
Mg	0.007	0.008	0.009	0.011	0.016	0.018	0.005	0.002	0.001	0.003	0	0.011	0.004	0.034	0.097
Ca	0.005	0.006	0	0	0.011	0.002	0.002	0.01	0.007	0.007	0.004	0.008	0.006	0.006	0.056
Zn	0	0.002	0.004	0.155	0.085	0.025	0.02	0	0.001	0	0.002	0.019	0.04	0.038	0.23
Nb	0.027	0.032	0.058	0.088	0.01	0.05	0.15	0.022	0.092	0.018	0.082	0.08	0.04	0.012	0.041
Cátions	17.892	21.546	10.875	19.038	79.028	15.606	14.144	11.179	6.333	15.868	6.280	18.532	20.066	14.927	95.450
PMSiO ₂	0.001	0.001	0.002	0	0.003	0	0	0.004	0.009	0.001	0.001	0	0	0	0.002
PMTiO ₂	0.65	0.653	0.684	0.617	0.104	0.637	0.61	0.661	1.127	0.628	1.172	0.625	0.623	0.642	0.133
PMAI ₂ O ₃	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0.001	0	0.001	0	0	0	0.001
PMCr ₂ O ₃	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PMFeO	0.439	0.365	0.666	0.41	0.095	0.504	0.542	0.651	1.144	0.489	1.182	0.416	0.386	0.529	0.077
PMFe ₂ O ₃	0.002	0	-0.086	0.03	0.516	0.015	0.015	-0.061	-0.548	0.016	-0.57	0.014	0.019	0.013	0.474
PMMnO	0.212	0.289	0.019	0.196	0.012	0.132	0.078	0.014	0.002	0.14	0.001	0.208	0.237	0.11	0.057
PMMgO	0	0	0.001	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0	0.003	0.001
SUMMOL	0.654	0.654	0.6	0.647	0.625	0.652	0.625	0.604	0.589	0.645	0.604	0.639	0.642	0.655	0.61
Ri _i O	99.541	100.000	114.333	95.363	17.120	97.699	97.600	110.099	192.869	97.519	194.205	97.809	97.040	98.015	22.131
Ri _{ii} O ₃	0.459	0	-14.333	4.637	82.880	2.301	2.400	-10.099	-92.869	2.481	-94.205	2.191	2.960	1.985	77.869

Obs: Amostra RP-32 fonolito peralcalino (Cerro Boggiani), RP-44 e 50 sienitos alcalinos (Satélite II), RP-52 e 58 sienitos alcalinos (Satélite I), RP-74 nefelina sienitos de Cerro Siete Cabezas, RP-78 quartzo sienito de Pão de Açúcar e RP-91 sienito nefelinico da Ilha Fecho dos Morros.

Tabela 18.1 - Composição química de ilmenitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai (% peso)

Amostra	RP-198	RP-201A	RP-205	RP-259	RP-259	RP-267
Análise	1212	1199	1205	1160	1161	1162
Localização	C2G1	C1G1	C1G1	C2G1	C3G1	C1G1
SiO ₂	0.01	0.04	0.15	0.05	0.1	0.01
TiO ₂	50.62	50.56	47.48	48.33	44.38	36.11
Al ₂ O ₃	0.02	0.02	1.9	0.02	0.83	0.07
Cr ₂ O ₃	0.02	0.02	0	0	0	0.01
FeO	40.452	37.721	35.278	39.086	35.207	23.711
Fe ₂ O ₃	3.206	1.564	3.632	5.266	12.635	30.979
MnO	4.82	7.75	7.47	4.4	4.77	8.56
MgO	0.11	0.02	0	0	0	0.04
CaO	0.04	0.03	0.07	0.01	0.07	0.01
ZnO	0	0.03	0.23	0.01	0.29	0.18
Nb ₂ O ₅	0.17	0.55	1.1	0.92	0.05	0
Total	99.47	98.31	97.31	98.09	98.33	99.68
FeO _I	43.34	39.13	38.55	43.83	46.59	51.62
Fórmula estrutural calculada na base de 6 átomos de oxigênio						
Si	0.002	0.008	0.031	0.009	0.02	0.003
Ti	6.753	7.234	7.264	6.672	6.802	8.217
Al	0.004	0.004	0.455	0.004	0.199	0.025
Cr	0.003	0.003	0	0	0	0.002
Fe ²	6.000	6.001	6.001	5.999	6.000	5.999
Fe ³	0.427	0.224	0.555	0.727	1.935	7.046
Mn	0.724	1.249	1.287	0.684	0.823	2.194
Mg	0.029	0.006	0	0	0	0.018
Ca	0.008	0.006	0.015	0.002	0.015	0.003
Zn	0	0.004	0.035	0.001	0.044	0.04
Nb	0.014	0.047	0.101	0.076	0.005	0
Cátions	13.964	14.786	15.744	14.174	15.843	23.547
PMSiO ₂	0	0.001	0.002	0.001	0.002	0
PMTiO ₂	0.634	0.633	0.594	0.605	0.555	0.452
PMAI ₂ O ₃	0	0	0.019	0	0.008	0.001
PMCr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0
PMFeO	0.563	0.525	0.491	0.544	0.49	0.33
PMFe ₂ O ₃	0.02	0.01	0.023	0.033	0.079	0.194
PMMnO	0.068	0.109	0.105	0.062	0.067	0.121
PMMgO	0.003	0	0	0	0	0.001
SUMMOL	0.654	0.644	0.638	0.639	0.644	0.647
RiiO	96.942	98.447	93.417	94.836	86.491	69.861
Riii ₂ O ₃	3.058	1.553	6.583	5.164	13.509	30.139

Obs: RP-198 sienito nefelínico de Cerrito, RP-201-A sienito nefelínico da Ilha Fecho dos Morros, RP-205 quartzo sienito de Cerro Pedreira, RP-259 sienito alcalino de Morro Conceição e RP-267 nefelina sienito de Porto Conceição.

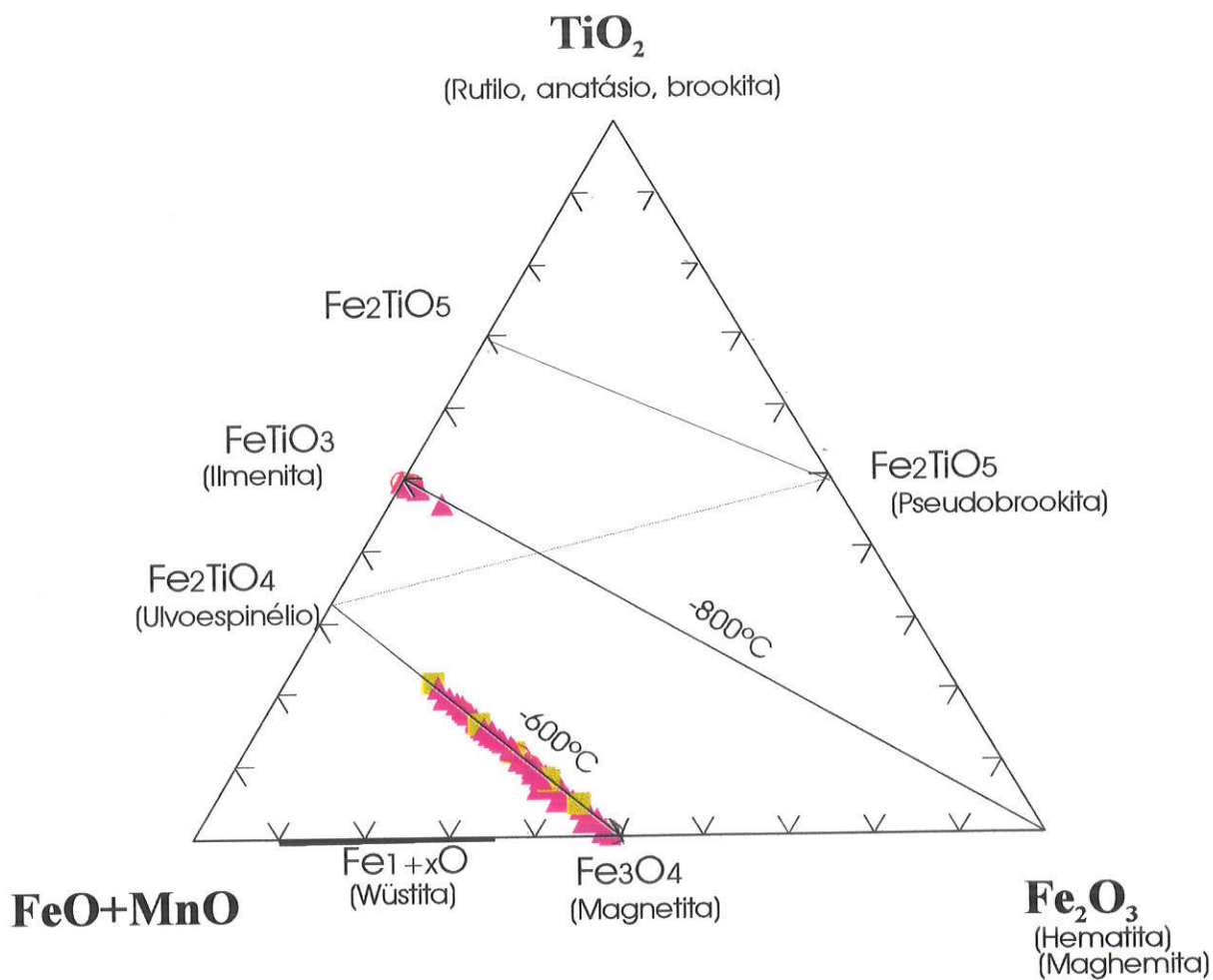


Figura 70 - Distribuição das ilmenitas e magnetitas das rochas da Província Alcalina Alto Paraguai no diagrama FeO-TiO₂-Fe₂O₃ de Buddington & Lindsley (1964), modificado por Haggerty (1976). Símbolos: núcleo de grãos (triângulo); borda de grão (círculo); grão da matriz (quadrados)

CAPÍTULO 06 – CONSIDERAÇÕES PETROLÓGICAS E FINAIS

Os corpos alcalinos estudados são constituídos por associações tipicamente insaturadas nas intrusões de Cerro Boggiani, Cerrito e Ilha Fecho dos Morros, correspondendo principalmente a nefelina sienitos, e mais raramente a manifestações fonolíticas. Rochas insaturadas associadas a litotipos saturados a supersaturados foram encontrados nos corpos de Satélite I, Satélite II, Pão de Açúcar, Cerro Pedreira, São Pedro, Porto Conceição, Morro Conceição e Morro Distante, tendo como principais representantes os sienitos alcalinos e subordinadamente traquitos, quartzo sienitos e esporadicamente álcali-feldspato granitos.

Complexos alcalinos compostos por rochas insaturadas em sílica, intrinsecamente associadas à litotipos contendo quartzo modal, distribuem-se nos mais diferentes lugares do mundo (Lovozero, Ilimaussaq, Velasco, Tunas, Ilha de Vitória dentre outros), podendo caracterizar uma transposição da barreira termal do plano Ab-Or do *Sistema Petrogenético Residual* (Bowen, 1937).

A hipótese de *Fases Intrusivas Separadas*, onde a colocação magmática se faz por pulsos sucessivos, nos quais a temperatura é progressivamente mais elevada gerando líquidos cada vez menos fracionados originados de uma mesma fonte magmática, é a mais aceita pela maioria dos petrólogos ocidentais em detrimento das preconizadas para a transição de nefelina sienitos até quartzo sienitos e sienogranitos, se deve à cristalização fracionada (Taylor, 1980; Brooks & Gill, 1982). Autores como Landoll *et al.* (1989) preferem um modelo de evolução onde os processos de cristalização fracionada e contaminação crustal se combinam para formar rochas insaturadas associadas a litologias saturadas em sílica.

A grande similaridade nas composições químicas e mineralógicas dos maciços com ocorrência conjunta de rochas insaturadas em sílica e supersaturadas, derivadas de um mesmo magma parental, sugere que o processo que leva à formação de nefelina sienitos associados a rochas com quartzo livre modal, indica que ambas constituem típicos produtos de diferenciação magmática. Nesse sentido, Kogarko (1979) defendem que a evolução das composições químicas de Lovozero e Khibina se deu a partir de um magma parental de natureza alcali-basáltico, salientando que os magmas supersaturados em álcalis, relativamente ao alumínio podem ser explicados pela

separação do alumínio com plagioclásio (efeito plagioclásio) e com piroxênio (molécula Tschermak), formando solução sólida no sistema diopsídio-egirina-augita.

O sistema petrogenético residual, tal como estabelecido por Bowen (1937), ratificado nos trabalhos experimentais de Fudali (1963), Bailey & Schairer (1966), Hamilton & Mackenzie (1965) e Henderson *et al.* (1989), dentre outros, pode ser aplicado às condições de cristalização das rochas sieníticas da Província Alcalina Alto Paraguai, partindo-se da premissa de um magma parental muito diferenciado, cuja composição inicial é assumida para os nefelina sienitos como $Ne_{37}Ks_{19}Q_{44}$, valores de proporção moleculares médios para os litotipos menos evoluídos da série moderadamente insaturada a saturada (Velázquez, 1996). A retirada de fases félsicas e máficas do magma em cristalização tais como: feldspato potássico, nefelina, piroxênios, anfibólios, e de minerais óxidos como espinélios e ilmenitas, induziria o líquido residual a assumir uma composição peralcalina, permitindo então a cristalização de feldspato potássico e quartzo acima do plano Ab-Or, sendo que todo o K_2O do sistema seria utilizado no ortoclásio.

A semelhança mineralógica entre os litotipos estudados sugere que as rochas sieníticas e suas equivalentes extrusivas/sub-intrusivas são consangüíneas. No entanto, o comportamento químico de alguns sienitos e fonolitos de Cerrito, Pão de Açúcar, Satélite II, Cerro Pedreira, São Pedro, Morro Conceição e Morro Distante (Velázquez, 1996 e Matos *et al.*, 2000), evidencia uma provável contaminação crustal com enriquecimento em SiO_2 e pela diminuição relativa de Zr, MnO, Na_2O e K_2O , propiciando um caráter peraluminoso observado nesses litotipos, similarmente ao Complexo Alcalino Ponta do Morro (Sousa, 1997). Esses dados são amplamente consubstanciados pelos dados isotópicos determinados por Velázquez *et al.* (1993) e Velázquez (1996).

A adição de material crustal ao sistema, modificaria a composição do líquido, enriquecendo-o em sílica, e o levando para uma cristalização no plano mínimo granítico. Em contrapartida, o líquido residual não contaminado do magma parental, revela uma composição cuja tendência de evolução aponta para o plano mínimo fonolítico. Este sistema foi denominado por Bowen (1937) de "Sistema Petrogenético Residual", mostrado esquematicamente na figura 71.

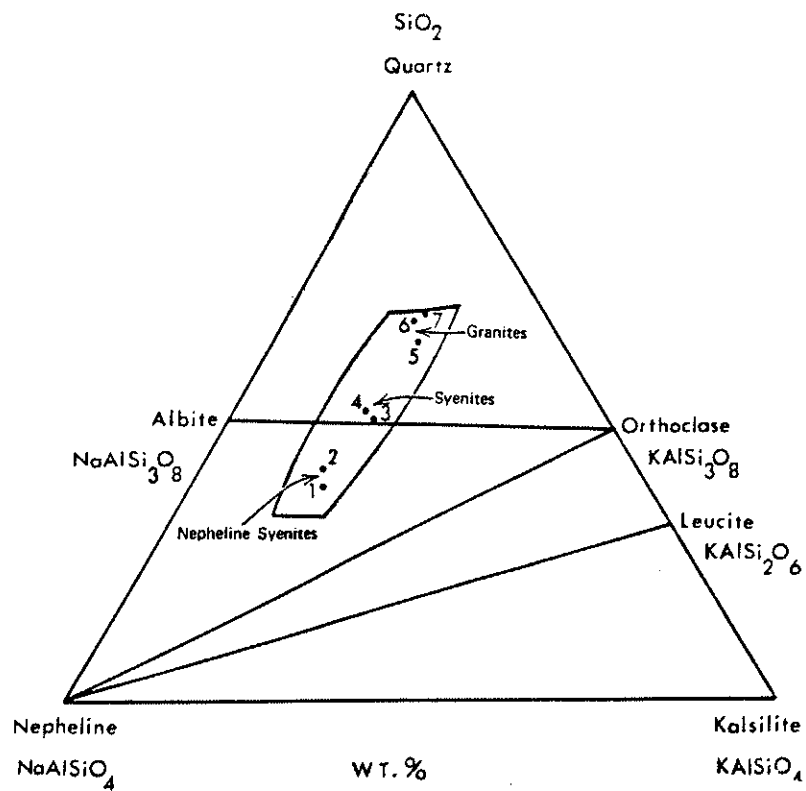


Figura 71 - Representação esquemática de rochas félsicas no Sistema Nefelina-Kalsilita-Sílica (Sistema Petrogenético Residual), segundo Bowen (1937). As rochas que se plotam no vale termal do diagrama separando os campos dos granitos (riolitos), sienitos (traquitos) e nefelina sienitos (fonolitos). 1- tinguaitos (fonolito com textura tinguaitica), 2- fonolitos, 3- alcali-sienitos, 4- alcali-traquitos, 5- pantteleritos (riolito peralcalino), 6- granitos, 7- riolitos

As rochas alcalinas ocorrem espacial e temporalmente associadas a processos de rifteamentos intracontinentais, soerguimentos verticais e esforços extensionais. A ocorrência dos corpos intrusivos da Província Alcalina Alto Paraguai parece ter sido controlada também por esses processos, já que os corpos se distribuem ao longo do rio Paraguai que possui uma direção geral norte-sul.

A partir de dados químicos encontrados na literatura (Velázquez, 1996; Gomes *et al.*, 1997 e Matos *et al.*, 2000), foram aqui construídos alguns diagramas de química de rocha, para elementos maiores, confirmando o caráter peralcalino da maioria dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai. Subordinadamente, podem ser observadas ocorrências metaluminosas tais como alguns fonolitos de Cerrito, sienitos alcalinos de Cerro Pedreira e quartzo sienito de Pão de Açúcar (Figura 72-A e B). Os diagramas fundamentados em elementos mais compatíveis tais como Nb e Y, revelaram resultados indicando uma origem intra-placa para o magmatismo da Província Alcalina Alto Paraguai (Figuras 72-C e D).

Alguns corpos estudados, especialmente os maciços Pão de Açúcar e Cerro Siete Cabezas parecem indicar em imagens orbitais e de aeronave, colocação em forma de complexos anelares, como admitido em Velázquez (1996) e Gomes *et al.* (1997). Essa feição está diretamente associada às manifestações vulcânicas que formam em um estágio inicial de sua evolução, estruturas em caldeira.

Segundo Bonin (1982), ocorre uma estruturação diversificada nesses complexos anelares que é, quase sempre, marcada por uma zonalidade horizontal e vertical, distribuída em estágios específicos. Bonin (1982) descreve ainda como “estágio superficial” um conjunto de processos que envolve arqueamentos crustais devido à sobrepressão da câmara magmática adjacente, ocasionando fraturamento radial os que serve como conduto do vulcanismo pré-caldeira. O estágio evolui para o extravasamento de produtos vulcânicos tais como piroclastitos e ignimbritos, seguindo-se então, processos de degaseificação do magma e conseqüente formação de “sills” e domos de borda.

Esse modelo pode ser aplicado de forma coerente ao magmatismo alcalino Alto Paraguai, em função dos vários corpos satélites alcalinos que circundam as intrusões de Cerro Siete Cabezas, Pão de Açúcar e Cerro Boggiani, descritos neste trabalho.

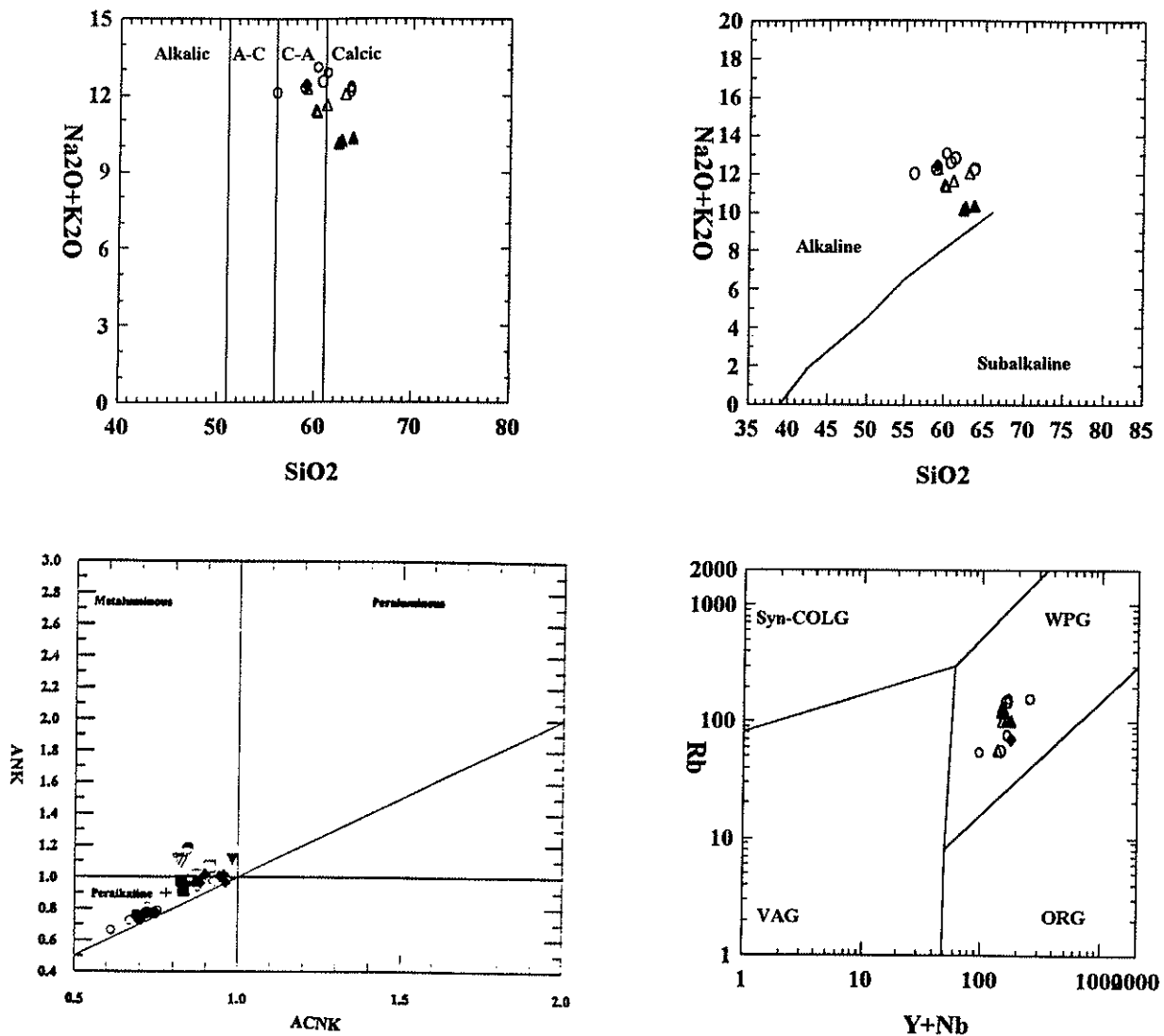


Figura 72 (A)– Diagrama $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus SiO_2 de Irvine & Baragar (1971) aplicado à rochas da Província Alcalina Alto Paraguai; (B) diagrama $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ versus SiO_2 separa o campo das rochas alcalinas das sub-alcalinas; (C) Diagrama ANK versus ACNK, define os campos de composição preferenciais para as rochas da Província Alto Paraguai; e (D) diagrama de variação Rb versus Y + Nb (Pearce et al. 1984), para a discriminação tectônica de rochas graníticas (s.l.). Abreviações: ORG= cadeias oceânicas, VAG= arcos vulcânicos, SynCOLG= Sin-Colisionais, WPG= magmatismo intra-placa.

Entretanto, o único corpo a apresentar litotipos de aspecto ignimbrítico é o Pão de Açúcar, que apesar de não configurar, na atualidade, a dimensão que Bonin (1982) estima para o empilhamento piroclástico, aproximadamente 600 m, pode ter sido lixiviada pelos sucessivos ciclos erosivos pós-cretácicos descritos em Almeida (1943, 1949, 1959, 1964a e 1964b), Alvarenga *et al.* (1982) e Franco & Pinheiro (1982).

Como neste trabalho não foram efetuados estudos geocronológicos e a literatura apresenta vários compêndios que demonstram uma concentração de idades radiométricas no intervalo 250-240Ma. (Amaral *et al.*, 1966; Comte & Hasui, 1971; Velázquez *et al.*, 1993 e Velázquez, 1996), acredita-se que sejam estas as idades de colocação/resfriamento dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai.

Nas rochas estudadas, os minerais félsicos mais importantes do ponto de vista quantitativo são os feldspatos alcalinos, seguidos por nefelina e subordinadamente plagioclásios, sendo que estes últimos são encontrados apenas nas intrusões de Morro Conceição e Morro Distante, enquanto que o quartzo ocorre esporadicamente em assembléias saturadas como as do Morro Pão de Açúcar e Morro Conceição. Os minerais máficos ocorrem na seguinte ordem de importância: piroxênios sódico-cálcicos, piroxênios sódicos, anfibólios cálcico-sódicos, anfibólios sódicos e biotitas. Foram encontradas também texturas de reequilíbrio sólido-líquido, transformações mineralógicas sugestivas de processos pós-magmáticos, tais como: sericitização de feldspatos, saussuritização de plagioclásios, uralitização de piroxênios e substituição de nefelina por cancrinita e subordinadamente por carbonatos.

Os feldspatóides dos sienitos e extrusivas associadas estão representados pela nefelina e subordinadamente pela sodalita. Esses minerais estão ausentes, como esperado, apenas nas rochas supersaturadas em sílica tais como aquelas que ocorrem nos corpos de: Satélite I, Satélite II, Cerro Pedreira, Morro Conceição e Morro Distante. O estudo microquímico dos componentes moleculares Ne-Ks-Qz das nefelinas dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai não revela tendências de enriquecimento em Qz como parecem indicar as intrusões de Banhadão (Ruberti, 1984), diques e "plugs" alcalinos do Vale do Ribeira (Vasconcellos, 1995) e Ilha Monte de Trigo (Enrich & Ruberti, 2000). A partir do diagrama de Hamilton & Mackenzie (1965), conclui-se que as nefelinas da Província Alto Paraguai foram formadas em um intervalo de temperatura

que tem como limites inferior e superior 500°C e < 1068°C, respectivamente. As nefelinas das rochas da Ilha Fecho dos Morros são as representativas de temperaturas de cristalização mais elevadas, correspondendo a um enriquecimento em “excesso de sílica”, relativamente àquelas que ocorrem em Cerrito. Em contrapartida, as nefelinas dos fonolitos de Cerro Boggiani são as que correspondem a temperaturas de cristalização mais baixas.

Os piroxênios ocorrem em praticamente todos os litotipos estudados, exceto nos quartzos sienitos de Pão de Açúcar, nefelina sienitos de Cerrito e Porto Conceição e sienitos alcalinos de Morro Conceição. De uma maneira geral, os piroxênios encontrados na Província Alto Paraguai, independentemente do tipo petrográfico, coincidem com os domínios do Quad e cálcico-sódicos do diagrama Q-J. Os do campo do Quad classificam-se como salitas e ferrossalitas, enquanto que os cálcico-sódicos correspondem às egirina-augitas do diagrama WEF-Jd-Ae. Os piroxênios dos corpos de Cerrito e São Pedro possuem piroxênios que se plotam somente no campo Quad, classificados como salitas no diagrama Wo-En-Fs, consubstanciando os estudos petrográficos. A tendência química dos piroxênios da Província Alto Paraguai é, de uma maneira geral, de empobrecimento em Mg e enriquecimento em Fe e Na, similarmente ao Complexo de Banhadão (Ruberti, 1984). Os piroxênios de Cerro Siete Cabezas, Morro Pão de Açúcar e Morro São Pedro também mostram essa característica evolutiva; enquanto que, os de Cerro Boggiani e Satélite II apresentam acentuado enriquecimento em Na e perda de Fe, para teores de Mg constantes, coincidindo com as curvas evolutivas de Tanguá-RJ (Valença, 1980), Ilha de Vitória (Motoki, 1986) e Complexo Ponta do Morro (Sousa, 1997).

Nas rochas da Província Alto Paraguai, predominam anfibólios cálcico-sódicos, correspondendo principalmente à ferro edenita e edenita rica em sílica, ferro eckermanita, ferro-pargasita hornblenda, ferro richterita e ferro glaucofânio. A tendência química é de enriquecimento em Fe para uma razão Ca/Mg constante. São observadas ainda, “trends” com aumento de Na em anfibólios de rochas mais diferenciadas, para valores de K praticamente constantes, similarmente a outros corpos alcalinos descritos em Neumann (1976b), Giret *et al.* (1980). Conceição *et al.* (1991) e

Sousa (1997). São observados nos anfibólios da Província Alto Paraguai, esquemas típicos de substituição de $\text{Ca}+\text{Al}^{\text{IV}}$ por $\text{Si}+\text{Na}$.

Excetuando-se as rochas de Porto Conceição, todas as outras dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai são portadoras de micas, no entanto, em quantidades subordinadas aos demais máficos. De acordo com a relação $\text{Mg:F} < 2:1$, que serve de parâmetro para a sua classificação (Sapountzis, 1976), as micas estudadas são biotitas. Nas rochas de Cerrito, Cerro Siete Cabezas e Cerro Boggiani ocorrem apenas micas classificadas como flogopitas. A exemplo de piroxênios e anfibólios, as biotitas estudadas apresentam tendências de evolução composicional caracterizadas por enriquecimento em Fe, com discreta perda de $(\text{Al}^{\text{IV}} + \text{Ti})$, Al_2O_3 e K.

Os espinélios e ilmenitas ocorrem em todas as rochas dos corpos da Província Alcalina Alto Paraguai, com exceção daquelas de Cerro Boggiani. Esses minerais apresentam geralmente valores elevados de TiO_2 , teores variáveis de Al_2O_3 e elevados em ZnO e MnO. Os minerais óxidos das rochas de Ilha Fecho dos Morros chega a possuir valores anômala mente altos de MnO. Os espinélios e ilmenitas dos corpos estudados possuem composições representativas dos espinélios de Fe e Ti, distribuindo-se ao longo da linha $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{TiO}_4$, série da magnetita-ulvöespinélio, indicando para esses minerais, temperaturas de cristalização em torno de 600°C , correspondendo a uma baixa fugacidade de oxigênio, enquanto que as ilmenitas concentram-se junto ao lado de FeTiO_3 da série ilmenita-hematita, indicando temperaturas de cristalização de aproximadamente 800°C e fugacidade de oxigênio maiores do que as prevalentes durante a cristalização dos espinélios.

CAPÍTULO 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. (1943) Geomorfologia da Região de Corumbá. *Bol. Assoc. Geo-Graf. Bras.* São Paulo 3(3):8-18
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1945) Geologia do sudoeste mato-grossense. *Bol. Div. Geol. e Min.* Rio de Janeiro **116**: 1-118.
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1949) Relevo de "cuestas" na bacia sedimentar do rio Paraná. *Boletim Paulista de Geografia.* São Paulo. **3**:21-33
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1959) Traços gerais da geomorfologia do Centro Oeste brasileiro. In: ALMEIDA, F.F.M. de & LIMA, M.A. de; *Planalto Centro-Ocidental e Pantanal matogrossense.* Guia de Excursão nº 1, 18º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA, CNG, Rio de Janeiro p.7-65.
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1964a) Geologia do centro-oeste matogrossense. *Bol. DGM, DNPM* **215**: 1-137.
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1964b) Glaciação eo-Cambriana em Mato Grosso. *Notas preliminares e Estudos.DGM-DNPM.* **117**: 1-11.
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1965) Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso). Rio de Janeiro, *DGM/DNPM Boletim* **219**, 96p.
- ALMEIDA, F.F.M. de (1967) Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia.* Rio de Janeiro. (241): 1-36.
- ALMEIDA, F.F.M. de; (1969) Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 23, Salvador. Anais...SBG p.29-46
- ALMEIDA, F.F.M de; (1971) Condicionamento tectônico do magmatismo alcalino mesozóico do sul do Brasil e do Paraguai oriental. *An. Acad Bras. Ciênc.* **43**: 835-836.
- ALMEIDA, F.F.M. (1983) Relações tectônicas das rochas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. Geoc.* **13**: 139-158.

- ALVARENGA, S.M.; BRASIL, A.E. & Del'ARCO, D.M. (1982) Geomorfologia. *In: Projeto Radambrasil, Folha SF-21 Campo Grande*. Rio de Janeiro. Levantamento de Recursos Naturais, V. 28, p.125-184.
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J. H. (1966) Potassium-argon dates of basaltic from southern Brazil. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 30(2):159-189.
- AMARAL, G. (1984) Províncias Tapajós e Rio Branco. *In: ALMEIDA, F.F.M. de & HHASUI, Y; (Eds.), O pré-Cambriano do Brasil . Ed. Edgard Blücher Ltda. 6-33.*
- ARAÚJO, H.J.T. de; NETO, A. dos S.; TRINDADE, C.A.H.; ARRUDA PINTO, J.C. de; MONTALVÃO, R.M.G. de; DOURADO, T.D. de C.; PALMEIRA, R.C. de B. & TASSINARI, C.C.G. (1982) *Folha SF-21 Campo Grande*. Geologia. Projeto RADAMBRASIL Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro. V. 28, p.23-124.
- BAILEY, D.K. & SCHAIRER, J.F. (1966) The system $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ at 1 atmosphere and petrogenesis of alkaline rocks. *J. Petol.*, 7: 114-170.
- BARBIERI, M.; BECCALUVA, L.; BROTZU, P.; CONTE, A.; GARBARINO, C.; GOMES, C. B.; LOSS, E. L.; MACCIOTA, G.; MORBIDELLI, L.; SCHEIBE, L.F.; TAMURA, R.M. & TRAVERSA, A. (1987) Petrological and geochemical studies of alkaline rocks from continental Brazil.1. The phonolite suite from Piratini. RS *Geochim. Brasil.*, 1:109-138
- BARD, J.P. (1980) Microtextures of igneous and metamorphic rocks. Transl. by Marianne Mareschal, Ed. by S.W. Morel. D. Reidel Publ. Co. Dordrecht, 264p.
- BONIN, B. (1982) Les granites des complexes annulaires. BRGM, Orleans, Manuels et Méthodes n° 4, 183p.
- BOWEN, N.L. (1937) Recent high temperature research on silicates and its significance in igneous geology. *Am. J. Sci.* 33:1-21.
- BROOKS, C.K. & GILL, R.C.O. (1982) Compositional variation in the pyroxenes and amphiboles of the Kangerdlugssuaq intrusion, East Greenland: further evidence for the crustal contamination of the syenite magma. *Mineralogical Magazine* 45: 1-9.

- BUDDINGTON, A.F. & LINDSLEY, D.H. (1964) Iron-Titanium oxide minerals and synthetic equivalents. *J. Petrol.* **5**(2): 310-357.
- CHAYES, F. (1949) A simple counter for thin sections analysis. *Am. Min.* **134**:1-11.
- COMTE, D. & HASUI, Y (1971) Geocronology of eastern Paraguay by potassium-argon method. *Rev. Bras. Geoc.*, **9**:59-88.
- CONCEIÇÃO, H.; SABATÉ, P. & BONIN, B. (1991) The Itiúba alkaline syenite massif, Bahia State (Brazil): mineralogical, geochemical and petrological constraints-relation to the genesis of rapakivi magmatism. *Prec. Research*, **51**:283-314.
- CORRÊA, J.A.; CORREIA FILHO, F. das C.L.; SCISLEWSKI, G.; NETO, C.; CAVALON, L.A.; CERQUEIRA, N.L. de S. & NOGUEIRA, V.L. (1976) Geologia das Regiões centro-oeste de Mato Grosso do Sul. *Projeto Bodoquena, CPRMI Relatório Final* (Inédito) Goiânia.
- CORREIA, E.A. & BASTOS, M.L.L. (1993) Magmatismo kimberlítico e lamproítico no Brasil e seu controle estrutural. *Anais Simp. Bras. Geol. Diamante Cuiabá, V.1* p. 32-41.
- COUTINHO, J.M.V.; HACHIRO, J.; COIMBRA, A.M. & SANTOS, P.R. (1991) Ash fall-derived vitroclastic tuffaceous sediments in the Permian of the Paraná Basin and its provenance. In: H.H.G. ULBRICH & A.C. ROCHA CAMPOS. Eds. *Seventh Intern. Gondwana Symposium*. São Paulo. Brazil.
- DALLA SALDA, I. H. & DALZIEL, I.W.D. (1993) O supercontinente Neoproterozóico e as interações Gondwana-Laurentia durante o Paleozóico Inferior-Médio. Trad. Benjamim B. Brito Neves. *Rev. Bras. Geoc.* **23**(3) 183-186.
- DALLA SALDA, I.H.; DALZIEL, I.W.D.; CINGOLANI, C. & VARELA, R. (1992a) Did the Taconic Appalachian continue into southern South América? *Geology*. **20**:1059 - 1062.
- DALLA SALDA, I. H.; CINGOLANI, C. & VARELA, R. (1992b) Early Paleozoic orogenic belt of the Andes in southwestern South America: results of Laurentia-Gondwana collision? *Geology* **20**: 617-620.
- DALZIEL, I.W.D.; DALLA SALDA, L. & GAHAGAN, L. (1993) Laurentia-Gondwana interaction and the origin of the Appalachian-pre-Andean mountain system. *Geol. Soc. Amer. Bull.*

- DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1963) Rock Forming Minerals. Vol. I (Ortho and Ring Silicates), Vol.III (Sheet Silicates) and Vol. IV (Framework Silicates), Longman Group Ltd. London.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1963) An introduction to the rock forming minerals. Longman. London, 528p.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1992) An introduction to the rock forming minerals. *Longman Group Ltd.* London, 538p.
- DE LA ROCHE, H.C. (1986) Classification et nomenclature des roches ignées: un essai de restauration de la convergence entre systématique, quantitative, typologie de usage et modélisation génétique. *Bull. Soc. Géol. France.* 2: 313-337.
- DE MIN, A. (1992) Il magmatismo mesozoico k-alcaino del Paraguai orientale: aspetti petrogenetici ed implicazioni geodinamiche. Tesi di Dottorato. *Universita degli Studi di Trieste.* Italia. 242p.
- DERBY, O.A.A. (1895) Notas sobre a geologia e paleontologia de Matto Grosso. *Archivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro,* 9: 59-88.
- DORR II, J.van N. (1945) Manganese and iron deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil. *Geol. Surv. Bull, Washington* 946-A: 1-47.
- ECKEL, E.B. (1959) Geology and mineral resources of Paraguay: a reconnaissance. *Geol. Surv. Prof. Paper* 34: 110p.
- ENRICH, G.E. & RUBERTI, E. (2000) Mineral chemistry of alkaline rocks from Monte de Trigo Island, Southeast Coast of Brazil. 31° IGC – Rio de Janeiro, Brazil CD-Room, Abstracts.
- EVANS, J.W. (1894) The Geology of Mato Grosso. *Quart. J. Geol. Soc. London,* 50: 85-104.
- FINGER, L.W. (1972) The uncertainty of the calculated ferric iron content of a microprobe analysis. *Carnegie Inst. Wash. Year Book* 71:600-603.
- FRANCO, M.S.M. & PINHEIRO, R. (1982) Geomorfologia. In:BRASIL. Ministério das Minas e Energia. SG. *Projeto RADAMBRASIL.* Folha SE-21 Corumbá e parte da Folha SE-20. Rio de Janeiro, (Levantamento de Recursos Naturais) V.27

- FUDALI, R.F. (1963) Experimental studies bearing on the origin of pseudoleucite and associated of alkaline rock systems. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 74:1001-1026.
- FULFARO, V.J. (1996) Geology of Eastern Paraguay *In: P. COMIN-CHIARAMONTI & C. B. GOMES (Eds) Alkaline Magmatism in Central-Eastern Paraguay. Relationships with coeval magmatism in Brazil. São Paulo. Edusp-Fapesp.; Brazil, 17-30.*
- GARDA, G.M. (1995) Os diques básicos e ultrabásicos da região costeira entre as cidades de São Sebastião e Ubatuba, Estado de São Paulo. IG_USP, *Tese de Doutorado*, São Paulo 156p. Inédito.
- GIRET, A.; BONIN, B. & LEGER, J.M. (1980) Amphibole compositional trends in over saturated and undersaturated alkaline plutonic ring-complexes. *Can. Mineral.* 18:481-495.
- GIRET, A. & LAMEYRE, J. (1985) Inverted alkaline-tholeiitic sequences related to lithospheric thickness in the evolution of continental rifts and oceanic islands. *In: BLACK, R & BOWEN, P., Alkaline ring complexes in Africa. J. African Earth Sci.* 3 (1-2):261-266.
- GOMES, C.B.; MORO, S.L.; DUTRA, C.V. (1970) Pyroxenes from the alkaline rocks of Itapirapuã, São Paulo, Brazil. *Am. Miner.* 55: 224-230.
- GOMES, C. B.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; VELÁZQUEZ, V. F. & ORUÉ, D. (1996) Alkaline magmatism in Paraguay: a review. *In: COMIN-CHIARAMONTI, P. & GOMES, C. B. (Eds) Alkaline Magmatism in Central-Eastern Paraguay: relationships with coeval magmatism in Brazil. São Paulo, Edusp-Fapesp, 31-56.*
- GOMES, C.B.; VELÁZQUEZ, V.F. & COMIN-CHIARAMONTI, P. (1997) Aspectos Geoquímicos da Província Alcalina Alto Paraguai (Mato Grosso do Sul, Brasil). *Actas X Semana de Geoquímica/IV Congr. Geoquím. dos países de Língua Portuguesa. Braga. Portugal. p.55.*

- GUIMARÃES, D. (1958) Rochas alcalinas da região do Fecho dos Morros no sul de Mato Grosso e Republica do Paraguai: estudo petrográfico dos sienitos da região do Fecho dos Morros. *An. Acad. Bras. Ciênc.* Rio de Janeiro, **30**(2):171-3
- GUIMARÃES, D. & DUTRA, C.V. (1962) Distribuição de alguns constituintes menores nas rochas alcalinas do Brasil. *Bol. SBG.* **11**(01) 5-26.
- HAGGERTY, S.E. (1976) Opaque mineral oxides in terrestrial igneous rocks. In: D. RUMBLE (Ed). Oxide minerals *Mineral. Soc. Am. Short Course Notes*, **3**: 101-300.
- HAGGERTY, S.E. (1991) Oxide mineralogy of the upper mantle. In: LINDSLEY (Ed) Oxide Minerals: Petrologic and magnetic significance. *Mineral. Soc. America. Reviews in Mineralogy* **25**: 129-218.
- HAMILTON, D.L. (1961) Nepheline as crystallization temperature indicators. *J. Geol.*, **69**:321—329.
- HAMILTON, D.L. & MACKENZIE, W.S. (1960) Nepheline solid solution in the system $\text{NaAlSiO}_4\text{-KAlSiO}_4\text{-SiO}_2$. *J. Petrol.*, **1**:56-72.
- HAMILTON, D.L. & MACKENZIE, W.S. (1965) Phase-equilibrium studies in the System NaAlSiO_4 (nepheline) – KAlSiO_4 (kalsilite) – SiO_2 – H_2O . *Mineralogical Magazine* **34**: 214-231.
- HENDERSON, C.M.B.; PENDLEBURY, K. & FOLAND, K. (1989) Mineralogy and petrology of Red Hill Alkaline Igneous Complex. New Hampshire, U.S.A. *Journal of Petrology* **30**(3):627-666.
- HUTHINSON, D.S. (1980) Reconnaissance exploration in the Apa High. *DRM-MPOC T.A.C. Report Intern.* Asunción, 13p.
- HYNDMAN, D.W. (1972) Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks. *McGraw Hill Book Co.* New York. 533p.
- IRVINE, T. N. & BARAGER, W. R. A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Can. J. Earth Sci.*, **8**: 523-548.
- KOGARKO, L.N. (1979) Role of volatiles. In: H. SÖRENSEN (Ed.), *The Alkaline Rocks.* *J. Wiley & Sons.* P.474-487.
- LANDOLL, J.D.; FOLAND, K.A. & HENDERSON, C.M.B. (1989) Formation of cogenetic quartz and nepheline syenites due to crustal interaction: evidence from Marangdzi Complex, Zimbabwe. *Geol. Soc. Amer. Abstr. Prog.*, **21**:A 189.

- LEAKE, B.E. (1978) Nomenclature of amphiboles. *Can. Mineral.* **16**:501-520.
- LEAKE, B.E.; WOOLEY, A.R.; ARPS, C.E.S.; BIRCH, W.D.; GILBERT, M.C.; GRICE, J.D.; HAWTHORNE, F.C.; KATO, A.; KISCH, H.J.; KRIVOVICHEV, V.G.; LINTHOUT, K.; LAIRD, J.; MANDARINO, J.; MARESCH, W.V.; NICKEL, E.H.; ROCK, N.M.S.; SHUMACHER, J.C.; SMITH, D.C.; STEPHENSON, N.C.N.; UNGARETTI, L.; WHITTAKER, E.J.W. & YOUZHI, G. (1997) Nomenclature of Amphiboles. Report of subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on new minerals and Mineral names. *Europ. J Mineral*, **9**: 623-651.
- LE MAITRE, R.W.; (ed.) (1989) A classification of the igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geol. Sci. Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Oxford, U.K. *Blackwell Sci. Publ.*, 193p.
- LISBOA, M.A.R. (1909) Oeste de São Paulo, Sul de Matto Grosso, geologia industria mineral, clima, vegetação, solo agrícola, industria pastoril. Rio de Janeiro, *Typ. do Journal do Comércio*, 172p.
- LIVIERES, R.A. & QUADE, H. (1987) Distribución regional y asentamiento tectónico de los complejos alcalinos del Paraguay. *Zbl. Geol. Pälont. Teil I (718)*: 791-805.
- MACKENZIE, W.S.; DONALDSON, C.H. & GUILFORD, C.; (1982) Atlas of igneous rocks and their textures. London, *Longman.*, 148p.
- MATOS, J.B.; GOMES, C.B.; RUBERTI, E. & VELÁZQUEZ, V.F. (2000) Petrography and geochemistry of alkaline plugs from São Pedro, Porto Conceição, Morro Conceição and Morro Distante, SW of Mato Grosso do Sul State, Brazil. *31º IGC*, Rio de Janeiro, Brazil. CD-Room, Abstracts.
- MILANI, E.J. (1997) Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. *IG-UFRS – Tese de Doutorado* 255p. Inédito.
- MILANI, E.J. & RAMOS, V.A. (1998) Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Rev. Bras. Geoc.* **28(4)**:473-484.

- MITCHELL, R. (1972) Composition of nepheline, pyroxene and biotite in ijolite from the Seabrook Lake Complex. Ontário. Canada. *N. Jb. Miner.* **9**:415-422.
- MITCHELL, R.N. (1995) Kimberlites, orangeites and related rocks. Plenum Press. New York, 410p.
- MITCHELL, R.N. & BERGMAN, S.C. (1991) Petrology of lamproites. Plenum Press. New York, 447p.
- MORAES, L.J. (1958) Rochas alcalinas da região do Fecho dos Morros, no sul de Mato Grosso e República do Paraguai. I- Distribuição geográfica das montanhas sieníticas do Fecho dos Morros. *Anais da Acad. Bras. Ciênc.* Rio de Janeiro, **30**(2): 165-170.
- MORIMOTO, N. (1989) Nomenclature of Pyroxenes. *Mineral J.* **14** (5): 198-221.
- MOTOKI, A. (1986) Geologia e petrologia do maciço alcalino da Ilha de Vitória, SP. *Tese de Doutorado IG-USP*, 245p. Inédito.
- NEUMANN, E.R. (1976) Compositional relations among pyroxenes, amphiboles and Other mafic phases in the Oslo region plutonic rocks. *Lithos*, **9**:85-109.
- NOGUEIRA, V.L.; OLIVEIRA, C.C.; FIGUEIREDO, J.A.; CORREIA FILHO, F. das C.L.; SCILEWSKI, N.G.; SOUZA, M.R.; MORAES FILHO, J.C.R.; LEITE, E.A.; SOUZA, N.B.; SOUZA, J.O.; CERQUEIRA, N.L.S.; VANDERLEI, A.A.; TAKASHI, A.T.; ABREU FILHO, W.; ROSITO, J.; OLIVATTI, O.; HAUSEN, J.E.P.; GONÇALVES, G.N.D.; RAMALHO, R. & PEREIRA, L.C.B. (1978) Projeto Bonito-Aquidauana. Relatório Final, Goiânia, DNPM/CPRM, 14V. (*Relatório do Arquivo Técnico da DGM*, 2744).
- OLIVATTI, O & CORREIA FILHO, F. das C.L. (1981) Problemas estratigráficos do Pré-Cambriano no Mato Grosso do Sul. In: *Simp. Geol. do Centro-Oeste*, 1, Goiânia, 1981, Anais. SBG. p.212-224.
- OLIVEIRA, E.P. de; (1915) Geologia: reconhecimento geológico do noroeste de Mato Grosso, Expedição Científica Roosevelt-Rondon. Rio de Janeiro, 82p *Brasil. Comissão de Linhas Telegráficas e Estratégicas de Matto Grosso ao Amazonas*, Anexo 1, publ. 50.
- OLIVEIRA, A.I. de & LEONARDOS, O.H. (1943) Geologia do Brasil. 2ª Ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, *Serviço de Informação Agrícola*, 813p. (Sér. Did. 2).

- PANKHURST, R.J. (1999) Geochronology in southern South América and western Antartica: achievements and prospects. *Actas II South American Symposium on Isotope Geology*. Buenos Aires V.1. p.548-551.
- PEARCE, J.A. ; HARRIS, N.B.W. & TINDLE, A.G. (1984) Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrol.* 25: 956-983.
- RAMOS, V. A. (1988) Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America:a collisional history. *Episodes* 11:168-175.
- RAMOS, V.A.; JORDAN, T.; ALLMENDINGER, R.; MPODOZIS, C.; KAY, S.; CORTÉS, J. & PALMA, M. (1986) Paleozoic terranes of the central Argentine-Chilean Andes. *Tectonics*, 5:855-880.
- RAPELA, C. W; COIRA, B.; TOSELLI, A. & SAAVEDRA, J. (1992) El magmatismo del Paleozóico Inferior en el sudoeste del Gondwana. In: GUTIERREZ MARCO, J.; SAAVEDRA, J. & RABANO, J. eds. *Paleozóico Inferior de Ibero América*. Extremadura. Universidad de Extremadura. P.21-68.
- RAPELA, C.W. & KAY, S.M. (1988) Late Paleozoic to Recent Magmatic Evolution of Northern Patagonia. *Episodes*. 11 (3) 175-182.
- RICHARD, L.R. (1995) MINPET: The ultimate mineralogical and petrological data processing system for windows. Québec, Canada, 263p.
- ROBINSON, P.; SPEAR, F.S.; SCHUMACHER, J.C.; LAIRD, J.; KLEIN, C.; EVANS, B.W. & DOOLAN, B.L. (1981) Phase relations of metamorphic amphiboles: Natural occurrence and theory. *Mineral. Soc. Amer., Reviews in Mineralogy*, 9B:1-228.
- ROCK, N.M.S. (1982) Chemical mineralogy of the Monchique Alkaline Complex, southern Portugal. *Contrib. Mineral. Petrol.* 81: 64-78.
- RUBERTI, E. (1984) Petrologia do Maciço Alcalino do Banhadão, PR. *IG-USP, Tese de Doutorado*. São Paulo, 248p. Inédito.
- SANTOS, J.O.S. & LOGUÉRCIO, S.O.C. (1984) A parte meridional do Cráton Amazônico (Escudo Brasil Central) e as Bacias do Alto Tapajós e Parecis-Alto Xingú. *Geologia do Brasil. DNPM*. Brasília. p.93-127.
- SAPOUNTZIS, E.S. (1976) Biotites from the Sithonia Igneous Complex (North Greece). *N. Jb. Miner. Abh.*, 126 (3): 327-341.

- SILVA, E.L.; da; (1998) Geologia da Região da Serra da Alegria, Extremo sul do Cráton Amazônico, Município de Porto Murtinho-MS. *Dissertação de Mestrado IG-USP*. São Paulo. 147p. (inédito).
- SÖRENSEN, H. (1979) The alkaline rocks. London, *Wiley & Sons*, 622p.
- SÖRENSEN, H. (1986) The alkaline rocks: a review. *Fortschr. Miner.* **64**: 63-86.
- SOUSA, M.Z.A. (1997) Petrologia e geoquímica do complexo alcalino Ponta do Morro-MT. *IG-USP, Tese de Doutorado*, São Paulo, 168p. Inédito.
- STRECKEISEN, A.; (1976) To each plutonic rocks its proper name. *Earth Sci. Rev.* **12**: 1-33.
- SYKES, L.R. (1978) Intraplate seismicity, reactivation of preexisting zones of weakness, alkaline magmatism, and other tectonism post-dating continental fragmentation. *Rev. Geophys. Space. Phys.*, **16**:621-688.
- TAYLOR, H.P.Jr. (1980) The effects of the assimilation of country rocks by magma on $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ systematics in igneous rocks. *Earth Plan. Sci. Lett.* **47**:243-254.
- TRÖGER, W.E. (1979) Optical determination of rock forming minerals Part I, (Determinative Tables) *English edition of the fourth German edition* Stuttgart E. Schweizerbart.
- TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. (1960) Igneous and Metamorphic Petrology. *Mc Graw Hill Book Co.*, New York. 694p.
- ULBRICH, H.H.G.J. (1984) A petrologia, a estrutura e o quimismo de nefelina sienitos do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. *Tese de Livre Docência. IG-USP*. Inédito
- ULBRICH, M.N.C. (1983) Aspectos mineralógicos e petrológicos de nefelina sienitos do maciço de Poços de Caldas, MG-SP. *IG-USP, Tese de Doutorado*, São Paulo, 369p. Inédito.
- UNTERNEHR, P.; CURIE, D.; OLIVET, J.L.; GOSLIN, J. & BEUZART, P. (1988) South Atlantic fits and intraplate boundaries in Africa and South America. *Tectonophysics*. **155**: 169-179.

- VALENÇA, J.G. (1980) Geology, petrography and petrogenesis of some alkaline igneous complex of Rio de Janeiro State, Brazil. *PhD Thesis, University of Western Ontario, Canada*, 248p. Inédito.
- VASCONCELLOS, E.M.G. (1995) Petrologia e geoquímica de diques e "plugs" alcalinos da região do Vale do Ribeira, divisa dos estados do Paraná e São Paulo. *IG-USP, Tese de Doutorado*, São Paulo, 151p. Inédito.
- VELÁZQUEZ, V.F. (1996) Província Alcalina Alto Paraguai: Características Petrográficas, Geoquímicas e Geocronológicas. *IG-USP, Tese de Doutorado*. São Paulo. 101p. (inédito).
- VELÁZQUEZ, V.F.; GOMES, C. B.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; TASSINARI, C.C.G & TEIXEIRA, W. (1993) Geocronologia da Província Alcalina Alto Paraguai (Área Puerto Guarani-Porto Murtinho): Considerações preliminares. *IV Congr. Bras. Geol. Brasília DF Resumos Expandidos*, p.245.
- VELÁZQUEZ, V.F.; GOMES, C. B.; ORUÉ, D. & COMIN-CHIARAMONTI, P. (1996) Magmatismo Alcalino do Paraguai: uma revisão e atualização das Províncias. *Bol. IG-USP, Sér. Cient.*, 27: 61-79.
- VELÁZQUEZ, V.F.; RICCOMINI, C.; GOMES, C. B.; FIGUEIREDO, L. & FIGUEIREDO, C. (1998) Relações tectônicas do magmatismo alcalino do Paraguai Oriental. *Rev. IG-USP*. São Paulo. (no prelo).
- VEEVERS, J.J. (1994) Pangea: Evolution of a supercontinent and its consequences For Earth's paleoclimate and sedimentary environments. In: G.D.KLEIN ed.; *Pangea: Paleoclimate, Tectonics and Sedimentation During Accretion, Zenith and Breakup of a Supercontinent*. Boulder. Colorado. *Geol. Soc. Am. Special Paper* 288.
- VEEVERS, J.J.; CONAGHAN, P.J. & SHAW, S.E. (1994) Turning point in Pangean environmental history at the Permian/Triassic (P/Tr) Boundary. In: G.D. KLEIN ed.; *Pangea: Paleoclimate, Tectonics and Sedimentation During Accretion, Zenith and Breakup of a Supercontinent*: Boulder. Colorado. *Geol. Soc. Am. Special Paper* 288.

- WIENS, F. (1986) Zur lithostratigraphischen, petrographischen und strukturellen entwicklung des Rio Apa-Hochlandes, nordost Paraguay. *Ph.D. Thesis. Clausthal Universität (Inst. der Technischen)*. 280p.
- WILKINSON, J.F.G. & HENSEL, H.D. (1994) Nepheline and analcimes in some alkaline igneous rocks. *Contr. Miner. Petrol.* **118**(1): 79-91.
- WILLIAMS, H.; TURNER, F.J. & GILBERT, C.M. (1954) *Petrography: un introduction to the study of Rocks in thin sections* W. L. Freeman. San Francisco. 434p.
- ZALAN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. & MARQUES, A. (1987) Tectonic and Sedimentation of the Paraná Basin. *Atas do III Simp. Sul-Brasileiro Geol. Curitiba* V.1: 441-477.
- ZALAN, P.V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; APPI, V.T.; NETO, E.V.S.; CERQUEIRA, J.R.; MARQUES, A. (1990) The Paraná Basin, Brazil. In: M.W. LEIGHTON; D.R. COLATA; D.F. OLTZ; J.J. EIDEL (Eds) Interior Intracratonic basins. Tulsa. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 51:681-708.