Agradecimentos

Principalmente, a minha família que sempre me apoiou e incentivando durante a realização deste trabalho.

Aos amigos, Vitor Taga, Marcelo Henriques, Daphne Pino, Danilo Saunite, Diogo Hirata e Danilo Paggi, pela força que me deram ao longo deste trabalho, pelas conversas que tivemos e pelas que ainda virão.

Aos companheiros de sala, Alexander, Andréia, Elisa e David, pelos momentos divertidos que tivemos nesses três anos.

Aos técnicos Angélica do Laboratório de Óptica, Marcus do Laboratório de Microssonda e Sandra do Laboratório de Química pela ajuda nas análises realizadas neste trabalho.

Ao técnico Reynaldo do Laboratório de Mapeamento e ao Márcio (motorista), pela ajuda durante a etapa de campo.

Ao Prof. Dr. Osama M. M. Harara por ceder amostras, dados e o mapa para a realização deste trabalho

Ao Prof. Dr. Silvio Roberto Farias Vlach, por me orientar e pela paciência durante cinco anos, sempre exigindo o meu melhor.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (PROC. 830586/1999-7) para a realização desta pesquisa.

A Fundação de Ampara a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) com o projeto coordenado pelo Prof. Dr. Silvio R. F. Vlach (PROC. 2008/00562-0), através do apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

"O destino é inexorável"

(Bernard Cornwell – Crônicas Saxônicas)

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
1. Introdução	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Localização, Acessos e Geomorfologia Geral	2
1.3 Metas e Objetivos	3
1.4 Plano de Apresentação da Dissertação	4
2. Trabalhos Prévios	5
2.1 A Província Graciosa	5
2.1.1 A região do Alto Rio Negro	8
2.1.2 Litogeoquímica	16
2.1.3 Geocronologia	19
3. Materiais e Métodos	22
3.1 Trabalhos de campo e amostragem	22
3.2 Atividades de laboratório	22
3.2.1 Petrografia	23
3.2.2 Análises químicas minerais com EPMA	24
3.2.3 Análises químicas minerais com LA-ICPMS	26
3.3 Atividades de Gabinete	26
4. Petrografia Geral	28
4.1 Pluton Palermo	28
4.2 Pluton Rio Negro	40
5. Química Mineral	51

5.1 Elementos Maiores

5.1.1 Piroxênios	51
5.1.2 Anfibólios cálcicos	57
5.1.3 Biotita	67
5.1.4 Plagioclásio	74
5.1.5 Feldspato Alcalino	81
5.2 Elementos traços	86
5.2.1 Piroxênios	86
5.2.2 Anfibólio cálcico	89
5.2.3 Plagioclásio	90
5.2.4 Quartzo	92
6. Parâmetros intensivos de cristalização	93
6.1 Estimativas para pressões litostáticas	93
6.2 Estimativas para temperaturas	97
6.3 Estimativas para condições redox de cristalização	103
7. Conclusões	106
8. Bibliografia	111

51

Anexos

Anexo I: Mapa geológico 1:70.000, com pontos analisados

Anexo II: Composições modais de amostras representativas do Plutons Palermo e Rio Negro

Tabela 1: Composições modais de amostras representativas do Pluton Palermo

Tabela 2: Composições modais de amostras representativas do Pluton Rio Negro

Anexo III: Pranchas de fotos microscópicas de amostras dos Plutons Palermo e Rio Negro

Prancha 1: Pluton Palermo

Prancha 2: Pluton Rio Negro

Anexo IV: Análises químicas quantitativas (WDS) das principais fases máficas e félsicas dos Plutons Palermo e Rio Negro

Tabela 1: Análises químicas quantitativas (WDS) de piroxênio do Pluton Palermo

Tabela 2: Análises químicas quantitativas (WDS) de piroxênio do Pluton Rio Negro

Tabela 3: Análises químicas quantitativas (WDS) de anfibólio do Pluton Palermo

Tabela 4: Análises químicas quantitativas (WDS) de anfibólio do Pluton Rio Negro

Tabela 5: Análises químicas quantitativas (WDS) de biotita do Pluton Palermo

Tabela 6: Análises químicas quantitativas (WDS) de biotita do Pluton Rio Negro

Tabela 7: Análises químicas quantitativas (WDS) de plagioclásio do Pluton Palermo

Tabela 8: Análises químicas quantitativas (WDS) de plagioclásio do Pluton Rio Negro Tabela 9: Análises químicas quantitativas (WDS) de feldspato alcalino do Pluton Palermo

Tabela 10: Análises químicas quantitativas (WDS) de feldspato alcalino do Pluton Rio Negro

Anexo V: Análises químicas por LA-ICPMS das principais fases máficas e félsicas dos Plutons Palermo e Rio Negro

Índice de Figuras

Figura 1.1: Mapa rodoviário da região de fronteira entre os estados do Paraná (norte)e Santa Catarina (sul), destacando a localização da Região Alto Rio Negro e suasprincipais vias de acesso.3

Figura 2.1:Mapa geológico das principais unidades geológicas do sul-
sudeste brasileiro (adaptado e modificado de Prazeres Filho *et al.* 2003 e Heilbron *et al.* 2004).6

Figura 2.2: Mapa geológico do Sul do Estado do Paraná e Nordeste do Estado de Santa Catarina, com localização da área de estudo na Região Alto Rio Negro (Modificado de Siga Jr. 1995, Kaul 1997 e Basei *et al.* 1999).

Figura 2.3: Localização e mapa geológico da Região Alto Rio Negro PR-SC (Harara 2001). 10

9

Figura 2.4: Mapa geológico com localização do Pluton Palermo (Harara 2001). 14

Figura 2.5: Mapa geológico com localização do Pluton Rio Negro (Harara 2001). 15

Figura 2.6: Diagrama (FeO^T)/(FeO^T+MgO) x peso de SiO2 em porcentagem, mostrando o limite entre as rochas ferrosas e as magnesianas (Frost et al. 2001). **17**

Figura 2.7: Diagrama Na2O+K2O-CaO x SiO2 mostrando a classificação das principaislitologias dos Plutons Palermo e Rio Negro para rochas cálcicas, cálcio-alcalinas,alcalino-cálcicas e alcalinas (Frost et al. 2001).17

Figura 2.8: Diagrama (Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O) x (Al₂O₃/Na₂O+K₂O) para as principais rochas dos Plutons Palermo e Rio Negro (Maniar & Piccoli, 1989). Extraído de Harara (2001).

Figura 2.9: Histogramas mostram a distribuição das idades por K-Ar (anfibólio e biotita), Rb-Sr (isócronas em rocha total) e U-Pb em zircão (ID-TIMS e SHRIMP) em granitos e sienitos da Província Graciosa. Médias ponderadas calculadas com o programa Isoplot (Ludwing, 2003). Fontes de dados: Cordani (1974), Girardi et al. (1974), Siga (1995), Siga et al. (1994, 1997, 1999, 2000), Kaul e Cordani (1994), Basei et al. (1998), Cordani et al. (2000), Harara (2001), Weber et al. (2001), Passarelli et al. (2004) e bibliografia neles referida. Extraído de (Vlach et al., 2011).

Figura 4.1: Aspecto geral do álcali feldspato granito. Notar texturas inequigranular ecoloração cinzenta na porção fresca. Afloramento PRC86.29

Figura 4.2: Detalhe de megacristal tabular de feldspato alcalino e cristais de anfibóliona matriz. Afloramento 86.29

Figura 4.3: Rocha sienogranítica *in situ*, com alto grau de alteração. Afloramento PRC94. 31

Figura 4.4: Detalhe do avançado grau de alteração do sienogranito. Notar regiões externas mais amareladas e internas esbranquiçadas Afloramento PRC94. **31**

Figura 4.5:Rocha monzonítica, apresentando feldspato alcalino manteado por
plagioclásio. Afloramento PRC96.34

Figura 4.6: Aspecto macroscópico do monzonito. Presença de enclave microgranular máfico. Afloramento PRC96. 34

Figura 4.7:Aspecto macroscópico de granodiorito, com presença de enclavemicrogranular máfico.Afloramento PRC101.36

Figura 4.8: Detalhe de rocha granodiorítica, apresentando fenocristais de plagioclásio.Afloramento PRC101.36

Figura 4.9: Diagrama QAP de classificação de rochas plutônicas (Le Maitre et al., 1989).

Figura 4.10:Aspecto macroscópico do álcali-feldspato granito da região oeste doPluton.Apresenta orientação dos minerais máficos.Afloramento PRC39.40

Figura 4.11: Amostra de álcali-feldspato granito. Detalhe para feldspato alcalinotabular. Afloramento PRC39.40

Figura 4.12: Aspecto macroscópico de monzogranito, com alto grau de alteração.Afloramento PRC42.42

Figura 4.13: Bloco rolado de monzogranito, com presença de veio de quartzo.Afloramento PRC61.42

Figura 4.14: Amostra macroscócpica de diorito, apresentando grau de alteração maiselevado. Afloramento PRC14.44

Figura 4.15: Amostra macroscópica de diorito. Detalhe de quartzo manteado pormineral máfico. Afloramento PRC14.44

Figura 4.16:Aspecto macroscópico de rocha híbrida, de cinza claro apresentandoestrutura maciça.Afloramento PRC15.46

Figura 4.17: Aspecto macroscópico de rocha híbrida. Destaque apresentando parafenocristal de plagioclásio. Afloramento PRC06.46

Figura 4.18: Aspecto macroscópico de rocha híbrida, de cinza escuro apresentandoestrutura maciça. Afloramento PRC53.47

Figura 4.19: Aspecto macroscópico de rocha híbrida. Destaque apresentando quartzomanteado por anfibólio. Afloramento PRC46.47

Figura 4.20: Diagrama QAP de classificação de rochas plutônicas (Le Maitre et al., 1989). 49

Figura 4.21: Aspecto macroscópico de rocha granítica do Granito. Aflorameto PRC59. 50

Figura 4.22: Rocha diorítica do Granito Tarumá com destaque para veio quartzo-feldspático de granulação grossa. Afloramento PRC33.50

Figura 5.1: Composição dos ortopiroxênios das rochas gabro-dioríticas do pluton Palermo no diagrama molecular Wo (CaSiO₃)-Em(MgSiO₃)-Fs(FeSiO₃) de Morimoto (1988). 53

Figura 5.2: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV) em gabrodioritos, para cristais de ortopiroxênio (esquerda, amostra PRC72) e clinopiroxênio (direita, amostra PRC72). Luz plano polarizada. **54**

Figura 5.3: Composição dos orotpiroxênios das rochas gabro-dioríticas do pluton Rio Negro no diagrama molecular Wo (CaSiO₃)-En (MgSiO₃)-Fs (FeSiO₃) de Morimoto (1988). **55**

Figura 5.4: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV) em gabrodioritos, para cristais de ortopiroxênio (esquerda, amostra PRC50) e clinopiroxênio (direita, amostra PRC57). Luz plano polarizada. **56**

Figura 5.5: Diagrama comparativo entre mg#clinopiroxênio x mg#ortopiroxênio para rochasgabro-dioríticas.57

Figura 5.6: Diagramas catiônicos de classificação de anfibólios . (a) $[Na + K]^A \times Si$ para $[Na + K]^A < 0,5$ (Leake *et al.*, 1997). (b) $Na + K]^A \times Si$ para $[Na + K]^A > 0,5$ (Leake*et al.*, 1997).58 e 59

Figura 5.7: Diagramas de contribuição da substituição edenítica em anfibólios . (a) [Na + K]^A x Al^{IV} (Robinson et al. 1971).
59

Figura 5.8: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais sub- a xenomórficos de anfibólio de gabros-dioritos (esquerda, amostra PRC68; direita, amostra PRC72). Luz plano polarizada. **60**

Figura 5.9: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal de anfibólio em sieno e/ou monzo-granito do Pluton Palermo. (a) PRC69 c2,
(b) PRC103 c2.

Figura 5.10: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais subidiomórficos de anfibólio em sieno- e/ou monzo-granitos (esquerda, amostra PRC69; direita, amostra PRC103). Luz plano polarizada. **62**

Figura 5.11: Diagrama comparativo entre mg#_{anfibólio} x mg#_{piroxênio} para rochas gabrodioríticas. 63

Figura 5.12: Diagramas catiônicos de classificação de anfibólios. (a) $[Na + K]^A \times Si$ para $[Na + K]^A < 0,5$ (Leake *et al.*, 1997). (b) Na + K $]^A \times Si$ para $[Na + K]^A > 0,5$ (Leake *et al.*, 1997). **64**

Figura 5.13: Diagramas de contribuição da substituição edenítica em anfibólios . (a)
[Na + K]^A x Al^{IV} (Robinson et al. 1971).

Figura 5.14:Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dospontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), paracristais xenomórficos de anfibólio com inclusões de opacos e restos de piroxênio emgabro-dioritos (esquerda, amostra PRC01; direita, amostra PRC05). Luz planopolarizada.

Figura 5.15: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de anfibólio em rochas híbridas (esquerda, amostra PRC14; direita, amostra PRC27). Luz plano polarizada. **67**

Figura 5.16: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais xenomórficos de biotita em gabro-dioritos (esquerda, amostra PRC68; direita, amostra PRC72). Luz plano polarizada. **68**

Figura 5.17:Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontosanalisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristaissubidiomórficos de biotita em monzogranitos (esquerda, amostra PRC103; direita,amostra PRC103).Luz plano polarizada.69

Figura 5.18: Diagrama catiônico $AI^{V} \times Fe^{T}(Fe^{T}+Mg)$ para a classificação da biotita (Deer *et al.* 1992). **70**

Figura 5.19: Diagrama comparativo entre mg#_{anfibólio} x mg#_{biotita} para rochas gabrodioríticas. **71**

Figura 5.20: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de biotita (esquerda, amostra PRC01; direita, amostra PRC57). Luz plano polarizada. **72**

Figura 5.21: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de biotita (esquerda, amostra PRC27; direita, amostra PRC27). Luz plano polarizada. **73**

Figura 5.22: Diagrama catiônico $AI^{V} \times Fe^{T}(Fe^{T}+Mg)$ para a classificação da biotita (Deer *et al.* 1992). **73**

Figura 5.23: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio em dioritos (esquerda, amostra PRC72; direita, amostra PRC68). Luz plano polarizada. **75**

Figura 5.24: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em diorito (PRC72) do Pluton Palermo. Os pontos encontram-se localizados em imagem BSE-Compo.
75

Figura5.25:Perfisanalíticosnúcleo-bordailustrandoasprincipaisvariaçõescatiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em sienogranito (PRC120)do Pluton Palermo. Os pontos encontram-se localizados em fotomicrografia.76

Figura 5.26: Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de plagioclásio analisados do Pluton Palermo As curvas de *solvus* representadas são para $pH_2O = 1kbar$ (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

Figura 5.27: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variaçõescatiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em diorito (PRC05) doPluton Rio Negro. Os pontos encontram-se localizados em fotomicrografia.78

Figura 5.28: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio de rochas gabro-dioríticas (esquerda, amostra PRC01; direita, amostra PRC57). Luz plano polarizada. **78**

Figura 5.29:Imagens de Elétrons Retroespalhados, indicando avariação composicional dos cristais de plagioclásio. (a) Amostra PRC05. (b) AmostraPRC50.79

Figura 5.30: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio (esquerda, amostra PRC27; direita, amostra PRC27). Luz plano polarizada. **79**

Figura 5.31: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variaçõescatiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em rocha híbrida (PRC14)do Pluton Rio Negro. Os pontos encontram-se localizados em fotomicrografia.80

Figura 5.32: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio (esquerda, amostra PRC14; direita, amostra PRC14). Luz plano polarizada. **80**

Figura 5.33: Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de plagioclásio analisados do Pluton Rio Negro. As curvas de *solvus* representadas são para $pH_2O = 1kbar$ (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001). **81**

Figura 5.34:Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dospontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), paracristal de feldspato alcalino em álcali-feldspato granito (amostra PRC114). Luz planopolarizada.83

Figura 5.35: Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de feldspato alcalino analisados do Pluton Palermo. As curvas de *solvus* representadas são para pH₂O = 1kbar (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

Figura 5.36: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristal de feldspato alcalino em granodiorito (amostra PRC14). Luz plano polarizada. **84**

Figura 5.37: Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de feldspato alcalino analisados do Pluton Rio Negro As curvas de *solvus* representadas são para pH₂O = 1kbar (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

Figura 5.38: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985)para ortopiroxênio das rochas dioríticas dos Pluton Rio Negro.87

Figura 5.39:Diagrama multielememtar normalizado para condrito(Taylor and McLennan, 1985) para ortopiroxênio das rochas gabro-dioríticas dosPluton Rio Negro.87

Figura 5.40: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985)para clinopiroxênio das rochas gabro-dioríticas dos Pluton Rio Negro.88

Figura 5.41: Diagrama multielementar normalizado para condrito (Taylor and
McLennan, 1985) para clinopiroxênio das rochas gabro-dioríticas dos Pluton Rio
Negro.89

Figura 5.42: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985)para anfibólio das principais litologias dos Plutons Palermo e Rio Negro.90

Figura 5.43: Diagrama multielementar normalizado para condrito (Taylor and
McLennan, 1985) para anfibólio das principais litologias dos Plutons Palermo e Rio
Negro.90

Figura 5.44: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para plagioclásio das rochas dioríticas e monzograníticas dos Plutons Palermo e Rio Negro. 91

Figura 5.45: Diagrama multielementar normalizado para condrito (Taylor and
McLennan, 1985) para plagioclásio das rochas dioríticas e monzograníticas dos
Plutons Palermo e Rio Negro.92

Figura 6.1: Diagrama $Fe^{T}/(Fe^{T}+Mg) \times Al^{T}$ (Anderson & Smith, 1995), ilustrando possível intervalo de pressão de cristalização de anfibólio em dioritos e rochas híbridas

do Pluton Rio Negro. Representam-se também limites qualitativos para condições (baixa, intermediária e alta) de fugacidade de O2. 96

Figura 6.2: Diagrama Fe^T/(Fe^T+Mg) x Al^T (Anderson & Smith, 1995), ilustrando possível intervalo de pressão de cristalização de anfibólio em dioritos, monzosienogranitos, álcali-feldspato granitos e rochas híbridas do Pluton Rio Palermo. Representam-se também limites qualitativos para condições (baixa, intermediária e alta) de fugacidade de O2. **96**

Figura 6.3: Diagrama
$$T_{Zr}(^{\circ}C) \times T_{Ap}(^{\circ}C)$$
 para o Pluton Palermo. 98

Figura 6.4: Diagrama $T_{Zr}(^{\circ}C) \times T_{Ap}(^{\circ}C)$ para o Pluton Rio Negro. **99**

Figura 6.5: Histogramas mostrando as variações de temperaturas em mesmasamostras do Pluton Palermo. (a) Gabro-Dioritos, (b) Monzo- e sienogranitos e (c)Quartzo Monzonitos.101

Figura 6.6: Histogramas mostrando as variações de temperaturas em mesmasamostras do Pluton Rio Negro. (a) Gabro-Dioritos e (b) Rochas Híbridas.102

Figura 6.7: Composição de biotita para as principais litologias do Pluton Palermo e Rio Negro e f_{O2} aproximado relativo para quartzo-fayalita-magnetita (QFM) (assumindo $P_{H2O} = P_{total}$), baseado na calibração de Wones (1981). **104**

Índice de Tabela

Tabela III.1: Linhas espectrais, cristais analisadores, padrões e tempos de integraçãode contagens nas análises quantitativas de WDS (Extraída de Crisma, 2009)25

1. Introdução

1.1 Considerações Iniciais

Granitos e rochas associadas de "tipo-A" constituem províncias magmáticas de expressão significativa no planeta. Reúnem rochas com afinidades geoquímicas contrastadas, formadas sob condições *redox* variadas, em ambientes geotectônicos diversos da crosta continental ou oceânica (e.g., Whalen *et al.*, 1987; Pitcher, 1993; Bonin, 2007). Estas províncias foram formadas desde o arqueano até o presente e podem apresentar ocorrências de minerais raros com significativo interesse econômico (e.g., Sn, Nb, U, ETR, etc., cf. Eby, 1990; Pitcher, 1993).

Apesar da grande quantidade de informações reunidas na literatura, diversas questões relacionadas à gênese e evolução deste magmatismo permanecem ainda abertas. No Brasil afloram diversas províncias Neoproterozóicas deste tipo e, entre elas, a Província Graciosa, que aflora na região S-SE do Brasil (Gualda & Vlach, 2007a), é uma das mais típicas.

Essa província compreende cerca de uma vintena de plútons graníticos e sieníticos denominadas associações petrográficas alcalina e aluminosa, além de ocorrências subordinadas de rochas vulcânicas de natureza bimodal e de rochas dioríticas.

A pesquisa com rochas graníticas e associadas da Província Graciosa desenvolvida nos últimos anos por nosso grupo de pesquisa e relacionada às texturas, micro-estruturas das fases minerais máficas e acessórias e, particularmente, à análise das trajetórias de evolução composicional destas fases para algumas ocorrências selecionadas da região têm trazido informações relevantes para a caracterização deste magmatismo e compreensão da sua evolução no tempo (e.g., Anderson, 1996; Robinson & Miller, 1999; Gualda, 2001; Markl *et al.*, 2001; Gualda, 2001; Marsh, 2006; Gualda & Vlach, 2007a,b,c; Gualda & Vlach, 2007; Vilalva, 2007; Vilalva & Vlach, 2007; Vlach et al., 2011; Vlach, 2012. Vilalva, 2012). Entretanto, faltam informações com detalhe similar para diversas outras ocorrências importantes que permitam caracterizar e analisar a gênese e evolução do magmatismo da província de forma integrada.

Estes fatos motivaram a expansão dos estudos para outras ocorrências importantes da província, entre elas os denominados Plutons Palermo e Rio Negro, que afloram na região do Alto Rio Negro (PR/SC), para região sudoeste da província. Assim, alguns estudos preliminares foram objeto de Monografia de Formatura por

parte do autor (Crisma, 2009), os quais são agora complementados com dados novos e apresentados de forma mais integrada.

Estes plutons são particularmente interessantes porque neles afloram de forma mais notável rochas gabro-dioríticas e diversas rochas híbridas associadas à interação entre magmas básicos e ácidos (e.g., Harara, 2001), as quais são relativamente raras nas demais ocorrências estudadas. Por outro lado, estas rochas foram objeto de estudos geológicos, geoquímicos e geocronológicos de detalhe por Harara (2001) e existe um excelente embasamento para os estudos ora propostos. Para complementar as informações obtidas por este autor, utiliza-se da análise textural e micro-estrutural em microscópio petrográfico combinada com dados qualitativos e quantitativos obtidos com microssonda eletrônica (EPMA) e com espectrometria de massa com plasma de indução acoplada por ablasão a laser (LA-ICPMS) para caracterizar as composições químicas de fases minerais e suas variações, procurando identificar possíveis trajetórias evolutivas e determinar parâmetros intensivos de cristalização dos respectivos magmas.

1.2 Localização, Acesso e Geomorfologia Geral

Os plutons estudados neste trabalho estão situados na região Alto do Rio Negro, na divisa leste dos Estados do Paraná e Santa Catarina, próximo das cidades São Bento do Sul – SC, Mandirituba – PR e Tijucas do Sul – PR. A região insere-se nas folhas planialtimétricas de Curitiba e Joinville (IBGE 1992, Escala 1:250.000). Os limites geográficos da área estão entre os paralelos 49°00' e 49°30' oeste e 25°45' e 26°15' sul. As principais rodovias de acesso para a área são através de Régis Bittencourt (liga São Paulo a Curitiba) e Henrique Herwig (sai de Curitiba sentido sul). (Figura 1.1)

A região está situada em três unidades geomorfológicas distintas: Blocos Soerguidos do Primeiro Planalto, Planalto Curitiba e Planalto do Alto Iguaçu. Na primeira unidade citada são observados morros com topos alongados em cristas, vertentes retilíneas e vales em "V" fechado, modelados em litologia na Suíte Álcali-Granitos. O Planalto Curitiba apresenta morros com topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em "V", situada nas litologias do Complexo Gnáissico-Migmatítico. O Planalto do Alto Iguaçu contém morros com topos alongados e aplainados e aplainados, vertentes convexas em contato com planícies fluviais através de rampas suaves e vales em "V", modeladas em sedimentos da Formação Guabirotuba e litologias do Complexo Gnáissico-Migmatítico.



Figura 1.1: Mapa rodoviário da região de fronteira entre os estados do Paraná (norte) e Santa Catarina (sul), destacando a localização da Região Alto Rio Negro e suas principais vias de acesso.

1.3 Metas e Objetivos

Desta forma, o presente projeto propõe o detalhamento petrográfico e a determinação das composições químicas de fases minerais presentes em amostras selecionadas, para as quais já existem dados geoquímicos, isotópicos (Rb/Sr, Sm/Nd) e geocronológicos (U/Pb convencional em zircão) pormenorizados. Assim, os objetivos específicos são:

- análise petrográfica em detalhe, com destaque para as relações texturais e micro-estruturas das fases minerais máficas de amostras selecionadas coletadas;

- determinações modais para estas amostras;

- determinações das composições químicas e suas variações no tempo de anfibólio, biotita, clino e ortopiroxênio e feldspatos;

- determinação de elementos menores e traços de baixos teores e elementos terra rara (ETR) para alguns minerais mais típicos;

- estimativas de parâmetros intensivos de cristalização dos respectivos magmas (T, P, f_(O2));

 comparação dos resultados obtidos com os disponíveis para ocorrências similares na província.

1.4 Plano de apresentação da dissertação

A presente dissertação é apresentada em seis capítulos. Ao longo do texto, sempre que possível, foi destacado as descrições e suas implicações mais diretas. No decorrer dos capítulos e/ou subdivisões foram feitas interpretações parciais de maior relevância.

Após a introdução (Capítulo 1), apresenta-se uma breve revisão bibliográfica (Capítulo 2) sobre a Província Graciosa, uma das principais províncias de granitos tipo-A, existentes no Brasil, bem como uma apresentação geral da área na qual os plutons estudados estão situados.

No Capítulo 3 são relatados os materiais e métodos empregados no trabalho, com destaque para os métodos analíticos e de tratamentos de dados. O Capítulo 4 trata dos resultados petrográficos obtidos após as análises texturais e composicionais das principais variedades mineralógicas que compõem as litologias encontradas em ambos os plutons. O Capítulo 5 detalha as composições químicas das fases minerais mais típicas e suas variações e no Capítuo 6 as informações geoquímicas disponíveis são utilizadas para avaliações das condições de temperatura e pressão em que essas rochas foram formadas, empregando-se geotermobarômetros descritos na literatura moderna. O Capítulo (7) reúne as principais discussões e/ou conclusões alcançadas.

As referências bibliográficas utilizadas para a realização deste trabalho são apresentadas no Capítulo 8, final

2. Trabalhos Prévios

Apresenta-se neste capítulo uma breve síntese do estado do conhecimento da Província Graciosa em geral e dos Plutons Rio Negro e Palermo, objetos desta dissertação, em particular.

2.1 A Província da Graciosa

A Província Graciosa, constituída de granitos, sienitos, e rochas associadas de tipo-A (Gualda & Vlach, 2007a), é uma importante província de "tipo-A" que aflora nos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. A província colocou-se após o amalgamento das Microplacas Curitiba e Luis Alves, a oeste e o cinturão Granitóide Costeiro, a leste, ocorrido há *ca*. 610 Ma (Basei *et al.*, 1992; Siga Jr. *et al.*, 1993), em ambientes tipicamente extensionais, possivelmente de natureza pós-colisional. A província foi inicialmente denominada Suíte Intrusiva Serra do Mar por Kaul (1984) e após por Província Serra do Mar por diversos autores, mas, devido a precedência do termo Serra do Mar para uma província mesozóica de rochas alcalinas que aflora na região sudeste do Brasil (Almeida, 2003), Gualda e Vlach (2007a) propuseram o nome Província Graciosa em substituição aos anteriores.

A Microplaca Luis Alves é constituída por gnaisses granulíticos de alto grau do Complexo Granulítico Santa Catarina (Hartmann *et al.* 1979, Figueiredo et al., 1991), gerados no mínimo por dois eventos metamórficos de alto grau, sendo o mais antigo com idades entre 2,6 e 2,7 Ga e um mais recente durante o Transamazônico, entre 1,8 e 2,2 Ga. As rochas que constituem a Microplaca Curitiba são gnaisses e migmatitos do Complexo Atuba (Siga Jr et al., 1995), formados, assim como as rochas da Microplaca Luis Alves, no Transamazônico, com evento de migmatização no Ciclo Brasiliano (620-550 Ma) e granitóides deformados com idades também do Ciclo Brasiliano (720 Ma U-Pb e 580 Ma Rb-Sr). O cinturão Granitóide Costeiro ou Domínio Paranaguá é composto por monzogranitos porfiríticos e muscovita ± biotita leucogranitos, possuindo idades brasilianas (ca. 600-620 Ma).

A Província Graciosa (Figura 2.1) é formada por cerca de uma vintena de plutons e/ou complexos graníticos e sieníticos, que se colocaram em níveis crustais rasos e invadiram rochas arqueanas e paleo-proterozóicas das Microplacas de Curitiba e Luis Alves. Em planta estes plutons apresentam forma subcircular ou mais alongada e irregular com orientação preferencial NE. Encontram-se distribuídos

conformando um arco que grosso modo acompanha as escarpas da Serra do Mar na região sudeste do Brasil (Gualda & Vlach, 2007a).



Figura 2.1: Mapa geológico das principais unidades geológicas do sul-sudeste brasileiro (adaptado e modificado de Prazeres Filho et al. 2003 e Heilbron et al. 2004): 1 - Coberturas Fanerozóicas; 2 -Complexos Alcalinos Mesozóicos; 3 – Bacia Eopaleozóica; 4 – Bacias Neoproterozóicas; [Neoproterozóico] 5 - Stocks Graníticos de características de tipo-A do Domínio Apiaí; 6 - Granitos e Sienitos de tipo-A da Província Graciosa; 7 – Vulcânicas Ácidas e Básicas; 8 – Batólito Cálcio-Alcalino Piên-Mandirituba; 9 – Batólito Paranaguá; DOMÍNIO APIAÍ: 10 – Formação Iporanga; 11- Grupo Itaiacoca; 12 – Subgrupo Lageado; [Mesoproterozóico] 13 – Formação Águas Claras; 14 – Formação Votuverava; [Paleoproterozóico] 15 - Formação Perau; 16 - Núcleos Graníticos-Gnaissícos Alcalinos (tipo-A); DOMÍNIO CURITIBA: [Neoproterozóico] 17 – Formação Capiru; 18 – Sequência Turvo-Cajati; [Paleoproterozóico] 19 – Complexo Atuba; DOMÍNIO LUIS ALVES: [Arqueano-Paleoproterozóico] 20 – Complexo Granulítico de Santa Catarina; DOMÍNIO PARANAGUÁ: [Neoproterozóico] 21 -Metassedimentos Protomiloníticos (Sequencia Rio das Cobras); 22 – Zonas de Cisalhamento (ZCI: Zona de Cisalhamento Itapirapuã; ZCMA: Zona de Cisalhamento Morro Agudo; ZCR: Zona de Cisalhamento Ribeira; ZCLC: Zona de Cisalhamento Lancinha-Cubatão; ZCMP: Zona de Cisalhamento Mandirituba-Piraquara; ZCRPSR: Zona de Cisalhamento Rio Palmital-Serrinha; ZCPT: Zona de Cisalhamento Piên-Tijucas).

Rochas básico-intermediárias intrusivas, com destaque para variedades de dioritos e monzodioritos, ocorrem subordinadamente como corpos pequenos e irregulares, diques sin-plutônicos e enclaves que aparecem em diversas ocorrências (Gualda, 2001; Harara, 2001; Garin *et al.*, 2003; Vlach et al., 2011) e caracterizam um magmatismo básico-intermediário contemporâneo, mas contrastado. Rochas vulcânicas, também subordinadas, afloram em bacias vulcano-sedimentares mais ou menos contemporâneas ao magmatismo plutônico ou associam-se às rochas plutônicas formando complexos vulcano-plutônicos, como é o caso mais típico do Complexo Morro Redondo (Machado, 1993; Vilalva, 2007; 2012). Caracterizam um magmatismo bi-modal com predominância de extremos básicose ácido.

As rochas graníticas e sieníticas da província são reunidas para efeitos descritivos em duas associações petrográficas principais com características petrográficas, mineralógicas e geoquímicas muito contrastadas, denominadas de *associações alcalina* e *aluminosa*, respectivamente (Vlach et al., 2001; Gualda & Vlach, 2007a,b; Vlach & Gualda, 2007; Vilalva, 2007), as quais são caracterizadas brevemente a seguir.

A associação petrográfica alcalina

A associação alcalina é formada por álcali-feldspato sienitos, quartzo sienitos e granitos com estruturas e texturas diversas, de natureza *hipersolvus*, que apresentam olivina, piroxênios e anfibólios cálcicos como minerais máficos mais típicos das rochas menos evoluídas, de caráter metaluminoso, e piroxênios e anfibólios sódico-cálcicos e sódicos nas rochas mais evoluídas, que apresentam caráter peralcalino. Os minerais acessórios típicos são chevkinita + ilmenita ± titanita ± magnetita ± zircão ± esfalerita. As condições de cristalização são relativamente redutoras.

A associação petrográfica aluminosa

A associação aluminosa é formada por sieno- e monzogranitos subsolvus, com biotita com máfico primário típico, observando-se algum anfibólio cálcico nos termos mais máficos. São rochas que variam de moderadamente metaluminosas a peraluminosas. As estruturas e texturas, assim como na associação alcalina, são variadas. Os minerais acessórios típicos encontrados são allanita + magnetita + titanita ± ilmenita + zircão + apatita. As condições estimadas de cristalização são relativamente mais oxidantes. A associação aluminosa é amplamente dominante em termos de distribuição em área, perfazendo mais de 70% das ocorrências descritas da Província Graciosa.

As rochas graníticas dos Plútons Palermo e Rio Negro, de acordo com as descrições de Harara (2001) apresentam variedades representativas de ambas as associações alcalina e aluminosa. Um aspecto marcante destas ocorrências é a presença muito significativa de rochas básico-intermediárias (gabros-dioritos) e de rochas híbridas, resultantes da interação entre magmas básicos e ácidos (Harara, 2001), fato menos comum em outras ocorrências (e.g., Vlach et al., 2011).

2.1.1 A região do Alto Rio Negro

A Região Alto Rio Negro conforme definida por Harara (2001) comprende um território entre os Estados do Paraná e Santa Catarina, inserido na zona de transição entre o Terreno Gnáissico Anfobolítico-Granulítico do Paraná e Santa Catarina (TGAG) ao norte e o Cinturão Gnáissico-Migmatítico Atuba (CGMA) ao sul. Os trabalhos de mapeamento da região iniciaram-se na década de 60, quando foram elaboradas as folhas geológicas de São José dos Pinhais na escala 1:70.000 (Fuck 1967), Piên (Trein et al. 1969a), Tijucas do Sul (Trein et al. 1969b) e Mandirituba (Marini et al. 1970) e, mais recentemente Harara (2001), que permitiram definir as principais unidades geológicas da região, que incluem a o Complexo Básico-Ultrabásico de Piên, a Suíte Granítica Piên-Mandirituba (SGPM), e Granito Agudos do Sul, entre outras (Figura 2.2 e Figura 2.3).



Figura 2.2: Mapa geológico do Sul do Estado do Paraná e Nordeste do Estado de Santa Catarina, com localização da área de estudo na Região Alto Rio Negro (Modificado de Siga Jr. 1995, Kaul 1997 e Basei *et al.* 1999).



Figura 2.3: Localização e mapa geológico da Região Alto Rio Negro PR-SC (Harara 2001).

Segundo Girardi (1974), Girardi et al. (1974), Girardi (1976) e Girardi & Ulbrich (1980), as rochas máficas-ultramáficas do Complexo Básico-Ultrabásico de Piên – PR são comagmáticas e foram submetidas a um metamorfismo de fácies granulito no Paleoproterozóico ao qual se superpôs retrometamorfismo de fácies xisto verde a anfibolito no NeoProterozóico III, assim como os granulitos adjacentes do TGAG. As rochas graníticas que afloram na região teriam sido geradas contemporaneamente a este evento retrometamórfico. De acordo com estes autores e Harara (2001), este complexo seria constituído por dois corpos principais, que ocorrem ao longo da Zona

de Cisalhamento Piên-Tijucas (ZCPT), sendo que os principais litotipos encontrados são serpentinitos, dunitos e harzburgitos parcial a totalmente serpentinizados, com olivina-ortopiroxenitos, ortopiroxenitos, xistos magnesianos e raros gabros subordinados. Esses corpos foram fortemente deformados e apresentam caráter brechóide-milonítico, com uma foliação orientada N40-60E. Os contatos com as rochas encaixantes são tectônicos. A colocação do corpo ultramáfico ao sul da ZCPT em relação ao TGAG sugere que este constitua uma *klippe*.

O TGAG descrito na região de Piên-PR seria consituído de duas unidades principais de gnaisse granulíticos félsicos e máficos, com lentes de gnaisses anfibolíticos e biotíticos, gnaisses granulíticos ricos em porfiroblastos de granada, gnaisses granulíticos com granada, gnaisses granulíticos ricos em biotita e anfibólio e piroxenitos (Harara, 1996; Harara et al. 1997a,b). Na ZCPT, bem como no TGAG é observada uma faixa com orientação NE-SW com 4 a 6 km de largura, caracterizada pela substituição parcial a total das paragêneses da fácies granulito e por assembléias minerais retrometamórficas típicas de baixo a médio grau. São encontradas superposições de estruturas E-W e NE-SW neoproterozóicas, que rejuvenesceram os sistemas isotópicos K-Ar em minerais e que difere da estruturação principal NW tipicamente paleoproterozóica. De fato, os padrões estruturais tectono-térmicos deduzidos pelo padrão isotópico K-Ar das rochas no limite norte do TGAG indicam uma importante reativação tectono-metamórfica no Neoproterozóico III (Harara 2001).

Os primeiros estudos geológicos sobre as rochas granitóides deformadas da região de Piên-PR que fazem parte dos granitos SGPM, foram realizados por Machiavelli (1991) e Machiavelli et al. (1993), que enfatizaram aspectos geoquímicos e geocronológicos (dados de U-Pb, Rb-Sr e K-Ar) sobre parte da SGPM e do TGAG da região. Estes autores relacionam a formação e o alojamento destas rochas a um arco magmático constituído no Neoproterozóico III (750-650 Ma), que teria se instalado entre os terrenos TGAG e CGMA.

Os levantamentos geológicos efetuados por Harara et al. (1995), Harara (1996) e Harara et al. (1997a,b), indicaram, por sua vez, que as rochas granitóides da SGPM constituem um terreno de aproximadamente de 20km de largura, o qual é constituído por quartzo-monzodioritos a granidioritos e, subordinadamente, monzogranitos com biotita e anfibólio, meta-aluminosos e cálcio-alcalinos de médio a alto K (Harara 2001). Nestas rochas foram observadas foliações miloníticas orientadas segundo N66E/64NW e formadas sob regime dúctil, em condições metamórficas de fácies xistoverde. Esta foliação teria sido gerada pelo cavalgamento de NNW para SSE das rochas graníticas da SGPM e da suíte máfica-ultramáfica sobre o TGAG, com posterior evolução para uma transcorrência dextral na direção NE.

Os mesmos autores (cf. Harara, 2001) observam que o denominado Maciço Granítico Agudos do Sul (cf. Figura 1, ocorrência 12), pode ser subdividido em três ocorrências distintas, as quais foram denominadas, de norte para sul de Granito Palermo (GP), Granito Agudos do Sul (GAS) e Granito Rio Negro (GRN). Reconhecem ainda uma unidade adicional, denominada Granito Tarumã (GT) que representaria uma unidade distinta que afloraria na região interna do Granito Rio Negro.

Os Plutons Palermo e Rio Negro

Os Plutons Palermo e Rio Negro afloram próximo à divisa entre os Estados do Paraná e Santa Catarina, na região Alto Rio Negro (Figuras 2.4 e 2.5) e geologicamente são correlacionáveis entre si, constituíndo parte do outrora denominado Granito Agudos do Sul (e.g., Kaul, 1997).

O estudo mais completo destas ocorrências é devido Harara (2001). A seguir, apresenta-se um breve resumo das suas características baseado no trabalho deste autor.

O <u>Pluton Palermo</u> aflora entre os municípios de Tijucas do Sul e Mandirituba, e apresenta forma em "gota", orientada segundo N-S, ao longo dos contatos entre o Terreno Gnáissico Anfibolítico Granulítico (TGAG) e a Suíte Granítica Piên-Mandirituba (SGPM) (Figura 2.3). Apresenta uma área de exposição com cerca de 60 km².

Foram mapeadas quatro fácies petrográficas principais: sienoе monzogranitos, quartzo-monzonitos e/ou quartzo sienitos, monzogabros e rochas graníticas híbridas. Os primeiros afloram na zona central e nas bordas do pluton; são rochas maciças, inequigranulares a equigranulares de granulação média a grossa, coloração rósea-avermelhada que apresentam biotita como máfico principal, eventualmente acompanhada por anfibólio. Fluorita aparece em cavidades miarolíticas. Os quartzo-monzonitos/quartzo sienitos aluminosos afloram na parte meridional do pluton; apresentam estruturas e texturas similares, colorações acinzentadas a esverdeadas, contendo, além de biotita, anfibólio e clinopiroxênio como minerais máficos mais típicos. De acordo com Harara (2001), algumas variedades sieníticas seriam "fracamente peralcalinas" e apresentariam piroxênios e anfibólios sódicos. As rochas híbridas aparecem nas regiões sudoeste, centro-norte e sudeste; apresentam estruturas maciças e texturas inequigranulares de granulações

variando de média a grossa, podendo chegar à fina. Estas rochas foram reconhecidas como híbridas devido a presença de características típicas de coexistência e mistura parcial de magmas, tais como enclaves microgranulares duplos, xenocristais de quartzo e feldspato alcalino, quartzo ocelar, com freqüência manteado por minerais máficos, feldspato alcalino manteado por plagioclásio (textura rapakivi), etc. Petrograficamente, estas rochas foram classificadas como monzogabros e/ou monzodioritos, quartzo-monzodioritos com biotita, anfibólio, clinopiroxênio e ortopiroxênio até quartzo-monzonitos e monzogranitos com biotita, podendo ou não apresentar anfibólio e/ou clinopiroxênio.



Figura 2.4: Mapa geológico com localização do Pluton Palermo (Harara 2001).

O <u>Pluton Rio Negro</u>, com uma área de ca. 24 km², aflora ao Sul do município de Agudos do Sul e a Leste de Piên. Apresenta forma elipsoidal alongada segundo SW-NE e ocorre ao longo da Zona de Cisalhamento Piên-Mandirituba (ZCPM).

De acordo com Harara (2001, cf. também Figura 2.5) apresenta típico zonamento composicional concêntrico de tipo inverso. No núcleo são encontrados monzogabros ricos em biotita, com anfibólio e piroxênios (clino- e orto-piroxênio) de estruturas pouco orientadas ou maciças e granulação fina a média. Nas zonas intermediárias afloram rochas híbridas estruturalmente, texturalmente e composicionalmente similares às descritas para o Pluton Palermo, enquanto que nas bordas aparece biotita sieno- e monzogranitos maciços, inequigranulares com granulações médias a grossas, também similares aos descritos no Granito Palermo.



Figura 2.5: Mapa geológico com localização do Pluton Rio Negro (Harara 2001).

Na porção meridional do Granito Rio Negro aflora o denominado Granito Tarumã, circundado pelas rochas híbridas e biotita granitos típicos do primeiro. São monzogranitos maciços inequigranulares de granulação fina e coloração cinza clara, que apresentam biotita ± hornblenda como minerais máficos típicos. Apresentam com alguma freqüência enclaves microgranulares máficos esféricos e/ou elipsoidais, ricos em biotita e anfibólio.

2.1.2. Litogeoquímica

Dados geoquímicos preliminares em rocha total para diversas ocorrências da Província Graciosa foram obtidos e apresentados principalmente por Kaul (1997) e Kaul e Cordani (2001). Mais recentemente, dados sistemáticos envolvendo elementos maiores, menores e traços tem sido obtidos e apresentados progressivamente por referências Gualda, 2001; Gualda et al. 2007a e b; Vilalva, 2007; Vilalva et al. 2012 e Vlach 2012. Os resultados destes autores identificam características típicas de províncias magmáticas de tipo-A de todo o mundo (Vlach et al., 2001; Gualda & Vlach, 2007a,b; Vlach & Gualda, 2007; Vilalva, 2007).

No caso dos Plutons Palermo e Rio Negro dados foram apresentados por Harara (2001) para variedade mais típicas de monzo-sienogranitos, quartzo monzonitos/quartzo sienitos, monzogabros e rochas híbridas graníticas. Estes dados são aqui utilizados para caracterizar algumas de suas assinaturas mais típicasAs rochas monzo-sienograníticas dos plutons Palermo e Rio Negro apresentam teores de SiO₂ entre 72 e 75%, entre 55 e 70% nas rochas híbridas graníticas félsicas e máficas e entre 48 e 55% no monzogabros. Nas rochas quartzo monzoníticas/quartzo sieníticas do Pluton Palermo este valor varia entre 48 e 55%. Em relação ao fe# (FeO^T/FeO^T+MgO), nota-se que nos plutons Palermo e Rio Negro os monzogabros apresentam uma concentração entre 0,70 e 0,75, os monzo-sienogranitos entre 0,85 e 0,98 e as rochas híbridas graníticas félsicas e máficas entre 0,70 e 0,87. O guartzo monzonito/quartzo sienito do Pluton Palermo apresentam valores de índice de ferro superiores a 0,90. Desta forma as rochas monzo-sienograníticas e quartzo monzonitos/quartzo sienitos foram classificadas como ferrosos, enquanto os monzogabros são classificados como magnesianos (Figura 2.6). Já as rochas híbridas graníticas podem ser classificadas tanto como férricas quanto magnesianas (Figura 2.6).

As rochas quartzo monzoníticas/quartzo sieníticas do Pluton Palermo foram classificados como alcalinos, enquanto que as rochas monzo-sienograníticas e graníticas híbridas félsicas e máficos de ambos os plutons são consideradas cálcioalcalinas a alcalino-cálcicas. Já os monzogabros do Pluton Palermo e Rio Negro foram classificados como cálcicos (Figura 2.7).



Figura 2.6: Diagrama (FeO^T)/(FeO^T+MgO) x peso de SiO2 em porcentagem, mostrando o limite entre as rochas ferrosas e as magnesianas (Frost et al. 2001)



Figura 2.7: Diagrama Na₂O+K₂O-CaO x SiO₂ mostrando a classificação das principais litologias dos Plutons Palermo e Rio Negro para rochas cálcicas, cálcio-alcalinas, alcalino-cálcicas e alcalinas (Frost et al. 2001).

As análises litoquímicas apresentadas em Harara (2001) indicam que as rochas monzo-sienograníticas dos Plutons Palermo e Rio Negro apresentam um caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso. As razões ANK = 1,0 a 1,1 e ACNK = 0,8 a 0,9 do quartzo monzonito/quartzo sienito do Pluton Palermo, distinguem-se do monzo-sienogranitos adjacentes, apresentando desta forma um caráter fracamente peralcalino. Os monzogabros estudados possuem caráter fortemente metaluminoso, enquanto que as rochas híbridas graníticas félsicas e máficas são metaluminosas, com razões de ANK e ACNK intermediárias entre os monzogabros e os monzosienogranitos de ambos os plutons (Figura 2.8).



Figura 2.8: Diagrama (Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O) x (Al₂O₃/Na₂O+K₂O) para as principais rochas dos Plutons Palermo e Rio Negro (Maniar & Piccoli, 1989). Extraído de Harara (2001)

O quartzo monzonito/quartzo sienito do Pluton Palermo apresentam enriquecimento de Na2O, K2O, Na2O+K2O, Zr, Hf, Y, ETRL e ETRP em relação aos monzo-sienogranitos de ambos os plutons. Em contrapartida é observado maiores teores de MgO, Rb, Sr e Ba nos monzo-sienogranitos.

Os dados apresentados por Harara (2001) indicam que as características litoquímicas dos monzo-sienogranitos dos plutons Palermo e Rio Negro e o quartzo monzonito/quartzo sienito são típicas das rochas graníticas do tipo-A.

Os monzogabros possuem conteúdo elevado de Na₂O, K₂O, Ba, Rb, Sr, Ga, Zr e Y, além de enriquecimento em ETRL e ETRP. Entretanto os monzogabros do Pluton Palermo apresentam maiores teores de Al₂O₃ e mais empobrecidos em Na₂O, ETRL e ETRP em relação ao seu equivalente no Pluton Rio Negro.

São observados nas rochas graníticas híbridas de ambos os plutons características herdadas da mistura entre os componentes máficos (monzogabros) e félsicos (monzo-sienogranito). Desta forma são vistos assinaturas típicas de granitos

A, como por exemplo, altos teores de Ga, Nb, Hf, Zr, Y ETRL e ETRP e baixos teores de AI_2O_3 e Sr.

2.1.3 Geocronologia

Nas últimas décadas foi acumulada uma quantidade muito significativa de dados geocronológicos, obtidos principalmente no CPGeo-USP, para o magmatismo da Província Graciosa, com destaque para rochas graníticas e vulcânicas ácidas das bacias vulcano-sedimentares associadas (ver, por exemplo, revisão em Vlach et al., 2011, e referências lá citadas).

Os dados geocronológicos foram obtidos através da aplicação de sistemáticas isotópicas diveras, incluindo informações K-Ar em biotita e/ou anfibólio, Rb-Sr em rocha total e U-Pb em zircão, seja pela análise de frações cristalinas por métodos convencionais de ID-TIMS e seja através de determinações pontuais de alta resolução espacial, com SHRIMP. A observação simples do conjunto de dados disponíveis sugere que o magmatismo na Província Graciosa teria ocorrido ao longo de um intervalo significativo de tempo entre ca. 570 e ca. 630 Ma (e.g., Siga Junior et al. 1997. Siga Jr. et al. 1999 e Harara et al. 1995, Harara et al.1997a e b).

Na região do Alto Rio Negro, as primeiras determinações geocronológicas são devidas a Siga Jr. (1995) e Kaul (1997) que apresentaram isócronas Rb-Sr de referência para o então denominado Granito Agudos do Sul. Estes dados, recalculados por Harara (2001), apontam para idades em torno de 570 ± 42 Ma (Granito Agudos do Sul) e 561 ± 13 Ma (Granitos Agudos do Sul, Palermo e Rio Negro), respectivamente. Dados adicionais U-Pb em zircão, Rb-Sr em rocha total e K-Ar em biotita e anfibólio, indicaram que as intrusões graníticas ocorridas na SGPM tiveram sua formação, colocação, deformação e resfriamento entre 650 e 595 Ma (Machiavelli 1991, Machiavelli et al. 1993, Harara et al. 1995, Harara 1996 e Harara et al. 1997a,b). Segundo Siga Jr. (1995), os granitoides do MGAS são tardios a estes e teriam se formado entre 590 e 570 Ma (análises de U-Pb em zircões e Rb-Sr em rocha total).

Determinações adicionais mais recentes e elaboradas foram obtidas por Harara (2001) para as principais variedades petrográficas dos Granitos Palermo, Rio Negro, Agudos do Sul e Tarumã, através dos métodos U-Pb (ID-TIMS) em frações de zircão em anfibólio-biotita monzo-sienogranito do Granito Palermo, biotita ± anfibólio monzo-sienogranito e biotita-monzogabro do Granito Rio Negro. A sistemática K-Ar foi

aplicada em biotita e/ou anfibólio de sienogranitos e monzogranitos e em biotita de monzogabros de ambos plutons.

Os resultados U-Pb em interceptos superiores apresentados pelo autor foram interpretados como indicativos da cristalização dos magmas que formaram as rochas sienograníticas e monzograníticas por volta de 593 Ma, enquanto os que formaram os monzogabros teriam se cristalizado em ca. 584 Ma. De acordo com Harara (2001), os dados por ele obtidos para idades K-Ar para as mesmas rochas indicaram que o seu resfriamento para temperaturas inferiores a 300 - 450° C (temperaturas de fechamento do "relógio" K-Ar em biotita e anfibólio) teria ocorrido segundo a sequência: monzogabros Rio Negro (~ 585 Ma), anfibólio-biotita monzo-sienogranitos Palermo (ca. 581 Ma), monzogranitos do Tarumã (ca. 574 Ma) e monzo-sienogranitos Rio Negro (ca. 572 Ma).

Segundo Harara (2001), os principais litotipos encontrados no Pluton Palermo apresentam valores de ϵ Nd^(Tc) negativos (monzo-sienogranitos: -13,53 a -14,53; quartzo monzonitos/quartzo sienitos: -12,46; monzogabros:-5,43). Valores negativos também são observados nas rochas do Pluton Rio Negro (monzo-sienogranitos: -11,5 a -11,29. Monzogabros: -11,57 a -11,42), sendo observados valores semelhantes entre os ϵ Nd^(Tc). Juntamente com os dados de ϵ Nd^(Tc) foram obtidos idades Modelo (T_{DM}). Para monzo-sienogranitos do Pluton Palermo obteve-se uma idade entre 2,35 e 2,1 Ga e no Pluton Rio Negro por volta de 2,3 Ga. Os monzogabros do Pluton Palermo apresentam idades similares aos monzo-sienogranitos (~2,3 Ga), enquanto no Pluton Rio Negro essa idade gira ao redor de 2,0 Ga. Já nas rochas híbridas de ambos os plutons a idade é similar (~2,1 Ga) e os valores de ϵ Nd^(Tc) também são similares.

Mais recentemente Vlach et al. (2006, 2011) apresentam novos dados U-Pb em frações de zircão para rochas dioríticas de outras ocorrências da província e fazem uma compilação e avaliação crítica geral dos dados geocronológicos existentes para a Província Graciosa, mostrando que os dados geocronológicos mais adequados existentes resultam em médias ponderadas de 576 ± 26 Ma, 580 ± 20 Ma e 581 ± 16 Ma para os dados obtidos com os métodos K-Ar, Rb-Sr e U-Pb (ID-TIMS e SHRIMP), respectivamente (Figura 2.6), para um nível de confiabilidade de 95%. Estes resultados são muito próximos considerando-se os erros e permitiram aos autores concluir que o amplo intervalo deduzido para o magmatismo na província poderia ser reflexo de questões de amostragem, analíticas e dos erros envolvidos antes que representativos da evolução deste magmatismo propriamente.

A similaridade destes valores e os dados adicionais U-Pb apresentados, perfeitamente concordantes e com erros inferiores a ca. 3 Ma, obtidos para rochas

gabro-dioríticas, demonstradamente contemporâneas aos magmatismos granítico e sienítico principais, levou os autores a indicar que o magmatismo na província possivelmente não ocorreu em intervalo tão prolongado como o anteriormente aceito, mas sim em um intervalo bem mais curto, por volta de 579-585 Ma. Os mesmos autores sugerem, com base nos dados disponíveis e nos novos apresentados, que também não existem evidências claras de que tenha havido alguma migração no espaço e/ou no tempo das atividades magmáticas nesta província e que a integração dos dados é compatível com uma colocação dos magmas em níveis crustais rasos, com resfriamento relativamente rápido.



Figura 2.9: Histogramas mostram a distribuição das idades por K-Ar (anfibólio e biotita), Rb-Sr (isócronas em rocha total) e U-Pb em zircão (ID-TIMS e SHRIMP) em granitos e sienitos da Província Graciosa. Médias ponderadas calculadas com o programa Isoplot (Ludwing, 2003). Fontes de dados: Cordani (1974), Girardi et al. (1974), Siga (1995), Siga et al. (1994, 1997, 1999, 2000), Kaul e Cordani (1994), Basei et al. (1998), Cordani et al. (2000), Harara (2001), Weber et al. (2001), Passarelli et al. (2004) e bibliografia neles referida. Extraído de (Vlach et al., 2011).

3. Materiais e Métodos

As atividades desenvolvidas para a preparação de dissertação incluíram, além de estudos bibliográficos, trabalhos de campo, laboratoriais e de gabinete, conforme detalhados a seguir. Análises complementares incluíram análises de imagens de satélite e preparação de mapas geológicos específicos para os Plútons Palermo e Rio Negro, a partir de compilação do mapa geológico regional elaborado e apresentado por Harara (2001).

3.1 Trabalhos de campo e amostragem

A parte inicial de familiarização e estudo petrográfico de amostras representativas dos Plutons Palermo e Rio Negro foi efetuada a partir de amostras coletadas originalmente por O. O. Harara por ocasião dos estudos para a sua Tese de Doutorado (Harara, 2001) e getilmente cedidas. Amostras adicionais foram coletadas durante trabalhos de campo realizados na região do Alto Rio Negro em Dezembro de 2010. Foram efetuados um total de 10 dias de atividades de campo.

Estes trabalhos foram dedicados ao reconhecimento e descrições petrográficas *in situ* das principais variedades de rochas gabro-dioríticas, graníticas e híbridas que afloram nestes plutons, bem como para a observação de relações estruturais entre as rochas dioríticas, graníticas e híbridas em escala de afloramento. Como material cartográfico de apoio, foram utilizados principalmente o mapa geológico e de pontos apresentados por Harara (2001) na escala 1:70.000 e as folhas topográficas SG.22-X-D-IV-4 (Tijucas do Sul), SG.22-X-D-IV-3 (Mandirituba), SG.22-Z-B-I-1 (Campo Alegre) e SG.22-Z-B-I-2 (São Miguel), em escala 1:50.0000, esta última do Serviço Geográfico do Exército, as demais do IBGE.

Sempre que possível, as observações e coletas foram efetuadas em perfís ao longo de estradas e trilhas, com apoio de equipamento portátil de posicionamento geográfico (GPS), com precisão média de cerca de 9 m.

Foram descritos cerca de 120 afloramentos e coletadas cerca de 110 amostras de rocha durante estas atividades.

3.2 Atividades de laboratório

As atividades de laboratório foram efetuadas nos laboratórios da NAPE GeoAnalítica do Instituto de Geociências e incluíram etapas de microscopia
petrográfica, com ênfase no reconhecimento mineralógico e texturas das diferentes litologias observadas e determinações modais e de análises químicas em minerais com EPMA (elementos maiores e menores) e LA-ICPMS (elementos traços).

3.2.1 Petrografia

Os estudos petrográficos foram efetuados com o microscópio petrográfico *Olympus*[™] modelo BXP-40, sob luz transmitida e *Zeiss*[™] modelo Axioplan-pol, sob luz transmitida e refletida do Laboratório de Óptica do GMG-Igc/USP, em seções delgadas convencionais e delgadas polidas em amostras frescas representativas das principais unidades litológicas dos Plutons Palermo e Rio Negro.

Foram analisadas e descritas cerca de 60 amostras, 40 das quais coletadas pelo autor e 20 entre as amostras cedidas por O. O. Harara, parte delas já previamente estudadas por ocasião da preparação da Monografia de Formatura do autor. Foram utilizadas técnicas clássicas microscopia petrográfica (e.g., MacKenzie *et al.* 1995), com ênfase no reconhecimento e caracterização das principais fases minerais e acessórias, assim como nas texturas presentes. A documentação através de imagens digitais da mineralogia e texturas foi efetuada com uma câmera digital *Olympus*[™], modelo C5050Z, com resolução de 5,0 megapixels acoplada ao microscópio *Zeiss Axioplan* para as lâminas delgadas e da câmera Infinity 1 e do Sistema AnalySIS Starter acoplados ao microscópio *Olympus*[™] modelo BX50 para seções delgado-polidas. Posteriormente foram selecionados cristais representativos das fases minerais mais típicas para as análises químicas em EPMA e LA-ICPMS.

As determinações modais foram efetuadas com *charriot* acoplado ao microscópio *Leitz Wetzlar*[™], modelo Ortholux e contador de pontos manual *Clay-Adams*[™] do Laboratório de Óptica. Em cada seção foram totalizados aproximadamente 1500 pontos, em uma área de dimensões adequadas, escolhida ao acaso. O espaçamento entre os pontos foi escolhido com base na granulação da rocha, sendo de 0,5 mm para as rochas de granulações médias a finas e de 1,0 mm para as rochas de granulações médias a grossas. Uma das dificuldades encontradas, particularmente no caso de rochas híbridas, foi a contagem de quartzo e feldspato alcalino, uma vez que em diversas situações não se revelava simples separar reconhecer xenocristais de cristais formados diretamente da cristalização dos magmas. Assim, em algumas amostras certamente parte da quantidade modal destas fases representa, sem dúvida, frações xenocristalinas. Ao total foram obtidas 60 determinações modais.

3.2.2 Análises químicas minerais com EPMA

Análises químicas pontuais quantitativas por espectrometria de dispersão de comprimento de onda (WDS) das principais fases minerais (piroxênio, anfibólio, biotita e plagioclásio) foram realizadas no Laboratório de Microssonda Eletrônica do GMG-Igc/USP. O equipamento utilizado é o *Jeol*TM modelo JXA-8600S, equipada com um detector ED para espectrometria e cinco espectrômetros WD para espectrometria de dispersão de comprimentos de onda, cada qual com dois cristais analisadores (STE/TAP, TAP/PET, PET/LIF, PET/LIF e PET/LF), e sistema de automação Voyager 4.4. da Thermo Noran [™].

As correções dos efeitos de matriz (número e absorção atômicos e fluorescência secundária) e redução dos valores de intensidades para porcentagens em peso de elementos e/ou óxidos foram efetuadas utilizando o programa PROZA (e.g., Bastin *et al.* 1990, apud Goldstein *et al.* 1992), disponível no sistema de automação *Noran*TM.

Imagens de eletrons retro-espalhados em modo composicional (BSE-Compo) e análises pontuais qualitativas com EDS foram utilizadas como suporte para a seleção de pontos para as análises pontuais quantitativas com WDS. Estas análises foram obtidas em seções delgado-polidas com espessuras de 30µm ou 60µm, cobertas com uma fina película de C (ca. 25nm) através de evaporação com equipamento Auto 306 da Edwards.

As correções dos efeitos de matriz (número e absorção atômicos e fluorescência secundária) e as redução dos valores de intensidades para porcentagens em peso de elementos e/ou óxidos foram efetuadas utilizando o programa PROZA (e.g., Bastin *et al.* 1990 *in* Goldstein *et al.* 1992), disponível no sistema Voyager.

Com base nos resultados das análises petrográficas, foram selecionadas 12 seções delgado-polidas entre as mais representativas para as análises quantitivas: 6 do Pluton Rio Negro e 6 do Pluton Palermo. Em cada seção foram analisados entre 4 e 6 cristais mais típicos de biotita, piroxênios, anfibólios e plagioclásio. As condições analíticas empregadas foram 15 kV, 20 nA e 5 µm, respectivamente para voltagem de aceleração da coluna, corrente e diâmetro do feixe eletrônico. No caso das imagens BSE, foi naturalmente utilizado diâmetro mínimo do feixe eletrônico.

As análises pontuais foram realizadas nas zonas de núcleo, intermediárias e bordas dos cristais, utilizando-se como referência os zonamentos ópticos e/ou observados nas imagens fotográficas e/ou imagens BSE. Linhas espectrais, cristais analisadores, padrões utilizados e os tempos totais de integração de contagem para os elementos analisados correspondem aos empregados em procedimentos analíticos de rotina no laboratório e são resumidos na Tabela III.1.

No decorrer dos trabalhos foram obtidas cerca de 33 análises para piroxênios (orto- e clino-piroxênios), 43 para anfibólios, 58 para biotita e 66 para feldpatos. (plagioclásio e feldspato alcalino). Merece ser destacado que devido às dificuldades operacionais da Microssonda Eletrônica durante todo o ano de 2012, as etapas analíticas inicialmente previstas foram abreviadas.

Tabela III.1

Linhas espectrais, cristais analisadores, padrões e tempos de integração de contagens nas análises quantitativas WDS (Extraída de Crisma 2009).

Linha	Cristal	Padrões				T(a)*
		Piroxênios	Anfibólio	Biotita	Feldspato	1(3)
Si Ka	TAP	wollastonita	wollastonita	wollastonita	microclínio	10-20
Τί Κα	LiF	rutilo	rutilo	rutilo	rutilo	20-40
Al Kα	TAP	hornblenda	hornblenda	anortita	anortita	10-40
Fe Kα	LiF	olivina	olivina	olivina	olivina	20-30
Mn Kα	LiF	olivina	olivina	olivina	olivina	20-40
Mg Ka	TAP	diopsídio	diopsídio	diopsídio	diopsídio	20-40
Zn Kα	LiF	ZnO	ZnO	ZnO		20-40
Са Кα	PET	wollastonita	wollastonita	wollastonita	anortita	10-30
Ba Lα	LiF			barita		30
Νа Κα	TAP	albita	albita	albita	albita	10-20
Κ Κα	PET	microclínio	microclínio	microclínio	microclínio	20-40
CI Κα	PET		apatita	apatita		10
F Κα	TAP		fluorita	fluorita		10

* Tempo total de integração de contagens igualmente dividido tempo para integração de contagens de pico e da radiação de fundo.

3.2.3 Análises químicas minerais com LA-ICPMS

Micro-análises pontuais quantitativas para elementos traços foram efetuadas em seções delgado-polidas com ca. 60 µm de espessura no Laboratório de Química e ICP,, com o equipamento ICP-MS mono-coletor Perkin-Elmer Elan 6100DRC acoplado ao sistema de ablação a laser (*laser ablation*) Y(Nd)AlG de 213 nm da New Wave Research, modelo UP213.

As análises foram efetuadas seguindo os procedimentos de rotina do laboratório. Foram obtidas análises em modo *spot* (pontual, com um diâmetro do feixe em torno de 60 µm), no caso de piroxênios, anfibólios e plagioclásio e em modo *raster* (varredura), no caso de quartzo. As medidas contemplaram um total de 120s de tempo de aquisição para cada análise, distribuídos em 60s para leitura do branco, seguidas de 60s para ablasão e aquisição dos dados de intensidade. Os tempos seqüenciais de integração de contagens foram de 1,6 ms para cada elementos analisado, seguido de um *dwell time* de 8 ms.

Para a redução dos dados, correção do *drift* do equipamento, bem como o tratamento e conversão das intensidades em concentrações (ppm) foi utilizado o programa Glitter (van Achterbergh et al., 2001). Os vidros sintéticos NIST SRM 612 e BHVO-2G foram utilizados como padrões externos, enquanto os teores em CaO (clinopiroxênio, anfibólio e plagioclásio) e MgO (orto-piroxênio) obtidos previamente com EPMA, foram empregados como referência para as necessárias normalizações das intensidades. No caso do quartzo, foi assumido um teor em SiO₂ = 99.8 % em peso.

No total foram obtidas um total de 34 análises representativas, 7 para ortopiroxênio, 2 para clino-piroxênio, 9 para anfibólios, 10 para plagioclásio e 6 para quartzo.

3.3 Atividades de gabinete

As atividades de gabinete incluíram em especial o tratamento das imagens e dos dados petrográficos modais, dos dados de química mineral obtidos, bem como a integração das informações e a preparação da dissertação final.

Para a compilação dos mapas geológicos foram utilizados softwares comerciais convencionais (Corel[™] X5, Global Mapper 11.02, AutoCAD 2010). O tratamento das

imagens teve como objetivo de realçar contrastes associados a variações composicionais e foi efetuado com softwares convencionais (*Core/*TM PhotoPaint X3).

O tratamento dos dados de quimismo mineral (conversão em proporções de cátions, fórmulas estruturais, proporções moleculares etc.) foi efetuado com o programa Mincalc (Gualda & Vlach inédito). Para a biotita e plagioclásio as fórmulas estruturais foram calculadas com base em 22 e 32 O respectivamente. No caso do piroxênio a partição Fe²⁺/Fe³⁺ foi efetuada segundo o método de Droop (1987), considerando-se 4 cátions totais e 6 O. Para o anfibólio, onde (OH) é uma variável adicional, as estimativas foram realizadas utilizando-se o método por Schumacher (*in* Leake *et al*, 1997; ver também Gualda & Vlach, 2005).

As estimativas de parâmetros intensivos de cristalização de magmas foram efetuadas empregando softwares e/ou planilhas específicas, os quais são apresentados e discutidos no capítulo que trata deste tema.

4. Petrografia geral

Apresenta-se neste capítulo a petrografia geral das rochas estudadas dos Plutons Palermo e Rio Negro da região do Alto Rio Negro. As amostras examinadas correspondem em parte a amostras coletadas por Harara (2001) e estudadas previamente por Crisma (2009) e em parte a amostras coletadas pelo autor durante a etapa de campo realizada para este trabalho.

Para finalidades descritivas, as rochas de aspecto homogêneo são reunidas de acordo com a sua classificação modal no diagrama QAP (Le Maitre et al., 1989), enquanto as rochas com estruturas e/ou texturas indicativas mais fortemente de processos de hibridismo são descritas conjuntamente com rochas híbridas.

4.1. Pluton Palermo

As amostras examinadas do Pluton Palermo podem ser reunidas em quatro grupos petrográficos principais: álcali-feldspatos granitos, monzo- e/ou sienogranitos, monzonitos e rochas híbridas, os quais serão descritos brevemente a seguir. A distribuição das amostras é indicada no mapa apresentado no Anexo 1. As amostras utilizadas foram selecionadas após os trabalhos de campo, sendo utilizadas também informações obtidas por Crisma (2009).

Álcali-feldspato granitos

São rochas que afloram principalmente na região meridional do pluton, ocupando cerca de 50 km² em área. No mapa geológico aparecem contornadas por rochas mais tipicamente híbridas a sudoeste, biotita ± hornblenda sieno- e monzogranitos a leste e noroeste e por biotita sieno- e monzogranitos a nordeste. A nordeste aparecem também parcialmente recobertas por aluviões (Figura 2.4).

As amostras mais típicas correspondem a variedade com texturas equi- a inequigranulares ou mesmo porfiríticas com granulações finas a médias e tonalidades rosadas a acinzentadas Figuras 4.1 e 4.2). As variedades de granulações finas a médias (~ 0,8 a 4,0 mm) são mais tipicamente róseo-acinzentadas, enquanto as mais finas (< 0,8 mm) são mais tipicamente cinzentas. As variedades porfiríticas apresentam feldspato alcalino tabular como megacristais de

dimensões superiores a 5 mm. Anfibólio e biotita são os minerais máficos detectados em amostras de mão.





na porção fresca. Afloramento PRC86.

Figura 4.1: Aspecto geral do álcali feldspato granito. Figura 4.2: Detalhe de megacristal tabular de Notar texturas inequigranular e coloração cinzenta feldspato alcalino e cristais de anfibólio na matriz. Afloramento 86.

Ao microscópio, as rochas mais típicas apresentam textura hipidiomórfica inequigranular, a trama textural sendo dominada por cristais tabulares de feldspato alcalino subidiomórficos a idiomórficos, acompanhados por cristais mais equidimensionais, granulares de quartzo. Os minerais máficos aparecem ora como agregados de cristais, ora como cristais isolados, e somam cerca de 10 a 13 % em volume.

O feldspato alcalino, tabular, é em geral bem desenvolvido e apresenta contatos retos a levemente lobados com os outros minerais. Apresenta geminações de Carlsbad e, em geral é desprovido de inclusões de outras fases. Os cristais maiores estão representados por mesopertitas e pertitas (Anexo II, Prancha 1c e 1d), com finas lamelas de albita exsolvida (Anexo II, Prancha 1c e 1d). Nas bordas dos cristais e intersticialmente a cristais de feldspato alcalino encontram-se tipicamente cristais de albita límpida, praticamente pura, bem como swapped rims (Anexo II, Prancha 1e). Os cristais menores, matriciais no caso das rochas porfiríticas, apresentam-se sub- a xenomórficos e, comparativamente, apresentam quantidades menores de albita exolvida. Em uma das amostras analisadas que podem indicar uma possível instabilidade do sistema causada por uma mistura de magmas. Alguns cristais apresentam pequenas inclusões subidiomórficas de opacos. Contudo não são observadas inclusões de outros minerais. Os feldspatos apresentam-se geralmente com alto grau de alteração.

Nas amostras mais típicas destas rochas, o plagioclásio está ausente. Em poucas amostras parecem ocorrer quantidades diminutas deste mineral, como evidenciado por cristais matriciais bem sericitizados ou saussuritizados. Em uma amostra (OM 638) foram observadas texturas similares às denominadas anti-rapakivi, com possíveis restos de plagioclásio como núcleos em feldspato alcalino.

Os cristais de quartzo são em geral xenomórficos, aparecendo como cristais maiores, de aspecto algo globular, com leve extinção ondulante, ou intersticial ao feldspato alcalino e aos demais minerais. Apresenta contatos em geral lobados e pode conter inclusões dos demais minerais.

Anfibólio cálcico, com pleocroismo em tons de verde a castanho amarronzado, é o mineral máfico mais típico destas rochas, ocorrendo em quantidades variáveis entre 4 e 10% em volume. Aparece como cristais isolados idiomórficos, homogêneos ou com zonamento muito incipiente e em grupos de vários cristais, associados com outros máficos, sendo então mais subdiomórfico ou mesmo xenomórfico. Por vezes, alguns cristais apresentam geminação simples. Apresentam inclusões de minerais opacos, zircão e allanita, os dois últimos provocando halos pleocróicos no hospedeiro. Encontra-se parcialmente substituído por biotita e clorita, que aparecem nas bordas ou ao longo de planos de clivagem e fraturas do anfibólio. Em algumas amostras, em planos de fratura e nas bordas de cristais aparece um anfibólio tardi- a pós-magmático com hábito mais ripiforme ou mesmo acicular e pleocroísmo relativamente forte em tons de verde e azul, mais típico de uma variedade sódica, possível riebeckita (amostra OM655, Anexo II, Prancha 1u).

A biotita aparece em quantidades subordinadas ao anfibólio. Aparece como cristais maiores, com hábitos placóides, em geral associados ao anfibólio, com forte pleocroísmo em tons de laranja médio a marron escuro, ou como cristais menores mais irregulares, substituindo este mineral. As inclusões mais típicas são de minerais opacos e zircão.

Os minerais acessórios mais característicos deste tipo de rocha são os minerais opacos, zircão, apatita e possível allanita (< 0,5 mm), que ocorrem ora como cristais idiomórficos a subidiomórficos isolados ou formando grupos com poucos cristais, ora como inclusões em anfibólio e biotita. A possível allanita aparece como grãos amarelados a alaranjados, com estruturas de zonalidade e forte metamictização (Anexo II, Prancha 1f). Em geral está inclusa ou associada ao anfibólio. Nas amostras que apresentam anfibólio sódico tardio (e.g., OM 655) pode ocorrer também astrofilita (0,3-0,5 mm), caracterizada pelo pleocroísmo (invertido em relação à biotita comum) em tonalidades de amarelo a laranja, que também já indica uma assinatura de tendência mais alcalina para estas rochas.

Os minerais de alteração são principalmente clorita, que aparece substituindo anfibólio, e sericita, que substitui feldspatos.

As determinações modais obtidas (Figura 4.9, ver também Tabela 2, Anexo III) indicam que todas as amostras examinadas correspondem a álcali-feldspatos granitos e plotam ao longo da aresta QA do diagrama modal QAP de classificação de rochas plutônicas (Le Maitre et al., 1989). Os conteúdos volumétricos de minerais máficos e acessórios encontram-s entre 11 e 13%.

Sieno- e monzogranitos

Rochas sieno- e/ou monzograníticas afloram nas regiões central e norte do Pluton Palermo (Figura 2.4), ocupando cerca de 16 km² em área. Fazem contato com rochas monzoníticas ao norte e com as demais rochas do pluton na região central.

As rochas mais típicas apresentam colorações róseas claras a avermelhadas e apresentam estrutura maciça e textura fanerítica com granulações finas a médias (0,5 a 2,0 mm). As amostras examinadas apresentam quantidades modais de minerais máficos entre 6 a 9% em volume, os quais ocorrem como cristais isolados ou formando pequenos agregados entre si. Anfibólio e biotita podem ser detectados em amostras de mão. Diversos afloramentos visitados encontram-se alterados de forma significativa (e.g., Figura 4.3 e 4.4).



Figura 4.3: Rocha sienogranítica *in situ*, com alto grau de alteração. Afloramento PRC94.



Figura 4.4: Detalhe do avançado grau de alteração do sienogranito. Notar regiões externas mais amareladas e internas esbranquiçadas Afloramento PRC94.

Ao microscópio petrográfico as amostras analisadas são similares entre si, observando-se uma trama textural dominada por grãos de quartzo bem desenvolvidos e cristais tabulares a ripidformes de feldspato alcalino e plagioclásio. Os minerais máficos ocorrem predominantemente de forma intersticial ao quartzo e feldspatos. Na lâmina PRC 79 é possível identificar um enclave de granulação mais fina que a rocha. Com a mesma composição e delimitando este enclave há uma camada de quartzo e feldspato. Neste enclave é possível observar uma maior concentração de minerais opacos (Anexo II, Prancha 1n).

Os cristais de plagioclásio são subidiomórficos à idiomórficos (ripiformes a tabulares). Cristais maiores apresentam dimensões médias entre 1,5 e 2,0 mm, os menores, subordinados, entre 0,7 e 1,0 mm. Apresentam geminações segundo as Leis de Albita e Calrsbad e zonamento de tipo normal mais evidente. Avaliações ópticas indicam tratar-se de oligoclásio sódico a albita cálcica. Nos contatos com feldspato alcalino desenvolvem por vezes finas bordas albíticas e/ou mirmequitas (Anexo II, Prancha 1r e 1s). Encontram-se variavelmente alterados para sericita ou saussurita.

Os cristais de feldspato alcalino são mais tipicamente tabulares e apresentam dimensões entre 0,8 a 2,0 mm. São subidiomórficos a idiomórficos e tipicamente pertíticos, com lamelas de exolução de albita desenvolvidas na forma de finos filmes mais ou menos regulares. Encontram-se geminados de acordo com a Lei de Carlsbad, faltando a geminação mais típica do microclínio. Alguns cristais apresentam um manto parcial de plagioclásio (textura *rapakivi*). Localmente em algumas amostras aparece intercrescido com quartzo, em uma textura de tipo granofírica, sugestiva de final de cristalização magmática. Diversos cristais possuem exsolução de feldspatos, contudo não se sabe qual é o hospedeiro e qual é a lamela, definindo assim uma mesopertita em cujas bordas é encontrada uma faixa albítica (Anexo II, Prancha 1o)

Os grãos de quartzo são mais tipicamente xenomórficos a apresentam dimensões médias entre 0,8 e 1,25 mm, normalmente xenomórficos a subidiomórficos. Apresentam extinção ondulante leve à moderada e, localmente inclusões idiomórficas de muscovita. Os contatos mútuos e com os demais minerais são lobados a irregulares.

Entre os minerais máficos, anfibólio e biotita são típicos. O anfibólio apresenta-se ora como cristais isolados mais idiomórficos, ora associado à biotita e minerais acessórios, neste caso aparecendo mais subidiomórfico ou mesmo xenomórfico. Possui dimensões médias entre 0,8 a 1,1 mm e pleocroísmo em tons de verde amarelado a verde escuro, mais característicos de uma hornblenda ou edenita comum. Os contatos com os demais minerais variam de retos a mais irregulares. Em geral os cristais são homogêneos ou com zonamento de cores muito incipíente; alguns cristais apresetam núcleos mais incolores, com pleocroismo ausente ou incipiente, que apresentam-se muito ricos em diminutas inclusões, principalmente de minerais opacos idiomórficos ou subidiomórficos. Trata-se possivelmente de uma variedade mais actinolítica, possivelmente produto de reação de desestabilização de piroxênio e/ou olivina prévios. Inclusões de minerais opacos, apatita e zircão são relativamente comuns.

A biotita aparece ora como cristais isolados ou em grupos de alguns cristais, por vezes associados ao anfibólio, bem como substituindo este mineral. Apresenta dimensões médias entre 0,4 e 0,8 mm, contatos retos a interpenetrados com os demais minerais e pleocroísmo bem marcado, que varia de amarelo claro a castanho avermelhado. Inclusões de minerais opacos, apatita e zircão são comuns. Inclusões de titanita e allanita são ocasionais.

Os minerais acessórios (< 0,6 mm) aparecem em geral como cristais idiomórficos. Incluem titanita, allanita, apatita, zircão, minerais opacos (magnetita e ilmenita). Fluorita, tardi- a pós-magmática e muscovita pós-magmática também ocorrem na maioria das seções examinadas.

Outros minerais acessórios observados nas lâminas foram a allanita, apatita, titanita, muscovita, fluorita e carbonatos. A apatita (< 0,3 mm) aparece em cristais idiomórficos, sendo observados cristais prismáticos a aciculares. A allanita (< 0,7 mm) ocorre como cristais subidiomórficos, zonados e parcial a totalmente metamictizados (Anexo II, Prancha 1t). A titanita (< 0,3 mm) é subidiomórfica a xenomórfica e seus contatos com outros minerais são em geral mais irregulares. Fluorita (< 0,5 mm) é xenomórfica, ocorrendo associada e por vezes intersticial aos minerais máficos. A muscovita ocorre substitui biotita e feldspatos, clorita e carbonato também aparecem como minerais de alteração.

Modalmente, as amostras estudadas plotam no campo dos sieno- e monzogranitos (Figura 4.9, ver também Tabela 2, Anexo III). As estimativas modais indicam que são rochas leuco- a hololeucocráticas com teores de minerais máficos entre 2 e 7 %.

Monzonitos

Rochas monzoníticas ocorrem na região sudeste do Pluton Palermo, em contato com os álcali-feldspato granitos e para nordeste, junto às rochas reunidas como híbridas (cf. Harara, 2001), ocupando cerca de 10 km² em área.

Em amostras de mão, a exeção dos teores inferiores em quartzo e em geral superiores em minerais máficos, são rochas muito similares aos sieno- e monzogranitos, com estruturas maciças predominantes e colorações rosadas claras a acinzentadas, com granulações dinas a médias (0,5 a 1,2 mm). Algumas amostras apresentam evidências de processos de hibridismo, contendo encalves microgranulares mais máficos, dioríticos, com formas arredondadas a alongadas e dimensões centimétricas (Figura 4.5) e zonas mais irregulares, por vezes como pequenos *schlierens*, mais ricas em minerais máficos. Algumas variedades, algo mais ricas em minerais máficos de feldspato alcalino róseo, por vezes com mantos de

plagioclásio branco (Figura 4.6). Em algumas amostras foram observadas regiões que possuem uma maior concentração de minerais félsicos e porções com maior quantidade de minerais máficos, sendo observadas nestas porções xenocristais de feldspato alcalino, por vezes manteados por plagioclásio. Em diversas amostras foram observados enclaves microgranulares máficos, com dimensão de aproximadamente 5,0 cm e granulação muito fina a fina.



Figura 4.5: Rocha monzonítica, apresentando feldspato alcalino manteado por plagioclásio. Afloramento PRC96.

Figura 4.6: Aspecto macroscópico do monzonito. Presença de enclave microgranular máfico. Afloramento.PRC96

A textura também é dominada por cristais tabulares, maiores, de feldspato alcalino, e tabulares a ripiformes, menores, de plagioclásio. O quartzo é mais tipicamente intersticial. Os minerais máficos ocorrem na forma de cristais isolados ou agrupamentos de poucos cristais e também são predominantemente intersticiais.

O feldspato alcalino (1,7 a 3,0 mm) apresenta-se idiomórfico a subidiomórfico. A geminação de Carlsbad é típica. São pertíticos a mesopertíticos, com albita exsolvida na forma de finas lamelas ou filmes subparalelos (Anexo II, Prancha 1p). Albita pura e albita em *swapped rims* aparecem intersticialmente a cristais de feldspato alcalino. Inclusões de plagioclásio e minerais acessórios são ocasionais. O plagioclásio (0,8 a 2,5 mm), com geminações segundo as Leis de Carlsbad e Albita, correspondem a um oligoclásio com leve zonamento normal de tipo concêntrico. Apresenta-se sericitizado e/ou saussuritizado. Bordas albíticas finas e mirmequitas são encontradas em algumas zonas de contato com o feldspato alcalino. O quartzo (0,5 a 0,7 mm), intersticial e mais xenomórfico, apresenta extinção ondulante leve.

O mineral máfico mais abundante é o anfibólio, que aparece como cristais idiomórficos a subidiomórficos com dimensões entre 0,5 e 1,2 mm. Ocorrem isolados ou em pequenos grupos associado aos demais minerais máficos, com pleocroismo em tons de verde amarelado claro a

verde mais escuro, similares ao de uma hornblenda comum. Pode apresentar zonamento, alguns cristais mostrando bordas com cores mais escuras de pleocroísmo, indicando maior absorção. Em sua maioria, os cristais de anfibólio apresentam-se parcialmente substituídos por biotita e/ou alterados para clorita, sendo que estas substituições ocorrem principalmente nas bordas e em regiões de fraturas e clivagens do cristal. O anfibólio pode apresentar inclusões de minerais opacos, apatita e zircão. A biotita (0,4 a 1,0 mm) aparece como cristais isolados ou nos agrupamentos máficos, mais idiomórfica, ou ainda substituindo anfibólio. Apresenta pleocroísmo em tonalidades de bege a marron moderado a escuro. Inclusões de minerais opacos, apatita e zircão são comuns. Pode apresentar-se parcialmente substituída para clorita.

Os minerais acessórios típicos são similares, no que se refere tanto a tipologia quanto as características texturais, aos observados nas variedades graníticas: titanita, allanita (Anexo II, Prancha 1q), minerais opacos, apatita, zircão e fluorita. Aparecem em geral idiomórficos a subidiomórficos, com dimensões inferiores a 0,7 mm. Clorita, sericita/muscovita e carbonatos são minerais típicos de alteração.

Modalmente, as rochas se classificam como quartzo monzonitos no diagrama QAP (Figura 4.9, ver também Tabela 2, Anexo III). São leucocráticas, com teores em minerais máficos entre 10 e 28% e de quartzo entre 5 e 20 % em volume.

Rochas Híbridas

Rochas híbridas afloram na região sul-sudoeste e central do Pluton Palermo, ocupando cerca de 15 km² em área. As rochas da região sul-sudoeste fazem contados com anfibólio-biotita monzo-sienogranitos e por biotita monzo-sienogranitos, enquanto as rochas da região central estão em contatos com anfibólio-biotita monzo-sienogranitos e por biotita leuco monzo-sienogranito (Figura 2.4).

As amostras mais típicas apresentam predominantemente cor cinza escuro, apresentam estrutura maciça e textura fanerítica com granulação fina a média (~ 0,6 a 3,0 mm). São observados outros tipos de estruturas, como a presença de enclaves microgranulares (Figura 4.7), orientações incipientes. As quantidades modais observadas de minerais máficos variam entre 18 e 44% em volume, os quais ocorrem formando agregado entre si na matriz (Figura 4.7 e 4.8).







Figura 4.8: Detalhe de rocha granodiorítica, apresentando fenocristais de plagioclásio. Afloramento PRC101.

Microscopicamente as amostras analisadas podem ser diferenciadas em dois tipos: uma gabro-diorítica, com uma trama textural dominada por cristais de anfibólio xenomórfico e cristais tabulares de plagioclásio, e outra granodiorítica, apresentando uma trama textural dominada por grãos de quartzo, cristais tabulares de plagioclásio e cristais xenomórficos de anfibólio.

Nas rochas dioríticas os cristais de plagioclásio são subidiomórficos a idiomórficos (tabulares). Os cristais apresentam dimensões médias entre 0,4 e 1,2 mm. São observadas geminações segundo as Leis de Albita e Calrsbad e zonamento de tipo normal é comum. Avaliações ópticas indicam tratar-se de labradorita. Em algumas amostras são observados cristais levemente orientados conferindo, certo aspecto traquitoide a textura, assim como cristais parcialmente manteados por feldspato alcalino (*textura anti-rapakivi*) (Anexo II, Prancha 1I) Em alguns contatos com feldspato alcalino desenvolvem por vezes finas bordas albíticas e/ou mimerquitas (Anexo II, Prancha 1i). Encontra-se em sua maioria alterados por sericita ou saussurita.

Os cristais de feldspato alcalino são mais tipicamente tabulares. Os cristais maiores apresentam tamanhos entre 1,5 e 2,0 mm, os menores, subordinados, entre 0,5 e 1,2 mm. Em uma das amostras (OM1057) os cristais são tipicamente pertíticos, com lamelas de exsolução de albita desenvolvidas na forma de finos filmes mais ou menos regulares (Anexo II, Prancha 1k). Apresentam geminações de acordo com a Lei de Calrsbad.

Os grãos de quartzo são tipicamente xenomórficos e apresentam dimensões médias menores do que 0,6 mm. Apresentam extinção ondulante leve e em algumas amostras foram observados cristais manteados por anfibólio (Anexo II, Prancha 1j), sugerindo uma injeção de

líquido mais ferro-magnesiano. Os contatos mútos e com os demais minerais são lobados a irregulares.

Dentre os minerais máficos, anfibólio, biotita, clino- e ortopiroxênio são típicos. O anfibólio apresenta-se tanto como cristais isolados subidiomórficos, como associados à biotita e minerais acessórios, sendo neste caso cristais subidiomórficos a xenomórficos. Apresenta dimensões médias inferiores a 1,0 mm e pleocroísmo em tons de verde claro a verde escuro, mais tipicamente de uma hornblenda. Os contatos com os outros minerais variam de irregulares a interdigitados. A maioria dos cristais é homogênea ou com zonamento incipiente, alguns cristais apresentam núcleos mais incolores, com pleocroísmo ausente e apresentando-se muito ricas em diminuta inclusões, principalmente de minerais opacos idiomórficos a subidiomórficos. Trata-se possivelmente de uma variedade mais actinolítica, possivelmente produto de reação de desestabilização de piroxênio e/ou olivina prévios. São comuns inclusões de minerais opacos, apatita e zircão.

A biotita é encontrada como cristais isolados ou em grupos de alguns cristais, muitas vezes associados ao anfibólio (Anexo II, Prancha 1m), bem como substituindo este mineral. As dimensões médias observadas são inferiores a 0,6 mm, apresentando contatos retos a interpenetrados com os demais minerais e pleocroísmo bem marcado, variando de amarelo pálido a marrom escuro. São comuns inclusões de minerais opacos e zircão.

Nas amostras de gabro-dioritos ocorre orto- e clinopiroxênio. Os clinopiroxênios são encontrados isolados (xenomórficos) ou associados de forma desordenada ao anfibólio e biotita (*textura simplectítica*), sugerindo uma possível hidratação do piroxênio (Harara, 2001). Suas dimensões médias são menores que 1,0 mm, não possuindo pleocroísmo ou de forma incipiente em tons de bege, característico de um piroxênio augítico. O ortopiroxênio encontra-se de forma isolada, com poucos cristais associados aos anfibólios. Em ambos os casos são xenomórficos, apresentando dimensões inferiores a 0,3 mm e sem pleocroísmo.Os contatos com os demais minerais variam entre retos à levemente irregulares

Os minerais acessórios (< 0,4 mm) aparecem em geral como cristais subidiomórficos a idiomórficos. Incluem titanita, apatita, zircão e minerais opacos (magnetita e ilmenita). Uma faixa de coloração marrom também pode ser observada (OM1052), como alteração pós magmática dos minerais ferro-magnesianos. A apatita (< 0,3 mm) aparece em cristais idiomórficos, sendo observados cristais prismáticos e aciculares. A titanita (< 0,4 mm) é subidiomórfica a xenomórfica e seus contatos comoutros minerais são irregulares.

Modalmente, as amostras estudadas plotam no campo dos quartzo dioritos e quartzo monzodioritos (Figura 4.9, ver também Tabela 2, Anexo III). As estimativas modais indicam que são leuco- a mesocráticas, com teores minerais entre 23 e 44%.

O plagioclásio das rochas granodioríticas são subidiomórficos (ripiformes), com cristais de dimensões entre 0,7 e 1,3 mm. Apresentam geminações segundo as Leis de Albita e Calrsbad e zonamento normal mais evidente. Características ópticas sugerem que são oligoclásio a andesina. Nos contatos com feldspato alcalino são observadas finas bordas albíticas e/ou mimerquitas. A maioria dos cristais apresenta-se alterados para sericita ou saussurita.

O feldspato alcalino apresentam dimensões entre 0,6 e 1,1 mm. São subidiomórficos a xenomórficos, apresentando geminações de acordo com a Lei de Carlsbad. Em poucos casos são encontrados manto parciais de feldspato alcalino no plagioclásio (*textura rapakivi*). Assim como o plagioclásio apresenta alteração para sericita ou saussurita.

Os grãos de quartzo em geral apresentam-se xenomórficos e dimensões médias entre 0,5 e 1,2 mm. Apresentam extinção ondulante leve a moderada. Os contatos com outros cristais são lobados a retos. Importante salientara as bordas corroídas e arredondadas, apresentado mantos de anfibólio e biotita subidiomórficos a xenomórficos, sendo uma textura características desses tipos de rochas na Zona Híbrida (Harara, 2001).

Os minerais máficos mais típicos são anfibólio e biotita. De forma geral o anfibólio apresenta-se associado à biotita, minerais acessórios e outros cristais de anfibólio. São subidiomórficos a xenomórficos, com dimensões entre 0,6 e 1,0 mm e apresenta pleocroísmo em tons de verde amarelado a verde escuro, mais típicos de uma hornblenda ou edenita comum. Os contatos com outros minerais são irregulares. Inclusões de minerais opacos, zircão, allanita e apatita são comuns.

A biotita ocorre tanto como cristais isolados, como em grupos de alguns minerais e por vezes associados ao anfibólio, bem como substituindo ente mineral. Suas dimensões são inferiores a 1,0 mm, com contatos irregulares a retos com outros minerais e pleocroísmo bem marcado, que varia de amarelo pálido a marrom escuro. Inclusões de minerais opacos e zircão são comuns.

Os minerais acessórios (< 0,6 mm) aparecem como cristais subidiomórficos a idiomórficos. Incluem zircão, apatita, minerais opacos e allanita. A apatita (< 0,5 mm) aparece em cristais idiomórficos, sendo observados cristais aciculares e prismáticos. A allanita (< 0,5 mm) ocorre em como cristais subidiomórficos, zonados e parcial a totalmente meamictizados. Modalmente, as amostras estudadas plotam no campo dos granodioritos (Figura 4.9, ver também Tabela 2, Anexo III). As estimativas modais indicam que são rochas leucocráticas com teores de minerais máficos entre 20 e 30%.



Figura 4.9: Diagrama QAP de classificação de rochas plutônicas (Le Maitre et al., 1989)

4.2. Pluton Rio Negro

As amostras estudadas do Pluton Rio Negro foram separadas em quatro grupos principais: álcali-feldspatos granitos, monzogranitos, gabro-dioritos e rochas híbrida, os quais serão descritos brevemente a seguir. A distribuição das amostras é indicada no mapa apresentado no Anexo I. As amostras analisadas foram selecionadas após os trabalhos de campo, sendo utilizadas também informações obtidas por Crisma (2009).

Álcali-feldspato granitos

As rochas afloram na região centro-oeste do pluton, ocupando cerca de 15 km² em área. Essas rochas estão em contato com as rochas do embasamento e com as rochas híbridas (Figura 2.5).

As amostras típicas apresentam texturas equi- a inequigranulares, com granulações fina à grossa e tonalidades acinzentadas a rosadas. As variedades de granulação média a grossa (~1,0 a 6,0 mm) são mais comuns na região central, com estrutura maciça, enquanto que as fina a média (0,5 a 1,5mm) são típicas da região oeste, apresentando ainda, foliação dos minerais máficos (005/15 e 031/15, ver Figura 4.10). Presença de feldspato alcalino tabular (Figura 4.11)



Figura 4.10: Aspecto macroscópico do álcalifeldspato granito da região oeste do Pluton. Apresenta orientação dos minerais máficos. Afloramento PRC39



Figura 4.11: Amostra de álcali-feldspato granito. Detalhe para feldspato alcalino tabular. Afloramento PRC39

Microscópicamente, as rochas mais típicas apresentam textura hipidiomórfica inequigranular, a trama textural dominada por cristais tabulares de feldspato alcalino subidiomórficos a idiomórficos, juntos com cristais equidimensionais, granulares de quartzo. Os minerais máficos podem aparecer como agregados de cristais (Anexo II, Prancha 2a) ou como cristais isolados e somam cerca de 7 a 16% em volume.

O feldspato alcalino, tabular, em geral é bem desenvolvido e apresenta contatos retos a levemente lobados com os outros minerais. São observadas geminações de acordo com a Lei de Carlsbad. Os cristais apresentam pertitas (Anexo II Prancha 2c), com finas lamelas de albita exsolvida. Não são observados inclusões minerais, porém apresentam alto grau de alteração.

Nas amostras é observada pouca quantidade de cristais de plagioclásio, evidenciado por cristais matriciais bem sericitizados ou saussuritizados.

Os cristais de quartzo (0,5 a 1,0 mm) são em sua maioria xenomórficos e intersticiais aos feldspatos alcalinos, aparecendo também como cristais maiores (4,0 a 5,0 mm), com bordas arredondadas e manteados por anfibólio (Anexo II, Prancha 2b).

O mineral máfico mais típico é o anfibólio cálcico (0,6 mm), com tons de verde claro a verde escuro, ocorrendo em quantidade de 8% em volume. Aparece em cristais isolados ou associados a outros minerais, sendo em ambos os casos subidiomórficos a xenomórficios. Por vezes são observadas inclusões de minerais opacos, apatita e zircão. Encontra-se parcialmente substituído por biotita, que aparece nas bordas ou ao longo de planos de clivagem e fraturas do anfibólio.

A biotita (0,5 a 1,0 mm) aparece em quantidades subordinadas ao anfibólio. Os cristais apresentam hábito placóide, com pleocroísmo intenso em tons de laranja a castanho escuro, geralmente associado ao anfibólio e até substituindo este mineral. Nas bordas da biotita nota-se substituição por clorita. As inclusões mais recorrentes são de minerais opacos, apatita e zircão.

Os minerais acessórios mais característicos deste litotipo são os minerais opacos, apatita e zircão. Além destes acessórios foi observada a presença de fluorita (< 0,6 mm) intersticial aos cristais de feldspato alcalino.

Os minerais de alteração mais comuns são clorita, que substitui a biotita, e a sericita, que substitui os feldspato alcalinos.

As determinações modais obtidas indicam que todas as amostras examinadas correspondem a álcali-feldspatos granitos no diagrama QAP (Figura 4.20, ver também Tabela 1, Anexo III). Os conteúdos volumétricos de minerais máficos e acessórios encontram-se entre 8 e 12%.

Monzogranitos

Os monzogranitos ocorrem nas bordas sul-sudeste e norte do pluton, sendo que poucos desses monzogranitos são encontrados na região central, ocupando cerca de 15 km² em área. Essas rochas estão encaixadas em gnaisses granulíticos máficos, portadores de granada (Harara, 2001, cf Figura 2.5), e em contato com os álcali-feldspatos, as rochas dioríticas e híbridas, sendo bordeada por aluviões recentes.

As rochas mais típicas apresentam colorações em tons de rosa avermelhado a rosa acinzentado, apresentando estrutura maciça, textura fanerítica e granulação fina á média (0,5 a 4,0 mm). As amostras analisadas apresentam quantidades modais de minerais máficos entre 5 a 13% em volume, os quais ocorrem como cristais isolados ou formando pequenos agregados entre si. Anfibólio e biotita são detectados em amostra de mão. Alguns afloramentos apresentam veios sinuosos de quartzo (Figura 4.13), além de estarem alterados de forma significativa (e.g. Figura 4.12).



Figura 4.12: Aspecto macroscópico de monzogranito, com alto grau de alteração. Afloramento PRC42



Figura 4.13: Bloco rolado de monzogranito, com presença de veio de quartzo. Afloramento PRC61.

Ao microscópio petrográfico as amostras analisadas são similares entre si, observando-se uma trama textural dominada por grãos de quartzo bem desenvolvidos e cristais tabulares e ripiformes de plagioclásio e feldspato alcalino. Os minerais máficos ocorrem predominantemente de forma intersticial ao quartzo e feldspatos ou formando agregados entre si (Anexo II, Prancha 2h).

Os cristais de plagioclásio são subidiomórficos a idiomórficos (ripiformes a tabulares). Os cristais maiores possuem dimensões médias entre 2,0 e 4,0 mm, os menores, intersticiais, 0,3 a 1,0 mm. Apresentam geminações segundo as Leis de Albita e Carlsbad e de forma geral, apresenta zonamento de tipo normal. Evidências ópticas indicam que são oligoclásio-andesina. Nos contatos com feldspato alcalino pode-se observar mimerquitas. Muitas vezes estão alterados para sericita.

Os feldspato alcalinos são mais comuns como cristais tabulares, apresentando dimensões entre 0,8 e 2,0 mm. São subidiomórficos a idiomórficos, sendo que em alguns casos pode-se notar pertitas, com finas lamelas mais ou menos regulares de exsolução de albita. Encontram-se geminados de acordo com a Lei de Carlsbad. Em algumas amostras aparece intercrescido com quartzo, em uma textura de tipo granofírica, sugestiva de final de cristalização (Anexo II, Prancha 2i e 2j).

Os grãos de quartzo são geralmente subidiomórficos a xenomórficos e apresentando um tamanho médio de 0,2 a 1,6 mm. Em alguns cristais nota-se extinção ondulante leve e os contatos entre si e com os demais minerais são retos a lobados.

O anfibólio e a biotita são os minerais máficos mais típicos deste tipo de rocha. O anfibólio pode ocorrer como cristais isolados, subidiomórficos a xenomórficos, ou formando agregados com a biotita. Possui dimensões médias entre 0,1 e 0,5 mm e pleocroísmo em tons de verde a verde escuro, mas característicos de uma hornblenda ou edenita comum. Os contatos com os demais minerais são retos a mais irregulares. Inclusões de minerais opacos, apatita, titanita e zircão são relativamente comuns.

Os cristais de biotita ocorrem isoladamente ou em grupos de alguns cristais, por vezes associados ao anfibólio, assim como substituindo este mineral. Os tamanhos observados variam entre 0,1 e 0,5 mm, com contatos retos a levemente lobados com outros minerais e pleocroísmo forte, que varia entre laranja e castanho escuro. São comuns inclusões de minerais opacos, apatita, titanita e zircão. Nas bordas dos cristais podem ser observadas substituições por clorita.

Os minerais acessórios (< 0,6 mm) que ocorrem em geral como cristais subidiomórficos. Incluem minerais opacos, apatita, titanita, zircão e allanita. A allanita (< 0,5 mm) ocorre como cristias subidiomórficos a xenomórficos, zonados e parcial a totalmente metamictizados. A titanita (0,6 mm) é subidiomórfica a xenomórfica, ocorrendo associada aos minerais máficos. Os cristais de apatita (< 0,3 mm) são subidiomórficos a xenomórficos, sendo encontrados cristais prismáticos a aciculares. Minerais como muscovita e clorita ocorrem como minerais de alteração em feldsoaros e biotitas, respectivamente.

Modalmente, as amostras analisadas plotam no campo dos monzogranitos (Figura 4.20, ver também Tabela 1, Anexo III). As estimativas modais indicam que são rochas leuco- a hololeucocráticas com teores de minerais máficos entre 6 e 12%.

43

Gabro-dioritos

As rochas gabro-dioríticas foram encontradas próximas dos contatos com os monzogranitos e com as rochas híbridas, sendo a primeiras mais externas do pluton e as segundas mais internas, levando-se em consideração a localização dos gabrodioritos (Figura 2.5), ocupando cerca de 25 km².

As amostras mais típicas apresentam cor cinza claro a cinza escuro, estrutura maciça e textura faneríticas, com granulação fina a média (0,5 a 3,0 mm). São observados outros tipos de estruturas e texturas, como enclaves microgranulares e quartzo manteado (Figura 4.15). Em alguns pontos notam-se rochas com alteração moderada (Figura 4.14). As quantidades modais observadas de minerais máficos variam entre 32 e 52% em volume, os quais ocorrem formando agregados entre si.



Figura 4.14: Amostra macroscócpica de diorito, apresentando grau de alteração mais elevado. Afloramento PRC14.



Figura 4.15: Amostra macroscópica de diorito. Detalhe de quartzo manteado por mineral máfico. Afloramento PRC14.

Ao microscópio as amostras são similares entre si, com uma trama textural dominadapor cristais tabulares de plagioclásio e grãos de quartzo intersticiais. Os minerais máficos ocorrem na forma de cristais isolados ou agregados. A quantidade de minerais máficos varia entre 25 a 40% em volume.

O plagioclásio é subidiomórficos a idiomórficos (tabulares). Os cristais apresentam dimensões médias entre 0,3 e 1,3 mm. São observadas geminações de acordo com as Leis de Albita e Carlsbad e zonamento normal mais evidente. Avaliações ópticas indicam tratar-se de labradorita. A maioria dos cristais apresenta alteração por sericita ou saussurita e em alguns são encontrados inclusões de apatita acicular.

Os cristais de feldspatos alcalinos são mais tipicamente tabulares, apresentando dimensões médias entre 0,3 e 0,5 mm e ocorrendo nos intesrtícios dos cristais de plagioclásio e anfibólio. Os cristais são tipicamente pertíticos, com lamelas de exsolução de albita desenvolvidas na forma de finos filmes mais ou menos regulares. Em alguns contatos com os plagioclásios desenvolvem por vezes mimerquitas (Anexo II, Prancha 2d). Encontram-se, em geral, alterados por sericita.

Os grãos de quartzo são subidiomórficos a xenomórficos e apresentam dimensões médias entre 0,2 e 0,9 mm. Apresentam extinção ondulante leve e em algumas amostras são observados mantos de anfibólio, sugerindo uma interação com um líquido mais ferro-magnesiano. Os contatos entre si e com outros minerais são lobados.

Dentre os minerais máficos, anfibólio, biotita, clino- e ortopiroxênios são típicos. O anfibólio ocorrem como cristais isolados subidiomórficos, assim como associadosà biotita, piroxênio e minerais acessórios, sendo neste caso cristais subidiomórficos a xenomórficos. As dimensões médias entre 0,6 a 1,2 mm, pleocroísmo marcante em tons de verde a verde escuro, mais tipicamente de uma hornblenda ou edenita comum. Os contatos com outros minerais variam entre irregulares a interdigitados. A maioria dos cristais é homogênea, sendo que alguns apresentam núcleo mais incolor, com pleocroísmo ausente e apresentando-se muito ricas em diminutas inclusões, principalmente de minerais opacos subidiomórficos a idiomórficos. Trata-se provavelmente de uma variedade mais actinolítica, possivelmente produto de reação de desestabilização de piroxênio e/ou olivina prévios. Inclusões de minerais opacos, titanita, apatita e zircão são comuns.

A biotita é encontrada como cristais isolados ou em agregados com alguns cristais, muitas vezes associados com anfibólio e piroxênio (Anexo II, Prancha2f e 2g) ou substituindo o anfibólio. As dimensões médias observadas são entre 0,4 e 1,0 mm, apresentando contatos retos a interpenetrados com os demais minerais e forte pleocroísmo, variando de amarelo pálido a marrom escuro. Por vezes é substituído por clorita e apresenta inclusões de minerais opacos, apatita e zircão.

Nas amostras de gabro-dioritos ocorre orto- e clinopiroxênio. Os clinopiroxênios são encontrados isolados (xenomórficos) ou associados de forma desordenada ao anfibólio e biotita (*textura simplectítica*), sugerindo uma possível hidratação do piroxênio (Harara, 2001). Suas dimensões médias são menores que 1,0 mm, não possuindo pleocroísmo ou de forma incipiente em tons de bege, característico de um piroxênio augítico. O ortopiroxênio encontra-se de forma isolada, com poucos cristais associados aos anfibólios. Em ambos os casos são xenomórficos, apresentando dimensões inferiores a 0,3 mm e sem pleocroísmo. Nas bordas é observada uma coloração esverdeada, possivelmente substituição por anfibólio (Anexo II, Prancha 2e). Os contatos com os demais minerais variam entre retos à levemente irregulares.

Os minerais acessórios (< 0,4 mm) são em geral subidiomórficos a idiomórficos. Incluem minerais opacos, apatita, titanita e zircão. A apatita (< 0,3 mm), em geral, é idiomórfica, sendo observados cristais aciculares a prismáticos. A titanita (< 0,4 mm) é subidiomórfica a xenomórfica e seus contatos com outros minerais são irregulares.

Modalmente as amostras analisadas plotam no campo dos quartzo dioritos e quartzo monzodioritos (Figura 4.20, ver também Tabela 2, Anexo III). As estimativas modais indicam que são leuco- a mesocráticas, com teores de máficos entre 25 e 40%.

Rochas híbridas

As rochas híbridas localizam-se na região central do pluton, normalmente em contato com as rochas dioríticas e de composição granítica (monzogranitos e álcali-feldspato granitos), além de estar em contato com as rochas graníticas do Granito Tarumá (Figura 2.5), ocupando uma área de cerca de 25 km².

As amostras típicas desta litologia apresentam coloração em tons de cinza clara e cinza escura, apresentam estrutura maciça (Figuras 4.16, 4.18 e 4.19) e textura fanerítica com granulação fina a média (0,5 a 4,0 mm). São observadas ainda outras estruturas como enclaves microgranulares, além de megacristais de feldspatos (Figura 4.17). As quantidades de minerais máficos variam entre 15 e 25% em volume.



Figura 4.16: Aspecto macroscópico de rocha híbrida, de cinza claro apresentando estrutura maciça. Afloramento PRC15



Figura 4.17: Aspecto macroscópico de rocha híbrida. Destaque apresentando para fenocristal de plagioclásio. Afloramento PRC06





Figura 4.18: Aspecto macroscópico de rocha híbrida, de cinza escuro apresentando estrutura maciça. Afloramento PRC53

Figura 4.19: Aspecto macroscópico de rocha híbrida. Destaque apresentando quartzo manteado por anfibólio. Afloramento PRC46

Ao microscópio petrográfico as amostras são semelhantes entre si, sendo que a trama textural é dominada por cristais tabulares de plagioclásio e grãos de quartzo, com cristais de feldspato alcalino nos interstícios. Os minerais máficos ocorrem na forma de cristais isolados ou agrupamentos de poucos cristais (Anexo II, Prancha 2k), também intersticiais.

O plagioclásio são subidiomórficos a idiomórficos (ripiformes a tabulares), apresentando dimensões entre 0,6 e 2,0 mm. São observadas geminações segundo as Leis de Albita e Carlsbad e zonamento normal é comum. Características ópticas sugerem tratar-se de oligoclásio a andesina. Por vezes nos contatos entre plagioclásio e feldspato alcalino são formadas mimerquitas. Em alguns cristais são observados inclusões de minerais opacos e apatita. E alterações por sericita ou saussurita.

O feldspato alcalino possui tamanho entre 0,5 e 1,2 mm, subidiomórficos a idiomórficos e apresentando geminações segundo a Lei de Carlsbad. Os contatos com outros minerais são lobados a levemente irregulares e assim como o plagioclásio apresentam alterações por sericita.

Os grãos de quartzo são subidiomórficos a xenomórficos, apresentando dimensões entre 0,5 e 1,2 mm e extinção ondulante moderada. Os contatos com outros minerais são lobados a irregulares. São observados cristais maiores com bordas arredondadas e manteados por anfibólio e biotita (Anexo II, Prancha 2I e 2k), características da Zona Híbrida (Harara, 2001).

Os minerais máficos mais típicos são anfibólio e biotita. O anfibólio está associado com a biotita, minerais acessórios e outros anfibólios. São subidiomórficos a xenomórficos, com dimensões entre 0,8 e 1,1 mm e apresenta pleocroísmo em tons de verde amarelado a verde escuro, típico de uma hornblenda ou edenita comum. Os

contatos com outros minerais são irregulares. São observadas substituições por biotita na borda dos cristais (Anexo II, Prancha 2n) e inclusões de minerais opacos, apatita e zircão.

A biotita ocorre como cristais isolados ou como agregados com outros minerais, por vezes associados ao anfibólio, bem como substituindo ele. Suas dimensões variam de 0,4 a 0,6 mm, com contatos retos a irregulares com outros minerais e forte pleocroísmo variando de amarelo pálido a marrom escuro. São observadas substituições por clorita nas bordas dos cristais (Anexo II, Prancha 2o) e inclusões de minerais opacos e zircão são comuns.

Os minerais acessórios (< 0,6 mm) aparecem como cristais subidiomórficos a idiomórficos, sendo os principais os minerais opacos, apatita e zircão. A apatita (< 0,5 mm) aparece em cristais idiomórficos, sendo observados cristais aciculares e prismáticos. Outro acessório que é identificado é a allanita (< 0,5 mm) (Anexo II, Prancha 2p). Ocorre em como cristais subidiomórficos, zonados e parcial a totalmente meamictizados. Minerais como muscovita e clorita ocorrem como minerais de alteração de feldspato e biotita, respectivamente.

Modalmente, as amostras analisadas plotam no campo dos granodioritos (Figura 4.20, ver também Tabela 1, Anexo III) As estimativas modais indicam que são rochas leucocráticas com teores de minerais máficos entre 19 e 25%.



Figura 4.20: Diagrama QAP de classificação de rochas plutônicas (Le Maitre et al., 1989)

5.1.3 Granito Tarumá

No interior do Pluton Rio Negro é encontrado outro corpo granítico conhecido como Granito Tarumá, que apresenta colorações que variam entre o cinza claro e o rosa avermelhado (Figura 4.21). As rochas deste corpo granítico foram descritas somente macroscopicamente durante a etapa de campo. Os afloramentos possuem baixo grau de alteração, com rochas maciças apresentando granulação fina a média (< 2,0 mm) e textura fanerítica fina-média, sendo observados também cristais de quartzo manteado por anfibólio. Em um dos afloramentos foi observado uma rocha acinzentada com veios de granulação mais grossa e maior composição quartzo

feldspática cortando a rocha, sendo que no contato foi observada concentração de minerais máficos com granulação mais fina (Figura 4.22). Composicionalmente essas rochas do Granito Tarumá apresentam quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino, anfibólio e biotita, possuindo poucas variações na porcentagem mineral dos diferentes pontos descritos.



Figura 4.21: Aspecto macroscópico de rocha granítica do Granito. Aflorameto PRC59



Figura 4.22: Rocha diorítica do Granito Tarumá com destaque para veio quartzofeldspático de granulação grossa. Afloramento PRC33

5. Química mineral

Neste capítulo são apresentados e discutidos os dados de química mineral obtidos para elementos maiores e menores, com EPMA, e elementos traços, com LA-ICPMS. Os minerais analisados foram os minerais do grupo dos feldspatos, orto- e clino-piroxênios, anfibólios cálcicos e biotita.

Não foram realizadas análises quantitativas dos minerais opacos, entretanto os mesmo foram caracterizados através de análises qualitativas EDS, classificando-os como magnetita e ilmenita. Na maioria das rochas estudadas, ocorrem ambos os minerais, sendo que em grande parte dos casos a magnetita encontra-se exsolvida.

Os resultados analíticos obtidos, bem como respectivas proporções catiônicas e/ou fórmulas estruturais são reunidos nas tabelas que constam do Anexo IV (Tabelas 1 a 10).

5.1. Elementos maiores e menores

5.1.1. Piroxênios

Piroxênios são minerais típicos das rochas gabro-dioríticas aparecendo também minoritário em algumas das rochas híbridas. Uma característica marcante das rochas gabro-dioríticas estudadas, ao contrário de rochas similares que afloram na província (e.g., Harara, 2001; Vilalva, 2007), é a presença conjunta de orto- e clino-piroxênio. Ópticamente, estes minerais apresentam-se também relativamente homogêneos e, em geral, foram efetuadas análises pontuais em zonas de núcleo, borda e intermediárias, obtendo-se, em média três determinações quantitativas em cada cristal selecionado.

Pluton Palermo

Orto- e clino-piroxênio estão presentes apenas nas rochas gabro-dioríticas deste pluton e aparecem como cristais em geral pequenos e muito fraturados. Foram obtidas análises quantitativas para dois cristais, um representativo de orto-piroxênio, outro de clino-piroxênio.

Classificação

O ortopiroxênio analisado classifica-se como enstatita, com intervalo composicional En₅₂₋₅₇Fs₄₁₋₄₇Wo₁₋₆ (Figura 5.1). Em todos os cristais analisados foram

observados teores de TiO₂ inferiores a 0,5% em peso (Anexo IV, Tabela 1a). Estes cristais ainda apresentam teores de AI_2O_3 entre 0,34 e 0,76% em peso, MnO entre 0,57 e 0,87% (0,019 – 0,028 cpfu) e CaO entre 0,96 e 1,46% (0,039 – 0,059 cpfu) (Anexo IV, Tabela 1a).

Em contrapartida são observados teores mais elevados de FeO^{T} (24,34 – 25,76% em peso) e MgO(19,67 – 20,89% em peso; 1,113 – 1,180 cpfu) (Anexo IV, Tabela 1a). Outros elementos, como Na₂O, Cr₂O₃, ZnO e K₂O, em sua maioria não foram detectados e quando foram, apresentaram valores inferiores 0,05% em peso (Anexo IV, Tabela 1a).

O clinopiroxênio é classificado como diopsídio, com intervalo composicional $En_{35-41}Fs_{12-20}Wo_{47-50}$ (Figura 5.1). Assim como ocorre no ortopiroxênio, os teores de TiO₂ são inferiores a 0,5% em peso (Anexo IV, Tabela 1b). Os teores de Al2O3 (0,68 – 0,85% em peso), MnO (0,23 – 0,36% em peso; 0,007 – 0,011 cpfu) e Na2O (0,27 – 0,38% em peso; 0,014 – 0,027 cpfu) são baixos, entretanto nota-se que são ligeiramente superiores aos teores apresentados nos cristais de ortopiroxênio. O K₂O e o Cr₂O₃ apresentam o mesmo comportamento dos cristais de ortopiroxênio (Anexo IV, Tabela 1b).

Elementos como FeO^{T} (9,36 – 10,97% em peso) e MgO (13,81 – 14,46% em peso; 0,771 – 0,807 cpfu), se comparados com o ortopiroxênio apresenta uma grande diminuição dos seus teores. O contrário pode ser observado em relação aos teores de CaO (20,89 – 22,41% em peso; 0,849 – 0,900 cpfu), os quais apresentam-se elevados (Anexo IV, Tabela 1b).

Para ambos os casos, orto- e clino-piroxênio, foi utilizado o diagrama de classificação proposto por Morimoto 1988. Entretanto a classificação deste autor, aceita pela IMA, apresenta alguns problemas por ser simplificada demais, uma vez que divide orto-piroxênios e clinopiroxênios apenas em dois membros finais, enstatita e ferrosilita e diopsídio e hedembergita, respectivamente. No caso dos ortopiroxênios estudados, naturalmente eles não são típicos de uma enstatita "normal", tal como os clinopiroxênios não são um típico diopsídio, mas sim augita.



Figura 5.1: Composição dos ortopiroxênios das rochas gabro-dioríticas do pluton Palermo no diagrama molecular Wo (CaSiO₃)-Em(MgSiO₃)-Fs(FeSiO₃) de Morimoto (1988).

Variações composicionais

Ópticamente, tanto orto- como clino-piroxênio não apresentam zoneamento, contudo são notadas pequenas variações composicionais dos principais elementos detectados nos perfis núcleo-borda (Figura 5.2).

O ortopiroxênio apresenta ligeiro aumento de núcleo para a borda de FeO^{T} (), sendo que esta variação é influenciada diretamente pelo Fe^{2+} (0,683 – 0,786 cpfu), enquanto que o Fe^{3+} (0,054 – 0,006 cpfu) apresenta uma redução na sua quantidade. O mesmo pode ser observado em relação ao MgO, que apresenta um enriquecimento. Importante salientar que mesmo apresentando baixos teores o Al_2O_3 , apresenta uma ligeira diminuição em sua quantidade ao longo do perfil (0,021 – 0,017 cpfu), assim como o TiO₂ (0,005 – 0,002 cpfu). São observados ainda que os valores mg# são medianos a altos (aproximadamente 0,60), não sendo observado variação de núcleo para a borda (Anexo IV, Tabela 1a).

Comparados com os valores de mg# do ortopiroxênio, o clinopiroxênio apresenta valores maiores (aproximadamente 0,72). Em relação ao FeO^T, nota-se que

a maioria dos cristais apresenta uma redução em sua quantidade do núcleo para a borda. Essa redução deve-se a diminuição de Fe^{2+} (0,231 – 0,190 cpfu) e aumento de Fe3+ (0,099 – 0,129 cpfu) ao longo do perfil (Anexo IV, Tabela 1b). Outros elementos que apresentam uma redução em sua quantidade são o MgO (0,797 – 0,784 cpfu) e Al2O3 (0,033 – 0,026 cpfu). Foi observado um aumento na quantidade de CaO em direção a borda (0,849 – 0,900 cpfu).



Figura 5.2: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV) em gabro-dioritos, para cristais de ortopiroxênio (esquerda, amostra PRC72) e clinopiroxênio (direita, amostra PRC72). Luz plano polarizada.

Pluton Rio Negro

Assim como no Pluton Palermo orto- e clino-piroxênio estão presentes apenas nas rochas gabro-dioríticas deste pluton e aparecem como cristais em geral pequenos e muito fraturados. Foram obtidas análises quantitativas para dois cristais, um representativo de orto-piroxênio, outro de clino-piroxênio. Neste Pluton também foi utilizado o diagrama de classificação de piroxênios de Morimoto 1988.

Classificação

O ortopiroxênio analisado classifica-se como enstatita, com intervalo composicional $En_{49-60}Fs_{40-50}Wo_{1-6}$ (Figura 5.3). Como no Pluton Palermo são observados TiO₂ em baixa quantidade, assim como o Al₂O₃ (<0,5 em peso). Elementos como CaO (0,81 – 3,01% em peso; 0,033 – 0,122 cpfu) e MnO (0,64 – 1,12% em peso; 0,021 – 0,038 cpfu) apresentam baixos teores, porém em maior quantidade do que TiO₂ e Al₂O₃. Tanto FeO^T (20,13 – 31,17% em peso), como MgO (16,02 – 19,58% em peso; 0,934 – 1,119 cpfu), apresentando cristais mais férricos em relação aos mesmo do Puton Palermo (Anexo IV, 2a).

Os cristais de clinopiroxênio são classificados como diopsídio, com intervalo composicional $En_{35-42}Fs_{15-22}Wo_{47-50}$ (Figura 5.3) apresentam teores mais elevados de CaO (19,84 – 22,12%; 0,809 – 0,893 cpfu), e mais reduzidos de FeO^T (10,13 – 12,68% em peso) e MgO (12,17 – 14,08% em peso; 0,689 – 0,789 cpfu), em comparação com os ortopiroxênios. Elementos como Na₂O (0,29 – 0,42% em peso; 0,021 – 0,031 cpfu), e MnO (0,31 – 0,44% em peso; 0,009 – 0,014 cpfu), tem comportamento similar aos cristais de piroxênios do Pluton Palermo (Anexo IV, Tabela 2b).



Figura 5.3: Composição dos orotpiroxênios das rochas gabro-dioríticas do pluton Rio Negro no diagrama molecular Wo (CaSiO₃)-En (MgSiO₃)-Fs (FeSiO₃) de Morimoto (1988).

Variações composicionais

Assim como descrito nas amostras do Pluton Palermo, os piroxênios não apresentam zoneamento óptico, porém são observadas pequenas variações composicionais dentro do cristal (Figura 5.4).

Na maioria dos cristais analisados foram observados ligeiro enriquecimento nos teores de FeO^T diretamente relacionada com o aumento de Fe²⁺ (0,872 – 0,917 cpfu), entretanto para o MgO (1,040 – 0,929 cpfu) são observadas reduções em sua quantidade próxima a borda do cristal. O MgO, o TiO₂ e o CaO apresentam redução ao longo do perfil (0,006 – 0,003 cpfu; 0,049 – 0,044 cpfu; respectivamente). O Al₂O₃ (0,017 – 0,024 cpfu) apresenta enriquecimento nos seus teores próximo a borda. O valor de mg# é de aproximadamente 0,54, não variando do centro para a borda. Em comparação com o Pluton Palermo é inferior (Anexo IV, Tabela 2a).

Nos cristais de clinopiroxênio, não se observam variações núcleo-borda para mg#, sendo que este apresenta um valor aproximadamente de 0,71. Este valor é similar ao obtido no Pluton Palermo. Ao contrário do ortopiroxênio, os clinopiroxênio apresentam redução de FeO^{T} em direção a borda, causado principalmente pela redução na quantidade de Fe^{2+} (0,893 – 0,863 cpfu). Outro elemento que apresenta diminuição na quantidade é o CaO (0,884 – 0,814 cpfu), enquanto que o MgO apresenta ligeiro aumento (0,747 – 0,760 cpfu) (Anexo IV, Tabela 2b).



Figura 5.4: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV) em gabro-dioritos, para cristais de ortopiroxênio (esquerda, amostra PRC50) e clinopiroxênio (direita, amostra PRC57). Luz plano polarizada.

Comparativamente os mg# de ortopiroxênios e clinopiroxênios percebe-se que os clinopiroxênios possuem maiores teores de mg# no Pluton Palermo do que os apresentado no Pluton Rio Negro. Em relação ao ortopiroxênio os valores de mg# são similares (Figura 5.5)



Figura 5.5: Diagrama comparativo entre mg#_{clinopiroxênio} x mg#_{ortopiroxênio} para rochas gabro-dioríticas.

5.1.2. Anfibólios cálcicos

Minerais do grupo dos anfibólios cálcicos estão entre os minerais máficos mais típicos das rochas que constituem os Plutons Palermo e Rio Negro, particularmente no caso das rochas gabro-dioríticas e híbridas. Estes minerais são importantes indicadores petrológicos, permitindo avaliar relativamente o grau de diferenciação das rochas hospedeiras, bem como parâmetros intensivos de cristalização, com destaque para P e T (e.g., Anderson & Smith, 1995).

Em geral os cristais de anfibólio observados nas seções são relativamente homogêneos, sem zonamentos ópticos muito marcados. Assim, considerando também as dificuldades instrumentais encontradas, foram realizadas em média três análises pontuais em cada cristal selecionado, representativas de zonas de núcleo, borda e intermediárias.

Infelizmente, pelas mesmas razões, não foi possível obter dados químicos para as variedades mais sódicas por questões principalmente instrumentais.

Pluton Palermo

Foram analisadas amostras das principais litologias do Pluton Palermo: álcalifeldspato granitos, sieno- e monzogranitos e gabro-dioritos.

Classificação

Para a classificação dos anfibólios das diferentes litologias, foram utilizados dois diagramas de Leake et al. 1997 para anfibólios cálcicos. Neste caso foram utilizados alguns parâmetros como mg#, Ca no sítio B e a soma de Na e K no sítio A. O diagrama utilizado depende do resultado da soma de Na e K no sítio A (Anexo IV, Tabelas 3 e 4).

Em alguns casos, para o mesmo tipo de litologia foi observado dois anfibólios diferentes, como por exemplo, nas rochas sieno- e/ou monzo-granitos, que apresentam Fe-hornblenda e Fe-edenita. Isso ocorre devido à pequena variação na soma de Na e K do sítio A (Anexo IV, Tabela 3, Figura 5.6a e 5.6b). Nas rochas dioríticas a variação ocorre no mg#, podendo desta forma ser classificados como Mg-hornblenda e Fe-hornblenda (Anexo IV, Tabela 3, Figura 5.5a). Os anfibólios analisados das rochas quartzo monzoníticas e álcali-feldspato graníticas apresentam a soma de [Na + K]^A maior do que 0,5, sendo classificados como Fe-edenita (Anexo IV, Tabela 3, Figura 5.5b).



Si em fórmula

(a)


Figura 5.6: Diagramas catiônicos de classificação de anfibólios . (a) $[Na + K]^A \times Si para [Na + K]^A < 0,5$ (Leake *et al.*, 1997). (b) Na + K $]^A \times Si para [Na + K]^A > 0,5$ (Leake *et al.*, 1997).

Essas variações ocorrem devido às substituições edeníticas, com as rochas mais evoluídas apresentando maior contribuição das substituições edeníticas (Figura 5.7)



Figura 5.7: Diagramas de contribuição da substituição edenítica em anfibólios . (a) $[Na + K]^A \times AI^{VV}$ (Robinson et al. 1971).

Variações composicionais

Composicionalmente pode-se observar que as amostras das diferentes litologias apresentam zonamentos.

A Fe-hornblenda dos gabro-dioritos (Figura 5.8) possui baixas variações composicionais de elementos como SiO₂ e Al₂O₃. Outros elementos maiores possuem

baixa variação dos seus teores, como MgO (7,73 – 10,18% em peso; 1,782 – 2,301 cpfu) e CaO (Anexo IV, Tabela 3). Em relação aos elementos menores, notam-se teores ligeiramente maiores de TiO₂ e menores de MnO (Anexo IV, Tabela 3). Importante salientar que ao longo do perfil composicional analisado, foi observado um acréscimo de FeO^T em direção a borda, enquanto os teores de MgO decrescem. Os valores do parâmetro mg# são intermediários, entre 0,42 e 0,49 (Anexo IV, Tabela 3).

Já os cristais de Mg-hornblenda possuem uma maior variação entre seus teores, se comparado com a Fe-hornblenda. É observado uma redução no teor de TiO₂ (Anexo IV, Tabela 3). O MgO (9,77 – 15,67% em peso; 2,201 – 3,358 cpfu) possui maior variação de teores se comparado com a Fe-hornblenda, enquanto o CaO possui baixa variação nos seus teores (Anexo IV, Tabela 3). Os valores do parâmetro mg# possuem maior variação, sendo observados valores levemente altos (0,61 a 0,67) (Anexo IV, Tabela 3). Estes valores são superiores aos apresentados pela Fe-hornblenda.

Tanto na Fe-hornblenda como na Mg-hornblenda são observados aumento em [Na+K]^A e redução de mg# ao longo do perfil analisado. Neste caso não houve mudança na classificação do mineral.



Figura 5.8: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais sub- a xenomórficos de anfibólio de gabros-dioritos (esquerda, amostra PRC68; direita, amostra PRC72). Luz plano polarizada

Em rochas sieno- e/ou monzo-graníticas (Figura 5.10) foram classificados dois tipos de anfibólio: Fe-hornblenda e Fe-edenita (Figura 5.6a e b). Em ambos os casos as variações composicionais de elementos maiores, como SiO₂ e Al₂O₃, são baixas (Anexo IV, Tabela 3). Os teores de TiO₂ são levemente superiores aos apresentados nas rochas dioríticas (Anexo IV, Tabela 3). Na maioria dos cristais pode-se notar que a variação nos teores de FeO^T é inversamente proporcional ao MgO, ou seja, a medida que o FeO^T aumenta em direção a borda, o MgO diminui (Anexo IV, tabela 3).

Importante enfatizar que em alguns cristais são observadas composições de Fe-hornblenda no núcleo e na borda e Fe-edenita na região intermediária (ex: amostra PRC69 c2, Anexo IV, Tabela 3). O inverso também pode ser observado, núcleo e bordas com composição Fe-edenítica e região intermediária com composição Fe-hornblenda (ex: amostra PRC103 c2, Anexo IV, Tabela 3) Estas varrições ocorrem devido ao aumento ou redução na quantidade de [Na+K]^A e estão representadas na Figura 5.9.



Figura 5.9: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal de anfibólio em sieno e/ou monzo-granito do Pluton Palermo. (a) PRC69 c2, (b) PRC103 c2

Tanto para a Fe-hornblenda como para Fe-edenita, os valores do parâmetro mg# são intermediários (0,28 – 0,50)



Figura 5.10: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais subidiomórficos de anfibólio em sienoe/ou monzo-granitos (esquerda, amostra PRC69; direita, amostra PRC103). Luz plano polarizada.

Os cristais analisados nos álcali-feldspato correspondem a Fe-edenita (Figura 5.5b). Os elementos maiores, SiO₂, Al₂O₃, MgO (0,94 – 2,00% em peso; 0,229 – 0,488 cpfu) e CaO apresentam poucas variações nos seus teores (Anexo IV, Tabela 3). Em relação aos elementos menores observa-se teores mais elevados de TiO₂ (1,54 – 1,86% em peso; 0,189 – 0,231 cpfu) e menores de MnO (0,63 – 0,80% em peso; 0,087 – 0,112 cpfu) (Anexo IV, Tabela 3). Em comparação com as outras rochas do pluton, percebe-se que os teores de MgO (0,94 – 2,00% em peso; 0,229 – 0,488 cpfu) é muito reduzido e em contrapartida os teores de FeO^T (31,26 – 33,46% em peso) são maiores (Anexo IV, Tabela 3). Esse fato influencia no mg#, que neste caso é o menor entre todas as rochas do plutonTodos os valores do parâmetro mg# são baixos, variando em torno 0,05 e 0,11 (Anexo IV, Tabela 3).

Os anfibólios das rochas gabro-dioríticas apresentam maiores teores de TiO_2 e AI_2O_3 do que os piroxênios, quantidades de FeO^T superiores a clinopiroxênio e inferiores a ortopiroxênios e CaO superior a ortopiroxênios e inferior a clinopiroxênios. Comparando o mg# de clinopiroxênio e anfibólio, nota-se que os anfibólio do Pluton Palermo possuem menores teores de mg# do que o Pluton Rio Negro, porém em relação ao clinopiroxênio é observado o oposto, com o mg# do Pluton Palermo superior ao Pluton Rio Negro (Figura 5.11)



Figura 5.11: Diagrama comparativo entre mg#anfibólio x mg#piroxênio para rochas gabro-dioríticas.

Pluton Rio Negro

Foram analisadas amostras das principais litologias do Pluton Rio Negro: rochas híbridas e gabro-dioritos.

Classificação

Assim como no Plutons Palermo foi utilizado os diagramas de classificação de Leake et al. 1997 (Figura 5.12). As rochas dioríticas possuem valores de mg# mais altos, sendo classificadas como Mg-hornblenda. As rochas híbridas, petrograficamente, são quartzo monzonitos e granodioritos. Os quartzo monzonitos são classificados como Fe-hornblenda, já os granodioritos quando apresentam $[Na+K]^A < 0,5$ podem ser classificadas como Mg-hornblenda e Fe-hornblenda. Neste caso a classificação depende dos valores de mg#. Quando os granodioritos apresentam $[Na+K]^A > 0,5$, eles são classificados como Fe-edenita.



Figura 5.12: Diagramas catiônicos de classificação de anfibólios. (a) $[Na + K]^A \times Si$ para $[Na + K]^A < 0,5$ (Leake *et al.*, 1997). (b) $Na + K]^A \times Si$ para $[Na + K]^A > 0,5$ (Leake *et al.*, 1997).

Como no Pluton Palermo, as amostras mais evoluídas apresentam maior contribuição de substituição edenítica (Figura 5.13).



Figura 5.13: Diagramas de contribuição da substituição edenítica em anfibólios . (a) [Na + K]^A x Al^{IV} (Robinson et al. 1971).

Variações composicionais

Assim como nas rochas do Pluton Palermo, é possível notar um zonamento composicional ao longo do perfil núcleo-borda.

Nas rochas gabro-dioríticas (Figura 5.14) todos os cristais são classificados como Mg-hornblenda (Figura 5.12a). Nestes cristais é possível observar pequenas variações nos teores dos elementos maiores ao longo do perfil, como por exemplo, $SiO_2 e Al_2O_3$. Estes dois elementos são inversamente proporcionais, ou seja, quando os teores de SiO_2 diminuem, os de Al_2O_3 aumentam (Anexo IV, Tabela 4). Nos cristais são observados altos teores de MgO (11,82 – 14,87% em peso; 2,610 – 3,211 cpfu) e CaO (10,84 – 11,75% em peso; 1,712 – 1,882 cpfu). Quanto aos elementos menores, os cristais apresentam teores levemente elevados de TiO₂ e menores de MnO (Anexo IV, Tabela 4). Os dados obtidos no Pluton Rio Negro são similares aos dado anteriormente analisados do Pluton Palermo.

Os parâmetro mg# apresenta valores intermediários a levemente elevados variando entre 0,53 e 0,64 (Anexo IV, Tabela 3). Estes valores comparados com os apresentados no Pluton Palermo são levemente inferiores.



Figura 5.14: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais xenomórficos de anfibólio com inclusões de opacos e restos de piroxênio em gabro-dioritos (esquerda, amostra PRC01; direita, amostra PRC05). Luz plano polarizada.

O anfibólio analisado no quartzo monzonito valores de FeO^{T} (20,35 – 21,08% em peso) levemente superiores aos obtidos nas rochas dioríticas, entretanto os valores de MgO são inferiores (Anexo IV, Tabela 4). É observado ainda teores de CaO pouco maiores do que os apresentados nos gabro-dioritos, enquanto que TiO₂ possui valores equivalentes (Anexo IV, Tabela 3). Assim como em anfibólio descritos anteriormente é possível observar que SiO₂ e Al₂O₃ são inversamente proporcionais (Anexo IV, Tabela 3). Os valores obtidos para mg# são intermediários (0,46) e quando comparados com os valores obtidos nos diorito, nota-se que são inferiores.

Nas rochas granodioríticas (Figura 5.15) classificadas como Fe-hornblenda e Mg-hornblenda, observa-se que os valores de SiO₂, MgO e CaO são inferiores quando comparados com as rochas gabro-dioríticas, enquanto que TiO₂, Al₂O₃, FeO^T e Na₂O são maiores (Anexo IV, Tabela 4). Ao longo dos perfis núcleo-borda são observados enriquecimento de FeO^T e empobrecimento de MgO. Os valores de mg# são intermediários (0,47 – 0,53), contudo são superiores aos apresentados nos quartzo monzonitos.

Os cristais de Fe-edenita analisados no granodioritos apresentam teores de SiO_2 e MgO inferiores aos cristais de Fe e Mg-hornblenda e apresentando valores maiores para FeO^T e Na₂O (Anexo IV, Tabela 4). Nota-se relações inversamente proporcionais de núcleo para a borda para os pares SiO_2 e Al_2O_3 e FeO^T e MgO, sendo que o SiO2 e o MgO tendem a empobrecer em direção a borda do cristal (Anexo IV, Tabela 4). Dentre todos os cristais de anfibólios analisados do Pluton Rio Negro, a Fe-edenita é o que possui menor valor de mg# (0,40 – 0,44) (AnexoIV, Tabela 4).



Figura 5.15: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de anfibólio em rochas híbridas (esquerda, amostra PRC14; direita, amostra PRC27). Luz plano polarizada.

Comparando os cristais de anfibólio das rochas gabro-dioríticas com os piroxênios nota-se que os anfibólios apresentam valores maiores de TiO_2 e Al_2O_3 , enquanto que teores de CaO são inferiores. Os teores de FeO^T são inferiores aos apresentados no ortopiroxênios, enquanto que para os clinopiroxênios estes valores são superiores. Em relação ao mg# percebe-se que os valores de piroxênios são maiores, indicando que eles são mais magnesianos do que os anfibólios.

5.1.3. Biotita

Biotita é uma fase máfica muito importante na maioria das rochas estudadas e aparece em boa quantitade nas rochas gabro-dioríticas, híbridas, monzoníticas e graníticas de ambos os plutons Palermo e Rio Negro.

Pluton Palermo

Para o Pluton Palermo foram obtidas análises de biotita para as rochas gabrodioríticas, monzograníticas, rochas híbridas e álcali-feldspato granitos. Em geral os cristais observados ao microscópio são também relativamente homogêneos não zonados e, como adotado neste trabalho também foi efetuado análises representativas de zonas de núcleo, borda e intermediárias.

Classificação e variações composicionais

Para a classificação dos cristais de biotita da diferentes litologias do Plutons Palermo, utilizou-se o diagrama de classificação de Deer et al. 1992, o qual utiliza os parâmetros de fe# e alumínio do sítio tetraédrico. O resultado das análises indica uma composição dos cristais mais rica na molécula annita (Figura 5.18). As rochas gabro-dioríticas (Figura 5.16) possuem baixa variação dos teores dos elementos maiores, como SiO₂ (34,72 – 37,16% em peso), Al₂O₃ (12,63 – 14,42% em peso) e K₂O (8,18 – 9,67% em peso). Dentre os elementos menores destaca-se o TiO₂ (3,12 – 5,18% em peso; 0,371 – 0,570) com teores mais elevados e os elementos MnO, CaO e Na₂O com valores próximos de zero (Anexo IV, Tabela 5). Importante salientar que os teores de TiO₂ tendem a empobrecer em direção a borda do cristal, enquanto os teores de Al2O3 tendem a enriquecer (Anexo IV, Tabela 5). Os valores do parâmetro mg# apresentam três concentrações (0,35 – 0,37; 0,42 – 0,47; 0,57 – 0,61). Em comparação com outros minerais como anfibólio e piroxênio percebe-se que os valores de mg# são inferiores.



Figura 5.16: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais xenomórficos de biotita em gabrodioritos (esquerda, amostra PRC68; direita, amostra PRC72). Luz plano polarizada.

Os cristais analisados nas rochas monzograníticas (Figura 5.17), assim como ocorre nos dioritos, os teores dos elementos SiO₂, Al₂O₃ e K₂O apresentam pouca variação (Anexo IV, Tabela 5). Em direção a borda são observados enriquecimento de Al₂O₃, assim como o MgO. Os valores de TiO₂ (3,83 – 5,09% em peso) apresentados são elevados e semelhantes aos obtidos nos dioritos. Na maioria dos cristais observa-se um aumento dos teores ao longo do perfil núcleo-borda (Anexo IV, Tabela 5). Os elementos MnO, CaO e Na₂O apresentam valores muito baixos, sendo em alguns casos, como o ZnO, não sendo detectados (Anexo IV, Tabela 5). Os teores de FeO^T (23,42 – 30,46% em peso) são maiores, quando comparados com os teores obtidos para as rochas dioríticas (Anexo IV, Tabela 5). São observadas duas concentrações dos valores de mg#, sendo a primeira por volta de 0,35 a 0,37 e a segunda entre 0,24 e 0,26 (Anexo IV, Tabela 5).



Figura 5.17: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais subidiomórficos de biotita em monzogranitos (esquerda, amostra PRC103; direita, amostra PRC103). Luz plano polarizada.

Os álcali-feldspato granitos apresentam teores dos elementos SiO₂, Al₂O₃ e K₂O apresentam mínimas variações, e quando comparados com as outras litologias do pluton nota-se que possuem os menores valores (Anexo IV, Tabela 5). Os teores de FeO^T são altos (34,68 – 35,14% em peso), sendo superiores aos valores de monzonitos, dioritos e monzogranitos (Anexo IV, Tabela 5). Quanto aos elementos menores nota-se teores levemente altos de TiO₂ (3,10 – 3,41% em peso) e menores de MnO, MgO (0,23 – 0,27% em peso), CaO, Na₂O (Anexo IV, Tabela 5). Nota-se que dos principais elementos que constituem a biotita, somente o K₂O apresenta enriquecimento em direção a borda, enquanto os outros apresentam empobrecimento dos seus teores (Anexo IV, Tabela 5). É importante observar que ao contrário das rochas dioríticas e monzograníticas, os teores de MgO são menores que 1% em peso (Anexo IV, Tabela 5). Os valores do parâmetro mg# são muito baixos em todas as análises realizadas, próximos de 0,1 (Anexo IV, Tabela 5).

Os cristais analisados das rochas monzoníticas assim como as outras rochas do pluton, possuem poucas variações dos teores dos elementos SiO₂ (33,59 – 35,45% em peso), Al₂O₃ (11,76 – 12,17% em peso), MgO (4,81 – 5,26% em peso) e K₂O (8,79 – 9,38% em peso) (Anexo IV, Tabela 5). Observar que os valores de MgO nestas amostras são próximos aos obtidos nos monzogranitos. Em relação aos elementos menores, nota-se aumento dos teores de TiO₂ (3,35 – 3,95% em peso) em comparação com as rochas álcali-feldspato graníticas e redução de MnO, CaO e Na₂O (Anexo IV, Tabela 5). Ao longo do perfil núcleo-borda observa-se a redução nos teores de FeOT (30,37 – 39,68% em peso) e aumento dos teores de MgO (4,82 – 5,26% em peso) e K₂O (8,79 – 9,19% em peso) (Anexo IV, Tabela 5). Os valores calculados do parâmetro mg# são relativamente baixos, variando entre 0,22 e 0,24, entretanto são mais elevados do que os obtidos nos álcali-feldspatos granitos.



Fe/(Fe+Mg)

Figura 5.18: Diagrama catiônico Al^{IV} x Fe^T(Fe^T+Mg) para a classificação da biotita (Deer *et al.* 1992)

É possível observar um relação inversamente proporcional entre fe# e Al^{IV}, sendo que para rochas mais diferenciadas, o valor de fe# é maior quanto menor for a quantidade de Al^{IV}.

Comparando-se as biotitas, anfibólios e piroxênios para gabro-diortitos percebe-se que a biotita apresenta maiores valores de TiO₂, enquanto que anfibólio possui valores intermediários e o piroxênio os menores valores.

Com relação ao mg# nota-se que a biotita possui os menores valores para o Pluton Palermo, em comparação ao Pluton Rio Negro. Já em relação ao anfibólio o intervalo de valores para ambos os plutons é igual (Figura 5.19)



Figura 5.19: Diagrama comparativo entre mg#anfibólio x mg#biotita para rochas gabro-dioríticas.

Pluton Rio Negro

Para o Pluton Rio Negro foram obtidas análises de biotita para as rochas gabro-dioríticas, rochas híbridas e álcali-feldspato granitos. Em geral os cristais observados ao microscópio são também relativamente homogêneos não zonados e, como adotado neste trabalho também foi efetuado análises representativas de zonas de núcleo, borda e intermediárias.

Classificação e variações composicionais

A biotita não apresenta nenhum tipo de zonamento óptico. Entretanto há alguns cristais que apresentam substituição por clorita, mantendo as propriedades da biotita. Desta forma foram realizados perfis simples de três pontos, os quais são localizados no núcleo, no intermédio e na borda do cristal. Com os resultados obtidos, a biotita foi classificada como rica na molécula annita (Figura 5.22).

As rochas gabro-dioríticas (Figura 5.20) apresentam baixas variações dos elementos maiores como SiO₂ (35,19 – 37,18% em peso), Al₂O₃ (12,81 – 14,07% em peso), MgO (10,67 – 13,69% em peso) e K₂O (8,42 – 9,71). Quanto aos elementos menores, observam-se teores levemente elevados de TiO₂ (4,13 – 5,75% em peso) e inferiores a 0,5% de MnO, CaO e Na₂O (Anexo IV, Tabela 6). São observados decréscimos nos teores de TiO₂ e acréscimos de Al₂O₃, FeO^T e K₂O em direção a borda (Anexo IV, Tabela 6). Os valores do parâmetro mg# são intermediários, entre 0,48 e 0,58 (Anexo IV, Tabela 6)



Figura 5.20: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de biotita (esquerda, amostra PRC01; direita, amostra PRC57). Luz plano polarizada

As rochas híbridas apresentam, assim como as rochas dioríticas, as rochas híbridas apresentam pouca variação na composição dos elementos maiores SiO₂ (35,58 – 37,10% em peso), Al₂O₃ (11,82 – 13,06% em peso), MgO (8,17 – 9,40% em peso) e K₂O (8,87 – 9,57% em peso). Comparando os teores obtidos com os dos gabro-dioritos observa-se menor quantidade de TiO₂, Al₂O₃ e FeO^T e maiores de MgO (Anexo IV, Tabela 3). Em relação aos elementos menores, os teores de TiO₂ são ligeiramente maiores (3,62 – 4,45% em peso), enquanto que os teores de MnO, CaO e Na₂O são inferiores a 0,5% em peso (Anexo IV, Tabela 6). Ao longo do perfil núcleoborda observa-se que os teores de FeO^T diminuem, enquanto os teores de MgO aumentam. O Al₂O₃ é outro que apresenta enriquecimento em direção a borda do cristal (Anexo IV, Tabela 6). Os valores do parâmetro mg# são levemente maiores (0,57 – 0,63), em geral, aumentando para a borda (Anexo IV, Tabela 6).

Nos álcali-feldspato granitos (Figura 5.21), assim como as outras rochas do pluton, os elementos maiores, SiO₂, Al₂O₃, FeO^T, MgO e K₂O, possuem pouca variação em seus teores (Anexo IV, Tabela 6). Porém os álcali-feldspatos granitos apresentam quantidades menores de Al₂O₃ e MgO em relação aos outros litotipos pertencentes ao pluton, enquanto que os teores de FeO^T são maiores (Anexo IV, Tabela 6). Os teores de TiO₂ (3,23 – 3,87% em peso) são levemente altos. Entretanto, são inferiores quando comparados outras rochas do pluton. Tanto TiO₂ quanto Al₂O₃ apresentam aumento dos seus teores ao longo do perfil núcleo-borda. Dentre as amostras analisadas deste pluton, os álcali-feldspato granitos apresentam o menor valor do parâmetro mg# (0,21 – 0,24) (Anexo IV, Tabela 6).



Figura 5.21: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de biotita (esquerda, amostra PRC27; direita, amostra PRC27). Luz plano polarizada



Fe/(Fe+Mg)

Figura 5.22: Diagrama catiônico Al^{IV} x Fe^T(Fe^T+Mg) para a classificação da biotita (Deer *et al.* 1992)

Assim como no Pluton Palermo, é possível observar um relação inversamente proporcional entre fe# e Al^{IV}, sendo que para rochas mais diferenciadas, o valor de fe# é maior quanto menor for a quantidade de Al^{IV}.

Comparando-se as biotitas, anfibólios e piroxênios para gabro-diortitos percebe-se que a biotita apresenta maiores valores de TiO₂, enquanto que anfibólio possui valores intermediários e o piroxênio os menores valores. Com relação ao mg# nota-se que a biotita possui os menores valores enquanto que os piroxênios os maiores.

5.1.4. Plagioclásio

O plagioclásio é, naturalmente, o mineral félsico característico das rochas gabro-dioríticas, diminuindo em importância em direção as rochas mais graníticas para, finalmente, estar ausente nos álcali-feldspato granitos mais típicos. Em geral apresentam zonamento composicional bem evidente ao microscópio petrográfico, através de zonamentos normais a localmente de caráter oscilatário, recorrente. As variações composicionais observadas para estes minerais são apresentadas e discutidas a seguir. Os resultados analíticos são apresentados na Tabela 7 e 8, Anexo IV.

Pluton Palermo

Os cristais de plagioclásio analisados pertencem às rochas dioríticas da zona híbrida e às rochas graníticas. Para ilustrar a variação composicional dos plagioclásios foi utilizado o diagrama de ternário Ab-An-Or de Fuhrman & Lindsley, 1988 e Deer *et al.*, 2001 (Figura 5.26).

Os cristais encontrados nas rochas dioríticas (Figura 5.23) apresentam em sua maioria zonamento óptico. As amostras com plagioclásio sem zoneamento apresentam teores elevados de sódio (Ab60 a Ab65), e teores mais baixos de cálcio (An32 a An39). Os teores de potássio são baixos (Or01 a Or3). Não foi detectados estrôncio e bário na maioria das análises, sendo que as amostras em que foram detectados os teores não se aproximavam de 1% em peso (Anexo IV, Tabela 7). Nestes tipos de rochas do Pluton Palermo, os teores de Fe₂O₃ é muito baixo, geralmente inferior a 0,2% em peso (Anexo IV, Tabela 7).

Em algumas amostras foram observadas variações de núcleo para borda, principalmente, em relação aos teores de cálcio e sódio, apresentando núcleo rico em cálcio (An53) e mais empobrecido em sódio (Ab46) (Anexo IV, Tabela 7). É importante também observar o crescimento da quantidade de potássio do núcleo para a borda, sendo que no núcleo os teores são próximos de 1% em peso enquanto na borda podem ser superiores a 3% em peso (Anexo IV, Tabela 7). Os teores de SiO₂ e Al₂O₃ são inversamente proporcionais. Observa-se que o SiO₂ aumenta seu teor enquanto o Al₂O₃ diminui o mesmo em direção a borda do cristal (Figura 5.24; Anexo IV, Tabela 7). Nestes cristais não foram detectado teores de bário, sendo encontrados baixos teores de estrôncio. É importante observar a redução da quantidade deste elemento do núcleo para borda. O núcleo apresenta valores um pouco inferiores a 0,2% em peso, enquanto que na borda os valores são inferiores a 0,1% em peso ou não sendo detectados (Anexo IV, Tabela 7).



Figura 5.23: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio em dioritos (esquerda, amostra PRC72; direita, amostra PRC68). Luz plano polarizada.



Figura 5.24: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em diorito (PRC72) do Pluton Palermo. Os pontos encontram-se localizados em imagem BSE-Compo.

Em uma das amostras analisadas (OM683) observou-se teores de An entre 57 e 61, classificando o plagioclásio como labradorita. Este é um dos motivos para chamar estas rochas de gabro-dioritos.

Os cristais analisados das rochas graníticas possuem pequenas variações composicionais entre o núcleo e a borda. Em amostras de monzogranitos o SiO₂ possui um enriquecimento, enquanto o Al₂O₃ apresenta empobrecimento (Anexo IV, Tabela 8). Foram observadas diminuições nos teores de An (35 – 13), enquanto os teores de Ab aumentam em direção a borda (64 – 83) (Anexo IV, Tabela 7). Os teores de Or, em sua maioria, são inferiores a 1% em peso. Em alguns cristais observa-se empobrecimento de SiO₂ e aumento de Al₂O₃ em direção a borda do cristal. Nestes

cristais os teores de Ab (~84) são elevados, enquanto os teores de An são baixos (~14) Os teores de potássio são inferiores a 0,3% em peso (Anexo IV, Tabela 7). Os teores de Fe₂O₃ apresentados são baixos, tendo valores similares aos obtidos nas rochas gabro-dioríticas. Em sua maioria apresentam um leve enriquecimento para a borda (Anexo IV, Tabela 7). Na maioria das amostras Ba e Sr possuem teores muito baixos ou não são detectados.

Foram analisados também cristais de rochas sienograníticas, os quais apresentam enriquecimento em SiO₂ e empobrecimento de Al2O3 em direção a borda do cristal (Figura 5.25; Anexo IV, Tabela 7). Observando os dados obtidos e os cálculos dos teores de anortita, pode-se concluir que é um feldspato sódico, apresentando altos teores de anortita (An93) e baixos teores de albita (Ab04). Os teores de potássio são inferiores a 1% em peso, e podem apresentar redução em direção à borda (0,60 – 0,29% em peso) (Anexo IV, Tabela 7). Nas análises foram observados baixos teores de Fe₂O₃ e na maioria das análises não foram detectados teores de Ba e Sr. As composições albíticas quase puras indicam bordas albíticas em feldspatos pertíticos. As composições albíticas quase puras indicam bordas albíticas em feldspatos pertíticos.



Figura 5.25: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em sienogranito (PRC120) do Pluton Palermo. Os pontos encontram-se localizados em fotomicrografia.



Figura 5.26:Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de plagioclásio analisados do Pluton Palermo As curvas de *solvus* representadas são para pH₂O = 1kbar (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

Pluton Rio Negro

Os cristais de plagioclásio analisados neste pluton são das rochas dioríticas, graníticas e monzoníticas. Para as rochas deste pluton também foi utilizado o diagrama ternário Ab-An-Or (Figura 33).

Nas rochas dioríticas (Figura 5.28) foram observados cristais que apresentam pequenas variações nos teores de SiO₂ e Al₂O₃ e variações maiores para Na₂O e CaO (Anexo IV, Tabela 8). Foi constatado que os teores de SiO₂ aumentam em direção a borda, enquanto a quantidade de Al₂O₃ diminui (Figura 5.27; Anexo IV, Tabela 8). Assim os valores obtidos para as moléculas de anortita (An), albita (Ab) e ortoclásio (Or) apresentam variações, com núcleos mais cálcicos (An52 e Ab49) e bordas sódicas (An22 e Ab77) e cristais em que predominam ao longo do perfil analisado uma

composição sódica (Ab54 e Ab74) (Figura 5.29; Anexo IV, Tabela 8). Os valores de Or nas rochas gabro-dioríticas, são baixos, sempre inferiores a 2 (Anexo IV, Tabela 8).

Elementos como SrO e BaO possuem baixos valores, sendo encontrados em quantidades inferiores a 0,5% em peso. Em muitos cristais estes elementos não foram detectados. As quantidades de Fe2O3 detectadas foram muito baixas (inferiores a 0,5% em peso), e de forma geral os cristais apresentam diminuição em direção a borda do cristal (Anexo IV, Tabela 8).



Figura 5.27: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em diorito (PRC05) do Pluton Rio Negro. Os pontos encontram-se localizados em fotomicrografia.



Figura 5.28: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio de rochas gabrodioríticas (esquerda, amostra PRC01; direita, amostra PRC57). Luz plano polarizada



Figura 5.29: Imagens de Elétrons Retroespalhados, indicando a variação composicional dos cristais de plagioclásio. (a) Amostra PRC05. (b) Amostra PRC50.

Os cristais das rochas híbridas de composição monzoníticas (Figura 5.30) apresentam um zonamento óptico e composicional. São observadas pequenas variações dos principais elementos, com baixos teores de CaO (An15 a An19) e teores altos de Na₂O (Ab74 a Ab92), indicando dessa forma que o plagioclásio presente nesta amostra é sódico. A quantidade de K₂O nas amostras graníticas e monzoníticas é baixo assim como nas rochas dioríticas, com valores variando entre 1 e 2% (Anexo IV, Tabela 8).

Assim como nas rochas dioríticas os elementos BaO e SrO são encontrados em baixas quantidades, sendo que o BaO, por vezes não foi detectado. O Fe_2O_3 , assim como nas amostras dioríticas, apresentam baixos teores (< 0,2% em peso) (Anexo IV, Tabela 8).



Figura 5.30: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio (esquerda, amostra PRC27; direita, amostra PRC27). Luz plano polarizada

Os cristais analisados das rochas híbridas de composição granítica (Figura 5.32) apresentam zoneamento óptico e composicional. Estes cristais possuem os teores de CaO baixos (An10 a An20) enquanto os teores de Na₂O são elevados (Ab62 a Ab86) (Figura 5.31). Nestas amostras (assim como em outras) são observados baixos teores de K₂O (Or01 a Or02). Elementos como SiO₂ e Al₂O₃ não possuem grandes variações de teores do núcleo para a borda (Anexo IV, Tabela 8). Em comparação com as análises obtidas para as rochas gabro-dioríticas, os teores de SiO₂ e Al₂O₃ são inferiores (Anexo IV, Tabela 8). A maioria dos cristais analisados não detectaram SrO e BaO, e quando detectava os valores são inferiores a 0,1% em peso. Os teores de Fe₂O₃ são semelhantes ao apresentado nas outras litologias do Pluton Rio Negro, sendo observado um leve aumente em seu teor em direção a borda do cristal (Anexo IV, Tabela 8).



Figura 5.31: Perfis analíticos núcleo-borda ilustrando as principais variações catiônicas em cristal zonado representativo de plagioclásio em rocha híbrida (PRC14) do Pluton Rio Negro. Os pontos encontram-se localizados em fotomicrografia.



Figura 5.32: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristais de plagioclásio (esquerda, amostra PRC14; direita, amostra PRC14). Luz plano polarizada



Figura 5.33:Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de plagioclásio analisados do Pluton Rio Negro. As curvas de *solvus* representadas são para pH₂O = 1kbar (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

5.1.5. Feldspato Alcalino

O feldspato alcalino é encontrado nas principais variedades litológicas de ambos os plutons. Entretanto, ocorrem principalmente como cristais mesopertíticos, que apresentam lamelas de plagioclásio.

Pluton Palermo

Os cristais analisados pertencem a álcali-feldspato granitos, gabro-dioritos e sieno- e/ou monzo-granitos os quais apresentam zonamentos composicional. Porém são observados cristais com alteração, dificultando as análises. Para ilustrar a

variação composicional existente nos cristais utilizou-se o diagrama ternário An-Ab-Or de Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001 (Figura 5.35).

Os cristais analisados das rochas gabro-dioríticas apresenta uma relação inversamente proporcional entre SiO₂ e Al₂O₃, sendo que o primeiro tem aumento do seu teor para a borda e o segundo uma diminuição (Anexo IV, Tabela 9). O núcleo do cristal é mais sódico (Ab80) e a região intermediária e as borda são mais potássicas (Ab58 e Ab94, respectivamente). São observados ainda baixos teores de BaO, sendo que há pouca variação do núcleo para a borda, enquanto o SrO na maioria das análises não é detectado, e quando é, os seus teores são inferiores a 0,1% em peso. O Fe2O3 assim como o BaO possui baixos teores, entretanto é possível observar um aumento em direção a borda do cristal (Anexo IV, Tabela 9).

Nas rochas monzograníticas os teores dos principais elementos são similares aos apresentados nas rochas gabro-dioríticas. Os teores de CaO são baixos, sendo que em alguns casos, os teores ficam próximo do limite mínimo de detecção. Na maioria dos cristais os teores de Na₂O são inferiores a 1% em peso e são observados decréscimo ao longo do perfil. Os teores de K2O são altos e semelhantes aos apresentados nas rochas gabro-dioríticas, com enriquecimento para a borda (Anexo IV, Tabela 9). O SrO não foi detectado na maioria das análises, enquanto que BaO apresenta valores levemente superiores ao das rochas gabro-dioríticas, apresentando em empobrecimento em direção a borda. Os teores de Fe2O3 são baixos, estando próximos do limite mínimo de detecção (Anexo IV, Tabela 9).

Os cristais analisados nas rochas álcali-feldspato graníticas (Figura 5.34) apresentam teores mais elevados de CaO e Na₂O e teores menores de K₂O em comparação com as outras rochas do pluton (Anexo IV, Tabela 9). Desta forma os valores de Or variam entre 0,53 e 0,94, sendo observado um aumento ao longo do perfil. Em relação à Ab e An nota-se uma redução de suas quantidades em direção a borda (Anexo IV, Tabela 9). O SrO não foi detectado em nenhuma análise e o BaO foi detectado em poucas análises, apresentando teores baixos. O Fe₂O₃ apresenta teores baixos, porém em comparação com as análises das outras rochas, os seus valores são maiores (Anexo IV, Tabela 9).



Figura 5.34: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo → borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristal de feldspato alcalino em álcali-feldspato granito (amostra PRC114). Luz plano polarizada.



Figura 5.35: Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de feldspato alcalino analisados do Pluton Palermo. As curvas de *solvus* representadas são para pH₂O = 1kbar (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

Pluton Rio Negro

O cristal analisado pertence ao álcali-feldspato granito (Figura 5.36), apresentando um zoneamento óptico e composicional. No entanto, devido ao grau mediano de alteração não foi possível realizar um perfil mais detalhado e sim um perfil simples de 3 pontos. E assim como no Pluton Palermo utilizou-se o diagrama ternário Ab-An-Or para variação composicional apresentada (Figura 5.37).

As análises indicam uma redução dos teores de SiO₂, Al₂O₃, CaO e Na₂O em direção à borda (Anexo IV, Tabela 10). São observados altos teores de K₂O, apresentando Or superior a 94 na maioria dos minerais analisados. Em uma das amostras (PRC14 c1) apresenta um núcleo mais sódico e a borda mais potássica (Anexo IV, Tabela 10). O SrO não foi detectado durante as análises, enquanto o BaO possui baixos teores (< 0,5% em peso), assim como o Fe2O3, que apresenta teores inferiores a 0,1% em peso (Anexo IV, Tabela 9).



Figura 5.36: Fotomicrografias ilustrando a localização (núcleo \rightarrow borda) dos pontos analisados com microssonda eletrônica (WDS, ver também Anexo IV), para cristal de feldspato alcalino em granodiorito (amostra PRC14). Luz plano polarizada.



Rochas híbridas

Figura 5.37: Diagrama ternário An-Ab-Or (proporções moleculares com representações das composições dos cristais de feldspato alcalino analisados do Pluton Rio Negro As curvas de *solvus* representadas são para pH₂O = 1kbar (Fuhrman & Lindsley, 1988; Deer *et al.*, 2001).

5.2. Elementos traços

Análises pontuais para elementos traços através de ICPMS com ablasão laser foram obtidas para piroxênios, anfibólio cálcico, plagioclásio e quartzo em amostras selecionadas de rochas gabro-dioríticas, híbridas e graníticas dos Plutons Palermo e/ou Rio Negro. Os dados obtidos são sumarizados na Tabela 1, 2, 3 e 4, Anexo V e apresentados e discutidos conjuntamente a seguir, enfatizando-se o inicialmente o comportamento dos elementos terras raras (ETR) e, após, o comportamento geral do conjunto de elementos traços.

5.2.1. Piroxênios

Foram analisados cristais de ortopiroxênio e clinopiroxênio. Para ambos os minerais foram usados tanto o método *spot* como o *raster* para a realização das análises.

Ortopiroxênio

Dois padrões de elementos terras raras (ETRs) para ortopiroxênio do Pluton Rio Negro são apresentados na Figura 5.38. Em geral os padrões são similares, à exeção do comportamento dos elementos mais leves. Deve-se notar entretanto que parte desta discrepância pode estar relacionada aos baixos teores destes elementos e consequentemente desvios analíticos mais altos.

De forma geral o ortopiroxênio apresenta-se enriquecido relativamente ao condrito de 1 a 10 vezes e são caracterizado pelo fracionamento moderado e constante dos elementos intermediários a leve em relação aos pesados, com razões $(La/Yb)_N$ entre 0,005 e 0,12. A razão $(Dy/Yb)_N$ apresenta situa-se entre 0,43 e 0,44 e mostra também o fracionamento das terras raras médias em relação as mais pesadas. Observa-se também uma leve anomaliva negativa de Eu, com valores Eu/Eu* entre 0,30 e 0,39.

O comportamento do conjunto dos elementos traços analisados é representado no diagrama multielementar apresentado na Figura 5.39. Este diagrama ressalta o enriquecimento relativo, além dos ETRs pesados, de Y, Ti, Hf e Sc em relação ao condrito, até ca. 10 vezes e o relativo empobrecimento em elementos como Rb, Sr e Ba, até 0,1 vezes o condrito.



Figura 5.38: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para ortopiroxênio das rochas dioríticas dos Pluton Rio Negro.



Figura 5.39: Diagrama multielememtar normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para ortopiroxênio das rochas gabro-dioríticas dos Pluton Rio Negro.

Clinopiroxênio

Padrões de ETR para clinopiroxênio são representados na Figura 5.40. Comparativamente ao observado para o ortopiroxênio, apresentam fatores de enriquecimento em relação ao condrito entre 20 e 100 vezes e um padrão pouco fracionado, ou com um leve fracionamento dos elementos intermediários em relação aos pesados. As razões $(La/Yb)_N$ situam-se entre 0,8 e 1,0, enquanto $(La/Sm)_N$ varia entre 0,49 e 0,55 e $(Dy/Yb)_N$ entre 1,29 e 1,36. O diagrama mostra ainda uma típica concavidade na região dos elementos leves, com $La_N < Ce_N$ e uma anomalia negativa de Eu, com Eu/Eu* entre 0,28 e 0,31.

O diagrama multielementar apresentado na Figura 5.41 mostra, além do maior grau de enriquecimento relativo ao condrito da maioria dos elementos, a exemplo dos ETRs, os relativos enriquecimento em Y e Sc e emprobrecimento em elementos como Rb, Sr, Ba e Pb, um comportamento bem similar ao observado para o ortopiroxênio. As razões $(La/Zr)_N$ são sistematicamente superiores às observadas para o ortopiroxênio (entre 5,9 e 7,1 e 0,2 e 5,4, respectivamente).



Figura 5.40: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para clinopiroxênio das rochas gabro-dioríticas dos Pluton Rio Negro.



Figura 5.41: Diagrama multielementar normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para clinopiroxênio das rochas gabro-dioríticas dos Pluton Rio Negro.

5.2.2. Anfibólio cálcico

No caso do anfibólio cálcico, foi obtido um número mais elelvado de análises pontuais, representativas de rochas híbridas (granodioritos), granitos e gabro-dioritos. Os padrões observados mostram graus de enriquecimento relativos ao condrito superiores ao clinopiroxênio, entre 50 e 500 vezes (Figura 5.42). Em geral observa-se fracionamento dos elementos mais leves em relação aos intermediários e destes em relação aos mais pesados, em parte similar ao observado nos padrões de clinopiroxênio (Figura 5.43).

Em média as rochas graníticas apresentam fatores de enriquecimento mais altos quando comparadas às rochas gabro-dioríticas, mas o padrão geral dos elementos é muito similar. As razões (La/Yb)_N e (Dy/Yb)_N variam entre 1,9 – 3,3 e 1,3-1,5, respectivamente. A anomalia negativa de Eu é mais/menos acentuada quando comparada à observada para o clinopiroxênio, com valores Eu/Eu* entre 0,03 e 0,19. A exemplo dos clinopiroxênios, os elementos leves distribuem-se desenhando suave concavidade, que é e geral típica destes minerais.

Comparativamente com clino- e orto-piroxênio, o anfibólio apresenta as mais elevadas razões (La/Zr)_N, as quais se situam entre 5,6 e 28.



Figura 5.42: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para anfibólio das principais litologias dos Plutons Palermo e Rio Negro.



Figura 5.43: Diagrama multielementar normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para anfibólio das principais litologias dos Plutons Palermo e Rio Negro.

5.2.3. Plagioclásio

No caso de plagiclásio, também foram obtidas análises representativas para gabro-dioritos e granitos. O padrão de ETRs deste mineral nestas rochas é limitado aointevalo entre La e Gd, devido ao fato que de os elementos mais pesados que o Gd encontra-se próximos ou abaixo dos limites de detecção (cf. Anexo V, Tabela 03).

Os padrões mostram forte fracionamento na região dos elementos leves, com razões $(La/Sm)_N$ entre 0,84 e 1,42 e graus de enriquecimento relativos ao condrito entre 1 e 50, os padrões das rochas mais máficas sendo mais enriquecidos quando comparado ao das rochas graníticas mais félsicas (Figura 5.44). Destacam-se nos padrões as típicas anomalias positivas de Eu, com valores Eu/Eu* entre 9,33 e 90,00. Os diagrmas multielementares mostram fortes anomalias negativas de Cs e Zn, Rb, Sr e Pb. Comparativamente às rochas gabro-dioríticas, as rochas graníticas mostram teores inferiores de Sr e Ba (ver também Anexo V, Tabela 01).

Os padrões multielementares, por sua vez (Figura 5.45), destacam as anomalias positivas, em geral igualmente mais acentuadas nas rochas mais máficas, para, além do Eu, Ga (8 vezes o condrito), Sr e Ba (ca. 100 vezes o condrito).



Figura 5.44: Diagrama ETR normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para plagioclásio das rochas dioríticas e monzograníticas dos Plutons Palermo e Rio Negro.



Figura 5.45: Diagrama multielementar normalizado para condrito (Taylor and McLennan, 1985) para plagioclásio das rochas dioríticas e monzograníticas dos Plutons Palermo e Rio Negro.

5.2.4. Quartzo

Análises para quartzo foram obtidas para rochas híbridas e graníticas (cf. Anexo V, Tabela 04). Em geral, os elementos que merecem destaque são Li, Na, K, Al e Ti. Nas rochas híbrida, os teores (ppm) deste elementos variam situam-se nos intervalos 15-24, 10-17, 26-66, 31-59 e 121-138, respectivamente, enquanto na amostra graníticas, os teores encontram-se entre 4-8, 16-26, 46-92, 44-62 e 50-78, respectivamente. Assim, em média os teores em Li e Ti são superiores nas rochas mais máficas, enquanto os de Na, K e Al são maiores nas rochas mais félsicas. Valores significativos foram encontrados também para Th, até ca. 3 e 22 ppm para as amostras mais máfica e mais félsica, respectivamente. Elementos como Mn, Cu, Ga, Ge, Rb, Sn situam-se sempre próximos ou mesmo abaixo do limite de detecção do método.

6. Parâmetros intensivos de cristalização

Neste capítulo os resultados obtidos e/ou disponíveis em literatura referentes a geologia, petrografia e química de minerais e rochas são empregados com apoio da literatura sobre o tema para estimar condições de pressão, temperatura e fugacidade de O_2 (f_{O2}) quando da colocação e/ou cristalização dos magmas que geraram as rochas graníticas e gabro-dioríticas dos Plutons Palermo e Rio Negro.

Por simplicidade os dados e resultados são apresentados e discutidos simultaneamente para estes dois plutons.

6.1. Estimativas para pressões litostáticas

Evidências geológicas e petrográficas

As evidências geológicas e petrográficas disponíveis para os diversos plutons da Província Graciosa estudados em maior detalhe indicam que os magmas que originaram as diferentes rochas aflorantes (granitos, sienitos e dioritos) se colocaram em níveis crustais relativamente rasos. Citam-se como exemplos a associação regional com bacias vulcano-sedimentares e a ocorrência de rochas vulcânicas tipicamente bimodais aliadas a presença recorrente de estruturas miarolítticas e de texturas micro-granofíricas em diversas ocorrências graníticas e/ou sieníticas (cf. discussão em Gualda e Vlach, 2007 a e b; Vilalva, 2007).

Estes autores também discutem as dificuldades para a obtenção de valores absolutos mais precisos devido a ausência de paragêneses minerais adequadas ou às composições químicas das fases minerais presentes em geral distintas das composições utilizadas em experimentos de calibração. Assim, de uma forma geral, sugerem valores variáveis entre 0,8 e 2,0 kbar para os diversos plutons estudados. Nas rochas estudadas dos Plutons Palermo e Rio Negro, a situação não parece ser muito distinta e dados preliminares, calculados a partir do conteúdo de Al em hornblenda, apresentados por Crisma (2009) apontaram para pressões similares entre 0,9 e 1,8 kar.

Apresentam-se a seguir os fundamentos para a aplicação da geotermometria Al-em-hornblenda bem como os resultados obtidos considerando-se os dados disponíveis, obtidos por Crisma (2009) e os dados novos apresentados neste trabalho.

Geobarômetro Al-em-hornblenda

A sugestão inicial de que o conteúdo de AI em hornblenda comum relaciona-se com a pressão de cristalização foi apresentada por Hammarstrom and Zen (1986), a partir de considerações empíricas obtidas em plutons de natureza cálcio-alcalina. Segundo os autores, em granitóides com a paragênese tamponadora quartzo + feldspato alcalino + plagioclásio (An25-35) + hornblenda + biotita + óxidos de Fe e Ti + titanita +fluído + *melt*, a correlação entre o teor em AI do anfibólio e a pressão litostática apresenta comportamento linear, dado pela equação:

$$P(\pm 3 \text{ kbar}) = 3,92 \pm 5,03 \text{ Al}^{T}$$
(1)

em que AIT é o conteúdo total de AI no anfibólio, expresso em cations por fórmula unitária (c.p.f.u.).

Hollister et al. (1987), considerando dados adicionais, propuseram uma nova calibração que, segundo os autores, seria mais precisa, expressa pela seguinte equação:

$$P(\pm 1 \text{ kbar}) = -4,76 \pm 5,64 \text{ Al}^{T}$$
 (2)

Johnson and Rutherford (1989) foram os primeiros autores a calibrarem experimentalmente o geobarômetro *Al-em-hornblenda* utilizando fluídos CO₂-H₂O para estabilizar a relação do sólido com altas temperaturas (780° a 740°C), obtendo a expressão, em princípio algo mais precisa que as equações (1) e (2):

$$P(\pm 0,5 \text{ kbar}) = -3,46 + 4,23 \text{ Al}^{T}$$
 (3)

Schmidt (1992) calibrou experimentalmente *este geobarômetro* em tonalitos, sob condições de saturação em H₂O, P = 2,5 - 13 kbar e T = $655^{\circ} - 700^{\circ}$ C, obtendo:

$$P(\pm 0.6 \text{ kbar}) = -3.01 \pm 4.76 \text{ Al}^{T}$$
 (4)

Uma das limitações dos equações acima apresentadas está no fato de que elas não consideram o efeito da temperatura nas substiuições catiônicas na estrutura dos anfibólios cálcicos (cf. discussão em Anderson and Smith, 1995, entre outros). De acordo com estes últimos autores, para o intervalo entre 600° e 800°C, os efeitos da temperatura poderiam se acomodados pela seguinte equação:
$P (\pm 0.6 \text{ kbar}) = 4.76 \text{Al}^{T} - 3.01 - ([T - 675]/85] \times \{0.530 \text{Al}^{T} + 0.005294[T]) - 675]\}(5)$

em que a temperatura é dada em °C.

Nas rochas estudadas dos Plutons Palermo e Rio Negro, a assembléia mineralógica hornblenda + biotita + titanita + apatita (+ quartzo + feldspato alcalino + plagioclásio) é típica da maioria das rochas dioríticas, monzoníticas e graníticas, assim a aplicação do geobarômetro *Al-em-hornblenda* pode ser considerada, uma vez que a entrada de Al na estrutura do anfibólio através da substituição edenítica de tipo:

$$\Box^{A} Si^{4+} \leftrightarrow Na^{A} Al^{3+} \tag{6}$$

é favorecida pelo aumento da pressão (verdiscussões adicionais em Anderson, 1996 e Anderson & Smith, 1995).

As pressões obtidas, considerando as correções para os efeitos de temperatura e fugacidade de O (Anderson & Smith, 1995), situam-se entre 0,9 e 1,8 (\pm 0,6) kbar para as rochas do Pluton Rio Negro e entre 1,8 e 3,2 (\pm 0,6) kbar para as rochas do Pluton Palermo. Estes resultados podem ser apresentados de forma gráfica, através de diagramas em que se plotam os valores determinados para o número de Fe [fe# = FeT/(FeT+Mg)] vs. a quantidade de Al^T utilizando-se das linhas isobáricas definidas pelos mesmos autores, os quais também ressaltam que os erros podem são relativamente elevados, entre 33 e 67 % relativo. Os nossos resultados são apresentados nas Figuras 6.1 e 6.2.

Uma característica típica de ambos os diagramas é o aumento grosso modo exponencial de fe# com Al^T. Assim as rochas mais máficas apresentam valores menores para fe# e, portanto, pressões litostáticas, enquanto que as rochas graníticas mais félsicas apresentam valores para fe# e Al^T mais elevados, sugerindo pressões de cristalização mais altas, que alcançam valores próximos a 4 kbar (ca. 12 km de profundidade). As evidências geológicas não parecem suportar uma interpretação de que os magmas graníticos cristalizaram a pressões muito mais elevadas que os magmas básico-intermediários, pelo contrário, as evidências recorrentes de coexistência e mistura parcial entre eles parecem indicar que cristalizaram em condições de pressão similares. Neste sentido, é importante salientar que a calibração indicada por Anderson & Smith (1995) foi baseada em dados que não contemplam composições de anfibólio com valores relativamente altos de fe# como os encontrados

nas rochas mais evoluídas dos Plutons Palermo e Rio Negro. Neste sentido, seguindo as sugestões de Gualda & Vlach (2007a,b) e evidências petrográficas sugestivas de pressões relativamente baixas de cristalização observadas em alguns dos granitos, acredita-se que valores superiores a ca. 2 kbar para a pressão litostática são superestimados e não representam condições reais. O aumento sistemático de fe# em função de Al^T sugere algum controle composicional adicional que ainda não foi considerado nas calibrações deste geobarômetro.



Figura 6.1: Diagrama Fe^T/(Fe^T+Mg) x Al^T (Anderson & Smith, 1995), ilustrando possível intervalo de pressão de cristalização de anfibólio em dioritos e rochas híbridas do Pluton Rio Negro. Representam-se também limites qualitativos para condições (baixa, intermediária e alta) de fugacidade de O2.



Figura 6.2: Diagrama Fe^T/(Fe^T+Mg) x Al^T (Anderson & Smith, 1995), ilustrando possível intervalo de pressão de cristalização de anfibólio em dioritos, monzo-sienogranitos, álcali-feldspato granitos e rochas 96

híbridas do Pluton Rio Palermo. Representam-se também limites qualitativos para condições (baixa, intermediária e alta) de fugacidade de O2.

6.2. Estimativas para temperaturas

Temperaturas de saturação de zircão e apatita

A concentração em líquidos magmáticos dos elementos traços ou menores por vezes denominados de constituintes estruturais essenciais, ou seja aqueles que se encontram concentrados praticamente em uma única fase mineral que precipita do liquido, dependem diretamente da temperatura e permite estimar as temperaturas de saturação, ou seja temperaturas nas quais a fase mineral em questão inicia a sua cristalização.

Assim, a utilização do geotermômetro saturação de zricão e apatita partem do princípio de que o coeficiente de partição (D) cristal/líquido do Zr e do P é função da temperatura, que, admitindo-se que a concentração de Zr em zircão e P em apatita é mais ou menos constante, pode ser determinada a partir das concentrações destes elementos em rocha total representativa do líquido original.

Os dados obtidos para Zr e Ap em rocha total por Harara (2001) são utilizados a seguir para estimar estas temperaturas de saturação de zircão e apatita, respectivamente, a seguir.

As estimativas para temperaturas de saturação em zircão se baseiam nos experimentos Watson & Harrison (1984, ver também Harrison & Watson, 1984 e Watson, 1987), e foram efetuadas a partir das equações:

$$InDZr(zir/liq) = [-3,80-[0,85^{*}(M-1)]] + 12900/(T-273)$$
(7)

em que T é dada em °C e

$$M = ([(Na + K + 2 Ca)/(Si * Al)])$$
(8)

com valores elementais expressos em cátions.

No caso da apatita foi utilizada a equação de Harrison & Watson (xxxx), proposta na forma:

$$InDP(ap/liq) = (8400 + 2,64^{*}(SiO_{2}-0.5)^{*}1E4)/(T-273)$$
(9)

97

em que SiO₂ é expresso em % em peso e T é dada em °C.

Os resultados obtidos são representados de forma gráfica nas figuras 6.3 e 6.4. De forma geral, os valores encontrados situam-se no intervalo entre 780 e 1030 °C, sendo similares as temperaturas estimadas para rochas similares de outras ocorrências da província (cf. Gualda & Vlach, 2007 a e b).





As rochas graníticas apresentam temperaturas de saturação em geral similares de apatita e zircão, que variam entre ca. 800 e 950 °C. Admitindo-se que nestas rochas zircão e apatita são fases minerais de cristalização precoce ou mesmo fases de líquidus, estas temperaturas são uma boa estimativa para as temperaturas dos líquidos originais e são similares às temperaturas obtidas para magmas graníticos de tipo-A em geral (citar referências).

No caso das rochas mais máficas, gabro-dioríticas, certamente zircão não é uma fase de cristalização precoce, o que explica os valores mais baixos para a temperatura de saturação de zircão nestas rochas, similares ou mesmo inferiores aos observados para as rochas graníticas. Nestas rochas, uma melhor aproximação para as temperaturas de líquidus é dada pelas temperaturas de saturação de apatita, as quais alcançam valores até ca. 1050 °C.



Figura 6.4: Diagrama T_{Zr}(°C) x T_{Ap}(°C) para o Pluton Rio Negro

Termometria de equilíbrio entre orto- e clinopiroxênio

O geotermômetro de equilíbrio entre orto- e clinopiroxênio é um dos mais clássicos e muito importante na literatura petrológica (eg., Blundy & Holland, 1990). É importante salientar também que as determinações de temperatura independem das condições de oxi-redução e da atividade da sílica e dependem muito pouco da pressão litostática do ambiente de cristalização (ver também Wood & Banno (1973), Kretz (1982) e Andersen et al. (1998).

Nas amostras das rochas gabro-dioríticas estudadas, as texturas observadas sugerem que orto- e clinopiroxênios não estiveram em equilíbrio durante todas as etapas da sua critalização e prossivelmente o clinopiroxênio seja de cristalização posterior, possivelmente originado a partir de uma reação peritética entre ortopiroxênio e líquido magmático. Por outro lado, em algum momento durante a cristalização estes dois minerais coexistiram e parece razoável fazer um exercício de avaliação de temperatura. Todavia, parece claro, que em algum momento durante a cristalização, estes dois minerais coexistiram, permitindo dessa forma, um exercício de avaliação da temperatura para as rochas dioríticas, através do equilíbrio do par ortopiroxênio-clinopiroxênio.

Os cálculos foram efetuados com o programa QUILF, elaborado po Andersen (1993), assumindo-se uma pressão litostática de 1,5 kbar. Os resultados obtidos para os diversos pares considerados (núcleo-núcleo e borda-borda, cf. Anexo IV, Tabelas 1a, 1b, 2a e 2b)) situam-se entre os limites mínimo de 880°C e máximo de 938°C.

Deve ser destacado, entretanto que os erros associados são relativamente elevados, variando entre 67°C e 110°C, respectivamente.

Estes intervalos de temperatura são perfeitamente compatíveis com temperaturas esperadas para a formação destas fases essenciais, as quais são relativamente precoces na história de cristalização destas rochas.

Termometria de equilíbrio entre plagioclásio e anfibólio cálcico

O geotermômetro anfibólio-plagioclásio se baseia no Al^{IV} contido no anfibólio coexistente com o plagioclásio, de acordo com as reações de equilíbrio:

edenita + albita \leftrightarrow richerita + anortita (10) edenita + 4 quartzo \leftrightarrow tremolita + albita (11) pargasita + 4 quartzo \leftrightarrow hornblenda + albita (12)

como descrito em detalhe por Holland e Blundy (1994). Posteriormente, foi otimizado pela inclusão das necessárias correções para os efeitos de pressão litostática e das condições de oxi-redução por Anderson & Smith (1995). Em princípio, pode ser aplicado tanto para sistemas supersaturados em sílica (apresentando quartzo modal), como para sistemas subsaturados.

A partir da calibração com base nas reações de equilíbrio (10), (11) e (12), estes últimos autores apresentaram a seguinte formulação:

$$T = (0,677P - 48,98 + Y)/(-0,0429 - 0,008314Ln K), \text{ com } K = [(Si - 4)/(8-Si)]^* X^{Plag}_{Ab}$$
(13)

Em que Si representa o número de átomos de Si por fórmula unitária (c.p.f.u.) a pressão é dada em kbar e a temperatura em °K. Para $X_{Ab} > 0,5$, Y = 0, e para $X_{Ab} \le 0,5$, Y = -8,06 + 25,5 (1- X_{Ab})². O resultado final apresentaria uma precisão no intervalo de ca. 35° a 75°C.

Os resultados obtidos para as rochas gabro-dioríticas situam-se no intervalo entre ca. 763° e 814°C, enquanto que as rochas graníticas resultam em valores entre 797° e 833°C (os álcali-feldspatos granitos entre 817° e 829°C) e os quartzo monzonitos entre 809° e 836°C. O erro médio estimado é da ordem de ca. ± 50°C.

Os resultados obtidos para cada par considerado isoladamente para cada

amostras de cada um dos plutons estudados são ilustrados nas Figuras 6.5 (Pluton Palermo) e 6.6 (Pluton Rio Negro).



Figura 6.5: Histogramas mostrando as variações de temperaturas em mesmas amostras do Pluton Palermo. (a) Gabro-Dioritos, (b) Monzo- e sienogranitos e (c) Quartzo Monzonitos.



Figura 6.6: Histogramas mostrando as variações de temperaturas em mesmas amostras do Pluton Rio Negro. (a) Gabro-Dioritos e (b) Rochas Híbridas.

Os resultados obtidos parecem bem adequados e compatíveis com uma história magmática de cristalização. Neste aspecto, particularmente no caso das rochas graníticas, os resultados entre ca. 790 °C e 850 °C são sistematicamente superiores aos determinados por Gualda & Vlach (2007b) para as rochas graníticas da região da Serra da Graciosa, os quais situam-se mais tipicamente próximos ao sólido do sistema, com temperaturas entre ca. 750 °C e 660 °C. Se estas diferenças representam diferenças reais de temperatura de cristalização ou, alternativamente, representam algum efeito composicional é um tema que mereceria estudos mais detalhados no futuro.

Termometria Ti-em-quartzo

O potencial geotermométrico do conteúdo de Ti em quartzo em substiuição ao Si foi enfatizado inicialmente por Wark & Watson (2006) que propuseram o geotermômetro denominado *Titanic*. Com base em dados experimentais entre outros, estes autores desenvolveram a seguinte equação simplificada para a determinação de temperatura:

$$Log (X^{qtz}_{Ti}) = (5,69 \pm 0,02) - [(3765 \pm 24)/T(K)]$$
(13)

Neste trabalho foi utilizada a formulação mais completa destes autores, a qual permite considerar a atividade de Ti no magma e apressão de cristalização:

$$T = (3765/(Log(C_{Ti}/a_{TiO2})-5,69))-273$$
(14)

em que C_{Ti} e a_{TiO2} representam a concentração de Ti no quartzo (em ppm) e a atividade de TiO₂ no sistema e T é dada em °C.

A partir dos dados quantitativos obtidos para Ti em cristais selecionados de quartzo (cf. Anexo V, Tabela 1) e considerando-se valores de 0,7 e 1,5 kbar para a atividade de $TiO_2 = 0,7$ e pressão litostática, respectivamente, foram obtidos valores no intervalo entre 817° e 836°C para rochas granodioríticas do Pluton Rio Negro e entre 711° e 760°C para os monzogranitos do Pluton Palermo. No caso das rochas graníticas, estes valores parecem um pouco subestimados, uma vez que o quartzo certamente foi uma fase que iniciou a cristalização relativamente cedo neste sistema.

6.3. Estimativas para condições redox de cristalização

Estimativas qualitativas para as condições redox de cristalização podem ser efetuadas a partir dos valores do número de fe# obtidos para os anfibólios e para as biotita que se encontra em equilíbrio com feldspato potássico e magnetita, seguindo as sugestões e comparando com ocorrências similares estudadas em detalhe por Anderson & Smith (1995) e Anderson et al. (2008).

Um dos problemas destes diagramas está no fato de que o parâmetro fe#, como utilizado, considera os valores totais de Fe (Fe^T) dada a dificuldade de

determinação adequada das relações Fe³⁺/Fe²⁺ com microssonda eletrônica, particularmente no caso de biotita. De qualquer forma, como avaliação preliminar qualitativa representa um bom guia geral.

No caso dos anfibólios, nas Figuras 6.1 e 6.2 foram desenhados contornos aproximados para os limites entre campos representativos de condições de f_{O2} baixa, intermediária e alta, respectivamente, de acordo com Anderson & Smith (1995). Os dados para os plutons estudados apontam para condições de oxidação relativamente altas a intermediárias para as rochas mais máficas, gabro-dioríticas, e intermediárias a baixas para as rochas monzoníticas, híbridas e graníticas. Ente estas últimas vale a pena destacar que os sienogranitos e, em especial os álcali-feldspato granitos teriam se formada em condições de f_{O2} bem baixas, em ambientes relativamente reduzidos.

No caso de biotita, os resultados sugerem condições f_{O2} altas para as rochas gabro-dioríticas, f_{O2} intermediárias a altas para rochas híbridas (quartzo monzonitos e granodioritos), f_{O2} intermediárias para monzogranitos e f_{O2} baixas para álcali-feldspato granitos (Figura 6.7).





Figura 6.7: Composição de biotita para as principais litologias do Pluton Palermo e Rio Negro e f_{O2} aproximado relativo para quartzo-fayalita-magnetita (QFM) (assumindo $P_{H2O} = P_{total}$), baseado na calibração de Wones (1981).

Os resultados de f_{O2} obtida, tanto para biotita como para anfibólio, são semelhantes.

No caso das rochas graníticas da associação aluminosa de outras ocorrências da província, Vlach e Gualda (2007) sugerem baseados nas paragêneses minerais com anfibólio cálcico, biotita, magnetita, ilmenita, titanita e allanita, condições relativamente oxidantes de cristalização, próximas ao tampão TMQAI (Wones, 1989). Os resultados aqui apresentados para as rochas graníticas sugerem em contrapartida condição menos oxidantes. Estas discrepâncias observads podem estar relacionadas (1) a ausência de uma calibração mais adequada para o referido tampão e/ou (2) ao problema da não consideração das relações Fe³⁺/Fe²⁺ nos minerais considerados.

7. Considerações finais e conclusões

Os Plutons Neoproterozóicos Palermo e Rio Negro que afloram na região do Alto Rio Negro são ocorrências muito características da Provincia Graciosa de granitos e sienitos de tipo-A, conforme definida por Gualda & Vlach (2007a). Correspondem a plutons tipicamente zonados (Harara, 2001) e que se caracterizam particularmente pela relativa abundância de rochas máfico-intermediárias, gabro-dioríticas, quando comparados as demais ocorrências da província. Os dados litogeoquímicos prévios de Harara (2001) indicam que as rochas graníticas principais destes plutons apresentam, como esperado, assinaturas típicas de magmatismo intra-placa, destacando-se os seus caráteres alcálico a álcali-cálcico e ferroano. As rochas gabro-dioríticas são cálcicas e magnesianas. Rochas híbridas originadas pela interação de magmas graníticos e básico-intermediários apresentam características intermediárias a estes grupos principais.

Características petrográficas

As rochas graníticas de ambos os plutons são predominantes apresentam texturas com granularidades e granulações variadas e correspondem tupicamente a monzo- e sieno-granitos. Quartzo monzonitos e álcali-feldspato granitos são subordinados. A mineralogia máfica típica inclue biotita e anfibólcio cálcico, enquanto os minerais acessórios caracterítiscos são titanita ± allanita, zircão, apatita e minerais opacos (magnetita e ilmenita predominantes). Fluorita é ocasional. As características petrográficas destas rochas permitem incluí-las na associação petrográfica aluminosa da província (Vlach et al., 1990; Gualda & Vlach, 2007), caracterizada por rochas graníticas *subsolvus* metaaluminosas a moderadamente peraluminosas.

Os álcali-feldspato granitos que afloram nestes plutons apresentam algumas características distintas. Algumas amostras apresentam anfibólio cálcico como mineral máfico praticamente único e feldspato alcalino mesopertítico. Adicionalmente, pelo menos uma amostra contém, entre os minerais acessórios astrofilita, o que parece indicar, juntamente com uma variedade de anfibólio algo mais sódica que aparece como mantos no anfibólio cálcico predominante, uma certa tendência peralcalina ao caráter metaluminoso dominante. Estas variedades merecem estudos mais detalhados para investigar o seu significado no contexto das associações petrográficas reconhecidas na província.

As rochas máfico-intermediárias são texturalmente mais homogêneas, equi- a levemente inequigranulares de granulações finas a médias e incluem principalmente

gabro-dioritos e quartzo monzogabros-monzodioritos, apresentando plagioclásio no intervalo composicional entre labradorita e andesina. A maioira das amostras é caracterizada pela presença de clinopiroxênio augítico, anfibólio cálcico e biotita. Algumas, entre as amostras mais máficas, apresentam tipicamente clinopiroxênio augítico acompanhado por ortopiroxênio (En₅₀₋₆₀), uma característica aparentemente única quando se comparam estas rochas com as demais rochas máfico-intermediárias conhecidas que afloram em outras ocorrências da província (e.g., Vlach & Gualda, 2007a,b). A presença de ortopiroxênio parece sugerir uma afinidade originalmente de caráter toleítico, ou pelo menos cálcio-alcalino, para os magmas que geraram estas rochas.

Rochas híbridas afloram geralmente nas zonas limítrofes entre as ocorrências de granitos e gabro-dioritos, conforme mapeadas por Harara (2001). Correspondem principalmente a granodioritos de características metaluminosas que apresentam anfibólio cálcico e biotita como minerais máficos essenciais e titanita, allanita, minerais opacos, zircão e apatita como acessórios. Estas rochas apresentam micro-estruturas e texturas muito variadas, as quais são indicativas, em geral de situações de desiquilíbrio quando da sua cristalização, ocasionadas por processos de coexistência e mistura parcial entre magmas ácidos e magmas básico-intermediários, destacando-se as texturas de quartzo ocelar, quartzo manteado por minerais máficos (anfibólio, biotita) e texturas rapakivi e anti-rapakivi.

Características químicas dos minerais máficos principais

Nas rochas gabro-dioríticas, os piroxênicos apresentam composições relativamente homogêneas. O clinopiroxênio é uma augita (diopsídio na classificação de Morimoto et al., 1988) com intervalo composicional En₃₅₋₄₁Fs₁₂₋₂₀Wo₄₇₋₅₀; o ortopiroxênio é uma enstatita, com composições no intervalo En₅₂₋₅₇Fs₄₁₋₄₇Wo₁₋₆, portanto com valores médios inferiores para o parâmetro mg#. Os anfibólios se classificam como Mg- e Fe-hornblenda, com valores mg# principalmente entre 0.4 e 0,6 e a biotita corresponde a termos intermediários na série flogopita-annita.

Entre as rochas graníticas mais típicas, ambos, anfibólio e biotita apresentam variações composicionais mais significativas. Os anfibólios das rochas graníticas principais correspondem a Fe-horblenda e Fe-edenita, no caso dos álcali-feldspato granitos é uma Fe-edenita com valores significativamente inferiores para o parâmetro mg# (< 0,2). A biotita apresenta, comparativamente à observada nas rochas mais máficas, valores menores para ^{IV}AI e parâmetros mg# mais baixos, correspondendo

mais tipicamente a annitas. No caso dos álcali-feldspato granitos mais típicos ocorrre annita com mg# < 0,1. Em geral existe uma correlação inversa entre os valores de mg# e Na nos anfibólios e, nos casos em que os cristais mostram zonamento composicional, as zonas de borda são variavelmente mais ricas em Na e Fe.

Em geral as composições de anfibólio e biotita das rochas granodioríticas, tipicamente híbridas, são comparáveis, observando-se valores intermediários para os parâmetros mg#.

Em relação as assinaturas de elementos traços, o ortopiroxênio é caracterizado por padrões de terras raras que indicam fracionamento das terras raras leves em relação as pesadas, enquanto os clinopíroxênios mostram padrões mais horizontais, sem fracionamento muito marcado entre estes grupos de elementos. Em ambos os casos anomalias negativas de Eu são bem marcadas. No caso dos anfibólios os padrões guardam grande similaridade com os observados para os clinopiroxênios. Os dados obtidos para gabro-diorito mostram, como era esperado, que o conteúdo total em elementos terras rara aumenta do ortopiroxênio (1-10 vezes o condrito) para o clinopiroxênio (50-70 vezes) e deste para o anfibólio (100-300 vezes). Vale a pena destacar também que, no caso dos anfibólios, os padrões revelam, em geral, que o anfibólio das rochas graníticas apresenta teores totais médios em terras raras superiores aos observados para as rochas gabro-dioríticas.

Os padrões multielementais destacam particularmente anomalia positiva de Y no ortopiroxênio e anomalias negativas bem marcadas de elementos incompatíveis de raio grande no clinopiroxênio, uma característica não muito distinta da observada no caso dos padrões de anfibólio.

Condições de cristalização

A partir dos dados de química em rocha total disponíveis no trabalho pioneiro de Harara (2001) e dados obtidos para as composições químicas das fases minerais presentes nas rochas estudadas, foram efetuadas diversas estimativas para os parâmetros intensivos de cristalização (P, T e f_{O2}).

As estimativas de pressão, efetuadas através do geobarômetro Al-em-anfibólio (Anderson & Smith, 1995) resultaram em valores entre 0,9 e 3,6 kbar. Fato relevante é a constação de que estes valores mostram aumento progressivo com o parãmetro fe# (= 1- mg#) dos anfibólios analisados e confirmam que os valores mais elevados, obtidos particularmente para as rochas graníticas, não devem ser tomados como adequados, uma vez que o referido geobarômetro não foi calibrado para estas composições mais ferroanas. De fato, a exemplo de outras ocorrências da província, as evidências estruturais e texturais são indicativas de pressões litostáticas de cristalização em geral inferiores a ca. 2 kbar (cf. Vlach & Gualda, 2007).

As temperaturas de satuação de zircão e apatita variam nos intervalos 600-900 °C e ca. 800-1000 °C respectivamente. No caso das rochas gabro-dioríticasos valores obtidos para temperaturas de saturação em apatita, pouco superiores a 1000 °C devm se aproximar de temperaturas de liquidus do sistema, uma vez que, nestas rochas, apatita é um acessório de cristalização relativamente precoce. As temperaturas bais baixas obtidas para a saturação de zircão, por sua vez, devem corresponder a temperaturas reinantes quando frações significativas do sistema já eram constituídas por fases sólidas, uma vez que as texturas indicam que a cristalização do zircão foi relativamente tardia. No caso das rochas graníticas as temperaturas são similares e relativamente elevadas (ca. 850-900 °C) uma característica típica do magmatismo de tipo A (*e.g.*, King et al., 1997).

Nas rochas gabro-dioríticas, as temperaturas para o equilíbrio ortopiroxêniocliopiroxênio (Andersen et al., 1998) revelaram valores variáveis entre ca. 880° e 940°C, valores compatíveis com as temperaturas de liquidus obtidas para a saturação em apatita e sugerem que estas fases minerais (principais fases máficas nestas rochas) coprecipitaram durante um intervalo de tempo significativo da cristalização magmática. O geotermõmetro baseado no equilíbrio entre plagioclásio e anfibólio cálcico (Holland & Blundy, 1994) resultou em valores entre ca. 750 e 820 °C para estas rochas, em concordância com a cristalização mais tardia do anfibólio, já mais próxima do solidus do sistema. No caso das rochas graníticas, os valores obtidos para este equilíbrio situam-se entre ca. 750 e 850 °C, os valores mais elevados correspondendo aos álcali-feldspato granitos e quartzo monzonitos e sugerem, em acordo com os dados texturais que anfibólio e plagioclásio estiveram em equilíbrio em fases relativamente precoces da cristalização destes magmas.

Adicionalmente foram obtidas também avaliações de temperaturas a partir dos teores de Ti-em-quartzo (Wark & Watson, 2006). Os resultados situam-se entre 817 e 836°C e 711 a 760°C para granodioritos híbridos e monzogranitos, respectivmante.

Em geral, os valores apresentados para as temperaturas são compatíveis com dados experimentais e resultados obtidos para ocorrências similares em outros continentes (e.g., Johannes & Holtz, 1996; King *et al.*, 1997).

As condiçoes oxi-red de cristalização dos líquidos ácidos e básicointermediários não podem ser quantiticadas adequadamente pela ausência de paragêneses minerais específicas e nos casos da coexistência de magnetita e 109 ilmenita, a mangnetita encontra-se invariavelmente exsolvida, com composições praticamente puras. Nas rochas graníticas principais e, possivelmente na maioria das rochas máfico-intemrediárias e híbridas, a associação entre anfibólio cálcico, biotita, titanita e quartzo, além de magnetita e ilmenita, sugere condições relativamente próximas ao tampão qualitativo TMQAI (Noyes et al., 1983; Wones, 1989), indicando condições relativamente oxidantes, cerca de 2 unidades log em relação ao tampão QfM para as temperaturas estimadas, estimativas que são similares as sugeridas por Vlach & Gualda (1997) e Vilalva & Vlach (no prelo).

Seguindo a lógica de Anderson et al. (2008), os valores obtidos para o parâmetro fe# em anfibólio e biotita nas amostras portadoras de feldspato alcalino e magnetita sugerem valores variáveis, mas que, à exeção dos álcali-feldspato granitos, se formaram em condições de oxidação similares ou superiores as do tampão QFM, com ca. $0 \le \Delta$ QFA ≤ 2.5 , mais elevados também para as rochas relativamente mais máficas. No caso dos álcali-feldspato granitos as condições seriam francamente redutoras, dados aos valores fe# próximos a unidade. Entretanto, merece ser destacado que estas estimativas consideram apenas os valores de Fe^T, não discriminando entre Fe⁺² e Fe⁺³ e devem ser consideradas com cautela, a exemplo das inferências feitas com o tampão TMQAI.

8. Bibliografia

- ANDERSEN, D. J.; LINDSLEY, D. H.; DAVIDSON, P. M. 1993. QUILF: a Pascal program to assess equilibria among Fe-Mg-Ti oxides, pyroxenes, olivine and quartz. Computers in Geosciences, **19**: 1333-1350.
- ANDERSEN, D. J.; LINDSLEY, D. H.; DAVIDISON, P. M. 1998. *Quilf version 6.42*: a PASCAL program to assess equilibria among Fe-Mg-Ti oxides, pyroxenes, olivine and quartz.
- ANDERSON, J. L.; SMITH, D. R. 1995. The effect of temperature and oxygen fugacity on Al-in-hornblende barometry. *American mineralogist*, **80**:549-559.
- ANDERSON. J. L. 1996. Status of thermobarometry of granitic batholiths. *Transactions* of the Royal Society of Edimburgh (Earth Sciences), **87**:125-138.
- ANDERSON, J. L.; BARTH, A. P.; WOODEN, J. L.; MAZDAB, F. 2008. Thermometers and Thermobarometers in Granitic Systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **69**: 121-142.
- BASEI, M. A. S., SIGA JR., O., MACHIAVELLI, A., MANCINI, F., 1992. Evolução tectônica dos terrenos entre os Cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR-SC). *Revista Brasileira de Geociências*, **22**:216-221.
- BASEI, M. A. S.; CITRONI, S. B.; SIGA JR., O. 1998. Stratigraphy and age of Fini-Proterozoic Basins of Paraná and Santa Catarina States, southern Brazil.
 Boletim do Instituto de Geociências USP, Série Científica, 29:195-216.
- BASEI, M. A. S.; SIGA JR, O.; REIS NETO, J. M.; PASSARELLI, C. R.; PRAZERES,
 H. J.; KAULFUSS, G.; SATO, K & LIMA, P. S. De. 1999 Paleoproterozoisc
 granulitic Belts of Brazilian soutern Region (PR-SC). In: II south American
 Symposium on Isotopic Geology, Actas, p..291-294., Cordoba, Argentine.
- BASTIN, G. F.; HEIJLIGERS, H. J. M. 1990. Progress in electron-probe micro-analysis. *Materialwissenschaft ünd Werkstofftechnik*, **21**:90-92.
- BONIN, B., 2007. A-type granites and related rocks. Evolution of concept, problems and prospects. *Lithos*, **97**:1-29
- BLUNDY, J. D.; HOLLAND, T. J. B. 1990. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer. *Contr. Mineral. Petrolo.*, **104**:208-224.

- CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K. 1971. Estudo geocronológicopelo método Rb/Sr de rochas intrusivas do Grupo Açungui. In: Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 25. SBG, Brasil, pp. 58 67.
- CORDANI, U. G. 1974. Comentários sobre as determinações geocronológicas disponíveis nas Folhas Assunción e Curitiba. In: Monaco, O. A., Zir Filho, J. A., Valentine, N. (Eds.), Carta Geológica do Brasil ao milionésimo, Folha Assunción – SG. 21 e Curitba SG. 22. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, pp 58 – 67.
- CORDANI, U G.; KAUL, P. A. T.; SIGA JR, O. 2000. Geochronology of the neoproterozoic granitoid complexes of the Serra do Mar, Southern Brazil. In: International Geologic Congress, vol. 31. IUGS, Brazil. CD.
- CRISMA, P. R. 2009. Evolução petrográfica e do quimismo de minerais máficos de granitos, sienitos e dioritos dos maciços Rio Negro e Palermo da Região Alto Rio Negro, PR. (Monografia de Trabalho de Formatura apresenta no Instituto de Geociência da Universidade de São Paulo).
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J., 2001. *Rock Forming Minerals V 4a: Framework silicates: Feldspars.* London, The Geological Society. 972p.
- DROOP, G. T. R., 1987. A general equation for estimating Fe³⁺ in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analysis, using stoichiometric criteria. *Mineralogical Magazine*, **51**:431-437.
- EBY, G N., 1990. The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. *Lithos*, **26**:115-134.
- FIGUEIREDO, M. C. H.; BASEI, M. A. S.; MANTOVANI, M. S. M.; FRYER, B. J. 1991. O complexo granulítico de Santa Catarina: um arco insular arqueano? *Boletim IG-USP*: Publicação Especial, v. 9, p. 35-39.
- FROST, B. R.; BARNES, C. G.; COLLINS, W. J.; ARCULUS, R. J.; ELLIS, D. J.; FROST, C. D. 2001. A Geochemical Classification for Granitic Rocks. Journal of Petrology, 42(11):2033-2048.
- FUCK, R. A. 1967. Geologia da Folha de São José do Pinhais. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná, 46 p. (Relatório inédito).

- FUHRMAN, M. L. & LINDSLEY, D. H. 1988. Temary-feldspar modeling and thermometry. *American Mineralogist*, **73**:201-215.
- GARIN, Y.; VLACH, S. R. F.; TASSINARI, C. C. G., 2003. Sr and Nd isotope signatures of A-type alkaline syenites, granites, and associated diorites and hybrid rocks from the Corupá Massiv (SC), Serra do Mar Province, S Brazil. *In*: CBPM/IRD, South American Symposium on Isotope Geology, 4, *Short Papers* (2), p. 556-559.
- GIRARDI, V. A. V. 1974. Petrologia do Complexo Básico-Ultrabásico de Piên PR. São Paulo, 146 p. (Tese de Livre Docência apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- GIRARDI, V. A. V; CORDANI, U. G.; CANDIDA, A.; MELFI, A. J. & KAWASHITA, K. 1974. Geocronologia do Complexo Básico-Ultrabásico pré-Brasiliano de Piên, PR. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre. Resumo das Comunicações. Porto Alegre, SBG, p 532-533.
- GIRARDI, V. A. V. 1976. Geologia e petrologia do Complexo Básico-Ultrabásico de Piên, Paraná. Revista Brasileira de Geociências, **6(2)**:109-124.
- GIRARDI, V. A. V. & ULBRICH, H. H. G. J. 1980. Origin and evolution of the Piên Mafic-Ultramafic Complex, southern Brazil. Journal of Geology, **88(3)**:251-269.
- GOLDSTEIN, J. L.; NEWBURY, D. E.; ECHILIN, P.; JOY, D. C.; ROMIG JR, A. D.; LYAMAN, C. E.; FIORI, C.; LIFSHIN, E., 1992. Scanning electron microspy and X-ray microanalysis. A text for biologists, materials scientists and geology. 2ed, Plenum Press, New York, 820p.
- GUALDA, G. A. R., 2001. Evolução petrográfica e mineralógica das associações alcalina e aluminosa dos granitos tipo-A da Graciosa, PR. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. Inédita. 250p.
- GUALDA, G. A. R., VLACH, S. R. F., 2007. Allanite and chevkinite in A-type granites and syenites of the Graciosa Province, southern Brazil. *Lithos* **97**:98-121.
- GUALDA, G. A. R., VLACH, S. R. F., 2007. The Serra da Graciosa A-type Granites and Syenites, southern Brazil Part 2: Petrographic end mineralogical evolution of the alkaline and aluminous associations. Lithos **93**:310-327.

- GUALDA, G. A. R., VLACH, S. R. F., 2007. The Serra da Graciosa A-type Granites and Syenites, southern Brazil Part 3: Magmatic evolution and post-magmatic breakdown of amphiboles of the alkaline association. Lithos **93**:328-339.
- HAMMARSTROM, J. M.; ZEN, E. A. 1986. Aluminium in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *Am. Mineral.*, **71**:1297-1313.
- HARARA, O. M. M., BASE, M. A. S.; SIGA JR., O., 1995. Perfil Geológico-Geocronológico entre Piên (PR) e São Bento do Sul (SC): Indicação de reativação termo-tectônica Neoproterozóica do Complexo Granulítico de Santa Catarina.*In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5, Gramado. *Boletim de Resumos Expandidos*. Gramado, SBG, p. 382-383.
- HARARA, M. O. 1996. Análise estrutural, petrológica e geocronológica dos litotipos da região de Piên (PR) e adjacências. São Paulo, 196 p (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- HARARA, O. M. M., BASEI, M. A. S.; SIGA JR., O., 1997a. Geochemistry, Geochronology and Tectonic setting of the Granitic Magmatism occurring at Piên region, South Brazil. *In:* Second International Symposium on Granites and Associated Mineralizations (ISGAM), Salvador-Brazil. *Extended Abstracts.* p. 204-205.
- HARARA, O. M. M., BASEI, M. A. S.; SIGA JR., O., 1997b. Geochronological and Geochemical data on the Transition Zone between Luis Alves and Atuba Complexes, South Brazil. *In*: I South America Symposium on Isotope Geology, Campos do Jordão. *Extended Abstracts*. p. 134-136.
- HARARA, O. M. M., 2001. Mapeamento e Investigação Petrológica e Geocronológica dos Litotipos da Região Alto Rio Negro (PR-SC): Um Exemplo de Sucessivas e Distintas Atividades Magmáticas durante o Neoproterozóico III. Tese de doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. 206p.
- HARTMANN, L. A., SILVA, L. C. & ORLANDI, V. 1979. O Complexo Granulítico de Santa Catarina; descrição e implicações genéticas. Acta Geológica Leopoldensia, 6: 153-178.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C. D. R. & COIMBRA, A. M. 1975. The Ribeira Folded Belt. *Revista Brasileira de Geociências*, **5**: 257-266.

- HEILBRON, M. L.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. & JANASI, V. A. 2004. Província Mantiqueira. *In*: V. M. Mantesso-Neto, A. Batorelli, C. D. R. Carneiro & Brito Neves, B. B. (orgs.): *Geologia do Continente Sul-Americano*. São Paulo, Editora Beca, p. 203-234.
- HIBBARD, M., J. 1981. The magma mixing origin of mantle feldspars. Contrib. Mineral. Petrol., **76**: 158-170.
- HIBBARD, M., J. 1991. Textural anatomy of twelve magma-mixed granitoid systems. Enclaves and granite petrology. In: *DIDIER, J. & BARBARIN, B. (eds.), development in petrology. Vol. 3, Elsevier, Amsterdam*, p. 431-444.
- HOLLAND, Y.; BLUNDY, J. 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contribuitions to Mineralogy* and Petrology, **116**: 433-447.
- HOLLISTER, L. S.; GRISSON, G. C.; PETERS, E. K.; STOWELL, H. H.; SISSON, V. B. 1987. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calcic-alkaline plutons. *Am. Mineral.*, **72:** 231-239.
- JOHANNES, W.; HOLTZ, F. 1996. Petrogenesis Experimental Petrologic of Granitic Rocks. Berlin, Springer-Verlag. 335p.
- JOHNSON, M. C.; RUTHERFORD, M. J. 1989. Experimental calibration of the aluminium-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (Califórnia) volcanic rocks. *Geology*, **17**:837-841.
- KAUL, P. F. T. 1984. Significado dos granitos anorogênicos da Suíte Intrusiva Serra do Mar na evolução da crosta do sul-sudeste do Brasil, no âmbito das folhas SG.22 – Curitiba e SG.23 – Iguape. *In:* SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Anais, **6**: p. 2815-1947.
- KAUL, P. F. T.; CORDANI, U. G. 1994. Aspectos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos dos Maciços Graníticos da Serra do Mar no Leste paranaense e vizinhanças. In: Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 38. SBG, Brazil, 2, pp. 371 – 373.
- KAUL, P. F. T. 1997 O Magmatismo na Serra do Mar e adjacências (Sul do Brasil) no final do Neoproterozóico e seus condicionantes Tectônicos. São Paulo, 293 p. (Tese de Doutoramento apresentada no Instituto de Geociências-USP).

- KRETZ, R. 1982. Transfer and exchange equilibria in a portion of the pyroxene quadrilateral as deduced from natural and experimental data. *Geochemical et Cosmochimica Acta, St. Louis*, **46**: 411-421.
- KING, P., L.; WHITE, A., J., R.; CHAPPEL, B., W.; ALLEN, C., M. 1997. Characterization and origin of aluminous A-type granites from Lachland fold belt, southeastern Australia. Journal of Petrology, **38(3)**:371-391.
- 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. A.; MARESCH, W. V.; NICKEL, E. H.; ROCK, N. M. S.; SCHUMACHER, J. C.; SMITH, D. C.; STEPHENSON, N. C. N.; UNGARETTI, L.; WHITTAKER, E. J. W.; YOUZHI, G. Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of The International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **61**:295-321.
- LE MAITRE, R. W., BATEMAN, P., DUDEK, A., KELLER, J. Er AL. 1989. A Classification of Igneous rocks and Glossary of Term: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- LUDWING, K. R. 2003. User's Manual for Isoplot 3.0.: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel, vol. 4. Berkeley Geochronological Center. Special Publication, 71p.
- MACHADO R., GÓIS JR, PLÁ CID J AND CONCEIÇÃO H. 1993. Maciço alcalino de Morro Redondo (Paraná): abordagem petrográfica das fácies vulcânica e plutônica. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC 45, Recife, PE, Brazil, Atas 1: p. 632. SBPC.
- MACHIAVELLI, A. 1991. Os granitóides deformados da Região de Piên (PR): Um provável Arco Magmático do Proterozóico Superior. São Paulo, 89 p (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- MACHIAVELLI, A.; BASEI, M. A. S. & SIGA JR., O. 1993. Suíte Granítica Rio Piên: um arco magmática do Proterozóico Superior na Microplaca Curitiba. *Geochimica Brasilienses*, **7(2)**: 113-129.

- MACKENZIE, W. S.; DONALDSON, C. H.; GUILFORD, C., 1995. Atlas of igneous rocks and their textures. *Longman, Harlow*, 148p.
- MANIAR, P. D. & PICCOLI, P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, **101**:635-643.
- MANTOVANI, M. S. M; SHUKOWSKY, W.; BASEI, M. A. S.; VASCONCELOS, A. C. B. C., 1989. Modelo gravimétrico das principais descontinuidades crustais nos terrenos Pré-Cambrianos dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências*, **19**:367-374.
- MARKL, G.; MARKS, M.; SHWINN, G.; SOMMER, H., 2001. Phase equilibrium constraints on intensive crystallization parameters of the Ili Maussaq Complex, south Greenland. *Journal of Petrology*, **423**:2231-2258.
- MARSH, B. D. 2006. Dynamics of magmatic systems. *Elements*, **2**:287-292.
- MORIMOTO, N. J.; FABRIES, J.; FERGUSON, A. K.; GINZBURG IV; SEIFERT, F. A.; ZUSSMAN, J.; AOKI, K; GOTTARDI, G. 1988. Nomenclature of pyroxenes. Am. Mineral **73**:1123-1133.
- NOYES, H. J.; WONES, D. R.; FREY, F. A.1983. A tale of two plutons petrographic and mineralogical constrains on the petrogenesis of the Red Lake and Eagle Peake plutons, Central Sierra Nevada, Califónia. *Journal of Petrology*, **91**:353-379.
- PASSARELLI, C. R.; BASEI, M. A. S.; CAMPOS NETO, M. C.; SIGA JR., O.; PRAZERES FILHO, H. J. 2004. Geocronologia e Geologia Isotópica dos terrenos pré-Cambrianos da Porção Sul-Oriental do Estado de São Paulo. Geologia USP. Série Científica, 4: 55-74.
- PITCHER, W.S., 1993. The nature and origin of granite. New York. Blackie Academic and Professional. 321 p.
- PRAZERES FILHO, H. J.; HARARA, O. M.; BASEI, M. A. S.; PASSARELI, C. R. & SIGA JR, O. 2003. Litoquímica, Geocornologia U-Pb e Geologia Isotópica (Sr-Nd-Pb) das Rochas Graníticas dos Batólitos Cunhaporangaba e Três Córregos na Porção Sul, do Cinturão Ribeira, Estado do Paraná. *Geologia USP Série Científica*, **3**: 7-51.

- ROBINSON, P.; ROSS, M.; JAFFE, H. W. 1971. Composition of the anthophyllitegedrite series, comparisons of gendrite and hornblende, and the anthophyllitegedrite solvus. *American Mineralogist*, **56**: 1005-1041.
- ROBINSON, D. M.; MILLER, C.F. 1999 Record of magma chambers processes preserved in accessory mineral assemblages, Aztec Wash pluton, Nevada. *American Mineralogist*, 84:1346–1353.
- SCHIMIDT, M. W. 1992. Amphibole composition in tonalites as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **110**: 304-310.
- SIGA JR., O, BASEI, M. A. S., MACHIAVELLI, A., 1993. Evolução geotectônica da porção NE de Santa Catarina e SE do Paraná, com base em interpretações geocronológicas. Revista Brasileira de Geociências, 23:215-223.
- SIGA JR., O.; BASEI, M. A. S.; REIS NETO, J. M.; BUBBA, R. M. 1994. Maciços Graníticos da porção Sudeste do paraná e Nordeste de Santa Catarina: geocronologia e implicações tectônicas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 38. SBG, Brasil, pp. 400 – 401.
- SIGA JR., O. 1995 Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: Geocronologia e evolução Crustal. São Paulo, 212 p. (*Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociências*).
- SIGA JR.; BASEI, M. A. S.; SATO, K.; CITRONI, S. B.; REIS NETO, J. M.; HARARA,
 O. M. M.; PASSARELLI,C.R.; PRAZERES FILHO, E. J.; WEBER, W.; LIMA,
 P.S.; MACHIAVELLI, A. 1997. Ages and tectonic setting of alcaline-peralkaline
 granitoids of Paraná and Santa Catarina States, Southern Brazil. In: South
 American Symposium on Isotope Geology, vol. 1, Brazil, pp. 301-303.
- SIGA JR., O.; BASEI, M. A. S.; SATO, K.; CITRONI, S. B.; REIS NETO, J. M.; WEBER, W.; LIMA, P. S.; SPROESSER, W. M. 1999. Post-orogenic magmatism and sedimentation in neoproterozoic extensional regimes in the Brazilian southern region. In: South American Symposium on Isotope Geology, vol. 2, Argentine, pp. 367 – 370.

- SIGA JR., O.; BASEI, M. A. S.; SATO, K.; CORDANI, U. G.; CITRONI, S. B. 2000. U-Pb and Sm-Nd isotopic studies of Campo Alegre and Guaratubinha volcanosedimentary basins, Southern region. In: International Geological Congress, vol. 31, IUGS, Brazil, CD.
- STRECKEISEN, A. 1967. Classification and nomenclature of igneous rocks. *Nues Jarbuch fur Mineralogie Abhandlungen*, v. 107, p. 144-240.
- TAYLOR, S. R.; MCLENNAN, S. M. 1985. The Continental Crust: Its composition and Evolution. Blackwell Press, Oxford. 312p.
- TREIN, E.; FUCK, R. A. & MURATORI, A. 1969a. Folha geológica de Tijucas do Sul (escala 1:70.000). Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná.
- TREIN, E.; MURATORI, A.; BASUMALLICK, S.; FUCK, R. A.; MARINI, O. J.; DAIRIKI,J. & DAIRIKI, M. 1969b. Folha geológica de Piên (escala 1:70.000). Curitba,Comissão da Carta Geológica do Paraná.
- VAN ACHTERBERGH, E., RYAN, C., JACKSON, S.E., GRIFFIN, W.L., 2001. Appendix 3 data reduction software for LA-ICP-MS, in: Sylvester, P. (Ed.), Laser-Ablation-ICPMS in the Earth Sciences. Mineralogical Association of Canada, Short Course, pp. 239-243.
- VILALVA, F.C.J., 2007. Petrografia e mineralogia de granitos peralcalinos: O Pluton Papanduva, Complexo Morro Redondo (PR/SC). Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. Inédita. 289 p.
- VILALVA, F. C. J. ; VLACH, S. R. F., 2007. Caracterização e evolução química de anfibólios em granitos peralcalinos do Complexo Morro Redondo (PR/SC), Província Graciosa. XI Congresso Brasileiro de Geoquímica, Atibaia. CDROM.
- VILALVA, F. C. J.; VLACH, S. R. F. Geology, petrography and geochemistry of the Atype granites from the Morro Redondo Complex (PR-SC), south Brazil, Graciosa Province. *An. Acad. Bras. Ciênc.*
- VLACH, S. R. F.; CORDANI, U. 1986. A sistemática Rb/Sr em rochas granitóides, considerações interpretativas, limitações e exemplos brasileiros. Revista Brasileira de Geociências 16:38-53.

- VLACH, S. R. F.; SIGA JR.,O.; HARARA, O. M. M.; GUALDA, G. A. R.; BASEI, M. A. S.; VILALVA, F. C. J. 2011.Crystallization ages Fo the A-type magmatismo f the Graciosa Province (Southern Brazil): Constraints from zircon U-Pb (ID-TIMS) dating of coeval K-rich gabro-dioritic rocks. *Journal of South American Earth Sciences*, **32**:407-415.
- VLACH, S. R. F. 2012. Micro-structural and compositional variations of hydrothermal epidote-group minerals from a peralkaline granite, Corupá Pluton, Graciosa Province, South Brazil, and their petrological implications. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, June 2012, vol.84, nº.2, p.407-426.
- WARK, D. A.; WATSON, E. B. 2006. TianiQ: a titanium-in-quartz geothermometer. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **152:** 743-754.
- WATSON, E. B.; HARRISON, T. M. 1984. Acessory minerals and the geochemical evolution of crustal magmatic systems: a summary and prospectus of experimental approach. *Physics of Earth and Planetary Interiors*, **35**: 19-30.
- WATSON, E. B. 1987. The role accessory minerals in granitoid geochemistry. In: *Hutton Conference of the Origen of Granites*, Univ. Edinburg, 209-211.
- WATSON, E. B.; HARRISON,T. M. 1993. Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magmatypes. *Easth Planet. Sci. Lett.* 64:295-304.
- WEBER, W.; BASEI, M. A. S.; SIGA JR., O.; SATO, K. 2001. O magmatismo alcalino neoproterozóico na Ilha do Cardoso, Sudeste do Estado de São Paulo. Geologia USP, Série Científica 1, 115-128.
- WHALEN, J.B.; CURIE, K.L.; CHAPPEL, B.W., 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy* and Petrology, 95:407-419.
- WONES, D. R. 1989. Significance of the assemblage titanite + magnetite + quartz in granitic rocks. *Am. Mineral.*, **74**:744-479.
- WOOD, B. J.; BANNO, S. 1973. Garnet-orthopyroxene and orthopyroxeneclinopyroxene relationship in simple and complex system. *Contribuitions to Mineralogy and Petrology, Berlin*, **42:** 109-124.

Anexo II

Composições modais de amostras representativas do Plutons Palermo e Rio Negro

Tabela 1

Composições modais de amostras representativas do Pluton Rio Negro

Minerais (%)	PRC-01	PRC-05	PRC-10	PRC-14	PRC-15b	PRC-15c	PRC-27	PRC-30	PRC-34	PRC-36	PRC-38	PRC-43	PRC-45a	PRC-50	PRC-51
quartzo	8,7	10,5	36,4	28,8	32,3	25,0	20,0	39,5	34,7	35,8	25,2	20,0	32,7	5,1	29,0
plagioclásio	38,7	31,9	44,9	31,2	34,7	38,8	45,0	30,0	26,4	27,9	49,2	38,0	25,6	54,3	39,0
feldspato alcalino	7,0	5,1	12,6	8,3	7,7	15,2	10,0	22,0	23,9	29,8	10,3	5,0	21,1	10,1	15,0
anfibólio	18,9	10,4	0,0	25,7	17,0	10,0	11,0	1,0	5,0	2,0	8,1	27,0	10,1	10,0	10,0
piroxênio	2,8	11,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
biotita	18,5	18,3	0,0	0,6	1,0	5,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,8	0,0	0,0	8,0	2,0
muscovita	0,0	0,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
clorita	0,0	0,0	0,6	0,4	0,3	0,0	3,0	2,0	1,0	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
opacos	3,1	9,2	0,0	3,2	4,3	4,0	3,0	1,0	3,0	1,0	2,1	10,0	5,0	5,0	3,0
zircão	0,3	0,1	0,0	0,3	0,0	1,0	2,0	1,0	0,5	0,5	0,1	0,0	1,0	0,5	1,0
titanita	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,8	0,0	2,0	0,0	0,0
allanita	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,5	0,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0
fluorita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
carbonato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
astrofilita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
apatita	2,0	2,5	0,0	1,4	2,7	0,5	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	1,0
total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
М	45,6	52,5	6,1	31,7	25,3	21,0	25,0	8,5	15,0	6,5	15,3	37,0	20,6	30,5	17,0
Q/QAP	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3

Tabela 1 (continuação)

Minerais (%)	PRC-55	PRC-57	PRC-61	PRC-65	OM 428	OM 430	OM 438	OM 439	OM 469	OM 473	OM 499	OM 517	OM 519	OM 589
quartzo	50,0	5,3	30,8	26,4	44,0	43,5	13,7	14,0	48,8	9,2	38,8	42,0	36,2	46,8
plagioclásio	3,0	49,5	29,5	30,8	27,2	0,0	55,7	51,9	24,9	48,5	19,3	31,8	36,2	0,0
feldspato alcalino	45,0	9,7	26,6	35,6	4,3	40,2	5,2	3,4	7,3	2,6	20,0	20,0	9,6	46,0
anfibólio	1,0	8,0	0,0	0,0	19,2	10,1	10,0	10,2	14,7	16,3	14,7	2,1	10,5	0,3
piroxênio	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,7	11,2	16,4	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
biotita	0,0	10,4	7,1	3,4	1,0	0,0	0,3	1,0	0,3	14,5	2,7	3,3	2,7	4,2
muscovita	0,0	0,0	0,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
clorita	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
opacos	1,0	4,0	5,1	2,3	4,3	5,5	3,6	3,1	4,1	3,8	4,5	0,7	4,3	2,5
zircão	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
titanita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
allanita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
fluorita	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
carbonato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
astrofilita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
apatita	0,0	2,0	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,5	0,1	0,5	0,4	0,0
total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Μ	2,0	35,5	13	7	24	16	25	31	19	40	22	6	18	7
Q/QAP	0,5	0,1	0,4	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2	0,6	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5

Tabela 2

Composições modais de amostras representativas do Pluton Palermo

Minerais (%)	PRC-68	PRC-69	PRC72	PRC-75	PRC-76	PRC-79	PRC-80	PRC-85	PRC-93	PRC-97	PRC-101	PRC-103	PRC-104	PRC-105	PRC-106
quartzo	9,4	31,3	10,1	35,5	8,5	20,3	19,6	20,5	30,5	22,8	25,6	35,4	29,9	12,5	25,7
plagioclásio	43,8	29,6	41,9	39,9	40,8	35,2	19,2	22,8	31,8	18,9	21,4	28,2	18,7	9,4	6,3
feldspato alcalino	11,1	19,4	11,6	21,9	22,4	13,7	40,6	44,7	23,4	38,2	31,2	15,7	42,1	44,7	50,4
anfibólio	19,5	7,2	20,7	0,0	17,6	15,3	9,4	6,4	7,8	11,2	11,7	10,1	3,7	23,2	10,9
piroxênio	0,0	4,9	0,8	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
biotita	10,1	4,2	11,4	0,9	0,6	11,0	6,7	1,8	3,7	7,1	4,3	5,1	2,8	6,8	2,9
muscovita	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
clorita	0,0	0,2	0,2	0,1	2,4	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0
opacos	3,7	2,3	2,4	0,9	3,2	3,1	3,7	1,0	2,2	1,1	4,2	2,4	1,2	2,4	2,8
zircão	0,4	0,4	0,3	0,6	0,8	0,3	0,0	1,0	0,2	0,3	0,6	0,7	0,7	0,4	0,4
titanita	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,4	0,6	0,6	0,0	0,0	0,2	0,8	0,2	0,0	0,0
allanita	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,1	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0
fluorita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
carbonato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
astrofilita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
apatita	1,1	0,5	0,6	0,0	1,7	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,7	0,9	0,3	0,4	0,6
total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
М	36	20	36	3	28	31	21	12	14	20	22	21	9	33	18
Q/QAP	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3

Tabela 2 (continuação)

Minerais (%)	PRC-108	PRC-111	PRC-114	PRC-117	PRC-120	OM 615	OM 638	OM 655	OM 683	OM 691	OM 888	OM 1052	OM 1057	OM 1058
quartzo	23,4	22,1	32,8	32,6	27,8	21,3	18,5	24,6	9,8	19,8	40,1	9,7	9,9	43,9
plagioclásio	31,5	4,8	6,2	30,4	22,1	31,1	3,1	2,7	46,6	24,0	20,0	46,3	55,0	20,0
feldspato alcalino	36,1	63,8	54,4	28,8	42,3	37,8	65,5	61,7	0,0	30,0	31,1	12,5	12,3	29,7
anfibólio	4,5	2,7	4,3	1,2	0,0	3,3	10,4	6,1	26,0	13,5	0,0	20,5	21,1	1,5
piroxênio	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
biotita	1,6	2,1	0,0	4,6	2,2	2,7	1,3	1,7	13,8	9,6	4,8	7,2	0,1	2,0
muscovita	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
clorita	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
opacos	1,9	1,6	2,1	1,8	1,3	1,9	1,0	0,7	3,5	2,1	2,9	3,5	1,1	0,2
zircão	0,5	1,1	0,0	0,5	0,3	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0
titanita	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,2	1,0
allanita	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,0	0,7	0,5	0,0	0,2	0,0
fluorita	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
carbonato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
astrofilita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
apatita	0,4	0,4	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,1	0,3	0,2	0,1
total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
М	9	9	7	8	8	10	13	11	44	26	9	32	23	6
Q/QAP	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	0,5

Anexo III

Pranchas de fotos microscópicas de amostras dos Plutons Palermo e Rio Negro



(a) Aspecto textural geral dos álcali-feldspatos granitos. Quartzo (Qz), feldspato alcalino (FK), anfibólio (Anf) e biotita (Bt). Amostra OM 638, polarizadores cruzados.



(b) Aspecto textural geral dos álcali-feldspatos granitos. Quartzo (Qz), feldspato alcalino (FK), anfibólio (Anf) e biotita (Bt). Amostra PRC 85, polarizadores cruzados.



(c) Cristal de feldspato alcalino mesopertítico dos álcali-feldspatos graníticos. Quartzo (Qz) e feldspato alcalino (FK) Amostra OM 655, polarizadores cruzados.



 (d) Cristal de feldspato alcalino mesopertítico dos álcali-feldspatos graníticos. Feldspato alcalino (FK) e quartzo (Qz). Amostra PRC 85, polarizadores cruzados. Escala 10,40 mm.



(e) Detalhe de bordas de albita ao longo do contato entre dois cristais de feldspato alcalino (FK) dos álcali-feldspatos granitos. Amostra OM 655, polarizadores cruzados.



(g) Aspecto textural geral dos dioritos. Quartzo (Qz), feldspato alcalino (FK), anfibólio (Anf) e biotita (Bt). Amostra OM 1052, polarizadores cruzados.



(f) Relação de contato entre o cristal de anfibólio (Anf) e o cristal de astrolfilita (Ast) dos álcalifeldspatos granitos. Amostra OM 655, polarizadores descruzados.



(h) Aspecto textural geral dos dioritos. Quartzo (Qtz), feldspato alcalino (FK). Amostra PRC 72, polarizadores cruzados.




Prancha 1 – Granito Palermo



Amostra PRC 93, polarizadores cruzados.

(t) Cristal de allanita alterado em contato com anfibólio. Amostra PRC 93, polarizadores descruzados.

Prancha 1 – Granito Palermo



descruzados.





biotita. Amostra PRC 57, polarizadores descruzados.

PRC36, polarizadores descruzados.





Anexo IV

Análises químicas quantitativas (WDS) das principais fases máficas e félsicas dos Plutons Palermo e Rio Negro

Amostra	PRC72 (Di	orito)					OM683 (Di	iorito)				
Grão	c7			c15			c35			c37		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	51,46	51,51	51,71	51,33	52,09	52,08	51,60	51,18	51,09	51,13	51,20	51,35
TiO2	0,18	0,12	0,20	0,14	0,10	0,13	0,15	0,08	0,13	0,18	0,20	0,06
AI2O3	0,76	0,61	0,65	0,38	0,34	0,36	0,35	0,36	0,40	0,47	0,47	0,37
Cr2O3	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
FeO(T)	25,64	25,70	25,76	24,85	24,70	24,34	24,72	24,87	24,88	24,47	24,44	24,77
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,04	0,06	0,07	0,07	0,05
MnO	0,71	0,74	0,77	0,74	0,70	0,57	0,70	0,71	0,72	0,70	0,72	0,87
MgO	19,70	19,67	19,99	20,50	20,54	20,37	20,65	20,72	20,78	20,89	20,88	20,81
CaO	1,46	0,99	1,29	1,04	1,11	1,02	1,08	1,09	1,01	1,34	1,36	0,96
Na2O	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,02	0,05
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Total	99,93	99,37	100,36	99,01	99,60	98,93	99,25	99,11	99,11	99,26	99,36	99,29
Fórmula e	estrutural (4 cations,	6 Oxigênio	os, de acor	do com Di	roop)					· · · · · · ·	
Si	1,951	1,965	1,951	1,956	1,972	1,985	1,959	1,945	1,941	1,938	1,939	1,948
AIIV	0,034	0,028	0,029	0,017	0,015	0,015	0,016	0,016	0,018	0,021	0,021	0,017
Sítio T	1,985	1,993	1,980	1,973	1,987	2,000	1,975	1,962	1,959	1,959	1,960	1,965
AIVI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,005	0,003	0,006	0,004	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004	0,005	0,006	0,002
Cr	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Felll	0,056	0,034	0,057	0,064	0,039	0,006	0,057	0,090	0,096	0,091	0,091	0,087
Fe	0,757	0,786	0,756	0,728	0,743	0,770	0,728	0,701	0,695	0,685	0,683	0,698
Zn	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Mn	0,023	0,024	0,025	0,024	0,022	0,019	0,023	0,023	0,023	0,022	0,023	0,028
Mg	1,113	1,119	1,124	1,164	1,159	1,157	1,169	1,174	1,177	1,180	1,179	1,176
Ca	0,059	0,040	0,052	0,042	0,045	0,042	0,044	0,045	0,041	0,054	0,055	0,039
Na	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000	0,001	0,003
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Sítio M	2,015	2,007	2,020	2,027	2,013	2,000	2,025	2,038	2,041	2,041	2,040	2,035
	1										· · · ·	
mg#	0,58	0,58	0,58	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

Tabela 1a – Análises químicas representativas de ortopiroxênio do Pluton Palermo

Tabela 1b – Análises químicas representativas de clinopiroxênio do Pluton Palermo

Amostra	PRC72 (Did	orito)								OM683 (Di	orito)				
Grão	c8			с9			c16		(c28			c32		
Análise	n	i	b	n	i l	b	n i		b	n	i	b	n	i l	D
SiO2	52,27	52,62	52,40	52,16	52,57	52,37	52,07	52,26	52,71	51,16	51,20	51,40	52,06	52,52	52,47
TiO2	0,22	0,15	0,14	0,27	0,16	0,15	0,12	0,12	0,14	0,20	0,12	0,10	0,22	0,15	0,10
AI2O3	0,83	0,83	0,80	0,83	0,80	0,79	0,75	0,74	0,68	0,71	0,81	0,78	0,85	0,81	0,78
Cr2O3	0,03	0,05	0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00
FeO(T)	10,23	10,86	9,95	10,07	10,88	9,96	9,93	9,36	9,77	10,41	10,52	10,18	10,12	10,97	9,85
ZnO	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,04
MnO	0,36	0,36	0,34	0,32	0,34	0,32	0,23	0,33	0,28	0,33	0,30	0,30	0,33	0,35	0,32
MgO	13,88	13,92	13,90	13,95	13,91	13,88	14,19	14,22	14,05	14,20	14,20	14,04	13,98	13,91	13,89
CaO	21,90	21,51	22,08	21,76	21,26	21,98	21,46	21,86	21,69	20,89	21,54	22,41	21,90	21,41	22,09
Na2O	0,33	0,32	0,27	0,31	0,31	0,28	0,30	0,00	0,30	0,35	0,33	0,31	0,30	0,31	0,27
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,05	100,62	99,93	99,71	100,28	99,72	99,11	99,21	99,64	98,31	99,10	99,52	99,79	100,48	99,81
										,					
Fórmula e	estrutural (4	cations, 6	6 Oxigênio	s, de acor	do com Dr	oop)									
Si	1,946	1,957	1,959	1,954	1,962	1,962	1,959	1,965	1,974	1,941	1,928	1,927	1,948	1,957	1,963
AIIV	0,021	0,036	0,035	0,037	0,035	0,035	0,033	0,033	0,026	0,032	0,036	0,034	0,037	0,035	0,034
Sítio T	1,968	1,994	1,994	1,991	1,997	1,996	1,992	1,998	2,000	1,973	1,964	1,961	1,986	1,992	1,998
AIVI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,004	0,004	0,004	0,008	0,005	0,004	0,004	0,003	0,004	0,006	0,004	0,003	0,006	0,004	0,003
Cr	0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
Felll	1,692	0,063	0,059	0,062	0,052	0,054	0,064	0,045	0,035	0,099	0,126	0,129	0,074	0,064	0,053
Fe	0,147	0,275	0,252	0,254	0,288	0,258	0,249	0,249	0,271	0,231	0,206	0,190	0,243	0,278	0,255
Zn	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001
Mn	0,007	0,011	0,011	0,010	0,011	0,010	0,007	0,010	0,009	0,011	0,010	0,010	0,010	0,011	0,010
Mg	0,454	0,771	0,775	0,779	0,774	0,775	0,796	0,797	0,784	0,803	0,797	0,784	0,780	0,772	0,775
Ca	0,515	0,857	0,884	0,873	0,850	0,882	0,865	0,881	0,870	0,849	0,869	0,900	0,878	0,855	0,886
Na	0,014	0,023	0,020	0,023	0,022	0,020	0,022	0,000	0,022	0,026	0,024	0,023	0,021	0,023	0,020
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sítio M	2,832	2,006	2,006	2,009	2,003	2,004	2,008	2,002	2,000	2,027	2,036	2,039	2,014	2,008	2,002
			.			<u>.</u>				·					
mg#	0,20	0,70	0,71	0,71	0,70	0,71	0,72	0,73	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,69	0,72

Amostra	OM683 (Di	orito)				
Grão	c33			c36		
Análise	n	i	b	n	i	b
SiO2	52,31	52,48	52,04	52,07	52,09	52,20
TiO2	0,14	0,12	0,22	0,13	0,22	0,13
AI2O3	0,79	0,79	0,82	0,74	0,81	0,82
Cr2O3	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO(T)	9,78	9,84	9,80	10,56	10,10	10,04
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,32	0,33	0,31	0,30	0,32	0,34
MgO	14,44	14,30	14,24	13,81	14,46	14,37
CaO	21,13	21,10	21,45	21,60	21,30	21,54
Na2O	0,35	0,33	0,31	0,38	0,31	0,31
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,24	99,33	99,19	99,58	99,60	99,75
Fórmula (estrutural (4 cations,	6 Oxigênio	os, de acor	do com D	roop)
Si	1,962	1,969	1,956	1,954	1,949	1,950
AIIV	0,035	0,031	0,036	0,033	0,036	0,036
Sítio T	1,997	0,004	1,992	1,987	1,985	1,987
AIVI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,004	0,003	0,006	0,004	0,006	0,004
Cr	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Felll	0,058	0,043	0,063	0,079	0,077	0,078
Fe	0,249	0,266	0,245	0,252	0,240	0,235
Zn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn	0,010	0,011	0,010	0,009	0,010	0,011
Mg	0,807	0,800	0,798	0,773	0,806	0,800
Ca	0,849	0,848	0,864	0,869	0,854	0,862
Na	0,025	0,024	0,023	0,027	0,023	0,023
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sítio M	2,003	1,996	2,008	2,013	2,015	2,013
	,					
mg#	0,72	0,72	0,72	0,70	0,72	0,72

Tabela 1b – Análises químicas representativas de clinopiroxênio do Pluton Palermo (continuação)

Tabela 2a – Análises químicas representativas de ortopiroxênio do Pluton Rio Negro

Amostra	PRC01 (Did	orito)					PRC05 (Dio	orito)										
Grão	c3			c15		(:2			c4			c16			c18		
Análise	n i	i	b	n i		b I	n i	i k	D	n i	i i	b	n	i l	b	n		b
SiO2	49,57	49,55	49,52	50,29	50,28	50,44	51,07	51,05	51,35	51,32	51,32	50,90	51,59	51,51	51,59	51,48	50,93	51,94
TiO2	0,16	0,17	0,20	0,13	0,15	0,07	0,14	0,14	0,08	0,11	0,09	0,11	0,19	0,26	0,31	0,11	0,14	0,10
AI2O3	0,27	0,28	0,30	0,26	0,27	0,25	0,24	0,25	0,30	0,25	0,28	0,27	0,36	0,39	0,41	0,27	0,23	0,24
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO(T)	31,11	31,17	30,81	20,13	20,87	30,65	27,74	27,43	27,37	27,61	27,66	28,14	27,37	26,08	27,76	26,01	26,22	26,74
ZnO	0,00	0,04	0,08	0,00	0,00	0,07	0,08	0,06	0,05	0,12	0,04	0,07	0,05	0,06	0,09	0,00	0,04	0,09
MnO	1,02	1,07	1,11	0,87	1,04	1,05	0,71	0,68	0,82	0,95	0,96	1,05	0,84	0,78	0,91	0,81	0,82	0,80
MgO	16,76	16,44	16,19	16,46	16,02	15,94	18,76	19,01	18,69	18,86	18,71	18,67	19,33	18,57	18,58	19,57	19,58	19,50
CaO	1,17	1,11	1,05	1,42	1,03	1,01	1,10	1,04	0,98	1,14	1,09	1,00	1,06	3,01	1,08	1,04	1,10	1,14
Na2O	0,03	0,02	0,00	0,04	0,04	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02
K2O	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	0,02	0,00
Total	100,09	99,85	99,26	89,59	89,70	99,51	99,89	99,65	99,64	100,38	100,17	100,21	100,79	100,69	100,72	99,30	99,07	100,56
Fórmula	estrutural (4	cations, 6	6 Oxigênio	s, de acor	do com o i	nétodo de	Droop)			•								
Si	1,922	1,929	1,941	2,131	2,137	1,973	1,955	1,955	1,969	1,954	1,959	1,945	1,952	1,950	1,961	1,968	1,953	1,965
AIIV	0,012	0,013	0,014	0,000	0,000	0,012	0,011	0,011	0,014	0,011	0,013	0,012	0,016	0,017	0,018	0,012	0,010	0,011
Sítio T	1,934	1,942	1,955	2,131	2,137	1,985	1,966	1,966	1,983	1,965	1,972	1,957	1,968	1,967	1,980	1,980	1,963	1,976
AIVI	0,000	0,000	0,000	0,013	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,005	0,005	0,006	0,004	0,005	0,002	0,004	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,005	0,007	0,009	0,003	0,004	0,003
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Felll	0,137	0,121	0,093	0,000	0,000	0,040	0,072	0,071	0,045	0,076	0,065	0,092	0,070	0,071	0,041	0,045	0,077	0,054
Fe	0,872	0,894	0,917	0,713	0,742	0,962	0,816	0,807	0,832	0,803	0,818	0,808	0,796	0,754	0,842	0,787	0,764	0,792
Zn	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,000	0,001	0,003
Mn	0,033	0,035	0,037	0,031	0,038	0,035	0,023	0,022	0,027	0,031	0,031	0,034	0,027	0,025	0,029	0,026	0,027	0,026
Mg	0,968	0,954	0,946	1,040	1,015	0,929	1,070	1,085	1,068	1,070	1,065	1,064	1,090	1,048	1,053	1,116	1,119	1,100
Ca	0,049	0,046	0,044	0,065	0,047	0,042	0,045	0,043	0,040	0,047	0,045	0,041	0,043	0,122	0,044	0,043	0,045	0,046
Na	0,002	0,002	0,000	0,003	0,003	0,002	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Sítio M	2,066	2,058	2,045	1,869	1,863	2,015	2,034	2,034	2,017	2,035	2,028	2,043	2,032	2,033	2,020	2,020	2,037	2,024
mg#	0,49	0,48	0,48	0,59	0,58	0,48	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54	0,56	0,56	0,54	0,57	0,57	0,57

Amostra	PRC50 (Die	orito)					PRC57 (Dic	orito)					OM473 (Di	orito)				
Grão	c5			c6			c2			c16			c37			c39		
Análise	n	i	b	n i		b ı	n i	i k)	n i	İ	b	n	i	b	n i		b
SiO2	51,22	51,57	51,15	50,79	50,97	50,92	51,13	51,18	51,26	51,45	51,36	51,72	50,67	50,40	51,02	50,61	51,00	50,82
TiO2	0,16	0,11	0,15	0,20	0,19	0,31	0,14	0,19	0,23	0,19	0,30	0,16	0,16	0,07	0,18	0,22	0,13	0,10
AI2O3	0,32	0,25	0,32	0,37	0,39	0,53	0,27	0,29	0,31	0,53	0,57	0,60	0,28	0,28	0,27	0,29	0,29	0,27
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
FeO(T)	29,26	29,02	28,36	28,43	27,85	27,04	28,27	27,56	27,27	27,00	26,84	26,90	30,91	30,42	30,83	30,60	30,41	30,04
ZnO	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
MnO	1,09	1,12	1,06	0,88	0,85	0,74	0,71	0,69	0,68	0,67	0,64	0,73	0,98	0,94	1,02	0,85	0,95	0,93
MgO	17,66	17,28	17,53	17,93	18,18	18,24	18,93	18,82	18,74	18,96	18,68	18,19	16,16	16,21	16,30	16,62	16,46	16,32
CaO	1,04	0,81	1,00	1,26	0,81	1,25	1,13	1,11	1,10	0,90	0,95	0,86	1,13	1,15	1,09	1,12	1,15	0,97
Na2O	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,05	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Total	100,82	100,25	99,58	99,85	99,26	99,18	100,72	99,87	99,61	99,79	99,44	99,18	100,31	99,49	100,75	100,36	100,37	99,48
Fórmula	estrutural (4	l cations, 6	6 Oxigênio	s, de acor	do com o	método de	Droop)											
Si	1,959	1,986	1,977	1,954	1,968	1,964	1,941	1,957	1,965	1,966	1,971	1,994	1,965	1,968	1,970	1,956	1,972	1,983
AIIV	0,014	0,011	0,014	0,017	0,018	0,024	0,012	0,013	0,014	0,024	0,026	0,006	0,013	0,013	0,012	0,013	0,013	0,012
Sítio T	1,973	1,997	1,992	1,971	1,986	1,988	1,953	1,970	1,979	1,990	1,997	2,000	1,977	1, 9 81	1,982	1,970	1,985	1,995
AIVI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,005	0,003	0,004	0,006	0,005	0,009	0,004	0,006	0,007	0,006	0,009	0,005	0,005	0,002	0,005	0,006	0,004	0,003
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Felll	0,059	0,012	0,024	0,063	0,036	0,033	0,102	0,065	0,044	0,032	0,016	0,000	0,051	0,049	0,038	0,064	0,035	0,017
Fe	0,877	0,922	0,893	0,851	0,863	0,839	0,795	0,817	0,830	0,831	0,846	0,868	0,951	0,945	0,958	0,925	0,949	0,963
Zn	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Mn	0,035	0,037	0,035	0,029	0,028	0,024	0,023	0,022	0,022	0,022	0,021	0,024	0,032	0,031	0,033	0,028	0,031	0,031
Mg	1,007	0,992	1,010	1,028	1,046	1,049	1,071	1,073	1,071	1,080	1,069	1,046	0,934	0,943	0,938	0,957	0,949	0,949
Ca	0,042	0,033	0,041	0,052	0,033	0,051	0,046	0,045	0,045	0,037	0,039	0,035	0,047	0,048	0,045	0,046	0,048	0,040
Na	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,004	0,004	0,003	0,002	0,000	0,002	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Sítio M	2,027	2,003	2,008	2,029	2,014	2,012	2,047	2,030	2,021	2,010	2,003	2,000	2,023	2,019	2,018	2,030	2,015	2,005
	· · · ·																	
mg#	0,52	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,54	0,55	0,55	0,56	0,55	0,55	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49

Amostra	PRC01 (Di	orito)					PRC05 (Di	orito)				
Grão	c16			c17			c15			c17		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
							•					
SiO2	51,53	51,95	51,70	51,13	51,68	51,95	51,94	51,13	52,13	51,74	51,62	51,84
TiO2	0,17	0,19	0,20	0,09	0,04	0,11	0,25	0,32	0,24	0,30	0,18	0,17
AI2O3	0,61	0,57	0,68	0,51	0,48	0,53	0,78	0,79	0,71	0,79	0,77	0,70
Cr2O3	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
FeO(T)	11,91	11,91	13,08	12,68	12,59	12,83	10,94	11,29	11,30	10,94	11,32	10,81
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04
MnO	0,42	0,38	0,41	0,43	0,42	0,41	0,36	0,36	0,38	0,40	0,39	0,39
MgO	12,75	12,69	12,72	12,17	12,22	12,20	13,48	13,75	13,62	13,70	14,08	13,76
CaO	21,82	21,12	19,94	21,79	21,51	21,54	21,09	21,00	21,28	21,46	20,69	21,05
Na2O	0,33	0,38	0,36	0,33	0,32	0,29	0,40	0,37	0,33	0,40	0,42	0,39
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,58	99,18	99,09	99,12	99,27	99,87	99,24	99,03	100,08	99,73	99,46	99,15
Fórmula e	estrutural (4 cations,	6 Oxigênio	os, de acor	do com o	método de	e Droop)					
Si	1,949	1,973	1,970	1,950	1,968	1,969	1,961	1,934	1,954	1,942	1,940	1,956
AIIV	0,027	0,025	0,030	0,023	0,021	0,024	0,035	0,035	0,032	0,035	0,034	0,031
Sítio T	1,977	1,999	2,000	1,973	1,989	1,992	1,995	1,969	1,985	1,977	1,974	1,987
AIVI	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti	0,005	0,005	0,006	0,002	0,001	0,003	0,007	0,009	0,007	0,009	0,005	0,005
Cr	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Felll	0,088	0,045	0,043	0,096	0,065	0,054	0,059	0,106	0,071	0,093	0,106	0,075
Fe	0,289	0,333	0,374	0,308	0,336	0,353	0,286	0,251	0,284	0,250	0,249	0,266
Zn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001
Mn	0,013	0,012	0,013	0,014	0,013	0,013	0,011	0,012	0,012	0,013	0,012	0,012
Mg	0,719	0,718	0,722	0,692	0,693	0,689	0,758	0,775	0,761	0,767	0,789	0,774
Ca	0,884	0,859	0,814	0,890	0,877	0,874	0,853	0,851	0,855	0,863	0,833	0,851
Na	0,024	0,028	0,026	0,024	0,024	0,021	0,030	0,027	0,024	0,029	0,031	0,028
K	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sítio M	2,023	2,001	2,009	2,027	2,011	2,008	2,005	2,031	2,015	2,023	2,026	2,013
	1						1	1			r	
mg#	0,66	0,66	0,63	0,63	0,63	0,63	0,69	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69

Tabela 2b – Análises químicas representativas de clinopiroxênio do Pluton Rio Negro

Amostra	PRC05 (Die	orito)								PRC57 (Dio	orito)							
Grão	c19			c20		c	:21			c15			c17			c18		
Análise	n	i I	b	n i	i l	b r	۱ i	i)	n i	i	b	n	i	b	n i	i	b
SiO2	52,32	52,59	52,06	51,96	52,04	52,13	52,06	52,54	52,55	52,98	52,73	53,28	52,34	52,57	52,97	52,11	52,09	53,00
TiO2	0,10	0,09	0,08	0,19	0,25	0,12	0,26	0,08	0,19	0,17	0,18	0,12	0,39	0,32	0,28	0,40	0,31	0,32
AI2O3	0,47	0,52	0,50	0,58	0,73	0,60	0,82	0,72	0,68	0,67	0,78	0,74	0,99	0,98	0,90	1,32	1,24	1,10
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO(T)	9,84	11,06	10,88	12,27	11,72	12,14	11,53	11,14	11,10	11,09	10,79	10,98	11,30	10,13	10,86	11,46	11,98	11,30
ZnO	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	0,04	0,00	0,00	0,09
MnO	0,42	0,44	0,43	0,37	0,38	0,42	0,42	0,38	0,39	0,35	0,31	0,32	0,29	0,30	0,30	0,36	0,33	0,30
MgO	13,65	13,78	13,82	13,59	13,48	13,86	13,46	13,81	13,70	13,52	13,89	13,92	12,46	13,41	13,51	13,51	13,63	13,43
CaO	22,12	21,63	22,07	21,07	21,10	20,66	21,75	21,76	21,77	21,28	21,34	20,81	21,34	21,54	21,50	20,83	20,16	20,67
Na2O	0,31	0,33	0,30	0,35	0,36	0,35	0,41	0,38	0,34	0,35	0,39	0,38	0,35	0,37	0,37	0,40	0,41	0,34
K2O	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,02
Total	99,23	100,45	100,13	100,38	100,05	100,30	100,75	100,80	100,70	100,41	100,40	100,56	99,47	99,64	100,77	100,39	100,13	100,57
Fórmula e	estrutural (4	cations, 6	o Oxigênio	os, de acor	do com o r	nétodo de	Droop)											
Si	1,971	1,961	1,946	1,945	1,953	1,950	1,938	1,951	1,955	1,979	1,964	1,983	1,982	1,975	1,970	1,946	1,951	1,978
AIIV	0,021	0,023	0,022	0,025	0,032	0,026	0,036	0,032	0,030	0,021	0,034	0,017	0,018	0,025	0,030	0,054	0,049	0,022
Sítio T	1,992	1,984	1,968	1,970	1,985	1,977	1,975	1,983	1,985	2,000	1,998	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
AIVI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,015	0,027	0,018	0,009	0,004	0,006	0,027
Ti	0,003	0,003	0,002	0,005	0,007	0,003	0,007	0,002	0,005	0,005	0,005	0,003	0,011	0,009	0,008	0,011	0,009	0,009
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Felll	0,054	0,075	0,103	0,100	0,074	0,091	0,102	0,089	0,074	0,028	0,056	0,023	0,000	0,017	0,034	0,055	0,055	0,002
Fe	0,256	0,270	0,237	0,284	0,293	0,288	0,257	0,257	0,272	0,318	0,281	0,318	0,358	0,301	0,304	0,302	0,321	0,351
Zn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003
Mn	0,013	0,014	0,014	0,012	0,012	0,013	0,013	0,012	0,012	0,011	0,010	0,010	0,009	0,010	0,009	0,011	0,010	0,009
Mg	0,766	0,766	0,770	0,758	0,754	0,773	0,747	0,764	0,760	0,753	0,771	0,772	0,703	0,750	0,749	0,752	0,761	0,747
Ca	0,893	0,864	0,884	0,845	0,848	0,828	0,868	0,866	0,868	0,851	0,852	0,830	0,866	0,867	0,857	0,834	0,809	0,827
Na	0,023	0,024	0,022	0,026	0,026	0,025	0,030	0,027	0,024	0,025	0,028	0,028	0,026	0,027	0,027	0,029	0,029	0,025
K	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001
Sítio M	2,008	2,016	2,032	2,030	2,015	2,023	2,025	2,017	2,015	2,000	2,002	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
mg#	0,71	0,69	0,69	0,66	0,67	0,67	0,68	0,69	0,69	0,68	0,70	0,69	0,66	0,70	0,69	0,68	0,67	0,68

PRC68 (Diorito) Amostra PRC69 (Monzogranito) Grão c4 c8 c9 c10 c2 c5 Análise n b n n b n b n b n b 47,75 43,78 SiO2 44,40 44,13 44,06 44,00 46,27 44,68 44,47 44,28 44,76 44,03 44,96 4,53 44,33 44,47 45,42 45,49 TiO2 0,92 1,57 1,42 1,09 1,46 1,50 1,37 1,74 1,51 1,50 1,70 1,69 1,80 1,55 1,56 1,49 1,74 1,59 AI2O3 4,25 6,45 6,95 6,57 6,58 6,65 5.01 6,52 6.63 6.72 6.67 6,57 6.05 6,23 6,79 6.60 6,26 6,35 FeO 22,79 21,50 23,18 22,05 22,48 22,38 21,28 21,29 21,64 21,85 21,36 22,44 22,45 22,25 21,78 22,89 22,11 22,40 0,45 0.57 0.49 0.45 0.54 0.50 0.48 0.53 0,51 0,55 0,60 0,56 MnO 0.54 0.43 0,51 0,48 0.47 0.53 MgO 9,90 8,21 10,18 8,16 7,73 8,99 8,71 8,94 9,01 9,01 8,19 8,12 8,95 9,12 8,35 8,37 8,79 8,60 ZnO 0,11 0,05 0,06 0,02 0,05 0,11 0,06 0.00 0,05 0,05 0,04 0,02 0.00 0,05 0,07 0,11 0,00 0,05 CaO 10,25 10,55 10,88 10,32 10,19 10,54 11,20 10,88 10,64 10,58 10,36 10,51 10,50 10,15 10,60 10,75 10,55 10,36 Na2O 1,36 1,76 1,67 1,78 1,83 1,64 1,37 1,63 1,70 1,80 1,68 1,63 1,57 1,74 1,74 1,57 1,70 1,65 K20 0,77 0,53 0,79 0,76 0,44 0,80 0,83 0,77 0,77 0,75 0,84 0,75 0,74 0,76 0,74 0,84 0,77 0,79 0,07 0,17 0,27 0,21 0,03 0,14 0,00 0,07 0,21 0,31 0,28 0,31 0,07 0,24 0.30 0.37 0,21 0,34 CI 0,15 0,09 0,10 0,18 0,13 0,18 0,13 0,16 0,10 0,14 0,15 0,13 0,16 0,11 0,08 0,09 0,14 0,14 0,12 O=(F,CI) 0.05 0,11 0,14 0,13 0,04 0.09 0,02 0.06 0,17 0,15 0,17 0.05 0,12 0,15 0,18 0,12 0,18 97,44 97,64 96,86 97,15 97,02 97,10 97,22 97,14 97,12 96,90 96,02 96,41 97,26 97,90 96,73 98,11 98,18 98,12 Total lons considerando máximo de Felll Si 7,240 6,831 6,768 6.805 6,802 6,791 7,094 6,826 6,804 6,814 6,913 6,804 6,906 4,159 6,813 6,809 6,883 6,870 Ti 0.104 0,175 0,174 0.182 0.198 0.165 0,126 0,195 0,168 0.208 0.180 0.174 0.158 3,053 0.172 0.200 0.198 0.180 AIIV 0.655 0.995 1,057 1,013 1.000 1,045 0,780 0,979 1,028 0.978 0.907 1.022 0.936 0,788 1,015 0.991 0.919 0,950 Soma T 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 3,841 8,000 8,000 8,000 8,000 AIVI 0.104 0.175 0,209 0.182 0.198 0.165 0.126 0,195 0,168 0.241 0.306 0.174 0,158 0,788 0,214 0.200 0.198 0.180 Felll 0,301 0,450 0,581 0,424 0,378 0,396 0,105 0,518 0,592 0,545 0,519 0,674 0,385 0,000 0,627 0,398 0.517 0,740 Fe 2.426 2,533 2,524 2.492 2,624 2,202 2,177 2,240 2,226 2,499 2,532 2,532 2.285 2,090 2,365 2.419 2.267 2,173 Mn 0,073 0,059 0,070 0,056 0,064 0,067 0,058 0,070 0,065 0.063 0,061 0,063 0,069 0,303 0,066 0,071 0,077 0,072 2,301 1,872 1,782 2,066 2,055 2,261 2,053 2,054 1,878 1,868 1,890 2,050 1,951 1,912 1,909 1,986 1,935 Mg 2,005 Soma C 5,205 5,099 4,993 5,154 5,172 5,166 5,174 5,038 5,056 4,994 4,995 5,027 5,161 5,575 4,992 5,111 5,062 5,017 0,013 0,006 0,007 0,002 0,006 0,012 0,006 0,000 0,005 0,006 0,005 0,003 0,000 0,026 0,008 0,013 0,000 0,006 Zn Ca 1,666 1,740 1,802 1,705 1,685 1,742 1,839 1,781 1,745 1,745 1,715 1,740 1,728 1,326 1,745 1,764 1,713 1,677 Na 0,322 0,255 0,192 0,293 0,309 0,245 0,154 0,219 0,250 0,249 0,280 0,257 0,272 0,570 0,247 0,223 0,287 0,317 Soma B 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 1,922 2,000 2,000 2,000 2,000 2.000 2,000 Na 0,077 0,269 0,309 0,239 0,239 0,245 0,252 0,264 0,253 0,287 0,224 0,231 0,194 0,000 0,273 0,243 0,214 0,167 κ 0,086 0,157 0,163 0,152 0,152 0,152 0,103 0,146 0,153 0,166 0.147 0,146 0,149 0,633 0,164 0.151 0.152 0.147 Soma A 0,163 0,426 0,472 0,391 0,391 0,397 0,355 0,410 0,406 0,453 0,371 0,377 0,344 0,633 0,437 0,394 0,366 0,314 23,310 Cátions 30,572 30,625 30,459 30,700 30,734 30,730 30,703 30,486 30,518 30,441 30,362 30,431 30,665 30,421 30,616 30,491 30,348 F 0.035 0.084 0.133 0.101 0,015 0.068 0,000 0.033 0.101 0.152 0.136 0.151 0.032 0.520 0.147 0.181 0.102 0.164 CI 0,025 0,046 0,035 0,048 0,034 0,042 0,025 0,036 0,039 0,040 0,035 0,042 0,028 0,087 0,023 0,024 0,036 0,035 0.46 0.39 0.38 0.42 0.41 0.42 0.45 0.43 0.43 0.40 0.40 0.39 0.42 0.42 0.41 0.39 0.41 0.41 mg#

Tabela 3 – Análises químicas representativas de anfibólio do Pluton Palermo (continuação)

Amostra	PRC69 (Mc	onzogranito)				PRC72 (Dio	orito)										
Grão	c11			c12			c2			c5			c14			c15		
Análise	n	i	b	n i		b	n	i l)	n	i	b	n	i	b	n		b
		14,73 44,33 44,84 44,28 44,81																
SiO2	44,73	44,33	44,84	44,28	44,81	44,58	45,47	44,90	45,00	45,32	44,90	44,97	45,78	45,67	44,79	44,71	45,34	45,11
TiO2	1,51	1,53	1,84	1,63	1,56	1,60	1,64	1,55	1,70	1,29	1,32	1,58	1,40	1,47	1,58	1,37	1,52	1,47
AI2O3	6,77	6,30	6,75	6,80	6,27	6,47	6,57	6,88	7,08	6,79	7,07	7,22	6,72	6,69	7,00	7,04	6,95	6,94
FeO	22,77	21,96	21,76	21,94	22,68	22,49	20,04	20,78	20,40	20,09	19,79	19,71	19,64	20,48	20,41	20,59	20,07	2,02
MnO	0,51	0,52	0,53	0,53	0,64	0,58	0,43	0,37	0,40	0,39	0,34	0,35	0,38	0,34	0,34	0,37	0,36	0,33
MgO	8,90	8,93	8,84	8,84	8,90	8,82	10,40	10,28	10,17	10,34	10,07	9,77	10,45	10,57	10,40	10,34	10,41	10,29
ZnO	0,11	0,11	0,05	0,02	0,05	0,04	0,04	0,06	0,00	0,06	0,07	0,01	0,07	0,05	0,01	0,01	0,03	0,02
CaO	10,53	10,99	10,09	10,45	10,23	10,35	11,43	11,23	11,26	11,56	11,63	11,66	11,28	11,17	11,46	11,44	11,36	11,70
Na2O	1,42	1,74	1,81	1,73	1,73	1,52	1,44	1,54	1,60	1,37	1,45	1,48	1,34	1,41	1,47	1,51	1,53	1,64
K2O	0,77	0,76	0,83	0,78	0,73	0,78	0,72	0,78	0,85	0,80	0,73	0,81	0,82	0,79	0,88	0,86	0,84	0,87
F	0,24	0,25	0,00	0,10	0,24	0,14	0,11	0,01	0,04	0,11	0,00	0,18	0,14	0,18	0,07	0,19	0,31	0,22
	0,09	0,10	0,09	0,09	0,07	0,11	0,06	0,11	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,06	0,12	0,15
O=(F,CI)	0,12	0,13	0,02	0,06	0,12	0,08	0,06	0,03	0,03	0,06	0,02	0,09	0,08	0,09	0,05	0,09	0,16	0,12
Iotal	98,22	97,39	97,40	97,12	97,78	97,39	98,27	98,44	98,48	98,12	97,45	97,71	98,03	98,79	98,44	98,40	98,67	98,86
lana aana	idonondo m	ماء مسايرك	To III															
ions cons			reili	0 774	0.000	0.000	0.007	0 777	0.740	0.000	0 770	0 707	0.000	0.000	0.750	0.740	0 775	0 477
ы т:	0,709	0,000	0,794	0,774	0,000	0,032	0,037	0,777	0,740	0,000	0,770	0,797	0,030	0,022	0,700	0,740	0,775	0,177
	0,172	0,170	0,210	1.038	0,100	0,100	0,105	1.047	1,060	1.055	1 072	1 024	1 012	1 01/	1.064	1,006	1.054	0,201
Soma T	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 377
	0.172	0.178	0.210	0.188	0.180	0.185	0.185	0,000	0 191	0.145	0.185	0.262	0,000	0,000	0.180	0,000	0,000	1 859
Felli	0.567	0,170	0.745	0,100	0.345	0.470	0,366	0.311	0 471	0,140	0,559	0.392	0,695	0.468	0,100	0,375	0.552	0.000
Fe	2,324	2,669	2.012	2,210	2,562	2,413	2,153	2,312	2.088	1,948	1,940	2,100	1,756	2,090	2,263	2,224	1,956	0.307
Mn	0.065	0.068	0.068	0.069	0.083	0.075	0.054	0.047	0.051	0.049	0.044	0.044	0.048	0.043	0.043	0.047	0.045	0.051
Ma	2.013	2.058	1.996	2.016	2.032	2.015	2.330	2.312	2.274	2.312	2.265	2.201	2.324	2.353	2.337	2.326	2.319	2.780
Soma C	5,141	5,143	5,031	5,079	5,202	5,157	5,089	5,158	5,075	5,028	4,992	4,999	4,992	5,118	5,135	5,128	5,042	4,997
Zn	0,013	0,012	0,006	0,003	0,005	0,005	0,004	0,006	0,000	0,006	0,008	0,001	0,008	0,005	0,001	0,002	0,003	0,003
Ca	1,712	1,821	1,638	1,713	1,679	1,700	1,841	1,816	1,810	1,859	1,881	1,889	1,803	1,787	1,852	1,849	1,819	1,573
Na	0,276	0,167	0,356	0,284	0,316	0,295	0,155	0,178	0,190	0,135	0,110	0,110	0,189	0,208	0,147	0,149	0,178	0,424
Soma B	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Na	0,144	0,354	0,176	0,229	0,198	0,157	0,266	0,271	0,274	0,263	0,315	0,324	0,197	0,202	0,282	0,293	0,264	0,153
К	0,149	0,149	0,160	0,151	0,142	0,152	0,138	0,150	0,163	0,153	0,141	0,157	0,156	0,151	0,169	0,166	0,161	0,202
Soma A	0,293	0,503	0,335	0,380	0,340	0,309	0,403	0,421	0,437	0,415	0,455	0,481	0,354	0,352	0,451	0,459	0,425	0,355
Cátions	30,575	30,789	30,398	30,538	30,743	30,624	30,582	30,738	30,588	30,471	30,439	30,480	30,338	30,589	30,721	30,715	30,510	31,103
				<u>.</u>							<u>.</u>							
F	0,117	0,120	0,001	0,047	0,117	0,067	0,051	0,003	0,019	0,050	0,000	0,085	0,067	0,084	0,033	0,089	0,147	0,123
CI	0,022	0,027	0,024	0,023	0,019	0,028	0,014	0,028	0,017	0,022	0,021	0,019	0,022	0,021	0,024	0,015	0,031	0,045
	· · ·													•		•		
mg#	0,41	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,48	0,47	0,47	0,48	0,48	0,47	0,49	0,48	0,48	0,47	0,48	0,90

Tabela 3 – Análises químicas representativas de anfibólio do Pluton Palermo (continuação)

Amostra	PRC103 (M	Ionzogranit	o)										PRC114 (Á	Icali-feldspa	ato granito)			
Grão	c2			c12			c13			c14			c1			c2		
Análise	n	i	b	n	i	b	n i	ł)	n i		b	n	i	b	n i		b
SiO2	42,48	42,84	42,81	41,80	42,19	41,88	42,11	42,61	42,34	42,50	42,49	42,22	40,26	40,39	39,96	40,88	40,86	40,80
TiO2	2,10	2,09	2,23	2,04	2,09	1,93	2,14	1,70	2,06	2,06	1,94	2,03	1,79	1,54	1,86	1,72	1,78	1,78
AI2O3	7,35	7,30	7,33	7,51	7,48	7,10	7,35	7,12	7,37	7,46	7,22	7,37	7,29	7,23	7,17	6,94	6,72	6,61
FeO	24,61	24,98	24,97	25,99	25,54	25,86	25,82	26,63	27,14	26,42	26,55	26,98	31,43	32,41	31,26	31,90	33,46	32,99
MnO	0,70	0,70	0,73	0,73	0,68	0,75	0,72	0,77	0,89	0,74	0,78	0,84	0,63	0,65	0,65	0,73	0,80	0,80
MgO	6,09	6,36	5,55	6,06	6,09	5,55	5,82	5,38	5,22	5,68	5,33	5,19	2,00	1,85	1,67	1,02	0,94	1,02
ZnO	0,04	0,01	0,17	0,04	0,04	0,02	0,09	0,00	0,08	0,09	0,03	0,07	0,01	0,07	0,09	0,07	0,10	0,09
CaO	10,79	10,20	10,33	9,97	10,05	9,93	10,10	10,69	10,06	10,05	10,59	10,03	10,13	9,93	9,90	10,00	10,03	10,04
Na2O	1,92	1,94	1,92	2,06	2,08	1,94	1,01	1,43	1,96	1,13	1,46	2,05	2,20	2,14	2,11	2,13	2,11	2,10
K2O	0,96	1,05	0,98	0,86	0,93	0,92	1,03	0,91	0,93	0,97	0,92	0,95	1,30	1,23	1,20	1,15	1,11	1,10
F	0,24	0,30	0,24	0,47	0,14	0,44	0,34	0,18	0,40	0,34	0,24	0,39	0,72	0,33	0,20	0,26	0,26	0,26
CI	0,17	0,18	0,08	0,18	0,16	0,17	0,17	0,17	0,14	0,18	0,17	0,11	0,41	0,47	0,42	0,33	0,23	0,24
O=(F,CI)	0,14	0,17	0,12	0,24	0,09	0,22	0,18	0,11	0,20	0,18	0,14	0,19	0,40	0,24	0,18	0,18	0,16	0,16
Total	96,33	95,86	97,20	97,46	97,38	96,27	97,42	97,47	98,37	96,46	97,57	98,04	97,77	97,98	96,31	96,92	98,23	97,66
		<u>,</u>																
Ions cons	aderando n	naximo de	Felli	0.000	0.047	0.000	0.005	0.004	0.000	0.000	0.005	0.005	0 500	0.000	0.004	0 740	0 700	0 747
51	6,655	6,662	6,704	6,602	6,617	6,668	6,635	6,684	6,639	6,628	6,665	6,635	6,593	6,606	6,604	6,710	6,702	6,717
	0,247	0,245	0,262	0,242	0,247	0,231	0,254	0,201	0,243	0,242	0,228	0,240	0,220	0,189	0,231	0,212	0,219	0,221
AllV Somo T	1,098	1,093	1,034	1,156	1,136	1,101	1,112	1,115	1,118	1,130	1,107	1,125	1,187	1,205	1,164	1,079	1,080	1,063
	0.050	0.245	0.219	0.242	0.047	0,000	0.054	0,000	0.242	0.242	0,000	0.240	0,000	0,000	0.000	0,000	0,000	0,000
Folli	0,259	0,245	0,310	0,242	0,247	0,231	0,234	0,201	0,243	0,242	0,220	0,240	0,220	0,109	0,231	0,203	0,219	0,221
Fo	2 780	2 712	2 708	3 105	2,885	2 033	2 730	2,806	3 1/1	2 684	2 018	3 00/	4.063	1 17/	3 955	4,000	4 482	1 / 1/
Mn	0.093	0.093	0.097	0.097	0.090	0 101	0.096	0.102	0 118	0.097	0.103	0 112	0.087	0.090	0.090	0 101	0 112	0 111
Ma	1 421	1 473	1 295	1 427	1 424	1 317	1 366	1 257	1 220	1 321	1 245	1 216	0.488	0.451	0,000	0.248	0.229	0.250
Soma C	4.996	5.059	4.981	5,199	5.111	5.091	5.118	5.053	5.140	5.106	5.060	5.114	5.099	5,163	5.055	4.992	5.150	5,124
Zn	0.004	0.001	0.019	0.004	0.004	0.002	0.011	0.000	0.009	0.010	0.003	0.008	0.001	0.008	0.011	0.008	0.012	0.011
Ca	1,811	1,699	1,733	1,687	1,688	1,694	1,706	1,797	1,689	1,679	1,780	1,689	1,777	1,739	1,753	1,759	1,762	1,772
Na	0,185	0,299	0,248	0,308	0,307	0,304	0,284	0,203	0,302	0,311	0,217	0,304	0,222	0,252	0,236	0,233	0,225	0,218
Soma B	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Na	0,397	0,286	0,334	0,324	0,325	0,295	0,026	0,233	0,293	0,031	0,227	0,320	0,478	0,426	0,439	0,446	0,446	0,453
К	0,192	0,208	0,196	0,173	0,185	0,188	0,206	0,182	0,186	0,194	0,185	0,190	0,271	0,256	0,253	0,240	0,232	0,230
Soma A	0,588	0,494	0,531	0,497	0,510	0,483	0,232	0,415	0,479	0,225	0,412	0,510	0,749	0,682	0,693	0,686	0,679	0,683
Cátions	30,580	30,612	30,492	30,895	30,732	30,665	30,469	30,520	30,759	30,437	30,532	30,737	30,947	31,008	30,803	30,669	30,978	30,931
F	0,116	0,149	0,120	0,236	0,068	0,221	0,168	0,087	0,198	0,166	0,120	0,193	0,373	0,169	0,105	0,134	0,134	0,136
CI	0,045	0,047	0,021	0,048	0,043	0,046	0,046	0,044	0,036	0,049	0,045	0,030	0,114	0,131	0,119	0,090	0,064	0,066
mg#	0,31	0,31	0,28	0,29	0,30	0,28	0,29	0,26	0,26	0,28	0,26	0,26	0,10	0,09	0,09	0,05	0,05	0,05

OM683 (Diorito) OM691 (Quartzo monzonito) OM888 (Sienogranito) OM1057 (Quartzo monzonito) Amostra Grão c25 c26 c18 c45 c3 c4 Análise n b b b n b n b 41,33 41,67 SiO2 48,40 46,26 49,61 51,39 49,49 42,76 42,01 41,51 41,34 40,48 41,16 41,07 41,76 41,65 42,47 TiO2 1,50 2,02 1,10 1,03 1,78 1,79 1,00 0,81 0,68 1,48 0.86 1,81 1,66 1,91 1,74 1,63 1,30 4.89 3,90 7,30 7,17 7,32 7,32 AI2O3 6,11 7,36 4,51 7,22 7,00 7,29 7,55 7,16 7,93 7,48 6,40 FeO 14,24 13,99 29,15 29,42 28,26 27,37 14,67 15,08 14,14 27,42 26,51 29,28 30,32 27,95 29,07 27,51 28,70 MnO 0,33 0,33 0,32 0,41 0,39 1,03 0,90 1,01 0,67 0,74 0,83 0,58 0,55 0,75 0,54 0,54 0,71 MgO 14,27 13,51 15,02 15,67 14,69 4,59 5,28 3,71 3,19 3,21 2,39 4,18 4,27 3,16 4,39 4,46 3,57 ZnO 0,01 0,00 0,00 0,04 0,04 0,08 0,08 0,07 0,73 0,88 0,76 0,31 0,53 0,26 0,80 0,63 0,80 CaO 11,85 9.74 10.48 9.94 11.87 11.68 10,54 11.94 9.83 10,24 10,15 9.98 9.93 10.02 10,00 9.94 10.29 Na2O 0,82 0,99 0,68 0,52 2,30 2,35 1,95 2,15 2,05 2,14 0,66 2,15 2,06 2,13 1,90 2,12 1,68 K20 0,25 0,17 1,09 1,07 1,07 0,32 0,57 0,25 0,95 0,95 1,12 1,08 1,13 1,08 1,15 1,07 0,93 F 0.00 0.00 0.06 0.13 0.82 0.64 0.81 0.29 0.35 0.28 0.24 0.25 0.25 0.32 0.12 0.33 0.25 CI 0.06 0,14 0.04 0,06 0,08 0,23 0.20 0,08 0,08 0,11 0.06 0,06 0,09 0,09 0.03 0.01 0.07 O=(F,CI) 0,01 0,03 0,03 0,07 0,07 0,40 0,31 0,36 0,14 0,16 0,16 0,13 0,12 0,13 0,11 0,14 0,12 Total 97,92 97,12 97,74 97,55 96,90 96,89 97,58 98,15 98,21 97,95 97,58 97,16 97,81 96,82 97,33 97,22 97,04 lons considerando máximo de FeIII 6,972 7,388 7,225 6,634 6,706 6,655 6,647 6,623 6,558 6,653 6,628 6,614 6,517 6,606 Si 6,778 7,167 6,794 Ti 0,119 0,114 0,108 0,087 0,075 0,179 0,177 0,103 0,218 0,200 0,217 0,243 0,214 0.230 0,208 0,194 0,157 AIIV 0.909 1,109 0,724 0,525 0.701 1,187 1,117 1,242 1,135 1.177 1,224 1,104 1,159 1,156 1.275 1,200 1.049 Soma T 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 8,000 AIVI 0,129 0,161 0,108 0,137 0.075 0,179 0,177 0,120 0,218 0,200 0,217 0,243 0,214 0,230 0,208 0,194 0,157 0,834 Felll 0,831 0,558 0,501 0,560 0,500 0,734 0,741 0,322 0,449 0,433 0,417 0,432 0,609 0.671 0.738 0,578 0,934 1.017 1,162 1.167 3,181 2,742 3,121 3,618 3.474 3,676 3,317 3,327 3.299 2.980 2,883 3.262 Fe 1,181 Mn 0,040 0,041 0,040 0.050 0,048 0,141 0,120 0,135 0,090 0,100 0,113 0,079 0,075 0,102 0,072 0,073 0,096 Mg 3,063 2,950 3,235 3,358 3,197 1,098 1,233 0,875 0,762 0,767 0,576 0,995 1,012 0,757 1,039 1,052 0,851 Soma C 4,999 5,045 5,098 5,006 4.989 5,015 5,059 4,970 4,940 4.945 5,000 5,103 5,228 4,992 5.010 5,051 4,996 0,001 0,000 0,000 0,004 0,005 0,010 0,010 0,008 0,087 0,104 0,091 0,036 0,062 0,031 0,094 0,074 0,094 Zn Ca 1,829 1,863 1,808 1,624 1,867 1,691 1,636 1,778 1,757 1,742 1,725 1,708 1,691 1,726 1,701 1,685 1,763 Na 0,170 0,137 0,191 0,144 0,128 0,300 0,354 0,214 0,157 0,155 0,183 0,256 0,247 0,243 0,206 0,242 0,143 Soma B 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 1,999 1,772 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 0,060 0,379 Na 0,146 0,000 0,000 0,058 0,417 0,360 0,384 0,510 0,484 0,493 0,409 0,349 0,445 0,415 0,378 0,189 κ 0,058 0,107 0,046 0,031 0,046 0,195 0,190 0,226 0,222 0,221 0,234 0,220 0,232 0,219 0,216 0,216 Soma A 0,118 0,253 0,046 0,031 0,104 0,612 0,549 0,610 0,732 0,704 0,727 0,599 0,642 0,568 0,662 0,630 0,567 Cátions 30,116 30,253 30,249 30,031 30,194 30,808 30,561 30,594 30,752 30,683 30,758 30,701 30,760 30,560 30,601 30,509 30,457 F 0,000 0,000 0,028 0,057 0,057 0,418 0,315 0,404 0,145 0,166 0,181 0,140 0,120 0,127 0,126 0,161 0,127 CI 0,014 0,064 0,016 0,035 0,009 0,013 0,019 0,052 0,021 0,021 0,029 0,016 0,025 0,025 0,009 0,002 0,018 mg# 0,63 0,61 0,65 0,67 0,65 0,23 0,26 0,18 0,16 0,16 0,12 0,21 0,21 0,16 0,22 0.23 0,18

Tabela 3 - Análises químicas representativas de anfibólio do Pluton Palermo (continuação)

Tabela 4 – Análises químicas representativas de anfibólio do Pluton Rio Negro

Amostra	PRC01 (Di	orito)											PRC05 (Di	orito)				
Grão	c1			c5			c19			c20			c2			c6		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	47,13	46,94	46,93	47,38	46,49	47,25	46,84	47,67	47,08	47,29	46,97	46,73	48,43	48,32	49,02	48,39	49,26	48,57
TiO2	1,60	1,44	1,69	1,34	1,36	1,33	1,57	1,36	1,31	1,46	1,44	1,59	1,30	1,26	1,16	1,08	0,99	1,07
AI2O3	5,82	5,55	5,92	5,54	5,83	5,72	5,78	5,61	5,80	5,64	5,89	6,00	5,21	5,00	4,99	5,02	4,86	5,14
FeO	17,13	17,60	17,30	18,27	18,87	17,93	17,58	17,12	17,14	17,17	17,75	17,55	15,86	15,51	16,20	16,49	15,62	15,72
MnO	0,34	0,33	0,32	0,38	0,30	0,36	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,33	0,33	0,29	0,24	0,31	0,29
MgO	12,07	12,44	12,12	12,44	12,31	12,12	12,44	12,40	12,59	12,52	12,05	12,06	14,10	14,02	14,43	13,70	14,81	14,42
ZnO	0,03	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,01	0,00
CaO	11,06	10,69	10,80	10,89	10,74	10,82	10,84	10,97	11,25	11,01	10,99	11,17	11,26	11,22	10,96	11,10	11,39	11,18
Na2O	1,33	1,23	1,15	1,19	1,28	1,18	1,24	1,13	1,00	1,12	1,15	1,14	1,16	1,07	1,00	1,02	0,82	0,99
K2O	0,57	0,53	0,52	0,53	0,51	0,55	0,52	0,51	0,49	0,55	0,58	0,60	0,46	0,44	0,36	0,40	0,34	0,46
F	0,03	0,18	0,29	0,00	0,14	0,00	0,03	0,00	0,25	0,04	0,00	0,07	0,07	0,25	0,04	0,25	0,04	0,07
CI	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,55	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03
O=(F,CI)	0,02	0,08	0,13	0,01	0,07	0,01	0,02	0,01	0,11	0,14	0,01	0,03	0,03	0,11	0,02	0,11	0,02	0,04
Total	97,15	96,93	96,94	97,99	97,82	97,29	97,19	97,16	97,17	97,03	97,17	97,19	98,15	97,33	98,50	97,64	98,43	97,89
lons cons	iderando m	láximo de	Felli								<u> </u>							
Si	6,983	7,021	6,965	7,031	6,969	7,002	6,985	7,026	6,985	7,015	6,970	6,949	7,100	7,131	7,144	7,129	7,167	7,113
Ti	0,179	0,162	0,188	0,150	0,153	0,149	0,176	0,151	0,146	0,163	0,160	0,177	0,143	0,140	0,128	0,119	0,109	0,118
AIIV	0,838	0,817	0,847	0,820	0,877	0,850	0,839	0,824	0,869	0,823	0,870	0,874	0,757	0,729	0,729	0,752	0,724	0,769
Soma T	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
AIVI	0,179	0,162	0,188	0,150	0,153	0,149	0,176	0,151	0,146	0,163	0,160	0,177	0,143	0,140	0,128	0,119	0,109	0,118
Felll	0,630	0,404	0,684	0,336	0,188	0,639	0,389	0,733	0,566	0,530	0,635	0,553	0,241	0,296	0,273	0,372	0,253	0,322
Fe	1,493	1,797	1,462	1,932	2,178	1,582	1,804	1,378	1,561	1,600	1,568	1,629	1,702	1,618	1,702	1,660	1,648	1,604
Mn	0,043	0,042	0,041	0,047	0,038	0,045	0,040	0,040	0,038	0,041	0,039	0,040	0,041	0,041	0,036	0,030	0,038	0,035
Mg	2,666	2,773	2,680	2,751	2,751	2,676	2,765	2,724	2,785	2,769	2,666	2,672	3,081	3,083	3,135	3,009	3,211	3,147
Soma C	5,011	5,179	5,055	5,215	5,308	5,091	5,174	5,025	5,097	5,102	5,068	5,071	5,210	5,179	5,273	5,190	5,258	5,226
Zn	0,004	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001	0,003	0,004	0,003	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,005	0,004	0,001	0,000
Ca	1,755	1,714	1,718	1,731	1,724	1,718	1,732	1,733	1,789	1,750	1,747	1,779	1,769	1,774	1,711	1,752	1,776	1,755
Na	0,241	0,283	0,282	0,269	0,275	0,281	0,265	0,264	0,209	0,250	0,251	0,221	0,231	0,226	0,283	0,244	0,223	0,245
Soma B	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,999	2,000	2,000	2,000
Na	0,141	0,074	0,049	0,073	0,097	0,059	0,093	0,059	0,079	0,073	0,081	0,107	0,098	0,079	0,000	0,048	0,008	0,037
K	0,108	0,101	0,098	0,100	0,098	0,103	0,099	0,095	0,092	0,104	0,109	0,114	0,086	0,084	0,067	0,076	0,063	0,085
Soma A	0,249	0,175	0,147	0,172	0,194	0,162	0,192	0,154	0,172	0,176	0,190	0,221	0,184	0,162	0,067	0,124	0,071	0,123
Cátions	15,260	15,355	15,202	15,388	15,502	15,252	15,365	15,179	15,268	15,278	15,258	15,293	15,394	15,341	15,340	15,314	15,329	15,348
F	0,015	0,085	0,134	0,000	0,068	0,000	0,015	0,001	0,119	0,018	0,000	0,033	0,032	0,116	0,017	0,117	0,017	0,032
CI	0,011	0,010	0,011	0,010	0,011	0,012	0,007	0,013	0,007	0,138	0,009	0,006	0,003	0,004	0,007	0,002	0,003	0,008
L																	1	
mg#	0,56	0,56	0,56	0,55	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,55	0,55	0,61	0,62	0,61	0,60	0,63	0,62

Amostra	PRC14 (Gr	anodiorito)							PRC27 (Gr	anodiorito)						
Grão	c3			c4			c15			c1		0	:17			c18		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	1 d	۱	i	b	n i	i	b
								<u> </u>										
SiO2	46,70	45,39	45,42	44,42	45,32	44,90	45,62	45,50	45,28	44,51	44,11	44,28	44,68	44,43	44,31	44,48	44,49	44,48
TiO2	1,32	1,66	1,54	1,50	1,49	1,60	1,44	1,49	1,74	1,63	1,42	1,41	1,50	1,52	1,58	1,51	1,34	1,30
AI2O3	5,95	6,43	6,30	6,24	6,18	6,10	5,76	5,87	6,11	6,24	6,51	6,25	6,25	6,21	6,25	6,25	6,31	6,37
FeO	19,03	19,94	19,69	20,16	19,69	20,90	18,73	18,34	19,27	21,17	22,06	22,55	21,51	21,78	21,39	21,90	21,59	22,41
MnO	0,35	0,37	0,32	0,34	0,32	0,38	0,38	0,39	0,39	0,45	0,47	0,42	0,45	0,46	0,42	0,41	0,46	0,53
MgO	11,27	10,51	10,79	10,96	11,53	10,29	11,48	11,43	10,55	9,32	8,95	9,03	9,29	9,23	9,17	8,81	8,77	8,27
ZnO	0,05	0,06	0,08	0,03	0,02	0,05	0,07	0,00	0,05	0,01	0,05	0,05	0,02	0,07	0,02	0,06	0,03	0,02
CaO	10,89	10,78	10,87	10,49	10,59	10,51	10,58	10,50	10,51	10,52	10,29	10,79	10,31	10,42	10,59	10,53	10,72	10,67
Na2O	1,79	1,96	1,66	1,78	1,82	1,73	1,89	1,94	1,84	2,16	2,06	2,05	1,94	2,02	2,05	2,01	1,97	1,85
K2O	0,88	0,92	0,76	0,87	0,86	0,81	0,76	0,81	0,79	0,91	0,85	0,89	0,89	0,83	0,85	0,93	0,87	0,87
F	0,25	0,32	0,35	0,49	0,49	0,55	0,63	0,73	0,60	0,66	0,89	0,55	0,49	0,70	0,46	0,66	0,45	0,72
CI	0,09	0,06	0,09	0,07	0,09	0,11	0,06	0,05	0,13	0,09	0,10	0,10	0,07	0,07	0,09	0,06	0,12	0,17
O=(F,CI)	0,12	0,15	0,17	0,22	0,22	0,26	0,28	0,32	0,28	0,30	0,40	0,25	0,22	0,31	0,21	0,29	0,22	0,34
Total	98,43	98,24	97,70	97,13	98,16	97,68	97,12	96,74	96,97	97,36	97,36	98,11	97,19	97,43	97,06	97,33	96,90	97,32
lons cons	iderando n	náximo de	Felll															
Si	6,956	6,855	6,876	6,863	6,892	6,895	6,964	6,944	6,903	6,865	6,815	6,860	6,867	6,869	6,860	6,863	6,855	6,845
Ti	0,147	0,188	0,175	0,174	0,170	0,185	0,166	0,171	0,200	0,189	0,165	0,164	0,173	0,176	0,183	0,175	0,155	0,151
AIIV	0,897	0,957	0,949	0,963	0,938	0,920	0,871	0,885	0,897	0,946	1,020	0,976	0,959	0,955	0,957	0,962	0,990	1,004
Soma T	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
AIVI	0,147	0,188	0,175	0,174	0,170	0,185	0,166	0,171	0,200	0,189	0,165	0,164	0,173	0,176	0,183	0,175	0,155	0,151
Felli	0,454	0,276	0,307	0,000	0,000	0,042	0,085	0,224	0,352	0,214	0,375	0,000	0,380	0,189	0,225	0,346	0,509	0,604
Fe	1,917	2,243	2,185	2,605	2,503	2,642	2,307	2,116	2,104	2,516	2,475	2,921	2,385	2,627	2,544	2,480	2,273	2,281
Mn	0,044	0,047	0,041	0,045	0,041	0,050	0,049	0,050	0,050	0,058	0,062	0,056	0,059	0,060	0,056	0,054	0,060	0,069
Mg	2,501	2,366	2,435	2,524	2,613	2,356	2,612	2,600	2,397	2,142	2,062	2,085	2,129	2,126	2,116	2,027	2,014	1,896
Soma C	5,063	5,121	5,143	5,347	5,327	5,275	5,217	5,162	5,102	5,119	5,139	5,226	5,126	5,179	5,124	5,081	5,012	5,001
Zn	0,005	0,007	0,009	0,003	0,003	0,005	0,008	0,000	0,005	0,001	0,006	0,005	0,003	0,008	0,002	0,007	0,003	0,002
Ca	1,738	1,744	1,763	1,737	1,726	1,730	1,731	1,717	1,717	1,739	1,704	1,790	1,698	1,725	1,757	1,741	1,769	1,760
Na	0,257	0,250	0,228	0,260	0,272	0,265	0,261	0,283	0,278	0,260	0,290	0,204	0,300	0,267	0,241	0,252	0,228	0,238
Soma B	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Na	0,259	0,324	0,260	0,272	0,264	0,251	0,298	0,291	0,264	0,386	0,325	0,412	0,279	0,337	0,374	0,348	0,359	0,315
K	0,168	0,178	0,147	0,172	0,167	0,158	0,148	0,157	0,154	0,179	0,167	0,175	0,175	0,163	0,168	0,183	0,171	0,171
Soma A	0,427	0,502	0,407	0,443	0,431	0,409	0,447	0,448	0,419	0,565	0,492	0,587	0,454	0,500	0,542	0,531	0,530	0,486
Cátions	15,490	15,622	15,551	15,791	15,758	15,684	15,664	15,610	15,521	15,684	15,631	15,813	15,580	15,678	15,666	15,612	15,542	15,487
	1																	
F	0,116	0,152	0,168	0,238	0,233	0,266	0,306	0,354	0,287	0,322	0,435	0,268	0,238	0,340	0,224	0,320	0,218	0,350
CI	0,021	0,015	0,023	0,019	0,023	0,029	0,015	0,013	0,034	0,023	0,027	0,027	0,019	0,019	0,024	0,016	0,032	0,044
mg#	0,51	0,48	0,49	0,49	0,51	0,47	0,52	0,53	0,49	0,44	0,42	0,42	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,40

Amostra	PRC57 (Di	orito)						OM473 (Di	orito)					OM499 (Qu	artzo mon	zonito)			
Grão	c1		c8 nucleo		c17			c33			c38			c11			c12		
Análise	n	i	n	b	n	i	b	n	i	b	n		b	n i		b I	n	i	b
SiO2	49,00	49,04	49,45	49,84	49,56	48,97	49,42	47,65	47,00	45,34	46,17	47,54	47,16	47,56	45,46	45,13	46,14	46,79	47,21
TiO2	1,02	1,32	0,93	0,95	1,17	1,27	0,85	1,35	1,60	1,42	1,34	1,29	1,30	0,92	1,53	1,64	1,46	0,72	0,67
AI2O3	4,48	5,05	4,45	4,59	4,84	4,94	4,55	5,89	5,87	5,84	5,88	5,79	5,75	4,80	6,41	6,47	6,26	5,39	4,98
FeO	16,12	15,10	15,03	14,42	14,75	15,37	14,83	17,30	17,65	17,76	18,48	17,87	17,77	21,08	20,36	20,72	20,35	20,62	21,03
MnO	0,30	0,32	0,29	0,24	0,32	0,33	0,29	0,29	0,31	0,33	0,32	0,33	0,34	0,40	0,39	0,40	0,41	0,35	0,42
MgO	13,67	14,23	14,40	14,38	14,75	14,45	14,98	11,96	11,99	12,14	11,82	11,90	12,19	10,24	9,83	9,73	9,84	9,75	10,08
ZnO	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,04	0,07	0,05	0,30	0,34	0,55	0,19	0,26	0,44
CaO	11,11	11,06	11,35	11,23	11,22	11,09	10,94	11,75	10,92	11,47	10,92	11,18	11,15	11,45	10,50	10,86	10,99	11,14	11,29
Na2O	1,03	1,14	0,93	0,89	1,09	0,91	0,90	1,03	1,11	1,11	1,18	1,15	0,99	1,27	1,79	1,80	1,58	1,31	1,22
K2O	0,37	0,41	0,33	0,32	0,40	0,40	0,34	0,64	0,62	0,66	0,61	0,58	0,56	0,59	0,88	0,88	0,81	0,59	0,56
F	0,07	0,00	0,11	0,14	0,07	0,15	0,04	0,00	0,21	0,09	0,00	0,00	0,06	0,11	0,10	0,07	0,15	0,14	0,09
CI	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05	0,04	0,09	0,04	0,07	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09
O=(F,CI)	0,03	0,00	0,05	0,06	0,04	0,07	0,02	0,01	0,10	0,05	0,01	0,02	0,04	0,06	0,04	0,03	0,08	0,08	0,06
Total	97,15	97,68	97,30	96,96	98,16	97,84	97,12	97,95	97,24	96,13	97,24	97,76	97,33	98,71	97,54	98,22	98,17	97,07	98,01
lons cons	iderando n	náximo de	Felll				<u> </u>												
Si	7,222	7,135	7,233	7,229	7,175	7,151	7,217	7,024	6,974	6,946	6,955	6,996	6,995	7,150	6,860	6,844	6,911	7,078	7,116
Ti	0,113	0,144	0,102	0,104	0,127	0,139	0,093	0,149	0,179	0,163	0,152	0,142	0,144	0,104	0,174	0,186	0,164	0,081	0,076
AIIV	0,665	0,721	0,665	0,668	0,698	0,710	0,689	0,827	0,848	0,890	0,893	0,861	0,861	0,746	0,966	0,970	0,925	0,841	0,808
Soma T	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
AIVI	0,113	0,144	0,102	0,116	0,127	0,139	0,093	0,197	0,179	0,163	0,152	0,143	0,144	0,104	0,174	0,186	0,180	0,120	0,076
Felll	0,398	0,517	0,436	0,743	0,438	0,367	0,454	0,503	0,640	0,000	0,392	0,753	0,598	0,202	0,620	0,305	0,605	0,613	0,436
Fe	1,588	1,320	1,402	1,006	1,348	1,510	1,357	1,630	1,549	2,276	1,936	1,446	1,606	2,448	1,950	2,323	1,945	1,995	2,215
Mn	0,038	0,040	0,036	0,029	0,039	0,041	0,036	0,036	0,038	0,043	0,041	0,041	0,043	0,050	0,049	0,051	0,052	0,044	0,054
Mg	3,004	3,085	3,139	3,109	3,184	3,145	3,260	2,627	2,651	2,772	2,655	2,610	2,694	2,295	2,210	2,198	2,198	2,198	2,264
Soma C	5,141	5,106	5,116	5,005	5,136	5,202	5,200	4,993	5,058	5,254	5,176	4,993	5,086	5,100	5,003	5,064	4,980	4,971	5,044
Zn	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,002	0,000	0,004	0,007	0,005	0,033	0,038	0,062	0,020	0,029	0,048
Ca	1,754	1,725	1,779	1,746	1,740	1,734	1,712	1,856	1,737	1,882	1,763	1,763	1,773	1,845	1,697	1,764	1,763	1,805	1,823
Na	0,246	0,275	0,216	0,250	0,260	0,256	0,255	0,137	0,261	0,118	0,233	0,229	0,222	0,122	0,264	0,174	0,216	0,166	0,128
Soma B	2,000	2,000	2,000	1,995	2,000	1,991	1,968	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Na	0,048	0,047	0,047	0,000	0,046	0,000	0,000	0,158	0,058	0,211	0,112	0,100	0,064	0,249	0,260	0,354	0,243	0,218	0,228
К	0,070	0,076	0,062	0,058	0,074	0,075	0,063	0,121	0,117	0,128	0,118	0,109	0,105	0,112	0,170	0,171	0,154	0,114	0,108
Soma A	0,118	0,123	0,109	0,058	0,120	0,075	0,063	0,278	0,175	0,339	0,230	0,209	0,169	0,362	0,430	0,524	0,397	0,332	0,336
Cátions	15,259	15,229	15,226	15,058	15,256	15,268	15,230	15,271	15,232	15,593	15,406	15,201	15,254	15,462	15,433	15,588	15,377	15,303	15,380
F	0,032	0,000	0,049	0,063	0,032	0,070	0,020	0,000	0,097	0,042	0,001	0,000	0,030	0,052	0,049	0,034	0,070	0,066	0,041
CI	0,005	0,004	0,008	0,007	0,007	0,007	0,005	0,008	0,015	0,012	0,009	0,022	0,011	0,017	0,001	0,005	0,023	0,026	0,022
mg#	0,60	0,63	0,63	0,64	0,64	0,63	0,64	0,55	0,55	0,55	0,53	0,54	0,55	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46

Amostra	PRC68 (Di	iorito)																
Grão	c5			c7			c15			c16			c17			c18		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
					_													
SiO2	34,97	35,32	35,69	35,16	35,46	34,91	34,96	35,85	35,60	35,89	35,72	35,82	35,35	35,38	35,86	35,52	35,58	35,72
TiO2	3,89	4,31	3,12	4,63	4,43	4,76	3,74	3,67	4,36	4,18	4,26	4,38	4,39	4,49	4,17	4,84	4,37	4,01
AI2O3	12,87	12,93	12,96	12,77	13,02	12,85	13,04	12,67	12,93	12,63	12,77	12,94	12,89	12,99	12,95	12,81	12,98	13,04
FeO	25,03	24,87	24,88	24,36	25,60	26,88	25,29	25,71	10,16	25,71	24,85	24,86	25,63	24,52	24,94	25,47	25,46	23,94
MnO	0,18	0,18	0,22	0,21	0,22	0,23	0,18	0,18	0,17	0,22	0,25	0,23	0,24	0,22	0,27	0,23	0,19	0,21
MgO	7,99	8,09	8,78	7,83	7,76	7,99	8,37	8,24	8,04	7,95	7,82	7,88	8,33	8,06	8,48	8,08	8,11	8,20
CaO	0,06	0,02	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,01
Na2O	0,11	0,14	0,14	0,13	0,16	0,15	0,12	0,09	0,17	0,15	0,14	0,14	0,14	0,16	0,15	0,10	0,11	0,13
K2O	9,33	9,53	9,64	9,45	9,55	9,44	9,12	9,22	9,31	9,29	9,09	9,16	9,28	9,23	9,22	9,25	9,24	9,34
ZnO	0,02	0,08	0,00	0,05	0,03	0,09	0,00	0,03	0,10	0,00	0,05	0,04	0,01	0,06	0,08	0,02	0,00	0,04
F	0,04	0,33	0,30	0,47	0,20	0,20	0,17	0,33	0,20	0,63	0,10	0,30	0,36	0,20	0,36	0,50	0,27	0,24
CI	0,16	0,23	0,16	0,20	0,17	0,13	0,16	0,13	0,15	0,19	0,17	0,19	0,01	0,17	0,21	0,19	0,14	0,17
O=(F,Cl)	0,05	0,19	0,16	0,24	0,12	0,11	0,11	0,17	0,12	0,31	0,08	0,17	0,15	0,12	0,20	0,25	0,14	0,14
Total	94,60	93,86	95,78	95,04	96,52	97,53	95,06	95,97	96,06	96,52	95,17	95,79	96,70	95,40	96,52	96,79	96,30	94,89
lons com	base em 26	<u> </u>			-	-			-	-								_
Si	5,588	5,579	5,632	5,593	5,569	5,465	5,560	5,651	6,146	5,640	5,651	5,634	5,546	5,064	5,606	5,560	5,064	5,651
AI	2,425	2,408	2,410	2,394	2,410	2,370	2,444	2,354	2,632	2,338	2,380	2,399	2,383	2,028	2,387	2,363	2,028	2,431
Soma T	8,012	7,987	8,042	7,987	7,979	7,835	8,004	8,005	8,778	7,979	8,031	8,033	7,929	7,092	7,993	7,923	7,092	8,082
Ti	0,467	0,511	0,371	0,554	0,523	0,560	0,447	0,435	0,566	0,494	0,507	0,518	0,518	0,506	0,490	0,570	0,506	0,477
Fe	3,345	3,285	3,283	3,241	3,363	3,519	3,364	3,390	1,466	3,379	3,287	3,270	3,364	3,337	3,261	3,334	3,038	3,167
Mn	0,024	0,024	0,030	0,028	0,029	0,031	0,024	0,024	0,024	0,029	0,034	0,031	0,032	0,000	0,036	0,031	0,000	0,028
Mg	1,903	1,904	2,065	1,855	1,817	1,864	1,983	1,936	2,068	1,861	1,843	1,847	1,949	1,769	1,975	1,885	1,769	1,933
Zn	0,002	0,010	0,000	0,005	0,004	0,010	0,000	0,003	0,013	0,000	0,006	0,004	0,001	0,000	0,010	0,002	0,000	0,005
Soma Y	5,742	5,734	5,749	5,684	5,736	5,984	5,818	5,788	4,137	5,762	5,678	5,670	5,865	5,613	5,771	5,821	5,314	5,610
Ca	0,011	0,003	0,009	0,006	0,007	0,005	0,005	0,003	0,002	0,003	0,005	0,006	0,001	0,000	0,006	0,006	0,000	0,002
Na	0,033	0,044	0,042	0,041	0,050	0,046	0,036	0,028	0,058	0,044	0,043	0,041	0,042	0,001	0,045	0,032	0,000	0,039
K	1,902	1,920	1,941	1,918	1,914	1,884	1,851	1,854	2,050	1,862	1,834	1,838	1,857	1,821	1,838	1,846	1,821	1,886
Soma X	1,946	1,966	1,993	1,965	1,971	1,935	1,892	1,885	2,109	1,909	1,883	1,885	1,900	1,822	1,888	1,883	1,822	1,927
Cátions	15,700	15,688	15,784	15,636	15,685	15,755	15,714	15,678	15,025	15,650	15,591	15,588	15,694	14,527	15,652	15,627	14,227	15,619
	-		-		-	-			-				-					_
F	0,018	0,166	0,148	0,234	0,098	0,099	0,085	0,165	0,110	0,311	0,050	0,151	0,179	0,001	0,178	0,246	0,002	0,118
Cl	0,044	0,061	0,041	0,054	0,044	0,033	0,042	0,035	0,044	0,050	0,045	0,051	0,003	0,001	0,056	0,051	0,000	0,045
					-													
mg#	0,36	0,37	0,39	0,36	0,35	0,35	0,37	0,36	0,59	0,36	0,36	0,36	0,37	0,35	0,38	0,36	1,00	0,38

Amostra	PRC68 (Di	orito)					PRC69 (M	onzogranito)							PRC72 (Di	orito)	
Grão	c19			c20			c11			c12			c13			c3		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
			•	•					-		•		•					
SiO2	35,40	35,14	35,17	35,52	35,60	35,82	35,31	35,41	35,45	35,84	35,75	35,61	35,35	35,25	35,19	35,28	36,01	35,45
TiO2	4,25	4,41	3,87	4,19	4,48	4,09	3,83	4,03	3,96	4,10	4,06	4,37	4,20	4,41	4,15	4,96	5,18	4,89
AI2O3	12,98	12,78	12,95	12,73	12,74	13,06	13,14	12,88	12,99	12,88	12,99	12,87	13,02	13,03	12,99	13,01	13,19	13,05
FeO	25,66	25,44	25,94	24,96	24,84	24,97	24,97	24,67	24,01	23,42	23,58	23,79	25,66	24,85	25,84	22,04	22,45	23,61
MnO	0,20	0,24	0,20	0,22	0,23	0,25	0,19	0,18	0,23	0,23	0,23	0,21	0,22	0,26	0,23	0,21	0,19	0,19
MgO	7,69	7,80	8,26	8,13	8,12	8,02	8,38	8,23	8,22	7,96	7,96	7,80	7,79	7,76	7,88	9,69	9,67	10,03
CaO	0,01	0,03	0,02	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,01	0,01	0,04
Na2O	0,12	0,12	0,09	0,13	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,08	0,10	0,11	0,08	0,09	0,10	0,16	0,13	0,12
K2O	9,04	9,20	9,03	9,28	9,32	9,32	9,06	8,96	8,98	8,97	8,80	9,03	9,22	9,22	9,00	9,18	9,53	9,67
ZnO	0,02	0,07	0,06	0,03	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14	0,02	0,07	0,00	0,02	0,03	0,07	0,04
F	0,23	0,00	0,16	0,36	0,40	0,14	0,14	0,30	0,04	0,36	0,43	0,24	0,33	0,36	0,43	0,07	0,03	0,13
CI	0,13	0,13	0,20	0,25	0,22	0,20	0,12	0,10	0,10	0,13	0,13	0,11	0,16	0,12	0,07	0,14	0,12	0,04
O=(F,Cl)	0,12	0,03	0,11	0,21	0,22	0,10	0,08	0,15	0,04	0,18	0,21	0,12	0,17	0,18	0,20	0,06	0,04	0,06
Total	95,60	95,34	95,83	95,58	95,99	95,92	95,15	94,71	94,03	93,83	93,98	94,05	95,94	95,20	95,76	94,71	96,53	97,14
lons c	om base er	n 26 O									•							
Si	5,598	5,575	5,561	5,618	5,606	5,628	5,588	5,624	5,644	5,710	5,692	5,670	5,581	5,589	5,568	5,540	5,550	5,472
Al	2,420	2,390	2,413	2,374	2,364	2,419	2,451	2,412	2,437	2,419	2,436	2,416	2,423	2,435	2,422	2,408	2,396	2,375
Soma T	8,017	7,965	7,974	7,992	7,970	8,047	8,039	8,036	8,082	8,129	8,129	8,086	8,005	8,025	7,990	7,948	7,946	7,846
Ti	0,505	0,526	0,461	0,498	0,530	0,484	0,456	0,481	0,474	0,491	0,487	0,523	0,499	0,525	0,494	0,585	0,601	0,568
Fe	3,393	3,375	3,430	3,302	3,271	3,280	3,305	3,277	3,197	3,121	3,140	3,168	3,389	3,296	3,420	2,894	2,893	3,047
Mn	0,026	0,032	0,027	0,030	0,030	0,033	0,025	0,024	0,031	0,032	0,031	0,029	0,030	0,035	0,031	0,028	0,025	0,024
Mg	1,811	1,843	1,947	1,917	1,906	1,877	1,976	1,948	1,950	1,890	1,889	1,852	1,834	1,835	1,859	2,267	2,221	2,307
Zn	0,002	0,009	0,007	0,003	0,012	0,004	0,000	0,000	0,000	0,003	0,017	0,002	0,008	0,000	0,003	0,003	0,007	0,004
Soma Y	5,738	5,785	5,871	5,750	5,750	5,679	5,762	5,730	5,651	5,536	5,562	5,574	5,759	5,691	5,806	5,778	5,747	5,951
Ca	0,002	0,005	0,003	0,000	0,004	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,004	0,004	0,007	0,009	0,001	0,002	0,006
Na	0,036	0,038	0,029	0,039	0,040	0,034	0,031	0,030	0,032	0,026	0,030	0,034	0,023	0,027	0,030	0,048	0,039	0,036
K	1,824	1,862	1,820	1,871	1,873	1,867	1,828	1,814	1,824	1,824	1,787	1,834	1,858	1,864	1,816	1,838	1,875	1,903
Soma X	1,862	1,905	1,852	1,911	1,918	1,904	1,859	1,845	1,858	1,850	1,821	1,872	1,885	1,898	1,854	1,887	1,916	1,945
Cátions	15,617	15,654	15,696	15,653	15,638	15,630	15,660	15,611	15,591	15,515	15,512	15,532	15,649	15,613	15,650	15,614	15,609	15,743
_	1	1	T.	T.					1	1	1	1	r	1	1		r	
F	0,113	0,000	0,081	0,181	0,199	0,068	0,068	0,148	0,020	0,182	0,214	0,118	0,163	0,182	0,214	0,035	0,016	0,065
CI	0,036	0,035	0,053	0,066	0,059	0,054	0,031	0,027	0,026	0,035	0,035	0,029	0,042	0,031	0,020	0,036	0,030	0,009
	L		1	T									L					
mg#	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,37	0,35	0,36	0,35	0,44	0,43	0,43

Amostra	PRC72 (Di	orito)														PRC103 (N	Monzograni	to)
Grão	c11			c12			c13			c14			c15			c4		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	35,13	34,89	34,79	35,17	35,38	35,07	35,15	35,23	35,50	35,14	34,89	34,72	35,68	35,25	35,31	34,66	35,48	34,63
TiO2	4,61	4,38	3,91	4,08	4,10	4,40	4,47	4,56	4,57	4,62	4,42	4,51	4,42	4,72	4,38	4,63	4,55	4,25
AI2O3	12,84	12,75	13,11	12,94	13,19	12,72	12,99	12,92	13,12	12,65	12,85	12,93	12,94	12,74	12,86	12,59	12,32	12,64
FeO	21,64	22,63	23,64	21,52	22,51	22,40	22,66	21,52	21,73	22,01	23,13	22,96	21,66	21,85	22,10	28,01	28,30	27,74
MnO	0,16	0,13	0,13	0,10	0,13	0,11	0,17	0,15	0,16	0,15	0,13	0,10	0,16	0,16	0,16	0,37	0,40	0,37
MgO	9,95	9,69	9,97	10,24	10,03	10,31	9,92	9,91	9,39	10,16	9,98	9,93	9,66	9,85	9,57	5,28	5,65	5,51
CaO	0,05	0,08	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,21	0,02	0,04	0,02	0,05	0,06	0,09	0,01	0,01	0,03
Na2O	0,14	0,17	0,15	0,15	0,11	0,10	0,13	0,16	0,12	0,16	0,15	0,15	0,11	0,17	0,11	0,09	0,14	0,09
K2O	9,25	8,97	8,42	9,38	9,08	9,02	9,08	9,11	9,10	9,02	9,01	8,97	9,26	9,18	9,17	9,37	9,16	9,37
ZnO	0,06	0,06	0,04	0,11	0,04	0,04	0,04	0,08	0,00	0,05	0,06	0,07	0,04	0,01	0,04	0,02	0,14	0,05
F	0,17	0,24	0,07	0,17	0,10	0,24	0,37	0,34	0,14	0,27	0,10	0,03	0,05	0,18	0,27	0,26	0,39	0,23
CI	0,08	0,13	0,11	0,14	0,15	0,11	0,14	0,19	0,10	0,11	0,14	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,17	0,18
O=(F,Cl)	0,09	0,13	0,06	0,10	0,07	0,13	0,19	0,19	0,08	0,14	0,07	0,04	0,05	0,10	0,14	0,14	0,20	0,14
Total	93,97	93,97	94,33	93,90	94,74	94,41	94,94	94,01	94,06	94,21	94,81	94,41	94,12	94,18	94,02	95,31	96,51	94,95
lons com	base em 26	0																
Si	5,557	5,546	5,507	5,570	5,557	5,537	5,530	5,572	5,597	5,552	5,504	5,491	5,621	5,568	5,594	5,596	5,652	5,608
AI	2,394	2,388	2,446	2,414	2,441	2,368	2,408	2,408	2,439	2,356	2,390	2,411	2,403	2,371	2,402	2,396	2,313	2,412
Soma T	7,951	7,934	7,954	7,985	7,998	7,905	7,938	7,981	8,036	7,908	7,894	7,902	8,024	7,938	7,995	7,992	7,965	8,020
Ti	0,549	0,524	0,466	0,485	0,485	0,522	0,529	0,542	0,542	0,549	0,524	0,536	0,524	0,560	0,521	0,563	0,545	0,518
Fe	2,863	3,009	3,130	2,851	2,957	2,957	2,981	2,846	2,866	2,908	3,052	3,036	2,854	2,886	2,927	3,782	3,771	3,757
Mn	0,021	0,017	0,017	0,013	0,017	0,015	0,022	0,020	0,021	0,020	0,018	0,014	0,022	0,021	0,021	0,051	0,054	0,051
Mg	2,345	2,297	2,352	2,416	2,348	2,427	2,326	2,337	2,208	2,392	2,346	2,341	2,269	2,319	2,259	1,272	1,341	1,330
Zn	0,007	0,007	0,004	0,013	0,004	0,004	0,005	0,010	0,000	0,006	0,007	0,008	0,005	0,001	0,004	0,003	0,016	0,005
Soma Y	5,784	5,854	5,969	5,779	5,811	5,925	5,864	5,755	5,637	5,875	5,947	5,934	5,673	5,788	5,732	5,670	5,728	5,661
Ca	0,008	0,013	0,009	0,003	0,003	0,003	0,004	0,001	0,036	0,004	0,007	0,004	0,009	0,011	0,014	0,002	0,002	0,005
Na	0,042	0,051	0,045	0,047	0,032	0,031	0,039	0,050	0,036	0,049	0,045	0,047	0,035	0,051	0,032	0,029	0,043	0,029
К	1,866	1,819	1,700	1,895	1,819	1,816	1,822	1,839	1,830	1,818	1,813	1,810	1,860	1,849	1,852	1,931	1,860	1,935
Soma X	1,916	1,883	1,753	1,944	1,855	1,850	1,865	1,890	1,901	1,871	1,864	1,861	1,904	1,910	1,899	1,961	1,905	1,969
Cátions	15,651	15,671	15,676	15,708	15,663	15,681	15,667	15,626	15,574	15,654	15,705	15,697	15,601	15,636	15,626	15,623	15,598	15,650
		1		1	•	1		1	1		1	1		1	1	1	1	
F	0,085	0,120	0,036	0,084	0,049	0,120	0,184	0,170	0,067	0,132	0,051	0,014	0,024	0,087	0,135	0,132	0,197	0,118
CI	0,021	0,034	0,030	0,036	0,039	0,029	0,038	0,051	0,027	0,030	0,037	0,033	0,033	0,035	0,034	0,039	0,045	0,049
	1	1	-	•	•	1	•	1	•	1	•	1	•	1	1	1	•	
mg#	0,45	0,43	0,43	0,46	0,44	0,45	0,44	0,45	0,44	0,45	0,43	0,44	0,44	0,45	0,44	0,25	0,26	0,26

Amostra	PRC103 (N	Nonzograni	to)							OM683 (D	iorito)							
Grão	c11			c12			c13			c1			c2			c3		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
									-	•								
SiO2	34,67	34,48	35,06	34,93	34,51	33,96	35,11	34,60	34,57	36,05	36,47	36,89	36,98	37,11	37,03	37,16	37,10	36,50
TiO2	4,42	4,17	4,47	4,56	4,51	5,09	4,50	4,34	4,11	4,85	4,72	4,58	4,28	4,07	4,27	4,46	4,47	4,33
AI2O3	12,42	12,60	12,62	12,08	11,80	12,24	12,49	12,56	12,69	14,14	14,32	14,42	13,95	14,22	14,02	14,15	14,15	13,87
FeO	30,46	29,41	29,80	29,54	30,20	30,40	29,34	29,07	29,26	16,42	17,83	16,98	16,75	15,87	16,03	15,84	17,27	17,40
MnO	0,35	0,34	0,38	0,37	0,40	0,37	0,40	0,39	0,38	0,10	0,10	0,08	0,12	0,11	0,15	0,09	0,08	0,13
MgO	5,39	5,47	5,43	5,48	5,72	5,52	5,49	5,48	5,53	13,65	13,60	13,58	14,09	14,07	14,14	13,90	14,01	13,89
CaO	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,02	0,06	0,05	0,04	0,05	0,07	0,08	0,07
Na2O	0,09	0,07	0,12	0,07	0,11	0,11	0,13	0,12	0,13	0,12	0,10	0,11	0,12	0,10	0,09	0,11	0,08	0,13
K2O	9,17	9,15	9,08	9,00	8,96	9,14	9,02	9,13	9,31	9,48	9,16	9,26	9,39	9,37	9,37	9,41	9,18	9,21
ZnO	0,05	0,05	0,08	0,06	0,03	0,02	0,04	0,09	0,12	0,05	0,08	0,08	0,04	0,07	0,12	0,00	0,00	0,08
F	0,13	0,37	0,16	0,20	0,55	0,36	0,07	0,00	0,20	0,17	0,24	0,07	0,18	0,22	0,07	0,00	0,00	0,07
CI	0,13	0,12	0,14	0,19	0,20	0,21	0,14	0,14	0,09	0,15	0,13	0,15	0,06	0,06	0,05	0,16	0,17	0,20
O=(F,Cl)	0,08	0,18	0,10	0,13	0,28	0,20	0,06	0,03	0,10	0,11	0,13	0,06	0,09	0,10	0,04	0,04	0,04	0,08
Total	97,19	96,07	97,25	96,37	96,73	97,25	96,70	95,93	96,31	95,12	96,64	96,19	95,91	95,20	95,34	95,31	96,55	95,80
			1															
lons com	base em 26	0		1	1			1			1			1		1	1	
Si	5,538	5,556	5,571	5,603	5,556	5,447	5,594	5,565	5,552	5,478	5,471	5,529	5,559	5,593	5,577	5,590	5,539	5,517
AI	2,338	2,393	2,362	2,284	2,238	2,314	2,345	2,382	2,402	2,531	2,532	2,548	2,472	2,525	2,488	2,509	2,490	2,472
Soma T	7,876	7,949	7,933	7,887	7,795	7,760	7,940	7,947	7,954	8,009	8,003	8,076	8,031	8,118	8,065	8,099	8,028	7,989
Ti	0,531	0,505	0,533	0,551	0,546	0,614	0,539	0,525	0,496	0,554	0,533	0,516	0,484	0,461	0,484	0,504	0,502	0,493
Fe	4,069	3,965	3,959	3,963	4,066	4,078	3,909	3,910	3,930	2,087	2,237	2,128	2,106	2,000	2,018	1,993	2,156	2,199
Mn	0,047	0,046	0,051	0,050	0,055	0,051	0,054	0,054	0,051	0,013	0,013	0,010	0,015	0,014	0,018	0,011	0,011	0,017
Mg	1,283	1,313	1,286	1,311	1,372	1,319	1,303	1,313	1,323	3,092	3,041	3,033	3,157	3,160	3,174	3,115	3,119	3,130
Zn	0,006	0,006	0,010	0,007	0,004	0,003	0,004	0,011	0,014	0,006	0,009	0,009	0,005	0,008	0,013	0,000	0,000	0,009
Soma Y	5,935	5,836	5,840	5,881	6,043	6,064	5,809	5,812	5,815	5,752	5,833	5,695	5,766	5,644	5,708	5,624	5,787	5,847
Ca	0,003	0,005	0,002	0,004	0,004	0,005	0,008	0,005	0,008	0,006	0,004	0,009	0,007	0,007	0,008	0,011	0,013	0,011
Na	0,026	0,022	0,038	0,022	0,034	0,035	0,040	0,039	0,041	0,035	0,028	0,033	0,034	0,029	0,027	0,033	0,024	0,038
K X	1,868	1,880	1,841	1,841	1,841	1,870	1,834	1,872	1,907	1,836	1,753	1,769	1,800	1,801	1,799	1,805	1,749	1,775
Soma X	1,897	1,908	1,881	1,868	1,878	1,910	1,882	1,916	1,956	1,8//	1,785	1,812	1,841	1,837	1,835	1,848	1,785	1,824
Cations	15,708	15,693	15,654	15,636	15,716	15,735	15,631	15,675	15,725	15,638	15,621	15,583	15,638	15,599	15,608	15,571	15,601	15,660
-	0.000	0.407	0.070	0.000	0.004	0.404	0.005	0.000	0.404	0.004	0.444	0.000	0.005	0.400	0.000	0.000	0.000	0.004
	0,066	0,187	0,079	0,099	0,281	0,181	0,035	0,000	0,101	0,084	0,114	0,032	0,085	0,102	0,033	0,000	0,000	0,034
	0,034	0,032	0,038	0,052	0,055	0,056	0,039	0,039	0,024	0,039	0,033	0,039	0,016	0,016	0,011	0,042	0,043	0,052
ma#	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.25	0.25	0.25	0.60	0.59	0.50	0.60	0.61	0.61	0.61	0.50	0.50
nng#	0,24	0,20	0,20	0,20	0,20	0,∠4	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,59	0,00	0,01	0,01	0,01	0,59	0,59

Amostra	OM655 (Ál	lcali-feldspa	ato granito)				OM683 (D	iorito)					OM691 (Q	uartzo mon	zonito)			
Grão	c5			c6			c27			c31			c20			c23		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	35,30	34,57	35,16	35,30	34,57	35,16	35,28	36,38	36,23	31,49	35,93	36,02	34,85	34,86	34,99	33,59	35,10	35,45
TiO2	3,41	3,32	3,10	3,41	3,32	3,10	4,16	4,22	4,24	4,25	4,52	4,87	3,95	3,48	3,35	3,35	3,68	3,47
AI2O3	11,75	11,57	11,42	11,75	11,57	11,42	13,56	13,74	13,71	22,73	13,63	13,53	11,76	11,82	11,77	11,86	12,17	11,81
FeO	34,83	35,14	34,68	34,83	35,14	34,68	16,41	16,56	16,78	15,13	16,73	16,94	30,62	30,90	30,35	30,37	29,84	29,68
MnO	0,37	0,46	0,37	0,37	0,46	0,37	0,12	0,07	0,09	0,13	0,12	0,09	0,58	0,58	0,59	0,56	0,54	0,51
MgO	0,27	0,23	0,23	0,27	0,23	0,23	13,51	13,60	13,53	11,42	13,21	13,06	4,81	4,81	5,05	4,82	5,04	5,26
CaO	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,10	0,06	0,03
Na2O	0,05	0,04	0,01	0,05	0,04	0,01	0,14	0,13	0,09	0,14	0,12	0,13	0,10	0,09	0,10	0,11	0,09	0,04
K2O	8,36	8,52	8,39	8,36	8,52	8,39	9,27	9,55	9,20	8,18	9,40	9,22	9,28	9,35	9,38	8,79	9,14	9,19
ZnO	0,06	0,11	0,06	0,06	0,11	0,06	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00	0,04	0,09	0,13	0,08	0,07	0,07	0,09
F	0,08	0,11	0,13	0,08	0,11	0,13	0,08	0,06	0,04	0,14	0,00	0,04	0,25	0,54	0,81	0,27	0,09	0,49
CI	0,11	0,11	0,13	0,11	0,11	0,13	0,04	0,05	0,07	0,06	0,02	0,04	0,16	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13
O=(F,Cl)	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,09	0,04	0,04	0,03	0,07	0,00	0,02	0,14	0,26	0,37	0,14	0,06	0,23
Total	94,63	94,28	93,77	94,63	94,28	93,77	92,77	94,79	94,36	94,53	93,96	94,27	96,46	96,47	96,37	94,08	95,90	95,92
			•															
lons co	om base en	n 26 O		1	•	1		•			•	1		1				
Si	5,890	5,835	5,936	5,890	5,835	5,936	5,512	5,565	5,560	4,787	5,541	5,541	5,645	5,660	5,687	5,594	5,670	5,730
AI	2,312	2,301	2,272	2,312	2,301	2,272	2,497	2,477	2,481	4,072	2,477	2,453	2,246	2,261	2,255	2,328	2,316	2,250
Soma T	8,201	8,136	8,208	8,201	8,136	8,208	8,008	8,041	8,040	8,858	8,018	7,994	7,891	7,921	7,942	7,922	7,986	7,981
Ti	0,428	0,422	0,393	0,428	0,422	0,393	0,489	0,485	0,489	0,486	0,524	0,563	0,482	0,424	0,409	0,419	0,447	0,422
Fe	4,861	4,961	4,896	4,861	4,961	4,896	2,144	2,118	2,153	1,923	2,157	2,179	4,148	4,195	4,125	4,229	4,031	4,012
Mn	0,052	0,065	0,053	0,052	0,065	0,053	0,015	0,009	0,012	0,016	0,016	0,011	0,079	0,079	0,081	0,078	0,074	0,070
Mg	0,066	0,058	0,057	0,066	0,058	0,057	3,147	3,101	3,094	2,588	3,036	2,995	1,160	1,164	1,223	1,196	1,214	1,268
Zn	0,008	0,013	0,008	0,008	0,013	0,008	0,001	0,000	0,003	0,003	0,000	0,005	0,010	0,016	0,009	0,009	0,008	0,011
Soma Y	5,414	5,519	5,407	5,414	5,519	5,407	5,796	5,713	5,752	5,017	5,733	5,753	5,880	5,879	5,847	5,932	5,774	5,783
Ca	0,014	0,015	0,015	0,014	0,015	0,015	0,002	0,007	0,004	0,003	0,002	0,000	0,004	0,004	0,000	0,018	0,010	0,004
Na	0,016	0,012	0,004	0,016	0,012	0,004	0,042	0,038	0,027	0,042	0,036	0,038	0,032	0,028	0,032	0,035	0,027	0,013
К	1,779	1,835	1,806	1,779	1,835	1,806	1,848	1,863	1,801	1,586	1,849	1,808	1,918	1,936	1,944	1,867	1,883	1,895
Soma X	1,809	1,862	1,825	1,809	1,862	1,825	1,891	1,907	1,832	1,631	1,888	1,846	1,955	1,968	1,976	1,919	1,919	1,912
Cátions	15,424	15,517	15,440	15,424	15,517	15,440	15,696	15,662	15,624	15,505	15,639	15,592	15,726	15,767	15,765	15,773	15,680	15,676
		1	1	1	1	1		1	1		1			1			1	
F	0,042	0,056	0,071	0,042	0,056	0,071	0,041	0,029	0,017	0,068	0,000	0,018	0,127	0,276	0,415	0,142	0,044	0,248
CI	0,030	0,033	0,037	0,030	0,033	0,037	0,012	0,012	0,018	0,016	0,004	0,010	0,045	0,036	0,037	0,032	0,032	0,035
		1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		1	
mg#	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,59	0,59	0,59	0,57	0,58	0,58	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,24

Amostra	PRC01 (Die	orito)											PRC05 (Did	orito)				
Grão	c4	,		c10			c15			c16			c7			c8		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n i		b
SiO2	35,19	35,90	35,94	36,43	35,89	36,27	36,29	36,45	36,36	36,22	36,14	36,68	36,56	36,94	36,54	36,79	36,26	36,02
TiO2	4,72	4,79	4,70	4,92	5,38	5,11	4,30	4,18	4,13	5,01	5,00	5,17	4,78	4,47	4,56	4,55	5,19	4,38
AI2O3	13,33	13,49	13,50	13,21	13,15	13,19	13,10	13,19	13,23	13,28	13,12	13,01	13,60	13,53	13,54	13,44	13,31	13,21
FeO	20,58	20,28	19,97	19,24	19,44	19,35	19,47	19,12	19,54	19,92	20,72	20,64	17,03	17,74	17,97	18,54	18,57	18,79
MnO	0,07	0,07	0,06	0,13	0,11	0,12	0,07	0,08	0,08	0,12	0,12	0,12	0,11	0,06	0,07	0,10	0,09	0,09
MgO	11,30	11,03	11,11	10,92	10,81	11,09	11,67	11,74	11,70	10,71	11,03	10,67	13,30	13,55	13,51	12,36	12,07	12,18
CaO	0,03	0,03	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,06	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,06
Na2O	0,11	0,13	0,10	0,10	0,13	0,08	0,10	0,10	0,12	0,11	0,12	0,12	0,19	0,19	0,16	0,13	0,13	0,13
K2O	9,52	9,38	9,51	9,33	9,46	9,60	9,14	9,06	9,16	9,13	8,97	9,14	9,36	9,37	9,59	9,16	9,24	9,54
ZnO	0,10	0,06	0,05	0,05	0,07	0,05	0,03	0,05	0,08	0,04	0,08	0,08	0,09	0,07	0,08	0,02	0,04	0,02
F	0,07	0,21	0,03	0,14	0,07	0,41	0,24	0,03	0,06	0,18	0,27	0,21	0,48	0,14	0,00	0,01	0,10	0,20
CI	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	0,10	0,04	0,07	0,12	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03
O=(F,CI)	0,07	0,13	0,05	0,09	0,07	0,21	0,15	0,03	0,06	0,13	0,15	0,11	0,22	0,08	0,02	0,03	0,07	0,10
Total	95,04	95,33	95,00	94,44	94,51	95,15	94,38	94,04	94,52	94,71	95,51	95,77	95,34	96,03	96,06	95,14	95,00	94,56
		- 1																
lons com b	base em 26	0		[[
SI	5,473	5,542	5,554	5,638	5,569	5,595	5,626	5,646	5,624	5,607	5,569	5,627	5,557	5,573	5,527	5,613	5,559	5,572
AI	2,444	2,454	2,458	2,410	2,404	2,398	2,394	2,409	2,411	2,423	2,382	2,352	2,436	2,405	2,413	2,417	2,404	2,408
Soma T	7,917	7,996	8,012	8,047	7,973	7,993	8,019	8,056	8,035	8,030	7,951	7,979	7,993	7,978	7,940	8,030	7,963	7,980
	0,552	0,557	0,546	0,572	0,628	0,593	0,501	0,487	0,481	0,583	0,579	0,596	0,546	0,507	0,519	0,522	0,598	0,510
Fe	2,676	2,619	2,581	2,490	2,522	2,496	2,525	2,477	2,527	2,578	2,671	2,648	2,165	2,238	2,273	2,366	2,381	2,431
IVIN Mar	0,009	0,009	0,008	0,017	0,014	0,015	0,010	0,011	0,010	0,016	0,016	0,015	0,014	0,007	0,009	0,013	0,011	0,012
	2,620	2,539	2,559	2,518	2,499	2,550	2,697	2,711	2,696	2,470	2,533	2,440	3,013	3,047	3,046	2,811	2,758	2,809
Zn Somo V	0,011	0,007	0,005	0,006	0,008	0,006	0,003	0,005	0,009	0,005	0,010	0,009	0,010	0,008	0,009	0,002	0,005	0,002
Soma r	5,870	5,730	3,099	3,603	3,072	3,039	5,730	3,092	3 ,724	3,032	5,809	5,709	5,747	5,807	3,830	5,715	3,733	5,764
Ua No	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,005	0,010	0,000	0,001	0,000	0,005	0,004	0,003	0,001	0,002	0,010
INA K	1 990	0,040	1.975	0,029	0,040	0,025	0,029	0,030	0,035	0,032	0,035	0,037		0,054	1 950	0,038	0,039	1 992
n Somo V	1,009	1,047	1,070	1,041	1,073	1,009	1,007	1,790	1,000	1,002	1,704	1,700	1,014	1,003	1,000	1,703	1,000	1,002
Solita A	1,920	1,092	1,913	1,009	1,913	1,910	1,039	1,020	1,000	1,034	1,000	1,020	1,073	1,001	1,900	1,022	1,047	1,932
Cations	15,715	15,010	13,024	15,520	15,556	15,570	15,594	15,575	13,012	15,515	15,500	15,515	15,015	15,040	15,090	15,507	15,505	15,075
F	0.032	0 102	0.017	0.066	0.035	0.201	0 118	0.014	0.031	0.000	0 133	0.000	0.233	0.067	0.000	0.004	0.050	0.000
	0,032	0.022	0.020	0,000	0.023	0.018	0.025	0.014	0.018	0,030	0,133	0,033	0,233	0.010	0.010	0.015	0.015	0.008
	0,020	0,022	0,020	0,020	0,020	0,010	0,020	0,011	0,010	0,001	0,013	0,013	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,000
mg#	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,52	0,49	0,49	0,48	0,58	0,58	0,57	0,54	0,54	0,54

Amostra	PRC05 (Did	orito)																
Grão	c22			c23			c24			c25			c26			c27		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	36,18	36,79	37,06	36,28	36,45	36,45	36,30	36,60	37,12	36,66	36,25	35,69	36,48	36,68	36,38	37,17	36,58	37,18
TiO2	4,76	4,83	4,99	4,69	4,55	4,67	3,96	4,00	4,30	4,54	4,35	4,55	5,10	4,97	5,17	4,95	4,98	4,85
AI2O3	13,54	13,51	13,89	13,30	13,37	13,71	13,70	13,85	13,62	13,88	14,07	13,85	13,40	13,68	13,28	13,71	13,52	13,58
FeO	18,09	17,81	18,38	17,61	17,87	18,27	18,84	17,92	17,82	17,05	17,43	18,06	17,83	18,06	17,69	18,62	18,58	18,12
MnO	0,08	0,13	0,10	0,04	0,10	0,05	0,11	0,09	0,09	0,06	0,05	0,10	0,11	0,08	0,12	0,10	0,09	0,09
MgO	13,26	13,32	12,98	13,42	13,63	13,58	13,66	13,69	13,65	13,42	13,24	13,52	13,23	13,14	13,18	13,11	13,00	13,13
CaO	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,03	0,07	0,04	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03	0,05
Na2O	0,15	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,16	0,17	0,15	0,15	0,13	0,14	0,18	0,19	0,14	0,12	0,14	0,13
K2O	9,29	9,47	9,37	9,49	9,33	9,27	8,42	9,24	9,07	9,18	9,14	9,16	9,28	9,17	8,83	9,23	9,40	9,27
ZnO	0,01	0,04	0,00	0,01	0,06	0,03	0,01	0,08	0,06	0,02	0,03	0,08	0,01	0,16	0,00	0,00	0,00	0,02
F	0,35	0,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,24	0,00	0,21	0,21	0,18	0,10	0,07	0,14	0,31	0,00	0,04
CI	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,02	0,03	0,05	0,06	0,03	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07
O=(F,Cl)	0,16	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,12	0,01	0,10	0,11	0,10	0,06	0,05	0,09	0,16	0,03	0,05
Total	95,62	96,09	96,99	95,07	95,60	96,28	95,28	95,83	95,94	95,12	94,90	95,30	95,73	96,21	94,96	97,24	96,35	96,48
lons com b	base em 26	0																
Si	5,507	5,552	5,542	5,539	5,535	5,498	5,523	5,541	5,588	5,561	5,526	5,449	5,528	5,529	5,543	5,554	5,524	5,581
Al	2,429	2,402	2,448	2,394	2,392	2,437	2,457	2,471	2,417	2,481	2,528	2,491	2,394	2,431	2,385	2,415	2,405	2,403
Soma T	7,936	7,954	7,989	7,932	7,927	7,935	7,980	8,012	8,005	8,042	8,054	7,940	7,921	7,960	7,928	7,968	7,929	7,984
<u>Ti</u>	0,545	0,548	0,561	0,538	0,519	0,529	0,453	0,455	0,486	0,518	0,499	0,522	0,581	0,563	0,593	0,556	0,565	0,547
Fe	2,303	2,247	2,298	2,248	2,269	2,305	2,397	2,268	2,244	2,163	2,222	2,305	2,260	2,276	2,254	2,326	2,346	2,274
Mn	0,011	0,017	0,012	0,005	0,013	0,006	0,015	0,011	0,011	0,007	0,007	0,012	0,014	0,010	0,016	0,013	0,011	0,012
Mg	3,008	2,996	2,894	3,053	3,085	3,053	3,099	3,089	3,062	3,034	3,008	3,076	2,989	2,951	2,993	2,920	2,927	2,937
Zn	0,001	0,004	0,000	0,001	0,007	0,004	0,001	0,008	0,007	0,002	0,003	0,009	0,001	0,017	0,000	0,000	0,000	0,002
Soma Y	5,868	5,812	5,766	5,846	5,893	5,897	5,965	5,833	5,811	5,724	5,739	5,925	5,844	5,818	5,856	5,815	5,849	5,772
Ca	0,004	0,004	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,007	0,008	0,005	0,011	0,006	0,006	0,005	0,009	0,004	0,005	0,008
Na	0,045	0,037	0,039	0,038	0,039	0,040	0,046	0,049	0,043	0,044	0,037	0,042	0,053	0,055	0,040	0,034	0,040	0,038
K	1,803	1,823	1,788	1,848	1,807	1,784	1,634	1,783	1,742	1,776	1,778	1,784	1,794	1,763	1,/1/	1,758	1,811	1,775
Soma X	1,853	1,864	1,831	1,892	1,854	1,834	1,691	1,840	1,794	1,825	1,826	1,832	1,854	1,823	1,767	1,797	1,856	1,821
Cations	15,658	15,629	15,58 <i>1</i>	15,669	15,673	15,666	15,635	15,684	15,610	15,591	15,619	15,697	15,619	15,601	15,550	15,580	15,634	15,577
_	0.400	0.004	0.000	0.004	0.005	0.000	0.045	0.445	0.000	0.400	0.404	0.007	0.050	0.005		0.440	0.000	
	0,168	0,001	0,032	0,034	0,035	0,032	0,015	0,115	0,000	0,102	0,101	0,085	0,050	0,035	0,066	0,148	0,000	0,019
	0,010	0,019	0,011	0,016	0,012	0,014	0,016	0,010	0,005	0,008	0,013	0,014	0,006	0,012	0,016	0,013	0,014	0,019
	0.57	0.57	0.50	0.50	0.50	0.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.57	0.57	0.50	0.57	0.50	0.50	0.50
ing#	0,57	0,57	0,56	0,58	0,58	0,57	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58	0,57	0,57	0,56	0,57	0,56	0,56	0,56

Amostra	PRC27 (Gr	anodiorito)											PRC50 (Did	orito)				
Grão	c6	,		c7			c15			c16			c1			c8		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
	·			<u> </u>	<u> </u>								·			<u> </u>		
SiO2	36,56	36,26	36,37	36,76	36,39	36,58	36,02	36,65	36,99	36,11	36,27	35,38	36,41	36,28	36,46	36,67	36,00	35,70
TiO2	3,73	3,90	3,75	3,98	4,13	3,93	3,66	3,62	3,62	4,06	3,94	3,87	5,66	5,65	5,75	5,43	5,45	5,27
AI2O3	11,84	11,89	11,91	12,16	11,91	11,90	11,82	11,99	12,04	13,06	12,02	12,00	13,56	13,67	13,45	13,77	13,56	13,39
FeO	23,79	23,85	25,09	23,64	23,84	21,83	24,37	24,25	25,77	24,73	24,33	23,21	19,04	19,97	19,97	19,79	19,51	19,93
MnO	0,22	0,18	0,20	0,25	0,32	0,29	0,19	0,16	0,20	0,31	0,25	0,30	0,11	0,11	0,16	0,14	0,13	0,13
MgO	8,90	8,84	8,44	8,69	8,59	9,13	8,94	8,17	8,40	8,77	9,00	8,97	11,68	11,67	11,78	11,91	11,98	11,84
CaO	0,03	0,02	0,05	0,01	0,00	0,09	0,02	0,02	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,06	0,05	0,07
Na2O	0,12	0,10	0,10	0,12	0,15	0,07	0,12	0,17	0,13	0,17	0,15	0,19	0,12	0,12	0,14	0,10	0,08	0,09
K2O	9,32	9,54	9,57	9,37	9,24	9,32	8,99	9,09	9,10	8,92	8,93	8,87	9,59	9,42	9,62	9,38	9,59	9,35
ZnO	0,15	0,07	0,00	0,06	0,09	0,07	0,08	0,04	0,13	0,06	0,05	0,09	0,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09
F	0,60	0,83	0,30	0,99	0,89	0,74	0,79	0,76	0,82	0,79	0,77	0,99	0,11	0,11	0,28	0,11	0,35	0,08
CI	0,17	0,19	0,18	0,14	0,21	0,11	0,18	0,17	0,13	0,21	0,16	0,21	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,08
O=(F,Cl)	0,33	0,44	0,21	0,48	0,47	0,36	0,42	0,40	0,41	0,44	0,40	0,51	0,08	0,07	0,14	0,08	0,17	0,07
Total	95,09	9,13	95,75	95,68	95,30	93,69	94,76	95,23	97,06	95,78	95,47	93,56	96,40	97,00	97,56	97,33	96,64	95,96
lons com	base em 26	0					r											
Si	5,778	5,741	5,739	5,773	5,753	5,816	5,733	5,819	5,772	5,621	5,717	5,692	5,522	5,483	5,491	5,511	5,471	5,468
Al	2,205	2,219	2,215	2,250	2,219	2,229	2,218	2,244	2,213	2,396	2,234	2,276	2,424	2,435	2,388	2,438	2,430	2,418
Soma T	7,983	7,961	7,954	8,024	7,972	8,045	7,951	8,063	7,985	8,017	7,951	7,968	7,946	7,919	7,880	7,949	7,901	7,886
<u>Ti</u>	0,443	0,465	0,445	0,470	0,491	0,470	0,438	0,433	0,425	0,475	0,467	0,468	0,645	0,642	0,651	0,613	0,623	0,607
Fe	3,144	3,158	3,311	3,105	3,151	2,903	3,244	3,220	3,362	3,219	3,207	3,123	2,414	2,524	2,516	2,487	2,480	2,553
Mn	0,030	0,024	0,027	0,033	0,043	0,039	0,026	0,022	0,026	0,041	0,034	0,041	0,014	0,014	0,020	0,017	0,017	0,017
Mg	2,096	2,086	1,985	2,034	2,024	2,164	2,120	1,934	1,953	2,034	2,114	2,150	2,640	2,630	2,645	2,669	2,715	2,703
Zn Quara V	0,017	0,008	0,000	0,007	0,010	0,008	0,009	0,004	0,015	0,007	0,006	0,011	0,014	0,000	0,000	0,000	0,007	0,010
Soma Y	5,731	5,741	5,768	5,649	5,720	5,583	5,836	5,614	5,780	5,///	5,828	5,793	5,728	5,810	5,832	5,786	5,841	5,891
Ca	0,004	0,003	0,008	0,002	0,000	0,014	0,003	0,003	0,006	0,001	0,000	0,000	0,002	0,002	0,006	0,009	0,008	0,012
ina	0,038	0,032	0,032	0,038	0,047	0,022	0,036	0,053	0,039	0,051	0,045	0,058	0,035	0,035	0,041	0,028	0,025	0,027
K Como V	1,879	1,927	1,926	1,8//	1,864	1,891	1,824	1,840	1,811	1,771	1,795	1,821	1,856	1,816	1,849	1,797	1,860	1,827
Soma X	1,922	1,962	1,966	1,917	1,910	1,927	1,864	1,890	1,857	1,823	1,840	1,880	1,892	1,854	1,896	1,835	1,892	1,807
Cations	15,635	15,004	15,088	15,589	15,602	15,550	15,650	15,573	15,622	15,617	15,619	15,641	15,500	15,582	15,608	15,570	15,633	15,643
F	0.208	0.418	0 149	0.492	0 446	0 371	0.400	0 381	0 407	0 301	0 383	0 502	0.051	0.054	0 132	0.050	0 168	0.036
Cl	0.046	0.050	0.049	0.037	0.056	0.028	0.049	0.045	0.034	0.056	0.042	0.056	0.019	0.014	0.012	0.019	0.012	0.020
<u> </u>	0,040	0,000	0,040	0,001	0,000	0,020	0,040	0,010	0,004	0,000	0,072	0,000	0,010	0,017	0,012	0,010	0,012	0,020
mg#	0,40	0,40	0,37	0,40	0,39	0,43	0,40	0,38	0,37	0,39	0,40	0,41	0,52	0,51	0,51	0,52	0,52	0,51

Amostra	PRC57 (Did	orito)											OM473 (Die	orito)				
Grão	c9	,		c10			c19			c20			c36	,		c40		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	36,65	36,59	36,56	35,80	36,54	36,10	36,93	36,43	36,70	36,73	37,02	36,57	36,73	36,60	36,54	35,80	35,91	36,02
TiO2	4,86	4,42	4,61	5,32	4,80	5,03	4,65	5,17	4,51	4,53	4,67	4,60	4,95	5,26	4,53	5,00	4,82	4,92
AI2O3	13,53	13,57	13,59	13,08	13,15	13,32	13,33	13,48	13,30	13,42	13,28	13,34	12,81	13,14	12,84	13,04	13,01	12,98
FeO	17,28	17,05	17,52	18,42	17,18	18,97	16,74	17,39	16,48	17,04	16,99	16,88	21,58	20,78	19,87	21,60	21,17	21,28
MnO	0,04	0,04	0,06	0,10	0,06	0,02	0,06	0,06	0,09	0,05	0,06	0,05	0,11	0,12	0,13	0,05	0,10	0,13
MgO	13,13	13,21	13,08	12,93	13,04	12,99	13,21	13,16	13,44	13,07	13,05	13,32	11,51	11,45	11,36	11,11	11,00	11,10
CaO	0,03	0,03	0,05	0,00	0,04	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,00	0,01	0,09	0,05	0,03
Na2O	0,12	0,11	0,13	0,13	0,16	0,21	0,12	0,12	0,12	0,13	0,10	0,16	0,18	0,15	0,12	0,13	0,12	0,11
K2O	9,61	9,51	9,58	9,62	9,71	9,32	9,11	9,13	9,24	9,34	9,28	9,09	9,58	9,38	9,61	9,16	9,53	9,47
ZnO	0,08	0,00	0,09	0,00	0,09	0,06	0,01	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,08	0,06	0,01	0,05	0,05	0,03
F	0,35	0,24	0,03	0,28	0,18	0,10	0,21	0,28	0,38	0,18	0,21	0,17	0,14	0,26	0,45	0,20	0,29	0,04
CI	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09	0,06	0,07	0,09	0,11	0,11	0,06	0,13	0,10	0,09	0,11	0,14
O=(F,CI)	0,19	0,14	0,05	0,15	0,11	0,08	0,13	0,14	0,20	0,12	0,14	0,13	0,09	0,17	0,24	0,12	0,17	0,08
Total	95,58	94,70	95,33	95,61	94,91	96,12	94,34	95,21	94,21	94,54	94,88	94,28	97,98	97,59	95,62	96,59	96,21	96,52
		-																
lons com b	base em 26	0		[1					1			1				
SI	5,564	5,591	5,561	5,479	5,588	5,486	5,638	5,540	5,620	5,615	5,643	5,599	5,564	5,551	5,641	5,509	5,542	5,540
AI	2,420	2,443	2,437	2,360	2,371	2,386	2,399	2,415	2,401	2,418	2,386	2,407	2,287	2,348	2,336	2,366	2,367	2,354
Soma T	7,985	8,034	7,998	7,839	7,959	7,872	8,037	7,955	8,021	8,033	8,030	8,006	7,851	7,899	7,977	7,875	7,909	7,893
	0,555	0,507	0,528	0,612	0,551	0,575	0,534	0,591	0,519	0,520	0,535	0,530	0,564	0,600	0,526	0,578	0,560	0,569
Fe	2,194	2,179	2,228	2,358	2,197	2,412	2,137	2,211	2,110	2,178	2,166	2,162	2,734	2,635	2,566	2,780	2,733	2,737
IVIN	0,005	0,005	0,007	0,013	0,008	0,003	0,008	0,008	0,011	0,006	0,007	0,006	0,014	0,015	0,017	0,006	0,014	0,017
IVI <u>g</u>	2,971	3,008	2,964	2,949	2,972	2,943	3,005	2,983	3,068	2,979	2,965	3,039	2,599	2,589	2,614	2,550	2,529	2,544
Zn Somo V	0,009	0,000	0,010	0,000	0,011	0,006	0,001	0,006	0,008	0,007	0,005	0,007	0,008	0,007	0,001	0,006	0,006	0,004
Soma t	5 ,734	3,099	5,737	5,932	5,738	5,939	3,083	5,800	5,715	0,090	5,078	3,744	5,921	3,84 /	5 ,723	5,920	3,84 1	5,871
	0,004	0,004	0,009	0,000	0,006	0,002	0,001	0,004	0,003	0,003	0,005	0,007	0,003	0,000	0,001	0,016	0,008	0,005
INA K	0,035	0,033	0,039	1.970	0,040	0,062	1,030	0,035	0,035	0,038	1,028	0,046	0,054	0,043	1 902	0,040	0,037	1 957
n Somo V	1,001	1,000	1,000	1,079	1,090	1,000	1,775	1,771	1,000	1,022	1,000	1,774	1,002	1,010	1,093	1,790	1,070	1,007
Solila A	1,900	1,090	1,900	1,910	1,940	1,009	15 524	1,010	1,044	1,002	1,030	1,020	1,909	1,000	15 621	1,000	1,921	1,094
Cations	15,019	15,625	13,041	15,007	15,045	15,000	15,534	15,505	15,501	15,500	15,545	15,576	15,001	15,004	15,051	13,040	15,071	15,059
F	0 167	0 118	0.016	0.136	0.085	0.050	0 103	0 135	0 185	0.085	0 100	0.083	0.069	0 123	0 222	0.097	0 140	0.017
CI	0.021	0.021	0.020	0.019	0.022	0.021	0.022	0.014	0.019	0.023	0.027	0.030	0.016	0.034	0.025	0.022	0.028	0.035
	0,021	0,021	3,020	0,010	3,022	5,021	0,022	3,011	3,010	0,020	0,021	0,000	0,010	0,001	0,020	0,022	3,020	3,000
mg#	0,58	0,58	0,57	0,56	0,57	0,55	0,58	0,57	0,59	0,58	0,58	0,58	0,49	0,50	0,50	0,48	0,48	0,48

Amostra	OM499 (Q	uartzo mon	zonito)				OM589 (Á	lcali-feldspa	to granito)			
Grão	c9			c14			c15			c17		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	36,42	36,32	36,21	36,84	36,41	36,37	37,47	37,20	36,73	36,60	36,68	37,10
TiO2	3,95	4,27	4,45	4,13	4,43	4,01	3,84	3,48	3,85	3,23	3,55	3,87
AI2O3	12,47	12,45	12,56	12,38	12,52	12,55	10,23	10,36	10,14	10,42	10,36	10,12
FeO	24,02	23,51	24,34	24,61	23,67	24,67	29,65	29,64	29,40	30,43	29,41	27,87
MnO	0,15	0,19	0,15	0,20	0,21	0,22	0,57	0,57	0,60	0,53	0,51	0,48
MgO	9,38	9,40	9,34	9,36	9,16	9,19	5,12	5,00	4,95	4,61	4,82	5,05
CaO	0,05	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01
Na2O	0,18	0,09	0,07	0,14	0,11	0,10	0,10	0,07	0,12	0,11	0,11	0,08
K2O	9,13	9,57	9,47	9,45	9,55	9,34	9,36	9,14	9,14	9,03	9,07	9,05
ZnO	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,30	0,27	0,21	0,24	0,23	0,19
F	0,23	0,21	0,20	0,21	0,18	0,16	0,96	0,96	0,86	1,07	1,41	1,03
CI	0,45	0,67	0,59	1,08	0,51	0,75	0,22	0,27	0,19	0,18	0,23	0,25
O=(F,CI)	0,31	0,40	0,36	0,60	0,32	0,42	0,51	0,53	0,45	0,54	0,70	0,55
Total	96,19	96,34	97,08	97,88	96,50	97,03	97,41	96,45	95,77	96,01	95,80	94,62
lons c	om base er	n 26 O					-	-				
Si	5,678	5,661	5,615	5,680	5,661	5,651	5,973	5,984	5,951	5,952	5,963	6,039
AI	2,290	2,287	2,295	2,250	2,294	2,299	1,921	1,964	1,937	1,997	1,985	1,941
Soma T	7,969	7,948	7,910	7,930	7,955	7,949	7,895	7,948	7,888	7,948	7,948	7,980
Ti	0,463	0,500	0,519	0,479	0,518	0,469	0,460	0,421	0,469	0,395	0,434	0,474
Fe	3,132	3,065	3,156	3,173	3,078	3,205	3,953	3,986	3,984	4,138	3,999	3,794
Mn	0,020	0,025	0,020	0,025	0,028	0,029	0,077	0,078	0,082	0,073	0,070	0,066
Mg	2,179	2,184	2,158	2,150	2,124	2,128	1,216	1,199	1,196	1,118	1,169	1,226
Zn	0,007	0,007	0,007	0,008	0,006	0,007	0,035	0,033	0,026	0,029	0,027	0,023
Soma Y	5,802	5,780	5,860	5,835	5,754	5,838	5,742	5,717	5,757	5,753	5,700	5,583
Ca	0,008	0,003	0,003	0,001	0,003	0,004	0,002	0,000	0,002	0,000	0,006	0,002
Na	0,055	0,028	0,020	0,042	0,033	0,030	0,029	0,023	0,037	0,034	0,033	0,026
К	1,816	1,902	1,872	1,858	1,894	1,850	1,904	1,875	1,889	1,874	1,881	1,880
Soma X	1,878	1,933	1,896	1,901	1,930	1,884	1,935	1,898	1,929	1,908	1,920	1,907
Cátions	15,649	15,661	15,665	15,666	15,638	15,671	15,572	15,563	15,574	15,609	15,568	15,470
	1			1			1	1		1		
F	0,113	0,101	0,097	0,104	0,090	0,079	0,483	0,490	0,443	0,550	0,727	0,531
CI	0,118	0,176	0,154	0,281	0,133	0,197	0,060	0,073	0,051	0,050	0,063	0,070
mg#	0,41	0,42	0,41	0,40	0,41	0,40	0,24	0,23	0,23	0,21	0,23	0,24

Amostra	PRC68 (Di	iorito)						PRC69 (M	onzograni	to)								
Grão	c13							c4			c6			c15				
Análise	n	i1	i2	i3	i4	i5	b	n	i	b	n	i	b	n	i1	i2	i3	b
SiO2	62,12	61,98	59,21	59,57	60,66	60,94	61,56	62,93	63,73	64,97	59,10	59,60	64,07	63,81	64,01	63,86	63,61	64,06
TiO2	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00
AI2O3	23,87	23,78	25,42	25,29	24,77	24,48	24,17	23,11	22,02	21,99	25,97	25,67	22,19	21,89	21,95	21,84	21,98	22,15
Fe2O3	0,12	0,10	0,09	0,10	0,09	0,13	0,10	0,12	0,13	0,04	0,12	0,06	0,15	0,10	0,12	0,14	0,09	0,16
MnO	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	0,00	0,00	0,00	0,00
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	0,02	0,00
CaO	4,93	5,05	6,93	6,74	5,94	5,83	5,45	2,94	3,12	2,81	7,27	6,58	2,73	3,27	3,34	3,27	3,28	3,54
Na2O	8,85	8,88	7,84	7,87	8,20	8,36	8,71	9,86	9,82	10,27	7,48	7,78	9,81	9,76	9,70	9,54	9,47	9,57
K2O	0,23	0,16	0,23	0,24	0,23	0,23	0,25	0,17	0,18	0,13	0,20	0,22	0,76	0,26	0,31	0,31	0,82	0,39
BaO	0,00	0,00	0,11	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,17	0,30	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
SrO	0,05	0,09	0,05	0,08	0,11	0,07	0,04	0,05	0,00	0,00	0,06	0,10	0,00	0,05	0,06	0,05	0,00	0,07
Total	100,17	100,06	99,93	99,89	100,08	100,03	100,27	99,17	99,04	100,21	100,30	100,18	100,05	99,13	99,53	99,00	99,38	99,94
Fórmula e	estrutural ((32 O)			-				-								<u> </u>	
Si	11,006	11,000	10,603	10,649	10,798	10,844	10,919	11,207	11,360	11,429	10,537	10,625	11,355	11,370	11,369	11,387	11,343	11,337
AI	4,984	4,974	5,365	5,328	5,197	5,133	5,052	4,850	4,627	4,559	5,456	5,393	4,635	4,597	4,594	4,589	4,620	4,620
Felll	0,016	0,013	0,012	0,014	0,012	0,017	0,013	0,016	0,018	0,005	0,016	0,008	0,020	0,013	0,016	0,019	0,012	0,022
Sítio T	16,006	15,988	15,979	15,991	16,006	15,994	15,984	16,073	16,005	15,993	16,009	16,025	16,010	15,981	15,979	15,995	15,975	15,979
Mn	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	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
Ca	0,937	0,960	1,330	1,290	1,132	1,112	1,035	0,561	0,596	0,529	1,388	1,256	0,517	0,624	0,635	0,625	0,627	0,671
Na	3,041	3,057	2,721	2,726	2,830	2,884	2,996	3,403	3,393	3,501	2,585	2,691	3,369	3,371	3,341	3,299	3,273	3,284
K	0,052	0,037	0,052	0,054	0,053	0,053	0,056	0,040	0,041	0,029	0,045	0,050	0,171	0,058	0,070	0,070	0,186	0,088
Ва	0,000	0,000	0,008	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,012	0,021	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
Sr	0,005	0,009	0,005	0,008	0,011	0,007	0,004	0,005	0,000	0,000	0,007	0,010	0,000	0,005	0,006	0,005	0,000	0,007
Sítio M	4,035	4,066	4,116	4,079	4,033	4,056	4,091	4,008	4,030	4,061	4,032	4,020	4,078	4,059	4,052	3,998	4,095	4,050
Compone	ntes mole	culares		-													<u>.</u>	
An	0,23	0,24	0,32	0,32	0,28	0,27	0,25	0,14	0,15	0,13	0,35	0,31	0,13	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17
Ab	0,75	0,75	0,66	0,67	0,70	0,71	0,73	0,85	0,84	0,86	0,64	0,67	0,83	0,83	0,83	0,83	0,80	0,81
Or	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02

Amostra	PRC72 (Di	iorito)														
Grão	c6			c7				c8								
Análise	n	i	b	n	i1	i2	b	n	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	b
					•						•		•		•	•
SiO2	58,97	62,51	62,46	65,14	65,97	66,91	66,32	59,73	60,08	58,02	56,58	61,82	62,05	62,21	62,60	61,59
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
AI2O3	25,92	23,72	23,69	21,25	21,26	20,50	19,97	24,78	25,00	25,89	26,78	23,39	23,31	23,22	22,74	23,22
Fe2O3	0,11	0,11	0,11	0,19	0,06	0,08	0,10	0,07	0,11	0,14	0,15	0,18	0,13	0,07	0,18	0,35
MnO	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
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	0,20
CaO	7,68	4,94	5,04	2,48	2,27	1,22	1,10	6,69	7,01	8,07	9,43	5,00	4,90	4,87	4,66	4,62
Na2O	7,46	9,06	9,02	10,31	10,78	11,30	10,06	7,96	7,79	7,27	6,39	9,01	8,96	8,82	9,04	8,99
K2O	0,23	0,27	0,41	0,59	0,15	0,19	1,86	0,23	0,19	0,10	0,16	0,34	0,26	0,35	0,46	0,20
BaO	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,04	0,13	0,00	0,00
SrO	0,13	0,11	0,09	0,05	0,00	0,00	0,00	0,10	0,07	0,10	0,08	0,07	0,08	0,12	0,06	0,10
Total	100,49	100,73	100,82	100,05	100,48	100,19	99,67	99,56	100,25	99,70	99,57	99,81	99,77	99,78	99,74	99,26
			1													
Fórmula	estrutural ((32 O)														
Si	10,509	11,028	11,019	11,508	11,563	11,731	11,773	10,712	10,698	10,442	10,223	11,019	11,054	11,081	11,148	11,024
AI	5,445	4,931	4,926	4,425	4,392	4,235	4,179	5,237	5,247	5,491	5,702	4,914	4,895	4,874	4,773	4,899
Felli	0,015	0,015	0,015	0,025	0,007	0,010	0,013	0,010	0,015	0,018	0,021	0,024	0,018	0,009	0,024	0,047
Sítio T	15,968	15,974	15,960	15,957	15,962	15,977	15,964	15,959	15,960	15,951	15,945	15,956	15,966	15,964	15,945	15,971
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,052
Са	1,466	0,934	0,953	0,470	0,427	0,229	0,210	1,285	1,336	1,557	1,824	0,954	0,936	0,930	0,889	0,886
Na	2,577	3,099	3,086	3,533	3,664	3,840	3,463	2,768	2,689	2,536	2,239	3,113	3,095	3,045	3,120	3,120
K	0,051	0,060	0,092	0,133	0,033	0,041	0,422	0,052	0,044	0,022	0,036	0,077	0,059	0,080	0,105	0,046
Ва	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,002	0,009	0,000	0,000
Sr	0,013	0,012	0,009	0,005	0,000	0,000	0,000	0,010	0,007	0,010	0,008	0,007	0,008	0,012	0,006	0,010
Sítio M	4,107	4,105	4,139	4,143	4,124	4,110	4,109	4,116	4,077	4,131	4,109	4,151	4,100	4,075	4,121	4,115
L			1													
Compone	ntes mole	culares			1	1				1		1	1	1	1	1
An	0,36	0,23	0,23	0,11	0,10	0,06	0,05	0,31	0,33	0,38	0,44	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22
Ab	0,63	0,76	0,75	0,85	0,89	0,93	0,85	0,67	0,66	0,62	0,55	0,75	0,76	0,75	0,76	0,77
Or	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01

Amostra	PRC72 (D	iorito)		PRC103 (Monzogranito)														
Grão	c1			c3 c6						c7				c8				
Análise	n	i1	i2	b	n	i	b	n	i	b	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b
						-						_	_			_		
SiO2	61,88	63,37	63,05	62,41	67,44	65,05	66,07	65,74	65,83	65,35	63,86	63,92	64,06	64,26	65,38	65,49	65,45	65,52
TiO2	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05
AI2O3	23,88	22,75	23,18	23,58	20,48	22,04	21,32	21,34	20,70	20,94	21,70	21,75	21,80	21,13	20,95	21,20	20,91	20,83
Fe2O3	0,16	0,12	0,17	0,21	0,06	0,07	0,11	0,07	0,05	0,00	0,17	0,18	0,12	0,05	0,10	0,26	0,21	0,21
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
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
CaO	5,26	4,13	4,43	4,97	0,80	2,81	1,76	1,99	1,69	1,74	3,00	2,92	3,04	3,22	2,30	2,25	2,06	1,89
Na2O	8,92	9,20	9,14	8,88	11,31	10,13	10,82	10,57	10,65	10,76	9,96	10,05	9,72	10,45	10,39	10,47	10,45	10,83
K2O	0,29	0,58	0,41	0,36	0,11	0,21	0,15	0,10	0,16	0,09	0,26	0,20	0,34	0,24	0,17	0,22	0,15	0,18
BaO	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,05	0,09	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,08	0,00	0,07
SrO	0,10	0,11	0,11	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00	0,05	0,00	0,07
Total	100,49	100,35	100,48	100,47	100,22	100,35	100,34	99,80	99,11	99,00	98,95	99,08	99,18	99,43	99,28	100,01	99,25	99,64
Fórmula (estrutural	(32 O)				-						_	_			_		
Si	10,959	11,211	11,134	11,038	11,790	11,428	11,587	11,577	11,667	11,610	11,396	11,394	11,405	11,444	11,587	11,546	11,600	11,597
AI	4,985	4,742	4,825	4,915	4,220	4,563	4,406	4,428	4,324	4,384	4,564	4,569	4,575	4,435	4,376	4,405	4,367	4,344
Felll	0,022	0,016	0,023	0,028	0,007	0,010	0,015	0,009	0,006	0,000	0,023	0,023	0,016	0,006	0,013	0,034	0,028	0,027
Sítio T	15,966	15,969	15,983	15,981	16,018	16,001	16,007	16,014	15,997	15,994	15,983	15,987	15,996	15,885	15,977	15,985	15,995	15,968
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Mg	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	0,998	0,782	0,837	0,941	0,150	0,530	0,331	0,375	0,320	0,330	0,574	0,557	0,579	0,615	0,436	0,425	0,392	0,358
Na	3,061	3,155	3,130	3,045	3,833	3,452	3,680	3,608	3,658	3,707	3,447	3,473	3,356	3,608	3,572	3,579	3,592	3,717
К	0,065	0,130	0,092	0,080	0,024	0,047	0,033	0,022	0,036	0,021	0,058	0,046	0,077	0,055	0,038	0,050	0,033	0,040
Ва	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,006	0,000	0,005
Sr	0,010	0,011	0,011	0,006	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,004	0,000	0,006	0,007	0,000	0,000	0,005	0,000	0,007
Sítio M	4,135	4,084	4,070	4,073	4,007	4,034	4,053	4,005	4,017	4,068	4,080	4,083	4,020	4,281	4,045	4,064	4,021	4,128
Compone	ntes mole	culares																
An	0,24	0,19	0,21	0,23	0,04	0,13	0,08	0,09	0,08	0,08	0,14	0,14	0,14	0,14	0,11	0,10	0,10	0,09
Ab	0,74	0,78	0,77	0,75	0,96	0,86	0,91	0,90	0,91	0,91	0,85	0,85	0,84	0,84	0,88	0,88	0,89	0,90
Or	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Amostra	ra PRC120 (Sienogranito)																
Grão	c1			c6						c7				c8			
Análise	n	i b		n	i1		i3	i4	b	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b
SiO2	67,29	68,24	67,48	65,06	64,78	67,94	65,22	70,45	69,16	67,45	67,76	67,82	68,08	67,58	67,00	67,52	67,78
TiO2	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AI2O3	20,74	20,19	20,13	21,68	21,68	19,96	21,43	18,82	19,59	20,41	20,43	20,15	20,15	19,30	19,88	20,07	19,62
Fe2O3	0,12	0,06	0,00	0,19	0,16	0,00	0,16	0,09	0,02	0,12	0,20	0,10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,04
MnO	0,00	0,00	0,03	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
MgO	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
CaO	0,70	0,61	0,40	2,80	2,68	0,54	1,61	0,66	0,06	0,64	0,61	0,94	0,64	0,09	0,33	0,41	0,26
Na2O	10,99	11,42	11,57	10,14	10,18	11,56	10,45	10,78	11,95	11,29	11,41	11,67	11,57	12,01	11,72	11,51	11,71
K2O	0,60	0,25	0,29	0,37	0,43	0,13	0,49	0,14	0,15	0,36	0,46	0,06	0,12	0,05	0,13	0,12	0,13
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,08	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	0,11	0,00	0,00	0,00
Total	100,43	100,78	99,91	100,28	100,06	100,13	99,42	100,95	100,94	100,27	100,90	100,78	100,66	99,19	99,06	99,74	99,54
			I														
Fórmula e	estrutural (32 O)			1			1			1	1					
Si	11,757	11,861	11,838	11,457	11,444	11,878	11,549	12,152	11,980	11,795	11,793	11,811	11,848	11,939	11,850	11,856	11,917
AI	4,270	4,135	4,162	4,498	4,514	4,113	4,472	3,826	4,000	4,207	4,191	4,137	4,132	4,019	4,143	4,153	4,066
Felll	0,015	0,007	0,001	0,025	0,021	0,000	0,021	0,011	0,003	0,016	0,026	0,013	0,014	0,000	0,000	0,000	0,005
Sítio T	16,043	16,003	16,000	15,980	15,978	15,991	16,043	15,989	15,983	16,019	16,009	15,961	15,994	15,958	15,992	16,009	15,988
Mn	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Са	0,130	0,113	0,076	0,529	0,507	0,101	0,306	0,123	0,010	0,120	0,114	0,176	0,120	0,017	0,063	0,076	0,048
Na	3,722	3,847	3,935	3,463	3,488	3,918	3,588	3,604	4,014	3,827	3,849	3,941	3,905	4,115	4,018	3,918	3,993
K	0,133	0,055	0,066	0,082	0,097	0,029	0,110	0,031	0,034	0,080	0,102	0,014	0,026	0,011	0,030	0,028	0,028
Ba	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,005	0,000
Sr	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	0,011	0,000	0,000	0,000
Sítio M	3,985	4,015	4,081	4,074	4,103	4,048	4,010	3,758	4,059	4,028	4,065	4,131	4,050	4,157	4,110	4,032	4,070
Componentes moleculares					1									1		1	
An	0,03	0,03	0,02	0,13	0,12	0,02	0,08	0,03	0,00	0,03	0,03	0,04	0,03	0,00	0,02	0,02	0,01
Ab	0,93	0,96	0,97	0,85	0,85	0,97	0,90	0,96	0,99	0,95	0,95	0,95	0,96	0,99	0,98	0,97	0,98
Or	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01

Amostra	OM683 (D	iorito)		OM691 (Q	uartzo mo	nzonito)				OM888 (S	ienogranit		OM1057 (Quartzo monzonito)					
Grão	c29			c21 c22				c43			c46			c1				
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	53,08	51,53	52,18	61,87	62,61	66,46	64,35	65,45	65,23	64,31	66,06	65,19	63,39	64,41	64,57	65,71	64,87	65,55
TiO2	0,03	0,04	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AI2O3	29,24	29,33	29,64	21,70	22,14	20,07	21,54	21,20	20,79	21,43	20,51	21,03	21,27	20,98	20,38	21,02	21,18	20,57
Fe2O3	0,23	0,22	0,37	0,21	0,19	0,16	0,20	0,17	0,12	0,16	0,14	0,14	0,12	0,15	0,09	0,12	0,15	0,17
MnO	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	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,03	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
CaO	11,69	11,94	12,70	2,84	3,00	0,47	2,12	1,98	1,54	2,15	1,17	1,71	2,46	1,74	1,30	1,88	1,87	1,04
Na2O	4,79	4,86	4,39	9,86	9,78	11,52	10,54	10,34	10,82	10,13	10,89	10,16	9,46	10,19	10,44	10,14	10,16	10,87
K2O	0,16	0,19	0,14	0,41	0,38	0,26	0,55	0,60	0,35	0,27	0,45	0,68	1,01	0,70	0,53	0,82	0,53	0,21
BaO	0,09	0,00	0,00	0,00	0,07	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,10	0,04	0,05
SrO	0,13	0,13	0,18	0,13	0,11	0,07	0,10	0,18	0,14	0,07	0,24	0,12	0,17	0,23	0,13	0,15	0,05	0,10
Total	99,44	98,27	99,67	97,03	98,27	99,15	99,41	99,91	98,99	98,54	99,47	99,03	98,08	98,39	97,44	99,93	98,85	98,56
Fórmula (estrutural ((32 O)																
Si	9,679	9,537	9,529	11,296	11,281	11,781	11,446	11,559	11,610	11,496	11,693	11,595	11,451	11,554	11,661	11,604	11,559	11,685
AI	6,284	6,397	6,379	4,670	4,702	4,193	4,516	4,413	4,361	4,514	4,279	4,408	4,528	4,435	4,338	4,375	4,449	4,321
Felll	0,031	0,031	0,050	0,029	0,026	0,022	0,026	0,022	0,016	0,021	0,019	0,019	0,017	0,020	0,012	0,016	0,020	0,023
Sítio T	15,994	15,965	15,959	15,994	16,009	15,996	15,988	15,994	15,987	16,031	15,991	16,022	15,996	16,008	16,011	15,995	16,027	16,028
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000
Ca	2,283	2,367	2,485	0,555	0,578	0,090	0,405	0,374	0,294	0,412	0,222	0,327	0,476	0,335	0,251	0,355	0,357	0,198
Na	1,693	1,745	1,553	3,489	3,416	3,961	3,633	3,541	3,733	3,511	3,738	3,504	3,313	3,544	3,654	3,472	3,508	3,757
К	0,037	0,044	0,033	0,095	0,086	0,059	0,125	0,135	0,079	0,061	0,102	0,155	0,233	0,159	0,121	0,185	0,119	0,048
Ва	0,007	0,000	0,000	0,000	0,005	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,007	0,003	0,004
Sr	0,014	0,014	0,019	0,013	0,012	0,007	0,011	0,018	0,015	0,007	0,025	0,013	0,018	0,024	0,014	0,016	0,005	0,011
Sítio M	4,034	4,178	4,089	4,153	4,097	4,126	4,174	4,067	4,120	3,991	4,087	3,999	4,053	4,062	4,041	4,034	3,994	4,017
Compone	ntes mole	culares																
An	0,57	0,57	0,61	0,13	0,14	0,02	0,10	0,09	0,07	0,10	0,05	0,08	0,12	0,08	0,06	0,09	0,09	0,05
Ab	0,42	0,42	0,38	0,84	0,84	0,96	0,87	0,87	0,91	0,88	0,92	0,88	0,82	0,88	0,91	0,87	0,88	0,94
Or	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,04	0,03	0,05	0,03	0,01
Amostra	PRC01 (Di	orito)								PRC05 (Di	orito)							
---------	--------------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------	--------	--------	--------	--------	--------			
Grão	c2			с7			c8			c3								
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i1	i2	i3	i4	b			
SiO2	54,00	53,31	60,49	62,59	61,41	61,67	55,37	56,74	61,20	55,24	55,60	55,88	57,15	62,47	62,42			
TiO2	0,08	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,04			
AI2O3	28,89	29,10	24,18	23,77	23,83	24,54	28,41	27,70	24,74	28,05	27,95	27,50	26,17	23,31	23,24			
Fe2O3	0,18	0,09	0,14	0,21	0,19	0,10	0,08	0,16	0,23	0,18	0,14	0,17	0,12	0,23	0,22			
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,16	0,00			
CaO	10,58	10,89	5,08	4,60	4,85	5,39	9,72	8,82	5,63	10,46	10,30	9,71	8,81	4,73	4,70			
Na2O	5,68	5,49	8,43	8,82	8,84	8,56	6,06	6,72	8,44	5,86	5,86	6,20	6,85	8,80	8,91			
K2O	0,18	0,20	0,52	0,53	0,54	0,47	0,20	0,22	0,32	0,20	0,20	0,28	0,30	0,57	0,55			
BaO	0,00	0,00	0,05	0,00	0,07	0,04	0,10	0,00	0,05	0,00	0,00	0,11	0,04	0,08	0,06			
SrO	0,13	0,12	0,13	0,09	0,06	0,10	0,06	0,12	0,09	0,09	0,10	0,13	0,11	0,13	0,11			
Total	99,71	99,18	99,07	100,65	99,79	100,87	100,02	100,54	100,70	100,08	100,18	100,06	99,56	100,47	100,25			
Fórmula	estrutural (32 O)																
Si	9,802	9,730	10,880	11,047	10,958	10,885	9,979	10,155	10,828	9,968	10,012	10,087	10,328	11,062	11,079			
AI	6,179	6,258	5,125	4,944	5,012	5,106	6,034	5,843	5,158	5,965	5,933	5,850	5,575	4,865	4,862			
Felll	0,025	0,012	0,019	0,028	0,025	0,013	0,010	0,021	0,030	0,024	0,019	0,024	0,016	0,031	0,029			
Sítio T	16,006	16,000	16,024	16,018	15,995	16,004	16,023	16,019	16,015	15,957	15,963	15,961	15,919	15,958	15,970			
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,005	0,000	0,000	0,042	0,000			
Ca	2,057	2,129	0,979	0,871	0,928	1,020	1,877	1,691	1,067	2,023	1,987	1,878	1,706	0,897	0,893			
Na	1,998	1,941	2,938	3,020	3,057	2,930	2,117	2,332	2,895	2,049	2,047	2,169	2,401	3,021	3,067			
K	0,041	0,047	0,119	0,118	0,123	0,107	0,046	0,049	0,073	0,046	0,046	0,064	0,070	0,128	0,125			
Ва	0,000	0,000	0,004	0,000	0,005	0,003	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000	0,008	0,003	0,005	0,004			
Sr	0,013	0,013	0,013	0,009	0,007	0,010	0,006	0,013	0,009	0,009	0,011	0,013	0,012	0,014	0,011			
Sítio M	4,109	4,130	4,053	4,018	4,119	4,070	4,058	4,085	4,047	4,128	4,095	4,132	4,192	4,107	4,101			
Compone	ntes moleo	culares																
An	0,50	0,52	0,24	0,22	0,23	0,25	0,46	0,42	0,26	0,49	0,49	0,46	0,41	0,22	0,22			
Ab	0,49	0,47	0,73	0,75	0,74	0,72	0,52	0,57	0,72	0,50	0,50	0,53	0,57	0,75	0,75			
Or	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03			

Tabela 8 – Análises químicas representativas de plagioclásio do Pluton Rio Negro

Amostra PRC05 (Diorito) c11 Grão c12 i2 i3 i4 i5 li7 i2 i3 i4 i5 Análise i1 i6 i8 li1 In b n b SiO2 58,34 58,83 58,29 59,21 58,30 58,48 58,77 54,45 54,58 54,60 57,46 58,07 58,58 59,44 59,88 58,12 58,24 0,06 0,04 0,08 0,06 0,04 0,06 0,00 0,00 0,00 0,05 TiO2 0,07 0,04 0,04 0,04 0,00 0,05 0,06 26,32 AI2O3 26,39 26,42 26,53 26,13 25,95 26,24 25,97 25,74 25,65 25,36 27,61 28,34 28,06 26,11 26,02 25,99 Fe2O3 0,10 0,24 0,24 0,13 0,21 0,17 0,21 0,14 0,29 0,18 0,24 0,22 0,23 0,22 0,15 0,19 0,16 0,03 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 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 MgO 0,02 0,00 0,00 0,00 0,00 0,02 0,00 0,03 0,00 0,00 0,00 0,00 CaO 7,94 7,93 7,84 7,52 7,81 7,45 7,29 7,04 6,74 10,32 7,83 7,69 6,92 6,13 7,95 9,85 10,04 7,30 7,24 7,95 7,06 6,93 6,87 7,06 7,01 7,48 7,38 7,79 6,38 5,69 5,68 6,96 7,23 8,80 Na2O 0,40 0,42 0,39 0,42 0,25 0.35 0,36 K20 0,40 0,39 0,40 0,45 0,44 0,29 0,22 0,30 0.33 0,41 0,00 0,00 0,08 0,04 0,00 0,10 0,10 BaO 0,07 0,04 0,00 0,00 0,15 0,05 0,13 0,05 0,09 0,13 0.09 SrO 0.13 0.12 0.39 0.08 0.08 0.10 0.09 0.11 0.09 0.17 0.12 0.08 0.10 0.12 0,13 0.13 Total 100,55 100,95 100,62 100,39 100,63 100,19 100,01 100,12 100,35 100,54 99,13 99,27 99,25 99,19 99,93 99,85 100,03 Fórmula estrutural (32 O) 10,462 10,533 10,383 10,432 10,417 10,447 9,938 Si 10,403 10,438 10,489 10,523 10,596 10,652 9,951 9,925 10,453 10,464 5,499 5,441 5,537 5,489 6,019 5,514 5,503 AI 5,554 5,530 5,580 5,432 5,388 5,317 5,947 6,073 5,606 5,529 0,029 0.022 0.025 Felll 0.014 0.032 0.021 0,033 0.018 0.029 0,023 0,026 0.018 0.040 0,032 0,030 0,031 0.029 15,994 15,981 Sítio T 15,985 16,009 16,003 15,992 16,004 16,000 15,983 16,010 15,987 15,938 16,020 16,021 15,991 15,998 15,996 0,000 0,000 0,000 Mn 0,004 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 Mg 0.004 0,001 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,004 0,001 0,000 0,008 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Ca 1,520 1,509 1,520 1,499 1,433 1,497 1,431 1,398 1,345 1,285 1,928 1,956 2,013 1,515 1,480 1,332 1,180 2,445 2,378 2,445 2,517 2,434 2,517 2,598 2,552 2,687 2,261 2,007 2,004 2,519 2,771 3,064 Na 2,386 2,439 0,091 0.058 0,082 κ 0.089 0.089 0,096 0,091 0,102 0,090 0,100 0.095 0.093 0.068 0,050 0,068 0,075 0,079 Ва 0,000 0,004 0,009 0,003 0,006 0,002 0,007 0,005 0,003 0,000 0,000 0,000 0,010 0,006 0,000 0,009 0,007 Sr 0,013 0,013 0,040 0,008 0,008 0,010 0,011 0,009 0,011 0,009 0,014 0,018 0,013 0,009 0,011 0,013 0,014 4,083 4,001 4,027 4,048 4,049 4,043 4,059 4,113 4,010 4,282 4,036 4,090 4,032 4,094 4,202 4,347 Sítio M 4,083 **Componentes moleculares** 0,38 0.37 An 0,37 0,38 0.35 0,37 0.35 0,34 0,34 0.32 0,45 0,49 0,49 0.38 0,36 0.32 0,27 Ab 0,60 0,60 0,60 0,61 0,62 0,60 0,62 0,63 0,64 0,66 0,53 0,50 0,49 0,61 0,62 0,66 0,71 Or 0.02 0.02 0.02 0.02 0,02 0,03 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0,01 0,01 0,02 0.02 0.02 0.02

Tabela 8 - Análises químicas representativas de plagioclásio do Pluton Rio Negro (continuação)

Amostra PRC05 (Diorito) PRC14 (Granodiorito) PRC27 (Granodiorito) Grão c2 c2 **c1** c17 i1 i2 i2 i2 i3 i1 b i1 i3 i b Análise b b n n n n SiO2 54,83 55,76 61,00 62,23 61,97 62,52 62,86 63,67 64,35 64,98 64,48 63,49 63.33 64,60 65.35 65.39 65,20 TiO2 0,05 0,06 0,00 0,00 0,00 0,05 0,07 0,04 0,00 0,00 0,00 0,08 0,03 0,00 0,00 0,06 0,00 22,02 27,83 23,49 23,45 23,03 23,15 23,23 22,98 21,99 21,52 22,20 22,02 21,95 22,15 AI2O3 27,00 21,80 22,13 Fe2O3 0,15 0,14 0,17 0,15 0,20 0,13 0,19 0,06 0,20 0,25 0,18 0,11 0,20 0,21 0,19 0,12 0,10 0,00 0,00 0,00 0,03 0,00 0,03 0,00 0,00 MnO 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,02 0,00 MgO 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 0,00 0,00 0,00 0,00 10,37 4,72 4,35 4,43 3,99 3,59 4,34 3,29 2,50 2,19 5,24 CaO 9,44 5,30 3,01 3,18 3,05 2,31 5,79 8,75 8,73 9,70 9,47 9,65 10,03 9,80 9,72 9,43 9,66 10,21 10,61 10,27 Na2O 6,44 8,60 9,72 0,25 0,33 0,35 0,51 0,33 K20 0,18 0,25 0,56 0,60 0,63 0,32 0,33 0,26 0,37 0,46 0,28 0,38 0,11 0,12 0,04 0,00 0.00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,07 0.00 0,00 0,00 BaO 0,00 0,10 0.00 0,07 0,04 0,06 0,00 0,00 0.06 0,00 0,00 0,00 0.00 SrO 0,11 0,10 0,08 0,14 0,08 0,04 0,00 99,43 99,18 99,36 100,67 99,39 100,17 100,60 100,75 99,99 100,30 99,54 99,45 99,71 100,34 100,78 100,61 100,40 Total Fórmula estrutural (32 O) 11,202 11,297 Si 10,139 10,956 11,021 11,087 11,091 11,104 11,378 11,434 11,444 11,271 11,377 11,444 11,460 9,969 11,442 5,963 4,971 4,894 4,857 4,840 4,835 4,766 4,583 4,522 4,502 4,657 4,618 4,594 4,544 4,535 AI 5,786 4,582 0,022 0,020 0,033 0,024 0,015 0,027 0,025 0,021 0,019 0,027 0,018 0,026 0,008 0,026 0,026 0,016 0,013 Felll Sítio T 15,953 15,945 15,950 15,935 15,971 15,948 15,965 15,976 15,987 15,989 15,970 15,968 15,915 15,998 16,012 16,011 16,037 0,000 0,000 0,000 0,000 0,005 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Mn 0,000 0,000 0,004 0,000 0,000 0,004 0,000 0,000 0,006 0,000 0,001 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Mg 1,020 0,995 0,906 0,751 0,580 0,685 0,827 0,621 0,434 0,469 Са 2,020 1,838 0,826 0,839 0,571 0,600 0,410 Na 2,040 2,271 2,993 3,003 3,027 3,338 3,242 3,292 3,438 3,316 3,372 3,355 3,253 3,299 3,467 3,605 3,494 0,129 0,136 0,144 0,103 0,114 Κ 0,042 0,057 0,057 0,072 0,075 0,058 0.083 0,063 0,076 0,078 0,073 0,085 Ва 0,008 0,000 0,007 0,008 0,003 0,000 0,000 0,000 0,000 0.000 0,000 0,000 0,000 0,005 0,000 0,000 0.000 0,011 0,000 0,000 0,000 0,000 Sr 0,011 0,008 0,014 0,007 0,004 0,006 0,008 0,000 0,005 0,006 0,000 0,000 Sítio M 4,127 4,177 4,158 4.156 4,085 4.230 4,158 4,118 4,079 3.999 4.060 4,109 4,156 4,003 4,050 4,092 4.014 Componentes moleculares 0.25 0,24 0,22 0,20 0,20 0,18 0,14 0,15 0,14 0,17 0,20 0,16 0,12 An 0,49 0,44 0,10 0,11 0,50 0,55 0,72 0,73 0,74 0,79 0,78 0,83 0,83 0,82 0,78 0,83 0,86 Ab 0,80 0,85 0,88 0,87 Or 0,01 0,01 0,03 0,03 0,04 0,01 0.02 0,02 0,01 0,02 0,03 0,02 0,02 0,02 0,03 0,02 0.02

Tabela 8 - Análises químicas representativas de plagioclásio do Pluton Rio Negro (continuação)

PRC27 (Granodiorito) PRC50 (Diorito) Amostra c4 c3 Grão c8 c9 c3 i2 n i1 i2 b b h b ln n i1 Análise n i b b n 64,40 64,13 64,08 65,10 65,60 SiO2 62,26 62,35 64,52 65,19 64,69 65,42 64,10 65,98 66,19 60,59 60,56 60,02 0,00 0,00 0,00 0,00 0,03 0,00 0,00 0,00 0,00 0.07 0.07 TiO2 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0.00 23,22 22,18 21,86 21,75 21,60 22,58 22,36 22,23 22,53 22,20 18,73 22,31 20,27 24,60 25,12 25,01 AI2O3 23,99 0,22 0,12 0,19 Fe2O3 0,13 0,10 0,18 0,19 0,08 0,08 0,10 0,08 0,15 0,08 0,10 0,14 0,11 0,14 0,02 0,00 0,02 MnO 0,00 0,00 0,00 0,02 0,00 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 0,00 0,02 MgO 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 CaO 4,02 4,57 2,82 2,18 2,21 2,16 3,44 3,37 3,04 3,40 0,14 0,13 2,91 1,18 6,06 6,53 6,68 10,75 10,76 2,22 9,86 7,21 8,02 9,53 10,27 9,34 9,53 Na2O 9,27 10,79 9,56 9,64 8,05 8,35 8,14 0,22 5,72 K20 0,44 0,29 0,21 0.38 0,35 0,27 0,37 0,29 0,37 0,34 4,93 13,37 0,45 0,39 0,38 0,00 0,00 0,00 0,00 0,07 0,13 0,08 0,00 BaO 0,07 0,10 0,00 0,00 0,06 0,00 0,00 0,14 0,18 0,09 0,06 0,00 0,00 0,00 0,04 0,04 0,00 0,00 0,08 SrO 0,05 0,00 0,00 0,00 0,04 0,16 0,11 99,76 100,78 100,05 99,43 99,75 100,22 100,83 99,75 100,74 100,16 101,54 99,90 100,99 100,74 100,43 100,93 100,55 Total Fórmula estrutural (32 O) 11,427 11,003 11,369 11,398 11,480 11,331 11,339 11,438 11,312 11,571 11,947 11,437 11,750 10,784 10,719 10,679 Si 11,092 4,614 4,664 4,051 4,584 5,161 5,245 AI 4,875 4,989 4,579 4,540 4,483 4,661 4,580 4,685 4,587 4,241 5,241 0,013 0,019 Felll 0,018 0,010 0,014 0,018 0,024 0,025 0,030 0,016 0,011 0,014 0,010 0,013 0,010 0,020 0,026 Sítio T 15,984 16,002 15,996 15,991 15,984 15,987 16,017 16,033 16,034 16,008 16,172 16,016 16,031 16,004 15,955 15,980 15,949 0,000 0,001 0,000 0,002 0,003 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,001 0,002 0,003 0,000 0,000 Mn 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,005 Mg 0,000 0,000 0,533 0,544 1,273 Ca 0,766 0,864 0,416 0,419 0,408 0,646 0,639 0,570 0,644 0,027 0,026 0,224 1,155 1,238 Na 3,293 3,173 3,516 3,705 3,695 3,683 3,246 3,205 3,231 3,300 2,737 0,790 3,331 2,480 2,881 2,751 2,809 κ 0,064 0,047 0,086 0,082 0,065 0,082 1,102 3,130 0,050 0,088 0,086 0,101 0,080 0,061 0,076 1,295 0,103 0,000 Ва 0.005 0,007 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,004 0,000 0,000 0,009 0,013 0,000 0,005 0,009 0,006 Sr 0,005 0,006 0,000 0,000 0,000 0,000 0,004 0,004 0,000 0,000 0,004 0,000 0,000 0,017 0,008 0,011 0,009 4,198 4,152 Sítio M 4,174 4,114 4,102 4,209 3,974 3,917 3,887 4,020 3,875 3,962 3,925 4,006 4,168 4,090 4,184 Componentes moleculares An 0,18 0,21 0,13 0,10 0,10 0,10 0,16 0,16 0,15 0.16 0.01 0.01 0,14 0,06 0.28 0,30 0.31 0,62 Ab 0,79 0,77 0,86 0,88 0,88 0,89 0,82 0,82 0,83 0,82 0,71 0,20 0,85 0,70 0,67 0,67 0,02 Or 0.02 0.02 0,01 0,02 0,02 0,01 0,02 0.02 0,02 0.29 0,79 0,01 0,32 0.02 0.02 0.02

Tabela 8 – Análises químicas representativas de plagioclásio do Pluton Rio Negro (continuação)

Amostra	PRC50 (Did	orito)		PRC57 (Die	orito)										
Grão	c7			c3			c4			c6			c7		
Análise	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	52,34	53,63	60,60	54,04	53,03	54,08	54,93	53,14	61,84	53,86	53,22	59,08	52,53	61,42	57,17
TiO2	0,45	0,00	0,00	0,05	0,00	0,10	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,06	0,00	0,04
AI2O3	28,60	29,30	24,45	29,51	29,84	28,77	28,64	29,81	24,38	28,82	29,32	25,92	29,89	23,59	26,82
Fe2O3	1,44	0,21	0,19	0,19	0,20	0,91	0,29	0,20	0,15	0,15	0,09	0,17	0,12	0,20	0,16
MnO	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	0,02	0,04
MgO	0,65	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	11,08	11,86	6,16	11,20	11,61	10,24	10,28	11,68	4,92	10,30	10,74	7,04	11,97	4,64	8,13
Na2O	4,89	4,97	8,11	5,41	5,23	5,74	5,71	4,92	8,60	5,50	5,35	7,45	4,90	8,80	6,89
K2O	0,70	0,20	0,48	0,18	0,18	0,20	0,31	0,20	0,59	0,19	0,19	0,41	0,17	0,57	0,26
BaO	0,13	0,00	0,00	0,00	0,11	0,04	0,08	0,00	0,05	0,00	0,05	0,10	0,00	0,11	0,09
SrO	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,10	0,15	0,11	0,07	0,13	0,10	0,05	0,10	0,10	0,17
Total	100,39	100,29	100,10	100,71	100,30	100,19	100,52	100,15	100,69	99,03	99,14	100,26	99,73	99,45	99,77
Fórmula e	estrutural (32 O)					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·								
Si	9,570	9,694	10,804	9,720	9,601	9,789	9,887	9,623	10,933	9,826	9,716	10,546	9,564	10,995	10,298
AI	6,163	6,243	5,138	6,256	6,366	6,137	6,076	6,363	5,081	6,196	6,310	5,454	6,413	4,976	5,694
Felll	0,198	0,029	0,026	0,025	0,027	0,124	0,039	0,027	0,020	0,021	0,013	0,023	0,016	0,027	0,022
Sítio T	15,931	15,965	15,969	16,002	15,994	16,051	16,002	16,013	16,033	16,043	16,039	16,022	15,993	15,999	16,014
Mn	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	0,003	0,005
Mg	0,177	0,005	0,000	0,001	0,000	0,000	0,018	0,004	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Ca	2,170	2,297	1,177	2,159	2,252	1,986	1,983	2,267	0,932	2,014	2,101	1,346	2,335	0,891	1,568
Na	1,733	1,740	2,803	1,886	1,836	2,015	1,991	1,728	2,948	1,945	1,894	2,577	1,728	3,056	2,407
K	0,164	0,046	0,110	0,042	0,040	0,047	0,071	0,045	0,134	0,044	0,043	0,093	0,039	0,129	0,059
Ва	0,009	0,000	0,000	0,000	0,008	0,003	0,006	0,000	0,003	0,000	0,003	0,007	0,000	0,008	0,006
Sr	0,010	0,011	0,011	0,013	0,010	0,010	0,015	0,011	0,008	0,013	0,011	0,005	0,011	0,011	0,017
Sítio M	4,266	4,099	4,101	4,101	4,147	4,061	4,084	4,055	4,025	4,017	4,052	4,029	4,113	4,097	4,064
Compone	ntes molec	culares			r		г – т	r		r	r	r			
An	0,53	0,56	0,29	0,53	0,55	0,49	0,49	0,56	0,23	0,50	0,52	0,34	0,57	0,22	0,39
Ab	0,43	0,43	0,69	0,46	0,44	0,50	0,49	0,43	0,73	0,49	0,47	0,64	0,42	0,75	0,60
Or	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01

Tabela 8 – Análises químicas representativas de plagioclásio do Pluton Rio Negro (continuação)

Amostra	PRC57 (Di	orito)			OM473 (Di	orito)					OM499 (Qu	uartzo moi	nzonito)			
Grão	c11				c34			c35			c10			c13		
Análise	n	i1	i2	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b	n	i	b
SiO2	55,43	55,47	55,59	54,80	53,76	54,36	60,50	61,44	57,26	57,20	62,81	61,45	66,00	62,82	63,32	62,52
TiO2	0,04	0,00	0,06	0,03	0,00	0,08	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
AI2O3	27,66	28,08	28,33	27,87	28,32	28,32	23,78	23,33	25,31	26,47	22,94	23,82	20,55	22,40	22,24	22,65
Fe2O3	0,12	0,13	0,08	0,54	0,13	0,20	0,10	0,16	0,14	0,10	0,20	0,15	0,34	0,17	0,12	0,13
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
CaO	9,93	9,86	10,22	10,11	10,40	10,64	5,03	5,00	7,25	8,50	3,94	5,06	0,51	3,27	3,39	3,21
Na2O	5,71	5,65	5,53	5,39	5,59	5,68	8,75	8,53	7,41	6,76	9,18	8,47	10,58	9,70	9,42	9,75
K2O	0,18	0,20	0,18	0,19	0,20	0,21	0,35	0,43	0,23	0,22	0,53	0,34	0,91	0,34	0,31	0,25
BaO	0,00	0,00	0,00	0,04	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,00	0,10	0,00	0,06	0,06
SrO	0,07	0,12	0,09	0,11	0,14	0,23	0,25	0,15	0,17	0,19	0,20	0,12	0,12	0,16	0,12	0,14
Total	99,13	99,52	100,08	99,36	98,64	99,72	98,75	99,17	97,79	99,51	99,91	99,39	99,13	98,86	98,96	98,74
Fórmula e	estrutural (32 O)									1			<u>г</u>		
Si	10,066	10,030	10,004	9,955	9,856	9,873	10,914	11,026	10,492	10,326	11,164	10,981	11,718	11,252	11,311	11,217
Al	5,920	5,984	6,007	5,967	6,119	6,062	5,055	4,935	5,466	5,632	4,805	5,016	4,300	4,729	4,682	4,789
Felli	0,016	0,018	0,011	0,074	0,017	0,027	0,013	0,022	0,020	0,013	0,026	0,019	0,045	0,023	0,015	0,017
Sítio T	16,002	16,032	16,023	15,995	15,993	15,962	15,983	15,982	15,977	15,971	15,996	16,016	16,064	16,004	16,009	16,022
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,000	0,000	0,075	0,000	0,000	0,000	0,004	0,005	0,000	0,005	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Са	1,931	1,911	1,970	1,968	2,042	2,071	0,972	0,962	1,423	1,643	0,751	0,968	0,096	0,628	0,648	0,616
Na	2,010	1,981	1,928	1,899	1,986	2,001	3,061	2,969	2,632	2,367	3,164	2,933	3,643	3,369	3,263	3,390
К	0,041	0,046	0,041	0,044	0,048	0,049	0,080	0,097	0,054	0,050	0,119	0,078	0,207	0,077	0,070	0,056
Ba	0,000	0,000	0,000	0,003	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,007	0,000	0,007	0,000	0,004	0,004
Sr	0,008	0,013	0,009	0,011	0,015	0,024	0,026	0,015	0,018	0,020	0,021	0,012	0,013	0,016	0,012	0,015
Sítio M	3,990	3,951	3,948	4,001	4,099	4,145	4,139	4,047	4,132	4,088	4,066	3,990	3,970	4,091	3,997	4,081
Compone	ntes moleo	culares												,		
An	0,48	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,24	0,24	0,35	0,40	0,19	0,24	0,02	0,15	0,16	0,15
Ab	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,74	0,74	0,64	0,58	0,78	0,74	0,92	0,83	0,82	0,83
Or	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01

Tabela 8 – Análises químicas representativas de plagioclásio do Pluton Rio Negro (continuação)

Amostra	PRC68 (D	iorito)							PRC103 (Monzogra	nito)					
Grão	c6								c9				c10			
Análise	n	i1	i2	i3	i4	i5	i6	b	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b
SiO2	62,75	64,97	64,22	65,13	68,03	63,18	68,03	63,52	63,91	63,95	62,56	62,91	63,87	62,83	62,92	62,98
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AI2O3	22,75	20,90	18,87	19,84	20,06	18,52	19,90	18,51	19,12	18,27	18,70	18,80	19,00	18,88	18,61	18,74
Fe2O3	0,06	0,10	0,04	0,06	0,00	0,03	0,08	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05
MnO	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
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
CaO	3,98	1,96	0,24	1,02	0,52	0,03	0,38	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
Na2O	9,51	9,89	4,72	8,08	11,81	0,26	11,47	0,64	3,16	0,39	0,45	0,39	1,30	0,64	0,59	0,50
K2O	0,23	1,14	10,39	4,86	0,13	16,80	0,52	16,18	12,46	16,27	15,87	16,26	15,89	16,00	16,11	16,12
BaO	0,00	0,17	0,46	0,37	0,00	0,68	0,07	0,44	0,58	0,56	0,60	0,55	0,57	0,53	0,59	0,58
SrO	0,09	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,36	99,16	99,00	99,36	100,56	99,54	100,45	99,35	99,42	99,50	98,28	99,00	100,73	98,98	98,90	99,01
Fórmula	estrutural	com base	em 32 O													
Si	11,189	11,583	11,843	11,738	11,856	11,865	11,882	11,891	11,819	11,950	11,839	11,833	11,810	11,814	11,849	11,842
AI	4,781	4,391	4,102	4,213	4,121	4,100	4,096	4,083	4,167	4,023	4,172	4,167	4,141	4,184	4,131	4,154
Felli	0,007	0,013	0,006	0,008	0,000	0,004	0,010	0,006	0,008	0,007	0,009	0,008	0,008	0,009	0,008	0,007
Soma T	15,977	15,987	15,951	15,958	15,977	15,969	15,988	15,980	15,994	15,980	16,020	16,008	15,958	16,007	15,988	16,003
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ca	0,761	0,374	0,047	0,198	0,097	0,005	0,071	0,005	0,011	0,003	0,006	0,006	0,008	0,006	0,006	0,006
Na	3,288	3,417	1,688	2,824	3,991	0,093	3,885	0,234	1,134	0,139	0,165	0,142	0,465	0,234	0,214	0,182
К	0,052	0,260	2,445	1,116	0,030	4,024	0,116	3,863	2,940	3,879	3,832	3,903	3,748	3,837	3,870	3,867
Ba	0,000	0,012	0,033	0,026	0,000	0,050	0,005	0,032	0,042	0,041	0,044	0,040	0,041	0,039	0,043	0,043
Sr	0,009	0,004	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma M	4,110	4,067	4,219	4,164	4,118	4,172	4,078	4,133	4,135	4,064	4,049	4,092	4,264	4,118	4,134	4,098
			_													
Compone	entes mole	culares														
An	0,19	0,09	0,01	0,05	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ab	0,80	0,84	0,40	0,68	0,97	0,02	0,95	0,06	0,28	0,03	0,04	0,04	0,11	0,06	0,05	0,04
Or	0,01	0,06	0,58	0,27	0,01	0,98	0,03	0,94	0,72	0,96	0,96	0,96	0,89	0,94	0,95	0,95

Tabela 9 – Análises químicas representativas de feldspato alcalino do Pluton Palermo

Amostra	PRC103 (Monzogra	nito)						PRC114 (Álcali-feld	spato grar	nito)				
Grão	c11				c12				c3			c13				
Análise	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b	n	i	b	n	i1	i2	i3	b
															·	
SiO2	62,98	62,75	62,87	62,96	63,56	63,12	62,70	62,76	64,62	64,81	64,76	65,92	64,26	64,74	65,07	65,11
TiO2	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
AI2O3	18,80	18,97	18,82	18,91	19,01	18,96	19,00	19,01	18,77	18,53	18,63	19,28	18,46	18,45	18,99	18,69
Fe2O3	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,10	0,16	0,15	0,16	0,14	0,13	0,20	0,42
MnO	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
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
CaO	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,19	0,10	0,14	0,33	0,07	0,09	0,23	0,29
Na2O	0,70	0,52	0,51	0,49	2,66	0,86	0,67	0,60	3,04	2,61	2,96	8,30	1,68	2,51	5,31	5,08
K2O	16,11	16,20	16,19	16,21	12,64	15,90	15,97	16,11	12,40	13,44	12,35	5,26	14,31	13,13	9,16	9,28
BaO	0,55	0,51	0,53	0,52	0,57	0,56	0,56	0,53	0,00	0,07	0,00	0,31	0,19	0,23	0,10	0,25
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,24	99,05	99,01	99,18	98,60	99,48	98,96	99,08	99,12	99,73	98,99	99,55	99,12	99,27	99,06	99,12
Fórmula	estrutural	com base	em 32 O			1		-			1					
Si	11,822	11,800	11,824	11,818	11,843	11,809	11,794	11,794	11,912	11,932	11,942	11,853	11,939	11,958	11,884	11,907
AI	4,159	4,203	4,172	4,185	4,174	4,181	4,212	4,211	4,077	4,022	4,049	4,085	4,042	4,016	4,087	4,028
Felli	0,007	0,008	0,007	0,006	0,008	0,006	0,005	0,006	0,014	0,021	0,021	0,021	0,020	0,018	0,028	0,058
Soma T	15,988	16,011	16,003	16,009	16,025	15,996	16,011	16,011	16,003	15,975	16,012	15,959	16,001	15,993	15,998	15,992
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ca	0,008	0,006	0,007	0,006	0,009	0,005	0,004	0,005	0,037	0,021	0,028	0,063	0,015	0,017	0,045	0,056
Na	0,254	0,190	0,186	0,179	0,961	0,313	0,246	0,217	1,086	0,931	1,057	2,893	0,606	0,898	1,880	1,800
К	3,857	3,886	3,884	3,883	3,004	3,794	3,833	3,863	2,916	3,157	2,905	1,206	3,390	3,094	2,134	2,165
Ва	0,041	0,037	0,039	0,038	0,042	0,041	0,041	0,039	0,000	0,005	0,000	0,021	0,014	0,017	0,007	0,018
Sr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma M	4,162	4,121	4,118	4,107	4,023	4,154	4,125	4,125	4,040	4,114	3,991	4,184	4,027	4,026	4,067	4,040
			1													
Compon	entes mole	culares				I								1		<u> </u>
An	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01
Ab	0,06	0,05	0,05	0,04	0,24	0,08	0,06	0,05	0,27	0,23	0,26	0,70	0,15	0,22	0,46	0,45
Or	0,94	0,95	0,95	0,95	0,76	0,92	0,94	0,95	0,72	0,77	0,73	0,29	0,85	0,77	0,53	0,54

Tabela 9 – Análises químicas representativas de feldspato alcalino do Pluton Palermo (continuação)

Amostra	PRC114 (/	Álcali-feld	spato gran	ito)					F	PRC120 (Si	enogranito))				
Grão	c14				c5				c6				с7			
Análise	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b
SiO2	64,17	65,15	64,09	64,04	64,30	64,62	64,20	63,85	64,16	64,57	64,23	64,01	64,34	64,46	64,21	64,11
TiO2	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
AI2O3	18,27	18,69	18,48	18,33	18,11	18,31	18,04	18,26	18,24	18,39	18,12	18,35	18,26	18,47	18,17	18,36
Fe2O3	0,21	0,20	0,09	0,19	0,10	0,07	0,00	0,14	0,09	0,05	0,02	0,10	0,11	0,08	0,10	0,13
MnO	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
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
CaO	0,04	0,30	0,18	0,06	0,03	0,03	0,08	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,06	0,04
Na2O	1,02	3,69	1,47	0,66	0,26	0,22	0,25	0,26	0,24	0,22	0,24	0,26	0,25	0,20	0,23	0,25
K2O	15,25	11,21	14,79	15,93	16,76	16,59	16,48	16,60	16,68	16,55	16,42	16,57	16,70	16,34	16,49	16,62
BaO	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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	0,00	0,00	0,00
Total	99,07	99,25	99,11	99,21	99,57	99,94	99,06	99,14	99,45	99,81	99,09	99,33	99,71	99,59	99,27	99,52
				_												
Fórmula (estrutural	com base	em 32 O						-	-		-				-
Si	11,961	11,938	11,923	11,945	11,982	11,984	12,004	11,947	11,966	11,978	11,999	11,949	11,968	11,970	11,983	11,946
AI	4,013	4,037	4,052	4,029	3,977	4,001	3,975	4,027	4,009	4,020	3,990	4,036	4,002	4,042	3,996	4,033
Felli	0,030	0,028	0,012	0,026	0,014	0,009	0,000	0,020	0,012	0,007	0,003	0,014	0,016	0,011	0,014	0,018
Soma T	16,004	16,003	15,987	16,000	15,974	15,994	15,979	15,994	15,988	16,005	15,992	15,998	15,986	16,023	15,993	15,998
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ca	0,007	0,059	0,036	0,011	0,007	0,006	0,016	0,004	0,005	0,006	0,011	0,006	0,009	0,007	0,013	0,008
Na	0,368	1,310	0,531	0,237	0,095	0,079	0,090	0,095	0,088	0,077	0,085	0,093	0,089	0,072	0,084	0,090
К	3,625	2,620	3,509	3,791	3,983	3,925	3,932	3,962	3,969	3,915	3,913	3,946	3,962	3,871	3,925	3,951
Ва	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma M	4,009	3,990	4,078	4,041	4,086	4,018	4,039	4,063	4,063	3,999	4,011	4,047	4,062	3,952	4,022	4,050
Compone	ntes mole	culares														
An	0,00	0,01	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	0,00
Ab	0,09	0,33	0,13	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Or	0,91	0,66	0,86	0,94	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabela 9 – Análises químicas representativas de feldspato alcalino do Pluton Palermo (continuação)

Amostra	PRC120 (S	Sienograni	to)	
Grão	c8			
Análise	n	i1	i2	b
SiO2	64,26	64,60	64,12	63,97
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00
AI2O3	18,36	18,60	18,26	18,49
Fe2O3	0,10	0,08	0,07	0,11
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,04	0,04	0,06	0,03
Na2O	0,25	0,21	0,24	0,25
K2O	16,69	16,34	16,29	16,56
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,72	99,87	99,06	99,41
Fórmula (estrutural o	com base e	em 32 O	
Si	11,953	11,959	11,978	11,929
AI	4,026	4,058	4,021	4,063
Felll	0,014	0,011	0,010	0,015
Soma T	15,993	16,029	16,009	16,008
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,001	0,001	0,001	0,001
Ca	0,008	0,008	0,011	0,006
Na	0,089	0,076	0,087	0,092
К	3,960	3,858	3,882	3,938
Ва	0,000	0,000	0,000	0,000
Sr	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma M	4,058	3,943	3,981	4,037
Compone	ntes mole	culares		
An	0,00	0,00	0,00	0,00
Ab	0,02	0,02	0,02	0,02
Or	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabela 9 – Análises químicas representativas de feldspato alcalino do Pluton Palermo (continuação)

Amostra	PRC14 (Gr	anodiorito)									PRC27 (Gi	ranodiorito)	
Grão	c1			c18				c19				c19			
Análise	n	i	b	n	i1	i2	b	n i	i1	i2	b	n	i1	i2	b
SiO2	65,36	65,39	62,75	64,46	63,85	63,74	63,85	63,96	63,85	63,80	63,88	63,90	63,75	63,81	63,89
TiO2	0,00	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
AI2O3	20,26	19,92	17,80	18,82	18,75	18,92	18,75	18,85	18,91	18,97	18,87	18,78	18,86	18,80	18,77
Fe2O3	0,09	0,10	2,70	0,09	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
MnO	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,18	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
CaO	1,89	1,02	0,07	0,10	0,26	0,25	0,26	0,36	0,35	0,35	0,36	0,35	0,36	0,36	0,35
Na2O	6,13	5,46	0,29	0,45	0,37	0,39	0,40	0,54	0,46	0,48	0,49	0,47	0,43	0,45	0,46
K2O	7,01	8,43	16,03	16,12	16,22	16,14	16,28	16,25	16,31	16,10	16,22	16,12	16,22	16,17	16,11
BaO	0,08	0,09	0,18	0,15	0,32	0,32	0,33	0,42	0,38	0,40	0,40	0,41	0,43	0,42	0,41
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	0,00	0,00
Total	100,83	100,41	100,05	100,19	99,84	99,83	99,94	100,45	100,33	100,16	100,26	100,08	100,11	100,08	100,05
Fórmula	estrutural c	om base e	m 32 O												
Si	11,677	11,762	11,744	11,911	11,876	11,853	11,872	11,847	11,839	11,837	11,848	11,865	11,844	11,856	11,867
AI	4,266	4,222	3,926	4,098	4,110	4,147	4,108	4,114	4,133	4,148	4,124	4,110	4,130	4,117	4,108
Felll	0,012	0,013	0,380	0,012	0,010	0,009	0,010	0,007	0,009	0,008	0,007	0,007	0,008	0,009	0,008
Soma T	15,955	15,997	16,049	16,020	15,997	16,010	15,990	15,968	15,981	15,993	15,979	15,983	15,983	15,981	15,983
Mn	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,001	0,001	0,050	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001
Ca	0,362	0,196	0,013	0,020	0,052	0,051	0,052	0,072	0,069	0,070	0,071	0,069	0,072	0,071	0,070
Na	2,124	1,904	0,105	0,162	0,132	0,140	0,145	0,195	0,166	0,172	0,175	0,167	0,155	0,160	0,164
К	1,598	1,935	3,826	3,800	3,848	3,828	3,861	3,840	3,858	3,811	3,837	3,819	3,845	3,833	3,818
Ва	0,005	0,006	0,013	0,011	0,023	0,023	0,024	0,031	0,028	0,029	0,029	0,030	0,031	0,031	0,030
Sr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma M	4,090	4,042	4,020	3,994	4,058	4,043	4,083	4,139	4,121	4,083	4,113	4,087	4,104	4,097	4,084
Compone	entes molec	ulares													
An	0,09	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ab	0,52	0,47	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Or	0,39	0,48	0,97	0,95	0,95	0,95	0,95	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94

Tabela 10 – Análises químicas representativas de feldspato alcalino do Pluton Rio Negro

Amostra	PRC27 (G	ranodiorito)					
Grão	c20				c21			
Análise	n	i1	i2	b	n	i1	i2	b
					•			-
SiO2	63,91	63,81	63,80	63,86	63,78	63,81	63,83	63,94
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AI2O3	18,86	18,76	18,84	18,90	18,99	18,86	18,75	18,65
Fe2O3	0,06	0,05	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
CaO	0,38	0,36	0,35	0,36	0,38	0,37	0,35	0,36
Na2O	0,50	0,51	0,51	0,49	0,50	0,51	0,51	0,50
K2O	16,23	16,16	16,20	16,23	16,13	16,20	16,20	16,22
BaO	0,48	0,46	0,47	0,47	0,46	0,45	0,44	0,46
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,41	100,13	100,23	100,37	100,31	100,26	100,13	100,17
Fórmula	estrutural o	com base e	em 32 O					
Si	11,845	11,856	11,845	11,840	11,826	11,842	11,859	11,876
AI	4,120	4,109	4,123	4,130	4,150	4,125	4,104	4,081
Felll	0,008	0,007	0,008	0,009	0,010	0,009	0,008	0,006
Soma T	15,973	15,972	15,975	15,978	15,986	15,976	15,972	15,963
Mn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,001	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,001
Ca	0,074	0,072	0,069	0,071	0,075	0,073	0,069	0,072
Na	0,180	0,184	0,184	0,176	0,180	0,184	0,182	0,180
к	3,836	3,831	3,836	3,839	3,816	3,835	3,840	3,842
Ва	0,035	0,034	0,034	0,034	0,033	0,033	0,032	0,033
Sr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Soma M	4,125	4,122	4,125	4,120	4,106	4,124	4,123	4,128
Compone	entes mole	culares						
An	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ab	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Or	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94

 Tabela 10 – Análises químicas representativas de feldspato alcalino do Pluton Rio Negro (continuação)

Anexo V

Análises químicas para elementos traços em minerais máficos e félsicos dos Plutons Palermo e Rio Negro com LA-ICPMS

Tabela 1. Análises químicas para elementos traços em orto- e clinopiroxênio comLA-ICPMS. Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm

Rocha Amostra					Gabr	o-Diorito				
Ponto	onvi	t7	002	12		2 1	cn	v13	cn	v1 /
		2Sigma	υpx	2Sigma	υþ	2Sigma	CP.	2Sigma	υþ	2Sigma
Li	0	9	9	5	11	5	79	39	84	44
Be	0	-	0	-	0	5	0	-	0	104
Na	84	16	170	33	1389	285	2090	536	1890	528
Mg	-	-	-	-	-	-	1943069	182469	1667691	161278
Al	2778	251	4821	453	5795	568	47731	5496	51731	6128
Si	338406	31699	296121	28258	255100	24759	3752868	604771	3840749	627628
Р	0	85	0	36	78	39	493	406	479	419
К	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	8774	938	10380	1060	6479	706	-	-	-	-
Sc	20	3	42	5	23	3	400	64	643	108
Ti	869	111	1885	247	839	123	17339	2233	23963	3259
V	53	7	80	11	53	8	582	77	941	129
Fe	326035	28768	231716	21440	208107	20341	2948150	410197	3088465	460334
Mn	8317	1563	5778	1181	6111	1377	98031	27287	104278	31815
Zn	370	61	295	55	289	57	5821	1380	5249	1365
Ga	4	1	6	2	4	1	69	15	70	17
Ge	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Rb	0,0	0,7	0,0	0,3	5,4	1,4	2,2	2,4	0,0	2,2
Sr	0,3	0,2	0,8	0,4	3,0	0,7	0,9	1,1	2,0	1,8
Y	15	2	21	3	76	7	208	31	190	31
Zr	5	1	12	3	7	2	162	28	126	26
Nb	0,0	-	0,0	-	0,0	0,1	0,0	-	0,5	1,0
Cs	0,03	0,05	0,00	0,09	1,01	0,38	0	0,24	0	0,40
Ва	0,5	0,6	1,2	1,3	3,6	1,8	5,2	6,8	0,0	4,1
La	0,2	0,1	0,5	0,2	1,2	0,4	1,5	1,0	0,6	0,8
Ce	0,2	0,1	1,0	0,3	1,4	0,3	5,3	1,8	4,4	1,7
Pr	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	1,8	1,1	1,5	1,0
Nd	0,4	0,4	0,9	0,8	0,6	0,6	7,8	6,0	8,0	6,6
Sm	0,2	0,2	0,0	0,4	0,1	0,2	5,8	4,9	3,7	4,4
Eu	0,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,8	0,9	1,0
Gd	0,2	0,3	1,3	1,0	0,8	0,6	13,9	8,0	12,7	8,3
Tb	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	2,7	1,3	3,5	1,6
Dy	0,5	0,3	1,9	0,9	0,8	0,5	19,4	7,9	32,2	11,6
Ho	0,37	0,15	0,59	0,24	0,61	0,22	4,92	1,82	8,12	2,54
Er	1,3	0,5	2,7	0,9	1,8	0,6	22,4	7,0	28,8	8,4
Tm	0,40	0,16	0,37	0,20	0,307	0,15	3,85	1,62	5,66	2,12
Yb	1,9	1,2	3,1	2,1	3,0	2,1	45,0	32,9	45,7	36,8
Lu	0,35	0,16	0,58	0,28	0,44	0,20	7,84	2,94	7,78	3,22
Hf	0,2	0,3	0,7	0,7	0,0	0,3	12,9	9,2	0,0	2,8
Та	0,0	-	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,4
Pb	0,15	0,10	0,06	0,10	0,23	0,15	1,34	1,14	0,00	0,74
Th	0,03	0,04	0,20	0,16	1,07	0,38	0,94	0,92	0,00	-
U	0,01	0,02	0,05	0,06	0,02	0,03	0,00	0,11	0,13	0,26

Rocha					Gabro	o-Diorito				
Amostra					РК	C-50		4.0		
Ponto	орх	t.1	орх	1.5	срх	t.11	cp	x1.3	срх	2.8
		25igma		25Igma		25Igma		25igma		25Igma
Li	6	3	10	5	18	11	91	59	18	12
Be	0	-	0	3	0	4	0	34	0	4
Na	130	27	127	28	2854	1125	2104	890	2774	1240
Mg	-	-	-	-	81136	20002	1911184	508342	87498	24581
Al	1588	265	3926	680	3673	931	28037	7644	4372	1256
Si	213674	49786	262832	63611	269267	62648	4172620	1029446	260409	66552
Р	0	19	0	32	38	41	0	333	0	37
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	7461	1408	7375	1467	-	-	-	-	-	-
Sc	31	8	38	10	157	52	478	169	180	66
Ti	766	116	753	118	932	225	10683	2748	852	229
V	29	7	36	9	148	43	519	160	112	36
Fe	208033	20540	197482	19987	89215	18006	3602825	784822	86444	19676
Mn	7386	1149	7470	1198	3134	813	124546	34650	2902	849
Zn	393	47	425	52	99	31	8263	2641	99	35
Ga	3	1	4	1	5	2	45	17	5	2
Ge	0.0	-	0.0	-	0.0	-	0.0	-	0.0	-
Rb	0.0	0.1	0.4	0.3	0.0	0.2	0.0	1.9	< 0.26	0.2
Sr	0.1	0.1	1.8	0.8	21.9	10.2	0.0	0.9	20.5	10.9
Y	15	3	18	3	127	,	234	65	143	41
Zr	.0	1	2	1	45	10	34	11	37	10
 Nb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	0.1
Cs	0.02	0.03	0,0	0.04	0,0	0.05	0.32	0.44	0.027	0.04
Ba	0.0	0,00	19	1.0	0.2	0,00	0.0	2 7	0.4	0,01
la	0,0	0,1	0.7	0.3	17.3	7.5	0,0	0.6	17.5	8.4
Ce	0,0	0,0	0,1	0,0	61.4	19.7	4.2	1.8	65.4	23.7
Pr	0,0	0,1	0,0	0,0	12.3	3.2	1.4	0.7	13 5	20,7
Nd	0,1	0,0	1.0	0,1	69.0	12.1	1,4	5.5	74.2	14.0
Sm	0,0	0,0	0.2	0,0	19.9	89	2.7	2.9	22.6	14,0
Eu	0,0	0,0	0,2	0,0	2 1	0,3	13	2,3	24	0.0
Gd	0,1	0,1	1.2	0,1	25.1	16.6	1,5	12.8	2,4	18.5
Th	0,3	0,0	0.2	0,0	3.8	1.4	3.6	1.8	24,0 1 3	1.8
	0,5	0,1	2.6	1.0	24.5	1,4	3,0	1,0	20.3	5.6
Но	0.533	0,5	0.522	0.17	2 4 ,0 / 10	1 20	8 08	3 10	5 21	1.64
Fr Er	0,333	0,15	0,522	0,17	13 7	2.5	36.3	3,10	15.3	2.0
Tm	2,3	0,0	0.267	0,7	1.66	2,5	50,5	0,0	2 12	2,3
Vh	0,47	1.2	0,307	0,19	11.00	1,00	7/ 3	4,12	2,13	1,42
	0,66	1,3	3,0	0.29	1 50	0.52	14,3	40,0	1 67	0.50
LU	0,00	0,24	0,76	0,28	1,59	0,52	11,91	<u> </u>	1,07	0,00
	0,0	0,2	0,1	0,2	2,3	1,1	0,0	2,7	1,9	1,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
го Ть	0,00	0,06	0,00	0,09	0,33	0,19	0,61	0,70	0,32	0,18
	0,00	0,03	0,11	0,07	0,13	0,11	0,08	0,17	0,10	0,09
U	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.16	0.00	0.02

Tabela 1. Análises químicas para elementos traços em orto- e clinopiroxênio comLA-ICPMS. Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm (continuação)

Tabela 2. Análises químicas para elementos traços em anfibólio com LA-ICPMS.Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm

Rocha			Grano	diorito					Gabro-	Diorito		
Amostra			PRC	-14					PRC	C-50		
Ponto	an	t.7	anf	1.2	anf	2.3	anft	.10	anf	1.2	anf	2.6
		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma
					10							
LI	11	2	6	1	12	2	3	2	2	2	2	2
Be	15070	1000	1007	CT 044	10045	1202	3	2070	0591	5 5100	0	4726
Ma	57261	1099	12207	2/12	60724	1302	7000	25060	90520	27/61	70629	20072
AI	31261	2757	26730	2350	30604	2710	28710	20009	30280	10/00	79020	20072
Si	217373	25655	172588	20539	218193	25869	20710	64344	214978	63850	107045	61816
P	211010	10	1909	773	19	9	33	33	33.99	26	33.27	26
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ca	76044	4850	76044	4846	76044	4860	75044	5006	75044	4917	75044	4924
Sc	71,2	4,8	59,6	4,0	70,6	4,8	125	50	102	43	93	42
Ti	9518	581	8422	514	8625	528	8039	2386	7272	2268	6040	1975
V	284	18	214	14	219	14	313	112	317	119	275	109
Fe	171545	11425	135313	9109	178818	11985	104396	26786	125222	34006	110052	31594
Mn	3456	218	2944	186	3788	240	2354	774	1894	658	2238	820
Zn	420	29	369	26	585	41	168	66	174	73	198	88
Ga	34	2	28	2	38	2	17	7	19	9	14	7
Ge	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Rb	4,8	0,4	3,6	0,3	4,9	0,4	0,8	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5
Sr	20	1	18	1	17	1	39	24	40	26	29	20
Y	463	29	365	23	496	31	154	49	234	78	118	42
Zr	100	6	78	5	215	14	48	13	49	14	33	10
Nb	55	4	52	3	54	3	10	2	10	2	8	1
Cs	0,000	0,009	0,007	0,007	0,009	0,009	0,009	0,020	0,000	0,024	0,000	0,028
Ва	13,4	1,0	9,9	0,8	9,5	0,8	45,7	13,5	50,8	15,5	35,6	11,6
La	138,7	8,4	145,6	8,8	136,5	8,3	47,5	25,5	57,8	32,6	35,2	20,9
Ce Dr	485	29	421	25	514	31	139	56	228	98	116	52
ri Nd	222	5 20	240	4	251	22	20	9	39	13	21	0
Sm	323	20	249	15	301	6	32	18	175	26	25	16
Fu	2.5	0.2	2.3	0.2	1 9	0.2	4.8	19	51	20	4.2	1.8
Gd	2,3	5	2,0	4	76	5	33	27	48	42	-,2	25
Tb	14.5	0.9	10.7	0.7	14.4	0.9	5.1	2.4	7.6	3.7	4.5	2.3
Dv	87	5	64	4	86	5	30.3	6.3	45.2	9.7	27.5	6.3
Ho	17	1	13	1	17	1	7	2	9	3	5	2
Er	47	3	34	2	46	3	20	4	28	5	15	3
Tm	6,5	0,4	4,5	0,3	6,3	0,4	2	2	3	3	2	1
Yb	37	2	30	2	36	2	14	11	21	17	13	11
Lu	5,0	0,3	4,1	0,3	5,3	0,4	1,7	0,6	1,9	0,6	1,5	0,6
Hf	5,6	0,5	4,4	0,4	8,6	0,8	3,1	1,4	2,9	1,3	2,3	1,1
Та	1,9	0,2	1,8	0,1	1,7	0,1	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2
Pb	2,0	0,2	2,3	0,2	2,1	0,2	0,6	0,3	0,7	0,3	0,6	0,3
Th	0,40	0,05	0,83	0,08	0,21	0,04	0,55	0,40	0,35	0,26	0,28	0,22
U	0,12	0,02	0,25	0,03	0,07	0,02	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03

Rocha	Monzogranito									
Amostra	PRC-69									
Ponto	anft.	7	anf	1.1	anf2.2					
		2Sigma		2Sigma		2Sigma				
Li	6	1	5	1	4	1				
Be	15	43	13	38	21	71				
Na	13337	958	11848	864	9320	693				
Ma	42825	3482	45094	3772	43130	3743				
Al	35007	5099	34404	5573	30761	5609				
Si	191757	26968	180864	26556	158241	24524				
Р	12	7	19	10	13	7				
К	-	-	-	-	-	-				
Ca	74779	4770	74779	4775	74779	4770				
Sc	122,7	8,5	136,2	9,6	66,7	4,9				
Ti	9941	724	9550	733	6091	499				
V	181	22	161	22	119	19				
Fe	159310	16871	153298	17980	138053	18129				
Mn	4571	395	4399	412	3248	333				
Zn	319	24	319	24	240	19				
Ga	30	2	29	2	19	2				
Ge	0	-	0	-	0	-				
Rb	2,7	0,3	2,8	0,4	2,5	0,4				
Sr	15	1	14	1	16	2				
Y	385	24	317	20	148	9				
Zr	368	47	228	33	55	9				
Nb	44	4	40	4	20	2				
Cs	0,006	0,007	0,000	0,007	0,016	0,012				
Ва	21,8	1,5	23,6	1,7	14,6	1,1				
La	136,0	9,0	114,6	7,9	53,7	3,9				
Ce	438	27	331	21	155	10				
Pr	74	5	61	5	28	2				
Nd	306	20	257	17	122	8				
Sm	95	9	71	7	34	4				
Eu	4,1	0,8	4,1	0,9	3,9	0,9				
Gd	72	8	66	8	28	4				
Tb	12,5	1,2	10,3	1,1	4,8	0,6				
Dy	67	4	63	4	28	2				
Ho	15	1	12	1	6	1				
Er	37	4	34	4	16	2				
Tm	5,2	0,4	4,5	0,3	2,4	0,2				
Yb	30	4	28	4	14	2				
Lu	3,9	0,7	3,6	0,7	2,2	0,5				
Hf	16,0	1,2	10,8	0,9	3,0	0,4				
Та	2,7	0,3	2,5	0,4	0,9	0,2				
Pb	1,3	0,1	1,2	0,1	1,4	0,2				
Th	0,26	0,04	0,24	0,04	0,26	0,04				
U	0.08	0.02	0.03	0.01	0.22	0.03				

Tabela 2. Análises químicas para elementos traços em anfibólio com LA-ICPMS.Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm (continuação)

Tabela 3. Análises químicas para elementos traços em plagioclásio com LA-ICPMS.Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm

Rocha	Gabro-Diorito						Gabro-Diorito					
Amostra	OM-683						PRC-50					
Ponto	plg	plgt.9 plg1.1		1.1	plg2.8		plgt9		plg1.1		plg2.4	
		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma
Li	2,66	3,54	0	2,36	0	-	0	1,14	0	1,38	1,28	1,18
Na	92532	8853	132308	13456	91232	10199	80892	5656	55661	3884	24052	1679
Mg	571	279	145	88	82	64	877	152	101	29	228	63
AI	276890	32284	324845	39745	243360	32004	178651	26303	139346	24354	105180	21787
Si	588180	121743	811761	181687	499157	124581	505410	74170	381682	58058	201106	32175
Р	0	105,64	143,93	176,14	154,9	179,68	0	58,7	142,06	81,6	62,08	45,96
Ca	86550	6551	86550	6726	86550	7191	57605	4098	57605	4074	57605	4064
Sc	2,40	1,90	2,88	2,54	0,00	1,64	1,90	1,22	2,27	1,24	1,14	0,82
Ti	296	47	469	70	374	70	180	31	491	91	378	86
V	0	0,84	0	0,92	0,63	1,06	1,16	0,7	0	0,56	0,7	0,54
Fe	555	205	663	298	651	364	4570	5148	2114	3190	3877	7716
Mn	16,18	3,28	21,7	4,1	14,84	3,74	17,46	2,68	12,57	2,22	21,52	3,24
Zn	13,6	7,4	8,3	7,2	6,4	6,9	9,1	4,1	3,8	3,0	3,1	2,3
Ga	42,1	4,8	51,5	5,9	39,8	5,7	33,0	5,6	29,1	6,1	12,8	3,4
Ge	0	2,9	0	3,74	2,17	3,14	0	2	0	1,84	0	1,14
Rb	6,0	1,5	2,2	1,0	0,0	0,5	4,6	1,2	0,4	0,3	0,3	0,3
Sr	1598	172	1681	195	1347	174	1372	95	1300	93	902	67
Y	0,18	0,26	0,37	0,38	0	-	0,42	0,26	0,293	0,17	0,281	0,172
Zr	3,4	1,4	0,0	0,7	0,0	-	2,0	0,7	0,2	0,3	0,4	0,3
Nb	0,00	0,08	0,00	0,22	0,00	0,10	0,00	0,22	0,19	0,16	0,08	0,13
Cs	1,15	0,46	0,43	0,3	0	0,046	0,277	0,158	0	0,066	0	0,026
Ва	517	74	598	89	552	91	611	56	710	73	260	32
La	14,6	1,7	13,6	1,8	14,3	2,1	19,3	1,8	12,6	1,3	3,8	0,5
Ce	19,0	2,1	20,6	2,3	19,7	2,6	28,7	2,3	19,7	1,7	8,3	0,9
Pr	1,6	0,4	1,3	0,4	1,3	0,5	1,9	0,3	1,5	0,3	0,5	0,2
Nd	4,6	2,1	3,5	1,9	3,2	2,2	4,1	1,2	3,9	1,2	2,3	0,9
Sm	0,77	0,78	0,2	0,4	0,61	0,86	0,36	0,36	0,41	0,32	0,29	0,32
Eu	2,7	0,76	3,42	0,94	3,15	1,08	4,32	0,66	3,38	0,56	1,88	0,4
Gd	0	-	0,24	0,48	0	0,8	0,21	0,24	0,19	0,22	0,4	0,34
Tb	0	0,088	0	0,134	0	0,026	0	0,044	0,0084	0,0168	0,026	0,03
Dy	0	0,36	0	0,42	0	-	0	0,22	0	0,22	0	0,128
Ho	0	-	0	0,052	0,101	0,144	0	0,048	0	0,038	0	0,028
Er	0	0,26	0	0,32	0	-	0	0,16	0,028	0,056	0	0,052
Tm	0	0,066	0	0,052	0	0,024	0	0,042	0	0,02	0	0,028
Yb	0	0,42	0	0,62	0	0,22	0,13	0,184	0	0,26	0,064	0,128
Lu	0	0,03	0	0,056	0	0,036	0	0,046	0	0,05	0	0,024
Hf	0,92	1,3	0	0,56	0	-	0,28	0,4	0	0,4	0	0,38
Та	0,22	0,26	0	-	0	0,06	0,098	0,098	0,023	0,046	0	-
Pb	18	3	21	4	15	4	17	2	11	1	6	1
Th	0	-	0	0,08	0,11	0,22	0,49	0,22	0,077	0,078	0,02	0,04
U	0,04	0,08	0	-	0	0,032	0,084	0,098	0	0,054	0	-

Rocha	Monzogranito										
Amostra	PRC-69										
Ponto	plg	gt9	plg	1.3	plg	2.4	plg2.4b				
	2Sigma			2Sigma		2Sigma	2Sigma				
Li	0	1,1	0,34	0,7	0	0,74	0,82	0,88			
Na	87893	13414	93645	15781	21066	3944	27828	5852			
Mg	0	10	21	13	46	18	138	47			
Al	146690	15779	157694	17114	68241	7379	78419	8719			
Si	426891	58692	442076	60759	128823	17556	163878	22499			
Р	0	37,88	0	36,9	40,24	31,3	27,01	24,24			
Ca	27373	2322	27373	2258	27373	2017	27373	1975			
Sc	1,86	1,42	2,29	2,29 1,44		1,03 0,68		0,48			
Ti	56	14	53 13		174	28	239	40			
V	0	0,72	0 0,62		0	0,28	0,27	0,3			
Fe	322	133	389 122		139	47	172	42			
Mn	4,83	1,74	4 1,64		7,02	1,44	9,51	1,82			
Zn	4,4	3,6	5,7 3,2		2,3 1,5		3,2	1,5			
Ga	38,6	38,6 5,6		5,8	10,5 1,9		12,6	2,4			
Ge	0	2,24	0	2,06	0	0,86	0,96	0,74			
Rb	0,9	0,5	3,7	0,7	0,7	0,2	1,2	0,3			
Sr	587	60	637	69	557	64	410	52			
Y	0	0,162	0,059	0,084	0,213	0,14	0,208	0,118			
Zr	0,0	-	0,0	0,1	25,1	3,6	0,1	0,1			
Nb	0,00	0,12	0,00	0,18	0,00	0,06	0,00	0,02			
Cs	0	0,068	0	0,086	0	0,026	0,083	0,062			
Ba	339	55	419	74	470	92	563	125			
La	4,9	0,7	11,0	1,3	4,2	0,5	5,4	0,7			
Ce	5,7	0,8	10,9	1,5	6,5	1,0	7,7	1,2			
Pr	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,1	0,7	0,2			
Nd	0,9	0,7	0,7	0,7	2,0	0,7	2,3	0,8			
Sm	0	0,38	0,134	0,19	0,042	0,084	0,25	0,22			
Eu	2,71	0,54	3,85	0,64	1,41	0,3	1,98	0,32			
Gd	0	0,3	0	-	0	0,174	0,17	0,2			
Tb	0	-	0	0,042	0	0,032	0	0,0132			
Dy	0	0,182	0	0,24	0,072	0,102	0	0,08			
Ho	0	0,044	0	0,042	0	0,022	0,0062	0,0124			
Er	0	0,106	0	0,078	0	0,09	0,017	0,034			
Tm	0,025	0,036	0,032	0,038	0	0,019	0	0,013			
Yb	0	0,158	0	-	0	0,16	0	0,07			
Lu	0	0,036	0	0,028	0	0,026	0	0,0118			
Hf	0	0,64	0,64	0,64	0,89	0,6	0	0,162			
Та	0,059	0,084	0,025	0,05	0,016	0,032	0	0,032			
Pb	17	4	16	4	5	1	6	2			
Th	0	-	0,024	0,048	0,075	0,068	0	0,0144			
U	0	0,072	0,018	0,038	0,05	0,054	0	-			

Tabela 3. Análises químicas para elementos traços em plagioclásio com LA-ICPMS.Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm (continuação)

Tabela 4. Análises químicas para elementos traços em quartzo com LA-ICPMS.Valores e erros absolutos (2Sigma) em ppm

Rocha	Granodiorito						Monzogranito						
Amostra			PRO	C-14			PRC-69						
Ponto	q	qzt		qz1.5		qz2.6		qzt		qz1.5		qz2.6	
		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma		2Sigma	
Li	24	2	15	1	23	2	6	1	4	1	8	1	
Na	10	1	17	3	17	3	18	2	26	4	16	3	
AI	53	3	31	2	59	4	45	3	62	5	44	4	
Р	0	5	0	6	0	6	0	5	0	5	0	6	
K	26	3	66	5	52	4	77	10	92	14	46	9	
Ti	121	12	133	14	138	16	52	8	78	13	50	10	
Mn	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,18	0,14	0,00	0,15	
Cu	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,09	
Ga	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03	0,03	0,00	0,04	
Ge	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,5	0,2	
Rb	0,06	0,03	0,20	0,04	0,19	0,04	0,18	0,05	0,21	0,05	0,15	0,05	
Sr	0,15	0,03	0,19	0,03	0,15	0,03	0,16	0,03	0,25	0,04	0,19	0,04	
Sn	0,00	0,15	0,00	0,15	0,34	0,16	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,16	
Ва	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,07	0,24	0,11	0,00	0,07	
W	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	
Pb	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,08	0,03	0,00	0,02	
Th	0,00	0,33	2,82	0,38	2,25	0,34	21,77	2,66	5,46	0,76	1,29	0,22	
U	0,00	0,00	0,06	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	