

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



**A transição entre extremos metamórficos em orógenos:
constrangimentos petrológicos, geoquímicos e isotópicos
na passagem do metamorfismo de alta pressão ao de alta
temperatura na Zona de Ossa-Morena**

Roberta Lemos Henriques Oliveira

Mestrado em Geologia

Especialidade em Geoquímica, Mineralogia e Petrologia

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor Telmo M. Bento dos Santos
Prof. Doutor Paulo Emanuel Fonseca

Para a Natália e o Pedro

Agradecimentos

No decorrer da minha dissertação foram muitas as pessoas que se envolveram na realização deste trabalho e que me apoiaram profissionalmente e/ou emocionalmente, às quais estou profundamente agradecida.

Quero agradecer em primeiro lugar, aos meus orientadores Telmo Bento dos Santos e Paulo Fonseca por me terem aceitado como sua orientanda, bem como pela ajuda e apoio dado no decorrer da dissertação.

Um obrigado à Doutora Cyntia Mourão por reavivar as técnicas laboratoriais e pelo esclarecimento de todas as dúvidas que tive durante o trabalho laboratorial e ao LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia) pelo tratamento das amostras. Ao Doutor Pedro Rodrigues estou muito grata pelo ensino e pelas explicações/esclarecimentos de dúvidas na realização das análises na microsonda eletrónica.

Agradeço ao Doutor Mathieu Benoit da Universidade de Toulouse pela realização das análises isotópicas das amostras estudadas nesta dissertação. Agradeço também à Prof. Doutora Alexandra Guedes da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) pela disponibilidade em me receber na FCUP e pelos esclarecimentos na realização de análises de Espetroscopia micro-Raman.

Um obrigado à Beatriz Fonseca, colega de mestrado e amiga, pelo apoio e disponibilidade em ajudar e ouvir as minhas preocupações durante a realização desta dissertação.

Por último, um grande obrigado à minha família, nomeadamente os meus pais, Pedro e Natália a quem dedico esta dissertação, pelo apoio incondicional. À minha irmã, Renata, que mesmo estando longe tinha sempre uma palavra de incentivo e ao André, namorado e amigo, que sempre tinha as palavras certas de apoio e incentivo para que concluísse este trabalho.

Resumo

As regiões de Safira e Evoramonte estão localizadas na Zona de Ossa-Morena, abrangendo o setor de Montemor – Ficalho e o setor de Estremoz – Barrancos, respetivamente. Na região de Safira afloram várias unidades litológicas como ortognaisses, granulitos félsicos e eclogitos, enquanto na região de Evoramonte afloram micaxistos, xistos com estaurolite e migmatitos, sendo as unidades litológicas de Safira e os migmatitos de Evoramonte o foco principal deste trabalho.

O tema proposto consiste na caracterização petrológica e geoquímica das rochas das regiões em estudo para uma melhor compreensão dos processos metamórficos ao longo do percurso evolutivo das rochas em estudo, nomeadamente, dos eclogitos de Safira e dos migmatitos de Evoramonte, com auxílio de química mineral, geotermobarometria, análise geoquímica e isotópica.

Em relação aos resultados obtidos, recorreu-se aos trabalhos de Pedro (1996) e Leal (2001) de forma a comparar e complementar os resultados alcançados por estes autores. Foi possível observar que os eclogitos de Safira apresentam um percurso P-T distinto do proposto por Pedro (1996) e Leal (2001), observando-se um pico metamórfico ($P = 15-17.9$ kbar e $T = 638-707$ °C) mais elevado quando comparado com os obtidos por estes autores. Para os migmatitos de Evoramonte os dados P-T obtidos podem ser considerados relativamente baixos para este tipo de rocha ($P = 3.7-4.8$ kbar e $T = 577-587$ °C), correspondendo estes à retrogradação e não ao pico térmico como era esperado. De forma a compreender a evolução térmica dos migmatitos recorreu-se ao cálculo de taxas de arrefecimento petrológicas, reconhecendo, através destas, que estes estiveram sujeitos a uma exumação rápida, comprovada pela aceleração do arrefecimento durante a retrogradação.

Na análise geoquímica, foi possível verificar que as rochas básicas estudadas por Pedro (1996) e neste trabalho, nomeadamente, eclogitos e prasinitos, apresentam várias semelhanças, como pertencerem à série toleítica e estarem associados a ambientes oceânicos. Ambas as rochas apresentam afinidade com os MORB-E, o que é realçado por valores de $\epsilon Nd_{370} \sim +4.4$. As rochas félsicas estudadas neste trabalho e por Pedro (1996) e por Telhado (2018), particularmente, migmatitos, granulitos félsicos, gnaisses félsicos e ortognaisses, apresentam semelhanças entre si, como pertencerem à série calco-alcalina e apresentarem assinatura isotópica tipicamente continental. Esta assinatura é realçada por valores negativos do ϵNd . Estas rochas têm afinidade a granitóides de arco vulcânico e/ou granitoides intra-placa.

O setor de Safira apresenta um registo de metamorfismo de alta pressão comprovado pela presença de eclogitos neste setor. Os eclogitos recolhidos neste setor estiveram sujeitos a uma exumação rápida, demonstrada pelas fraturas radiais presentes nestas rochas, sendo estas exumadas num ambiente de subducção. O setor de Evoramonte apresenta um registo de metamorfismo de alta temperatura. Os migmatitos recolhidos neste setor, estiveram sujeitos a um período de arrefecimento lento que permitiu um reequilíbrio químico na rocha não preservando o registo P-T do pico térmico, apenas o registo P-T associado à retrogradação. Através do cálculo de taxas petrológicas, verificou-se que os migmatitos sofreram uma fase mais tardia de exumação rápida, associada ao período tardi-orogénico varisco. Com a análise dos dados recolhidos, verificou-se uma evolução de um estágio precoce de alta pressão (setor de Safira) para um estágio mais tardio de alta temperatura (setor de Evoramonte).

Após toda uma reflexão, conclui-se que a ZOM apresenta relações complexas entre o metamorfismo e a orogénese. Estas relações colocam em evidência a dinâmica dos processos geológicos, visto que os dois eventos se encontram espacialmente próximos e separados por um período de tempo relativamente curto do ponto de vista geológico (~50 Ma).

Palavras-chave: Zona de Ossa-Morena, eclogito, migmatito, geotermobarometria.

Abstract

The regions of Safira and Evoramonte are located in the Ossa-Morena Zone, within the Montemor – Ficalho sector and the Estremoz – Barrancos sector, respectively. In the Safira region several lithological units crop out, such as orthogneisses, felsic granulites and eclogite, while in the Evoramonte region outcrop micashists, staurolite-bearing schists and migmatites, with the lithological units of Safira and Evoramonte migmatites being the main focus of this work.

The proposed work program consists on the petrologic and geochemical characterization of the rocks of these regions for a better understanding of the metamorphic processes along the evolutionary path of the rocks under study, namely, the Safira eclogites and the Evoramonte migmatites, using mineral chemistry, geothermobarometry, geochemical and isotopic analysis.

Regarding the acquired results, the works of Pedro (1996) and Leal (2001) were used to compare and complement the results achieved by these authors. It was possible to observe that the Safira eclogites have a different P-T path than the ones proposed by Pedro (1996) and Leal (2001), observing a higher metamorphic peak ($P = 15-17.9$ kbar and $T = 638-707$ °C) compared to those obtained by the authors. For the Evoramonte migmatites, the P-T data obtained are considered quite low for this type of rock ($P = 3.7-4.8$ kbar and $T = 577-587$ °C) corresponding to the retrogression and not to the thermal peak as expected. To understand the thermal evolution of migmatites, petrological cooling rates were determined, recognizing, through these, that they were subjected to rapid exhumation, proven by the acceleration of cooling during retrogression.

In the geochemical analysis, it was possible to verify that the basic rocks studied by Pedro (1996) and in this work, namely, eclogites and prasinites, present similarities as they belong to the tholeiitic series and are associated with oceanic environments. Both rocks present affinities to E – MORB, reinforced by values of $\epsilon Nd_{370} \sim +4.4$. The felsic rocks studied in this work and by Pedro (1996) and Telhado (2018), particularly migmatites, felsic granulites, felsic gneisses and orthogneiss, show similarities such as belonging to the calc – alkaline series and have a typically continental isotopic signature. This signature is highlighted by negative ϵNd values. These rocks have affinities with volcanic arc granites or within plate granites.

The Safira sector has a record of high-pressure metamorphism proven by the presence of eclogites in this sector. The eclogites collected in the sector were subjected to a rapid exhumation, demonstrated by the radial fractures present in these rocks, which are exhumed in a subduction environment. The Evoramonte sector has a record of high-temperature metamorphism. The migmatites collected in this sector, were subjected to a period of slow cooling that allowed a chemical rebalancing in the rock without preserving the P-T record of the thermal peak, only P-T record associated with retrogression. Through the calculation of petrological rates, it was found that migmatites suffered a later phase of rapid exhumation, associated with the late-orogenic variscan period. With the analysis of the collected data, there was an evolution from an early stage of high-pressure (Safira sector) to a later stage of high-temperature (Evoramonte sector).

After a thorough reflection, it is concluded that the ZOM has complex relation between metamorphism and orogenesis. These relations have highlighted the dynamics of geological processes, since the two events are spatially close and separated for a relatively short period of time from a geological point of view (~ 50 Ma).

Keywords: Ossa-Morena Zone, eclogite, migmatite, geothermobarometry.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento geológico.....	2
2.1. Maciço Ibérico	2
2.2. Zona de Ossa-Morena.....	3
2.3. Síntese estratigráfica.....	3
2.4. Síntese estrutural	4
3. Geologia local.....	5
3.1. Safira.....	5
3.1.1. Descrição litológica.....	6
3.2. Região de Evoramonte.....	8
3.2.1. Descrição litológica.....	10
4. Métodos.....	11
4.1. Trabalho de campo	11
4.2. Métodos laboratoriais	13
4.3. Microsonda Eletrónica	13
4.4. Litogeoquímica	14
4.5. Geoquímica Isotópica.....	14
5. Petrografia	15
5.1. Região de Safira	15
5.1.1. Eclogitos.....	15
5.1.2. Ortognaisse de Safira	16
5.1.3. Granulitos Félsicos.....	17
5.2. Região de Evoramonte.....	18
5.2.1. Migmatitos.....	18
5.2.2. Xisto com Estaurolite	19
5.2.3. Micaxisto	19
6. Química Mineral.....	21
6.1. Feldspatos	21
6.2. Granadas	22
6.2.1. Perfis	22
6.2.2. Mapas composicionais	30
6.3. Piroxenas.....	33
6.4. Anfíbolos.....	34
6.5. Biotites.....	35
6.6. Minerais acessórios	36

7. Geotermobarometria	39
7.1. Evolução P-T.....	40
7.2. Espectroscopia micro-Raman.....	43
7.3. Taxas de arrefecimento petrológicas	44
8. Litogeoquímica.....	53
8.1. Análise de perfis de terras raras (REE).....	58
8.2. Análise de <i>spidergrams</i>	59
8.3. Ambiente geodinâmico.....	63
9. Geoquímica isotópica.....	67
9.1. Isótopos de Rb-Sr.....	67
9.2. Isótopos de Sm-Nd.....	68
9.3. ϵ_{Nd}^i	68
9.4. ϵ_{Nd} vs $^{87}Sr/^{86}Sr_i$	69
10. Discussão.....	73
11. Referências Bibliográficas	78
12. Anexos	86
12.1. Tabelas de Litogeoquímica	86
12.2. Tabelas composicionais dos Minerais	88
12.2.1. Feldspatos	88
12.2.2. Granadas	93
12.2.3. Piroxenas	115
12.2.4. Anfíbulas	117
12.2.5. Biotites	118
12.2.6. Micas brancas	124
12.2.7. Carbonatos.....	126
12.2.8. Epídotos.....	126
12.2.9. Cordierites	128
12.2.10. Ilmenites	128
12.2.11. Apatites	131
12.2.12. Titanites.....	132
12.2.13. Rútilos	134
12.2.14. Pirites	137

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Divisões do Maciço Ibérico modificados por Julivert et al. (1974). CZ - Zona Cantábrica; WALZ - Zona Oeste Asturo-Leonesa; GTMZ - Zona de Trás-os-Montes; CIZ - Zona Centro Ibérica; ZOM - Zona de Ossa-Morena; SPZ: Zona Sul Portuguesa (retirado e adaptado de Simancas et al., 2003).	2
Figura 2.2 – Representação dos principais setores da ZOM (adaptado de Oliveira et al., 1991; in Araújo et al., 2006). Com o símbolo ☆ estão representadas as localizações das áreas de estudo.	3
Figura 3.1 – Esquema geológico do domínio de Évora-Beja (adaptado de Quesada et al., 1994) e enquadramento geológico e geográfico da área de Safira. 1 – Cobertura Sedimentar; 2 – Complexo Vulcânico da Toca da Moura; 3 – Complexo Vulcânico de Odivelas; 4 – Rochas plutónicas máficas e intermédias; 5 – Rochas ácidas plutónicas; 6 – Complexo Ofiolítico de Beja-Acebuches; 7 – Terreno Acrecionário do Pulo do Lobo; 8 – Zona de Ossa-Morena indiferenciada.	5
Figura 3.2 – Corte interpretativo do Sector de Montemor – Ficalho (adaptado de Borrego et al., 2005; in Araújo et al., 2006).	6
Figura 3.3 – Mapa geológico da área de Safira (retirado de Pedro, 1996).	7
Figura 3.4 – Corte interpretativo do Sector de Estremoz – Barrancos (adaptado de Borrego et al., 2005; in Araújo et al., 2006).	8
Figura 3.5 – A: Carta Geológica de Portugal na escala de 1/1000000 (LNEG, 2010); B: Excerto da carta geológica 1/500000 (Oliveira et al., 1992) para a zona de Evoramonte (a amarelo).	9
Figura 4.1 – A: Excerto da carta geológica 35-D (Carvalhosa & Zbyszewski., 1994) à escala 1:50000. B: Mapa geológico da área de Safira realizado por Pedro (1996) à escala 1/25000 com a localização dos locais de recolha das amostras na região de Safira. 1 – RPT-1 a RPT-3; 2 – RPT-4A e RPT-4B; 3 – RPT-5; 4 – RPT-6 e RPT-7; 5 – RPT-8.	11
Figura 4.2 – Afloramento de eclogitos, RPT-4A e RPT-4B. Está representado na Figura 8 pelo número 2.	12
Figura 4.3 – Afloramento de ortogneisse, RPT-8. Está representado na Figura 8 pelo número 5.	12
Figura 4.4 – Mapa resultante da junção das cartas geológicas 36-B (A) (Gonçalves, 1972) e 36-D (B) (Carvalhosa et al., 1986) à escala 1:50 000. Localização dos locais de recolha das amostras na região de Evoramonte. 1 – RPT-9 a RPT-12 e MI-3; 2 – EM-1; 3 – RPT-13 e RPT-14; 4 – RPT-15 a RPT-17.	13
Figura 5.1 – Petrografia das amostras de eclogitos. A e B correspondem a RPT-4B e C e D correspondem a RPT-4A.	15
Figura 5.2 – Petrografia da amostra do Ortogneisse de Safira, RPT-8. A – Feldspato e plagioclase; B – minerais de quartzo preferencialmente orientados; C – plagioclase; D – Aspeto geral do ortogneisse.	16
Figura 5.3 – Petrografia das amostras de granulitos félsicos. A e B correspondem a RPT-1 e C e D correspondem a RPT-7. A – Piroxena; B – Piroxena, feldspato e rútilo; C – Biotite, moscovite e anfíbola; D – Quartzo, plagioclase e anfíbola.	17
Figura 5.4 – Petrografia das amostras de migmatitos. A, C e D correspondem a EM-1 e B corresponde a RPT-11. A – Feldspato e quartzo associado à granada; B – minerais de biotite preferencialmente orientados; C – Biotite associada à cordierite; D – Cordierite e plagioclase.	18
Figura 5.5 – Petrografia da amostra de xisto com estaurolite, RPT-14. A e C – Estaurolite; B – Quartzo e Estaurolite; D – Quartzo.	19
Figura 5.6 – Petrografia da amostra de micaxisto, RPT-9. A – Clivagem de crenulação; B – Aspeto geral do micaxisto; C e D – Biotite e quartzo.	20
Figura 6.1 – Diagrama das plagioclases e feldspatos alcalinos dos migmatitos (amostra EM-1).	21
Figura 6.2 – Diagrama das plagioclases e feldspatos alcalinos dos granulitos félsicos (amostras RPT-1, RPT-6 e RPT-7).	21

Figura 6.3 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1, do eclogito RPT-4A, com as respectivas componentes presentes no mineral.	23
Figura 6.4 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 2, do eclogito RPT-4A, com as respectivas componentes presentes no mineral.	23
Figura 6.5 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 3, do eclogito RPT-4A, com as respectivas componentes presentes no mineral.	24
Figura 6.6 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 7, do eclogito RPT-4A, com as respectivas componentes presentes no mineral.	24
Figura 6.7 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 14, do eclogito RPT-4A, com as respectivas componentes presentes no mineral.	25
Figura 6.8 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 15, do eclogito RPT-4A, com as respectivas componentes presentes no mineral.	25
Figura 6.9 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1, do migmatito EM-1, com as respectivas componentes presentes no mineral.	26
Figura 6.10 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 2 do migmatito EM-1, com as respectivas componentes presentes no mineral.	27
Figura 6.11 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 3 do migmatito EM-1, com as respectivas componentes presentes no mineral.	27
Figura 6.12 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1 do migmatito RTP-12, com as respectivas componentes presentes no mineral.	28
Figura 6.13 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 10 do migmatito RTP-12, com as respectivas componentes presentes no mineral.	28
Figura 6.14 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1 do migmatito RTP-16, com as respectivas componentes presentes no mineral.	29
Figura 6.15 – Mapas composicionais da granada 1 da amostra RPT-4-A (Eclogito) em relação aos elementos Mg, Ca e Fe.	30
Figura 6.16 – Mapas composicionais da granada 7 da amostra RPT-4-A (Eclogito) em relação aos elementos Mg, Ca, Fe e Al.	31
Figura 6.17 – Mapas composicionais da granada 1 da amostra EM-1 (migmatito) em relação aos elementos Mg, Ca, Fe, Mn.	32
Figura 6.18 – Diagrama de piroxenas de Morimoto (1988) com a projeção das amostras analisadas. As amostras RPT-1 e RPT-7 correspondem a granulitos félsicos.	33
Figura 6.19 – Diagrama de piroxenas sódicas de Morimoto et al. (1988) com a projeção da amostra RPT-4A. A amostra RPT-4A corresponde a eclogitos.	33
Figura 6.20 – Diagrama das anfíbulas cálcicas de Locock (2014) com a projeção das análises do granulito félsico RPT-7.	34
Figura 6.21 – Diagrama das anfíbulas sódicas de Locock (2014) com a projeção das análises do eclogito RPT-4A.	35
Figura 6.22 – Variação composicional das biotites analisadas para os Granulitos félsicos RPT-7 e EM-1.	35
Figura 7.1 – Diagrama P-T para a evolução metamórfica dos eclogitos (modificado a partir de Bucher & Grapes (2011). f e g – Pico metamórfico e retrogradação obtido para este trabalho (eclogito RPT-4-A). A seta azul desenhada como interpretação destes resultados foi feita atendendo aos dados geotermobarométricos e as observações petrográficas.	42
Figura 7.2 – Diagrama P-T para a evolução metamórfica do migmatito EM-1 (modificado a partir de Bucher & Grapes (2011). a - Pico metamórfico estimado para o migmatito estudado; b – Retrogradação obtida para o migmatito estudado. A seta azul da evolução P-T foi desenhada incluindo também as observações petrográficas.	42

Figura 7.3 – Espectro Raman obtido para a amostra RPT-4A.	43
Figura 7.4 – Esquema ilustrativo que mostra que a razão de Fe/Mg depende do tamanho das inclusões de biotite na granada durante o arrefecimento retrógrado. A existência exclusiva de processos difusivos entre a granada e as biotites inclusas provoca um maior decréscimo da razão Fe/Mg nas biotites de menores dimensões. As taxas de arrefecimento apresentadas no trabalho de Spear & Parrish (1996) utilizam os coeficientes de difusão de Chakraborty & Ganguly (1992) e de Cygan & Lasaga (1985).	45
Figura 7.5 – Resultados obtidos para as taxas de arrefecimento petrológicas na amostra de migmatito (EM-1).	51
Figura 7.6 – Gráfico comparativo dos mesmos resultados obtidos para as taxas de arrefecimento petrológicas da figura 7.2, depois de aplicada a mediana móvel, que removeu a dispersão reforçando visualmente a tendência de arrefecimento na amostra EM-1.	52
Figura 8.1 – Diagrama TAS de Le Bas et al. (1986).	53
Figura 8.2 – Diagrama de aluminosidade por Shand (1943).	54
Figura 8.3 – Diagrama AFM de Irvine & Baragar (1971).	54
Figura 8.4 – Diagramas Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 e $FeOt$ vs MgO das amostras em estudo e das amostras estudadas por Pedro (1996) e por Telhado (2018).	55
Figura 8.5 – Diagramas Th, Zr, Ce, Ta, Y e Sr vs MgO das amostras em estudo e das amostras estudadas por Pedro (1996) e por Telhado (2018).	56
Figura 8.6 – Diagramas Zr vs Th, Zr vs Ce, Zr vs Y, Zr vs Sr, Zr vs Ta e Ce vs Ta das amostras em estudo e das amostras estudadas por Pedro (1996) e por Telhado (2018).	57
Figura 8.7 – Diagrama terras raras utilizando o condrito como normalização para as rochas básicas, de acordo com Anders & Grevesse (1989).	58
Figura 8.8 – Diagrama terras raras utilizando o condrito como normalização para as rochas félsicas, de acordo com Anders & Grevesse (1989).	59
Figura 8.9 – Spidergrams para as amostras de eclogitos e de prasinitos utilizando o manto primitivo de McDonough & Sun (1995), como fator de normalização.	60
Figura 8.10 – Spidergrams para as amostras de eclogitos e de prasinitos utilizando os MORB-N de Sun & McDonough (1989a-b), como fator de normalização.	60
Figura 8.11 – Spidergrams para as amostras de eclogitos e de prasinitos utilizando os MORB-E de Sun & McDonough (1989a-b), como fator de normalização.	61
Figura 8.12 – Spidergrams para as amostras de granulito félsico, ortogneisse, migmatito e gnaiss utilizando a crosta continental superior de Taylor & McLennan (1995), como fator de normalização.	62
Figura 8.13 – Spidergrams para as amostras de granulito félsico, ortogneisse, migmatito e gnaiss utilizando a crosta continental inferior de Taylor & McLennan (1995), como fator de normalização.	62
Figura 8.14 – Diagrama discriminante Ti/V de Shervais (1982). OFB - Ocean Floor Basalts; ARC - Arco vulcânico.	64
Figura 8.15 – Diagrama discriminante de $Ti/100 - Zr - 3*Y$, $Ti/100 - Zr - Sr/2$ e Zr vs Ti de Pearce & Cann (1973). IAT – Toleítos de Arco-ilha (Island Arc Tholeiites); MORB – Basaltos das dorsais oceânicas (Mid-Ocean Ridge Basalts); CAB – Basaltos continentais de arco (Continental Arc Basalts); WPB – Basaltos intraplaca (Within Plate Basalts).	65
Figura 8.16 – Diagrama Zr vs Ti de Pearce (1982)	66
Figura 8.17 – Diagrama discriminante $Ta + Yb - Rb$ e $Yb - Ta$ de Pearce et al. (1984). syn-COLG – granitóides de colisão (syn-collision granites); VAG – granitóides de arco vulcânico (Volcanic Arc Granites); WPG – granitóides intraplacas (Within plate granites); ORG – granitóides (Ocean Ridge Granites).	66
Figura 9.1 – Gráfico ϵNd vs $87Sr/86Sr$ com valores calculados para 320 Ma. Foram projetados os campos das Rochas da Crosta Inferior (R.C.I.) e das Rochas da Crosta Média e Superior (R.C.M.S.) definidos por Turpin et al., 1990 e Downes & Dutho, 1988.	71

Figura 10.1 – Esquema ilustrativo do desenvolvimento de estruturas em atol. Nos estádios mais avançados podem formar-se cristais euédricos de granadas (adaptado de Bard, 1980 in: Pedro, 1996).

.....73

Figura 10.2 – Diagrama P-T para a evolução metamórfica dos eclogitos (modificado a partir de Bucher & Grapes, 2011). **m** – Pico metamórfico obtido por Moita et al. (2005) para os eclogitos de Viana do Alentejo; **a** – Pico metamórfico dos eclogitos de Viana do Alentejo obtido por Almeida et al. (2017); **b** – Retrogradação dos eclogitos de Viana do Alentejo obtido por Almeida et al. (2017); **f** e **g** – Pico metamórfico e retrogradação obtido para este trabalho (eclogito RPT-4-A). A seta azul desenhada como interpretação destes resultados foi feita atendendo aos dados geotermobarométricos e as observações petrográficas. Seta laranja representa o percurso P-T estimados para os eclogitos da região de Safira por Pedro (1996). **P** – estágio prógrado, **E** – estágio eclogítico, **C** – estágio crossítico, para os eclogitos da região de Safira por Pedro (1996). A seta pontilhada amarela representa o percurso P-T estimado para os eclogitos da região de Safira por Leal (2001). A seta pontilhada roxa representa o percurso P-T estimado para os eclogitos predominantemente onfacíticos, a seta pontilhada preta representa os eclogitos predominantemente glaucofaníticos “normais” e a seta pontilhada vermelha representa os eclogitos predominantemente glaucofaníticos texturalmente semelhantes a xistos azuis, das regiões Alvito - Viana do Alentejo por Leal (2001).75

Índice de Tabelas

Tabela 6.1 – Frações molares de anortite, albite e ortose das plagioclases e feldspatos alcalinos das duas categorias.....	22
Tabela 6.2 – Fração molar de almandina, piropo, grossulária e espessartina das granadas do eclogito RPT-4-A e dos migmatitos EM-1, RPT-12 e RPT-16.	29
Tabela 6.3 – Frações molares de volastonite, enstatite e ferrosilite das piroxenas presentes nos granulitos félsicos, frações molares de Q (Wo+En+Fs), jadeíte e aegirina nos eclogitos e quantidade de Na catiónico.	34
Tabela 6.4 – Análises químicas de biotites em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.....	36
Tabela 6.5 – Análises químicas de micas brancas em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.	36
Tabela 6.6 – Análises químicas de calcite em percentagem do peso em óxido do granulito félsico RPT-6. Para cada elemento estão representados intervalos.....	37
Tabela 6.7 – Análises químicas de epídotos em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.....	37
Tabela 6.8 – Análises químicas de cordierites em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.....	37
Tabela 6.9 – Análises químicas de titanites em percentagem do peso em óxido. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.	38
Tabela 6.10 – Análises composicionais de pirites em Wt%. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.	38
Tabela 6.11 – Análises químicas de ilmenites em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.	38
Tabela 7.1 – Síntese de resultados de Temperatura e Pressão calculados para as rochas em estudo e resultados de outros autores para amostras similares de eclogitos de Viana do Alentejo.	41
Tabela 7.2 – Logaritmo da dimensão mínima e composição química das inclusões de biotites analisadas e análise química do núcleo da granada com as inclusões de biotite do migmatito EM-1.....	46
Tabela 7.3 – Composição química das inclusões de biotites analisadas e análise química do núcleo da granada com as inclusões de biotite do migmatito EM-1.....	48
Tabela 9.1 – Razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ para $t = 0$ com os respetivos erros associados.	69
Tabela 9.2 – Valores da notação ϵNd e da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para $t = 320$ Ma, $t = 350$ Ma e $t = 370$ Ma.	70
Tabela 12.1 – Tabela de litogeoquímica com análise elementar de todas as amostras analisadas. Os óxidos, o LOI (lost on ignition – perda ao rubro), o total, o TOT/C (total de carbono) e TOT/S (total de enxofre) estão sobre a forma de percentagem, enquanto os restantes elementos estão sobre a forma de ppm.	86
Tabela 12.2 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO , MgO e os catiões Ti^{4+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} e Mg^{2+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.....	88
Tabela 12.3 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos TiO_2 , MgO , MnO , Cr_2O_3 e os catiões Ti^{4+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} e Ca^{2+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.....	89
Tabela 12.4 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos TiO_2 , MnO , Cr_2O_3 e os catiões Ti^{4+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} ,	

Mn ²⁺ e Mg ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.....	90
Tabela 12.5 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos TiO ₂ , MgO, MnO, BaO, Cr ₂ O ₃ e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Mg ²⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.....	92
Tabela 12.6 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	93
Tabela 12.7 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	105
Tabela 12.8 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra RPT-12, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	109
Tabela 12.9 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra RPT-16, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	113
Tabela 12.10 – Análise composicional e forma estrutural das piroxenas da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , NiO, V ₂ O ₃ , ZnO e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de piroxenas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.	115
Tabela 12.11 – Análise composicional e forma estrutural das piroxenas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos MnO, ZnO e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises foram realizadas em núcleos e bordo.	115
Tabela 12.12 – Análise composicional e forma estrutural das piroxenas da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos NiO, V ₂ O ₃ , ZnO e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de piroxenas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.....	117
Tabela 12.13 – Análise composicional e forma estrutural das anfíbulas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos BaO, NiO e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ e Mn ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de piroxenas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.	117
Tabela 12.14 – Análise composicional e forma estrutural das anfíbulas da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. O óxido ZnO e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ e Mn ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de anfíbulas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.	118
Tabela 12.15 – Análise composicional e forma estrutural das biotites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos CaO, NiO e os catiões Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ , Ca ²⁺ e Na ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de biotites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.....	118
Tabela 12.16 – Análise composicional e forma estrutural das biotites da matriz da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos MnO, CaO, NiO e os catiões Cr ³⁺ , Mn ²⁺ , Ca ²⁺ e Na ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de biotites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.	119

Tabela 12.17 – Análise composicional e forma estrutural das biotites inclusas na granada da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos MnO, CaO e os catiões Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ e Ca ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	121
Tabela 12.18 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. O óxido MnO e os catiões Cr ³⁺ e Mn ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	124
Tabela 12.19 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos MnO, NiO e os catiões Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ e Ca ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises cuja referência varia entre 1.1 e 1.4 e 3.1 e 3.4 correspondem bordos e núcleos, correspondendo os números ímpares aos bordos e os números pares aos núcleos, enquanto as restantes análises são dispersas.	124
Tabela 12.20 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MnO e os catiões Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ e Ca ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.	125
Tabela 12.21 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , MnO, CaO, NiO e os catiões Cr ³⁺ , Mn ²⁺ e Ca ²⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.	125
Tabela 12.22 – Análise composicional e forma estrutural de carbonatos da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , K ₂ O e os catiões Si ⁴⁺ , Ti ⁴⁺ , Al ³⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.	126
Tabela 12.23 – Análise composicional e forma estrutural de epídotos da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , K ₂ O, NiO, Rb ₂ O, Cs ₂ O e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Fe ²⁺ , Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.	126
Tabela 12.24 – Análise composicional e forma estrutural de epídotos da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , FeO ^l , MnO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, ThO ₂ , Cs ₂ O, Zr ₂ O, La ₂ O ₃ e os catiões Cr ³⁺ , Fe ²⁺ , Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.	127
Tabela 12.25 – Análise composicional e forma estrutural das cordierites da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos TiO ₂ , K ₂ O, BaO, NiO, Cs ₂ O e os catiões Ti ⁴⁺ , Cr ³⁺ , Ca ²⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises foram realizadas em núcleos e bordo, correspondendo os números ímpares aos bordos e os números pares aos núcleos.	128
Tabela 12.26 – Análise composicional e forma estrutural das ilmenites da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , K ₂ O, NiO, SO ₃ , Ag ₂ O, SnO ₂ , Ta ₂ O ₅ , As ₂ O ₅ , V ₂ O ₃ , CuO e os catiões Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises realizadas correspondem a centros de ilmenites devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.	128
Tabela 12.27 – Análise composicional e forma estrutural das ilmenites da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O, Bi ₂ O ₃ , SO ₃ , Ag ₂ O, SnO ₂ , As ₂ O ₅ , P ₂ O ₅ , ZrO ₂ , Au ₂ O, CuO e os catiões Si ⁴⁺ , Al ³⁺ , Cr ³⁺ , Ca ²⁺ , Na ⁺ e K ⁺ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises realizadas correspondem a centros de ilmenites devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.	129

Tabela 12.28 – Análise composicional das apatites da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Todas as análises realizadas correspondem a centros de apatites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.....	131
Tabela 12.29 – Análise composicional das apatites da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Todas as análises realizadas correspondem a centros de apatites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.....	131
Tabela 12.30 – Análise composicional das apatites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Todas as análises realizadas correspondem a centros de apatites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.....	131
Tabela 12.31 – Análise composicional das titanites da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Cada análise corresponde a uma titanite.	132
Tabela 12.32 – Análise composicional das titanites da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Cada análise corresponde a uma titanite.	132
Tabela 12.33 – Análise composicional das titanites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. O óxido ZrO ₂ não foi inserido nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos. Cada análise corresponde a uma titanite.	133
Tabela 12.34 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , MgO, K ₂ O, As ₂ O ₅ , Ag ₂ O, SnO ₂ e P ₂ O ₅ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de rútilos devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.....	134
Tabela 12.35 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos MnO, K ₂ O, CuO, Au ₂ O, Ag ₂ O, SnO ₂ e P ₂ O ₅ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises foram realizadas em núcleos e bordo.....	134
Tabela 12.36 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr ₂ O ₃ , K ₂ O, BaO, Bi ₂ O ₃ , PbO, CuO, As ₂ O ₅ , Ag ₂ O, SnO ₂ e P ₂ O ₅ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. A análise realizada corresponde ao centro do rútilo devido às dimensões reduzidas que este apresenta.	136
Tabela 12.37 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos K ₂ O, MnO, MgO, Na ₂ O, Bi ₂ O ₃ , PbO, As ₂ O ₅ , Ag ₂ O, SnO ₂ e ZrO ₂ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises realizadas correspondem a centros de rútilos devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.	137
Tabela 12.38 – Análise composicional, forma estrutural e forma estrutural recalculada para 100 % de pirites da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os elementos Bi, Ga, Pb, Au, Ag, Ge, Cd, Mo, In, Sn e As, foram analisados, mas não estão inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	137
Tabela 12.39 – Análise composicional, forma estrutural e forma estrutural recalculada para 100 % de pirites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os elementos Bi, Ga, Au, Ge, Mo, In, Mn e Te, foram analisados, mas não estão inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.	137

Lista de Abreviaturas

CAB – *Continental Arc Basalts*

CIB – *Complexo Ígneo de Beja*

COBA – *Complexo Ofiolítico de Beja – Acebuches*

CHUR – *Chondritic Uniform Reservoir*

EDS – *Energy-Dispersive Spectroscopy*

HFSE – *High Field Strength Elements*

HREE – *Heavy Rare Earth Elements*

HR-ICP-MS – *High Resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*

IAT – *Island Arc Tholeiites*

ICP-MS - *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*

ICP-AES – *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy*

LILE – *Large-Ion Lithophile Elements*

LREE – *Light Rare Earth Elements*

MI – *Maciço Ibérico*

MORB – *Mid-Ocean Ridge Basalts*

OFB – *Ocean Floor Basalts*

ORG – *Ocean Ridge Granites*

RCI – *Rochas da Crosta Inferior*

RCMS – *Rochas da Crosta Média e Superior*

REE – *Rare Earth Elements*

syn-COLG – *syn-Collision Granites*

TAI – *Terreno Autóctone Ibérica*

TAPL – *Terreno Acrecionário Pulo do Lobo*

TSP – *Terreno Sul Português*

VAG – *Volcanic Arc Granites*

WPB – *Within Plate Basalts*

WPG – *Within Plate Granites*

WPL – *Within Plate Lavas*

ZAOL – Zona Asturo-Occidental-Leonesa

ZC – Zona Cantábrica

ZCI – Zona Centro – Ibérica

ZPS – Zona Sul Portuguesa

ZOM – Zona de Ossa – Morena

1. Introdução

O estudo das condições termobarométricas em orogenias antigas tem tido progressos consideráveis desde o desenvolvimento dos primeiros geotermómetros e geobarómetros (e.g.: Ferry & Spear, 1978; Newton & Haselton, 1981), pois a compreensão das condições P-T, os gradientes geotérmicos associados e a sua evolução ao longo do tempo ajudam a compreender a evolução geodinâmica associada à formação das grandes cadeias de montanhas, bem como a formação dos paleocontinentes. Por isso, os estudos geotermobarométricos, muitas vezes alicerçados em geocronologia e, mais recentemente, em petrocronologia, têm sido fundamentais para caracterizar a evolução das condições de mais alta pressão e o clímax térmico registados nos orógenos. Estas muitas vezes não são síncronas, desenvolvendo-se primeiramente as condições de mais alta pressão, associadas a eventos de subducção, e mais tarde apenas as condições de mais alta temperatura, associadas ao estabelecimento do pico metamórfico sin-orogénico e pós-colisional (Miyashiro, 1974). Para uma tentativa de melhor compreender quantitativamente estas condições, bem como a sua transição desde as condições de mais alta pressão para as de mais alta temperatura, a Zona de Ossa-Morena foi utilizada como estudo de caso, pois registou durante a Orogenia Varisca este tipo de condições em setores muito próximos (Moita *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2019).

A Zona de Ossa – Morena (ZOM) constitui um dos grandes domínios do Maciço Ibérico (MI), formado essencialmente durante a Orogenia Varisca. Este grande domínio do MI foi sempre alvo de grandes controvérsias relativas à sua génese, aos sub-domínios que a compõem, e evolução dos mesmos (Bard, 1969; Carvalhosa, 1972), estando exactamente as rochas de alta pressão (presença ou ausência destas) no centro dessa controvérsia (Fonseca *et al.*, 1993; Fonseca, 1995). As regiões de Safira e Evoramonte, as regiões da ZOM em estudo, abrangem o Setor de Montemor – Ficalho e o Setor de Estremoz – Barrancos, respetivamente (Oliveira *et al.*, 1991). Alguns dos estudos realizados anteriormente (e.g: Fonseca, 1995; Pedro, 1996; Moita, 1997), referem que até à década de 1990, o metamorfismo na ZOM era visto como sendo caracterizado por uma alternância de faixas de baixo-médio a alto grau metamórfico. As referências à presença de eclogitos no setor de Viana do Alentejo – Alvito por Fonseca *et al.* (1993) e em Safira por Pedro *et al.* (1995a-b), foram interpretadas como o registo de um evento metamórfico de alta pressão durante um período concreto e singular da Orogenia Varisca. Esta interpretação modificou a ideia estabelecida inicialmente para a ZOM e contribuiu para uma caracterização mais detalhada da evolução geodinâmica do MI. No entanto, apesar de existir já muita informação estrutural e estratigráfica na ZOM, o conhecimento geológico e cartográfico detalhado sobre esta zona é escasso. Isto, é particularmente evidente nos poucos trabalhos de índole geoquímica que conseguiram caracterizar do ponto de vista quantitativo as condições P-T associadas aos eventos metamórficos, bem como as taxas que lhes estão associadas.

Este trabalho contribui assim com novos dados petrográficos, geotermobarométricos, geoquímicos e isotópicos dos litótipos das regiões de Safira e Evoramonte, com o objetivo de contribuir para um melhor conhecimento das regiões, e consequentemente para uma melhor compreensão da evolução geodinâmica da ZOM durante a Orogenia Varisca. Assim, os objetivos definidos para este trabalho residem na caracterização detalhada das rochas das regiões em estudo para uma melhor compreensão do metamorfismo, no contraste do clímax metamórfico e do percurso retrometamórfico destas duas regiões, de modo a serem integrados no conhecimento regional dos estudos previamente realizados. A concretização destes objetivos permitirá o desenvolvimento e aperfeiçoamento do modelo conceptual da evolução geodinâmica da ZOM durante a Orogenia Varisca.

2. Enquadramento geológico

2.1. Maciço Ibérico

O testemunho da Orogenia Varisca na Península Ibérica, expresso através de um extenso afloramento de rochas Proterozóicas e Paleozóicas, constitui o denominado Maciço Ibérico (MI). O Maciço Ibérico (MI), também conhecido por Terreno Autóctone Ibérico (TAI) ocupa boa parte da metade ocidental da Península Ibérica, representando o segmento mais ocidental do Varisco europeu (Ribeiro, 2013).

Julivert *et al.* (1974) fez algumas modificações às divisões definidas por Lotze (1945), estabelecendo 5 zonas no MI: Zona Cantábrica (ZC), Zona Asturo-Occidental-Leonesa (ZAOL), Zona Centro-Ibérica (ZCI), Zona de Ossa-Morena (ZOM) e Zona Sul Portuguesa (ZSP) (Julivert, 2006).

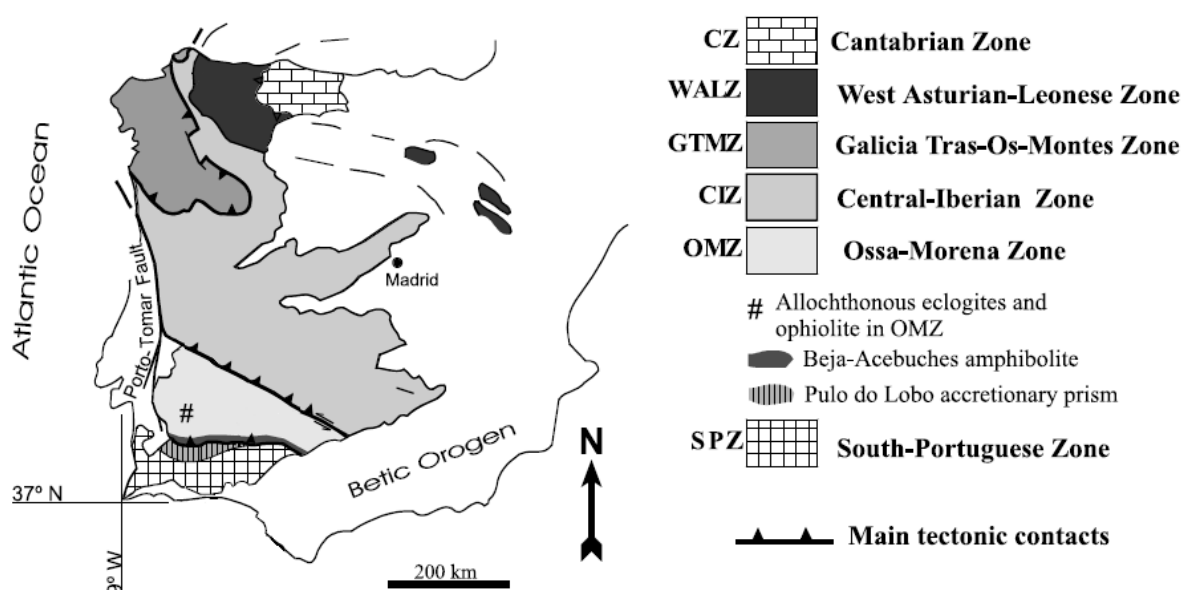


Figura 2.1 – Divisões do Maciço Ibérico modificados por Julivert *et al.* (1974). CZ - Zona Cantábrica; WALZ - Zona Oeste Asturo-Leonesa; GTMZ - Zona de Trás-os-Montes; CIZ - Zona Centro Ibérica; ZOM - Zona de Ossa-Morena; SPZ: Zona Sul Portuguesa (retirado e adaptado de Simancas *et al.*, 2003).

Diversos autores agrupam estas 5 zonas em 2 ramos, ramo Norte e ramo Sul, de acordo com a vergência das estruturas principais (Julivert & Martinez, 1983; Ribeiro *et al.* 1983). Os dois ramos encontram-se separados por uma sutura de idade ante-Varisca (Orogenia Cadomiana) na zona de cisalhamento de Tomar-Badajoz-Córdoba, que corresponde a uma megaestrutura em leque ou em flor (*flower structure*) separando os dois domínios com vergências opostas, o setentrional, vergente para Norte e o meridional, vergente para Sul (Julivert & Martinez, 1983; Fonseca, 1995; Moita, 1997).

A existência de uma zonalidade veio contribuir de modo significativo para a compreensão dos mecanismos que prevalecem na formação deste órogeno. Diversos autores (e.g: Ribeiro *et al.*, 1988; Quesada, 1990b, 1992) consideram o Maciço Ibérico como resultado de um processo de acreção de terrenos com correspondências distintas, relativamente ao Terreno Autóctone Ibérico (TAI), durante o Paleozoico Superior. O complexo processo de convergência que incluiu etapas de subducção e obducção de crosta oceânica terminou no Paleozoico Superior com a colisão dos diferentes blocos continentais, anteriormente separados por bacias oceânicas (Fonseca, 1995; Moita, 1997).

Ribeiro *et al.* (1987) e Quesada (1990), consideraram os terrenos Autóctone Ibérico, Ofiolítico do Noroeste Ibérico, Polimetamórficos do Noroeste Ibérico, Ossa-Morena, Complexo Ofiolítico de Beja-Acebuches (COBA), Terreno Acrecionário do Pulo do Lobo (TAPL) e Terreno Sul Português (TSP), como sendo os principais domínios no segmento Ibérico do Orógeno Varisco Europeu.

2.2. Zona de Ossa-Morena

A Zona de Ossa-Morena (ZOM) representa o bordo Sul do Terreno Autóctone Ibérico (TAI) e constitui uma unidade claramente diferenciada dentro do TAI e, desde a sua primeira individualização (Moreira *et al.*, 2014), foi objeto de muita controvérsia sobre a sua interpretação e génese. É uma zona que apresenta uma história ante-Paleozóica complexa que envolve crescimento de um arco vulcânico em crosta continental e subsequente deformação durante a Orogenia Cadomiana. A identificação de acidentes tectónicos de primeira ordem ao longo dos limites norte e sul da ZOM, levou a que estes limites fossem interpretados como linhas de sutura (Araújo, 2013). Estratigraficamente, é muito variada com terrenos de idades atribuídas desde o Precâmbrico até ao Carbónico (Moreira *et al.*, 2014).

As litologias de idade precâmbrica afloram principalmente no núcleo de estruturas antiformas alongadas, com uma orientação SE-NW. Um desses alinhamentos coincide com uma zona de deformação muito intensa, designada por Faixa Blastomilonítica, sendo este acidente de larga escala o contacto entre a ZOM e a Zona Centro-Ibérica (ZCI) a N (Leal *et al.*, 1997).

Os dados paleomagnéticos disponíveis (Perroud *et al.*, 1984) e petrológicos (Mata & Munhá, 1985; 1986; Mata *et al.*, 1993) parecem indicar que a ZOM terá evoluído em regime distensivo entre o Câmbrio inferior e o Silúrico, sendo que esta situação ter-se-á invertido no Devónico médio (Ribeiro *et al.*, 1983). Esta transição de regime distensivo a compressivo e a evolução do ramo S da Cadeia Varisca tem sido explicada pela atuação de diversas zonas de subducção que consumiram o paleoceano Rheic (Fonseca, 1995; Ribeiro *et al.*, 2019).

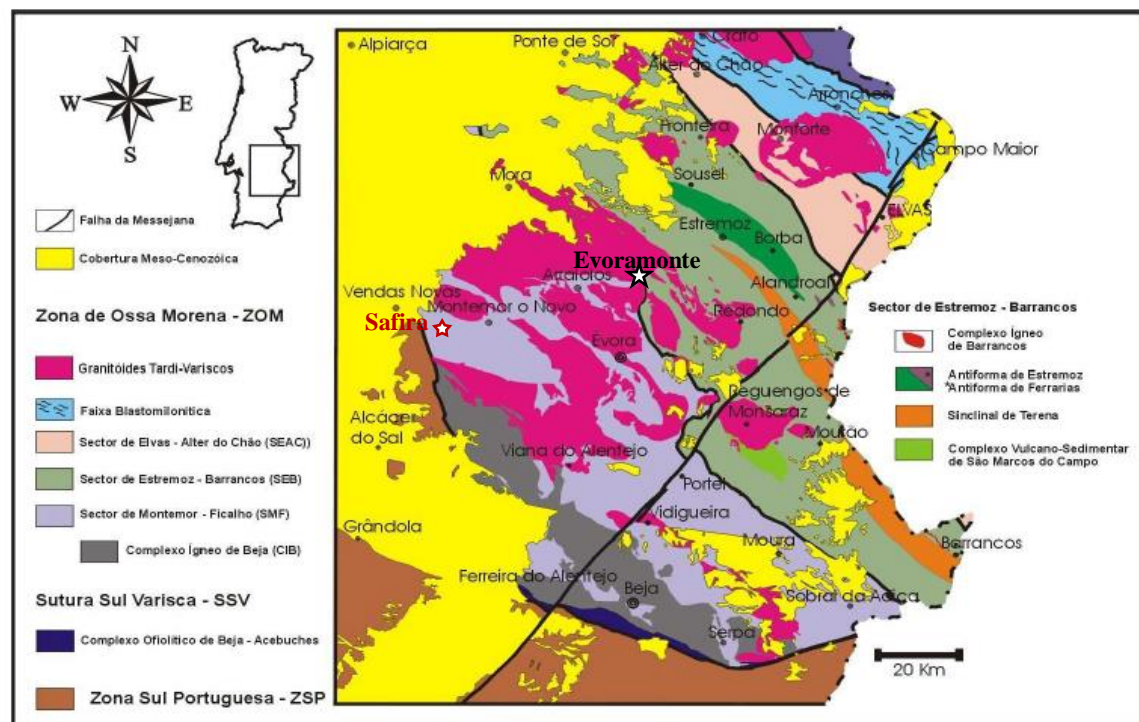


Figura 2.2 – Representação dos principais setores da ZOM (adaptado de Oliveira *et al.*, 1991; in Araújo *et al.*, 2006). Com o símbolo ☆ estão representadas as localizações das áreas de estudo.

2.3. Síntese estratigráfica

O registo estratigráfico paleozóico na ZOM pode considerar-se formado por 3 episódios tectonossedimentares: fase de *rifting* (Paleozóico Inferior), fase de margem passiva (Ordovício-Devónico) e fase orogénica (Paleozóico Superior) (Quesada, 1990b).

O primeiro episódio que é caracterizado por uma fase inicial de *rifting*, demonstra uma grande manifestação na ZOM durante o Câmbrio (Chichorro *et al.*, 2008). Nesta fase desenvolve-se um

magmatismo bimodal importante, com um quimismo principalmente alcalino e toleítico (Mata & Munhá, 1986). Na ZOM, esta fase inicia-se com uma transgressão marcada pelo avanço de plataformas carbonatadas sobre sedimentos terrígenos deltaicos e continentais, denominados por *red beds* (Quesada, 1990b; Fonseca, 1995). Durante o Câmbrio superior – Ordovício Inferior, a passagem do estágio de *rift* ao de *drift* (Sánchez-García *et al.*, 2019), provoca uma transgressão, impedindo a sedimentação do Câmbrio Superior na ZOM (Fonseca, 1995).

O segundo episódio é caracterizado por uma evolução mais estável do tipo margem passiva e tem início no Ordovício inferior. A grande variedade sedimentar existente ao longo das diferentes zonas do Bloco Autóctone Ibérico (TAI) prende-se com eventos tectónicos locais ou variações eustáticas. Este evento encontra-se localmente representado por um vulcanismo bimodal que terá evoluído desde alcalino a toleítico, MORB-N (Moita, 1997). As condições de margem passiva são interrompidas por um episódio distensivo e voltam a instalar-se no final desta fase, persistindo até ao início da fase orogénica (Quesada, 1990a; Moita, 1997).

Finalmente, a fase compressiva caracteriza o terceiro episódio tectonossedimentar. Esta fase ocorre no início do Devónico médio e apresenta-se sob a forma de dois tipos de depósitos (Quesada, 1990a): *flysch* em bacias ante-país associadas ao avanço da deformação e molasso em bacias intramontanhosas, tipo *pull-apart*, produzido nos estádios finais da evolução orogénica, já durante o Carbónico (Quesada, 1990a; Fonseca, 1995; Moita, 1997; Araújo, 2013). Associado a esta fase e relacionado com o mecanismo de subducção, ocorre magmatismo calco-alcalino, no bordo SW da ZOM, sendo interpretado como um arco magmático (CIB – Complexo Ígneo de Beja) (Fonseca, 1995; Jesus *et al.*, 2016).

Quesada (1990a), durante a fase orogénica, considera a existência de uma atividade ígnea bimodal, associada, a um regime transpressivo que se encontra presente nas duas zonas marginais de máxima deformação, sob a forma de magmatismo plutónico e vulcânico. Durante o Devónico médio e superior ocorre um evento tectono-metamórfico varisco em toda a ZOM, tornando-se responsável pela instalação de várias sequências ofiolíticas, nomeadas como sequências ofiolíticas internas da Zona de Ossa-Morena (SOIZOM), no bordo sul desta zona, levando à geração de estruturas em *flake* tectónica ou do tipo *crocodile*. Estas sequências apresentam uma afinidade geoquímica do tipo MORB-N e MORB-T, podendo ser consideradas como testemunhas do fecho do Oceano Rheic (Pedro *et al.*, 1998, Fonseca *et al.*, 1999; in: Araújo, 2013). Ainda nesta fase, poderá ter ocorrido a reativação da Faixa-Blastomilonítica por transpressão esquerda gerando uma *flower structure* que caracteriza a geometria do bordo norte da ZOM (Fonseca & Ribeiro, 1993a-b; Fonseca *et al.*, 1993; Quesada *et al.*, 1994; Araújo, 2013).

2.4. Síntese estrutural

A heterogeneidade da ZOM é marcada por uma grande alternância de bandas, sendo algumas delas por colagem acrecional de terrenos muito deformados lado a lado com outras bandas quase sem deformação na metade S da ZOM. O carácter transpressivo é bem expresso, nas bandas de maior deformação, pela génese de zonas de cisalhamento sinistrogiras. As zonas pouco deformadas vêm expressas por transecção sinistrogira das dobras através da xistosidade associada e pela formação de zonas de cisalhamento e acidentes tectónicos de menor importância (Fonseca, 1995).

A deformação varisca ocorreu em 3 fases principais. A primeira fase é apenas conhecida até às intrusões de granitoides e é caracterizada por uma foliação milonítica sub-horizontal, ligeiramente inclinada para S e possui um forte estiramento associado, com sentido de movimentação e critérios cinemáticos para N (Fonseca, 1995). A segunda fase apresenta uma orientação N-S, uma vergência para W e é diacrónica. Migra no tempo de SW, no Devónico médio (Ribeiro, 1983), para NE, no Viseano superior (Quesada, 1990b), e gera dobras tombadas e alguns cavalgamentos. Por fim, a terceira fase apresenta uma orientação NW-SE e vergência para SW em regime semi-frágil a frágil. Esta fase mostra um forte gradiente de deformação até ao limite S (Fonseca, 1995).

3. Geologia local

3.1. Safira

A área estudada, pertencente à região de Safira, situa-se no domínio de Évora-Beja, na região NE do sector de Montemor-Ficalho. Encontra-se nas proximidades da terminação SW da ZOM, cerca de 5 km a Este do cavalgamento de Ferreira-Ficalho, que materializa a sutura varisca meridional da ZOM (Pedro, 1996).

O domínio de Évora-Beja inclui os setores tectono-estratigráficos de Montemor-Ficalho e do Maciço de Beja. Apresenta grande abundância de maciços ígneos sin-orogénicos, apenas deformados pela última fase de deformação varisca (Gonçalves & Antunes, 1992). A sequência litostratigráfica deste domínio é limitada por uma forte deformação tangencial polifásica e por uma evolução metamórfica complexa, que torna difícil reconhecer os litótipos originais. Os setores deste domínio demonstram evidências de metamorfismo precoce de alta pressão, que alcança a fácies dos xistos azuis e a fácies eclogítica, seguido de uma retrogradação geral na fácies dos xistos verdes (Araújo, 1995).

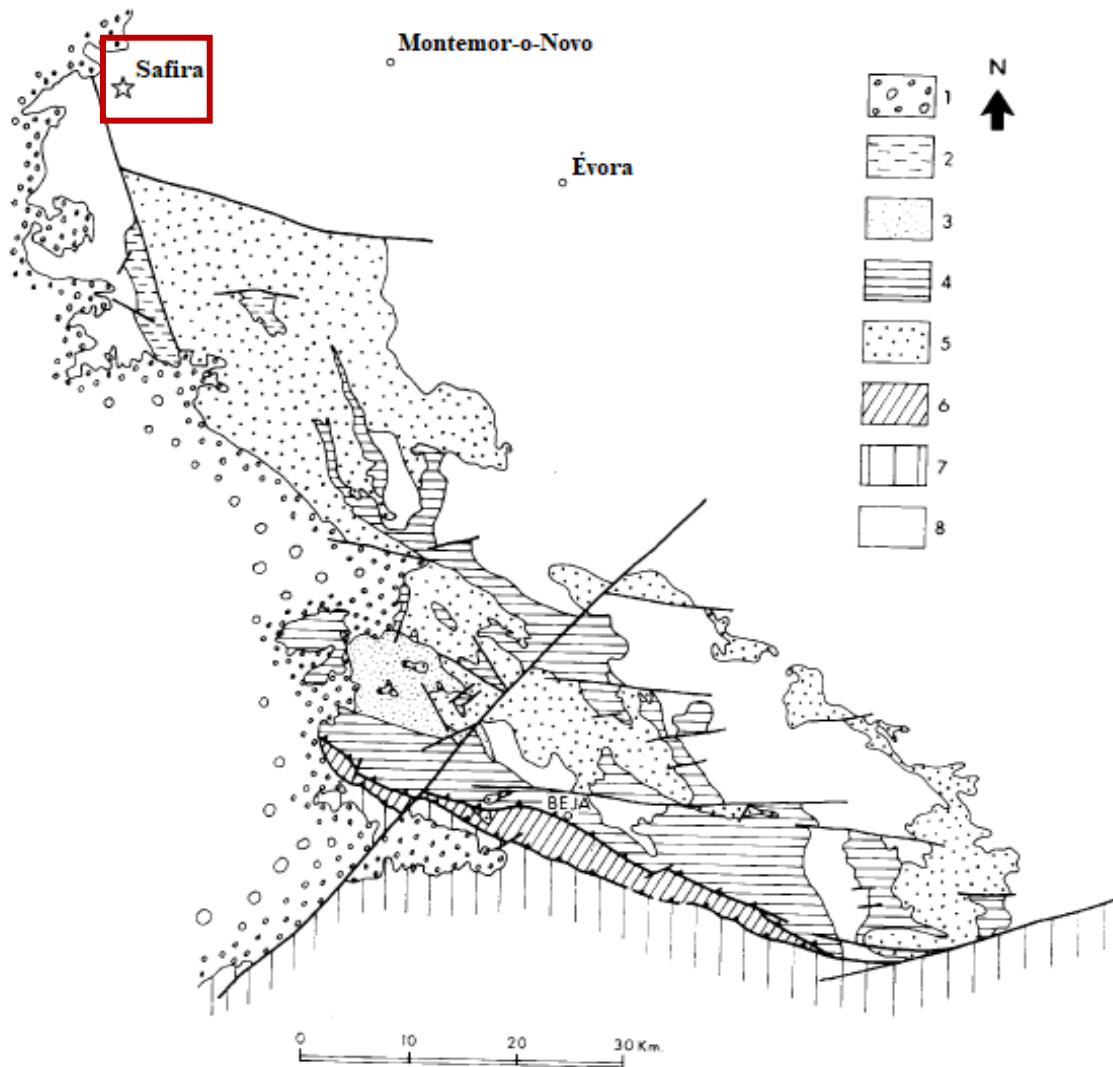


Figura 3.1 – Esquema geológico do domínio de Évora-Beja (adaptado de Quesada et al., 1994) e enquadramento geológico e geográfico da área de Safira. **1** – Cobertura Sedimentar; **2** – Complexo Vulcânico da Toca da Moura; **3** – Complexo Vulcânico de Odivelas; **4** – Rochas plutónicas máficas e intermédias; **5** – Rochas ácidas plutónicas; **6** – Complexo Ofiolítico de Beja-Acebuches; **7** – Terreno Acrecionário do Pulo do Lobo; **8** – Zona de Ossa-Morena indiferenciada.

O setor Montemor – Ficalho é limitado a N pelo sector Estremoz – Barrancos e pelo carreamento de Santo Aleixo da Restauração (Araújo, 1995), a sul pelo Maciço de Beja, CIB (Complexo Ígneo de Beja) e pelas estruturas de Serpa e Viana do Alentejo (Oliveira *et al.*, 1991). Estratigraficamente, este setor é composto por um conjunto de rochas de baixo grau metamórfico, incluindo xistos negros, chertes e grauvaques. Este conjunto é denominado de Formação de Águas de Peixe (Série Negra) nos antiformas de Ficalho – Moura, Portel e Alvito – Viana do Alentejo. Nos antiformas de Serpa, S. Brissos e Escoural, a estratigrafia deste setor é composta por rochas com maior grau metamórfico, micaxistos, metavulcanitos ácidos, anfíbolitos e gnaisses, que compõem a Formação do Escoural (Araújo *et al.*, 2006; Chichorro, 2006). Nas zonas mais a leste do setor, desenvolve-se um extenso conjunto de mármore com vulcanismo básico associado possivelmente correlacionável com o complexo do antiforma de Ficalho – Moura. Algumas destas litologias máficas estão na fácies eclogítica, evidenciando um episódio metamórfico de alta pressão associado a imbricação tectónica da 1ª fase da deformação varisca (Fonseca, 1995; Fonseca *et al.*, 1999; in Araújo *et al.*, 2006). Ao longo do sector Montemor – Ficalho são reconhecidas três fases de deformação dúctil, D₁, D₂ e D₃. As deformações D₁ e D₂ são marcadas pelo desenvolvimento de foliações miloníticas sub-horizontais (Araújo *et al.*, 2006; Borrego, 2009).

A fase D₁ ocorreu durante um processo de obducção de uma crosta oceânica jovem que preservou um gradiente térmico elevado (Fonseca, 1995). Esta primeira fase de deformação ocorre nas unidades do COBA (Borrego, 2009). A fase D₂ corresponde a dobramentos N – S em estruturas precoces, associados a lineações de estiramento originadas por um evento prolongado e progressivo. Este evento está associado ao desmembramento tectónico das unidades imbricadas no Complexo Filonítico de Moura (Araújo *et al.*, 2006). Por fim, a terceira fase (D₃) de deformação desenvolveu-se associada a dobramentos e cavalgamentos com orientação NW – SE (Araújo *et al.*, 2006; Borrego, 2009).

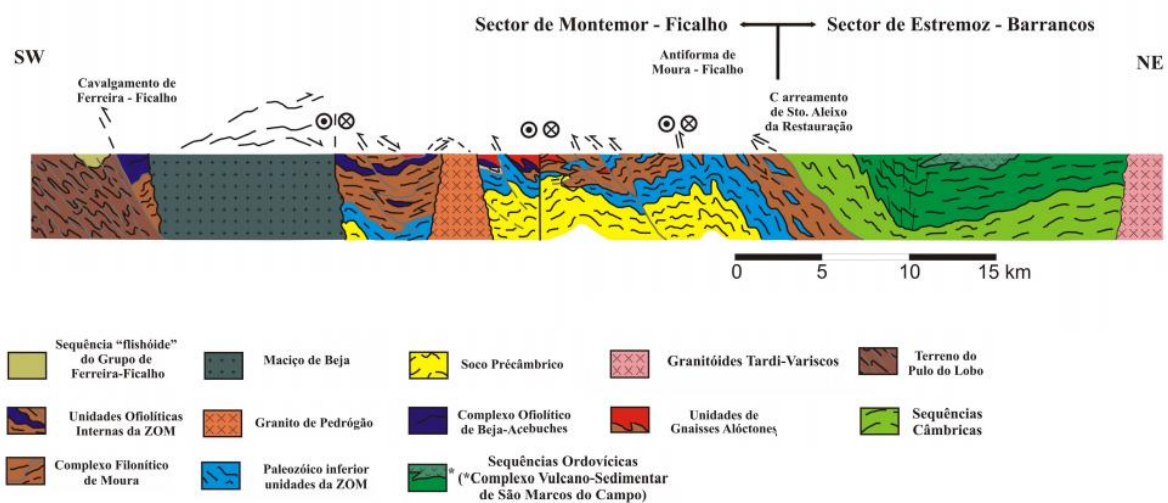


Figura 3.2 – Corte interpretativo do Sector de Montemor – Ficalho (adaptado de Borrego *et al.*, 2005; in Araújo *et al.*, 2006).

O setor de Safira situa-se no flanco Sul do Sinclinal Cabrela – Carvalhal (Chichorro, 2006). Neste setor ocorre um encurvamento da estrutura regional, acompanhado de uma rotação progressiva da foliação regional com atitudes de NNW – SSE para atitudes E – W. Associado por efeito de arraste à falha Tomar – Ferreira do Alentejo, ocorre uma re-orientação da foliação regional para atitudes NW – SE (Chichorro, 2006).

3.1.1. Descrição litológica

Na região de Safira predominam unidades de idade Câmbrica como gnaisses félsicos quartzo-feldspáticos e gnaisses blastomiloníticos com intercalações finas de metabasitos, e a Oeste desta passam

a predominar unidades Neoproterozóicas, micaxistos grosseiros quartzo-feldspáticos e metachertes negros (Chichorro, 2006).

Com o objetivo de interpretar o contexto em que ocorrem as rochas metamórficas de alta pressão, Pedro (1996) realizou, na área estudada, cartografia à escala de 1/25000. Para o autor, a separação cartográfica das unidades foi uma tarefa difícil, devido ao facto de algumas litologias serem indiferenciáveis. Esta indiferenciação está relacionada com a presença de acidentes tectónicos materializados por milonitos e ultramilonitos, e com a escassez de afloramentos que, por vezes, apresentavam-se com elevado grau de alteração.

Os critérios litológicos e estruturais que permitiram individualizar as unidades cartografadas para a elaboração do mapa representado na Figura 3.3, foram comparados por correlação estratigráfica com as formações do sector de Montemor-Ficalho, particularmente, com as unidades presentes na área de Santiago do Escoural que se encontra em continuidade cartográfica com a área de Safira (Pedro, 1996).

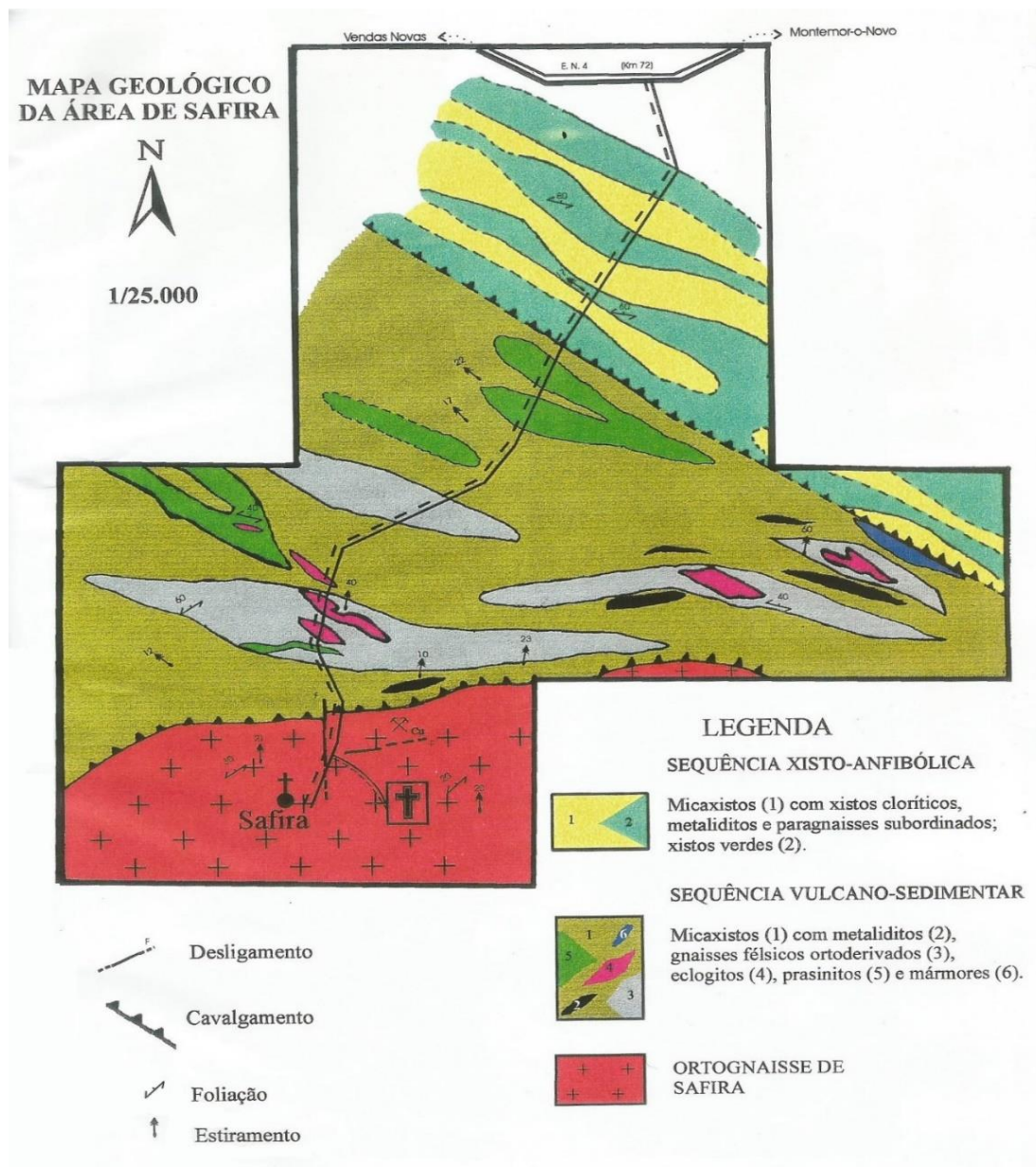


Figura 3.3 – Mapa geológico da área de Safira (retirado de Pedro, 1996).

Para os diferentes litótipos, Pedro (1996) efetuou uma breve descrição das características litológicas para a região de Safira baseando-se nas observações no campo, definindo três tipos de litótipos: sequência vulcano-sedimentar, constituída por micaxistos moscovítico-biotítico, com intercalações de metaliditos e xistos negros, estando a estes associados gnaisses félsicos ortoderivados e rochas metavulcânicas, nomeadamente, eclogitos e prasinitos, sequência xisto-anfibólica, essencialmente constituída por faixas alternantes de micaxisto e xistos verdes e o Ortognaisse de Safira, corpo ígneo de natureza granítica deformado (Pedro, 1996).

Para o presente trabalho foram recolhidas, nesta região, amostras de granulitos félsicos, eclogitos e de ortognaisses (Ortognaisse de Safira). Algumas das litologias interpretadas por Pedro (1996) e reinterpretadas por Leal (2001), nomeadamente, os gnaisses félsicos ortoderivados neste trabalho foram reinterpretadas e nomeadas como granulitos félsicos (ver descrição adiante).

Os eclogitos descritos foram em tempos interpretados como anfibolitos maciços, porfiroblásticos, frequentemente granatíferos por Gonçalves & Carvalhosa (1994) numa altura em que os estudos petrológicos e geoquímicos raramente eram realizados (Leal, 2001).

3.2. Região de Evoramonte

A área estudada, pertencente à região de Evoramonte, situa-se no sector de Estremoz – Barrancos, sensivelmente a ENE do Anticlinal de Estremoz e a ESE do Sinclinal de Terena.

O sector de Estremoz – Barrancos é limitado a N pelo carreamento da Juromenha, a NE pelo carreamento de Alter do Chão – Elvas, a SW pelo sector Montemor - Ficalho e a Sul pelo carreamento de Santo Aleixo da Restauração (Araújo, 1986; Araújo, 1995; in Araújo *et al.*, 2006). Este sector é constituído por formações com idades que vão desde o Câmbrico médio ao Devónico inferior (Araújo *et al.*, 2006), que possuem um grau metamórfico baixo e observam-se duas fases de deformação variscas dúcteis principais (Ribeiro *et al.*, 1979; Araújo, 1995; Borrego, 2009). A primeira fase de deformação (D₁) é responsável pelo dobramento sub-horizontal com eixos de orientação variável, sendo vergentes para o quadrante W e NW. Esta fase desenvolveu clivagem xistenta associada ao plano axial, sendo progressivamente mais penetrativa para SW em direção ao carreamento de Santo Aleixo da Restauração. A segunda fase (D₂) sobrepõe as estruturas anteriores e é responsável pelos dobramentos sub-verticais orientados segundo NW-SE com uma clivagem sub-vertical pós-metamórfica. Esta fase está presente em todo o domínio Estremoz – Barrancos.

Discordante sobre as restantes formações apresentadas na Figura 3.5, ocorre uma sequência *flyschoide*, sin-orogénica, de idade atribuída ao Devónico inferior (Araújo *et al.*, 2006), deformada apenas pela segunda fase de deformação varisca, que corresponde ao Sinclinal de Terena (Ribeiro *et al.*, 1979; Oliveira *et al.*, 1991).

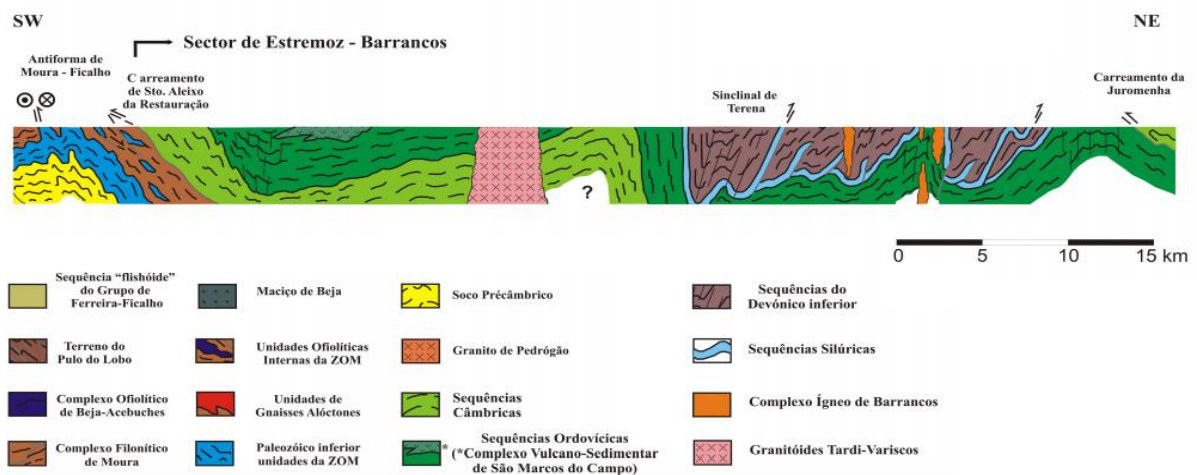


Figura 3.4 – Corte interpretativo do Sector de Estremoz – Barrancos (adaptado de Borrego *et al.*, 2005; in Araújo *et al.*, 2006).

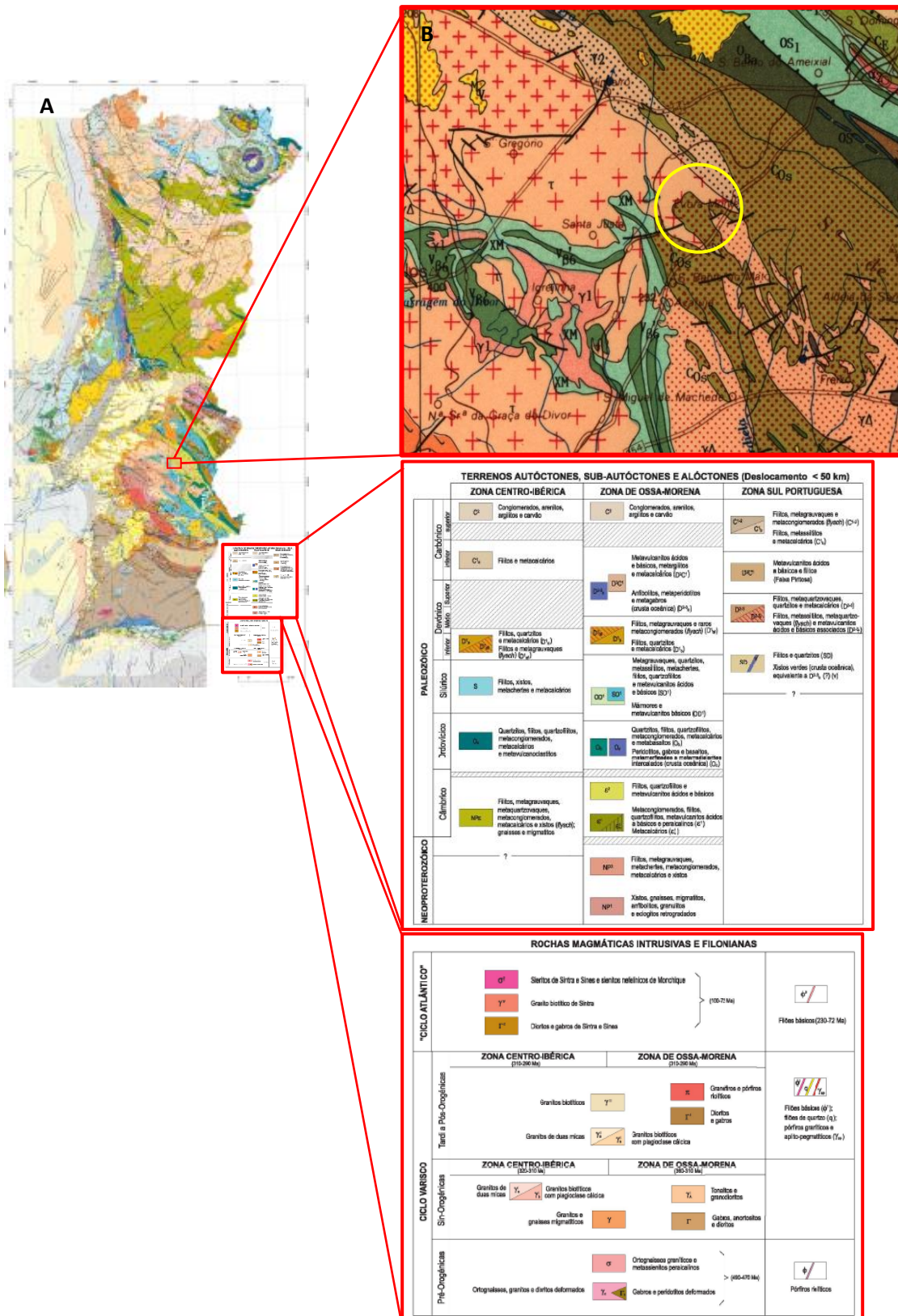


Figura 3.5 – **A:** Carta Geológica de Portugal na escala de 1/1000000 (LNEG, 2010); **B:** Excerto da carta geológica 1/500000 (Oliveira *et al.*, 1992) para a zona de Evoramonte (a amarelo).

3.2.1. Descrição litológica

Para a região de Evoramonte, a cartografia existente nas cartas geológicas 36-B e 36-D não é concordante devido ao facto de serem bastante antigas e feitas por autores distintos (Gonçalves, 1972; Carvalhosa *et al.*, 1986, respetivamente). Tal facto não permite uma descrição litológica tão pormenorizada e devidamente enquadrada, podendo apenas se afirmar que as rochas recolhidas nesta região estão inseridas na sequência estratigráfica representada na Figura 3.5.

De acordo com a carta geológica à escala 1/500 000, a região de Evoramonte, situa-se na Formação de Ossa (C_{OS}). Esta unidade é caracterizada por xistos, grauvaques e vulcanitos básicos (V_{β4}).

A Formação de Ossa é a unidade mais antiga do sector de Estremoz – Barrancos, sendo considerada do Câmbrio Médio por correlação com litologias semelhantes. Esta formação engloba as litologias da Formação de Metabasitos de Santo Aleixo na sua base e no topo predominam níveis siltíticos e pelitos micáceos com tonalidade roxa. Estes estabelecem uma passagem gradual à unidade superior da Formação de Xistos de Barrancos. Borrego (2009) verificou que a Formação de Ossa compreendia dois termos cartográficos com fácies distintas que refletem o resultado da atuação de deformação polifásica, que terá afetado duas unidades litostratigráficas, uma unidade inferior designada por Membro Psamítico da Formação de Ossa e outra unidade superior denominada por Membro pelítico da Formação de Ossa. O Membro Psamítico da formação de Ossa engloba litologias metapsamíticas a metapelíticas, de cor esverdeada, organizadas em leitos centimétricos. Os metapsamitos correspondem a rochas areníticas grauvaquicas de granularidades fina a média, suportados pela matriz e maioritariamente constituídas por clastos de quartzo monocristalino (Borrego, 2009).

O Membro Pelítico da Formação de Ossa sobrepõe-se ao Membro Psamítico. No topo, esta unidade passa progressivamente à Formação de Xistos de Barrancos. O Membro Pelítico é constituído por metapelitos cinzentos azulados a cinzento rosado, com intercalações milimétricas e centimétricas de metasiltitos e metarenitos finos de cor rosa a castanho (Borrego, 2009).

A Formação de Xistos de Barrancos assenta sobre a Formação de Ossa e está atribuída por enquadramento litostratigráfico ao Ordovício inferior. Esta formação é caracterizada pela ocorrência de alternâncias entre níveis centimétricos e milimétricos finos (metapelitos e metapsamitos finos) de cor cinzenta, com intercalações de leitos milimétricos de cor violeta e verde (Borrego, 2009).

4. Métodos

4.1. Trabalho de campo

A visita de campo realizada a Safira e Evoramonte teve como principal objetivo a recolha de amostras para um estudo petrológico e geoquímico (mineralógico, elementar e isotópico). Na deslocação ao campo foram recolhidas na região de Safira 8 amostras (RPT 1-8). Dessa região foram colhidas as seguintes unidades litológicas: granulitos félsicos (RPT-1, RPT-2, RPT-3, RPT-6 e RPT-7), eclogitos (RPT-4-A, RPT-4-B e RPT-5) e o Ortognaisse de Safira (RPT-8). Na região de Evoramonte foram recolhidas 9 amostras (RPT 9-17) com as seguintes unidades litológicas: micaxisto (RPT-9), migmatitos (RPT-10, RPT-11, RPT-12, RPT-13, RPT-15, RPT-16, RPT-17, EM-1 e MI-3) e xistos com estauroлите (RPT-14). Os locais de recolha nem sempre eram acessíveis, sendo que na região de Evoramonte algumas das amostras colhidas não se encontravam *in situ*. As amostras EM-1 e MI-3 foram cedidas pelo Prof. Paulo Fonseca.

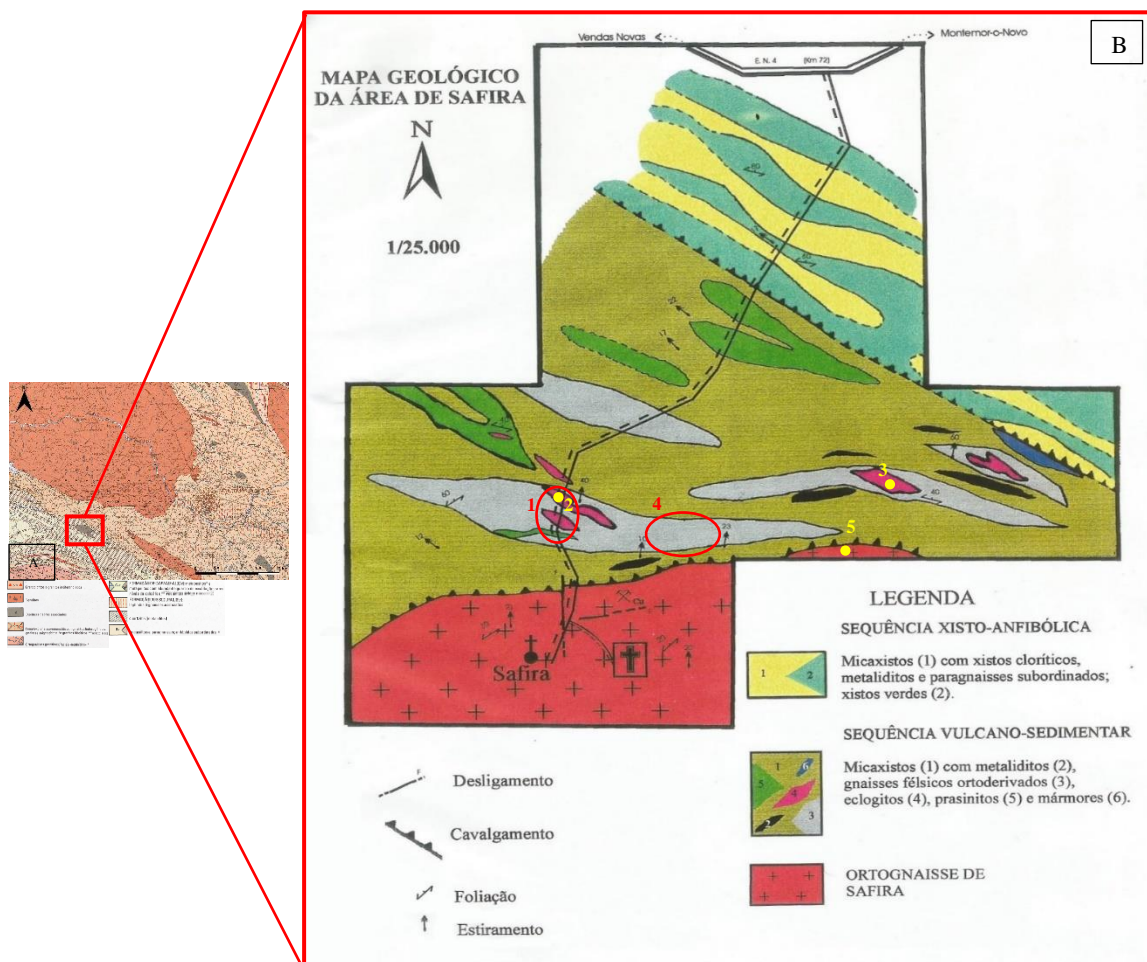


Figura 4.1 – A: Excerto da carta geológica 35-D (Carvalhosa & Zbyszewski., 1994) à escala 1:50000. **B:** Mapa geológico da área de Safira realizado por Pedro (1996) à escala 1/25000 com a localização dos locais de recolha das amostras na região de Safira. **1** – RPT-1 a RPT-3; **2** – RPT-4A e RPT-4B; **3** – RPT-5; **4** – RPT-6 e RPT-7; **5** – RPT-8.



Figura 4.2 – Afloramento de eclogitos, RPT-4A e RPT-4B. Está representado na Figura 8 pelo número 2.



Figura 4.3 – Afloramento de ortognaisse, RPT-8. Está representado na Figura 8 pelo número 5.

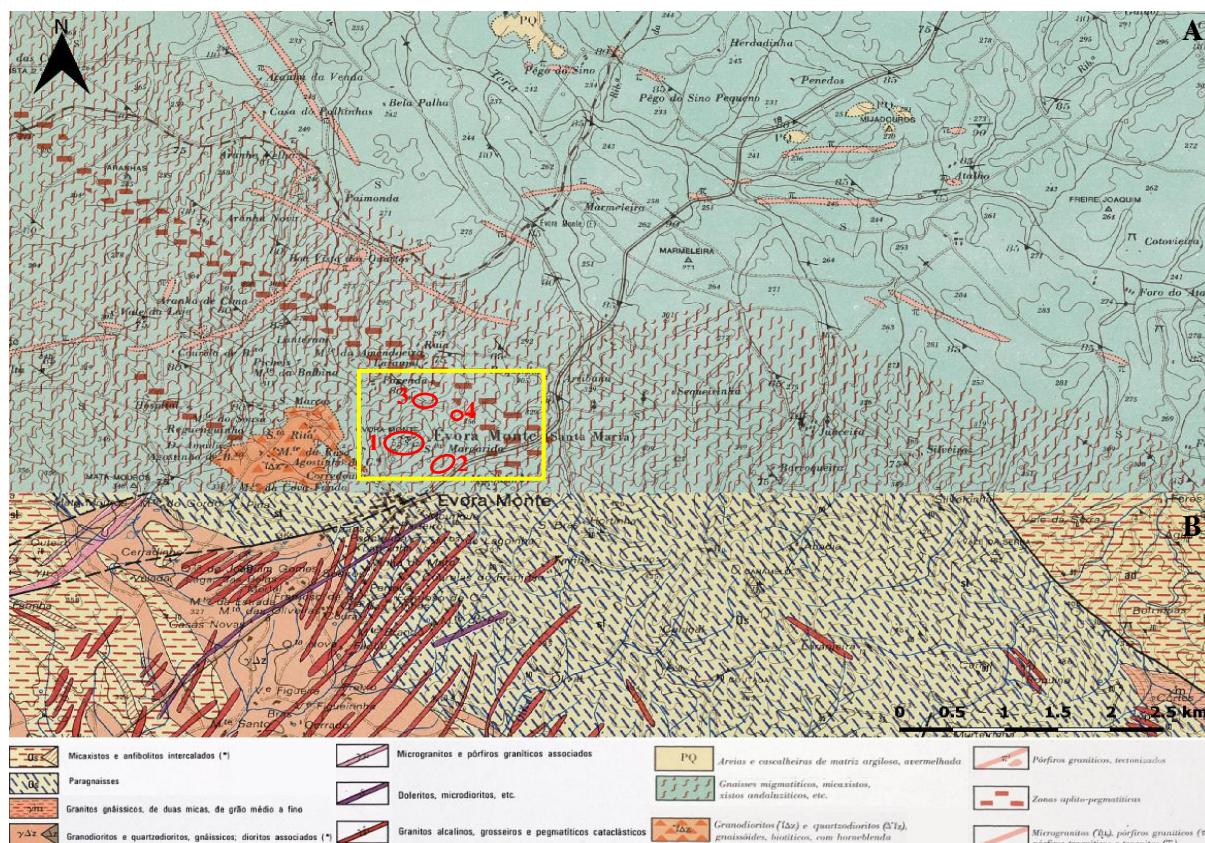


Figura 4.4 – Mapa resultante da junção das cartas geológicas 36-B (A) (Gonçalves, 1972) e 36-D (B) (Carvalho *et al.*, 1986) à escala 1:50 000. Localização dos locais de recolha das amostras na região de Evoramonte. 1 – RPT-9 a RPT-12 e MI-3; 2 – EM-1; 3 – RPT-13 e RPT-14; 4 – RPT-15 a RPT-17.

4.2. Métodos laboratoriais

As amostras colhidas no campo foram sujeitas a um tratamento laboratorial. Primeiramente, foi realizada uma breve descrição macroscópica das amostras a nível da sua mineralogia, cor, textura, entre outros. Esta descrição e um estudo petrográfico inicial é essencial para compreender e efetuar qualquer estudo de geoquímica. Para isso, a realização de taliscas e posteriormente, a realização de lâminas polidas, são fundamentais para esse estudo petrográfico. As lâminas foram também utilizadas em análises de microsonda para caracterizar a variabilidade química dos minerais constituintes das rochas.

O restante das amostras foi utilizado para a trituração e moagem de rocha. Foi realizado o corte de amostras de maiores dimensões para dimensões até ~ 5 cm com o auxílio da prensa hidráulica, sendo depois trituradas no moinho de maxilas. Este equipamento tem como função reduzir as amostras a cascalho fino. Este cascalho foi introduzido na panela de tungsténio que reduz o cascalho a um pó muito fino. O resultado destes processos foi usado para análise litogeoquímica (6 amostras) e análise de elementos isotópicos (3 amostras).

4.3. Microsonda Eletrónica

De modo a realizar-se um estudo mais aprofundado da mineralogia das litologias em estudo, utilizaram-se lâminas polidas, realizadas no laboratório do LNEG, na microsonda eletrónica Jeol Jx4 – 8200 VD/ED do Laboratório de Microsonda Eletrónica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

A microsonda eletrónica possibilita analisar quimicamente amostras de rocha de forma não destrutiva sendo obtidas as fases minerais analisadas, análises quantitativas pontuais e mapas de raios-X da distribuição espacial dos diferentes elementos.

Neste equipamento os elétrons são emitidos por uma fonte que os condensa sobre a forma de um feixe incidente na amostra, gerando raios X através da amostra (Electron Probe Micro Analyzer, 2013). Utilizando um cristal analisador que apresenta um espaçamento intracristalino específico é selecionada esta radiação. Os raios X incidem no cristal com um ângulo θ específico e apenas os que obedecem à Lei de Bragg ($2d \sin \theta = n\lambda$) são refletidos e transmitidos ao detector. Sendo assim, é possível obter a composição química do mineral sem haver destruição da amostra (Darrell & Goodge, 2007).

As lâminas polidas estudadas por este método foram sete, três granulitos félsicos (RPT-1, RPT-6 e RPT-7), um eclogito (RPT-4-A) e três migmatitos (RPT-12, RPT-16 e EM-1). As amostras foram analisadas pela microsonda eletrônica JEOL SUPERPROBE, modelo JXA-8200, em modo disperso de comprimento de onda, recorrendo a uma aceleração de voltagem na ordem dos 15 kV e uma corrente de 25 nA, usando um feixe amplo de 5 μ m. Usando a composição de materiais padrão internos, as análises foram calibradas apresentando erros de reprodutibilidade menores que 2%. Os efeitos de matriz foram corrigidos usando o software ZAF fornecido pela JEOL.

O EDS analisa os raios X emitidos pela amostra para identificar os elétrons presentes na superfície, gerando um mapa composicional dos elementos presentes no mineral no mineral. Para que tal ocorra, o detector do EDS contém um cristal que absorve a energia dos raios X por ionização, produzindo elétrons livres no cristal. Estes tornam-se condutores, gerando uma carga elétrica. A energia dos raios X é convertida em tensões proporcionais pela absorção destes, em que os impulsos elétricos correspondem às características raios X do elemento (Goodge, 2007).

4.4. Litogeoquímica

As análises químicas de rocha total foram realizadas no Acme Lab, no Canadá, por ICP. O ICP é uma fonte de ionização que decompõe completamente uma amostra nos seus elementos constituintes e transforma esses elementos em iões. Este equipamento funciona através do bombardeamento da amostra com recurso a um feixe de plasma ionizado a partir de um gás, argon. A energia acoplada a este gás é usada numa bobina de indução para formar o plasma. O feixe de plasma ao atingir a amostra, irá ionizar a superfície e libertar iões que serão posteriormente analisados pelos espectrômetros de massa de acordo com a razão massa/carga (Wolf, 2005).

O pacote escolhido para as análises de litogeoquímica inclui o LF100 – elemento traço por ICP – MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) e o LF302 – óxidos maiores ICP – AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) de 20 elementos. A desigualdade entre os dois métodos resulta no facto do ICP – MS separar os átomos ou iões baseados na razão massa-carga, ao contrário de ocorrer apenas uma dissociação dos átomos da amostra com base na excitação dos mesmos como se verifica no ICP – AES.

4.5. Geoquímica Isotópica

As análises isotópicas foram realizadas na Universidade de Toulouse, em França.

Neste trabalho foram analisados os isótopos Rb – Sr e Sm – Nd, com recurso ao HR-ICP-MS (High Resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) Triton+ Thermo-scientific no GET-OMP (Géosciences Environment Toulouse – Observatoire Midi – Pyrénées).

Para a obtenção das análises foram pesadas 100 mg de pó de rocha que sofreram uma dissolução por uma mistura de HF e HNO₃ na proporção 1:1 e, posteriormente, por uma solução de 5 ml com 2% de HNO₃. Foram retiradas frações que depois foram analisadas por ICP. A qualidade e reprodutibilidade das medições foram verificadas utilizando uma medição sequencial dos padrões isotópicos (NBS 987 e La Jolla), padrões isotópicos dopados (NBS 987+ Rb e La Jolla + Sm) e soluções artificiais para laboratório Sr+REE.

5. Petrografia

5.1. Região de Safira

5.1.1. Eclogitos

Os eclogitos (amostras RPT-4A, RPT4B e RPT-5) são rochas maciças e homogêneas, de cor negra esverdeada, que apresentam textura porfiroblástica, com porfiroblastos de granada e com granularidade fina a média.

A composição mineralógica dos eclogitos é composta essencialmente, por onfacite, granada, glaucófano, mica branca, quartzo, rútilo, titanite e minerais opacos, como a ilmenite.

A onfacite exhibe cor incolor a verde muito claro, relevo moderado, hábito tabular e granularidade fina. Este mineral, por vezes, apresenta-se dentro das granadas, mas maioritariamente ocorre na matriz.

As granadas apresentam cores castanhas claras e estruturas em atol (Fig. 5.1D). Estas estruturas expõem, uma zona interna anédrica, designada por núcleo, e um anel exterior euédrico a sub – euédrico, designado por anel (Fig. 5.1). Os núcleos de dimensões variáveis ocorrem isolados no interior das estruturas em atol. Quando estes se apresentam bem desenvolvidos contactam diretamente com o anel. A variação de espessura dos anéis aparenta não estar diretamente relacionada com o crescimento dos núcleos, pois num mesmo atol, o anel e o núcleo podem exhibir desenvolvimentos diferentes, tal como já tinha sido descrito anteriormente por Pedro (1996). Os anéis apresentam fraturas radiais enquanto os núcleos possuem fraturas orientadas aleatoriamente. Este facto sugere que a rocha tenha sofrido um processo de descompressão, após a exumação que levou a incremento de volume nos minerais que estão inclusos nas granadas.

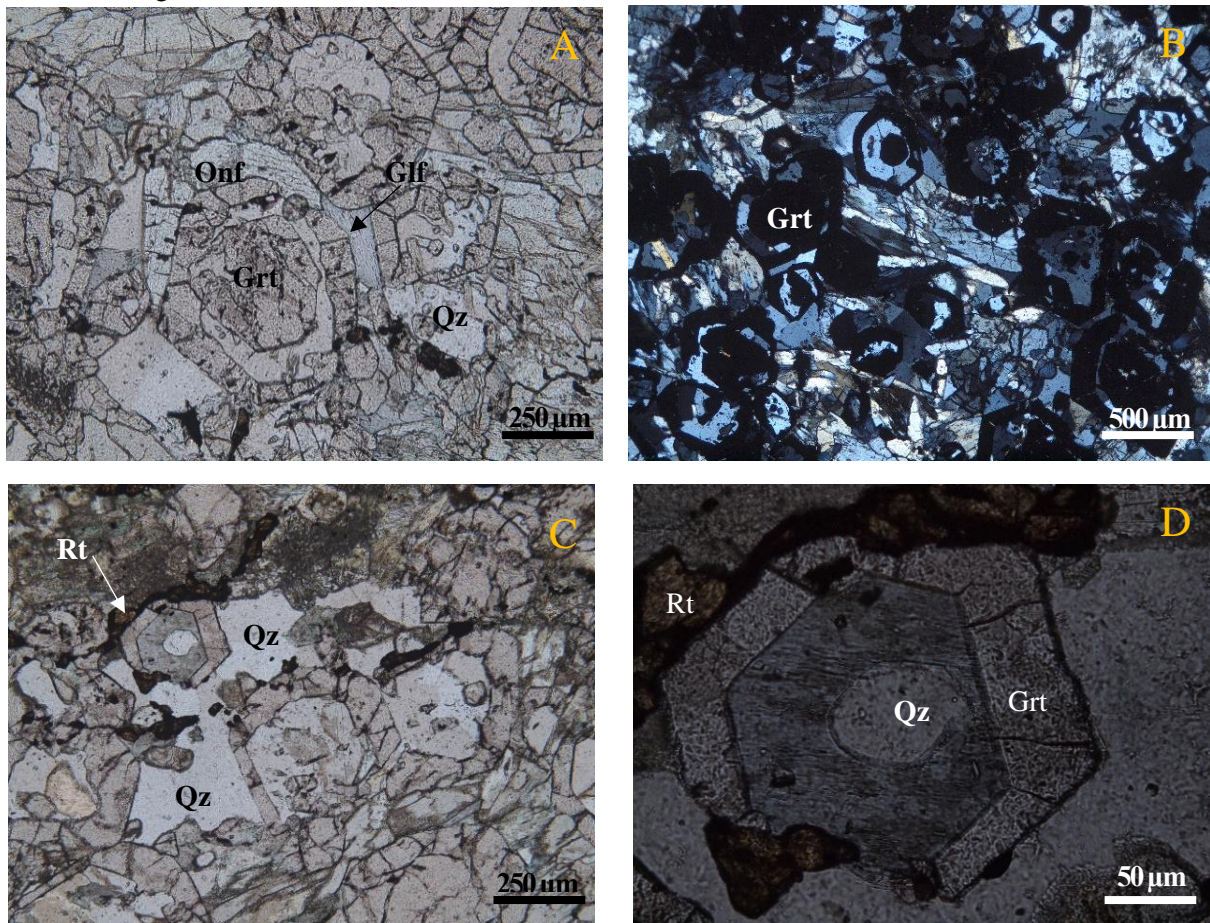


Figura 5.1 – Petrografia das amostras de eclogitos. A e B correspondem a RPT-4B e C e D correspondem a RPT-4A. **A** – Onfacite e glaucófano associados à granada; **B** – Aspeto geral do eclogito; **C**- Quartzo e rútilo associados à granada; **D** – Granada com estrutura em atol.

O glaucófano, de granularidade média, apresenta cor azul alfazema a incolor (Fig. 5.1A) e hábito prismático/ tabular. Encontra-se, maioritariamente, em torno dos bordos das granadas, indicando a sua cristalização tardia. O quartzo, encontra-se, maioritariamente, dentro das granadas em atol, apresenta um relevo baixo, incolor e granularidade fina a média. O rútilo e a titanite são minerais acessórios. O rútilo encontra-se sempre rodeado pela titanite. A ilmenite está associada à titanite, mostrando-se rodeada por esta, indicando uma cristalização tardia relativamente à titanite.

5.1.2. Ortognaisse de Safira

O Ortognaisse de Safira (RPT-8) é um corpo ígneo deformado, de natureza granítica e quimismo alcalino (Pedro, 1996). Apresenta uma cor rosada com textura milonítica (Fig. 5.2). Os minerais presentes encontram-se alinhados, formando cristais com bordos fraturados e com ligeiro alongamento (Fig. 5.2B).

A composição mineralógica do ortognaisse é essencialmente formada por quartzo, feldspato potássico e plagioclase. A moscovite e a biotite não foram identificadas, embora tenham sido descritas por Pedro (1996). O quartzo apresenta-se maioritariamente rodeado por plagioclase e feldspato e com uma granularidade média a grosseira. O feldspato expõe granularidade média e maclas de Carlsbad muito deformadas e a plagioclase exhibe granularidade média e maclas polissintéticas (Fig. 5.2).

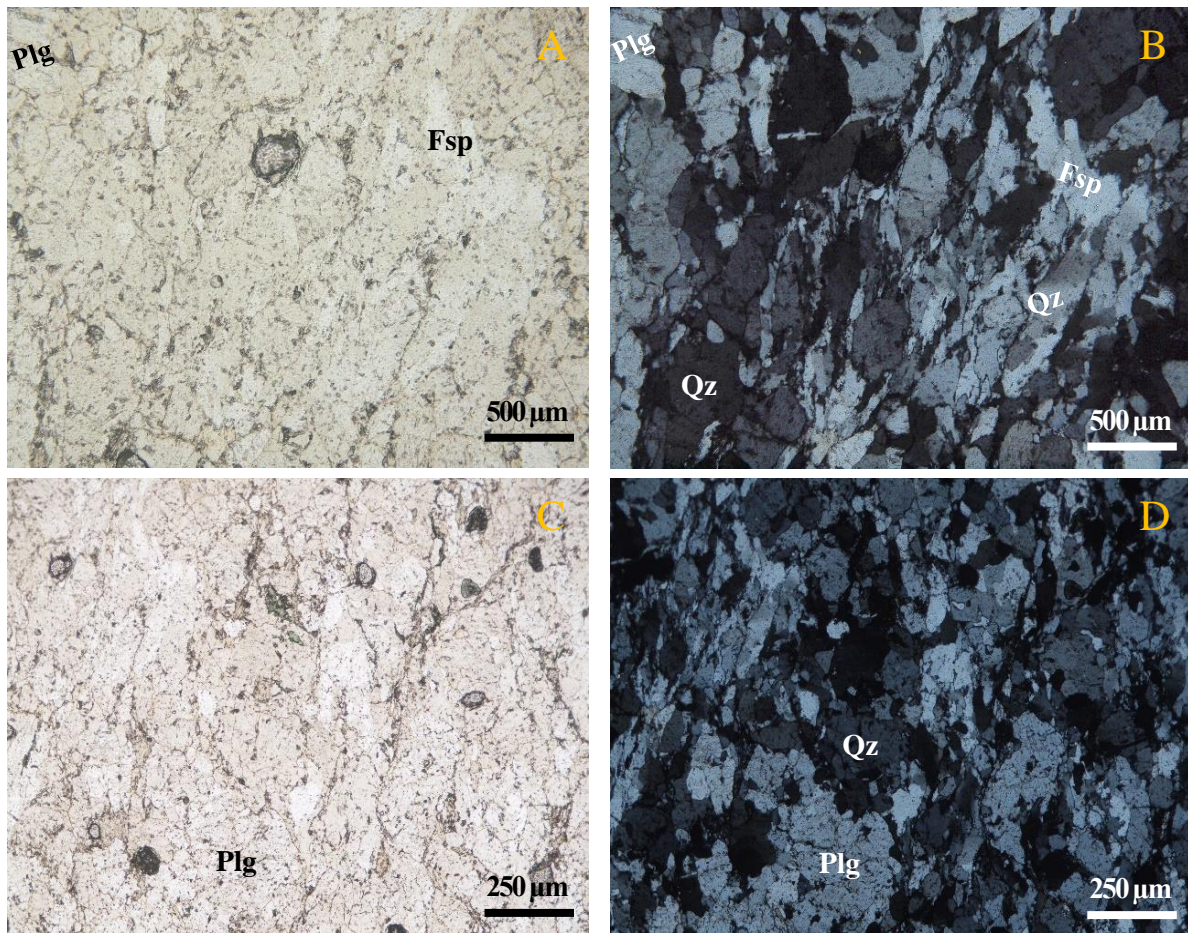


Figura 5.2 – Petrografia da amostra do Ortognaisse de Safira, RPT-8. **A** – Feldspato e plagioclase; **B** – minerais de quartzo preferencialmente orientados; **C** – plagioclase; **D** – Aspetto geral do ortognaisse.

5.1.3. Granulitos Félsicos

Os granulitos (RPT-1, RPT-2, RPT-3, RPT-6 e RPT-7) são geralmente rochas de grão médio a fino, com uma textura granoblástica (Fig. 5).

A composição mineralógica dos granulitos félsicos é essencialmente formada por feldspato potássico, plagioclase, quartzo, clinopiroxena, moscovite e biotite. Os feldspatos e as plagioclases, diferenciáveis pelas maclas, apresentam granularidade fina, o quartzo exibe uma granularidade fina a média apresentando, por vezes, cristais alongados, enquanto a piroxena apresenta-se fraturada devido ao grau de deformação imposto. A estes minerais estão associados outros minerais tardios como o epídoto e as micas. O epídoto, de granularidade fina, sobrepõe-se aos minerais descritos anteriormente, indicando recristalização tardia. A biotite apresenta cristais alongados que se desenvolvem em agregados ou cristais isolados que circundam os cristais de feldspato e plagioclase. A anfíbola também foi identificada, mas apenas numa amostra (Fig. 5.3C e 5.3D).

Os minerais acessórios mais comuns consistem em apatite, titanite, que geralmente se encontra em torno do rútilo, o zircão e minerais opacos como a pirite.

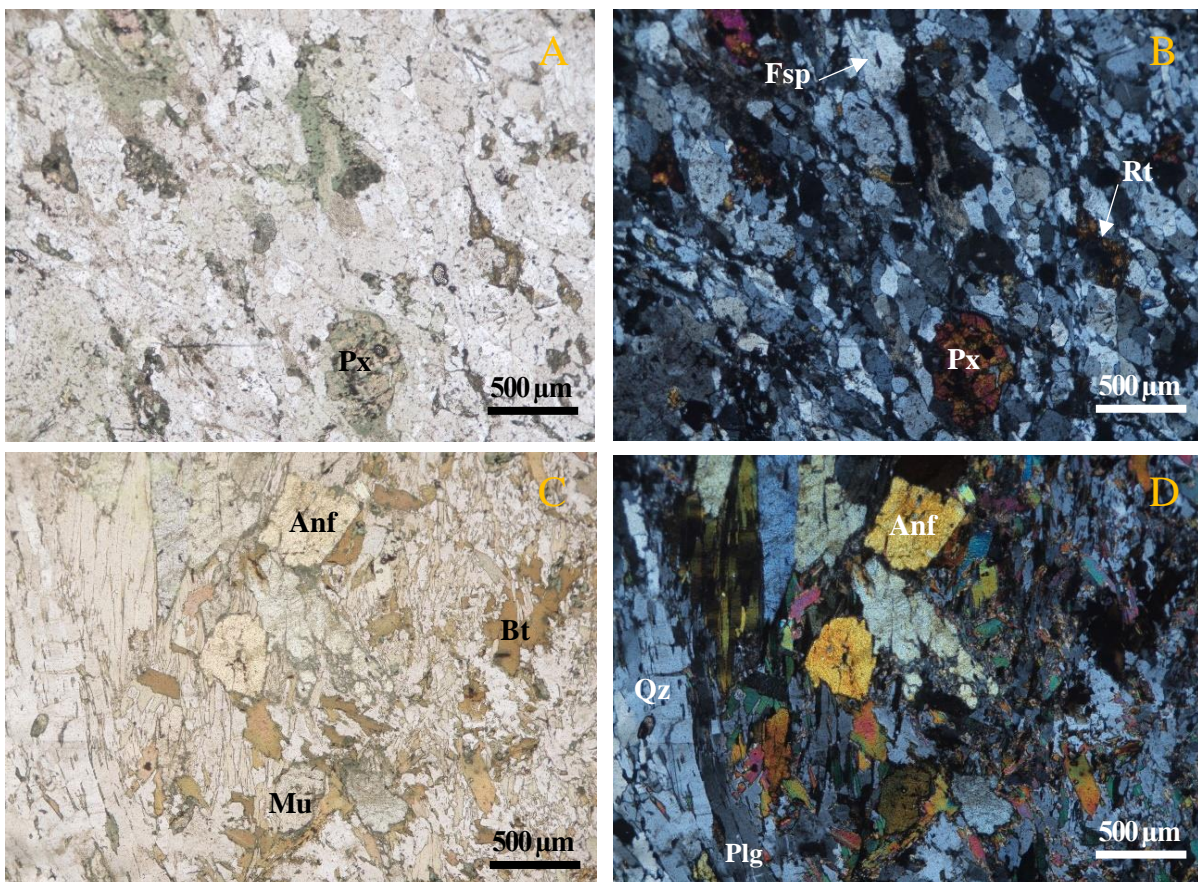


Figura 5.3 – Petrografia das amostras de granulitos félsicos. A e B correspondem a RPT-1 e C e D correspondem a RPT-7. A – Piroxena; B – Piroxena, feldspato e rútilo; C – Biotite, moscovite e anfíbola; D – Quartzo, plagioclase e anfíbola.

5.2. Região de Evoramonte

5.2.1. Migmatitos

Os migmatitos (RPT-10, RPT-11, RPT-12, RPT-13, RPT-15, RPT-16, RPT-17, EM-1 e MI-3) apresentam uma textura geral granolepidoblástica, mais abundante no melanossoma, a granoblástica, mais abundante no leucossoma. A mesma mineralogia está presente tanto no leucossoma como no melanossoma, embora o leucossoma apresente uma mineralogia predominantemente félsica (quartzo, plagioclase e feldspato potássico), enquanto o paleossoma se caracteriza por uma maior abundância de biotite.

Nestas amostras, o quartzo apresenta granularidade fina a média, encontrando-se maioritariamente na matriz. O feldspato e a plagioclase, diferenciáveis pelas maclas, apresentam granularidades médias e, devido ao grau elevado de deformação sofrido pela rocha, bordos deformados. Os feldspatos, por vezes, apresentam inclusões de quartzo. A biotite apresenta orientação preferencial e está muito cloritizada em algumas amostras (Fig. 5.4B). Em algumas amostras é possível identificar granada e cordierite (Fig. 5.4A). As granadas ocorrem como porfiroblastos alongados ou subeuédricos, apresentando-se fraturadas e com inclusões abundantes de biotite. A cordierite apresenta-se fraturada, com forma arredondada, rodeada pela biotite e com algumas evidências de alteração.

Os minerais acessórios consistem em sillimanite e minerais opacos, nomeadamente a ilmenite.

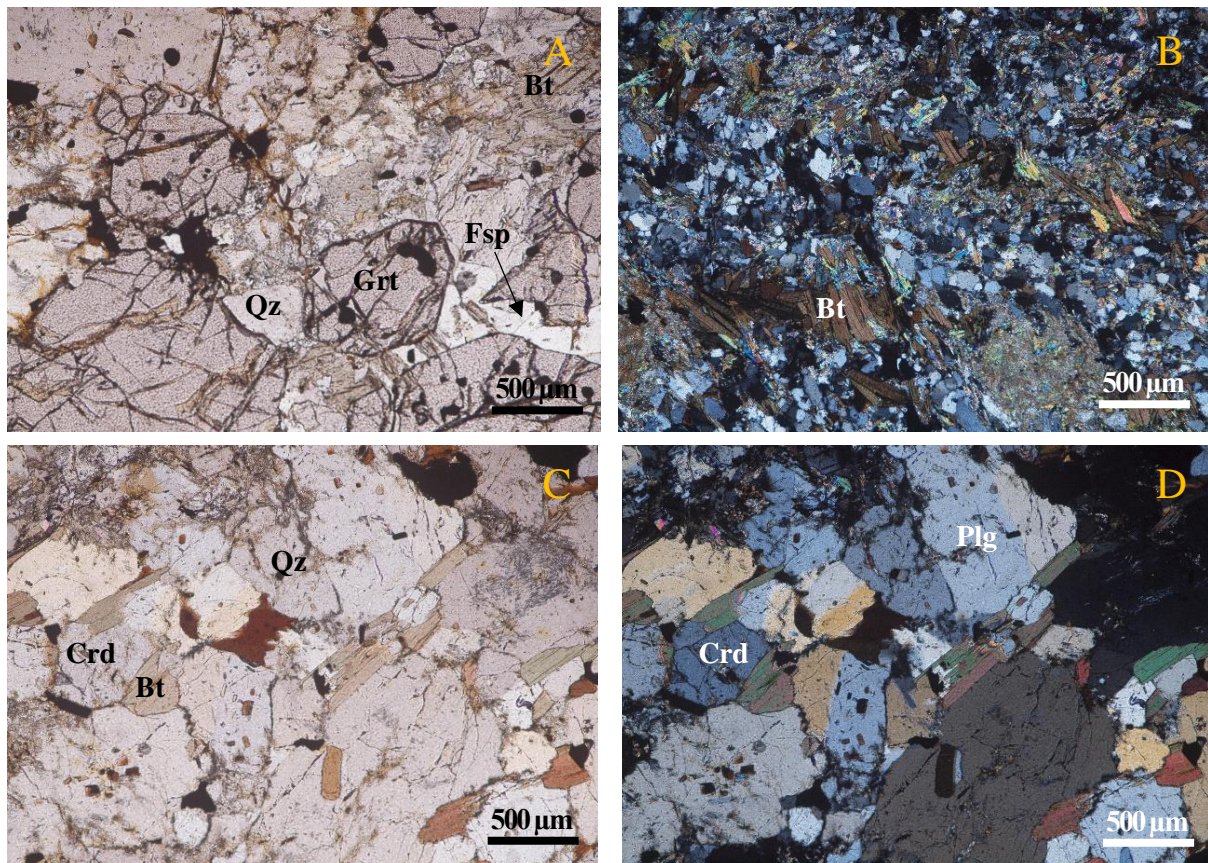


Figura 5.4 – Petrografia das amostras de migmatitos. A, C e D correspondem a EM-1 e B corresponde a RPT-11. A – Feldspato e quartzo associado à granada; B – minerais de biotite preferencialmente orientados; C – Biotite associada à cordierite; D – Cordierite e plagioclase.

5.2.2. Xisto com Estauroлите

A amostra RTP-14 (Fig. 5.6) apresenta uma textura lepido-granoblástica e é composta essencialmente por biotite, quartzo, plagioclase e estauroлите.

A estauroлите é o mineral mais abundante na amostra. Esta apresenta granularidade média, cristais alongados ou arredondados. A biotite exibe granularidade fina e por vezes encontra-se sericitizada. O quartzo apresenta granularidade média orlando os bordos da estauroлите e da plagioclase. A plagioclase apresenta uma granularidade média e relevo baixo.

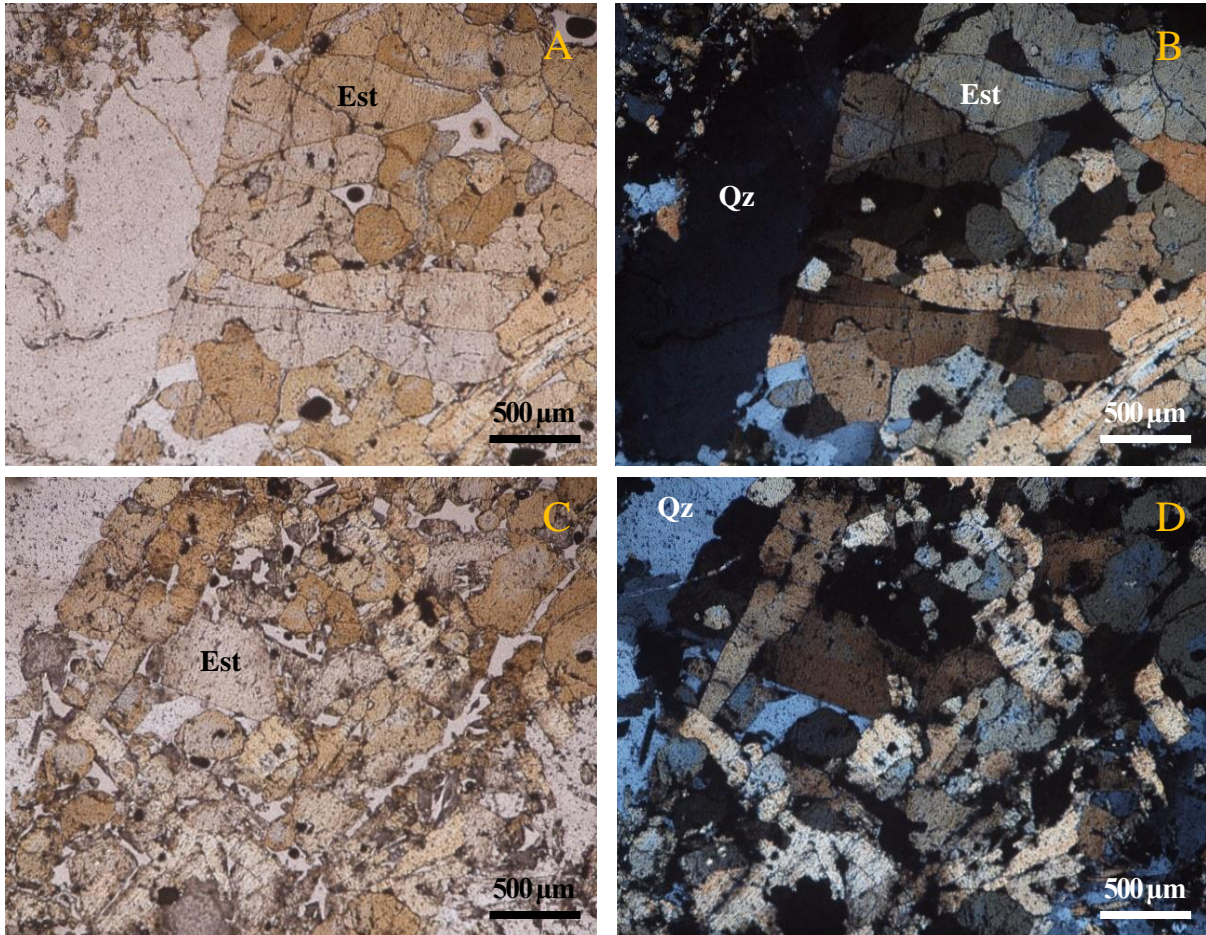


Figura 5.5 – Petrografia da amostra de xisto com estauroлите, RTP-14. A e C – Estauroлите; B – Quartzo e Estauroлите; D – Quartzo.

5.2.3. Micaxisto

Os micaxistos como a amostra RPT-9 são rochas com uma foliação bem marcada, caracterizados por apresentar minerais alongados visíveis macroscopicamente, uma orientação paralela e uma textura geral lepido-granoblástica. Em zonas de maior alteração ocorre ferruginização intensa que concede cores avermelhadas aos micaxistos. A amostra apresenta clivagem de crenulação (Fig. 5.7).

É composto essencialmente por biotite, moscovite, quartzo e feldspato potássico. A biotite apresenta-se fortemente sericitizada e a moscovite apresenta granularidade fina. O quartzo apresenta, maioritariamente, granularidade média, ocorrendo nos contactos entre moscovite, biotite e feldspato. O feldspato apresenta maclas de Carlsbad muito deformadas.

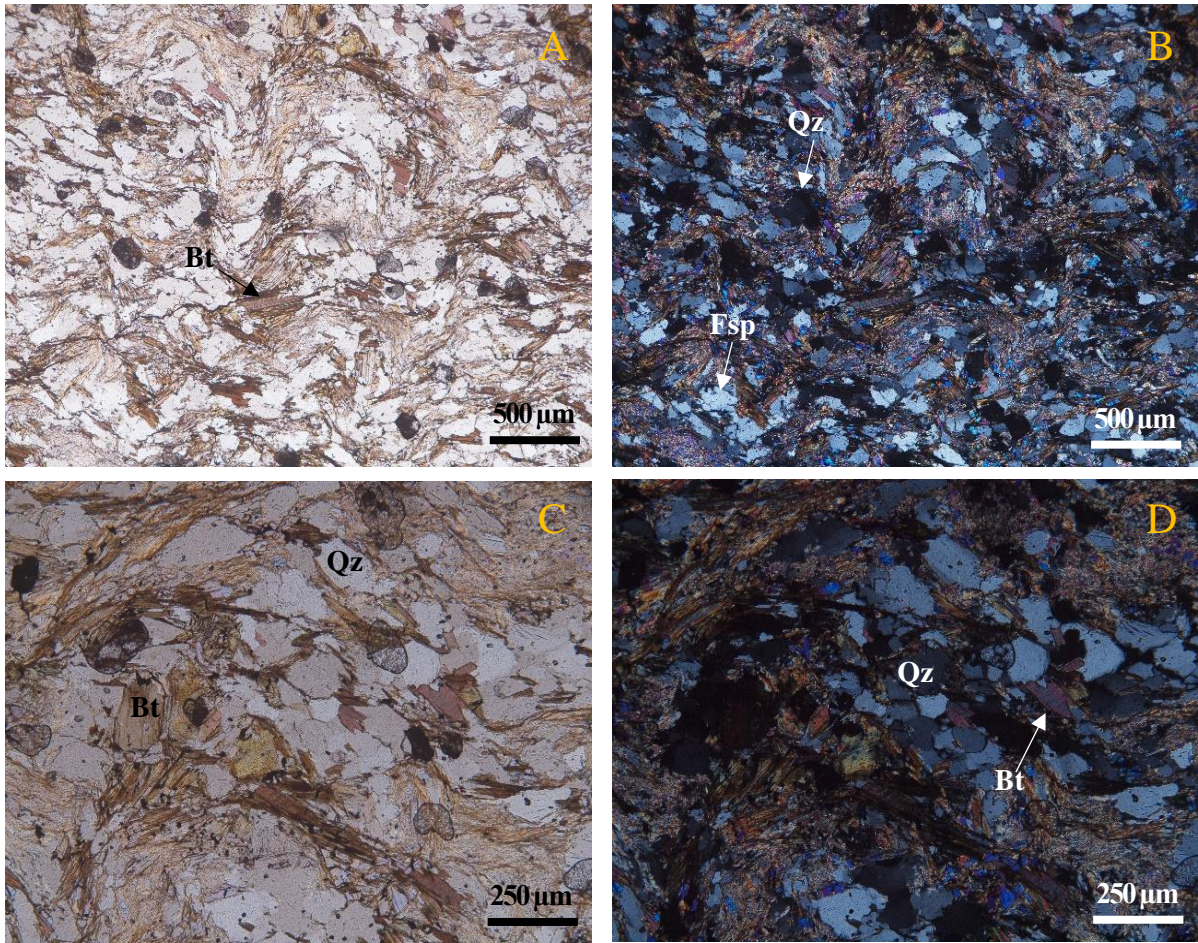


Figura 5.6 – Petrografia da amostra de micaxisto, RPT-9. **A** – Clivagem de crenulação; **B** – Aspeto geral do micaxisto; **C** e **D** – Biotite e quartzo.

6. Química Mineral

6.1. Feldspatos

Foram analisadas as plagioclases e os feldspatos alcalinos nas amostras de granulitos félsicos e migmatitos. Foi utilizado o software A-X de Holland & Powell (1998) para determinar a fórmula estrutural dos feldspatos, bem como as fracções molares de albite, anortite e ortose.

Os migmatitos apresentam pequena variedade composicional. A amostra EM-1 varia entre andesina e labradorite, correspondendo maioritariamente a andesinas ($X_{An}=0.30-0.55$). A fracção molar de ortose é negligenciável ($X_{Or} < 0.01$).

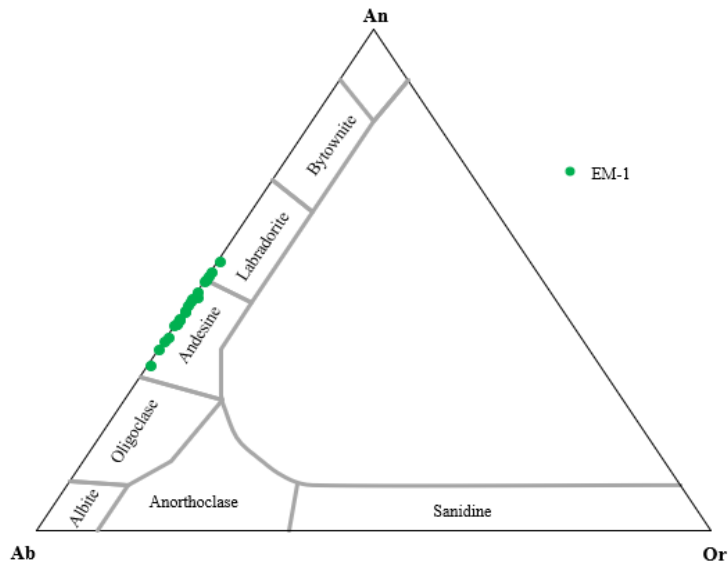


Figura 6.1 – Diagrama das plagioclases e feldspatos alcalinos dos migmatitos (amostra EM-1).

Os granulitos félsicos apresentam amostras com composição distinta. As amostras RPT-1 e RPT-6 são compostas por albite ($X_{Ab}=0.99-0.90$) e por ortose quase pura ($X_{Or}=0.99-0.85$). A amostra RPT-7 apresenta maior dispersão na sua composição, variando entre albite e oligoclase ($X_{Ab}=0.97-0.78$) e ortose com $X_{Or}=0.98-0.94$.

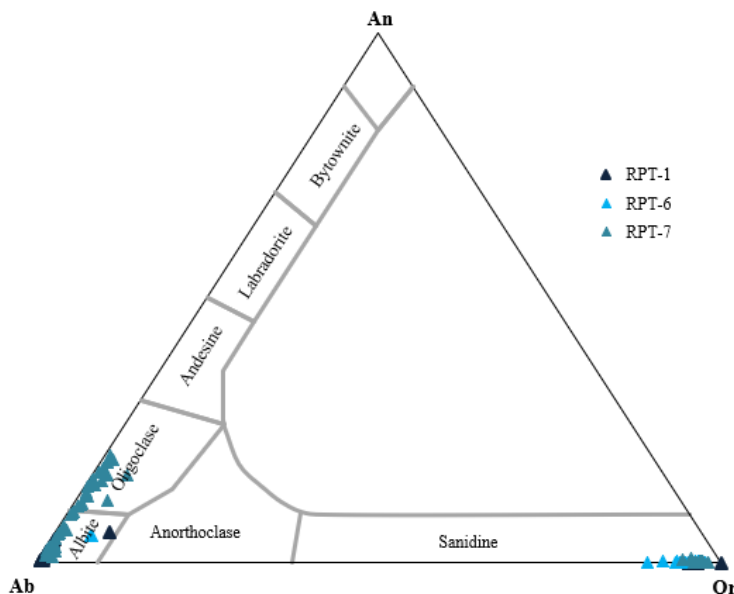


Figura 6.2 – Diagrama das plagioclases e feldspatos alcalinos dos granulitos félsicos (amostras RPT-1, RPT-6 e RPT-7).

Tabela 6.1 – Frações molares de anortite, albite e ortose das plagioclases e feldspatos alcalinos das duas categorias.

<i>Amostra</i>	Granulito Félsico			Migmatito
	RPT-1	RPT-6	RPT-7	EM-1
X_{An}	0.00 – 0.06	0.00 – 0.05	0.00 – 0.20	0.33 – 0.54
X_{Ab}	0.04 – 0.99	0.02 – 0.89	0.02 – 0.98	0.46 – 0.67
X_{Or}	0.01 – 0.96	0.05 – 0.98	0.00 – 0.98	0.00 – 0.01

6.2. Granadas

6.2.1. Perfis

Como as granadas apresentam comumente zonamentos composicionais foram realizados perfis ao longo de vários cristais. Devido às diferentes dimensões das granadas, os perfis realizados apresentam entre 25 a 50 análises pontuais de microsonda. Os perfis de granada foram realizados para as amostras RPT-4A, EM-1, RPT-12 e RPT-16, que correspondem, respetivamente a eclogito (RPT-4A) e migmatitos (restantes amostras). As frações molares de cada componente foram obtidas a partir de uma folha *excel* (Locock, 2008). Para a amostra RPT-4A foram realizados 18 perfis de granada, para as amostras EM1 e RPT-16 foram realizados 3 perfis de granada e para a amostra RPT-12 foram realizados 10 perfis de granada, sendo apresentados apenas os diagramas mais ilustrativos.

Nos diagramas que se seguem para os eclogitos apenas a espessartina está representada no eixo secundário. Todos os outros componentes estão representados no eixo principal.

Em todas as granadas verifica-se que o componente mais abundante é a almandina ($X_{Alm} = 0.53 - 0.82$).

Nos eclogitos, a grossulária ($X_{Gross} = 0.12 - 0.34$) apresenta variações inversas ao que se verifica na almandina ($0.53 - 0.69$), no piropo e na espessartina. A quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.03 - 0.18$) e espessartina ($X_{Spss} = 0.00 - 0.03$) é reduzida, mas é variável ao longo de cada granada. É possível verificar um zonamento típico nas granadas, observando maiores quantidades destes componentes nos bordos, diminuindo nas zonas intermédias e aumentando no núcleo. Numa granada a espessartina apresenta valores anómalos, podendo ser explicados por uma possível difusão com uma inclusão de um mineral ferro-magnésiano rico em manganês (Fig. 6.6).

Para a granada 1, verifica-se que as quantidades de piropo ($X_{Py} = 0.13 - 0.18$) e grossulária ($X_{Gross} = 0.12 - 0.21$) variam de forma inversa em relação à almandina ($X_{Alm} = 0.62 - 0.69$) (Fig. 6.3). Neste perfil não é significativamente perceptível a diferença de composições entre os bordos e o núcleo, na almandina, no piropo e na grossulária. Analisando a espessartina ($X_{Spss} = 0.01 - 0.02$) verifica-se que a granada apresenta um zonamento do bordo para a zona intermédia e da zona intermédia para o núcleo, pois a quantidade de espessartina é menor nos bordos, aumentando ligeiramente na zona intermédia e diminuindo novamente na passagem desta para o núcleo, onde a quantidade deste componente sofre um aumento.

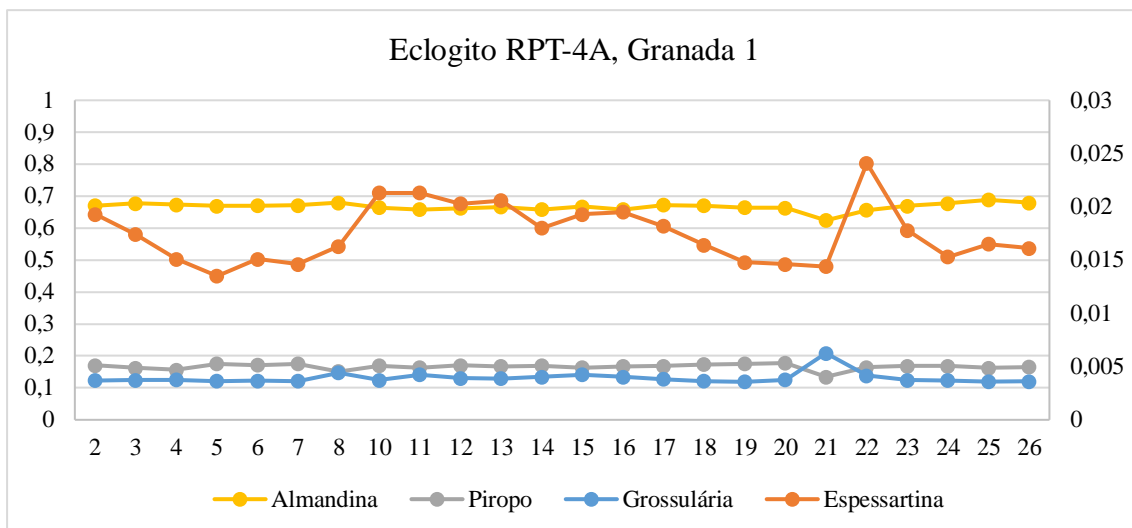


Figura 6.3 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1, do eclogito RPT-4A, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Para a granada 2, a composição da grossulária ($X_{Gross} = 0.12 - 0.26$) varia inversamente em relação à composição da almandina ($X_{Alm} = 0.61 - 0.68$), piropo ($X_{Py} = 0.08 - 0.17$) e espessartina. Assim como a granada 1, podemos afirmar que esta granada apresenta zonamento. Analisando a quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.01 - 0.02$), de almandina e de piropo verificamos que os bordos apresentam uma maior porção destes componentes em relação às zonas intermédias, aumentando estas quantidades no núcleo (Fig. 6.4). Estas variações são mais perceptíveis para a espessartina pois é o único componente que está representado no eixo secundário.

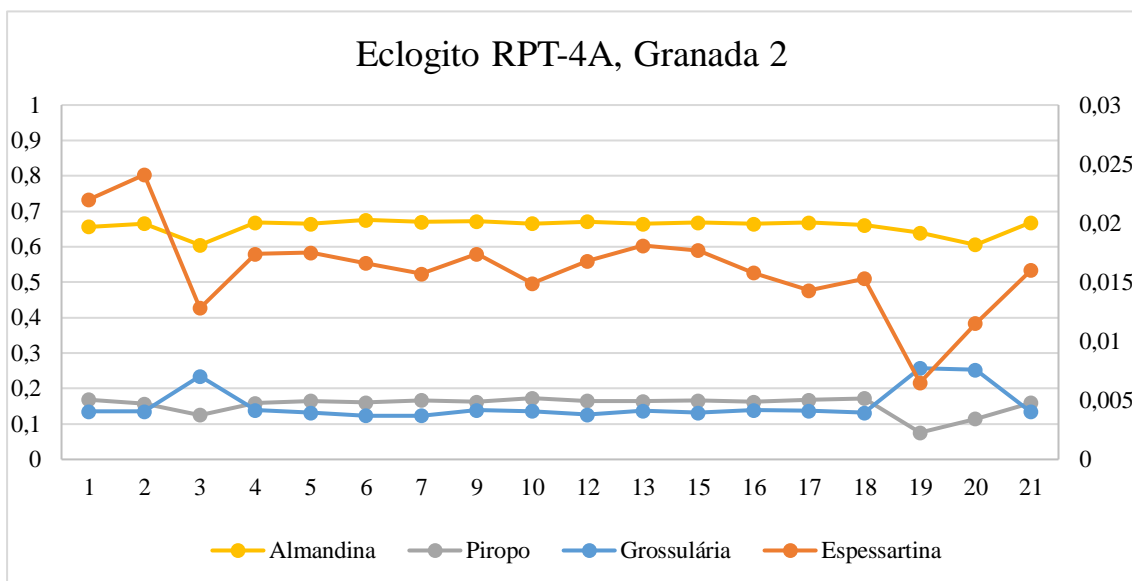


Figura 6.4 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 2, do eclogito RPT-4A, com as respetivas componentes presentes no mineral.

No perfil da granada 3 (Fig. 6.5) é possível observar que a composição da grossulária ($X_{Gross} = 0.12 - 0.30$) varia inversamente em relação à composição da almandina ($X_{Alm} = 0.61 - 0.67$) e do piropo ($X_{Py} = 0.04 - 0.18$). É possível observar que o núcleo apresenta uma menor quantidade de almandina em relação aos bordos. A composição da espessartina ($X_{Spss} = 0.00 - 0.03$) é maior nos bordos, diminuindo na zona intermédia e aumentando novamente no núcleo. Verifica-se que um dos bordos da granada apresenta uma diminuição deste componente em relação ao outro bordo.

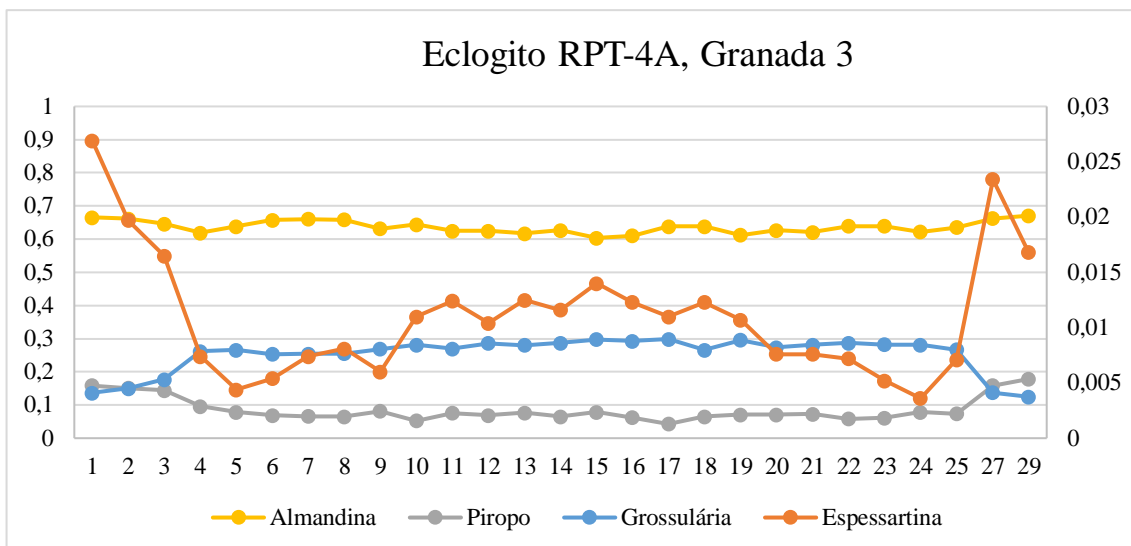


Figura 6.5 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 3, do eclogito RPT-4A, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Na granada 7, a composição da grossulária ($X_{Gross} = 0.12 - 0.15$) varia inversamente em relação à composição da almandina ($X_{Alm} = 0.65 - 0.68$) e do piropo ($X_{Py} = 0.15 - 0.18$) (Fig. 6.6). A quantidade de espessartina ($X_{Sps} = 0.016 - 0.024$) aumenta nos bordos diminuindo nas zonas intermédias e voltando a aumentar no núcleo. Estas variações são mais perceptíveis para a espessartina pois é o único componente que está representado no eixo secundário.

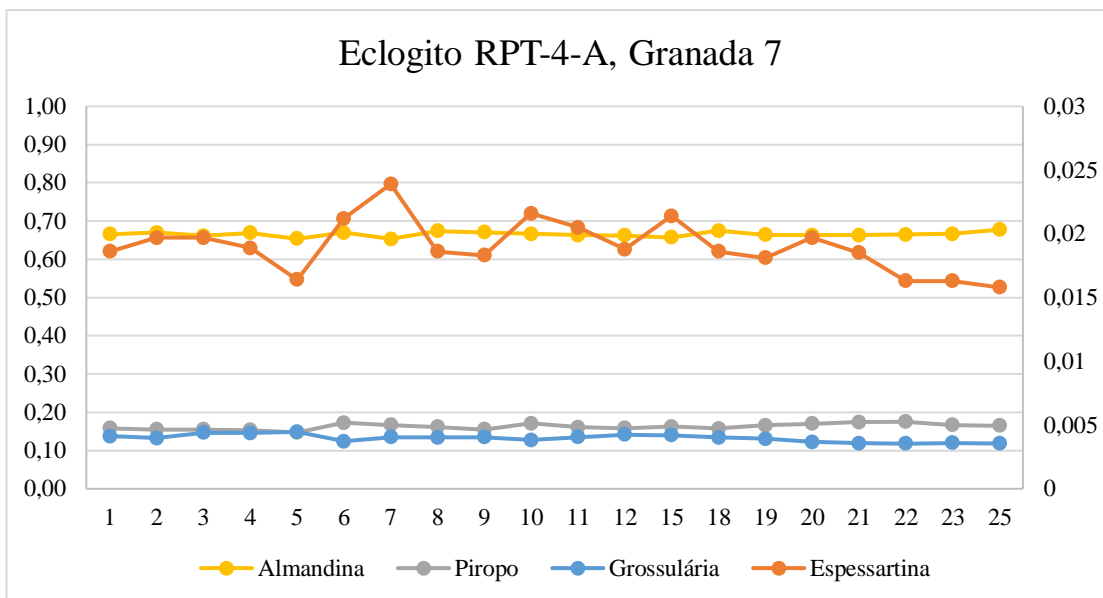


Figura 6.6 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 7, do eclogito RPT-4A, com as respetivas componentes presentes no mineral.

No perfil da granada 14 (Fig. 6.7) é possível observar que a quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.53 - 0.67$) e de piropo ($X_{Py} = 0.03 - 0.16$) são muito variáveis. Os bordos apresentam um maior teor deste componente, diminuído nas zonas intermédias e aumentando no núcleo. A composição da grossulária ($X_{Gross} = 0.14 - 0.34$) varia inversamente em relação à composição da almandina e do piropo. É de notar que a espessartina ($X_{Sps} = 0.00 - 0.09$) apresenta valores altos, que quando comparados com as granadas anteriores não se verificam. Esta anomalia poderá ser explicada pela difusão com uma inclusão de um mineral ferro-magnésiano rico em manganês, como a ilmenite que está presente na amostra RPT-4A.

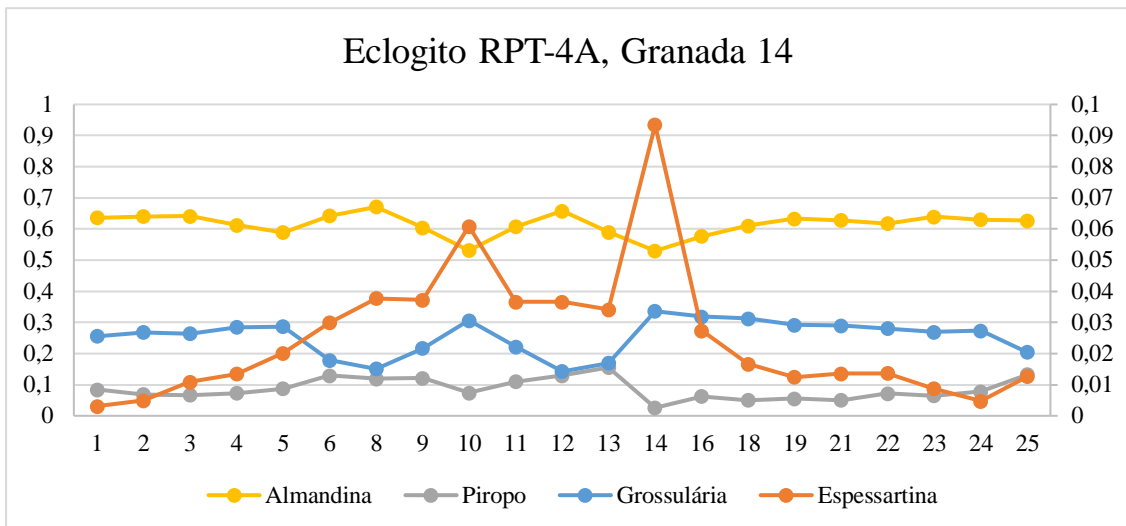


Figura 6.7 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 14, do eclogito RPT-4A, com as respetivas componentes presentes no mineral.

No perfil (Fig. 6.8) é possível observar que a quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.57 - 0.68$), de piropo ($X_{Py} = 0.11 - 0.18$) e de espessartina ($X_{Spss} = 0.01 - 0.03$) é maior nos bordos, diminuindo nas zonas intermédias e aumentando no núcleo, enquanto a variação da grossulária ($X_{Gross} = 0.12 - 0.26$) é inversa, diminuindo nos bordos, aumentando nas zonas intermédias e diminuindo novamente no núcleo.

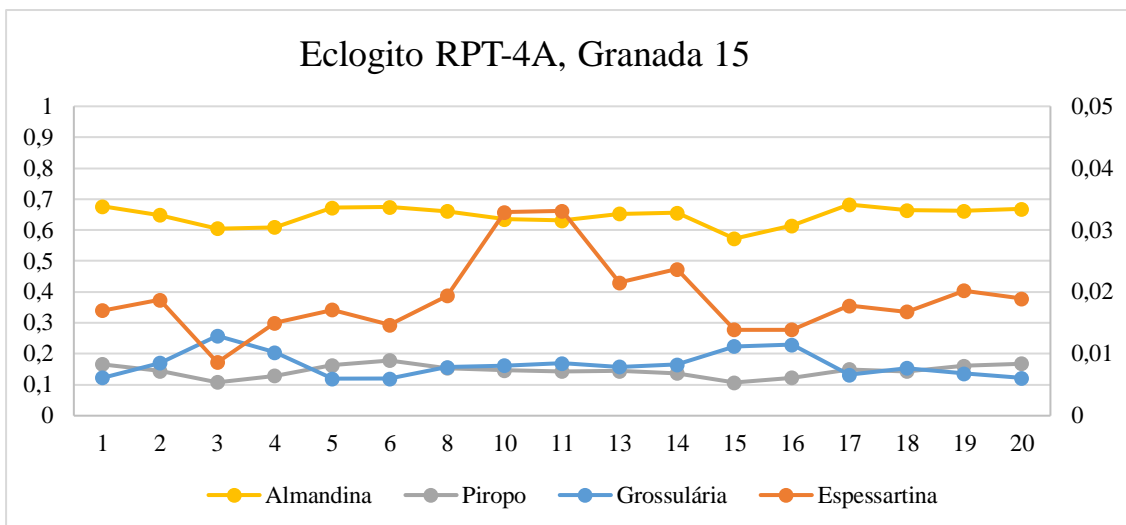


Figura 6.8 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 15, do eclogito RPT-4A, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Para os migmatitos, a espessartina e a grossulária estão representadas no eixo secundário e os outros componentes estão representados no eixo principal.

No migmatito EM-1, as quantidades de almandina e piropo variam contrariamente uma à outra, sendo que a quantidade de almandina é a mais elevada ($X_{Alm} = 0.75 - 0.82$) enquanto a quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.08 - 0.17$) mantém-se praticamente constante, podendo existir algumas variações. A quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.01 - 0.04$) é sempre reduzida, mas apresenta ser mais abundante tanto no núcleo como nos bordos e mostra uma redução deste componente nas zonas intermédias. Assim como a grossulária, a quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.02 - 0.06$) é reduzida, mas apresenta variações da sua quantidade, sendo, por vezes, mais abundante no núcleo em relação aos bordos.

Nos migmatitos RPT-12 e RPT-16, a almandina ($X_{Alm} = 0.68 - 0.82$) é o componente mais presente nas granadas. A quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.06 - 0.12$) mantém-se praticamente constante, podendo existir algumas variações, mas muito reduzidas. A quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.01 - 0.04$) e espessartina ($X_{Spss} = 0.07 - 0.18$) é reduzida e mantém-se praticamente constante, ocorrendo variações muito pequenas.

Na granada 1 da amostra EM-1 (Fig. 6.9), verifica-se que a quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.02 - 0.04$) é mais elevada no núcleo em relação aos bordos, exceto num dos bordos onde ocorre um ligeiro aumento deste componente e da quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.02 - 0.03$) que é ligeiramente mais elevada nos bordos em relação ao núcleo. É possível observar que o núcleo apresenta ligeira diminuição da quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.76 - 0.79$) em relação aos bordos, contrariamente acontece com a quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.11 - 0.17$) que aumenta no núcleo e diminui nos bordos

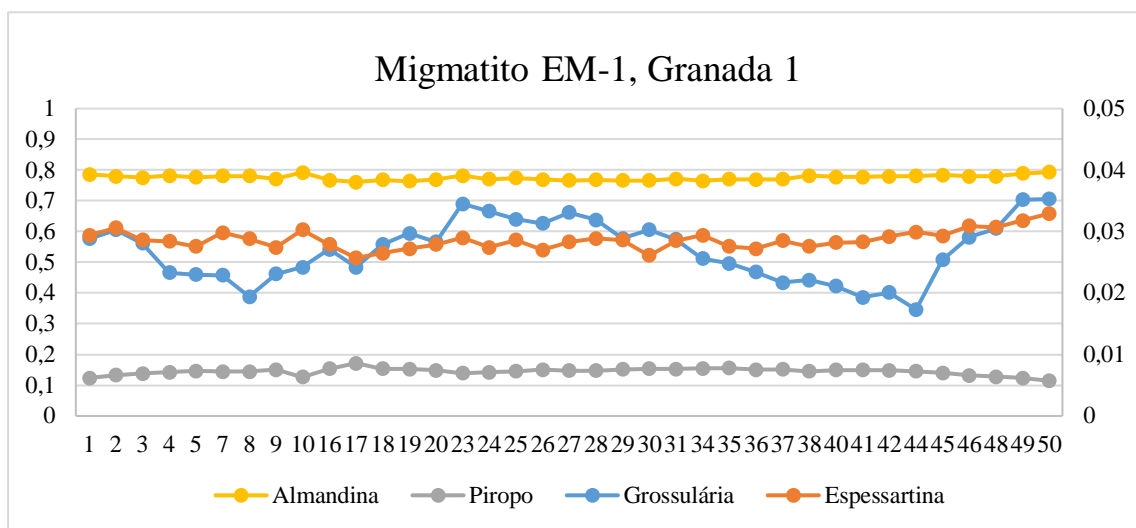


Figura 6.9 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1, do migmatito EM-1, com as respetivas componentes presentes no mineral.

No perfil da granada 2 (Fig. 6.10) é possível observar que o núcleo apresenta ligeira diminuição da quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.77 - 0.80$) em relação aos bordos. Contrariamente acontece com a quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.11 - 0.16$) que aumenta no núcleo e diminui nos bordos. É também perceptível que a quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.01 - 0.04$) é variável, sendo que a quantidade deste componente aumenta nos bordos e no núcleo, mas ocorre uma diminuição brusca na passagem do bordo para o núcleo e do núcleo para o bordo. A quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.02 - 0.03$) é maior nos bordos e menor no núcleo.

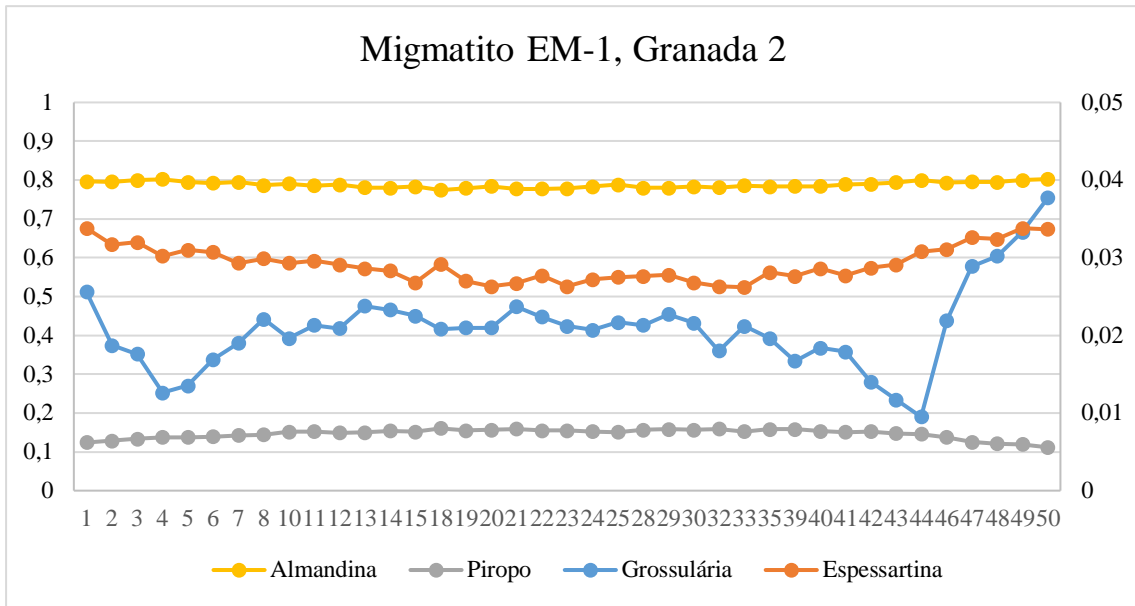


Figura 6.10 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 2 do migmatito EM-1, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Na granada 3 (Fig. 6.11) a variação da quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.75 - 0.82$) é quase impercetível, ocorrendo um ligeiro aumento deste componente nos bordos e uma ligeira diminuição deste no núcleo. Tal como na almandina, a variação de quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.08 - 0.15$) não é quase notória, havendo uma pequena diminuição deste componente nos bordos e um pequeno aumento no núcleo. É possível observar que a quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.02 - 0.03$) aumenta nos bordos, diminui nas zonas intermédias e aumenta no núcleo e a quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.03 - 0.06$) é maior no núcleo em relação aos bordos.

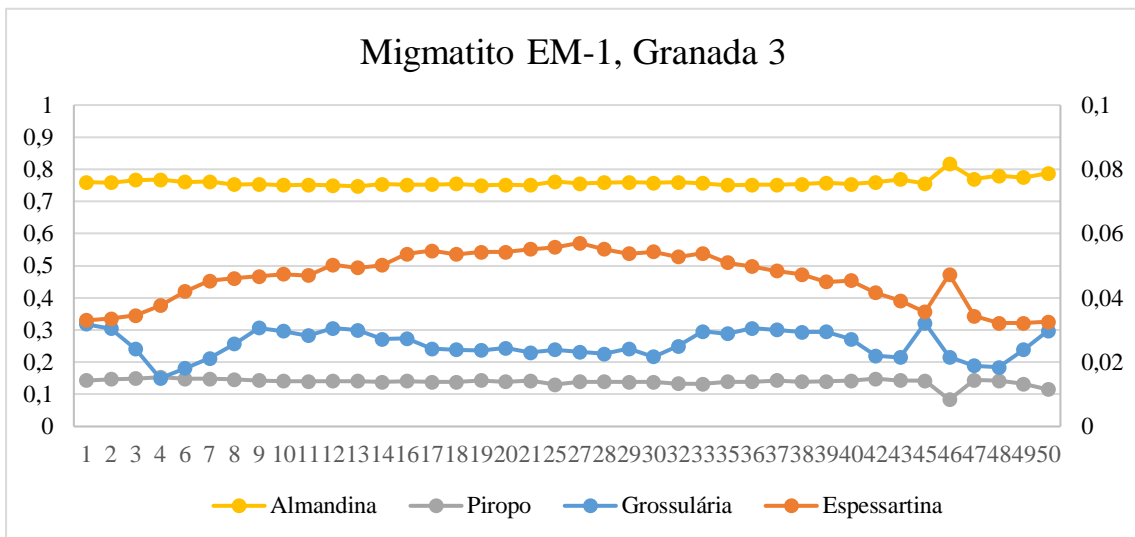


Figura 6.11 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 3 do migmatito EM-1, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Na granada 1 da amostra RPT-12 (Fig. 6.12), a variação da quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.68 - 0.76$) é mais pequena no núcleo e maior nos bordos, enquanto a variação da quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.00 - 0.02$) no bordo e no núcleo é quase impercetível, à exceção de uma diminuição deste componente na zona intermédia. É possível observar que a quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.07 - 0.11$) aumenta nos bordos, diminui nas zonas intermédias e aumenta novamente no núcleo. A variação da quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.10 - 0.12$) não é notória.

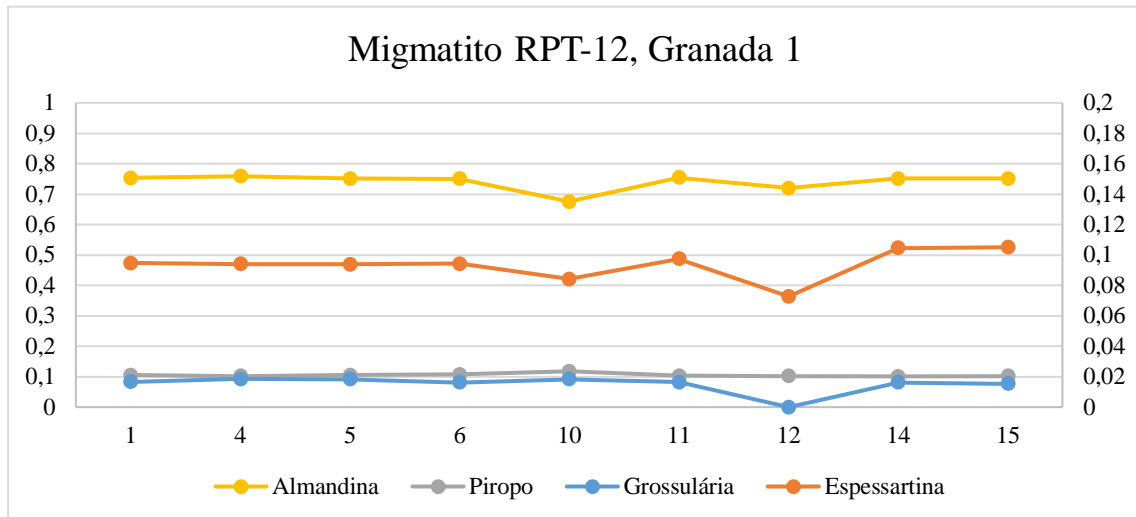


Figura 6.12 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1 do migmatito RTP-12, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Na granada 10 (Fig. 6.13) é impercetível a variação da quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.73 - 0.75$) ao longo do núcleo e dos bordos. É possível observar que a quantidade de grossulária ($X_{Gross} = 0.02 - 0.03$) é menor num dos bordos. A quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.11 - 0.14$) aumenta nos bordos, diminui na zona intermédia e aumenta no núcleo, à exceção de um bordo, onde se verifica uma diminuição da quantidade deste componente. A variação da quantidade de piropo ($X_{Py} = 0.07 - 0.10$) não é notória.

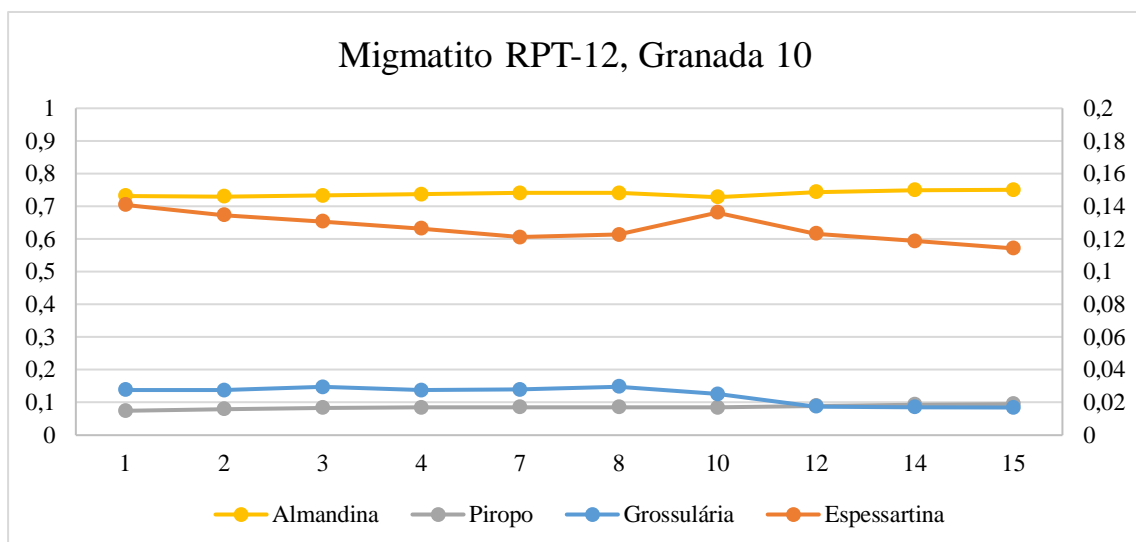


Figura 6.13 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 10 do migmatito RTP-12, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Na granada 1 da amostra RPT-16 (Fig. 6.14) a variação da quantidade de almandina ($X_{Alm} = 0.69 - 0.70$) não é notória. Verifica-se que a quantidade de espessartina ($X_{Spss} = 0.16 - 0.18$) aumenta nos bordos, diminui nas zonas intermédias e aumenta no núcleo. A variação da grossulária ($X_{Gross} = 0.03 - 0.04$) e do piropo ($X_{Py} = 0.07 - 0.08$) é quase impercetível, havendo um aumento da quantidade de grossulária nos bordos, diminuindo nas zonas intermédias e aumentando no núcleo, enquanto que a quantidade de piropo varia contrariamente a este componente.

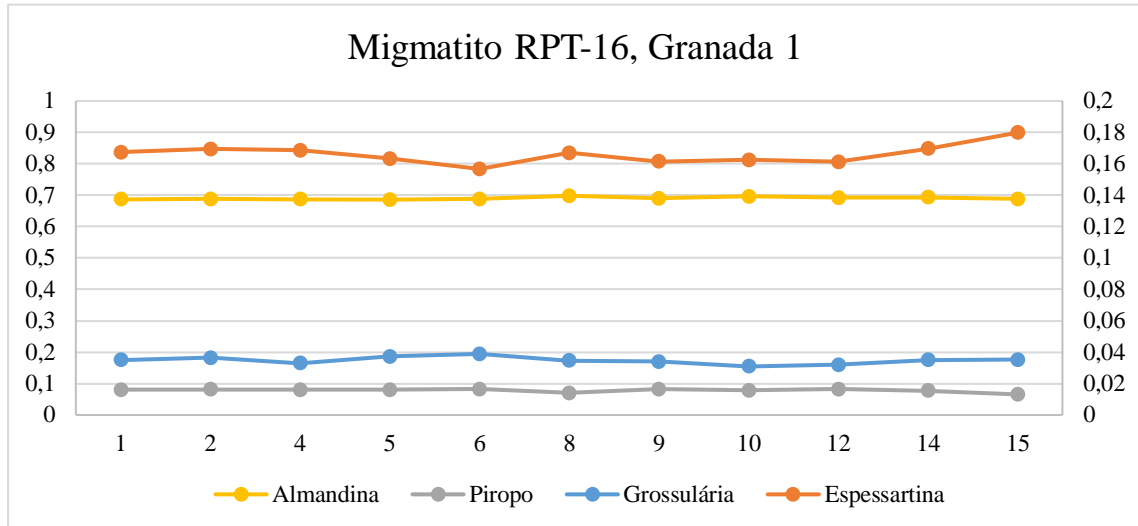


Figura 6.14 – Perfil bordo-núcleo-bordo da granada 1 do migmatito RTP-16, com as respetivas componentes presentes no mineral.

Tabela 6.2 – Fração molar de almandina, piropo, grossulária e espessartina das granadas do eclogito RPT-4-A e dos migmatitos EM-1, RPT-12 e RPT-16.

Amostra	Eclogitos	Migmatitos		
	RPT-4-A	EM-1	RPT-12	RPT-16
X_{Alm}	0.53 – 0.69	0.75 – 0.82	0.68 – 0.82	0.68 – 0.72
X_{Py}	0.43 – 0.20	0.07 – 0.17	0.08 – 0.12	0.06 – 0.10
X_{Gross}	0.11 – 0.34	0.01 – 0.04	0.01 – 0.03	0.03 – 0.04
X_{Spss}	0.003 – 0.09	0.03 – 0.06	0.08 – 0.14	0.11 – 0.18

6.2.2. Mapas composicionais

Com a verificação da existência de zonamentos nas granadas das amostras RPT-4A, RPT-7 e EM-1 foram efetuados mapas composicionais por EDS na microsonda de forma a perceber a distribuição dos elementos principais.

Para a granada 1 do eclogito RPT-4A é possível observar que o zonamento se deve essencialmente ao Ca (mais pronunciado) e ao Mg (Fig. 6.15), enquanto se verifica algum zonamento, para a granada 7 do eclogito RPT-4A, de Ca no anel da granada (Fig. 6.16).

É possível observar algum zonamento nas composições de Mg e Fe (Fig. 6.17), na granada 1 do migmatito EM-1.

Tais zonamentos são verificados nas análises de química mineral apresentadas anteriormente (Figs. 6.3, 6.6 e 6.9). Aquando da formação das granadas a altas temperaturas, ocorre a depleção do Fe do núcleo da granada em relação ao bordo, sendo comum enriquecimento em Ca e Mg. Esta concentração diminui com o decréscimo da temperatura na retrogradação, ocorrendo o aumento de Fe e Mn no bordo da granada por interação com a matriz.

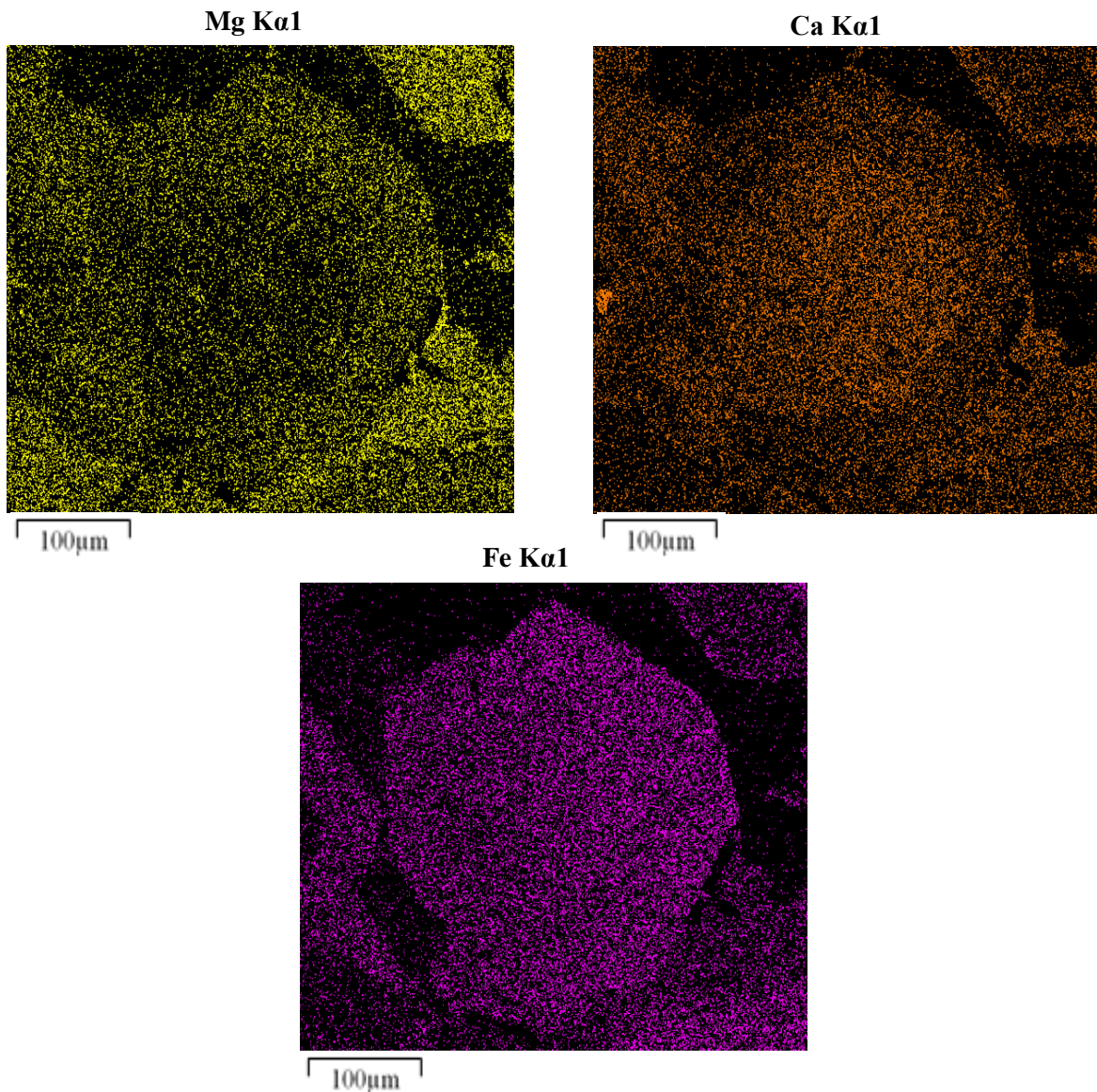


Figura 6.15 – Mapas composicionais da granada 1 da amostra RPT-4-A (Eclogito) em relação aos elementos Mg, Ca e Fe.

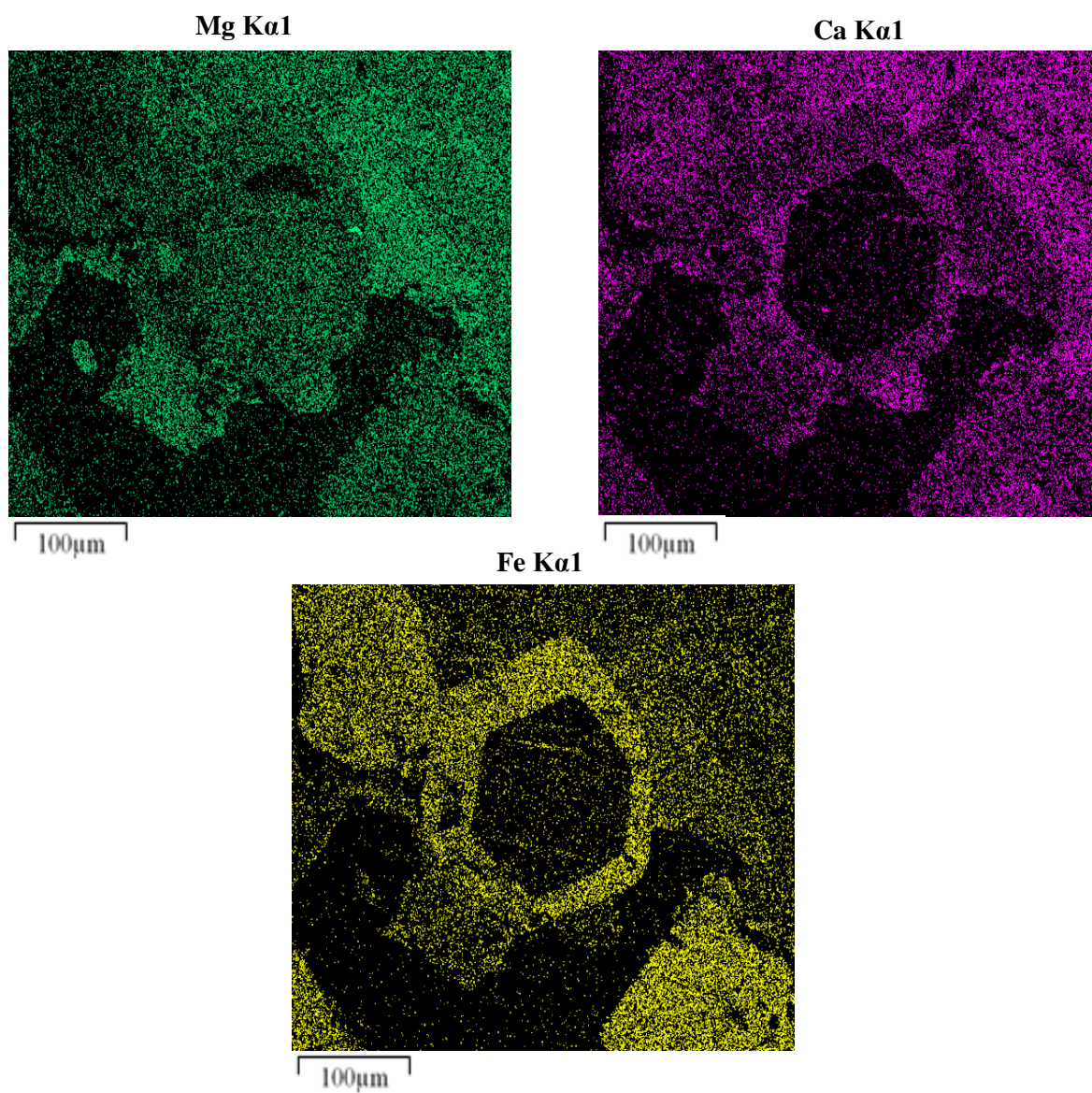


Figura 6.16 – Mapas composicionais da granada 7 da amostra RPT-4-A (Eclogito) em relação aos elementos Mg, Ca, Fe e Al.

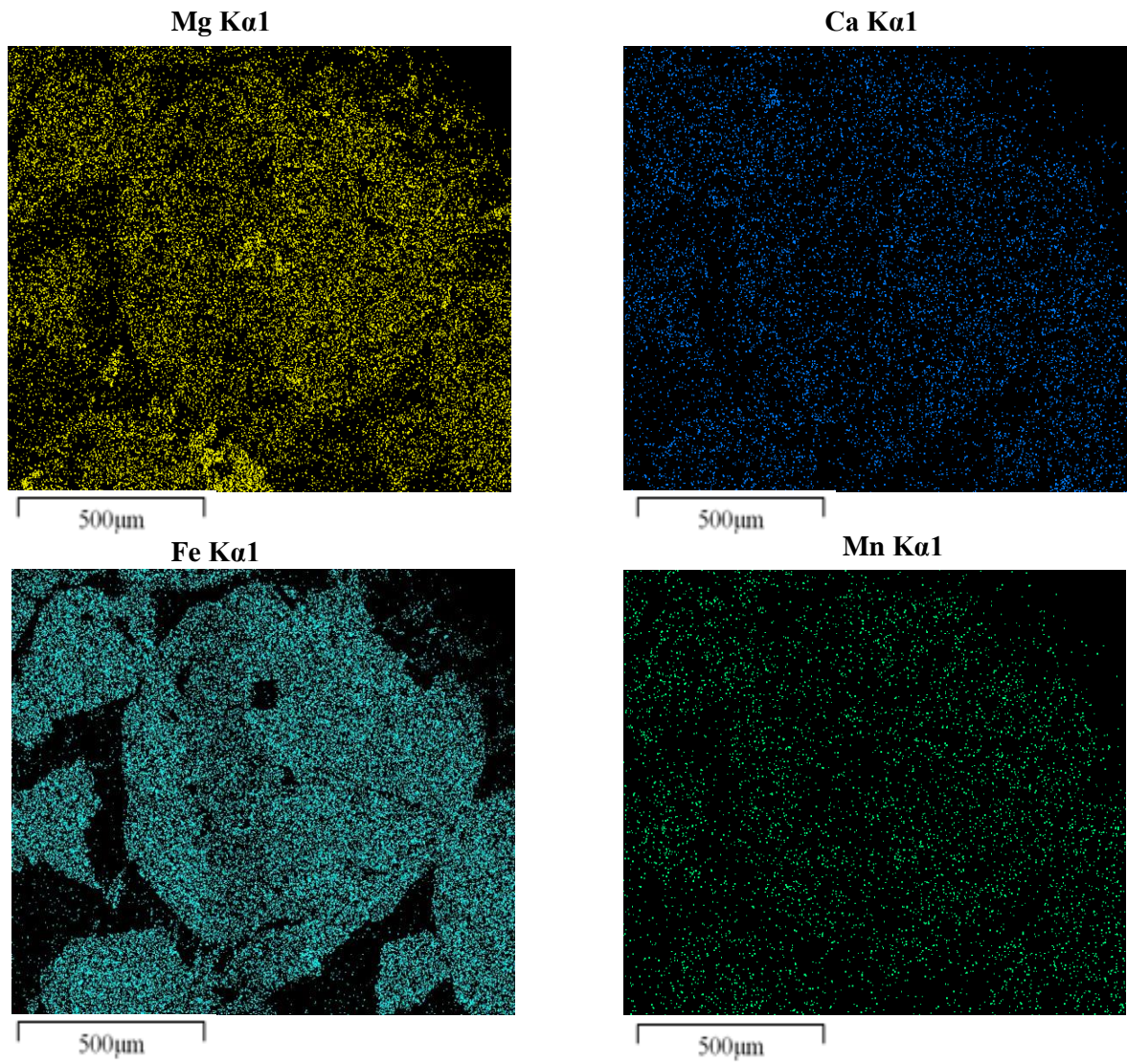


Figura 6.17 – Mapas composicionais da granada 1 da amostra EM-1 (migmatito) em relação aos elementos Mg, Ca, Fe, Mn.

6.3. Piroxenas

As piroxenas são importantes silicatos ferromagnesianos constituintes das rochas ígneas e rochas metamórficas (Yavuz, 2013). Os diagramas utilizados para a projeção dos dados são os presentes no trabalho de Morimoto (1988).

As piroxenas das amostras RPT-1 e RPT-7 (granulitos félsicos) correspondem a augites ($X_{Wo} = 28 - 30\%$ e $\#Mg = 0.52 - 0.83$). De forma a obter as percentagens de jadeíte (Jd), aegirina (Aeg) e Q ($Wo+En+Fs$), recorreu-se ao programa Winpyrox (Yavuz, 2013). Neste programa os cálculos foram realizados para 6 oxigénios e a proporção Fe^{2+}/Fe^{3+} foi realizada com base na equação de Droop (1987): $Fe^{3+} = 12 \times \left(1 - \left(\frac{4}{Total\ de\ catiões}\right)\right)$. A amostra RPT-4A (eclogito) apresenta piroxenas com valores ricos em Na, projetando-se no campo das onfacites ($X_{Jd} = 33 - 61\%$) (Fig. 6.18-19).

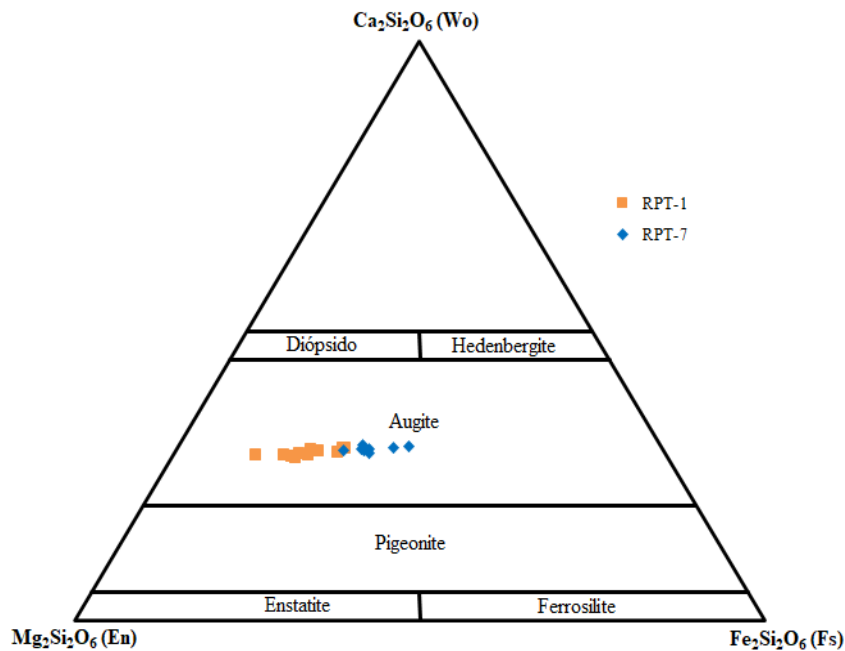


Figura 6.18 – Diagrama de piroxenas de Morimoto (1988) com a projeção das amostras analisadas. As amostras RPT-1 e RPT-7 correspondem a granulitos félsicos.

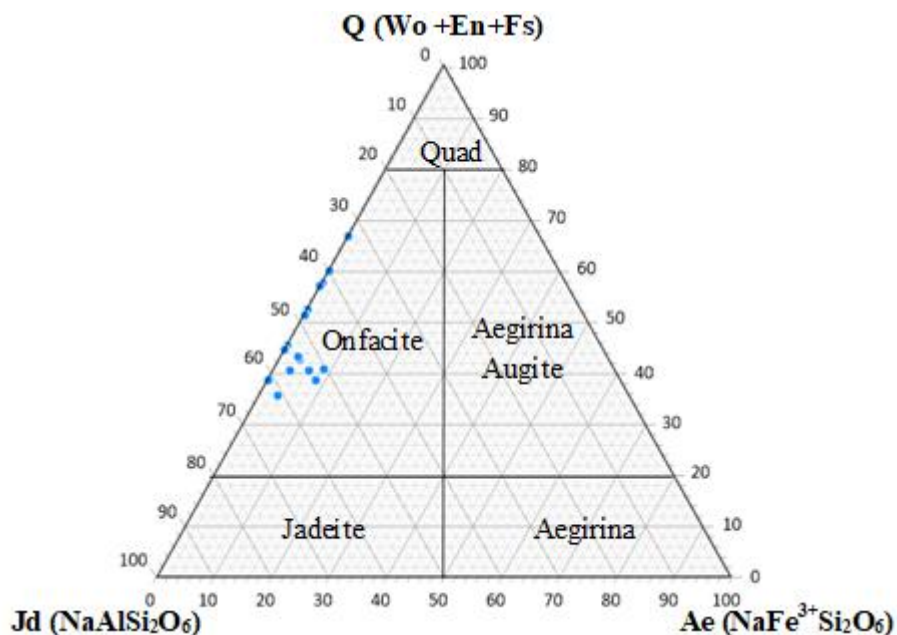


Figura 6.19 – Diagrama de piroxenas sódicas de Morimoto *et al.* (1988) com a projeção da amostra RPT-4A. A amostra RPT-4A corresponde a eclogitos.

Tabela 6.3 – Frações molares de volastonite, enstatite e ferrosilite das piroxenas presentes nos granulitos félsicos, frações molares de Q (Wo+En+Fs), jadeíte e aegirina nos eclogitos e quantidade de Na catiónico.

Amostra	Granulitos Félsicos		Eclogito
	RPT-1	RPT-7	RPT-4-A
X_{Wo}	28.15 – 29.73	28.92 – 30.39	-
X_{En}	45.75 – 59.44	36.51 – 46.24	-
X_{Fs}	12.18 – 24.54	24.30 – 33.41	-
X_Q	-	-	35.69 – 66.96
X_{Jd}	-	-	33.64 – 61.21
X_{Aeg}	-	-	0.00 – 8.76
Na^+	0.007 – 0.047	0.008 – 0.024	0.379 – 0.630

6.4. Anfíbolas

Para projeção dos dados foram realizados diagramas recorrendo à folha *excel* de Locock (2014). Locock (2014) assume que a soma de F, Cl e OH é igual a 2 e considera 46 cargas negativas como base para o cálculo da fórmula estrutural.

Na amostra RPT-7 (granulito félsico) (Fig. 6.20) a composição das anfíbolas varia de tremolite a magnésio-hornblenda a pargasite ($\#Mg = 0.52 - 0.66$; $Al^{IV} = 0.35 - 1.53$) e na amostra RPT-4A (eclogito) (Fig. 6.21) a composição da anfíbola analisada é projetada no campo do glaucófano ($\#Mg = 0.67$; $Al^{IV} = 0.50$).

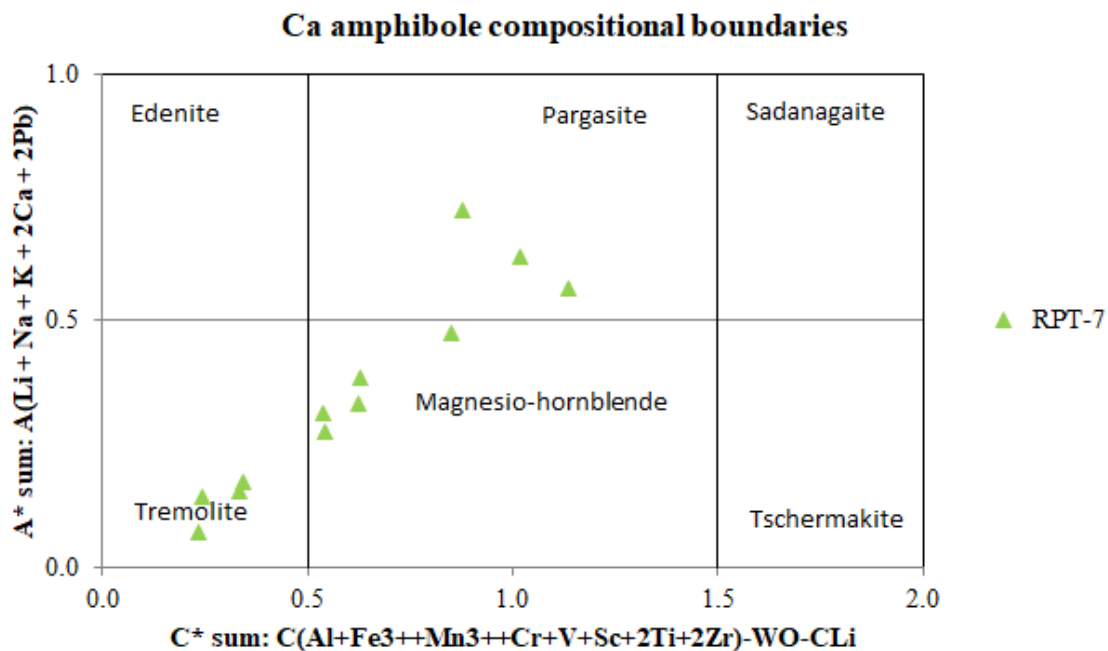


Figura 6.20 – Diagrama das anfíbolas cálcicas de Locock (2014) com a projeção das análises do granulito félsico RPT-7.

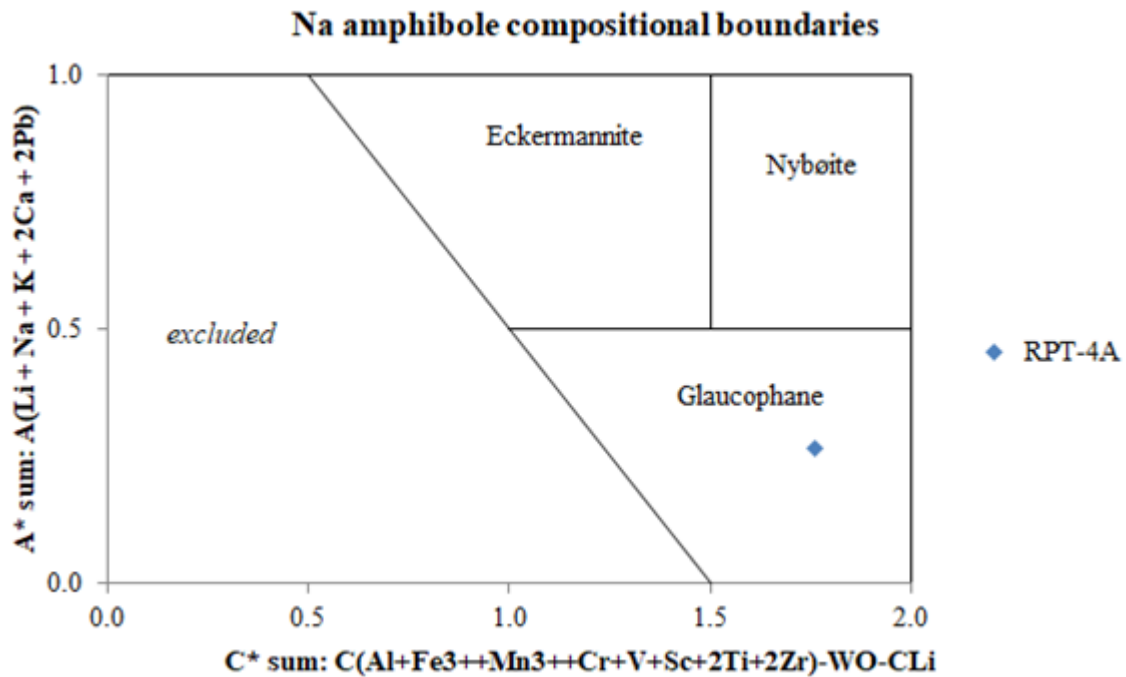


Figura 6.21 – Diagrama das anfíbulas sódicas de Locock (2014) com a projeção das análises do eclogito RPT-4A.

6.5. Biotites

Nas amostras de granulitos félsicos RPT-7 e do migmatito EM-1, foi analisada a variação composicional das biotites.

Se dividirmos o diagrama (Fig. 6.22) em quatro partes, a amostra RPT-7, apresenta biotites com composições aproximadas da eastonite ($\text{KAlMg}_2(\text{Si}_2\text{Al}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$).

Para a amostra EM-1, as análises das biotites foram divididas em dois grupos: biotites presentes na matriz e biotites inclusas nas granadas. Analisando a Figura 6.22, é possível observar que as biotites presentes na matriz são siderofilites (mais Al^{IV} e menor $\#\text{Mg}$), enquanto as biotites inclusas na granada apresentam uma composição na transição eastonite-siderofilite.

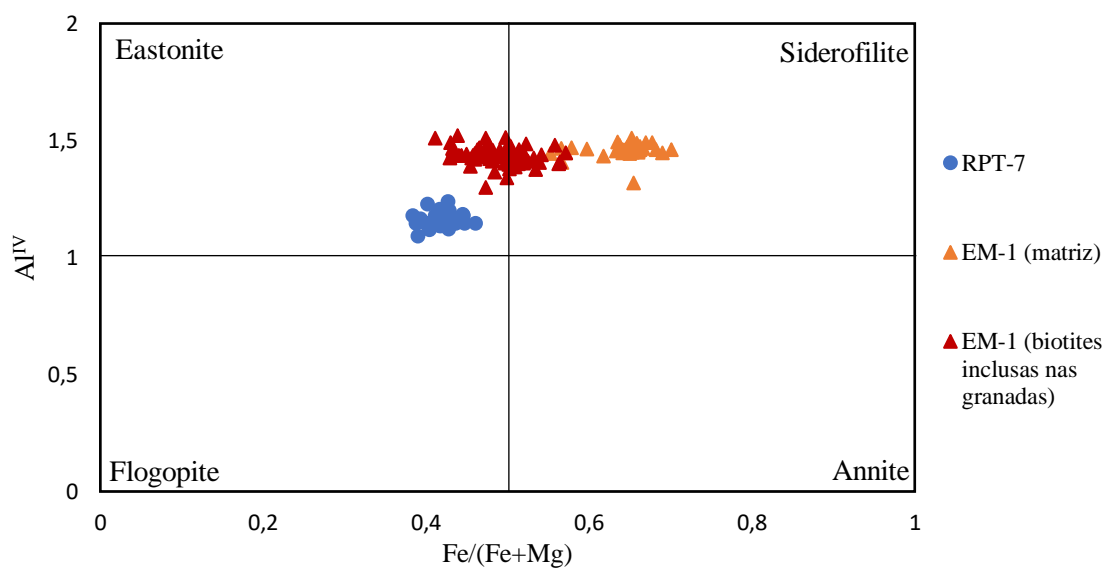


Figura 6.22 – Variação composicional das biotites analisadas para os Granulitos félsicos RPT-7 e EM-1

Tabela 6.4 – Análises químicas de biotites em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.

Amostras	Granulito félsico	Migmatito
	RPT-7	EM-1
Si	2.733 – 2.936	2.528 – 2.751
Ti	0.066 – 0.128	0.036 – 0.349
Al	1.199 – 1.505	1.514 – 1.790
Fe ³⁺	0.000 – 0.180	0.000 – 0.280
Fe ²⁺	0.968 – 1.218	0.908 – 1.618
Mg	1.371 – 1.617	0.674 – 1.354
Ca	0.000 – 0.031	0.000 – 0.006
Na	0.003 – 0.019	0.008 – 0.055
K	0.788 – 0.981	0.427 – 0.970
Al ^{IV}	1.089 – 1.238	1.298 – 1.521
Fe/(Fe+Mg)	0.384 – 0.461	0.411 – 0.701

6.6. Minerais acessórios

As micas brancas ocorrem nas amostras de granulitos félsicos, RPT-1, RPT-6 e RPT-7, e na amostra de eclogito RPT-4-A.

Pelos valores apresentados na Tabela 6.5, é possível concluir que as micas brancas analisadas são ricas em potássio, correspondendo a moscovites.

Tabela 6.5 – Análises químicas de micas brancas em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.

Amostras	Granulito félsico			Eclogito
	RPT-1	RPT-6	RPT-7	RPT-4-A
Si	3.357	3.411 – 3.462	3.331 – 3.430	3.330 – 3.450
Ti	0.028	0.019 – 0.020	0.021 – 0.058	0.030 – 0.050
Al	2.300	2.027 – 2.125	2.023 – 2.218	2.010 – 2.170
Fe ³⁺	0.112	0.000 – 0.000	0.000 – 0.123	0.000 – 0.030
Fe ²⁺	0.048	0.257 – 0.285	0.083 – 0.209	0.120 – 0.160
Mg	0.261	0.199 – 0.219	0.205 – 0.314	0.310 – 0.390
Ca	0.007	0.001 – 0.002	0.000 – 0.002	0.000 – 0.030
Na	0.047	0.021 – 0.027	0.029 – 0.050	0.030 – 0.090
K	0.546	0.954 – 0.955	0.726 – 0.941	0.830 – 0.950

A amostra de granulito félsico RPT-6, é a única que apresenta carbonatos, nomeadamente calcite (CaCO₃) (Tabela 6.6), comprovando a existência de alteração da rocha (metassomatismo).

O epidoto está presente em apenas duas amostras, RPT-1 e RPT-7 (Tabela 6.7) e as amostras RPT-1, RPT-6 e RPT-7, são as únicas amostras que apresentam apatites. As apatites presentes nestas amostras correspondem a flúor-apatites.

O migmatito EM-1 é a única amostra analisada que apresenta cordierite.

Tabela 6.6 – Análises químicas de calcite em porcentagem do peso em óxido do granulito félsico RPT-6. Para cada elemento estão representados intervalos.

Amostra	Granulito félsico
	RPT-6
TiO ₂	0.000 – 0.001
FeO	0.228 – 0.340
MgO	0.041 – 0.058
MnO	0.443 – 0.561
CaO	54.057 – 55.842
CO ₂	41.392 – 42.265
Na ₂ O	0.013 – 0.017
La ₂ O ₃	0.000 – 0.000
SrO	0.084 – 0.373
BaO	0.000 – 0.000
Ce ₂ O ₃	0.000 – 0.055
ZnO	0.000 – 0.021

Tabela 6.7 – Análises químicas de epídotos em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.

Amostras	Granulitos félsicos	
	RPT-1	RPT-7
Si	3.080 – 3.240	2.950 – 3.010
Ti	0.000 – 0.020	0.000 – 0.010
Al	2.270 – 2.480	2.430 – 2.530
Cr	0.000 – 0.000	0.000 – 0.000
Fe ³⁺	0.450 – 0.630	0.500 – 0.570
Fe ²⁺	0.005 – 0.006	0.000 – 0.000
Mn	0.005 – 0.012	0.000 – 0.010
Mg	0.002 – 0.009	0.000 – 0.020
Ca	1.720 – 1.910	1.880 – 2.040
Na	0.001 – 0.012	0.000 – 0.010
K	0.000 – 0.004	0.000 – 0.000

Tabela 6.8 – Análises químicas de cordierites em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra

Amostra	Migmatito
	EM-1
Si	5.002 – 5.051
Ti	0.000 – 0.000
Al	3.939 – 3.975
Cr	0.002 – 0.006
Fe ³⁺	0.000 – 0.030
Fe ²⁺	0.858 – 0.893
Mn	0.004 – 0.012
Mg	1.080 – 1.109
Ca	0.001 – 0.004
Na	0.010 – 0.015
K	0.000 – 0.000

Tabela 6.9 – Análises químicas de titanites em percentagem do peso em óxido. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.

Amostra	Granulitos félsicos		
	RPT-1	RPT-6	RPT-7
SiO ₂	32.178	29.496 – 29.525	29.500 – 30.425
TiO ₂	30.898	30.621 – 31.076	34.838 – 39.064
Al ₂ O ₃	6.533	2.783 – 2.889	1.111 – 3.272
FeO	0.384	2.870 – 2.944	0.342 – 0.904
MgO	0.012	0.164 – 0.178	0.000 – 0.153
MnO	0.000	0.092 – 0.123	0.000 – 0.062
CaO	26.836	24.963 – 25.110	27.721 – 29.373
Na ₂ O	0.033	0.061 – 0.064	0.007 – 0.114
K ₂ O	0.015	0.000 – 0.003	0.000 – 0.117
Ce ₂ O ₃	0.000	0.104 – 0.142	0.000 – 0.196
F	1.924	1.033 – 1.306	0.098 – 1.260

A titanite está presente nas amostras RPT-1, RPT-6 e RPT-7, correspondentes a granulitos félsicos (Tabela 6.8).

Os minerais opacos ocorrem sobre a forma de sulfuretos e óxidos. Em relação aos sulfuretos ocorrem pirites na amostra de granulito félsico, RPT-7 e na amostra de eclogito, RPT-4-A (Tabela 6.9). Em relação aos óxidos, estes correspondem essencialmente a ilmenite, que ocorre na amostra EM-1, granulito félsico e na amostra RPT-4-A, eclogito.

Tabela 6.10 – Análises composicionais de pirites em Wt%. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.

Amostra	Granulito félsico	Eclogito
	RPT-7	RPT-4-A
S	50.498 – 53.899	51.089 – 52.318
Ni	0.000 – 3.241	0.287 – 0.307
Fe	43.489 – 46.780	45.186 – 46.067
Cu	0.000 – 2.886	0.000 – 0.073
As	0.000 – 0.256	0.000 – 0.038
Co	0.000 – 1.150	0.209 – 0.294

Tabela 6.11 – Análises químicas de ilmenites em unidades estruturais. Estão representados intervalos de cada elemento para cada amostra.

Amostras	Migmatitos	Eclogitos
	EM-1	RPT-4-A
Si	0.000 – 0.010	0.000 – 0.030
Ti	0.960 – 1.020	0.990 – 1.030
Al	0.000 – 0.070	0.000 – 0.040
Cr	0.000 – 0.000	0.000 – 0.000
Fe ³⁺	0.000 – 0.020	0.000 – 0.000
Fe ²⁺	0.920 – 0.990	0.840 – 0.910
Mn	0.010 – 0.020	0.020 – 0.050
Mg	0.000 – 0.030	0.000 – 0.010
Ca	0.000 – 0.001	0.000 – 0.020
Na	0.000 – 0.002	0.000 – 0.010
K	0.000 – 0.001	0.000 – 0.000

7. Geotermobarometria

A geotermobarometria permite estimar a temperatura (T) e pressão (P) da formação das rochas e sua evolução através da relação entre paragêneses (associações de minerais em equilíbrio) sucessivas. Atualmente, é possível utilizar formulações teóricas assentes em princípios termodinâmicos que se aproximam da realidade observada nas rochas, usando *softwares* como o THERMOCALC (Powell & Holland, 1988).

O *software* THERMOCALC é uma base de dados termodinâmicos internamente consistente e constantemente atualizada (Powell & Holland, 1988), estando de momento em uso a versão 3.33 (Holland & Powell, 1998). A constante atualização dos dados termodinâmicos amplifica a confiança que se transmite no rigor do *output* e a informação *input* permite ao *software* calcular todas as reações possíveis correspondentes às atividades dos *end-members*. Estas reações são realizadas de acordo com as análises composicionais das paragêneses obtidas na microsonda eletrónica (Almeida *et al.*, 2017). O equilíbrio do conjunto de reações independentes, que são descritas pelos parâmetros *input*, pode ser descrito pela equação de Gibbs:

$$\Delta G^0 = RT \ln(K) \quad (7.1)$$

onde ΔG^0 (energia de Gibbs da reacção) depende da P e T a que ocorre a reacção, implicando um K fixo, ou seja, determinando a composição dos minerais em equilíbrio.

Como *output* do software THERMOCALC, existem quatro parâmetros que avaliam a qualidade do resultado: *cor*, *sigfit*, *hat* e e^* . O parâmetro *cor* corresponde à correlação entre os resultados, enquanto o *sigfit* diz respeito ao grau de coerência entre as reações independentes. O parâmetro *hat* corresponde à consideração de cada *end-member* em cada equilíbrio e e^* corresponde ao grau de estabilidade da atividade de um determinado *end-member* com os restantes, revelando dados que poderão estar em desequilíbrio (Almeida *et al.*, 2017).

O *software* THERMOCALC permite compreender melhor os processos metamórficos experimentados pelas rochas. De forma a averiguar a pressão e a temperatura a que as rochas estiveram sujeitas durante o pico metamórfico e pós-pico metamórfico, foram realizadas análises neste *software*. Nas amostras EM-1 e RPT4-A, foram consideradas duas situações, uma correspondente ao pico metamórfico e outra correspondente à evolução retrometamórfica para os quais se estimou as condições P-T com as paragêneses apropriadas, atendendo ao observado na petrografia.

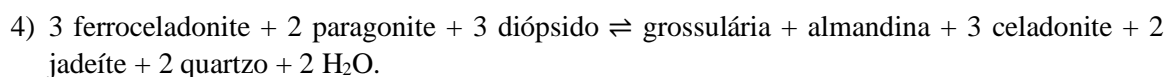
No pico metamórfico as pressões e as temperaturas são mais elevadas e, para tal, foram considerados os dados associados aos núcleos dos minerais, enquanto para o período pós-pico metamórfico as pressões e as temperaturas são mais baixas e para tal foram considerados os dados associados aos bordos dos minerais, pois estes tipicamente apresentam difusão aquando da retrogradação por difusão tardia entre os minerais.

A paragênese eclogítica (granada + onfacite + quartzo) na amostra estudada (RPT-4A) encontra-se bem preservada. Os núcleos das associações minerais presentes no eclogito foram usados para constranger o pico metamórfico. Para tal, escolheu-se uma granada mais rica em Ca e Mg, a piroxena em equilíbrio com esta (com maior teor em Fe e Mg) e um glaucófano com maior conteúdo de Na e Ca.

Como a presença da paragênese eclogítica implica pressões superiores ao tipicamente atingido na crosta, nas condições P – T foram escolhidos os seguintes intervalos de temperatura e pressão: T \in [100, 2000] °C e P \in [1, 20] kbar. O limite superior da P foi constrangido pela ausência de coesite (ver capítulo seguinte).

As reações independentes usadas foram:

- 1) 3 moscovite + 6 diópsido \rightleftharpoons piropo + 2 grossulária + 3 celadonite
- 2) 3 moscovite + 6 hedembergite \rightleftharpoons 2 grossulária + almandina + 3 ferroceladonite
- 3) almandina + 3 moscovite + 6 diópsido \rightleftharpoons 2 piropo + 2 grossulária + 3 ferroceladonite



Tal como observado pela petrografia, os migmatitos estudados encontram-se retrogradados, assim parte da mineralogia reflete o pico metamórfico dos migmatitos e outra parte da mineralogia encontra-se associada à retrogradação.

A paragénesis plagioclase + feldspato potássico + granada + quartzo \pm biotite encontra-se preservada na amostra estudada (EM-1). Assim como na amostra de eclogito, os núcleos das associações minerais presentes na amostra foram utilizados para constrianger o pico metamórfico. Para tal, escolheu-se uma granada com maior conteúdo em Mg e a biotite da matriz em equilíbrio (com maior razão Fe/(Fe+Mg)).

Nas condições P-T, foram escolhidas $T \in [100, 2000]^\circ\text{C}$ e $P \in [1, 20]$ kbar. As reações independentes usadas foram:

- 1) grossulária + quartzo + 2 sillimanite \rightleftharpoons 3 anortite
- 2) 3 eastonite + piropo + 2 grossulária + 6 quartzo \rightleftharpoons 3 flogopite + 6 anortite
- 3) eastonite + Mg-cloritóide + grossulária + 3 quartzo \rightleftharpoons flogopite + 3 anortite + H₂O
- 4) 2 flogopite + anite + 4 grossulária + 12 sillimanite \rightleftharpoons 3 eastonite + almandina + 12 anortite
- 5) 3 eastonite + 3 Fe-cloritóide + 18 anortite \rightleftharpoons 2 flogopite + anite + 6 grossulária + 3 H₂O + 18 sillimanite
- 6) 3 Mg-cloritóide + grossulária + 3 quartzo \rightleftharpoons piropo + 3 anortite + 3 H₂O
- 7) 3 Fe-cloritóide + grossulária + 3 quartzo \rightleftharpoons almandina + 3 anortite + 3 H₂O
- 8) 3 flogopite + 4 sillimanite \rightleftharpoons 3 eastonite + piropo + 4 quartzo
- 9) flogopite + almandina \rightleftharpoons anite + piropo

Para o estudo do percurso de retrogradação do migmatito escolheu-se a análise do bordo de granada com maior conteúdo Fe e Mn e a biotite da matriz mais próxima em equilíbrio (com menor razão Fe/(Fe+Mg)).

Nas condições P-T, foram escolhidas $T \in [100, 2000]^\circ\text{C}$ e $P \in [1, 20]$ kbar. As reações independentes usadas foram:

- 1) grossulária + quartzo + 2 sillimanite \rightleftharpoons 3 anortite
- 2) piropo + 2 grossulária + 3 eastonite + 6 quartzo \rightleftharpoons 6 anortite + 3 flogopite
- 3) 6 anortite + Mg-cloritóide + eastonite \rightleftharpoons 2 grossulária + flogopite + H₂O + 6 sillimanite
- 4) piropo + 2 grossulária + 9 Fe-cloritóide + 3 eastonite + 6 quartzo \rightleftharpoons 6 anortite + 9 Mg-cloritóide + 3 anite
- 5) 2 grossulária + almandina + 3 Mg-cloritóide + 3 eastonite + 6 quartzo \rightleftharpoons 6 anortite + 3 Fe-cloritóide + 3 flogopite

7.1. Evolução P-T

Os valores obtidos pelo *software* THERMOCALC nas condições P-T escolhidas estão apresentados na Tabela 7.1. Os dados recolhidos de Moita *et al.* (2005), Almeida *et al.* (2017), Leal (2001) e Pedro (1996) foram adicionados a este trabalho a título comparativo.

Os valores T e P calculados são obtidos através de paragéneses de mais alto grau, pois estas estão presentes no pico térmico e resistem ao reequilíbrio provocado pela retrogradação. Este pico térmico é fornecido pelo núcleo dos minerais das paragéneses utilizadas para constrianger o pico. De igual forma, para as condições retrógradadas que são fornecidas pelos bordos dos minerais das paragéneses retrógradadas.

Comparando os valores obtidos para este trabalho (Tabela 7.1) com os dados de Pedro (1996) e Leal (2001) para os eclogitos da região de Safira, verifica-se que a amostra de eclogito estudada no presente trabalho apresenta valores P-T superiores aos apresentados pelos referidos autores, aproximando-se dos valores definidos por Leal (2001). Comparativamente com os valores obtidos por Leal (2001) para as amostras de eclogito da região de Alvito – Viana do Alentejo, as temperaturas e pressões obtidas para a amostra de eclogito da região de Safira apresentam-se muito próximas das obtidas para os eclogitos predominantemente onfacíticos. Moita *et al.* (2005) obtiveram valores P-T para as amostras de eclogito

da região de Viana do Alentejo muito próximos dos valores obtidos para a amostra estudada neste trabalho. Os valores de pressões obtidos por Almeida *et al.* (2017) para os eclogitos de Viana do Alentejo afastam-se das condições bárias propostas neste trabalho e por Moita *et al.* (2005). Estes valores poderão ser resultado de um reequilíbrio posterior ao pico eclogítico durante a sua retrogradação.

Tabela 7.1 – Síntese de resultados de Temperatura e Pressão calculados para as rochas em estudo e resultados de outros autores para amostras similares de eclogitos de Viana do Alentejo.

			Temperatura (°C)		Pressão (kbar)			
			N	B	N	B		
Este trabalho	Safira	Eclogito	638	707	-	15	17.9	-
	Evoramonte	Migmatito	587		577	4.8		3.7
Moita <i>et al.</i> (2005)	Viana do Alentejo	Eclogito	600 – 650		-	16 – 18		-
Almeida <i>et al.</i> (2017)		Eclogito	660	552	14.3	12.1		
Pedro (1996)	Safira	Eclogito	541		12.2			
Leal (2001)	Safira	Eclogito	520 – 620		10.5 - 13			
	Alvito – Viana do Alentejo	Eclogito predominantemente onfacítico	600 - 710		13 – 16			
		Eclogitos predominantemente glaucofaníticos	470 - 570		9 – 13			
		Eclogitos predominantemente glaucofaníticos, texturalmente semelhantes a xistos azuis	490 - 510		11			

Reunindo a informação apresentada, pretende-se definir o percurso P-T para os eclogitos da região de Safira e para o migmatito da região de Evoramonte.

Analisando os valores obtidos e a Figura 7.1, é possível enquadrar os eclogitos no campo da fácies eclogítica com $P = 15 - 17.9$ kbar e $T = 638 - 707$ °C. A evolução do percurso P-T para os eclogitos (seta azul na Fig. 7.1) foi responsável pelo reequilíbrio paragenético que transformou as paragénese típicas (granada + onfacite) da fácies eclogítica em associações típicas da fácies dos xistos azuis (glaucófano + mica branca + quartzo). Contudo a presença de glaucófano + mica branca inclusos na granada sugerem que estes tenham sido cristalizados na fácies dos xistos azuis, ocorrendo, com o aumento da pressão e da temperatura, uma transição para a fácies eclogítica, ou seja, a passagem pela fácies dos xistos azuis terá ocorrido também durante o percurso prógrado.

Os dados obtidos para o migmatito e a presença de silimanite observada na petrografia permitiram definir condições típicas da fácies anfibolítica, não sendo possível estimar um percurso prógrado. Observando os valores das pressões e das temperaturas (Tabela 7.1), verifica-se que estas variam 1 kbar e 10 °C, respetivamente, entre pico metamórfico e retrogradação, sugerindo um arrefecimento lento da rocha.

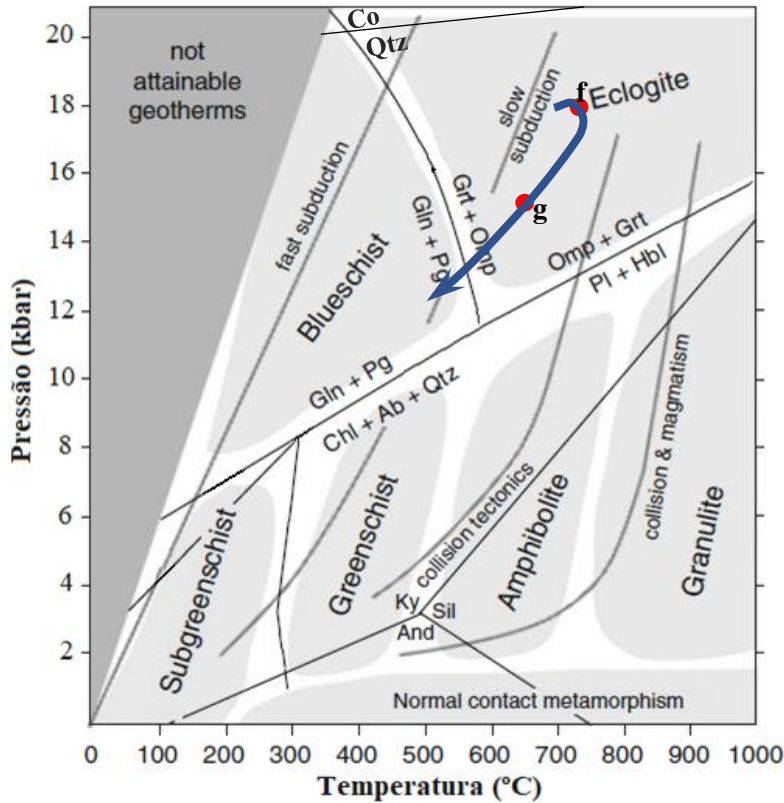


Figura 7.1 – Diagrama P-T para a evolução metamórfica dos eclogitos (modificado a partir de Bucher & Grapes (2011). **f** e **g** – Pico metamórfico e retrogradação obtido para este trabalho (eclogito RPT-4-A). A seta azul desenhada como interpretação destes resultados foi feita atendendo aos dados geotermobarométricos e as observações petrográficas.

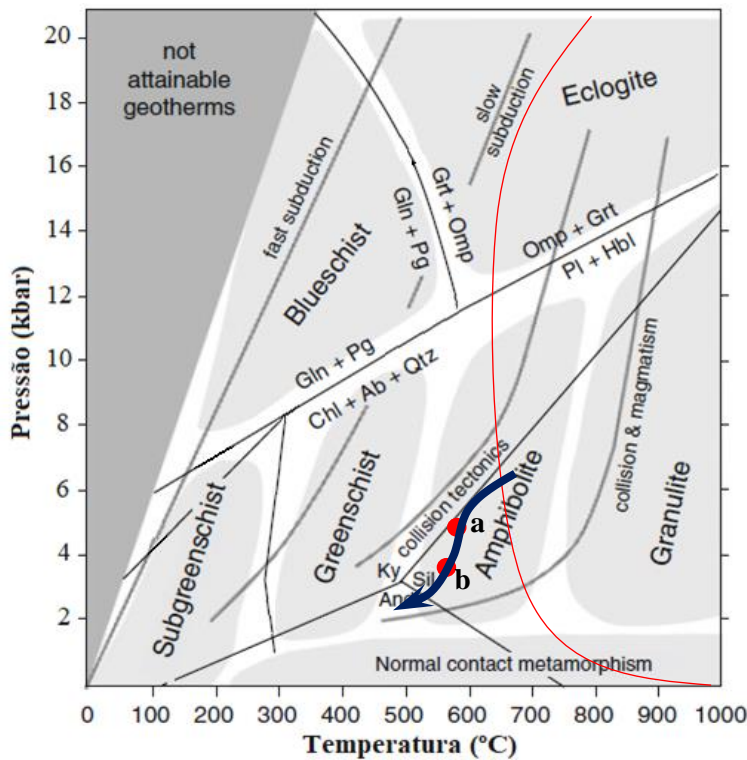


Figura 7.2 – Diagrama P-T para a evolução metamórfica do migmatito EM-1 (modificado a partir de Bucher & Grapes (2011). **a** - Pico metamórfico estimado para o migmatito estudado; **b** – Retrogradação obtida para o migmatito estudado. A seta azul da evolução P-T foi desenhada incluindo também as observações petrográficas.

7.2. Espectroscopia micro-Raman

De forma a averiguar se os eclogitos se enquadravam em condições da formação de muito alta pressão (metamorfismo UHP) e porque na petrografia era visível a formação de fracturas radiais na granada dos eclogitos, procedeu-se à verificação da presença de coesite com recurso a espectroscopia micro-Raman.

A espectroscopia micro-Raman é uma técnica de espectroscopia molecular óptica vibracional, que permite a identificação e caracterização de estruturas de moléculas e compostos, bem como o monitoramento e controlo das reações químicas, tendo como fundamento a dispersão Raman. A interação entre a luz incidente e o modo vibracional provoca perdas e ganhos de energia no feixe, dando origem à dispersão Raman (Guedes, 2001). Esta dispersão é composta por diferentes radiações com comprimento de ondas inferior e superior à radiação incidente, sendo identificadas como dispersão *Stokes* e dispersão *anti-Stokes*, respetivamente (Guedes, 2001).

Nesta técnica, a projeção da intensidade de dispersão *versus* a perde de energia, expressa em comprimento de onda (cm^{-1}) relativamente à energia incidente é obtida através de espectros Raman. Estes espectros são obtidos por acoplação de um microscópio a um espectómetro micro-Raman equipado com um sistema de deteção multicanal, em que a objetiva focaliza um feixe de raios laser proveniente de um laser sobre o composto a estudar e recolhe a luz difundida que é analisada pelo filtro óptico (Guedes, 2001).

A análise da amostra de eclogito (RPT-4A), foi realizada no Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

De maneira a verificar a existência de coesite, analisaram-se exaustivamente os minerais incluídos nas granadas em atol. Desta análise obteve-se consistentemente o espectro representado na Figura 7.3. Examinando o espectro, verifica-se a existência de um pico mais intenso aos 464 cm^{-1} . Este pico corresponde ao quartzo. Para se verificar a existência de coesite na amostra, o espectro obtido teria de apresentar um pico aos 520 cm^{-1} . Sendo assim, confirma-se a ausência de coesite nos eclogitos da região de Safira.

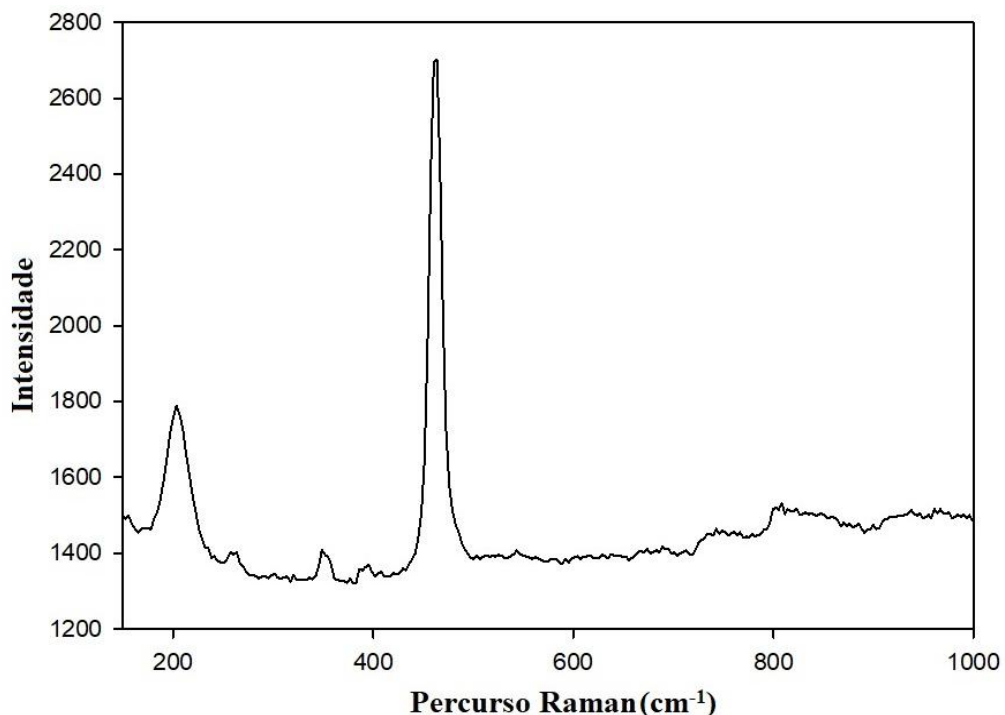


Figura 7.3 – Espectro Raman obtido para a amostra RPT-4A.

7.3. Taxas de arrefecimento petrológicas

As granadas e as biotites têm variações naturais das razões Fe/Mg que podem ser utilizadas para calcular taxas de arrefecimento petrológico coerentes. A difusão Fe - Mg baseada nas taxas de arrefecimento petrológico estão entre as mais estudadas e aplicadas na determinação da evolução térmica de terrenos antigos (Bento dos Santos *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2019). No entanto, esta metodologia apresenta alguns problemas, pois os resultados costumam mostrar dois cenários contrastantes: a) temperaturas restritas com a difusão retrógrada reduzida ou ausente; b) resultados muito dispersos causados pelas variações composicionais da granada e da biotite (Bento dos Santos *et al.*, 2009b; 2014).

Segundo Ehlers *et al.* (1974), a variação composicional causada pela difusão na interface granada – biotite e respectivo valor $Kd_{(Mg/Fe)}^{Grt-Bi}$ depende das mudanças térmicas, como por exemplo, o arrefecimento durante o percurso retrógrado. Durante o arrefecimento, a granada torna-se enriquecida em Fe e as inclusões de biotite ficam empobrecidas. A variação da razão de Fe/(Fe+Mg) está dependente do tamanho das inclusões de biotites, pois o balanço de massa entre a granada (de maiores dimensões) e inclusões de biotite tem de ser igual. Assim, a taxa de difusão do Fe e Mg na granada, porque tem taxas de difusão mais lentas, controla o sistema, sendo que quando a rocha atinge temperaturas inferiores à temperatura de fecho do sistema, a difusão baixará para valores negligenciáveis, ficando o sistema com as composições definidas. Tal dependerá da velocidade do arrefecimento, pelo que a composição global das biotites pode ser utilizada para estimar a taxa a que o arrefecimento se processou (Fig. 7.4; Spear & Parrish, 1996; Bento dos Santos *et al.*, 2009b; 2014; Gomes *et al.*, 2019).

Os dados fornecidos pelas granadas e biotites da matriz têm como principal objetivo, fornecer uma caracterização química mineral dessas rochas. Para a modelação petrológica foram apenas utilizadas as biotites inclusas nas granadas, pois é necessário o uso de pares de granada – biotites inclusas que melhor preservem a composição original, ou seja, que se tenham mantido em sistema fechado.

As variações composicionais serão maiores nas biotites mais pequenas e a razão Fe/(Fe+Mg) de cada inclusão poderá ser transformada usando a composição dos núcleos da granada e o geotermómetro indicado por Ferry & Spear (1978) na respetiva temperatura aparente de fecho e utilizando os coeficientes de difusão apropriados. Neste trabalho foram utilizados os coeficientes de Chakraborty & Ganguly (1992). A quantidade de Fe²⁺ e Fe³⁺ foi obtida por balanço de carga, assumindo que o Fe é o único elemento de carga variável para a granada e para a biotite.

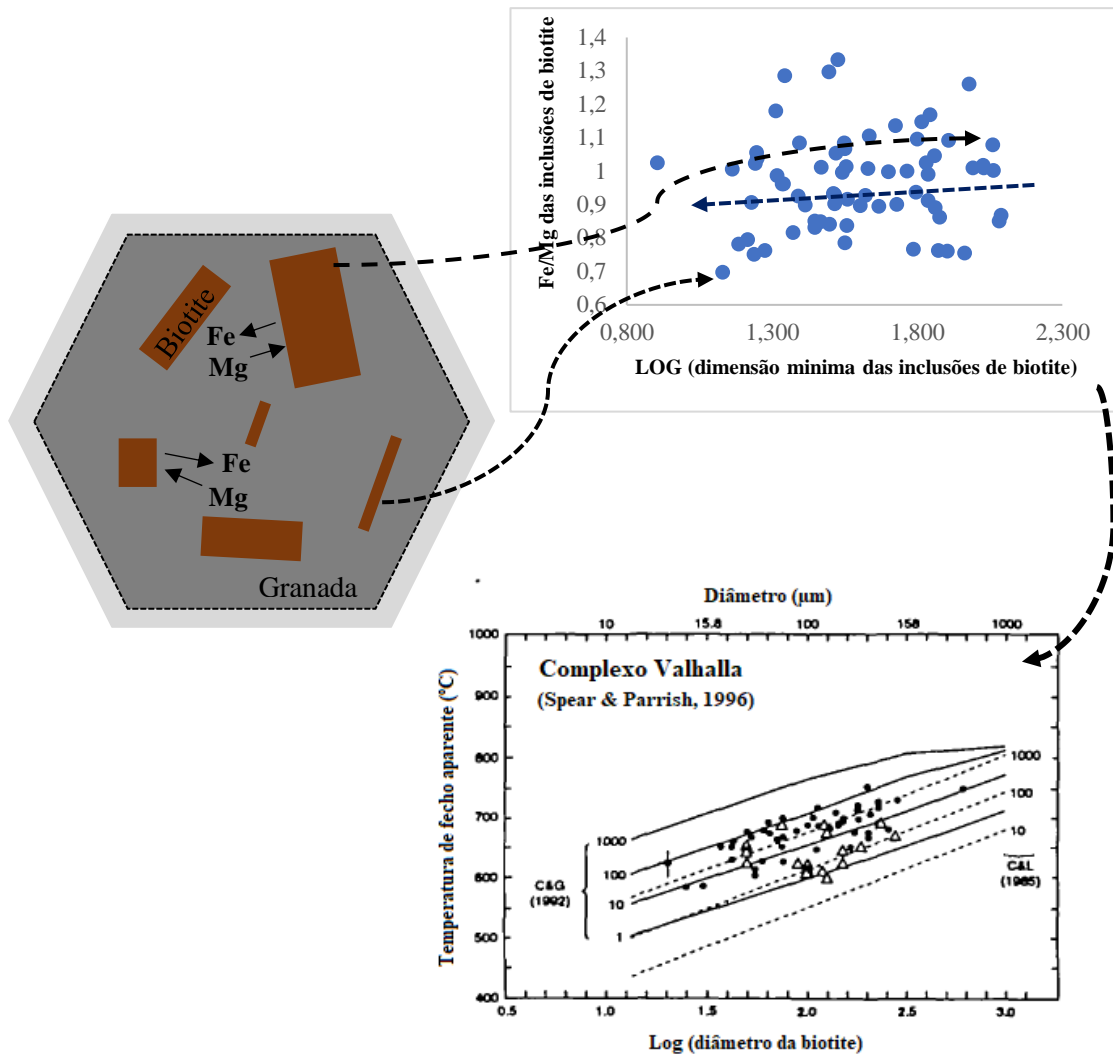


Figura 7.4 – Esquema ilustrativo que mostra que a razão de Fe/Mg depende do tamanho das inclusões de biotite na granada durante o arrefecimento retrógrado. A existência exclusiva de processos difusivos entre a granada e as biotites incluídas provoca um maior decréscimo da razão Fe/Mg nas biotites de menores dimensões. As taxas de arrefecimento apresentadas no trabalho de Spear & Parrish (1996) utilizam os coeficientes de difusão de Chakraborty & Ganguly (1992) e de Cygan & Lasaga (1985).

Numa única granada (~ 0.5 cm de diâmetro) de uma amostra de migmatito (EM-1) foram analisadas 80 biotites incluídas (Tabelas 7.2 e 7.3). Esta amostra mostra a tendência esperada, onde as inclusões maiores de biotite apresentam uma razão Fe/Mg mais elevada, enquanto as inclusões mais pequenas de biotite apresentam razão Fe/Mg mais baixa (Fig. 7.6), implicando que ocorreu difusão entre as respectivas inclusões e o porfiroblasto de granada durante o processo retrógrado, afetando mais intensamente as biotites com uma dimensão menor.

Os resultados obtidos com esta metodologia para a amostra de migmatito EM-1 revelaram-se muito complexos e difíceis de interpretar, pois a projeção da dimensão das inclusões de biotite, em logaritmo vs as temperaturas de fecho aparentes (°C) apresenta uma grande dispersão, não sendo facilmente perceptível uma tendência nas taxas de arrefecimento desta amostra (Fig. 7.5).

Tabela 7.2 – Logaritmo da dimensão mínima e composição química das inclusões de biotites analisadas e análise química do núcleo da granada com as inclusões de biotite do migmatito EM-1.

EM-1 (B5)	Log Dim Min	Tapp (°C)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
Bt_1	1.981	700.8	35.71	2.82	17.64	0.00	21.16	0.00	9.41	0.18	9.78	96.70
Bt_3	2.028	614.2	36.44	4.56	18.86	0.00	18.12	0.00	9.98	0.16	10.17	98.29
Bt_4	1.561	576.5	36.13	3.38	20.01	0.00	17.47	0.05	10.71	0.18	9.88	97.81
Bt_5	1.839	603.8	37.11	2.75	18.23	0.00	18.89	0.02	10.69	0.08	10.13	97.90
Bt_6	1.522	626.9	35.77	5.93	18.43	0.00	18.33	0.06	9.75	0.20	10.21	98.68
Bt_7	1.552	527.6	36.13	2.53	19.72	0.00	16.66	0.03	11.89	0.23	10.00	97.19
Bt_8	1.518	572	36.42	3.73	19.96	0.00	16.80	0.03	10.43	0.14	10.27	97.78
Bt_9	1.669	568.7	36.11	2.88	19.44	0.00	17.71	0.00	11.10	0.12	10.24	97.60
Bt_10	1.840	575.4	36.93	3.85	19.03	0.00	17.00	0.01	10.45	0.15	10.34	97.76
Bt_11	1.702	606.9	36.14	4.07	19.25	0.00	18.07	0.04	10.16	0.24	10.16	98.13
Bt_12	1.909	641	36.05	4.56	18.87	0.00	18.81	0.03	9.65	0.13	10.29	98.39
Bt_13	2.031	611.2	35.97	3.57	19.71	0.00	18.06	0.01	10.03	0.12	9.33	96.80
Bt_14	2.062	636.4	35.05	4.15	18.62	0.00	19.02	0.06	9.88	0.14	10.13	97.05
Bt_15	1.797	584.5	34.25	2.70	19.51	0.00	18.39	0.02	11.00	0.20	9.57	95.64
Bt_16	1.861	624.4	35.99	4.18	18.77	0.00	18.98	0.00	10.17	0.14	9.94	98.17
Bt_17	2.065	608.5	36.34	2.96	19.79	0.00	18.06	0.01	10.11	0.16	10.18	97.61
Bt_19	1.874	518.9	37.00	2.34	20.74	0.00	15.68	0.04	11.52	0.32	10.06	97.70
Bt_20	1.845	668.1	35.69	5.58	18.77	0.00	18.92	0.03	9.08	0.20	10.18	98.45
Bt_21	1.632	610.3	35.54	5.44	19.52	0.00	17.68	0.06	9.83	0.34	9.98	98.39
Bt_22	1.801	642.2	36.76	5.15	17.38	0.00	18.92	0.01	9.69	0.12	10.20	98.23
Bt_23	1.966	515.7	37.08	2.42	19.32	0.00	16.11	0.02	11.97	0.21	9.96	97.09
Bt_24	1.390	580	35.44	2.33	19.81	0.00	18.39	0.00	11.14	0.09	9.59	96.79
Bt_25	1.878	556.4	36.65	2.42	19.93	0.00	17.28	0.06	11.23	0.15	9.83	97.55
Bt_26	1.993	610.8	36.55	2.90	20.12	0.00	18.34	0.05	10.19	0.16	9.81	98.12
Bt_27	1.833	616.7	36.15	3.42	19.59	0.00	18.50	0.08	10.12	0.10	9.76	97.72
Bt_28	2.083	552.2	36.42	1.94	20.54	0.00	17.37	0.03	11.44	0.11	9.66	97.51
Bt_29	1.863	567.3	36.20	2.56	19.54	0.00	17.75	0.00	11.17	0.13	9.08	96.43

Bt_30	1.906	518.3	36.19	2.46	19.26	0.00	16.22	0.02	11.94	0.20	9.39	95.68
Bt_32	1.165	609.4	35.20	4.57	18.71	0.00	18.56	0.02	10.35	0.10	9.35	96.86
Bt_33	1.543	606.6	34.54	5.08	19.74	0.00	17.82	0.04	10.02	0.39	9.54	97.17
Bt_34	1.319	602.6	35.77	5.22	19.00	0.00	17.85	0.06	10.14	0.33	9.61	97.98
Bt_35	1.448	545.2	34.97	3.05	19.29	0.00	17.40	0.03	11.73	0.25	9.37	96.09
Bt_36	1.606	569.8	37.38	3.97	18.14	0.00	17.58	0.05	10.98	0.14	9.34	97.58
Bt_37	1.636	645.9	35.21	3.85	19.12	0.00	19.12	0.08	9.69	0.08	9.60	96.75
Bt_38	1.818	660.7	35.00	5.62	18.82	0.00	18.90	0.02	9.24	0.19	9.80	97.59
Bt_39	1.787	520	36.80	2.33	20.80	0.00	15.77	0.03	11.54	0.32	9.61	97.20
Bt_40	1.728	656.4	36.14	6.00	18.64	0.00	18.44	0.04	9.11	0.23	9.75	98.35
Bt_42	1.766	607.5	36.56	3.04	18.57	0.00	19.07	0.03	10.69	0.10	9.62	97.68
Bt_43	1.553	632	35.92	4.38	18.00	0.00	19.07	0.04	10.02	0.14	9.97	97.54
Bt_44	1.315	672.3	35.76	3.95	18.39	0.00	20.20	0.03	9.60	0.11	9.71	97.75
Bt_45	1.529	726.9	35.52	3.83	18.18	0.00	21.05	0.07	8.84	0.07	9.64	97.20
Bt_46	1.513	582.7	35.93	4.38	18.96	0.00	17.95	0.03	10.79	0.27	9.60	97.91
Bt_48	1.498	713.5	35.54	6.10	18.28	0.00	19.74	0.05	8.54	0.16	9.59	98.00
Bt_50	1.345	709.7	34.73	2.95	19.26	0.00	20.83	0.03	9.08	0.20	9.55	96.63
Bt_53	1.499	549.1	36.16	2.32	20.16	0.00	17.16	0.05	11.42	0.22	9.50	96.99
Bt_55	1.732	570.7	36.57	3.80	19.17	0.00	17.65	0.01	11.00	0.27	9.52	97.99
Bt_56	1.250	621.5	35.29	6.17	18.55	0.00	17.87	0.04	9.64	0.32	9.54	97.42
Bt_57	1.557	612.6	36.89	4.21	19.02	0.00	18.98	0.08	10.50	0.29	7.03	97.00
Bt_58	1.559	547.3	35.83	3.25	19.27	0.00	17.39	0.02	11.64	0.29	8.93	96.62
Bt_59	2.090	559	36.88	2.39	20.11	0.00	17.28	0.04	11.15	0.19	9.65	97.69
Bt_60	1.341	593.7	36.76	4.39	18.87	0.00	17.93	0.04	10.44	0.19	9.71	98.33
Bt_61	1.471	612	36.12	5.27	19.37	0.00	17.74	0.06	9.83	0.31	9.73	98.43
Bt_62	1.468	551.4	36.46	4.69	19.83	0.00	16.17	0.08	10.69	0.29	9.68	97.89
Bt_63	1.239	514.2	36.13	2.73	19.58	0.00	16.56	0.10	12.36	0.28	9.65	97.39
Bt_64	1.243	616.2	36.05	6.25	18.57	0.00	17.55	0.00	9.62	0.37	9.60	98.01
Bt_66	1.217	531.4	36.38	4.32	18.92	0.00	16.47	0.06	11.60	0.19	9.64	97.58
Bt_67	1.230	572.9	36.33	4.76	18.87	0.00	17.43	0.00	10.79	0.19	9.76	98.13
Bt_68	1.516	581.9	36.96	3.23	20.18	0.00	17.49	0.04	10.55	0.14	9.87	98.46

Bt_69	1.373	539.4	36.44	2.70	20.30	0.00	17.00	0.03	11.67	0.27	8.43	96.84
Bt_70	1.624	581.2	36.41	4.66	19.27	0.00	17.09	0.04	10.32	0.22	9.80	97.81
Bt_71	1.449	552.5	35.72	3.05	19.61	0.00	17.18	0.04	11.31	0.28	9.48	96.67
Bt_72	1.416	570	33.48	4.90	19.51	0.00	17.16	0.06	10.72	0.30	9.61	95.74
Bt_73	1.549	637.9	35.98	5.26	18.63	0.00	18.65	0.03	9.65	0.13	9.80	98.13
Bt_74	1.335	593.7	35.93	3.46	18.83	0.00	18.93	0.09	11.04	0.11	9.09	97.48
Bt_75	1.276	518.8	36.63	2.31	19.59	0.00	16.89	0.08	12.40	0.23	9.29	97.42
Bt_76	1.186	525.9	37.87	2.51	19.75	0.00	16.05	0.03	11.52	0.09	9.85	97.67
Bt_77	1.248	628.1	36.11	4.76	17.72	0.00	18.88	0.06	10.02	0.15	9.47	97.17
Bt_78	1.397	637.9	35.90	6.31	18.59	0.00	18.13	0.02	9.38	0.32	9.61	98.26
Bt_79	0.906	616.6	36.24	6.18	18.06	0.00	18.14	0.08	9.93	0.27	9.64	98.54
Bt_80	1.132	493.2	37.91	2.78	19.86	0.00	15.03	0.10	12.08	0.18	9.80	97.74
	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Cr₂O₃	Fe₂O₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	Total
Núcleo da granada	38.20	0.00	21.98	0.06	0.00	34.59	2.03	3.79	0.82	0.00	0.00	101.47

Tabela 7.3 – Composição química das inclusões de biotites analisadas e análise química do núcleo da granada com as inclusões de biotite do migmatito EM-1.

EM-1_B5	Si	Ti	Al/Al^{IV}	Al^{VI}	Na	K	Fe²⁺	Mg	Fe/Mg
Bt_1	2.71	0.16	1.226107	1.48	0.03	0.95	1.34	1.06	1.261278
Bt_3	2.68	0.25	1.247517	1.45	0.02	0.95	1.11	1.09	1.019231
Bt_4	2.65	0.19	1.251445	1.42	0.03	0.93	1.07	1.17	0.916311
Bt_5	2.74	0.15	1.193985	1.51	0.01	0.96	1.17	1.18	0.990662
Bt_6	2.63	0.33	1.302857	1.40	0.03	0.96	1.13	1.07	1.054307
Bt_7	2.66	0.14	1.243832	1.43	0.03	0.94	1.03	1.31	0.786371
Bt_8	2.67	0.21	1.236559	1.44	0.02	0.96	1.03	1.14	0.904302
Bt_9	2.67	0.16	1.244853	1.44	0.02	0.97	1.09	1.22	0.895254
Bt_10	2.71	0.21	1.212813	1.48	0.02	0.97	1.04	1.14	0.913386
Bt_11	2.66	0.23	1.255639	1.43	0.03	0.95	1.11	1.11	0.999102

Bt_12	2.66	0.25	1.26251	1.43	0.02	0.97	1.16	1.06	1.093308
Bt_13	2.67	0.20	1.238677	1.44	0.02	0.88	1.12	1.11	1.01083
Bt_14	2.63	0.23	1.288732	1.40	0.02	0.97	1.19	1.11	1.080543
Bt_15	2.59	0.15	1.303892	1.36	0.03	0.93	1.17	1.24	0.938003
Bt_16	2.66	0.23	1.265686	1.43	0.02	0.94	1.17	1.12	1.047364
Bt_17	2.68	0.17	1.225462	1.45	0.02	0.96	1.12	1.11	1.003597
Bt_19	2.69	0.13	1.210347	1.46	0.05	0.93	0.95	1.25	0.763811
Bt_20	2.63	0.31	1.288871	1.40	0.03	0.96	1.17	1.00	1.169169
Bt_21	2.61	0.30	1.303475	1.38	0.05	0.93	1.08	1.08	1.008372
Bt_22	2.72	0.29	1.231896	1.49	0.02	0.96	1.17	1.07	1.096623
Bt_23	2.72	0.13	1.200287	1.49	0.03	0.93	0.99	1.31	0.755539
Bt_24	2.64	0.13	1.259768	1.41	0.01	0.91	1.15	1.24	0.925687
Bt_25	2.69	0.13	1.219236	1.46	0.02	0.92	1.06	1.23	0.86249
Bt_26	2.68	0.16	1.225511	1.45	0.02	0.92	1.12	1.11	1.009883
Bt_27	2.67	0.19	1.241983	1.44	0.01	0.92	1.14	1.11	1.026056
Bt_28	2.67	0.11	1.226519	1.44	0.02	0.90	1.07	1.25	0.851319
Bt_29	2.69	0.14	1.22509	1.46	0.02	0.86	1.10	1.24	0.891498
Bt_30	2.69	0.14	1.221098	1.46	0.03	0.89	1.01	1.33	0.762264
Bt_32	2.63	0.26	1.294025	1.40	0.01	0.89	1.16	1.15	1.006082
Bt_33	2.57	0.28	1.33282	1.34	0.06	0.91	1.11	1.11	0.998198
Bt_34	2.63	0.29	1.288507	1.40	0.05	0.90	1.10	1.11	0.98741
Bt_35	2.62	0.17	1.289394	1.39	0.04	0.90	1.09	1.31	0.832697
Bt_36	2.74	0.22	1.198777	1.51	0.02	0.87	1.08	1.20	0.898333
Bt_37	2.64	0.22	1.27088	1.41	0.01	0.92	1.20	1.08	1.10711
Bt_38	2.61	0.32	1.313445	1.38	0.03	0.93	1.18	1.03	1.148293
Bt_39	2.69	0.13	1.213559	1.46	0.05	0.90	0.96	1.26	0.766534
Bt_40	2.66	0.33	1.271868	1.43	0.03	0.91	1.13	1.00	1.136409
Bt_42	2.71	0.17	1.222642	1.48	0.02	0.91	1.18	1.18	1.000848
Bt_43	2.68	0.25	1.258758	1.45	0.02	0.95	1.19	1.11	1.068345

Bt_44	2.67	0.22	1.259346	1.44	0.02	0.92	1.26	1.07	1.180881
Bt_45	2.68	0.22	1.251163	1.45	0.01	0.93	1.33	0.99	1.335347
Bt_46	2.64	0.24	1.276398	1.41	0.04	0.90	1.10	1.18	0.933221
Bt_48	2.64	0.34	1.292407	1.41	0.02	0.91	1.23	0.95	1.297354
Bt_50	2.63	0.17	1.274074	1.40	0.03	0.92	1.32	1.03	1.28655
Bt_53	2.67	0.13	1.235543	1.44	0.03	0.89	1.06	1.26	0.843028
Bt_55	2.68	0.21	1.242675	1.45	0.04	0.89	1.08	1.20	0.900833
Bt_56	2.62	0.34	1.311489	1.39	0.05	0.90	1.11	1.07	1.039437
Bt_57	2.70	0.23	1.221561	1.47	0.04	0.66	1.16	1.15	1.014834
Bt_58	2.65	0.18	1.259731	1.42	0.04	0.84	1.08	1.29	0.838132
Bt_59	2.70	0.13	1.210894	1.47	0.03	0.90	1.06	1.22	0.869243
Bt_60	2.69	0.24	1.238385	1.46	0.03	0.91	1.10	1.14	0.963093
Bt_61	2.64	0.29	1.273837	1.41	0.04	0.91	1.09	1.07	1.013072
Bt_62	2.66	0.26	1.253127	1.43	0.04	0.90	0.99	1.16	0.849138
Bt_63	2.65	0.15	1.257418	1.42	0.04	0.90	1.02	1.35	0.751663
Bt_64	2.65	0.35	1.282522	1.42	0.05	0.90	1.08	1.05	1.024715
Bt_66	2.66	0.24	1.25886	1.43	0.03	0.90	1.01	1.27	0.796369
Bt_67	2.66	0.26	1.264752	1.43	0.03	0.91	1.07	1.18	0.906542
Bt_68	2.69	0.18	1.220028	1.46	0.02	0.92	1.06	1.14	0.930884
Bt_69	2.67	0.15	1.231742	1.44	0.04	0.79	1.04	1.28	0.817255
Bt_70	2.67	0.26	1.249062	1.44	0.03	0.92	1.05	1.13	0.929015
Bt_71	2.65	0.17	1.257331	1.42	0.04	0.90	1.07	1.25	0.852
Bt_72	2.53	0.28	1.373123	1.30	0.04	0.93	1.08	1.21	0.898839
Bt_73	2.65	0.29	1.272799	1.42	0.02	0.92	1.15	1.06	1.084906
Bt_74	2.66	0.19	1.261905	1.43	0.02	0.86	1.17	1.22	0.963024
Bt_75	2.68	0.13	1.23161	1.45	0.03	0.87	1.03	1.35	0.763663
Bt_76	2.75	0.14	1.172677	1.52	0.01	0.91	0.98	1.25	0.781877
Bt_77	2.69	0.27	1.249799	1.46	0.02	0.90	1.18	1.11	1.057554
Bt_78	2.64	0.35	1.291099	1.41	0.05	0.90	1.11	1.03	1.084713

Bt_79	2.65	0.34	1.285243	1.42	0.04	0.90	1.11	1.08	1.025854
Bt_80	2.74	0.15	1.18239	1.51	0.03	0.90	0.91	1.30	0.697925
	Si	Ti	Al^{VI}	Cr	Fe³⁺	Fe²⁺	Mn	Mg	Ca
Núcleo	3.01	0.00	2.04	0.00	0.00	2.28	0.14	0.44	0.07
da	Na	K	Total		X_{Alm}	X_{Prp}	X_{Grs}	X_{Sps}	
granada	0.00	0.00	7.97		0.778386	0.151847	0.023598	0.04617	

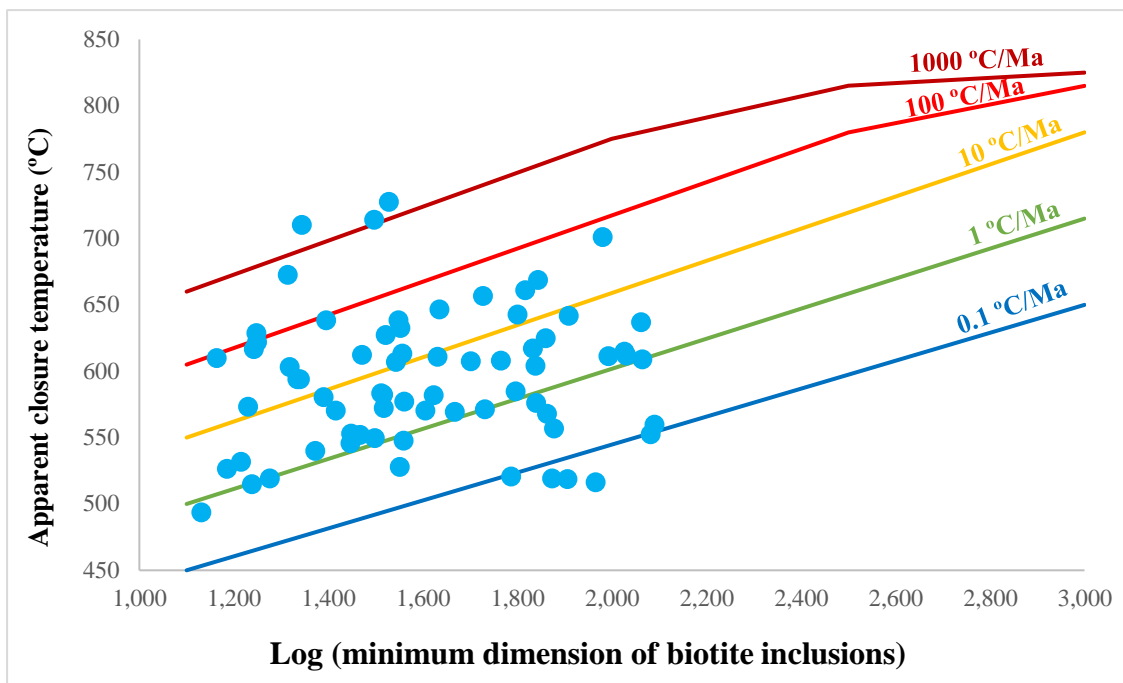


Figura 7.5 – Resultados obtidos para as taxas de arrefecimento petrológicas na amostra de migmatito (EM-1).

De maneira a reduzir a dispersão e observar uma tendência das taxas de arrefecimento, recorreu-se à ferramenta estatística da mediana móvel, tal como explicitado em Bento dos Santos *et al.* (2014). Esta permite remover a dispersão da distribuição dos resultados causados por grandes comprimentos de onda, pois é uma ferramenta estatística insensível aos valores extremos. Foi utilizada uma mediana móvel com 5 temperaturas de fecho aparentes para determinar o valor mediano da temperatura de fecho. A determinação de cada valor mediano fornece um resultado para cada Log (dimensão mínima das inclusões de biotite) o que leva a um padrão mais restrito em torno da tendência central para a evolução das taxas de arrefecimento.

Neste trabalho, a mediana móvel afetará os resultados anormalmente elevados ou baixos que não estão intrinsecamente relacionados com a dimensão das inclusões de biotites, como o comportamento em sistema aberto que induza variações nas composições químicas obtidas em comparação com a tendência geral. Essa dispersão de resultados poderá também estar relacionada com erros de medição da dimensão das inclusões de biotites, embora esse valor seja necessariamente diminuto. A comparação entre cada tendência, antes e depois da mediana móvel, mostra visualmente que a única diferença é um padrão mais confinado (Fig. 7.6).

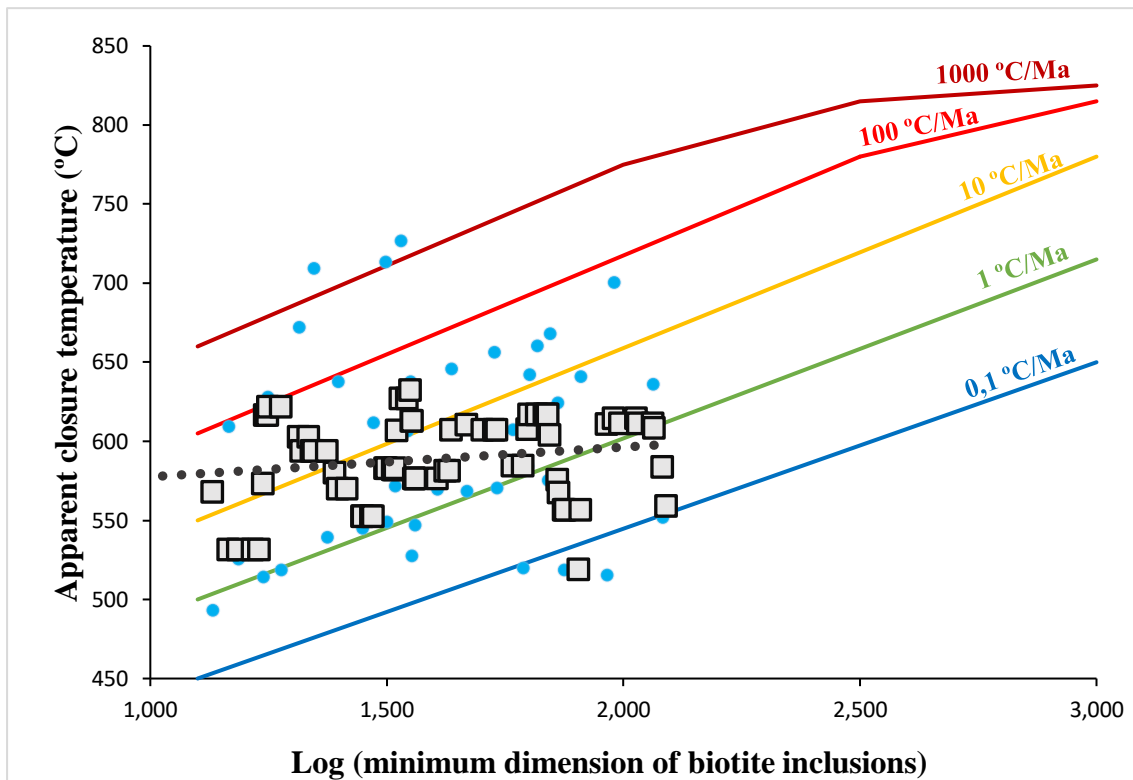


Figura 7.6 – Gráfico comparativo dos mesmos resultados obtidos para as taxas de arrefecimento petrológicas da figura 7.2, depois de aplicada a mediana móvel, que removeu a dispersão reforçando visualmente a tendência de arrefecimento na amostra EM-1.

Analisando a Figura 7.6, verifica-se que a amostra de migmatito (EM-1) com inclusões de biotite apresenta grande variação da razão Fe/Mg e o software que remove a dispersão dos resultados mostra que o migmatito teve uma taxa de arrefecimento variável entre 1 – 40 °C/Ma, com uma tendência de 0.1 – 1 °C/Ma nas temperaturas de fecho mais altas e 2 – 20 °C/Ma em temperaturas de fecho mais baixas. As temperaturas de fecho variam entre 500 – 610 °C, indicando que ocorreu uma aceleração do arrefecimento durante a retrogradação do migmatito.

8. Litogeoquímica

Foram selecionadas seis amostras, cinco da região de Safira (eclogitos, granulitos félsicos e ortognaisses) e uma da região de Evoramonte (migmatito) para a realização de geoquímica elementar de rocha total. Os resultados obtidos foram projetados em diversos diagramas com recurso à ferramenta GCDkit (Geochemical Data Toolkit) criada por Janoušek *et al.* (2006). A sua interpretação foi realizada para grupos de elementos com comportamentos semelhantes, de forma a definirem-se as diferentes assinaturas geoquímicas e caracterizar-se o ambiente geodinâmico das rochas em estudo. Foram também utilizados os dados obtidos por Pedro (1996), posteriormente trabalhados por Leal (2001), para amostras de eclogitos, prasinitos e gnaisses, da região de Safira, e por Telhado (2018), para amostras de ortognaisse, para uma observação mais abrangente e completa. Pedro (1996) classifica os gnaisses como ortognaisses derivados de rochas vulcânicas ácidas (rio-dacito), sendo estes classificados no presente trabalho como granulitos félsicos.

Surgiram problemas associados à utilização do Nb para as amostras usadas neste trabalho. Os valores de Nb obtidos para as amostras deste trabalho, quando comparados com os valores obtidos por Pedro (1996) mostram ser anormalmente baixos. Devido a tal, os diagramas que utilizam o Nb, como por exemplo vários diagramas de elementos discriminantes, não serão apresentados.

Verifica-se através do diagrama TAS da Fig. 8.1 que as rochas metamórficas ortoderivadas de natureza básica e ácida, correspondem a basaltos-andesitos basálticos (eclogitos e prasinitos) e a riólitos (ortognaisses e granulitos félsicos), enquanto as rochas pelíticas apresentam composição de traquiandesito basáltico (migmatito) e dacítica (гнаisses). Todas as amostras analisadas apresentam carácter sub-alcálico. Pelo diagrama da Fig. 8.2 verifica-se que as rochas básicas apresentam-se como metaluminosas, à exceção de um prasinito, e as rochas félsicas apresentam-se como peraluminosas, à exceção de um granulito félsico.

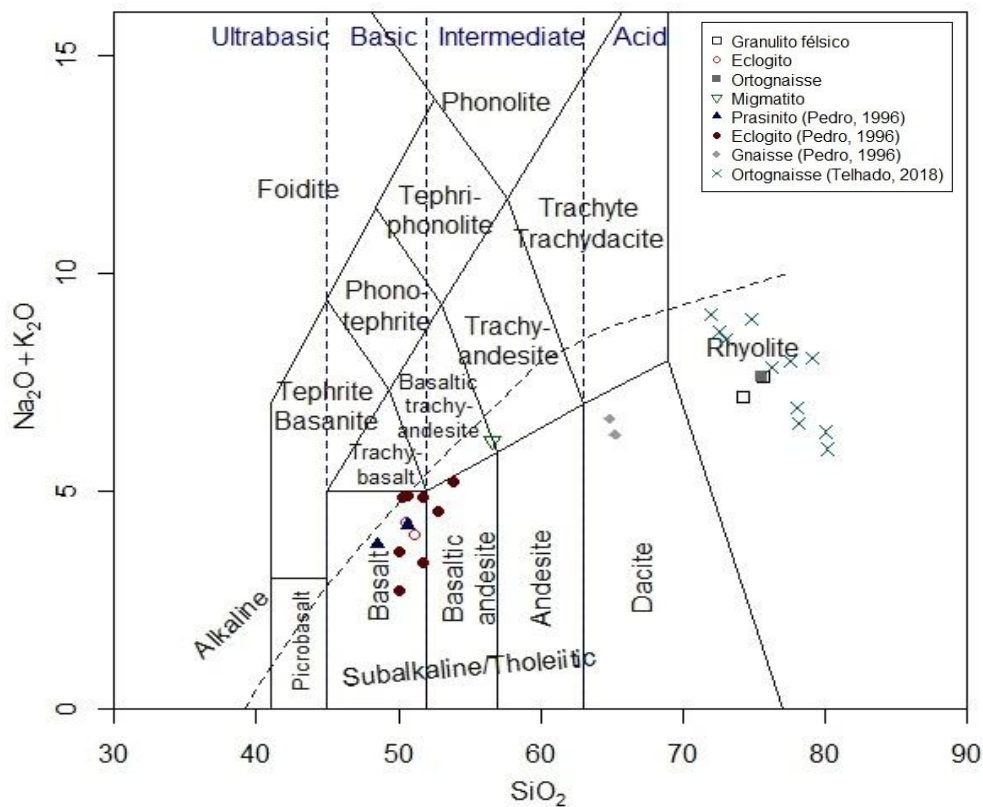


Figura 8.1 – Diagrama TAS de Le Bas et al. (1986).

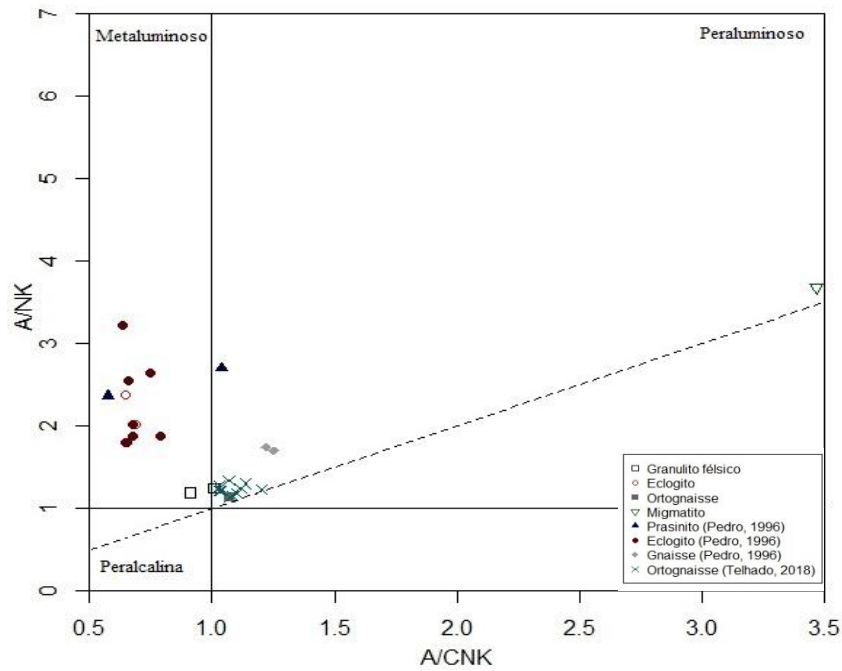


Figura 8.2 – Diagrama de aluminosidade por Shand (1943).

Analisando o diagrama AFM (Fig. 8.3), proposto por Irvine & Baragar (1971), as rochas estudadas pertencem à sequência toleítica, com exceção dos ortognaisses e dos granulitos félsicos que apresentam um carácter calco-alcálico, como seria de esperar. É de notar que duas amostras de eclogito se posicionam na zona de transição entre as duas sequências. Comparando esta análise com os dados obtidos por Pedro (1996) observamos que os eclogitos têm carácter semelhante aos do presente estudo, e também é de notar que os ortognaisses estudados por Telhado (2018) têm carácter semelhante com uma das amostras de granulito félsico.

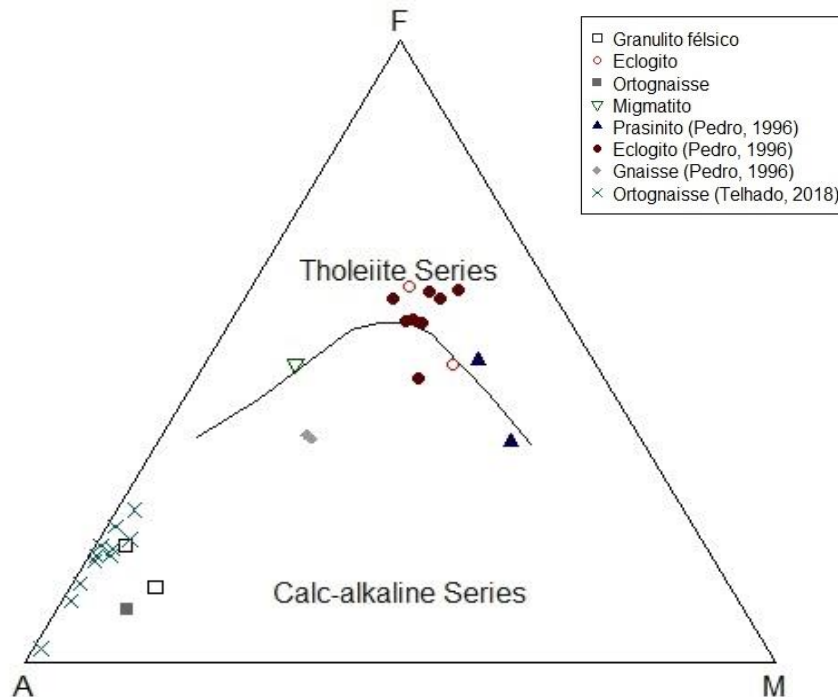


Figura 8.3 – Diagrama AFM de Irvine & Baragar (1971).

Para compreender os processos de evolução magmática foram realizados diagramas de Harker, os quais são utilizados para uma melhor explicação da variação dos elementos maiores e incompatíveis. Analisando os diagramas de elementos maiores vs MgO (Fig. 8.4) verifica-se que as rochas básicas são enriquecidas em CaO, TiO₂, P₂O₅ e FeOt, contrariamente às rochas félsicas que são enriquecidas em SiO₂, Na₂O e K₂O.

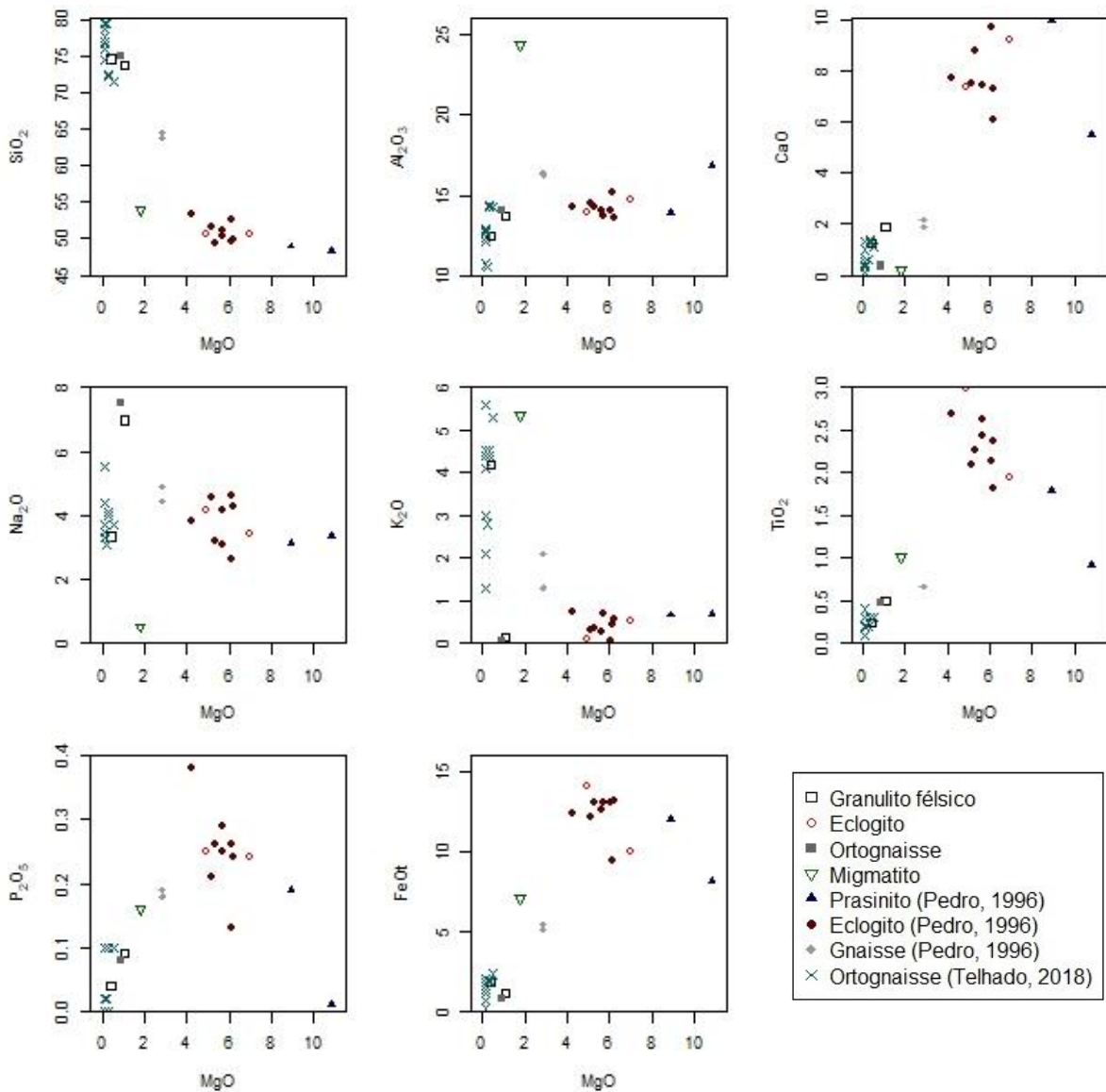


Figura 8.4 – Diagramas Al₂O₃, SiO₂, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅ e FeOt vs MgO das amostras em estudo e das amostras estudadas por Pedro (1996) e por Telhado (2018).

O Zr, Ce e o La nos eclogitos e prasinitos apresentam uma tendência decrescente com o MgO. Nos granulitos félsicos observa-se uma tendência crescente do Zr, Ta e Sr e uma tendência decrescente do Th e Ce com o MgO.

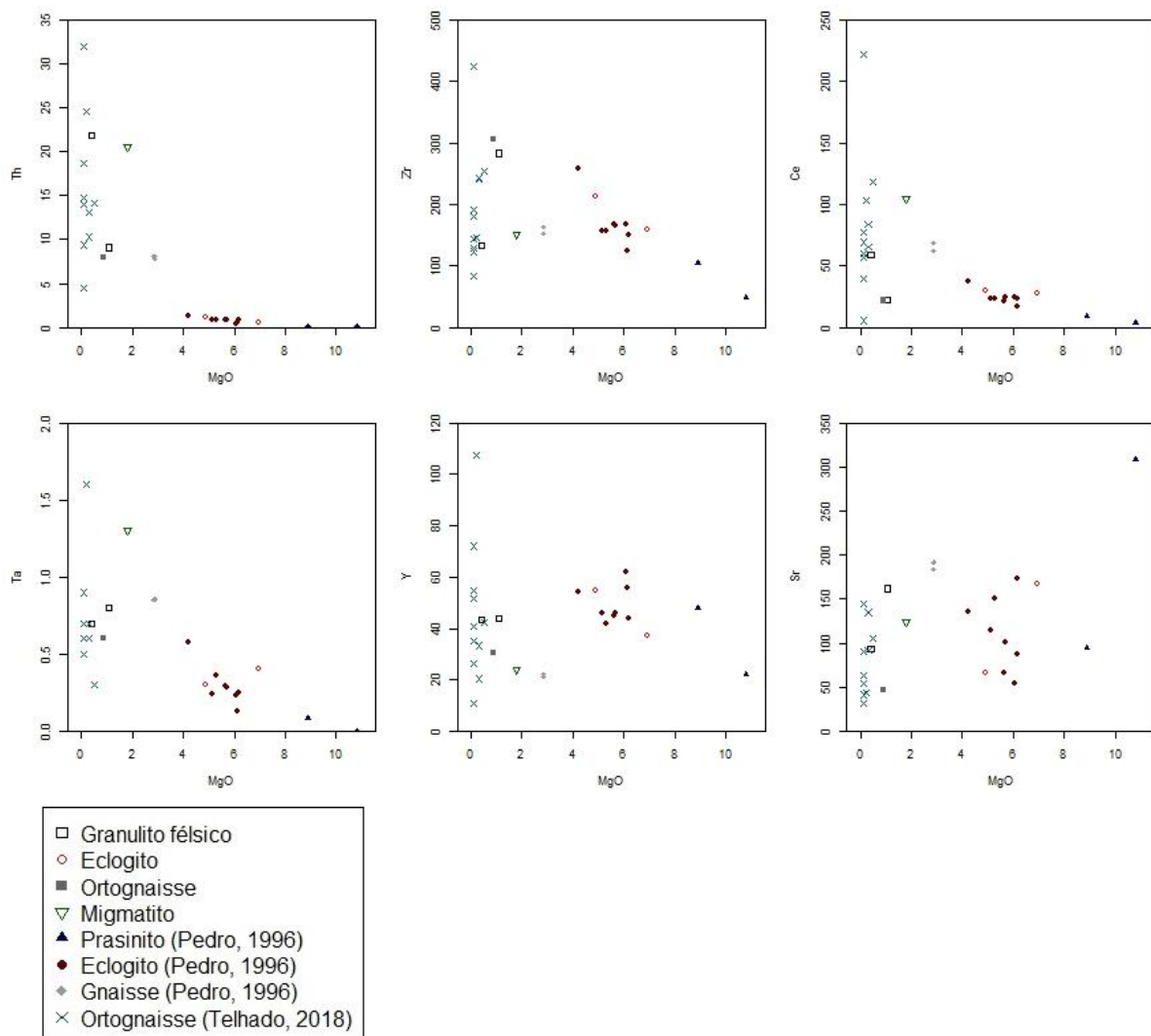


Figura 8.5 – Diagramas Th, Zr, Ce, Ta, Y e Sr vs MgO das amostras em estudo e das amostras estudadas por Pedro (1996) e por Telhado (2018).

Os diagramas dos elementos incompatíveis mostram que as rochas félsicas, nomeadamente os granulitos félsicos e os gnaisses, têm maiores teores de incompatíveis quando comparados com os eclogitos e prasinitos, como seria de esperar.

Nos diagramas Zr vs Th e Zr vs Ce (Fig. 8.6) verifica-se uma tendência crescente do Zr com o Th e com o Ce nos eclogitos e prasinitos, ocorrendo o oposto nos granulitos félsicos e gnaisses. No diagrama de Zr vs Y não é possível verificar uma tendência para as litologias representadas, à exceção dos gnaisses que demonstram um aumento do Zr com o Y. O diagrama Zr vs Sr demonstra que a quantidade de Zr mantém-se constante com o aumento de Sr nos eclogitos e nos prasinitos. Nos granulitos félsicos a quantidade de Zr aumenta com o Sr, ocorrendo o oposto para os gnaisses. No diagrama Zr vs Ta é possível observar-se um aumento do Zr com o Ta nos eclogitos, prasinitos, granulitos félsicos e gnaisses. Os eclogitos e os prasinitos, no diagrama Ce vs Ta, apresentam um aumento de Ce com o Ta e uma diminuição deste com o Ta nos granulitos félsicos e nos gnaisses.

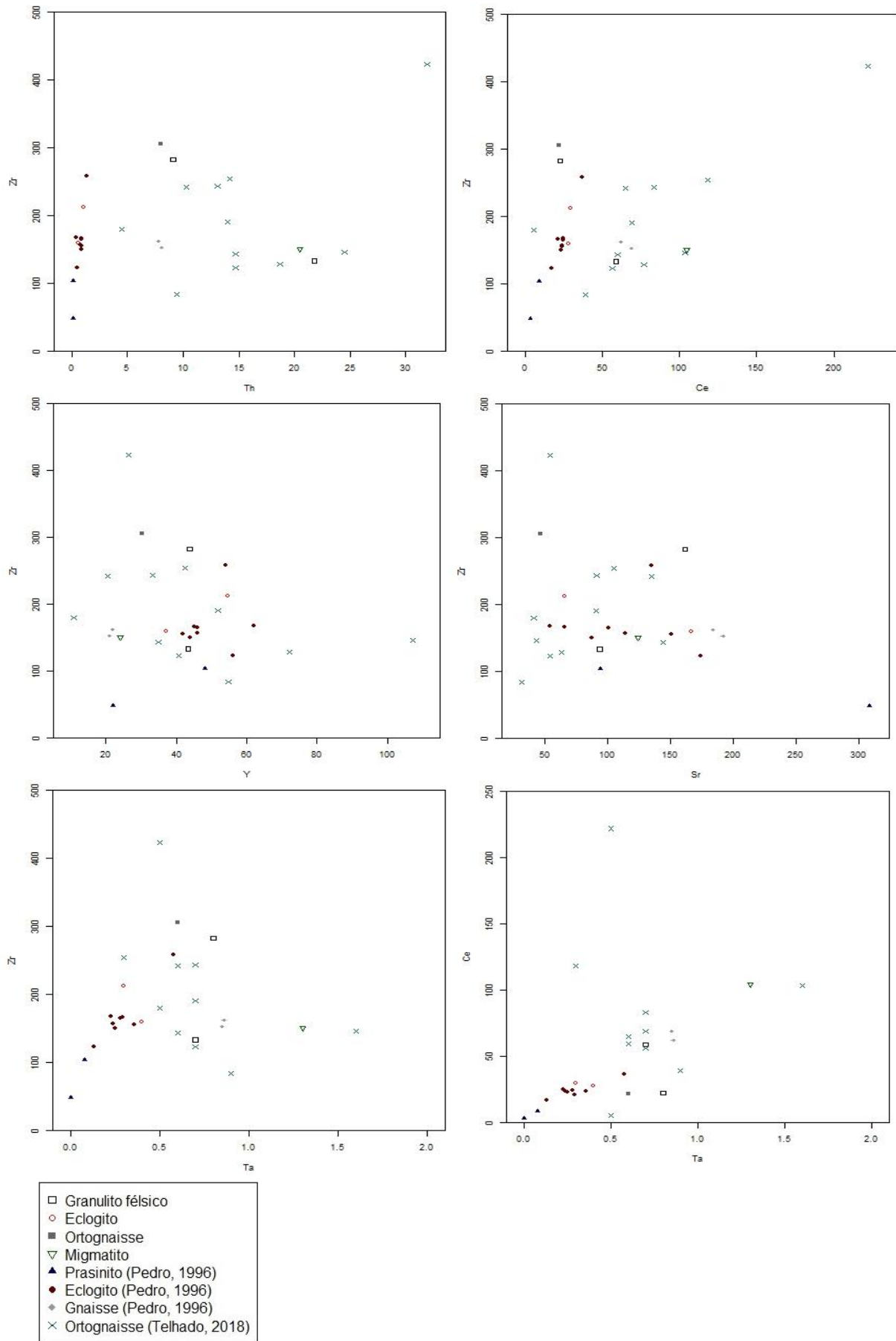


Figura 8.6 – Diagramas Zr vs Th, Zr vs Ce, Zr vs Y, Zr vs Sr, Zr vs Ta e Ce vs Ta das amostras em estudo e das amostras estudadas por Pedro (1996) e por Telhado (2018).

8.1. Análise de perfis de terras raras (REE)

De forma a facilitar a visualização, foram realizados dois diagramas de terras raras, um para as rochas básicas e outro para as rochas félsicas. Através do diagrama de terras raras para as rochas básicas (Fig. 8.7) é possível verificar que os eclogitos e prasinitos apresentam um ligeiro enriquecimento em HREE [(La/Lu)_N = 1.1 – 2.3] em comparação com os LREE, exceto uma amostra de prasinito que demonstra o oposto [(La/Lu)_N <1]. Os eclogitos apresentam razões (La/Sm)_N entre 0.9 e 1.6, enquanto os prasinitos apresentam para a mesma razão valores entre 0.6 e 1.0. As razões (La/Sm)_N <1 em rochas básicas são indicadoras de uma fonte empobrecida em elementos incompatíveis (Gale *et al.*, 2013). Analisando o diagrama da Figura 8.6, verifica-se que existe uma semelhança dos valores entre os eclogitos deste estudo e os eclogitos estudados por Pedro (1996).

No diagrama de terras raras para as rochas félsicas (Fig. 8.8) é possível verificar que os granulitos félsicos apresentam enriquecimento em LREE [(La/Lu)_N = 1.3 – 4.7] enquanto os migmatitos e os gnaisses apresentam elevado enriquecimento em LREE [(La/Lu)_N = 9.7 – 16.1] em comparação com os HREE. O ortognaisse estudado neste trabalho demonstra o oposto em relação às amostras referidas [(La/Lu)_N <1], enquanto os ortognaisses estudados por Telhado (2018) apresentam enriquecimento em LREE [(La/Lu)_N = 2.2 – 4.7]. Observando o diagrama da Figura 8.8, verifica-se que existe uma semelhança dos valores entre os granulitos félsicos e os ortognaisses e uma semelhança entre o migmatito e os gnaisses. Estas semelhanças são particularmente visíveis nos HREE.

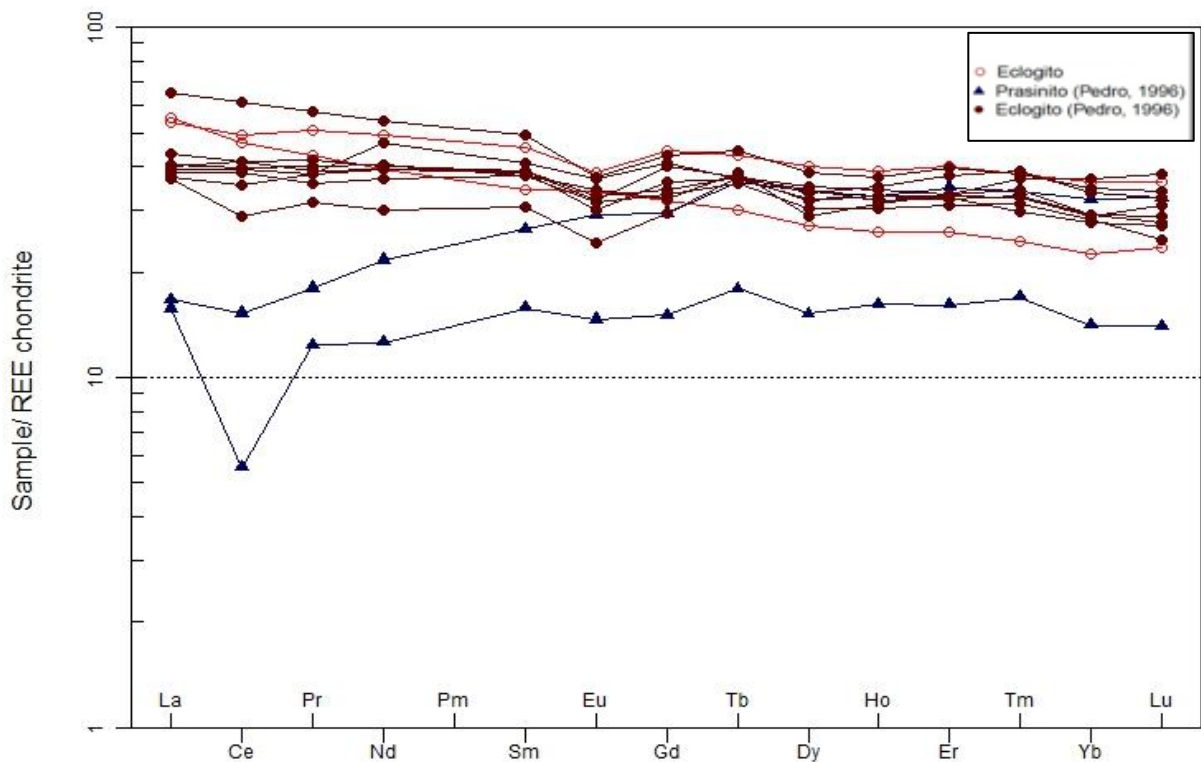


Figura 8.7 – Diagrama terras raras utilizando o condrito como normalização para as rochas básicas, de acordo com Anders & Grevesse (1989).

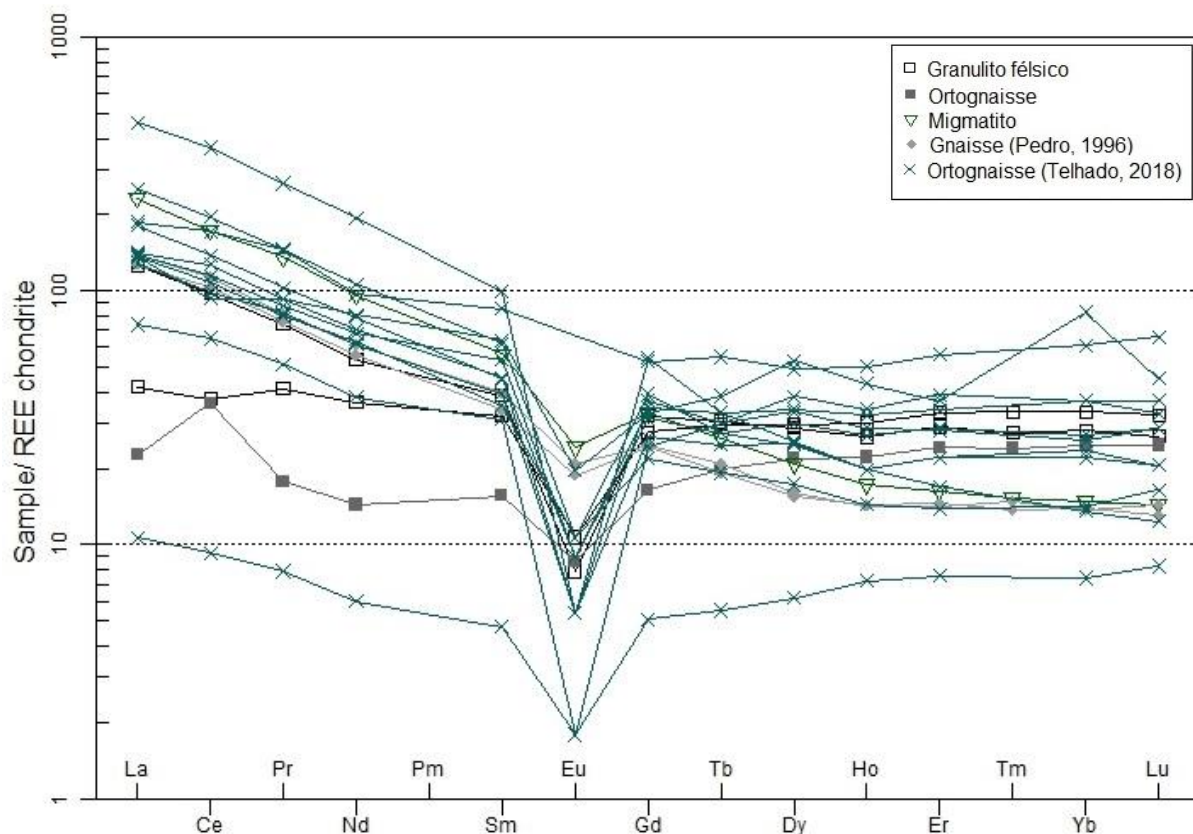


Figura 8.8 – Diagrama terras raras utilizando o condrito como normalização para as rochas félsicas, de acordo com Anders & Grevesse (1989).

8.2. Análise de *spidergrams*

Para as rochas básicas foram realizados *spidergrams* utilizando como fator de normalização o manto primitivo, os MORB-N e os MORB-E.

O *spidergram* normalizado com o manto primitivo (Fig. 8.9) demonstra que os eclogitos e os prasinitos apresentam uma tendência mais ou menos constante, aproximando-se de 10 nos HFSE. Os eclogitos de Pedro (1996) apresentam razões altas de Cs e anomalias negativas pronunciadas de Th e Sr. Os prasinitos apresentam uma anomalia positiva de K e, assim como os eclogitos, têm uma anomalia negativa de Th, contrariamente aos eclogitos estudados neste trabalho que apresentam uma anomalia positiva. Esta anomalia negativa poderá resultar de um erro nas análises que Pedro (1996) realizou, visto que o Th é muito imóvel e não é compreensível haver anomalias negativa deste elemento. Os prasinitos apresentam anomalias negativas de Ce e P e uma anomalia positiva de Sr, enquanto os eclogitos estudados neste trabalho apresentam anomalias negativas no Ba e no Sr e anomalias positivas de Pb.

No *spidergram* normalizado com os MORB-N (Fig. 8.10) é possível observar que tanto os eclogitos como os prasinitos apresentam uma tendência decrescente, aproximando-se à unidade nos elementos mais HFSE e enriquecido relativamente aos LILE.

No *spidergram* normalizado com os MORB-E (Fig. 8.11) verifica-se que os eclogitos e os prasinitos apresentam uma tendência mais ou menos constante, aproximada à unidade. Podemos afirmar que o comportamento dos eclogitos e dos prasinitos nos dois *spidergrams* é semelhante.

Através dos diagramas das Fig. 8.9 e 8.10 verificamos que os eclogitos e os prasinitos têm maior afinidade com os MORB-E.

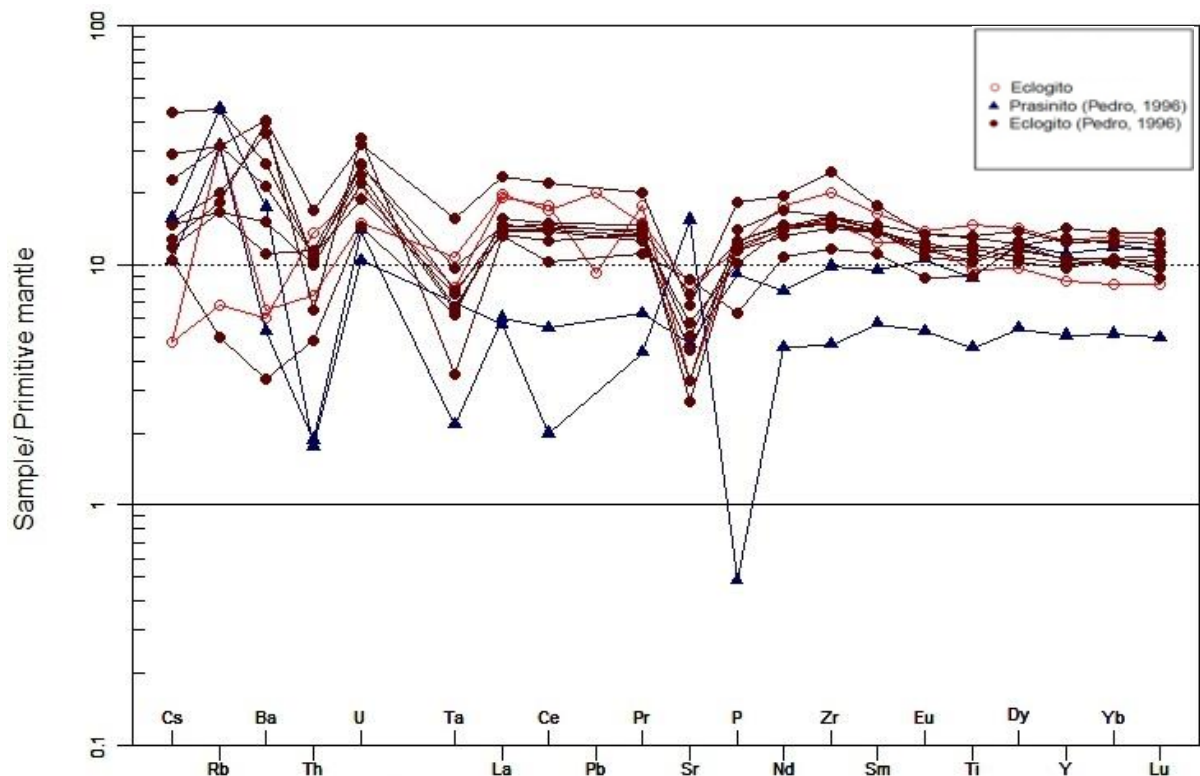


Figura 8.9 – Spidergrams para as amostras de eclogitos e de prasinitos utilizando o manto primitivo de McDonough & Sun (1995), como fator de normalização.

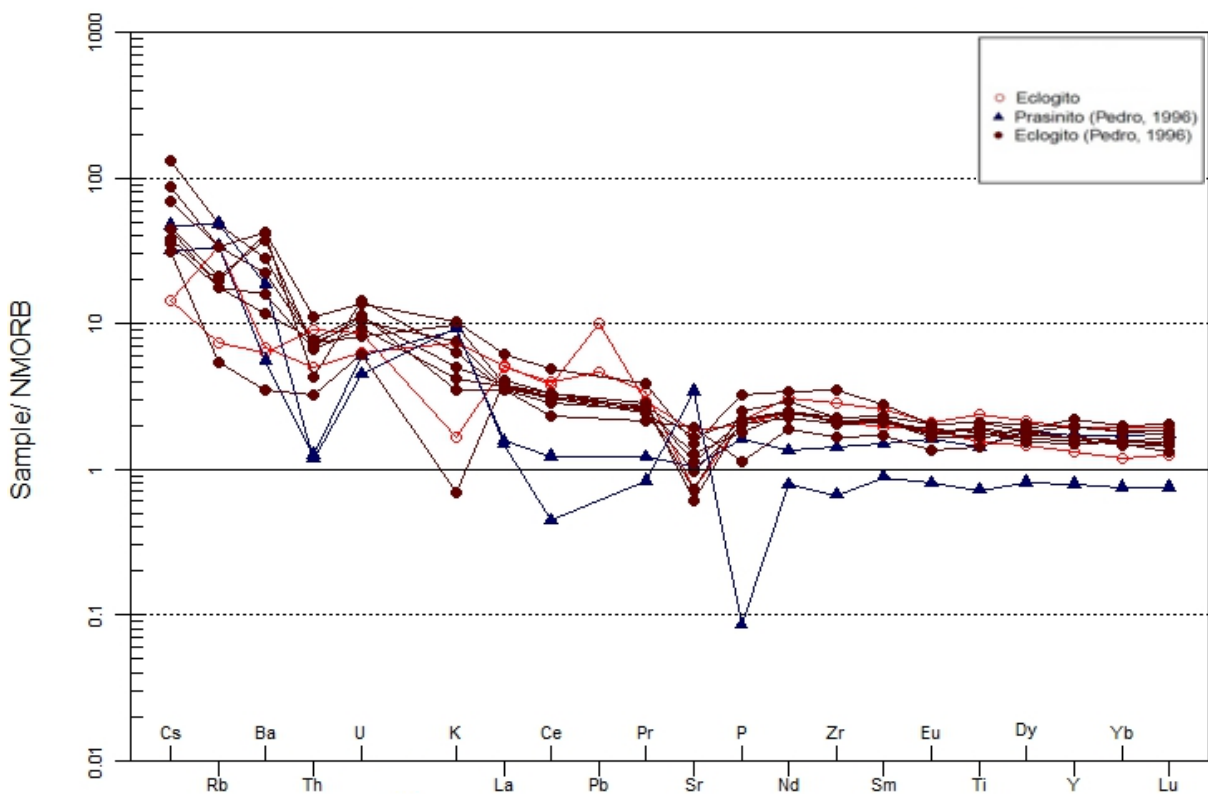


Figura 8.10 – Spidergrams para as amostras de eclogitos e de prasinitos utilizando os MORB-N de Sun & McDonough (1989a-b), como fator de normalização.

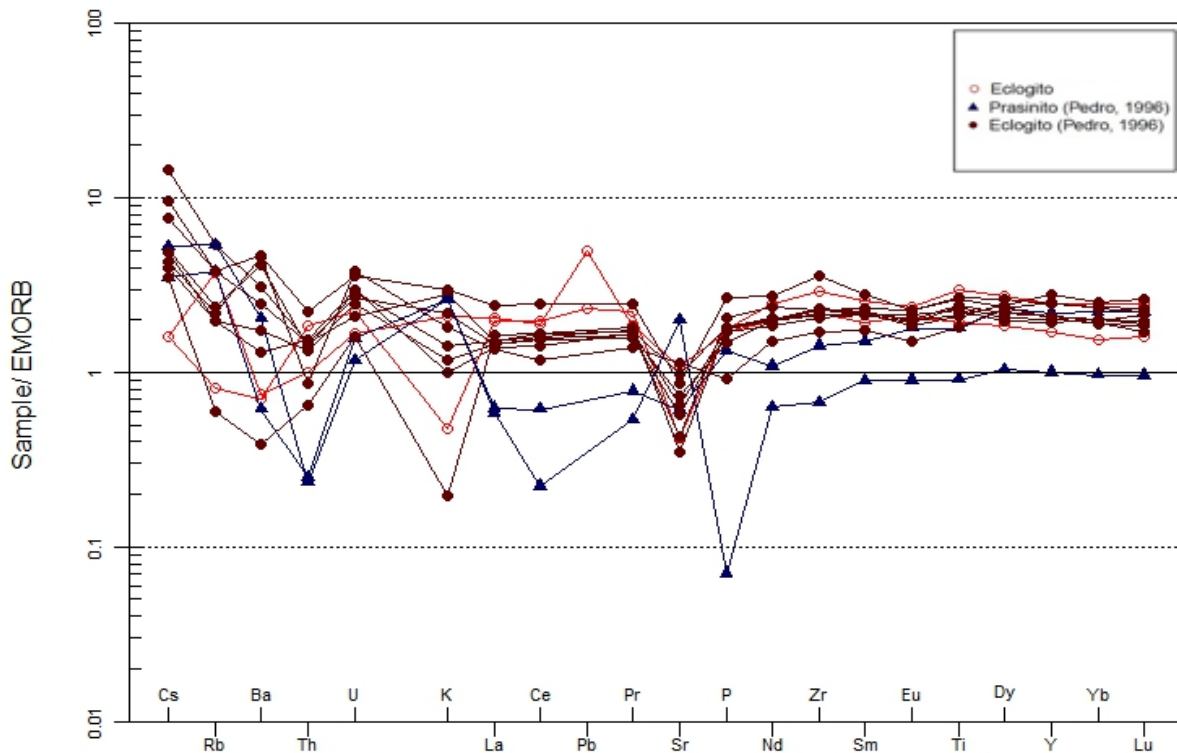


Figura 8.11 – Spidergrams para as amostras de eclogitos e de prasinitos utilizando os MORB-E de Sun & McDonough (1989a-b), como fator de normalização.

Para as rochas félsicas foram realizados *spidergrams* utilizando como fator de normalização a crosta continental superior e a crosta continental inferior.

No diagrama da Figura 8.12, as amostras de granulito félsico (RPT-1 e RPT-6), ortognaisses, migmatito e gnaiss mantêm-se mais ou menos constantes. Para os granulitos félsicos observa-se uma anomalia negativa de Ti e uma anomalia positiva de Nd. Esta litologia apresenta variação significativa entre as duas amostras, verificando-se anomalias negativas de Ba, K e P apenas em uma das amostras (RPT-1). As anomalias negativas de Ba e K são devidas, provavelmente ao efeito do metamorfismo. Na amostra de ortognaisse interpretada neste trabalho verificam-se anomalias negativas de Rb, K, Sr e de Sm. A anomalia negativa de Sr pode ser explicada pela baixa presença de plagioclase nesta amostra. Nos ortognaisses de Telhado (2018) verificam-se anomalias de Cs, Ta, Sr, P e Ti e anomalias positivas de La, Ce, Nd e Sm. Os gnaisses apresentam anomalias negativas de K e Sr e uma anomalia positiva de Nb, enquanto o migmatito apresenta uma anomalia negativa de U, Ta e Sr e uma anomalia positiva de Th e K.

No *spidergram* normalizado com a crosta continental inferior (Fig. 8.13) verifica-se uma tendência mais ou menos constante. Para todas as litologias verifica-se uma anomalia negativa de Ba, Sr e Ti. A anomalia negativa de Sr pode ser explicada pela baixa presença de plagioclase nestas amostras. Nos migmatitos observa-se uma anomalia positiva de Th e K enquanto nos granulitos félsicos verificam-se dois tipos de comportamentos diferentes para as duas amostras existentes. Numa amostra observam-se anomalias positivas de Rb e U, enquanto na outra amostra verifica-se uma anomalia negativa de K. O ortognaisse interpretado neste trabalho apresenta anomalias negativas de Rb, K e de La e uma anomalia positivas de Ce, enquanto os ortognaisses estudados por Telhado (2018) apresentam anomalias negativas de U e Ta e anomalias positivas de Rb, Th e K. As amostras de gnaisses mostram uma anomalia positiva de U e uma anomalia positiva de Ta.

Observando os diagramas das Figuras 8.12 e 8.13 e analisando os elementos La, Ce, Hf e Zr (elementos HFSE) pode-se verificar que uma amostra de granulito félsico (RPT-6), as duas amostras de gnaiss, o migmatito e os ortognaisses estudados por Telhado (2018) apresentam afinidade com a crosta

continental superior enquanto a outra amostra de granulito félsico (RPT-1) e o Ortognaisse de Safira apresentam afinidade com a crosta continental inferior.

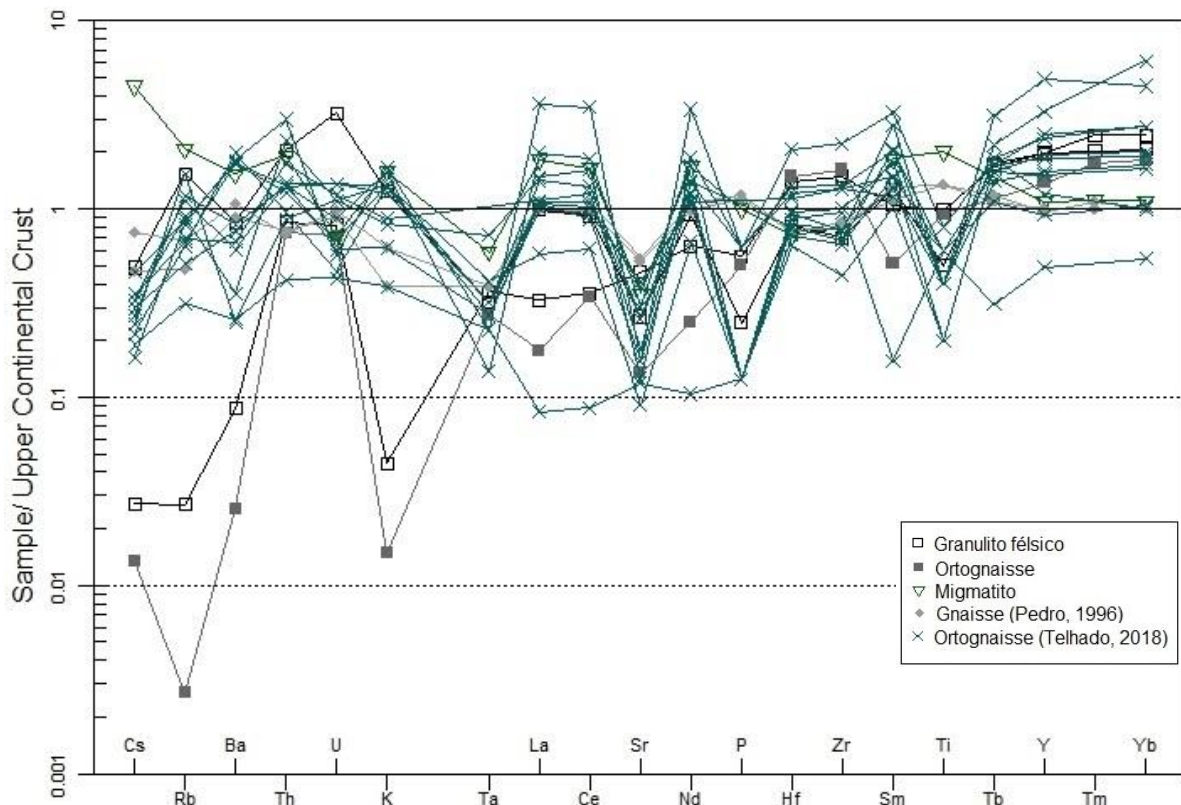


Figura 8.12 – Spidergrams para as amostras de granulito félsico, ortognaisse, migmatito e gnaiss utilizando a crosta continental superior de Taylor & McLennan (1995), como fator de normalização.

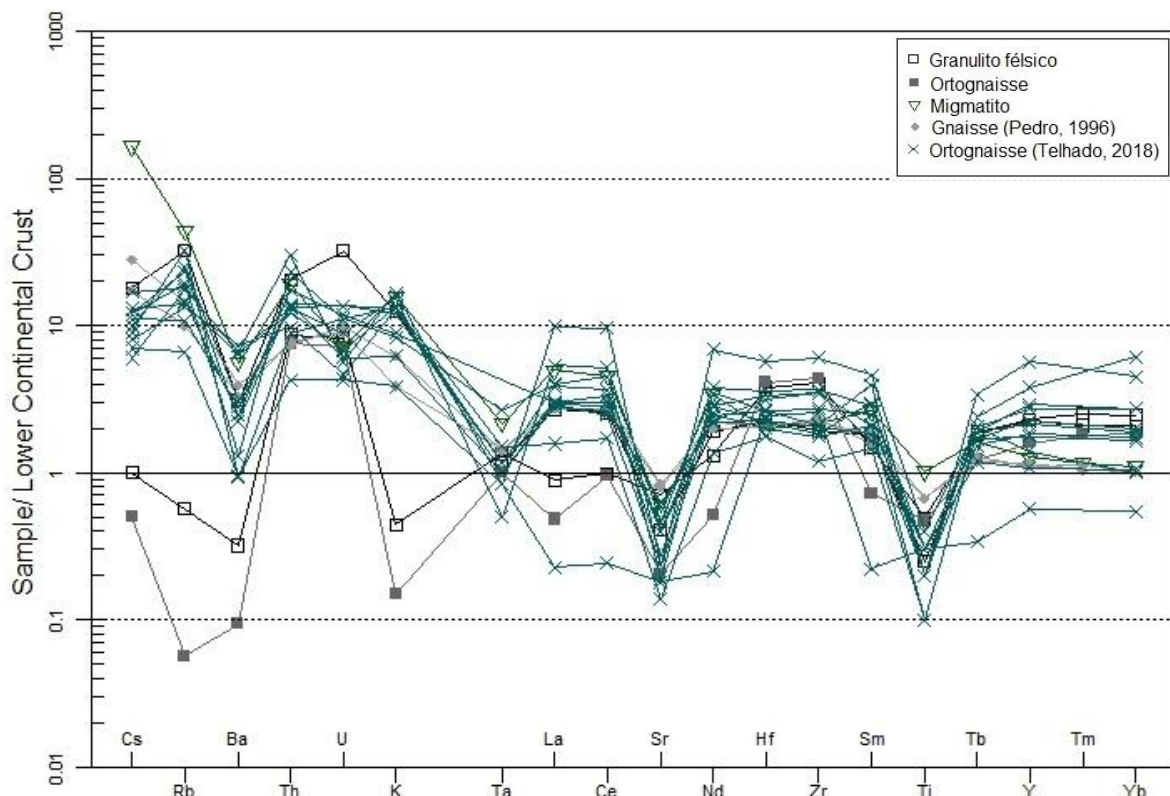


Figura 8.13 – Spidergrams para as amostras de granulito félsico, ortognaisse, migmatito e gnaiss utilizando a crosta continental inferior de Taylor & McLennan (1995), como fator de normalização.

8.3. Ambiente geodinâmico

É possível inferir acerca do ambiente geotectónico em que os protólitos das diferentes litologias se formaram a partir de diagramas discriminantes que utilizam elementos imóveis pouco afetados por remobilização pós-magmática.

Os diagramas de Shervais (1982) – Ti/V, de Pearce & Cann (1973) e de Pearce (1982) são utilizados para apurar se as amostras estão associadas a ambientes orogénicos.

Pelo diagrama de Shervais (Fig. 8.14) verifica-se que todas as rochas básicas estudadas se dispõem no campo dos basaltos de fundo oceânico (OFB – *Ocean Floor Basalts*).

O diagrama Ti-Zr-Y de Pearce & Cann (1973) apresenta os eclogitos e prasinitos no campo dos MORB-CAB-IAT, enquanto o diagrama de Ti-Zr-Sr de Pearce & Cann (1973) separa as amostras do campo referido anteriormente, mostrando que os eclogitos e uma amostra de prasinitos dispõem-se no campo dos MORB (*Mid - Ocean Ridge Basalts*), enquanto a outra amostra de prasinito se posiciona no campo IAT (*Island Arc Tholeiites*). No diagrama Zr vs Ti de Pearce & Cann (1973) verifica-se, assim como nos restantes diagramas de Pearce & Cann (1973), que as amostras de eclogitos e uma amostra de prasinito dispõem-se no campo dos MORB e a outra amostra de prasinito se situa no campo MORB-CAB-IAT. No campo dos MORB é possível observar que grande parte das amostras de eclogitos se situa fora do campo, provavelmente porque durante o metamorfismo os elementos utilizados para o diagrama não foram totalmente imóveis.

Os eclogitos e os prasinitos no diagrama Zr vs Ti de Pearce (1982) (Fig. 8.16) dispõem-se no campo dos MORB, à exceção de duas amostras de eclogitos que se situam no campo das lavas intraplaca.

Assim sendo, pode-se considerar que os protólitos das amostras de eclogitos e de prasinitos formaram-se em ambiente oceânico.

No diagrama de Pearce *et al.* (1984) verifica-se que as rochas félsicas apresentam afinidades transicionais entre granitoides de arco vulcânico (VAG) e granitoides intraplacas (WPG).

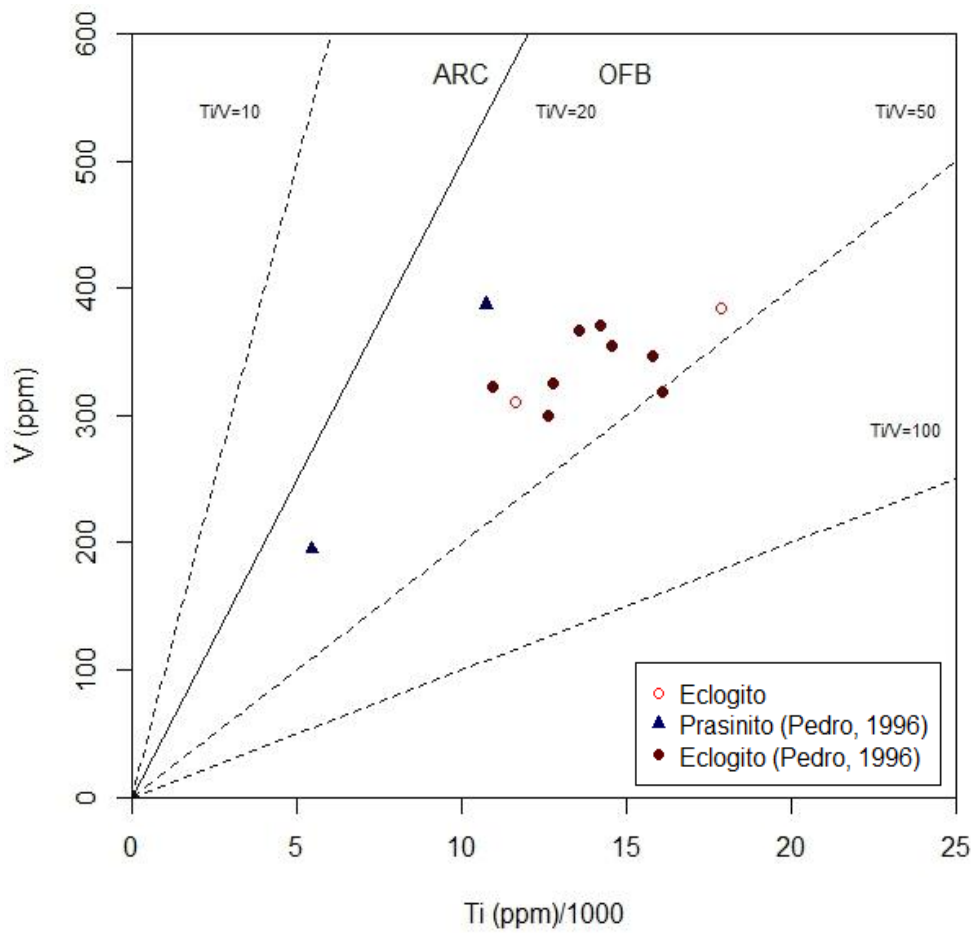


Figura 8.14 – Diagrama discriminante Ti/V de Shervais (1982). OFB - Ocean Floor Basalts; ARC - Arco vulcânico.

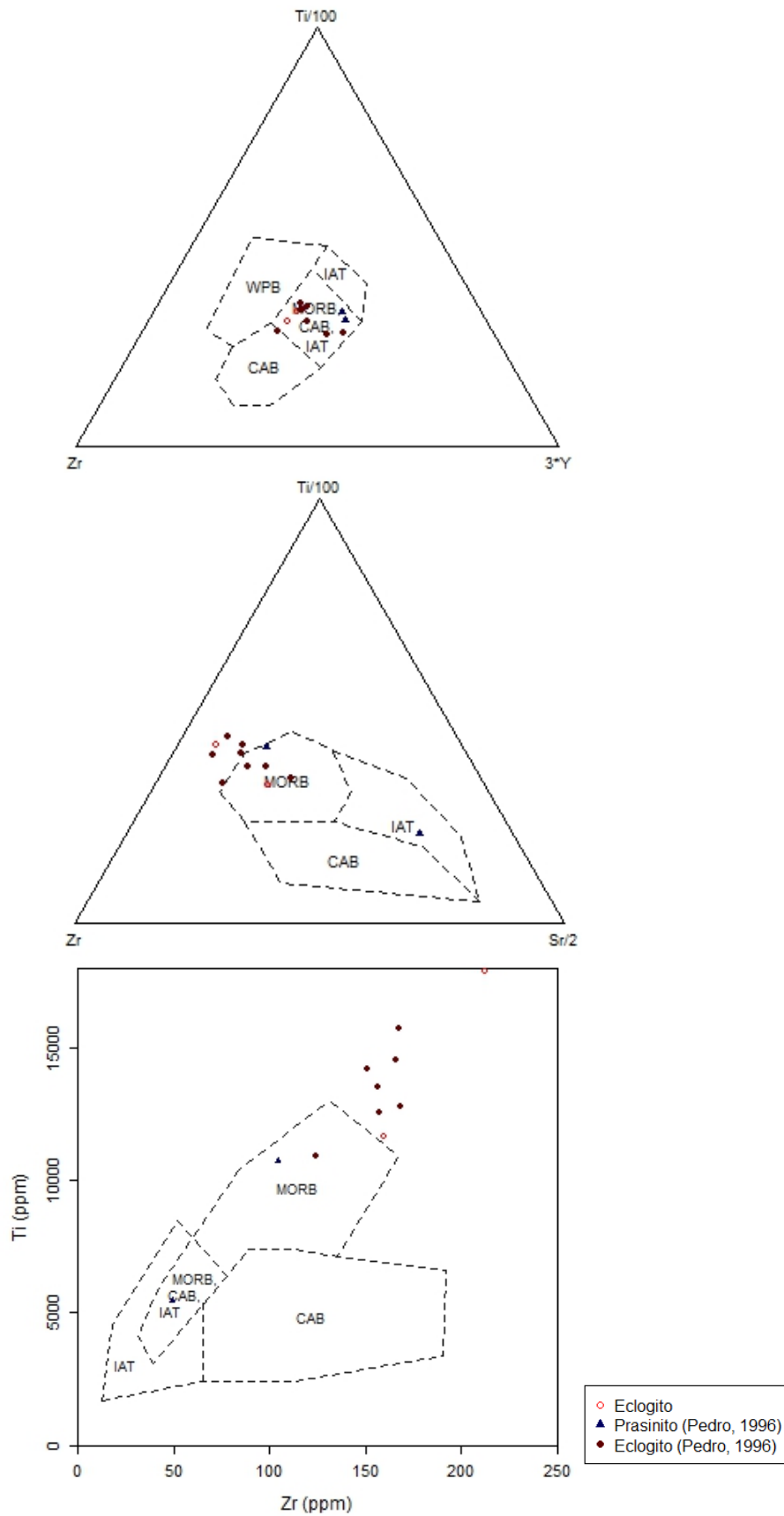


Figura 8.15 – Diagrama discriminante de $Ti/100 - Zr - 3*Y$, $Ti/100 - Zr - Sr/2$ e Zr vs Ti de Pearce & Cann (1973). IAT – Toleítos de Arco-ilha (Island Arc Tholeiites); MORB – Basaltos das dorsais oceânicas (Mid-Ocean Rigde Basalts); CAB – Basaltos continentais de arco (Continental Arc Basalts); WPB – Basaltos intraplaca (Within Plate Basalts).

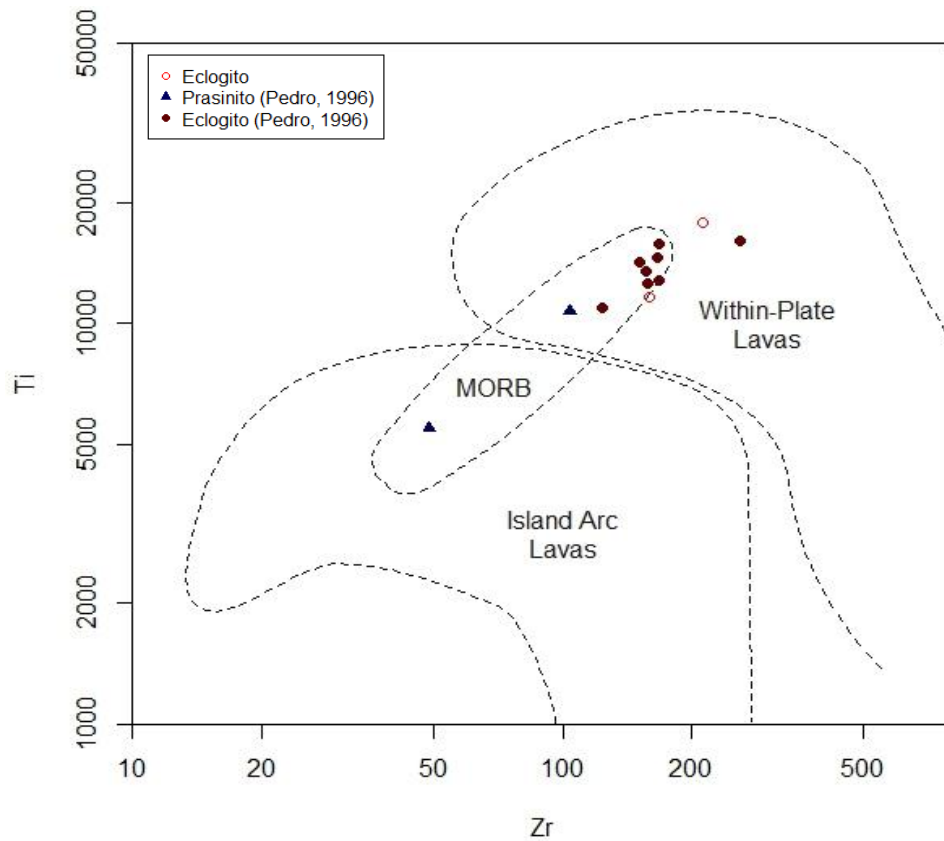


Figura 8.16 – Diagrama Zr vs Ti de Pearce (1982)

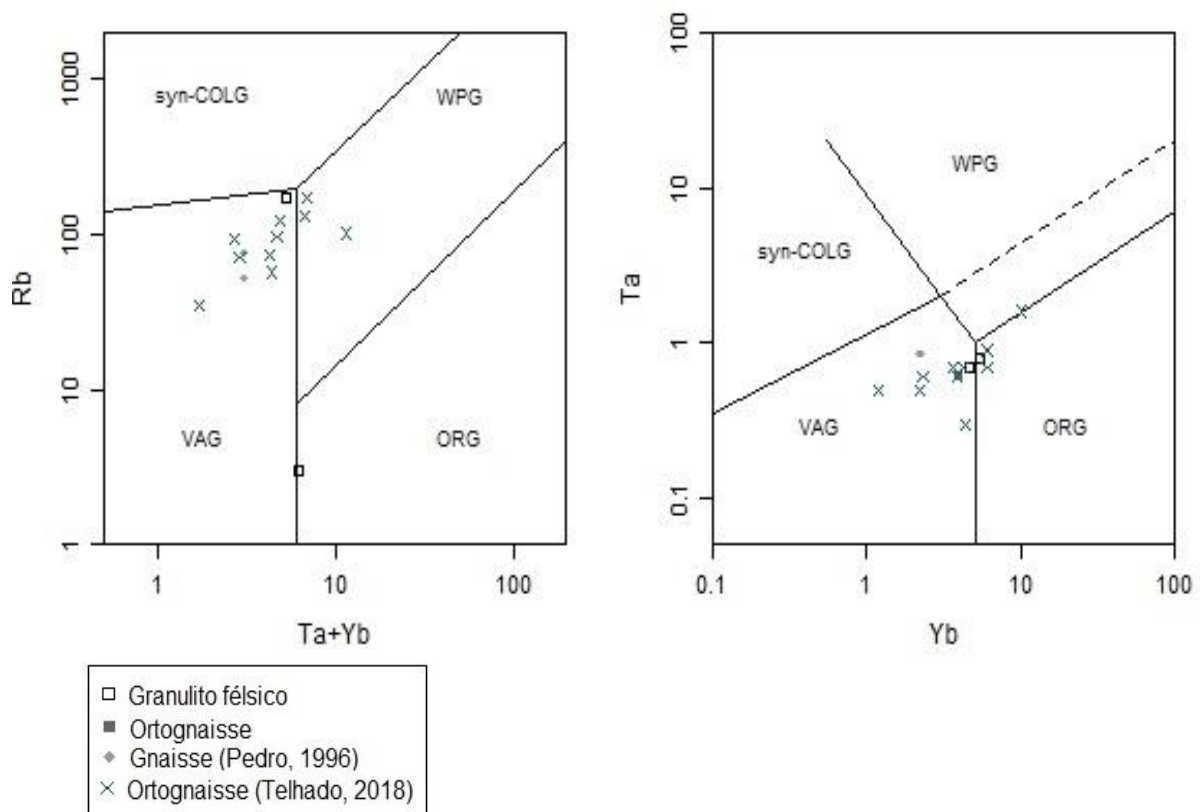


Figura 8.17 – Diagrama discriminante Ta + Yb – Rb e Yb – Ta de Pearce *et al.* (1984). syn-COLG – granitóides de colisão (syn-collision granites); VAG – granitóides de arco vulcânico (Volcanic Arc Granites); WPG – granitóides intraplacas (Within plate granites); ORG – granitóides (Ocean Ridge Granites).

9. Geoquímica isotópica

Os núcleos radioativos tendem a transformar-se espontaneamente até atingirem um núcleo estável e, estão presentes na natureza por vários motivos: (a) ainda não terem completado o decaimento porque as suas taxas de desintegração são muito lentas; (b) terem-se formado pelo decaimento de isótopos pai com longas meias-vidas; (c) serem produzidos por reações nucleares que ocorrem naturalmente (Dinis *et al.*, 2014).

O decaimento dos isótopos pai para os isótopos filho ocorre a um ritmo constante, pelo que permitem a determinação da idade das rochas e fornecem informação sobre a origem das rochas ígneas, pois as razões isotópicas iniciais podem também ser utilizadas como traçadores geoquímicos de processos petrológicos (Faure & Mensing, 2005).

9.1. Isótopos de Rb-Sr

O Rubídio é um elemento raro na natureza, que não forma qualquer mineral, mas que substitui comumente o Potássio dadas as similaridades entre ambos no que diz respeito ao raio iónico e à carga. Os dois isótopos naturais do Rubídio são o ^{85}Rb e o ^{87}Rb . O ^{87}Rb é um isótopo radioativo que, por decaimento, forma um isótopo radiogénico – ^{87}Sr .

Uma vez que o isótopo ^{86}Sr é um isótopo estável e não é gerado pelo decaimento de outro isótopo, a sua quantidade pode ser considerada constante (Faure, 1986). Este sistema foi um dos primeiros a ser aplicado na geocronologia, usufruindo de várias vantagens como a elevada variação da razão Rb/Sr em rochas cogenéticas, a incompatibilidade do Sr em rochas máficas e ultramáficas e a compatibilidade em rochas ricas em sílica (White, 2013).

Este método isotópico está alicerçado na produção de isócronas. A isócrona é uma linha reta, com declive igual a $t > 0$, gerada pela projeção de um conjunto de rochas cogenéticas em que na sua formação apresentavam a mesma razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial

A equação (9.1) mostra que a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ depende linearmente da razão $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ para um conjunto de amostras da mesma idade, sendo esta equação o suporte para a determinação das idades de rochas e/ou minerais:

$$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}} = \left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}} \right)_0 + \frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}} (e^{\lambda t} - 1) \quad (9.1)$$

em que $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ é a razão isotópica no tempo presente (medida na amostra), $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ é a razão integrada no momento da formação da rocha, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ é razão isotópica no tempo presente (medida na amostra), λ é a constante de decaimento e t o tempo que passou desde a formação da rocha e/ou mineral. A constante de decaimento deste sistema isotópico é $1,42 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$ (White, 2013; Faure & Mensing, 2005).

A idade calculada através do valor do declive da isócrona, corresponde à idade da formação da rocha segundo a equação:

$$m = e^{\lambda t} - 1 \quad (9.2)$$

Com o rearranjo da equação (9.2) em ordem a t , é possível determinar a idade das rochas:

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln(m + 1) \quad (9.3)$$

em que m é o declive da isócrona (Faure & Mensing, 2005).

No caso de a dispersão ser superior ao erro experimental, a linha de igual idade deixa de ser isócrona e passa a ser considerada uma errócrona. Uma errócrona é uma linha com projeção de várias rochas que passaram pelo mesmo processo petrogenético, em que razões $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ muito próximas fornecem um erro maior do que o tipicamente é considerado adequado para uma determinação geocronológica.

9.2. Isótopos de Sm-Nd

O sistema isotópico Sm-Nd é composto por elementos pertencentes ao grupo das terras raras (REE), mais concretamente ao das terras raras leves (LREE).

O samário (Sm) apresenta 7 isótopos que ocorrem naturalmente, 5 estáveis, ^{144}Sm , ^{149}Sm , ^{150}Sm , ^{152}Sm e ^{154}Sm , e 2 radioativos, ^{147}Sm e ^{148}Sm . O neodímio (Nd) também apresenta 7 isótopos, 5 estáveis, ^{142}Nd , ^{143}Nd , ^{145}Nd , ^{146}Nd e ^{148}Nd , e 2 radioativos, ^{144}Nd e ^{150}Nd .

Os isótopos ^{147}Sm e ^{143}Nd estabelecem uma relação através do decaimento do $^{147}\text{Sm} \rightarrow ^{143}\text{Nd}$ com uma constante de decaimento (λ) de $6,54 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$ (Faure, 1986; Faure & Mensing, 2005).

A equação de decaimento Sm-Nd é idêntica à do sistema Rb-Sr:

$$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} = \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_0 + \frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}} (e^{\lambda t} - 1) \quad (9.4)$$

em que $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ é a razão isotópica no tempo presente (medida na amostra), $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_0$ é a razão integrada no momento da formação da rocha, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ é a razão isotópica no tempo presente (medida na amostra), λ é a constante de decaimento e t o tempo que passou desde a formação da rocha e/ou mineral (White, 2013; Faure & Mensing, 2005).

Assim como no sistema isotópico Rb-Sr, no sistema isotópico Sm-Nd é possível a produção de isócronas.

9.3. ϵ_{Nd}^i

A notação ϵ_{Nd}^i provem da comparação dos valores $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ das amostras em estudo com a mesma razão, mas no reservatório condritico uniforme (CHUR – Chondritic Uniform Reservoir) (White, 2013; Faure & Mensing, 2005). Desta forma, utiliza-se a fórmula definida por DePaolo & Wasserburg (1976):

$$\epsilon^0(\text{Nd}) = \left[\frac{\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_A^0 - \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{CHUR}}^0}{\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{CHUR}}^0} \right] \times 10^4 \quad (9.5)$$

em que A representa o valor da amostra.

Se o valor de ϵ_{Nd}^0 for negativo, a amostra apresenta uma menor quantidade de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ em relação ao CHUR, significando um enriquecimento da fonte em elementos incompatíveis. Se o valor de ϵ_{Nd}^0 for positivo a amostra apresenta uma maior quantidade de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ em relação ao CHUR, levando a um empobrecimento da fonte em elementos incompatíveis (White, 2013).

A equação (9.6) permite o cálculo da razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do CHUR na altura da formação da rocha:

$$\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{CHUR}}^t = 0,512638 - 0,1967 (e^{\lambda t} - 1) \quad (9.6)$$

em que o valor de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do CHUR atual corresponde a 0,512638 e o valor de $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ do CHUR atual corresponde a 0,1967.

Após o cálculo da composição de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do CHUR na altura da formação da rocha, é possível comparar os valores de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ com o CHUR no tempo facultado pela isócrona através da seguinte fórmula:

$$\varepsilon^t(Nd) = \left[\frac{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd} \right)_A^t - \left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd} \right)_{CHUR}^t}{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd} \right)_{CHUR}^t} \right] \times 10^4 \quad (9.7)$$

em que A representa o valor da amostra.

Sendo ε_{Nd}^t resultante da comparação dos valores de Nd do CHUR, pode-se considerar, caso ε_{Nd}^t seja negativo, que o protólito com origem na crosta continental. Caso o ε_{Nd}^t seja positivo, o protólito originou-se a partir de fontes empobrecidas (Faure & Mensing, 2005; White, 2013).

9.4. ε_{Nd} vs $^{87}Sr/^{86}Sr_i$

As proveniências isotópicas, nomeadamente tipos de reservatórios mantélicos, podem ser definidas pela notação ε_{Nd} e pela razão $^{87}Sr/^{86}Sr$ quando utilizadas em conjunto (Zindler & Hart, 1986). Para tal, foram consideradas três idades importante: 1) 320 Ma, idade aproximada para a cristalização dos granitoides e migmatização (Moita, 2008); 2) 350 Ma, idade varisca próxima da idade em que os ortogneisses sofreram a deformação (Telhado, 2018); e 3) 370 Ma, idade estimada para a formação dos eclogitos (Moita *et al.*, 2005); e foram calculados os valores de ε_{Nd}_{320} , ε_{Nd}_{350} e ε_{Nd}_{370} assim como as razões $^{87}Sr/^{86}Sr_{320}$, $^{87}Sr/^{86}Sr_{350}$ e $^{87}Sr/^{86}Sr_{370}$ (Tabela 9.2).

As análises isotópicas foram realizadas para 3 amostras (1 eclogito, 1 ortogneisse de Safira e 1 granulito félsico), sendo estas expostas, assim como os erros associados na Tabela 9.1. A estes foram adicionados dados provenientes de trabalhos anteriores (Moita, 2008; Chichorro *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2012; Telhado, 2018). Estes dados apresentam dados do ortogneisse de Alcáçovas, dos anfibolitos estudados ao longo da região de Alcáçovas, do ortogneisse e dos gnaisses de Valverde, dos diatexitos de Almansor, dos ortogneisses félsicos do Escoural e dos metassedimentos da Série Negra (Tabela 9.2).

Os dados obtidos foram projetados num gráfico ε_{Nd} vs $^{87}Sr/^{86}Sr$, onde também se projetaram os campos das Rochas da Crosta Inferior (R.C.I.) e das Rochas da Crosta Média e Superior (R.C.M.S.) definidos por Turpin *et al.* (1990) e Downes & Dutho (1988).

Tabela 9.1 – Razões isotópicas $^{87}Sr/^{86}Sr$ e $^{143}Nd/^{144}Nd$ para $t = 0$ com os respetivos erros associados.

Amostra	Litologia	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{87}Sr/^{86}Sr$	Erro 2σ 10^{-6}	$^{143}Nd/^{144}Nd$	Erro 2σ 10^{-6}
RPT-1	Granulito félsico	0.0528	0.1716	0.7090	5	0.512543	5
RPT-4	Eclogito	0.1744	0.1818	0.7095	6	0.512819	5
RPT-8	Ortogneisse	0.0380	0.1926	0.7094	7	0.512387	3

Tabela 9.2 – Valores da notação ϵNd e da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para $t = 320 \text{ Ma}$, $t = 350\text{Ma}$ e $t = 370 \text{ Ma}$.

Litologia	Autores	Amostra	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(320)}$	$\epsilon\text{Nd}_{(320)}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(350)}$	$\epsilon\text{Nd}_{(350)}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(370)}$	$\epsilon\text{Nd}_{(370)}$
Eclogito	Este estudo	RPT-4	-	-	-	-	0.7086	+4.4
Anfibolitos I (tipo VAB)	Chichorro <i>et al.</i> , 2008	CSN-A24	-	-	-	+4.6	-	-
		VAL-2	-	-	-	+6.3	-	-
		BSC-3	-	-	-	+2.9	-	-
		BSC-10	-	-	-	+3.6	-	-
Anfibolitos II (tipo MORB-E)		ARL-1	-	-	-	+7.0	-	-
		ARL-2	-	-	-	+6.1	-	-
		BDV-2	-	-	-	+6.4	-	-
		SCD	-	-	-	+5.8	-	-
Anfibolitos III (tipo MORB-N)		MOF	-	-	-	+7.0	-	-
		VAL-1	-	-	-	+8.9	-	-
	CSN-B24	-	-	-	+5.7	-	-	
Ortognaisse de Safira	Este estudo	RPT-8	-	-	0.7092	-4.6	-	
Ortognaisse das Alcáçovas	Telhado, 2018	FRT-1	-	-	0.7170	-5.0	-	-
		FRT-5	-	-	0.7280	-5.7	-	-
		FRT-8	-	-	0.7184	-5.5	-	-
		FRT-19	-	-	0.7604	-4.4	-	-
	Santos <i>et al.</i> , 2012	ALC-8	-	-	0.7085	-3.8	-	-
Ortognaisse de Valverde	Moita, 2008	VLV-3	-	-	0.7736	-3.3	-	
Ortognaisse Félisico do Escoural	Chichorro <i>et al.</i> , 2008	ESC-101	-	-	-	-1.73	-	-
		ESC-100	-	-	-	-2.77	-	-

Granulito fêlsico	Este estudo	RPT-1	0.7088	-0.7	-	-	-	-
Diatexito de Almansor	Moita, 2008	AMS-4	0.7268	-8.8	-	-	-	-
		AMS-18	0.7195	-9.2	-	-	-	-
Metassedimentos da Série Negra	Chichorro <i>et al.</i> , 2008	BSC-1	-	-	-	-7.41	-	-

De maneira a realizar uma comparação com as amostras estudadas, foram projetadas no diagrama $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vs ϵNd_{320} amostras de Moita (2008), correspondentes a gnaisses (e ortognaisses da região de Valverde e a diatexitos da região de Almansor; amostras de Chichorro *et al.* (2008), correspondentes a anfibolitos da região de Alcáçovas, ortognaisses da região do Escoural e metassedimentos da Série Negra; e amostras de Santos *et al.* (2012) e Telhado (2018), correspondentes a ortognaisses da região de Alcáçovas (Tabela 9.2).

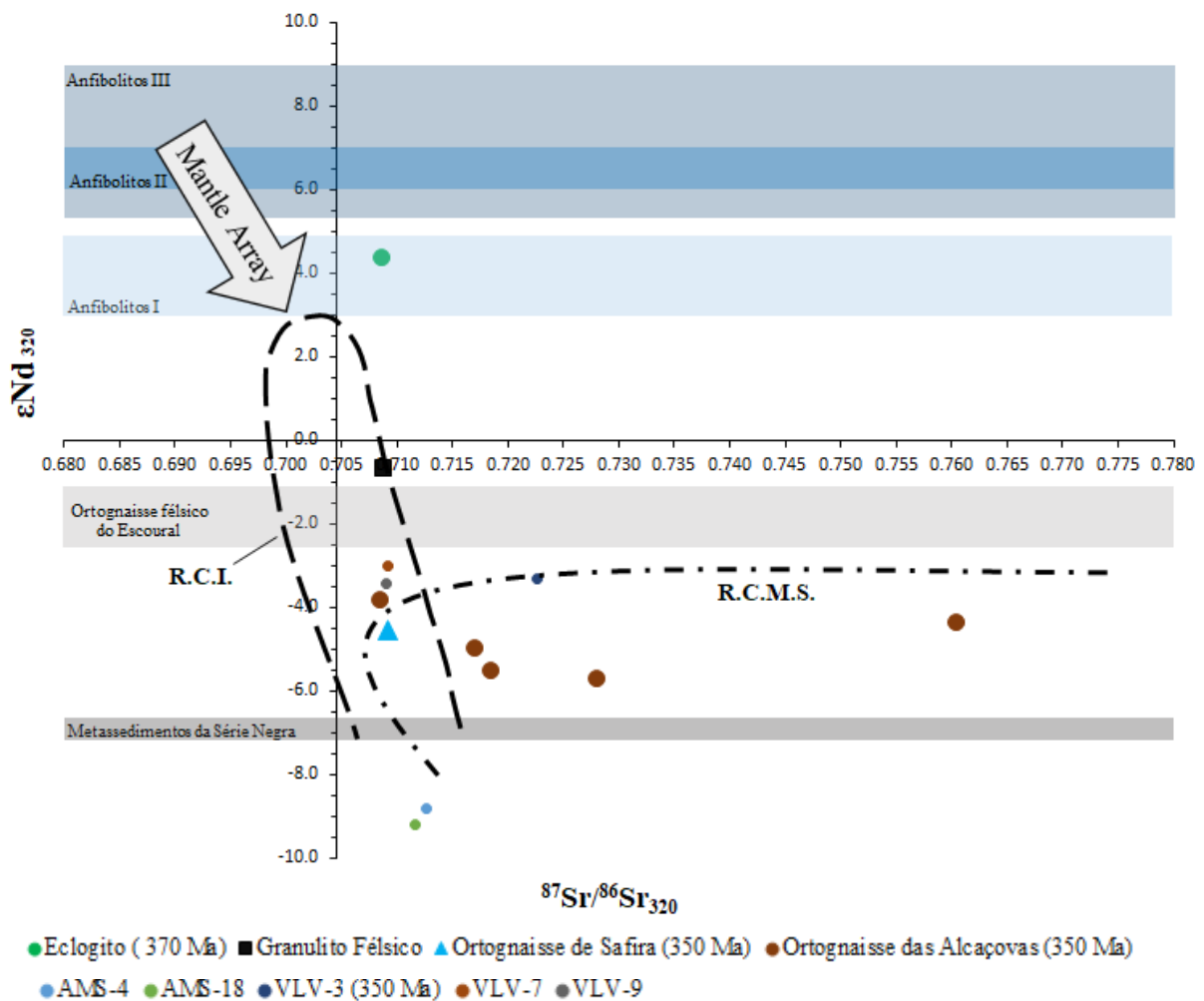


Figura 9.1 – Gráfico ϵNd vs $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ com valores calculados para 320 Ma. Foram projetados os campos das Rochas da Crosta Inferior (R.C.I.) e das Rochas da Crosta Média e Superior (R.C.M.S.) definidos por Turpin *et al.*, 1990 e Downes & Dutho, 1988.

A interpretação em função das razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e ϵ_{Nd} sugere que o ortogneisse de Valverde (VLV-3), os diatexitos de Almansor (AMS-4 e AMS-18) e os ortogneisses de Alcáçovas (FRT-1, FRT-5, FRT-8 e FRT-19) são rochas enriquecidas e próximas da crosta continental média a superior, enquanto o granulito félsico (RPT-1), os gnaisses de Valverde (VLV-7 e VLV-9) e uma das amostras do ortogneisse de Alcáçovas (ALC-8) são rochas mais empobrecidas, próximas da crosta continental inferior. Pode-se verificar que o ortogneisse de Alcáçovas (ALC-8) e o ortogneisse de Safira (RPT-8) aproximam-se da transição entre a crosta continental inferior e a crosta continental média a superior. O eclogito (RPT-4) é uma rocha isotopicamente empobrecida, projetando-se ao longo do *Mantle Array*, embora ligeiramente mais isotopicamente enriquecida em Sr, o que pode estar relacionado com remobilização durante os eventos metamórficos variscos.

As rochas estudadas no trabalho de Chichorro *et al.* (2008) carecem dos valores isotópicos do sistema Rb-Sr, podendo afirmar que as rochas anfíbolíticas ficam limitadas a composições mais empobrecidas (valores de ϵ_{Nd} positivos), enquanto os ortogneisses félsicos do Escoural (ESC-100 e ESC-101) e os metassedimentos da Série Negra (BSC-1) apresentam composições mais enriquecidas (valores de ϵ_{Nd} negativos).

10. Discussão

As rochas da região de Safira tinham sido anteriormente estudadas e descritas por Pedro (1996), sendo posteriormente reinterpretadas por Leal (2001), pretendendo-se que o presente estudo, baseado num alargado conjunto de dados petrográficos, geoquímicos e de química mineral, complemente os estudos anteriores.

A região de Evoramonte, situada no sector Estremoz – Barrancos, nunca tinha sido abordada em estudos de petrologia e geoquímica, tendo o presente estudo o objectivo de dar a conhecer a petrografia e geoquímica desta região. As rochas recolhidas em Evoramonte foram divididas em 3 grupos (Capítulo 5 – Petrografia), nomeadamente migmatitos, xistos com estauroлите e micaxistos.

As rochas recolhidas e estudadas na região de Safira foram divididas neste trabalho em 3 grupos (Capítulo 5 – Petrografia), nomeadamente em eclogitos, ortognaisses e granulitos félsicos. Os gnaisses félsicos ortoderivados estudados e interpretados por Pedro (1996) e reinterpretados por Leal (2001) como rochas quartzo-feldspáticas, foram reinterpretados e nomeados como granulitos félsicos no presente trabalho, atendendo às suas características petrográficas anteriormente mencionadas. Os eclogitos de Safira têm uma particularidade na estrutura das granadas presentes na sua mineralogia. Esta estrutura, designada por atol, expõe uma zona interna anédrica, o núcleo, e um anel exterior euédrico a sub-euédrico. Os anéis apresentam fraturas radiais, facto que sugere que a rocha tenha sofrido um processo de descompressão, após a exumação que levou a incremento de volume nos minerais que estão inclusos nas granadas. Devido a esta observação, especulou-se se poderia existir coesite no interior das granadas com estrutura em atol. Tal especulação foi refutada pela realização de um exaustivo estudo de espectroscopia micro-Raman que exclui a presença de coesite, tendo confirmado que o quartzo era o único mineral félsico presente nestas rochas.

A formação deste tipo de estruturas foi alvo de discussão por parte de alguns autores, nomeadamente, Bard (1980), Pedro (1996) e Leal (2001). Bard (1980) e, posteriormente, Pedro (1996) sugerem que um atol poderia ter sido gerado através de pontos triplos equidistantes e num estágio posterior, os anéis e núcleos poderiam gerar ou não cristais de granada isolados, implicando que a forma do cristal de granada em atol não fosse alongada.

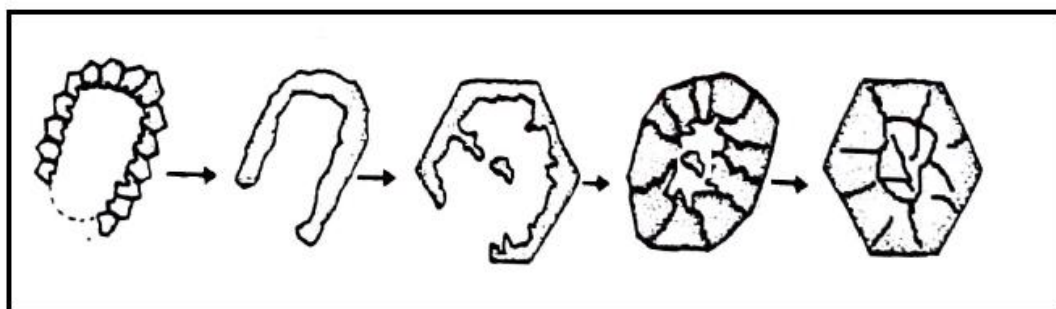


Figura 10.1 – Esquema ilustrativo do desenvolvimento de estruturas em atol. Nos estádios mais avançados podem formar-se cristais euédricos de granadas (adaptado de Bard, 1980 in: Pedro, 1996).

Leal (2001) afirma que a génese anteriormente referida, não justifica a presença de atóis não alongados nos eclogitos de Safira. Os cristais de granada observados por Leal (2001) encontravam-se orientados e alongados, contradizendo a hipótese de o atol ser gerado por pontos triplos equidistantes, pois devido ao atol encontrar-se alongado seria impossível existir pontos triplo equidistantes. Após esta observação, Leal (2001) afirma que as estruturas em atol teriam sofrido uma cristalização lenta, o que poderia ter facilitado o desenvolvimento de cristais de granada euédricos com inclusões dos minerais formados anteriormente e/ou recém-formados.

Devido à forma euédrica e sub-euédrica dos atóis, podemos especular que o grau de deformação presente na rocha não terá sido muito elevado e as granadas presentes não se terão formado durante a deformação que levou à exumação das rochas. A exumação das rochas foi posterior à formação dos atóis, sendo isto comprovado pela presença de fraturas radiais dos atóis. Algumas granadas arredondadas presentes nos eclogitos aparentam fazer parte do mesmo processo de crescimento/formação dos atóis, enquanto as granadas (mais pequenas) presentes no interior dos atóis, desde anédricas a euédricas, cortam, ocasionalmente, os atóis, demonstrando que a sua formação foi posterior (Fig. 5.1). Assim sendo, as granadas que se encontram inclusas cresceram até ao ponto de formarem uma granada com desenvolvimento completo, enquanto os atóis resultaram de granadas com maiores dimensões que aparentemente ficaram incompletas.

Posto isto, o período de cristalização das granadas não terá sido tão lento ou prolongado no tempo como anteriormente sugerido, o que é concordante com a ausência de ponto triplos. Conclui-se assim que a exumação destes eclogitos terá sido rápida, pouco tempo após atingir o pico bórico, o que também poderá explicar a formação das fracturas radiais na granada.

Os eclogitos e os granulitos félsicos estudados neste trabalho apresentam algumas semelhanças com os eclogitos e os gnaisses félsicos estudados por Pedro (1996) e reinterpretados por Leal (2001), sendo estas semelhanças verificadas pela composição das granadas, piroxenas e anfíbolas, nos eclogitos, e pela composição dos feldspatos e micas brancas nos granulitos félsicos (Capítulo 6 – Química Mineral). Os prasinitos, atendendo às suas características geoquímicas podem ser interpretados como eclogitos retrogradados para a fácies dos xistos verdes, pois possuem em tudo características geoquímicas iguais aos eclogitos. Tal já tinha sido especulado por Pedro (1996).

O conjunto de observações petrográficas, bem como os resultados de química mineral e geotermobarometria permitiram estabelecer dois percursos P-T, nomeadamente para os eclogitos da região de Safira e outro distinto para os migmatitos da região de Evoramonte. O percurso P-T definido para os eclogitos da região de Safira demonstra a passagem de condições típicas de fácies dos xistos azuis para condições típicas de fácies eclogítica, correspondendo esta fácies ao pico metamórfico com $P = 15.0 - 17.9$ kbar e $T = 638 - 707$ °C. O percurso retrógrado foi responsável pelo reequilíbrio paragenético que transformou, de novo, embora parcialmente apenas, as paragénese típicas da fácies eclogítica em associações típicas da fácies dos xistos azuis. Observando a Fig. 7.1 as temperaturas e pressões obtidas sugerem que a velocidade de subducção foi lenta, explicando a relativa ausência ou baixa presença de xistos azuis na região de Safira, sendo os eclogitos muito mais comuns que os xistos azuis.

Comparativamente com os dados P-T para os eclogitos de Safira estudados por Pedro (1996) ($P = 12.2$ kbar e $T = 541$ °C) e por Leal (2001) ($P = 10.5 - 13$ kbar e $T = 520 - 620$ °C), verifica-se que o percurso prógrado definido (seta laranja e seta pontilhada amarela, respetivamente) pelos autores é semelhante ao definido para os eclogitos deste trabalho, ocorrendo passagem de condições típicas de fácies de xistos azuis para condições típicas de fácies eclogítica. Contudo, a evolução retrógrada é diferente da apresentada neste trabalho. Pedro (1996) definiu o percurso retrógrado com base na paragénese definida para a fácies dos xistos verdes (crossite + epídoto + fengite), tendo as rochas transitado de condições típicas da fácies eclogítica para condições típicas da fácies dos xistos verdes. Leal (2001) apresenta o mesmo caminho retrógrado que Pedro (1996). Esta diferente evolução retrograda pode ser explicada pela exumação dos eclogitos, tendo estes sido exumados para sítios distintos da crosta. As regiões mais frias da crosta dão origem a uma exumação para a fácies dos xistos azuis, enquanto, as regiões mais quentes da crosta dão origem a uma exumação para a fácies dos xistos verdes.

Os restantes percursos (Fig. 7.1) foram definidos por Moita *et al.* (2005) ($P = 16 - 18$ kbar e $T = 600 - 650$ °C) e Almeida *et al.* (2017) ($P = 9 - 16$ kbar e $T = 552 - 660$ °C) para os eclogitos de Viana do Alentejo (seta pontilhada castanha e seta pontilhada verde, respetivamente) e por Leal (2001) ($P = 9 -$

16 kbar e $T = 470 - 710 \text{ }^\circ\text{C}$), para os eclogitos de Alvito – Viana do Alentejo (setas pontilhadas roxa, preta e vermelha). Leal (2001) divide os eclogitos da região de Alvito – Viana do Alentejo em 3 tipos: eclogitos predominantemente onfacíticos (seta pontilhada roxa), eclogitos predominantemente glaucofaníticos “normais” (seta pontilhada preta) e eclogitos predominantemente glaucofaníticos texturalmente semelhantes a xistos azuis (seta pontilhada vermelha). Comparando os percursos P-T definidos por cada autor, faz-se notar uma semelhança entre o percurso definido por Moita *et al.* (2005) e o definido neste trabalho para os eclogitos de Safira.

É de notar que todos os eclogitos estudados até hoje experimentaram gradientes geotérmicos semelhantes, embora algumas amostras de eclogitos sejam de partes diferentes da placa subductada, sendo algumas amostras de zonas de maior profundidade e outras de zonas mais superficiais. A relação entre a pressão e a temperatura nas amostras estudadas e apresentadas é parecida, embora existam amostras que atingiram uma pressão mais elevada, pois estiveram sujeitas a maiores profundidades, sendo que a subducção que originou os eclogitos colocou as amostras em diferentes profundidades.

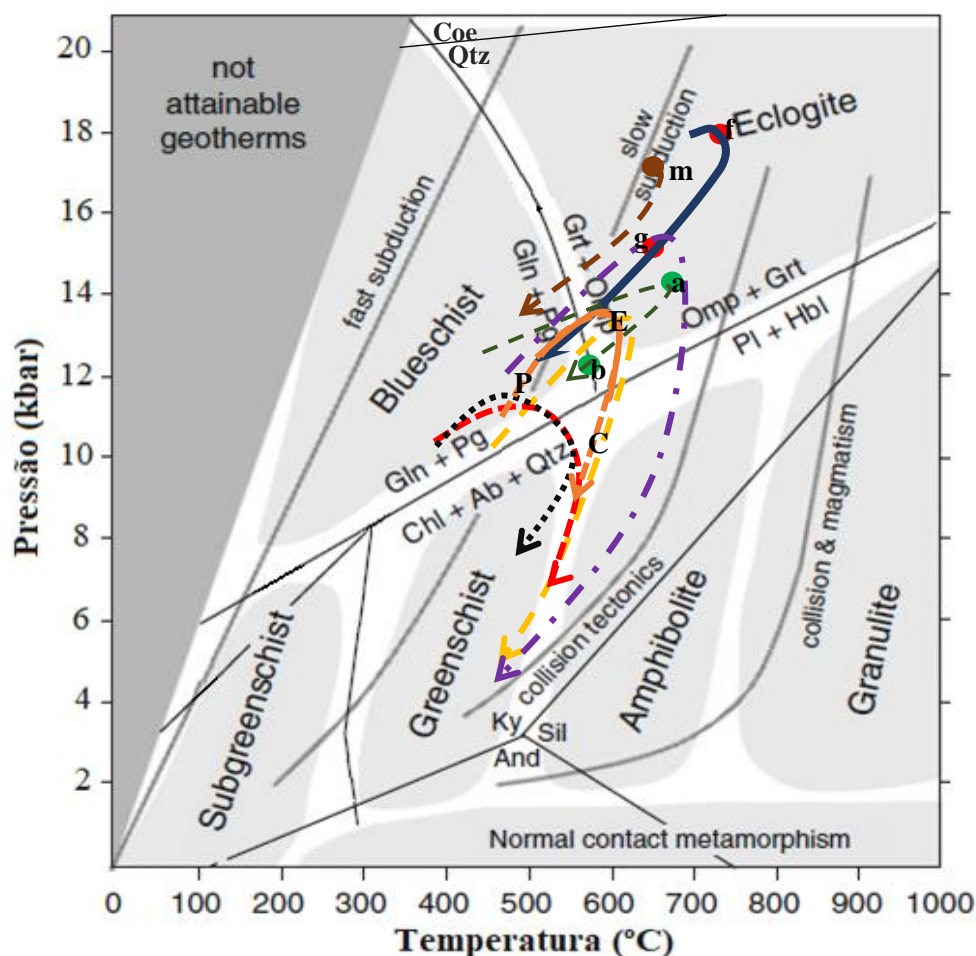


Figura 10.2 – Diagrama P-T para a evolução metamórfica dos eclogitos (modificado a partir de Bucher & Grapes, 2011). **m** – Pico metamórfico obtido por Moita *et al.* (2005) para os eclogitos de Viana do Alentejo; **a** – Pico metamórfico dos eclogitos de Viana do Alentejo obtido por Almeida *et al.* (2017); **b** – Retrogradação dos eclogitos de Viana do Alentejo obtido por Almeida *et al.* (2017); **f** e **g** – Pico metamórfico e retrogradação obtido para este trabalho (eclogito RPT-4-A). A seta azul desenhada como interpretação destes resultados foi feita atendendo aos dados geotermobarométricos e as observações petrográficas. Seta laranja representa o percurso P-T estimados para os eclogitos da região de Safira por Pedro (1996). **P** – estágio prógrado, **E** – estágio eclogítico, **C** – estágio crossítico, para os eclogitos da região de Safira por Pedro (1996). A seta pontilhada amarela representa o percurso P-T estimado para os eclogitos da região de Safira por Leal (2001). A seta pontilhada roxa representa o percurso P-T estimado para os eclogitos predominantemente onfacíticos, a seta pontilhada preta representa os eclogitos predominantemente glaucofaníticos “normais” e a seta pontilhada vermelha representa os eclogitos predominantemente glaucofaníticos texturalmente semelhantes a xistos azuis, das regiões Alvito - Viana do Alentejo por Leal (2001).

A presença de silimanite e leucossomas nos migmatitos de Evoramonte confina o percurso P-T à fácies anfibolítica com $P = 3.7 - 4.8$ kbar e $T = 577 - 587$ °C. Era de esperar que as temperaturas e pressões obtidas fossem mais elevadas dado a rocha ser um migmatito. Aquando a análise das rochas, os valores obtidos correspondem à retrogradação e não ao pico térmico como era esperado. Como os valores P-T são muito baixos poderíamos admitir que a rocha não seria um migmatito, pois estes formam-se a temperaturas mais elevadas do que as obtidas. Verificando a presença de silimanite + feldspato potássico e de leucossomas, temos a certeza que a rocha passou no campo P-T onde as rochas se fundem. Com a retrogradação, as evidências químicas da passagem da rocha por esse campo desaparecem, ficando apenas as evidências da retrogradação.

De forma a perceber a evolução térmica desta rocha utilizaram-se pares de granada – biotites inclusas que melhor preservam a composição original (Capítulo 7 – Taxas de arrefecimento petrológicas) deste para a obtenção de taxas de arrefecimento. Os dados obtidos (Fig. 7.5) revelam que o migmatito sofreu uma taxa de arrefecimento variável, indicando que ocorreu uma aceleração do arrefecimento durante a retrogradação deste. As temperaturas aparentes obtidas por este método estendem-se entre 500 – 610 °C, ou seja, na mesma ordem de grandeza dos valores obtidos pela geotermobarometria. Assim sendo, é razoável especular que o migmatito terá sofrido um período de arrefecimento lento até temperaturas relativamente baixas (causando significativa difusão catiónica e não preservação das condições P-T do pico metamórfico), seguida de uma exumação rápida que terá fechado as temperaturas aparentes dos pares granada – biotites inclusas em temperaturas significativamente inferiores ao máximo atingido por estas rochas.

Relativamente às afinidades geoquímicas, as rochas básicas estudadas neste trabalho e por Pedro (1996) correspondem a rochas metaluminosas, toleíticas e de ambiente oceânico, enquanto as rochas félsicas estudadas neste trabalho, por Pedro (1996) e Telhado (2018) correspondem a rochas peraluminosas, calco-alcálicas e de ambiente continental. As rochas básicas, eclogitos e prasinitos, como esperado, são mais empobrecidas em elementos incompatíveis que as rochas félsicas, granulitos félsicos, migmatito, ortognaisses e gnaisses. Os diagramas discriminantes sugerem que os eclogitos e os prasinitos se formaram ambos a partir de protólitos formados nas cristas médio-oceânicas (MORB), tendo particular afinidade com os MORB-E (Fig. 8.10 e 8.11), sendo esta afinidade reforçada por valores de $\epsilon Nd_{370} \sim +4.4$. Os eclogitos estudados apresentam anomalias negativas de Sr e P quando normalizados com o manto primitivo. A anomalia negativa de Sr pode ser explicada pela ausência de plagioclase, mineral geralmente ausente nos eclogitos. A anomalia negativa de P poderá indicar contaminação ou interação crustal durante a exumação. Para as rochas félsicas, os diagramas discriminantes revelam que estas têm afinidades com granitóides de arco vulcânico (VAG) ou granitóides intra-placa (WPG). Estes resultados são congruentes com os dados conhecidos de geocronologia (Cordani *et al.*, 2006; Chichorro *et al.*, 2008), que colocam estas rochas como associadas ao período de rifting na ZOM. As proveniências serão a crosta continental superior para o migmatito, os gnaisses, os ortognaisses estudados por Telhado (2018) e uma das amostras de granulito félsico. No entanto, o ortognaisse de Safira estudado neste trabalho e uma das amostras de granulito félsico apresentam maior afinidade com a crosta continental inferior. Esta amostra de granulito félsico apresenta várias semelhanças geoquímicas com o ortognaisse de Safira, enquanto a outra amostra é ligeiramente diferente. É, no entanto, plausível sugerir que estas rochas possam ter tido o mesmo protólito, tendo sido o subsequente metamorfismo que formou o ortognaisse e os granulitos félsicos responsável pelas principais diferenças litogeoquímicas observadas entre amostras.

De forma a compreender a afinidade geoquímica das amostras aos reservatórios geoquímicos como os MORB ou a crosta continental, foi efetuada a comparação dos dados isotópicos deste trabalho com os dados de Moita (2008), Chichorro *et al.* (2008), Santos *et al.* (2012) e Telhado (2018) (Fig. 9.1). O granulito félsico (RPT-1) corresponde a rochas da crosta continental inferior, reforçando o verificado

anteriormente, enquanto o ortognaisse estudado neste trabalho (Ortognaisse de Safira) corresponde a rochas da crosta continental média a superior, próximas, no entanto, da crosta continental inferior, não sendo isto verificado pela litogeoquímica. Este ortognaisse ($\epsilon\text{Nd}_{(350)} = -4.6$) apresenta valores próximos do Ortognaisse das Alcáçovas ($\epsilon\text{Nd}_{(350)} = -3.8$ a -5.7 ; Telhado, 2018). As rochas básicas estudadas por Chichorro *et al.* (2008) foram comparadas com os eclogitos deste estudo. Estas subdividem-se em 3 grupos principais: (I) anfibolitos tipo VAB (rochas vulcânicas de arco ilha); (II) anfibolitos tipo MORB-E; (III) anfibolitos tipo MORB-N. Analisando a Tabela 9.2, verifica-se uma semelhança entre os anfibolitos tipo VAB ($\epsilon\text{Nd}_{(350)} = +2.9$ a $+6.3$) e o eclogito ($\epsilon\text{Nd}_{(370)} = +4.4$). Tal não vai de encontro ao verificado anteriormente pela litogeoquímica que sugere que os eclogitos apresentam afinidade com os MORB-E.

As amostras recolhidas no setor de Safira, nomeadamente os eclogitos, apresentam um registo de metamorfismo de alta pressão. Este registo bem preservado e as fracturas radiais demonstram que estas rochas estiveram sujeitas a uma exumação rápida. Pedro (1996) admite que a fase de margem continental ativa do bordo meridional da ZOM, durante a orogenia Varisca, foi caracterizada por uma estrutura tipo “flake” com subducção para norte. Terá sido neste tipo de ambiente que as amostras estudadas da região de Safira terão sido exumadas.

No setor de Evoramonte, as amostras recolhidas, nomeadamente os migmatitos, apresentam um registo metamórfico de alta temperatura. Os migmatitos estiveram sujeitos a um período de arrefecimento lento, ocorrendo um reequilíbrio químico na rocha. Este arrefecimento lento não preservou o registo P-T do pico térmico, estando as pressões e temperaturas resultantes associadas à retrogradação. Devido ao seu registo de alta temperatura comprovado pelo cálculo de taxas petrológicas, admite-se que os migmatitos sofreram numa fase mais tardia uma exumação rápida associada ao período tardi-orogénico varisco.

Tendo em conta todos os dados apresentados, verificamos a evolução de um estágio precoce de alta pressão, evidenciado no setor de Safira, para um estágio mais tardio de alta temperatura, evidenciado no setor de Evoramonte. Posto isto, admite-se que a ZOM apresenta relações complexas entre o metamorfismo e a orogénese que colocam em evidência o quão dinâmicos são os processos geológicos, particularmente atendendo que os dois eventos espacialmente próximos estão separados por um período de tempo relativamente curto do ponto de vista geológico (~50 Ma).

11. Referências Bibliográficas

- Almeida, M., Franca, J., Serralha, A., Silva, M. (2017). Metamorfismo varisco na região de Viana do Alentejo (Zona de Ossa – Morena), Petrografia e geotermobarometria preliminares. Trabalho para a unidade curricular de Projeto, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciência, Universidade de Lisboa, pp. 1-29.
- Anders, E. & Grevesse, N. (1989). Abundance of the elements: Meteoric and Solar. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 53, pp. 197-214.
- Araújo, A. (1986). Relação Tectonoestratigráfica entre as subzonas de Estremoz – Barrancos e do Maciço de Évora – Beja numa Geotransversal ao longo do Rio Guadiana. *Maleo, Bol. Inform. Soc. Geol. Portugal*, Vol. 2, n.13, p. 9.
- Araújo, A. (1995). Estrutura de uma Geotransversal entre Brinches e Mourão (Zona de Ossa – Morena): Implicações na evolução geodinâmica da margem Sudoeste do Terreno Autóctone Ibérico. Tese de Doutoramento, Departamento de Geociências, Universidade de Évora.
- Araújo, A., Almeida, J. P., Borrego, J., Pedro, J., Oliveira, T. (2006) - As regiões central e sul da Zona de Ossa-Morena. In Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. & Kullberg, J. C. (Eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Universidade de Évora, pp. 151-172.
- Araújo, A. (2013). O Varisco do sector sul de Portugal. Em R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, & J. C. Kullberg (Edits.), *Geologia de Portugal*, Vol. I - Geologia Pré-Mesozóica de Portugal, Lisboa: Escolar Editora, pp. 15 – 482.
- Bard, J.P. (1969). Le métamorphisme regional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie Occidentale (Espagne). Sa place dans le segment hercynien Sud – Ibérique. Thesis, Univ Montpellier, 398 p.
- Bard, J.P. (1980). Microtextures des roches magmatiques et métamorphiques. *Masson, Paris*. 192 p.
- Bento dos Santos, T., Munhá, J., Tassinari, C., Fonseca, P. (2009b). Assumptions and problems with Fe-Mg garnet - biotite diffusion based petrological cooling rates: a case study in granulites and migmatites from central Ribeira Fold Belt, SE Brazil. *Comunicações Geológicas*, 96, pp. 83-100.
- Bento dos Santos, T., Tassinari, C. & Fonseca, P. (2014). Garnet-biotite diffusion mechanisms in complex high-grade orogenic belts: Understanding and constraining petrological cooling rates in granulites from Ribeira Fold Belt (SE Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, 56, pp. 128-138.
- Borrego, J., Araújo, A. & Fonseca, P. (2005). A geotraverse trough the south and central sectors of the Ossa – Morena Zone in Portugal (Iberian Massif). *Journal of the Virtual Explorer*, Vol. 19, paper 10, pp. 1-16.
- Borrego, J. (2009). Cartografia Geológico-Estrutural de um sector da Zona de Ossa-Morena (Subsector de Estremoz – Barrancos - Ficalho) e sua interpretação Tectónica. Tese de Doutoramento, Departamento de Geociências, Universidade de Évora.
- Bucher, K. & Grapes, R. (2011). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. *Springer*, 8th Editions, 441p.

- Carvalhosa, A.B (1972). Estudo geológico – petrográfico da região de Viana do Alentejo – Alvito. *Bol. Soc. Geol. Portg.*, Porto, 18, pp. 7-56.
- Carvalhosa, A., Gonçalves, F., Oliveira, V.J. (1986). Carta Geológica de Redondo, 36 – D, na escala de 1:50 000, Serviços Geológicos de Portugal.
- Carvalhosa, A. & Zbyszewski, G. (1994). Carta geológica de Montemor – o – Novo, 35 – D, na escala de 1:50 000, Serviços Geológicos de Portugal.
- Chakraborty, S. & Ganguly, J. (1992). Cation diffusion in aluminosilicate garnets – experimental determination in spessartine-almandine diffusion couples, evaluation of effective binary diffusion coefficients, and applications. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 111, pp. 74-86.
- Cygan, R. & Lasaga, A. (1985). Self-diffusion of magnesium in garnet at 750° to 900°C. *American Journal of Science*, 285, pp. 328-350.
- Chichorro, M. (2006). A evolução tectónica da zona de cisalhamento de Montemor-o-Novo (Sudoeste da zona de Ossa-Morena – Área de Santiago do Escoural – Cabrela). Tese de doutoramento, Universidade de Évora, Portugal, 502 pp.
- Chichorro, M., Pereira, M.F., Díaz-Azpiroz, M., Williams, I., Fernández, C., Pin, C. & Silva, J. (2008). Cambrian ensialic rift-related magmatism in the Ossa-Morena Zone (Évora-Aracena metamorphic belt, SW Iberian Massif): Sm-Nd isotopes and SHRIMP zircon U-Th-Pb geochronology. *Tectonophysics*, Vol. 461, pp. 91-113.
- Cordani, U.G., Nutman, A.P., Andrade, A.S., Santos, J.F., Azevedo, M.R., Mendes, M.H., Pinto, M.S. (2006). New U–Pb SHRIMP ages for pré-variscan orthogneisses from Portugal and their bearing on the evolution of the Ossa-Morena Tectonic Zone. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78 (1), pp. 133–149.
- Darrell, H. & Goodge, J. (2007). *Wavelength-Dispersive X-Ray Spectroscopy (WDS)*. Obtido de Geochemical Instrumentation and Analysis: https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/wds.html
- DePaolo, D.J. & Wasserburg, G. J. (1976). Nd isotopic variations and petrogenetic models. *Geophysical Research Letters*, Vol. 3, pp. 249-252.
- Dinis, P., Azevedo, M., & Tassinari, C. (2014). Datação U-Pb de zircões detríticos: bases para estudos de proveniência de materiais quaternários no território português, In Dinis, P., Gomes, A. & Monteiro-Rodrigues, S., Proveniência de materiais geológicos: abordagens sobre o Quaternário, *APEQ*, pp.118-131.
- Downes, H. & Duthou, J.L. (1988). Isotopic and trace – element arguments for the lower-crustal origin of Hercynian granitoids and pre-Hercynian orthogneisses, Massif Central (France). *Chemical Geology*, Vol. 68, pp. 291-308.
- Droop, G.T.R. (1987). A general equation for estimating Fe³⁺ concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria. *Mineralogical Magazine*, Vol. 51, pp. 431-435.
- Ehlers, K., Powell, R. & Stuwe, K. (1994). Cooling rate histories from garnet-biotite equilibrium. *American Mineralogist*, Vol. 79, pp. 737-744.
- Electron Probe Micro Analyzer*. (2013). Obtido de Jeol: <https://www.jeol.co.jp/en/science/epma.html>
- Faure, G. (1986). *Principles of Isotope Geology* (2^a ed.). John Wiley & Sons, pp. 589.

- Faure, G. & Mensing, T.M. (2005). *Isotopes: Principles and Applications* (3^a ed.). New Jersey: John Wiley and Sons. pp. 896.
- Ferry, J.M. & Spear, F.S. (1978). Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 66, pp. 113-117.
- Fonseca, P. (1995). *Estudo da Sutura Varisca no SW Ibérico nas regiões de Serpa – Beja – Torrão e Alvito – Viana*. Tese de Doutoramento. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Fonseca, P. & Ribeiro, A. (1993a). Tectonics of the Beja – Acebuches Ophiolite: a major suture in the Iberian Variscan Foldbelt. *Geol. Rundsch.*, 82, pp. 440-447.
- Fonseca, P. & Ribeiro, A. (1993b). D1 Variscan event in the Ossa-Morena Zone: Relation with Beja-Acebuches Ophiolite Obduction, *Terra Abstracts Supplement*, 5, p. 11.
- Fonseca, P., Araújo, A., Leal, N., Munhá, J. (1993). Variscan glaucophane eclogites in the Ossa Morena Zone. *XII Reunião de Geologia do Oeste Peninsular. Évora, 20 – 24 de setembro de 1993, Terra abstracts, supplement n. 6 to Terra Nova*, Vol. 5, pp. 11-12.
- Fonseca, P., Munhá, J., Pedro, J., Rosas, F., Moita, P., Araújo, A. & Leal, N. (1999). Variscan ophiolites and high – pressure metamorphism in Southern Iberia, *Ophioliti*, Vol. 24(2), pp. 259-268.
- Gale A., C. A. Dalton, C. H. Langmuir, Y. Su, and J.-G. Schilling (2013), The mean composition of ocean ridge basalts, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 14, 489–518.
- Goodge, J. (2007). *Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)*. Obtido de Geochemical Instrumentation and Analysis: https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/eds.html
- Gomes, A & Bento dos Santos, T. (2019). Difusão catiónica e modelação de taxas de arrefecimento petrológicas. *Geonovas*, Vol.32, N°1, pp. 71-80.
- Gonçalves, F. (1972). Carta geológica de Estremoz, 36 – B, na escala de 1:50 000, Serviços Geológicos de Portugal.
- Gonçalves, F. & Antunes, M. T. (1992). Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 36 – B, Estremoz. *Serv. Geol. Portugal*.
- Gonçalves, F. & Carvalhosa, A. (1994). O Proterozóico da Zona de Ossa – Morena no Alentejo. Síntese e Atualização de Conhecimentos. *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências*, Tomo XXXIV, pp. 3-35.
- Guedes, M.A. (2001). Evolução das condições PVTX dos paleofluidos em contextos metamórficos do soco Hercínico. Tese de Doutoramento. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Holland, T. & Powell, R. (1998). An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest. *Journal of Metamorphic Geology*, Vol. 16, pp. 309 - 343.
- Irvine, T.N. & Baragar, W.R.A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, pp. 523-548.

- Jesus, A. P., Mateus, A., Munhá, J. M., Tassinari, C. C., Bento dos Santos, T. & Benoit, M. (2016). Evidence for underplating in the genesis of the Variscan synorogenic Beja Layered Gabbroic Sequence (Portugal) and related mesocratic rocks. *Tectonophysics*, Vol. 683, pp. 148 - 171.
- Julivert, M. (2006). The place of the Iberian Massif in the Variscan belt and its zonation, according to Franz Lotze's ideias. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 157(4), pp.551-558.
- Julivert, M., Fontboté, J., Ribeiro, A., & Conde, L. (1974). Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Escala 1:1000000, IGME, p. 104.
- Julivert, M. & Martinez, F. (1983). Estructura de conjunto y vision global de la Cordillera Herciniana. *Libro Jubilar J. M. Rios. Geologia de España*,1, pp. 607-630.
- Janoušek, V., Farrow, C.M. & Erban, V. (2006). Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: Introducing Geochemical Data Toolkit (CGDkit). *Journal of Petrology*, Vol. 47, N°6, pp. 1255 - 1259.
- Leal, N. (2001). Estudo petrológico e geoquímico de rochas metamórficas máficas de alta pressão das regiões de Alvito – Viana do Alentejo e de Safira (Zona de Ossa – Morena, Maciço Ibérico). Tese de doutoramento, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 402p.
- Leal, N., Pedro, J., Moita, P., Fonseca, P., Araújo, A., Munhá, J. (1997). Metamorfismo nos sectores meridionais da Zona de Ossa Morena: Actualização de Conhecimentos. Estudos de Geologia da Zona de Ossa-Morena-Maciço Ibérico. Livro de homenagem ao Professor Francisco Gonçalves, Universidade de Évora, pp. 119-131.
- Le Bas, M., Le Maitre, R., Streckeisen, A. & Zanettin, B. (1986). A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *Journal of Petrology*, Vol. 27, N°3, pp. 745 - 750.
- LNEG (2010). Carta geológica de Portugal à escala 1:1 000 000, edição 2010, LNEG – LGM, Lisboa.
- Locock, A.J. (2008). An Excel Spreadsheet to Recast Analyses of Garnet into Endmember Components, and A Synopsis of the Crystal Chemistry of Natural Garnets. *Computers & Geosciences*, Vol. 34, N°12, pp. 1769 - 1780.
- Locock, A.J. (2014). An Excel spreadsheet to classify chemical analyses of amphiboles following the IMA 2012 recommendations. *Computers & Geosciences*, Vol. 62, pp. 1 - 11.
- Lotze, F. (1945). Zur Gliederung der Varisziden in der Iberischen Meseta. *Geotekt Forsch*, 6, pp. 78-92.
- Mata, J. & Munhá, J. (1985). Geochemistry of mafic metavolcanic rocks from the Estremoz region (South – central Portugal). *Com. Serv. Geol. Portugal*, Vol. 71, pp. 175-185.
- Mata, J. & Munhá, J. (1986). Geochemistry of Cambrian metavolcanic rocks from the Córdoba – Elvas domain (Ossa-Morena Zone). *Maleo*, 2 (13). pp. 27.
- Mata, J., Ribeiro, M. L., Piçarra, J. (1993). O complexo Vulcânico de S. Marcos do Campo e a evidência de um arco vulcânico (de idade Ordovícica?) na Zona de Ossa Morena. *Comum. XII Reun. Geol. Oeste Penins.*, Vol. 1, pp. 179-181.

- McDonough, W. & Sun, S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, Vol. 120, Nº3-4, pp. 223 - 253.
- Miyashiro, A. (1974). Volcanic rock series in Island arcs and active continental margins. *American Journal of Science*, 274, pp 321-355.
- Moita, P. (1997). Caracterização Petrográfica e Geoquímica da Metamorfismo de Alta Pressão no sector de Viana do Alentejo – Alvito (Zona de Ossa Morena). Tese de Mestrado, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Moita, P. (2008). Granitóides no SW da Zona de Ossa – Morena (Montemor-o-Novo – Évora): Petrogênese e processos geodinâmicos. Tese de Doutoramento. Departamento de Geociências, Universidade de Évora.
- Moita, P., Munhá, J., Fonseca, P., Pedro, J., Tassinari, C., Araújo, A. & Palácios, T. (2005). Phase equilibria and geochronology of Ossa-Morena eclogites. Actas do XIV Semana da Geoquímica / VIII Congresso de Geoquímica dos Países com Língua Portuguesa, 2, pp. 471-474.
- Moreira, N., Araújo, A., Pedro, J. & Dias, R. (2014). Evolução geodinâmica da Zona de Ossa – Morena no contexto do SW Ibérico durante o Ciclo Varisco. *Comunicações Geológicas*, 101(I), pp. 275-278.
- Morimoto, N. (1988). Nomenclature of Pyroxenes. *Mineralogy and Petrology*, Vol. 39, pp. 55 - 76.
- Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A. K., Ginzbrug, I. V., Ross, M., Seifert, F. A., Zussman, J., Aoki, K, Gottardi, G. (1988). Nomenclature of Pyroxenes. *American Mineralogist*, Vol. 73, pp. 1123-1133.
- Newton, R.C. & Haselton, H.T. (1981). Thermodynamics of the garnet-plagioclase- Al_2SiO_5 -quartz geobarometer. In: Newton, R.C., Navrotsky, A, Wood, B.J. (eds) *Advances in Physical Geochemistry*. Springer, New York, 1, pp. 131-147.
- Oliveira, J.T., Oliveira, V., Piçarra, J.M. (1991). Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal. *Cuadernos Lab. Xeoloxico de Laxe*, Vol. 16, pp. 221-250.
- Oliveira, J.T., Pereira, E., Ramalho, M., Antunes, M.T., Monteiro, J.H. (1992). Carta geológica de Portugal à escala 1:500 000, folha Sul, Serviço Geológicos de Portugal.
- Pearce, J.A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, *Andesites*, Vol.8, pp. 525 – 548.
- Pearce, J.A., & Cann, J.R., (1973) - Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters*, 19, pp. 290–300.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G. (1984). Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, Volume 25, Issue 4, 1 November 1984, pp. 956–983.
- Pedro, J. (1996). Estudo do Metamorfismo de Alta Pressão na área de Safira (Montemor-o-Novo) Zona de Ossa – Morena. Tese de Mestrado, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

- Pedro, J., Leal, N., Munhá, J., Fonseca, P. (1995 a). Metamorfismo de alta pressão no setor de Safira (Montemor-o-Novo), Zona de Ossa Morena. In M. D. Rodriguez Alonso & J. C. Gonçalo Corral (Eds.). *Comunicaciones XIII Reunion de Geologia del Oeste Peninsular*, Salamanca – Coimbra, pp. 129-130.
- Pedro, J., Fonseca, P., Leal, N., Munhá, J. (1995 b). Estudo Petrológico e Estrutural do evento Tectono – Metamórfico Varisco de alta pressão no setor de Safira – Santiago do Escoural (SW da Zona de Ossa Morena). Museu e Lab. Min. e Geol. Da Uni. do Porto, memória nº4, pp. 781-786.
- Pedro, J., Araújo, A., Fonseca, P., Munhá, J. (1998). Litogeoquímica da sequência ofiolítica no setor de Oriola (Zona de Ossa – Morena) e sua importância na reconstituição geotectónica do ramo SW da Cadeia Varisca. *Actas V. Cong. Nac. Geol. Communic. Instituto Geológico e Mineiro de Portugal*, 84/1, pp. 138 – 141.
- Perroud, H., Van der Voo, R., Bonhommet, N. (1984). Paleozoic evolution of the Armorica plate on the basis paleomagnetic data. *Geology*, Vol. 12, pp. 579-582.
- Powell, R. & Holland, T.J.B. (1988). An internally consistent dataset with uncertainties and correlations; 3, Applications to geobarometry, worked examples and a computer program, *Journal of Metamorphic Geology*, Vol. 6, pp. 173 - 204.
- Quesada, C. (1990a). Precambrian successions in SW Iberia: Their relationship to Cadomian orogenic events. In: R. S. D' Lemos, R. A. Strachan, C. G. Topley (Eds.), *The Cadomian Orogeny*, *Geol. Soc. Spe. Publ.*, nº 51, pp. 353-362.
- Quesada, C. (1990b). Ossa-Morena Zone: Introduction. In: Dallmeyer, R. D. & Martinez Garcia, E. (eds.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, *Springer-Verlang*, pp. 249-251.
- Quesada, C. (1992). Evolución Tectónica del Maciço Ibérico. In: Gutierrez-Marco, J. C., Saavedra, J. & Rábano, I. (Eds.) *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Coord. M. J. Liso Rubio, *Universidad de Extremadura*, pp. 173-190.
- Quesada, C., Fonseca, P., Munhá, J., Oliveira, J. T., Ribeiro, A. (1994). The Beja-Acebuches ophiolite (Southern Iberia Variscan Foldbelt): geological characterization and geodynamic significance. *Boletín Geológico y Minero*, vol. 105-1, pp. 3-49.
- Ribeiro, A. (1983). Guia das excursões no bordo sudoeste da Zona de Ossa – Morena: Relações entre as formações do Devónico Superior e o Maciço de Évora na região de Cabrela (Vendas Novas). *Com. Serv. Geol. Portugal*, t. 69, fasc. 2, pp. 267-269.
- Ribeiro, A. (2013). Evolução geodinâmica de Portugal; os ciclos ante-mesozóicos. Em R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, & J. C. Kullberg (Edits.), *Geologia de Portugal*, Vol. I - Geologia Pré-Mesozóica de Portugal, Lisboa: Escolar Editora, pp. 15 – 482.
- Ribeiro, A., Antunes, M.T., Ferreira, M.P., Rocha, R.B., Soares, A.F., Zbyszewski, G., Moitinho de Almeida, F., Carvalho, D., Monteiro, J.H. (1979). Introduction à la Geologie Générale du Portugal. *Serv. Geol. Portugal*, p.114.
- Ribeiro, A., Iglesias, M., Ribeiro, M.L., Pereira, E. (1983). Modèle Géodynamique des Hercynides Ibériques. *Comum. Serv. Geol. Portugal*, 69, fasc. 2, pp. 291-293.
- Ribeiro, A., Quesada, C., Dallmeyer, R.D. (1987). Tectonostratigraphic Terranes and the geodynamic evolution of the Iberian Variscan Fold Belt. *Conference on Deformation and Plate Tectonics*, Gijon (Spain), Abstr. vol., pp. 60-61.

- Ribeiro, A., Silva, J., Dias, R., Araújo, A., Marques, F., Merino, H., Fonseca, P. (1988). Geodynamics and Deep Structure of the Variscan Fold Belt in Iberia. *European Science Foundation, 5th EGT Workshop: The Iberian Peninsula*, Estoril, Portugal, pp. 57-64.
- Ribeiro, M.L., Reche, J., López-Carmona, A., Aguilar, C., Bento dos Santos, T., Chichorro, M., Dias da Silva, Í., Díez-Montes, A., González-Clavijo, E., Gutiérrez-Alonso, G., Leal, N., Liesa, M., Martínez, F. J., Mateus, A., Mendes, M. H., Moita, P., Pedro, J., Quesada, C., Santos, J. F., Solá, A. R., Valverde-Vaquero, P. (2019). Variscan Metamorphism. In C. Quesada & J. T. Oliveira (Edits.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach*. Volume 2: The Variscan Cycle. *Springer*. pp. 1-542.
- Sánchez-García, T., Chichorro, M., Solá, A.R., Álvaro, J.J., Díez-Montes, A., Bellido, F., Ribeiro, M.L., Quesada, C., Lopes, J.C., Dias da Silva, Í., González-Clavijo, E., Gómez Barreiro, J., López-Carmona, A. (2019). The Cambrian-Early Ordovician Rift Stage in the Gondwana Units of the Iberian Massif. In C. Quesada & J. T. Oliveira (Edits.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach*. Volume 2: The Variscan Cycle. *Springer*. pp. 1-542.
- Santos, J.F., Moita, P., Marques, J. (2012) - Sr and Nd isotope composition of the Alcáçovas calc-alkaline rocks (Ossa-Morena Zone, Portugal). *Goldschmidt 2012 Conference Abstracts*.
- Shand, S.J. (1943). *Eruptive rocks*. 2nd ed, pp. 1-444.
- Shervais, J.W. (1982). Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 59, N°1, pp. 101-118.
- Simancas, J.F., Carbonell, R., González Lodeiro, F., Pérez Estaún, A., Juhlin, C., Ayarza, P., Kashubin, A., Azor, A., Martínez Poyatos, D., Almodóvar, G.R., Pascual, E., Saéz, R. & Expósito, I. (2003). Crustal structure of the transpressional Variscan orogen of SW Iberia: SW Iberia deep seismic reflection profile (IBERSEIS). *Tectonics*. Vol. 22, N°6, pp. 1-25.
- Spear, F.S. & Parrish, R.R. (1996). Petrology and cooling rates of the Valhalla Complex, British Columbia, Canada. *Journal of Petrology*, Vol. 37, N°4, pp. 733-765.
- Sun, S. & McDonough, W. (1989a). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *The Geological Society, London, Special Publications*, Vol. 42, pp. 313 - 345.
- Sun, S. & McDonough, W. (1989b). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120, pp. 223 - 253.
- Taylor, S.R. & McLennan, S.M. (1995). The geochemical evolution of the continental crust. *Reviews in Geophysics*, Vol.33, pp. 241-265.
- Telhado, F. (2018). Petrologia e geoquímica do Ortognaisse das Alcáçovas e rochas associadas: contributo para a compreensão da evolução geodinâmica da Zona de Ossa Morena. Tese de Mestrado, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Turpin, L., Cuney, M., Friedrich, M., Bouchez, J.L. & Aubertin, M., (1990). Meta-igneous origin of Hercynian peraluminous granites in the NW French Massif Central: implications for crustal history reconstructions. *Contrib. Mineral. Petrol.* 118, pp. 13–32.
- White, W.M. (2013). *Geochemistry*. Wiley-Blackwell, pp. 660.

- Wolf, R.E. (2005). *What is ICP-MS? And more importantly, what can it do?* Obtido de USGS: <https://crustal.usgs.gov/laboratories/icpms/intro.html>
- Yavuz, F. (2013). WinPyrox: A Windows program for pyroxene calculation classification and thermobarometry. *American Mineralogist*, Vol. 98, N° 7, pp. 1338 - 1359.
- Zindler, A. & Hart, S. (1986). Chemical geodynamics. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 14, pp. 493-571.

12. Anexos

12.1. Tabelas de Litogeoquímica

Tabela 12.1 – Tabela de litogeoquímica com análise elementar de todas as amostras analisadas. Os óxidos, o LOI (lost on ignition – perda ao rubro), o total, o TOT/C (total de carbono) e TOT/S (total de enxofre) estão sobre a forma de percentagem, enquanto os restantes elementos estão sobre a forma de ppm.

Litologia	Granulito félsico		Eclogito		Ortognaisse	Migmatito
	RPT- 1	RPT-6	RPT-4	RPT-5	RPT-8	RPT-16
SiO ₂	73.77	74.55	50.61	50.63	74.87	53.93
Al ₂ O ₃	13.74	12.43	13.95	14.77	14.00	24.39
Fe ₂ O ₃	1.24	2.05	15.60	11.15	0.86	7.85
MgO	1.07	0.40	4.90	6.95	0.88	1.79
CaO	1.88	1.26	7.33	9.19	0.36	0.22
Na ₂ O	6.97	3.34	4.15	3.43	7.50	0.52
K ₂ O	0.15	4.18	0.12	0.53	0.05	5.34
TiO ₂	0.49	0.25	2.98	1.94	0.47	1.01
P ₂ O ₅	0.09	0.04	0.25	0.24	0.08	0.16
MnO	0.03	0.03	0.26	0.18	0.02	0.15
Cr ₂ O ₃	<0.002	<0.002	0.012	0.028	<0.002	0.016
LOI	0.4	1.3	-0.5	0.7	0.8	4.3
Total	99.84	99.85	99.71	99.72	99.94	99.80
TOT/C	<0.02	0.17	<0.02	0.04	<0.02	0.04
TOT/S	<0.02	<0.02	0.16	0.13	<0.02	<0.02
Ba	48	465	40	43	14	841
Sc	12	6	45	44	10	17
Be	2	1	<1	<1	<1	2
Co	72.6	63.2	83.2	57.3	1.4	72.6
Cs	0.1	1.8	0.1	0.1	<0.1	16.6
Ga	19.0	16.1	22.1	19.2	18.2	32.0
Hf	8.0	4.7	5.6	4.1	8.6	4.2
Nb	9.0	5.7	4.5	5.1	8.0	18.5
Rb	3.0	171.6	4.1	18.8	0.3	233.5
Sn	<1	5	2	12	2	3
Sr	161.9	93.9	65.6	166.5	46.9	124.1
Ta	0.8	0.7	0.3	0.4	0.6	1.3

Th	9.1	21.8	1.1	0.6	8.0	20.5
U	2.3	9.0	0.4	0.3	2.0	2.0
V	10	15	384	311	14	154
W	579.2	567.3	462.9	295.8	0.9	227.5
Zr	283.0	133.7	212.0	159.2	305.4	150.6
Y	43.8	43.3	54.7	37.2	30.3	24.1
La	9.8	29.6	12.5	12.9	5.3	54.5
Ce	22.7	59.0	29.8	28.3	21.8	104.5
Pr	3.68	6.61	4.53	3.82	1.58	12.11
Nd	16.5	24.2	22.2	17.8	6.5	43.6
Sm	4.73	5.71	6.70	5.04	2.30	8.30
Eu	0.60	0.44	2.15	1.90	0.48	1.36
Gd	5.45	6.33	8.73	6.27	3.24	6.50
Tb	1.08	1.11	1.57	1.09	0.72	0.95
Dy	7.21	7.03	9.63	6.56	5.31	5.05
Ho	1.68	1.48	2.16	1.45	1.23	0.96
Er	5.27	4.64	6.36	4.15	3.83	2.59
Tm	0.81	0.67	0.92	0.59	0.58	0.37
Yb	5.42	4.57	5.85	3.66	4.01	2.42
Lu	0.79	0.65	0.88	0.57	0.60	0.35
Mo	0.2	0.2	0.9	0.9	<0.1	0.3
Cu	3.5	1.3	24.0	11.6	7.1	8.1
Pb	4.2	1.6	1.4	3.0	2.9	2.4
Zn	8	14	17	10	20	113
Ni	3.1	2.3	20.7	19.0	2.6	56.7
As	0.8	<0.5	5.8	3.3	<0.5	16.3
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sb	0.2	<0.1	0.2	0.4	<0.1	<0.1
Bi	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Au	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.9
Hg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tl	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

12.2. Tabelas composicionais dos Minerais

O software AX (Holland & Powell, 1998) foi utilizado para transformar as análises composicionais obtidas na realização de análise de microsonda em formas estruturais. Esta transformação ajuda a compreender os minerais presentes nas amostras. Para todos os minerais os minerais foram determinadas as formas estruturais utilizando este software, exceto a titanite, o rútilo, a apatite e os sulfuretos. Este software não consegue determinar as formas estruturais da titanite, do rutilo e da apatite, por isso, estas aparecem apenas sobre a forma de percentagem, isto é, tal como estes dados foram vieram da microsonda. Para os sulfuretos, foi realizado um cálculo para compreender as formas estruturais a determinar para determinar o sulfureto analisado.

Na referência de cada análise, o primeiro número corresponde à secção definida para a realização das análises na microsonda, enquanto o segundo número corresponde ao número da análise. Na maioria das análises era impossível distinguir o bordo e o núcleo, sendo realizadas análises dispersas. No entanto, nas que era possível distinguir o bordo e o núcleo, as análises foram realizadas núcleo-bordo, correspondendo os números ímpares aos núcleos e os números pares aos bordos. As granadas apresentam perfis de 25 a 50 pontos, devido às diferentes dimensões das granadas.

12.2.1. Feldspatos

Os feldspatos, por vezes, apresentam um ligeiro excesso de elementos na posição tetraédrica, Si^{4+} e Al^{3+} , em relação ao valor teórico, que no caso dos feldspatos é quatro.

Tabela 12.2 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO , MgO e os catiões Ti^{4+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} e Mg^{2+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)								Forma estrutural (a.p.f.u.)							
	RPT-1	SiO_2	Al_2O_3	FeO^t	CaO	Na_2O	K_2O	SrO	BaO	Si^{4+}	Al^{3+}	Ca^{2+}	Na^+	K^+	X_{An}	X_{Ab}
1.7	69.96	18.33	0.18	0.10	10.25	0.10	0.07	0.02	3.06	0.95	0.00	0.87	0.01	0.00	0.99	0.01
2.3	65.91	17.81	0.04	0.00	0.46	16.36	0.14	0.02	3.03	0.96	0.00	0.04	0.96	0.00	0.04	0.96
2.4	65.89	17.67	0.02	0.00	0.39	16.36	0.11	0.18	3.03	0.96	0.00	0.04	0.96	0.00	0.04	0.96
2.5	66.14	17.95	0.00	0.00	0.54	16.35	0.12	0.19	3.02	0.97	0.00	0.05	0.95	0.00	0.05	0.95
2.6	66.42	17.84	0.00	0.00	0.52	16.18	0.04	0.20	3.03	0.96	0.00	0.05	0.94	0.00	0.05	0.95
2.7	65.62	17.76	0.05	0.00	0.59	16.23	0.18	0.19	3.02	0.97	0.00	0.05	0.95	0.00	0.05	0.95
2.8	66.39	17.92	0.00	0.00	0.52	16.28	0.07	0.26	3.03	0.96	0.00	0.05	0.95	0.00	0.05	0.95
2.9	66.00	17.85	0.02	0.00	0.39	16.48	0.08	0.17	3.03	0.96	0.00	0.04	0.96	0.00	0.04	0.96
3.1	69.28	19.84	0.04	0.67	11.31	0.10	0.01	0.00	2.99	1.01	0.03	0.95	0.01	0.03	0.96	0.01
3.5	65.66	21.74	0.09	1.17	9.32	1.28	0.02	0.00	2.90	1.13	0.06	0.80	0.07	0.06	0.86	0.08

3.8	70.13	19.25	0.01	0.17	11.50	0.10	0.00	0.03	3.02	0.98	0.01	0.96	0.01	0.01	0.99	0.01
3.11	69.49	19.55	0.01	0.35	11.34	0.09	0.00	0.00	3.01	1.00	0.02	0.95	0.01	0.02	0.98	0.01
4.1	70.03	19.21	0.02	0.09	11.48	0.09	0.00	0.01	3.02	0.98	0.00	0.96	0.01	0.00	0.99	0.01
4.2	69.63	19.25	0.01	0.25	11.17	0.08	0.00	0.00	3.02	0.98	0.01	0.94	0.01	0.01	0.98	0.01
4.4	67.83	19.31	0.14	0.90	10.64	0.09	0.02	0.00	2.99	1.00	0.04	0.91	0.01	0.04	0.95	0.01
4.5	68.85	19.41	0.00	0.46	11.02	0.09	0.01	0.02	3.01	1.00	0.02	0.93	0.01	0.02	0.97	0.01
4.7	70.26	19.17	0.04	0.09	11.49	0.14	0.00	0.00	3.02	0.97	0.00	0.96	0.01	0.00	0.99	0.01
4.10	70.41	19.26	0.03	0.21	11.03	0.09	0.07	0.01	3.03	0.98	0.01	0.92	0.01	0.01	0.98	0.01
4.11	68.62	19.93	0.07	0.86	11.12	0.10	0.03	0.00	2.98	1.02	0.04	0.94	0.01	0.04	0.95	0.01

Tabela 12.3 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos TiO₂, MgO, MnO, Cr₂O₃ e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Mg²⁺ e Ca²⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)								Forma estrutural (a.p.f.u.)						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ¹	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SrO	BaO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Na ⁺	K ⁺	X _{An}	X _{Ab}	X _{Or}
1.5	66.28	17.90	0.04	0.02	0.64	15.79	0.03	0.09	3.03	0.97	0.06	0.92	0.00	0.06	0.94
1.6	66.24	18.06	0.02	0.08	0.35	16.24	0.07	0.20	3.02	0.97	0.03	0.95	0.00	0.03	0.96
1.7	65.22	17.74	0.03	0.04	1.13	14.39	0.14	0.16	3.03	0.97	0.10	0.85	0.00	0.11	0.89
1.8	65.86	17.75	0.04	0.07	0.93	15.55	0.13	0.03	3.03	0.96	0.08	0.91	0.00	0.08	0.91
1.9	65.66	17.97	0.00	0.02	0.49	16.15	0.10	0.13	3.02	0.98	0.04	0.95	0.00	0.04	0.95
1.10	66.02	17.84	0.03	0.04	0.44	16.00	0.07	0.09	3.03	0.97	0.04	0.94	0.00	0.04	0.96
1.11	66.29	17.94	0.01	0.08	0.40	16.36	0.01	0.25	3.03	0.97	0.04	0.95	0.00	0.04	0.96
3.3	65.78	17.52	0.00	0.01	0.34	16.65	0.00	0.11	3.03	0.95	0.03	0.98	0.00	0.03	0.97
3.4	68.45	19.60	0.03	0.91	8.78	0.83	0.02	0.11	3.02	1.02	0.75	0.05	0.05	0.89	0.05
3.5	68.23	19.60	0.00	0.88	8.66	0.84	0.00	0.02	3.02	1.02	0.74	0.05	0.05	0.89	0.06
3.6	66.53	17.57	0.01	0.04	0.63	16.05	0.01	0.17	3.04	0.95	0.06	0.94	0.00	0.06	0.94
3.7	65.88	17.74	0.04	0.05	0.52	16.33	0.02	0.15	3.03	0.96	0.05	0.96	0.00	0.05	0.95
3.12	65.58	17.89	0.03	0.01	0.27	16.74	0.00	0.31	3.02	0.97	0.02	0.98	0.00	0.02	0.98

4.1	66.09	17.82	0.07	0.01	0.48	16.52	0.00	0.29	3.02	0.96	0.04	0.96	0.00	0.04	0.96
4.3	65.84	17.30	0.00	0.02	0.28	16.79	0.02	0.09	3.04	0.94	0.03	0.99	0.00	0.02	0.97
4.4	65.50	17.85	0.04	0.05	0.30	16.64	0.11	0.15	3.02	0.97	0.03	0.98	0.00	0.03	0.97
4.5	66.27	17.88	0.02	0.05	0.34	16.74	0.00	0.13	3.03	0.96	0.03	0.98	0.00	0.03	0.97
4.6	65.93	17.81	0.04	0.06	0.69	15.65	0.06	0.17	3.03	0.96	0.06	0.92	0.00	0.06	0.93
4.7	65.39	17.84	0.01	0.05	0.67	16.35	0.02	0.14	3.01	0.97	0.06	0.96	0.00	0.06	0.94
4.9	66.46	18.21	0.00	0.04	0.75	15.95	0.00	0.00	3.02	0.98	0.07	0.92	0.00	0.07	0.93
4.10	65.92	17.82	0.03	0.04	0.54	16.15	0.00	0.05	3.03	0.96	0.05	0.95	0.00	0.05	0.95
4.11	66.06	17.88	0.04	0.04	0.57	16.43	0.00	0.03	3.02	0.96	0.05	0.96	0.00	0.05	0.95

Tabela 12.4 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos TiO₂, MnO, Cr₂O₃ e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ e Mg²⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)									Forma estrutural (a.p.f.u.)							
	RPT-7	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^t	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SrO	BaO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	X _{An}	X _{Ab}
1.1	69.18	19.89	0.02	0.02	0.66	11.30	0.23	0.07	0.00	2.98	1.01	0.03	0.95	0.01	0.03	0.96	0.01
1.2	66.54	21.22	0.28	0.18	2.36	10.42	0.19	0.00	0.02	2.89	1.09	0.11	0.88	0.01	0.11	0.88	0.01
1.3	69.08	19.53	0.03	0.01	0.42	11.49	0.12	0.04	0.00	3.00	1.00	0.02	0.97	0.01	0.02	0.97	0.01
1.4	65.29	22.54	0.07	0.00	3.63	9.54	0.20	0.03	0.00	2.84	1.16	0.17	0.81	0.01	0.17	0.82	0.01
1.8	67.49	19.75	0.21	0.32	1.19	10.75	0.13	0.01	0.00	2.96	1.02	0.06	0.91	0.01	0.06	0.94	0.01
1.9	66.53	21.65	0.02	0.01	2.64	9.93	0.23	0.02	0.00	2.89	1.11	0.12	0.84	0.01	0.13	0.86	0.01
1.10	69.63	19.69	0.07	0.00	0.54	11.38	0.06	0.03	0.00	3.00	1.00	0.03	0.95	0.00	0.03	0.97	0.00
2.1	65.40	22.52	0.11	0.00	3.58	9.59	0.14	0.01	0.00	2.84	1.15	0.17	0.81	0.01	0.17	0.82	0.01
2.2	68.20	20.22	0.09	0.03	1.33	10.84	0.23	0.00	0.00	2.96	1.03	0.06	0.91	0.01	0.06	0.92	0.01
2.4	67.12	20.68	0.20	0.18	1.97	10.62	0.11	0.10	0.00	2.92	1.06	0.09	0.90	0.01	0.09	0.90	0.01
2.5	68.90	19.69	0.06	0.00	0.49	11.38	0.32	0.03	0.00	2.99	1.01	0.02	0.96	0.02	0.02	0.96	0.02
2.8	68.56	20.25	0.05	0.00	1.18	11.15	0.09	0.00	0.03	2.96	1.03	0.05	0.93	0.01	0.05	0.94	0.01
2.10	67.87	20.51	0.06	0.00	1.48	10.88	0.14	0.10	0.00	2.95	1.05	0.07	0.92	0.01	0.07	0.92	0.01

3.1	67.39	20.97	0.09	0.10	1.99	10.13	0.11	0.29	0.00	2.93	1.07	0.09	0.85	0.01	0.10	0.90	0.01
3.2	68.44	20.19	0.05	0.00	0.97	10.87	0.09	0.08	0.00	2.97	1.03	0.05	0.92	0.01	0.05	0.95	0.01
3.3	64.27	22.05	0.44	0.44	3.33	8.82	0.17	0.00	0.00	2.84	1.15	0.16	0.76	0.01	0.17	0.82	0.01
3.4	66.04	21.56	0.06	0.01	2.70	9.52	0.12	0.05	0.00	2.90	1.11	0.13	0.81	0.01	0.13	0.86	0.01
3.5	67.22	21.38	0.07	0.00	2.29	9.94	0.22	0.00	0.00	2.91	1.09	0.11	0.84	0.01	0.11	0.88	0.01
3.6	64.44	22.90	0.13	0.04	3.89	8.72	0.26	0.11	0.00	2.83	1.18	0.18	0.74	0.02	0.19	0.79	0.02
3.7	66.52	22.16	0.04	0.01	3.10	9.29	0.10	0.09	0.00	2.88	1.13	0.14	0.78	0.01	0.16	0.84	0.01
3.8	66.15	18.04	0.00	0.01	0.05	0.30	16.49	0.00	0.38	3.02	0.97	0.00	0.03	0.96	0.00	0.03	0.97
3.9	66.11	18.12	0.07	0.00	0.12	0.61	16.15	0.00	0.09	3.02	0.97	0.01	0.05	0.94	0.01	0.05	0.94
3.10	65.80	17.91	0.11	0.01	0.00	0.22	17.02	0.11	0.19	3.02	0.97	0.00	0.02	1.00	0.00	0.02	0.98
4.1	69.02	19.31	0.05	0.08	0.63	11.22	0.10	0.00	0.00	3.00	0.99	0.03	0.95	0.01	0.03	0.97	0.01
4.2	64.32	21.79	0.22	0.11	3.25	8.85	0.39	0.05	0.00	2.86	1.14	0.16	0.76	0.02	0.16	0.81	0.02
4.3	64.41	22.09	0.09	0.03	3.78	8.77	0.15	0.12	0.01	2.85	1.15	0.18	0.75	0.01	0.19	0.80	0.01
4.4	64.30	22.05	0.04	0.01	3.91	9.03	0.16	0.00	0.00	2.85	1.15	0.19	0.78	0.01	0.19	0.80	0.01
4.5	65.20	21.62	0.03	0.00	3.19	9.40	0.10	0.12	0.00	2.88	1.13	0.15	0.80	0.01	0.16	0.84	0.01
4.6	65.64	21.22	0.04	0.00	2.97	9.68	0.06	0.01	0.00	2.89	1.10	0.14	0.83	0.00	0.14	0.85	0.00
4.7	64.61	21.91	0.34	0.10	3.29	8.54	0.84	0.04	0.21	2.86	1.14	0.16	0.73	0.05	0.17	0.78	0.05
4.8	64.93	21.83	0.19	0.12	3.14	9.12	0.31	0.19	0.00	2.87	1.14	0.15	0.78	0.02	0.16	0.82	0.02
4.9	64.89	21.51	0.14	0.02	3.48	9.18	0.12	0.01	0.03	2.87	1.12	0.17	0.79	0.01	0.17	0.82	0.01
4.10	65.83	21.62	0.12	0.01	3.08	9.63	0.20	0.13	0.05	2.88	1.12	0.14	0.82	0.01	0.15	0.84	0.01
4.11	64.60	22.57	0.10	0.01	4.12	8.83	0.14	0.00	0.08	2.83	1.17	0.19	0.75	0.01	0.20	0.79	0.01
4.12	67.16	20.46	0.09	0.03	1.92	10.15	0.11	0.07	0.02	2.94	1.06	0.09	0.86	0.01	0.09	0.90	0.01
5.1	69.18	19.88	0.05	0.00	0.82	10.95	0.11	0.08	0.02	2.99	1.01	0.04	0.92	0.01	0.04	0.95	0.01
5.2	70.04	19.08	0.18	0.10	0.27	11.28	0.33	0.08	0.00	3.02	0.97	0.01	0.94	0.02	0.01	0.97	0.02
5.3	70.10	19.22	0.13	0.03	0.55	10.71	0.09	0.00	0.01	3.02	0.98	0.03	0.90	0.01	0.03	0.97	0.01
5.4	65.20	22.05	0.10	0.00	3.67	9.12	0.14	0.00	0.02	2.86	1.14	0.17	0.78	0.01	0.18	0.81	0.01
5.5	69.69	19.35	0.02	0.00	0.64	11.13	0.08	0.09	0.01	3.01	0.99	0.03	0.93	0.00	0.03	0.96	0.00
5.6	65.64	22.12	0.30	0.29	2.33	9.15	0.75	0.11	0.11	2.87	1.14	0.11	0.78	0.04	0.12	0.84	0.05
5.7	70.02	19.37	0.05	0.00	0.55	10.90	0.12	0.10	0.00	3.02	0.98	0.03	0.91	0.01	0.03	0.97	0.01

5.8	69.70	19.39	0.07	0.00	0.62	11.03	0.20	0.00	0.00	3.01	0.99	0.03	0.92	0.01	0.03	0.96	0.01
5.9	65.95	21.49	0.08	0.10	2.94	9.25	0.14	0.05	0.00	2.89	1.11	0.14	0.79	0.01	0.15	0.84	0.01
5.10	67.15	20.91	0.02	0.00	2.23	10.06	0.15	0.00	0.00	2.93	1.07	0.10	0.85	0.01	0.11	0.88	0.01
5.11	70.37	18.91	0.01	0.00	0.31	10.92	0.11	0.01	0.02	3.04	0.96	0.01	0.92	0.01	0.01	0.98	0.01
5.12	66.02	17.68	0.03	0.00	0.03	0.44	15.79	0.07	0.54	3.04	0.96	0.00	0.04	0.93	0.00	0.04	0.96
5.14	65.73	17.68	0.06	0.00	0.05	0.34	16.80	0.13	0.52	3.02	0.96	0.00	0.03	0.99	0.00	0.03	0.97
5.16	66.12	17.85	0.00	0.00	0.03	0.39	16.51	0.00	0.49	3.03	0.96	0.00	0.04	0.96	0.00	0.04	0.96
5.17	66.55	17.68	0.06	0.00	0.00	0.41	15.85	0.09	0.45	3.04	0.95	0.00	0.04	0.93	0.00	0.04	0.96
5.18	65.79	17.76	0.04	0.00	0.08	0.28	16.73	0.05	0.39	3.02	0.96	0.00	0.03	0.98	0.00	0.02	0.97
5.19	65.51	17.83	0.05	0.00	0.17	0.44	16.43	0.05	0.60	3.02	0.97	0.01	0.04	0.97	0.01	0.04	0.95
5.22	65.75	17.38	0.00	0.00	0.02	0.22	16.79	0.00	0.19	3.04	0.95	0.00	0.02	0.99	0.00	0.02	0.98
5.23	66.10	17.31	0.01	0.01	0.05	0.27	16.78	0.00	0.21	3.04	0.94	0.00	0.02	0.99	0.00	0.02	0.97

Tabela 12.5 – Análise composicional e forma estrutural dos feldspatos da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos TiO₂, MgO, MnO, BaO, Cr₂O₃ e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Mg²⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Migmatito	Análise composicional (wt %)							Forma estrutural (a.p.f.u.)						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^t	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SrO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	X _{An}	X _{Ab}	X _{Or}
2.1	57.83	26.40	0.01	8.08	6.40	0.08	0.13	2.61	1.40	0.39	0.56	0.41	0.59	0.01
2.2	56.12	27.05	0.05	9.22	5.97	0.03	0.16	2.55	1.45	0.45	0.53	0.46	0.54	0.00
2.5	56.60	26.86	0.06	8.87	5.85	0.04	0.06	2.57	1.44	0.43	0.52	0.45	0.54	0.00
2.7	55.27	27.65	0.02	9.93	5.56	0.04	0.07	2.52	1.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.00
2.8	55.51	27.54	0.01	9.97	5.49	0.06	0.18	2.53	1.48	0.49	0.49	0.50	0.50	0.00
2.9	55.80	27.34	0.04	9.15	5.76	0.14	0.05	2.54	1.47	0.45	0.51	0.46	0.53	0.01
2.10	59.39	24.67	0.05	6.62	7.39	0.09	0.06	2.69	1.32	0.32	0.65	0.33	0.67	0.01
2.11	58.24	25.78	0.04	7.60	6.91	0.05	0.16	2.63	1.37	0.37	0.61	0.38	0.62	0.00
2.12	57.80	26.32	0.05	8.16	6.41	0.08	0.01	2.61	1.40	0.40	0.56	0.41	0.58	0.00
4.1	57.22	26.28	0.01	8.77	6.18	0.06	0.00	2.60	1.41	0.43	0.54	0.44	0.56	0.00

4.4	54.96	27.21	0.10	10.11	5.42	0.07	0.17	2.52	1.47	0.50	0.48	0.51	0.49	0.00
4.6	56.56	26.40	0.01	9.38	5.87	0.07	0.00	2.58	1.42	0.46	0.52	0.47	0.53	0.00
4.7	55.24	27.19	0.06	10.16	5.28	0.06	0.27	2.53	1.47	0.50	0.47	0.51	0.48	0.00
4.8	54.47	27.62	0.15	10.61	5.03	0.09	0.07	2.50	1.50	0.52	0.45	0.54	0.46	0.01
4.10	55.77	27.05	0.08	9.99	5.53	0.05	0.00	2.54	1.45	0.49	0.49	0.50	0.50	0.00
4.12	56.84	26.16	0.02	9.05	6.15	0.05	0.00	2.59	1.40	0.44	0.54	0.45	0.55	0.00
5.1	57.23	26.61	0.03	8.71	6.23	0.07	0.00	2.59	1.42	0.42	0.55	0.43	0.56	0.00
5.2	57.36	26.15	0.02	8.36	6.45	0.09	0.09	2.60	1.40	0.41	0.57	0.42	0.58	0.01
5.3	59.08	25.32	0.18	7.42	7.27	0.08	0.12	2.65	1.34	0.36	0.63	0.36	0.64	0.00
5.4	57.61	26.26	0.10	8.50	6.42	0.05	0.07	2.60	1.40	0.41	0.56	0.42	0.58	0.00
5.5	57.56	26.18	0.05	8.50	6.51	0.08	0.01	2.60	1.40	0.41	0.57	0.42	0.58	0.01
5.6	58.32	25.59	0.05	7.73	6.80	0.09	0.09	2.64	1.36	0.37	0.60	0.38	0.61	0.01
5.7	57.83	26.17	0.05	8.31	6.61	0.04	0.17	2.61	1.39	0.40	0.58	0.41	0.59	0.00
5.8	56.10	27.57	0.04	9.66	5.88	0.07	0.08	2.53	1.47	0.47	0.52	0.47	0.52	0.00

12.2.2. Granadas

As frações molares de cada componente foram obtidas a partir de uma folha *excel* (Locock, 2008). Nesta folha, as quantidades de FeO e Fe₂O₃ foram adquiridas de forma estequiométrica de maneira que o mineral, em relação a cargas, seja neutro

As análises apresentadas apresentam excesso de Si⁴⁺ em relação ao valor teórico, que é três para as granadas.

Tabela 12.6 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos Fe₂O₃, Na₂O, K₂O e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Eclogito		Análise composicional (wt %)							Forma estrutural (a.p.f.u.)											
RPT-4A		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO'	MnO	MgO	CaO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	X _{Gross}	X _{Alm}	X _{Sps}	X _{Py}	Ca ²⁺ /(Ca ²⁺ +Fe ²⁺)
Grt-1	1.2	38.44	0.05	21.82	0.01	30.56	0.87	4.37	4.41	3.01	2.02	2.00	0.06	0.51	0.37	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.3	38.42	0.01	21.81	0.01	30.83	0.78	4.14	4.42	3.02	2.02	2.03	0.05	0.49	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
	1.4	38.54	0.01	21.94	0.12	30.71	0.68	4.00	4.59	3.02	2.03	2.01	0.05	0.47	0.39	0.13	0.69	0.02	0.16	0.16
	1.5	38.51	0.02	22.07	0.06	30.67	0.61	4.50	4.42	3.01	2.03	2.00	0.04	0.52	0.37	0.13	0.68	0.01	0.18	0.16

	1.6	38.49	0.05	21.74	0.06	30.55	0.68	4.38	4.41	3.02	2.01	2.00	0.05	0.51	0.37	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.7	38.26	0.05	21.96	0.10	30.70	0.66	4.51	4.44	3.00	2.03	2.01	0.04	0.53	0.37	0.13	0.68	0.01	0.18	0.16
	1.8	38.14	0.02	21.40	0.06	30.90	0.73	3.87	5.38	3.01	1.99	2.04	0.05	0.46	0.45	0.15	0.68	0.02	0.15	0.18
	1.10	38.43	0.05	21.89	0.10	30.33	0.96	4.35	4.53	3.01	2.02	1.99	0.06	0.51	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.11	38.40	0.02	21.76	0.04	30.03	0.96	4.18	5.07	3.01	2.01	1.97	0.06	0.49	0.43	0.14	0.67	0.02	0.17	0.18
	1.12	38.26	0.07	21.73	0.07	30.11	0.91	4.34	4.70	3.01	2.02	1.98	0.06	0.51	0.40	0.13	0.67	0.02	0.17	0.17
	1.13	38.55	0.05	21.85	0.06	30.49	0.93	4.29	4.69	3.01	2.01	1.99	0.06	0.50	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.14	38.02	0.02	21.57	0.07	29.70	0.80	4.29	4.80	3.01	2.02	1.97	0.05	0.51	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	1.15	37.69	0.03	20.96	0.09	29.83	0.85	4.10	5.06	3.02	1.98	2.00	0.06	0.49	0.43	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	1.16	38.44	0.04	21.85	0.09	30.06	0.88	4.29	4.88	3.01	2.02	1.97	0.06	0.50	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	1.17	37.87	0.03	21.52	0.04	30.32	0.81	4.26	4.53	3.01	2.01	2.01	0.06	0.50	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.18	38.72	0.03	21.81	0.04	30.68	0.74	4.46	4.37	3.02	2.01	2.00	0.05	0.52	0.37	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
	1.19	38.54	0.05	21.99	0.07	30.38	0.67	4.51	4.35	3.01	2.03	1.99	0.04	0.53	0.36	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
	1.20	38.56	0.04	21.75	0.06	30.29	0.66	4.55	4.52	3.02	2.01	1.98	0.04	0.53	0.38	0.13	0.68	0.01	0.18	0.16
	1.21	38.65	0.01	21.88	0.06	28.60	0.65	3.46	7.53	3.02	2.01	1.87	0.04	0.40	0.63	0.21	0.63	0.01	0.14	0.25
	1.22	38.55	0.05	21.76	0.09	30.03	1.09	4.21	5.03	3.02	2.01	1.96	0.07	0.49	0.42	0.14	0.67	0.02	0.17	0.18
	1.23	38.49	0.06	21.83	0.07	30.55	0.80	4.30	4.50	3.02	2.02	2.00	0.05	0.50	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.24	38.36	0.05	21.78	0.05	30.91	0.69	4.30	4.43	3.01	2.01	2.03	0.05	0.50	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
	1.25	38.06	0.02	21.64	0.07	31.22	0.74	4.13	4.31	3.01	2.01	2.06	0.05	0.49	0.36	0.12	0.70	0.02	0.16	0.15
	1.26	38.70	0.03	21.77	0.09	31.11	0.73	4.25	4.40	3.02	2.00	2.03	0.05	0.50	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.15
Gr-2	1.1	38.42	0.04	21.58	0.08	29.87	0.99	4.31	4.88	3.02	2.00	1.96	0.07	0.51	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	1.2	38.23	0.03	21.75	0.02	30.21	1.08	4.00	4.81	3.01	2.02	1.99	0.07	0.47	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	1.3	38.07	0.01	21.67	0.09	27.32	0.57	3.17	8.36	3.01	2.02	1.81	0.04	0.37	0.71	0.24	0.62	0.01	0.13	0.28
	1.4	38.43	0.08	21.61	0.04	30.38	0.78	4.06	4.96	3.02	2.00	2.00	0.05	0.48	0.42	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	1.5	38.67	0.06	21.59	0.10	30.33	0.79	4.23	4.80	3.03	1.99	1.99	0.05	0.49	0.40	0.14	0.68	0.02	0.17	0.17
	1.6	38.51	0.04	21.90	0.07	30.84	0.75	4.12	4.46	3.02	2.02	2.02	0.05	0.48	0.37	0.13	0.69	0.02	0.16	0.16
	1.7	38.72	0.04	21.83	0.06	30.64	0.71	4.28	4.46	3.03	2.01	2.00	0.05	0.50	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
	1.9	38.12	0.10	21.35	0.08	30.45	0.78	4.12	4.99	3.01	1.99	2.01	0.05	0.49	0.42	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	1.10	38.41	0.05	21.65	0.05	30.40	0.67	4.43	4.90	3.01	2.00	1.99	0.05	0.52	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17

	1.12	38.71	0.00	21.80	0.10	30.74	0.76	4.23	4.63	3.02	2.01	2.01	0.05	0.49	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	1.13	38.73	0.07	21.69	0.09	30.45	0.82	4.22	4.99	3.02	2.00	1.99	0.05	0.49	0.42	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	1.15	38.59	0.06	21.76	0.07	30.56	0.80	4.26	4.77	3.02	2.01	2.00	0.05	0.50	0.40	0.14	0.68	0.02	0.17	0.17
	1.16	38.44	0.09	21.61	0.06	30.24	0.71	4.14	5.01	3.02	2.00	1.99	0.05	0.49	0.42	0.14	0.68	0.02	0.16	0.18
	1.17	38.20	0.07	21.35	0.08	30.23	0.64	4.26	4.94	3.02	1.99	2.00	0.04	0.50	0.42	0.14	0.67	0.01	0.17	0.17
	1.18	38.59	0.03	21.87	0.06	30.23	0.69	4.41	4.78	3.02	2.02	1.98	0.05	0.51	0.40	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	1.19	38.13	0.00	21.66	0.09	28.90	0.29	1.92	9.18	3.02	2.02	1.91	0.02	0.23	0.78	0.27	0.65	0.01	0.08	0.29
	1.20	38.24	0.06	21.88	0.08	27.66	0.52	2.93	9.08	3.00	2.02	1.81	0.03	0.34	0.76	0.26	0.61	0.01	0.12	0.30
	1.21	38.39	0.03	21.82	0.10	30.43	0.72	4.07	4.89	3.01	2.02	2.00	0.05	0.48	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
Grt-3	1.1	38.41	0.06	21.66	0.04	30.36	1.21	4.05	4.92	3.01	2.00	1.99	0.08	0.47	0.41	0.14	0.67	0.03	0.16	0.17
	1.2	38.74	0.04	21.61	0.07	30.23	0.89	3.86	5.42	3.03	1.99	1.98	0.06	0.45	0.45	0.15	0.67	0.02	0.15	0.19
	1.3	38.38	0.04	21.75	0.03	29.39	0.74	3.68	6.31	3.02	2.01	1.93	0.05	0.43	0.53	0.18	0.66	0.02	0.15	0.22
	1.4	38.41	0.08	21.52	0.05	28.13	0.33	2.44	9.33	3.02	2.00	1.85	0.02	0.29	0.79	0.27	0.63	0.01	0.10	0.30
	1.5	38.47	0.06	21.51	0.06	29.09	0.20	2.00	9.52	3.02	1.99	1.91	0.01	0.23	0.80	0.27	0.65	0.00	0.08	0.30
	1.6	38.11	0.09	21.39	0.07	29.70	0.24	1.75	9.01	3.02	2.00	1.97	0.02	0.21	0.77	0.26	0.67	0.01	0.07	0.28
	1.7	38.19	0.06	21.07	0.07	29.76	0.33	1.66	9.03	3.03	1.97	1.98	0.02	0.20	0.77	0.26	0.67	0.01	0.07	0.28
	1.8	38.07	0.05	20.89	0.04	29.46	0.36	1.64	9.03	3.04	1.97	1.97	0.03	0.20	0.77	0.26	0.66	0.01	0.07	0.28
	1.9	38.27	0.07	21.51	0.06	28.68	0.27	2.09	9.58	3.01	2.00	1.89	0.02	0.25	0.81	0.27	0.64	0.01	0.08	0.30
	1.1	38.11	0.09	21.28	0.11	29.11	0.49	1.34	10.04	3.02	1.99	1.93	0.03	0.16	0.85	0.29	0.65	0.01	0.05	0.31
	1.11	37.93	0.06	20.93	0.07	28.12	0.55	1.94	10.08	3.02	1.97	1.87	0.04	0.23	0.86	0.29	0.62	0.01	0.08	0.31
	1.12	37.90	0.08	21.07	0.08	28.04	0.46	1.73	10.10	3.02	1.98	1.87	0.03	0.21	0.86	0.29	0.63	0.01	0.07	0.32
	1.13	38.48	0.04	21.12	0.05	27.91	0.56	1.95	10.03	3.04	1.97	1.84	0.04	0.23	0.85	0.29	0.62	0.01	0.08	0.32
	1.14	38.40	0.06	21.32	0.08	28.51	0.52	1.66	10.32	3.02	1.98	1.88	0.03	0.19	0.87	0.29	0.63	0.01	0.07	0.32
	1.15	38.15	0.08	21.41	0.05	27.42	0.63	2.01	10.60	3.01	1.99	1.81	0.04	0.24	0.90	0.30	0.61	0.01	0.08	0.33
	1.16	38.43	0.11	20.93	0.08	27.61	0.55	1.58	10.98	3.04	1.95	1.83	0.04	0.19	0.93	0.31	0.61	0.01	0.06	0.34
	1.17	37.92	0.06	21.11	0.07	28.70	0.49	1.08	10.57	3.02	1.98	1.91	0.03	0.13	0.90	0.30	0.64	0.01	0.04	0.32
	1.18	36.84	0.09	20.95	0.09	28.40	0.54	1.62	9.58	2.97	1.99	1.92	0.04	0.20	0.83	0.28	0.64	0.01	0.07	0.30
	1.19	38.40	0.08	21.30	0.07	27.83	0.48	1.80	10.56	3.03	1.98	1.83	0.03	0.21	0.89	0.30	0.62	0.01	0.07	0.33
	1.20	38.30	0.04	21.52	0.09	28.36	0.34	1.79	9.75	3.03	2.00	1.87	0.02	0.21	0.83	0.28	0.64	0.01	0.07	0.31

	1.21	38.36	0.07	21.42	0.09	28.16	0.34	1.86	10.06	3.02	1.99	1.86	0.02	0.22	0.85	0.29	0.63	0.01	0.07	0.31
	1.22	37.98	0.06	21.22	0.09	28.87	0.32	1.47	10.20	3.01	1.99	1.92	0.02	0.17	0.87	0.29	0.64	0.01	0.06	0.31
	1.23	37.95	0.05	21.21	0.09	28.73	0.23	1.55	10.00	3.02	1.99	1.91	0.02	0.18	0.85	0.29	0.65	0.01	0.06	0.31
	1.25	38.12	0.06	21.60	0.07	28.22	0.16	2.00	10.03	3.01	2.01	1.86	0.01	0.24	0.85	0.29	0.63	0.00	0.08	0.31
	1.26	38.40	0.05	21.54	0.09	28.87	0.32	1.89	9.57	3.02	2.00	1.90	0.02	0.22	0.81	0.27	0.64	0.01	0.07	0.30
	1.28	38.37	0.03	21.70	0.07	30.16	1.05	4.06	4.97	3.02	2.01	1.98	0.07	0.48	0.42	0.14	0.67	0.02	0.16	0.17
	1.30	37.66	0.00	21.77	0.07	30.37	0.75	4.53	4.49	2.98	2.03	2.01	0.05	0.54	0.38	0.13	0.68	0.02	0.18	0.16
Grt-1	2.1	38.59	0.03	21.90	0.09	30.85	0.72	4.51	4.26	3.01	2.02	2.01	0.05	0.53	0.36	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
	2.2	38.93	0.03	21.86	0.06	27.84	0.51	2.94	8.87	3.03	2.01	1.81	0.03	0.34	0.74	0.25	0.62	0.01	0.12	0.29
	2.3	37.07	0.03	21.94	0.03	30.82	0.71	4.08	4.32	2.96	2.07	2.06	0.05	0.49	0.37	0.12	0.70	0.02	0.16	0.15
	2.4	37.87	0.05	21.55	0.07	30.41	0.70	4.28	4.37	3.01	2.02	2.02	0.05	0.51	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
	2.5	38.17	0.07	21.96	0.06	31.20	0.72	3.93	4.59	3.00	2.03	2.05	0.05	0.46	0.39	0.13	0.70	0.02	0.16	0.16
	2.6	38.44	0.03	21.83	0.06	30.27	0.92	4.26	5.11	3.00	2.01	1.98	0.06	0.50	0.43	0.14	0.67	0.02	0.17	0.18
	2.7	38.64	0.07	21.86	0.06	30.81	0.76	3.69	5.10	3.02	2.02	2.01	0.05	0.43	0.43	0.15	0.69	0.02	0.15	0.17
	2.8	38.42	0.05	21.34	0.11	30.44	0.79	3.88	5.04	3.03	1.99	2.01	0.05	0.46	0.43	0.14	0.68	0.02	0.15	0.17
	2.9	38.60	0.06	22.23	0.04	30.21	0.95	4.14	4.95	3.00	2.04	1.97	0.06	0.48	0.41	0.14	0.67	0.02	0.16	0.17
	2.10	38.51	0.05	21.47	0.07	30.53	0.91	4.19	4.69	3.03	1.99	2.01	0.06	0.49	0.40	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	2.11	38.30	0.04	21.71	0.05	29.98	1.06	4.15	4.96	3.01	2.01	1.97	0.07	0.49	0.42	0.14	0.67	0.02	0.16	0.17
	2.12	37.98	0.04	21.59	0.08	30.06	0.89	4.07	5.16	3.00	2.01	1.99	0.06	0.48	0.44	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	2.13	38.23	0.01	21.93	0.06	29.94	0.84	3.98	5.58	3.00	2.03	1.96	0.06	0.47	0.47	0.16	0.66	0.02	0.16	0.19
	2.14	38.28	0.02	21.72	0.07	30.12	0.90	4.32	4.80	3.01	2.01	1.98	0.06	0.51	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	2.15	38.48	0.04	22.04	0.05	30.31	0.88	4.31	4.78	3.00	2.03	1.98	0.06	0.50	0.40	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	2.16	38.49	0.01	21.94	0.10	30.28	0.82	4.30	4.95	3.01	2.02	1.98	0.05	0.50	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	2.17	38.53	0.02	21.90	0.03	30.65	0.75	4.28	4.53	3.02	2.02	2.01	0.05	0.50	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	2.18	38.76	0.04	21.89	0.05	30.43	0.64	4.44	4.72	3.02	2.01	1.98	0.04	0.52	0.39	0.13	0.68	0.01	0.18	0.17
	2.19	38.63	0.03	21.90	0.08	30.63	0.70	4.24	4.62	3.02	2.02	2.00	0.05	0.49	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	2.20	38.29	0.06	21.95	0.09	30.66	0.73	4.53	4.21	3.00	2.03	2.01	0.05	0.53	0.35	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
Grt-2	2.1	38.56	0.01	21.99	0.07	30.57	0.97	4.29	4.55	3.01	2.02	2.00	0.06	0.50	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	2.2	38.94	0.04	22.12	0.08	29.99	0.70	4.42	5.15	3.02	2.02	1.94	0.05	0.51	0.43	0.15	0.66	0.02	0.17	0.18

	2.3	39.05	0.00	21.94	0.06	30.31	0.68	4.78	4.59	3.03	2.00	1.96	0.05	0.55	0.38	0.13	0.67	0.02	0.19	0.16
	2.5	38.30	0.08	21.89	0.07	30.21	0.70	4.65	4.63	3.00	2.02	1.98	0.05	0.54	0.39	0.13	0.67	0.02	0.18	0.16
	2.6	38.76	0.05	21.95	0.07	30.51	0.73	4.51	4.47	3.02	2.01	1.99	0.05	0.52	0.37	0.13	0.68	0.02	0.18	0.16
	2.7	38.52	0.03	21.92	0.06	30.70	0.75	4.43	4.59	3.01	2.02	2.00	0.05	0.52	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	2.8	38.66	0.03	21.97	0.07	30.54	0.72	4.36	4.72	3.01	2.02	1.99	0.05	0.51	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.17
	2.9	38.45	0.08	21.97	0.07	30.28	0.72	4.42	4.70	3.01	2.03	1.98	0.05	0.51	0.39	0.13	0.67	0.02	0.18	0.17
	2.11	38.71	0.03	21.90	0.05	30.80	0.72	4.42	4.40	3.02	2.01	2.01	0.05	0.51	0.37	0.13	0.68	0.02	0.17	0.15
	2.12	38.44	0.04	22.05	0.08	30.54	0.62	4.71	4.43	3.00	2.03	1.99	0.04	0.55	0.37	0.13	0.68	0.01	0.19	0.16
	2.13	38.79	0.00	22.10	0.06	30.36	0.65	4.72	4.50	3.01	2.02	1.97	0.04	0.55	0.38	0.13	0.67	0.01	0.19	0.16
	2.14	38.67	0.00	21.92	0.08	30.15	0.68	4.56	4.83	3.01	2.01	1.97	0.05	0.53	0.40	0.14	0.67	0.02	0.18	0.17
	2.15	38.63	0.03	21.96	0.08	29.43	0.61	3.76	6.55	3.01	2.02	1.92	0.04	0.44	0.55	0.19	0.65	0.01	0.15	0.22
	2.16	37.81	0.06	22.29	0.06	30.55	0.86	4.64	4.32	2.97	2.06	2.00	0.06	0.54	0.36	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
	2.17	38.79	0.05	22.04	0.08	30.52	0.71	4.66	4.33	3.01	2.02	1.98	0.05	0.54	0.36	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
	2.18	38.67	0.01	22.09	0.08	30.52	0.61	4.61	4.53	3.01	2.03	1.99	0.04	0.53	0.38	0.13	0.68	0.01	0.18	0.16
Grt-3	2.1	38.58	0.03	21.94	0.07	30.61	0.98	4.26	4.90	3.00	2.01	1.99	0.07	0.49	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	2.1	38.15	0.05	21.89	0.08	30.65	0.84	4.05	5.07	2.99	2.02	2.01	0.06	0.47	0.43	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	2.3	38.23	0.04	21.81	0.08	29.25	0.65	3.51	7.02	3.00	2.02	1.92	0.04	0.41	0.59	0.20	0.65	0.01	0.14	0.24
	2.4	38.31	0.04	21.66	0.05	27.87	0.31	2.59	9.71	3.01	2.01	1.83	0.02	0.30	0.82	0.28	0.62	0.01	0.10	0.31
	2.5	39.91	0.05	21.69	0.09	25.61	0.42	2.64	9.49	3.11	1.99	1.67	0.03	0.31	0.79	0.28	0.60	0.01	0.11	0.32
	2.6	38.70	0.05	21.71	0.07	27.88	0.54	2.50	9.50	3.02	2.00	1.82	0.04	0.29	0.80	0.27	0.62	0.01	0.10	0.30
	2.7	38.29	0.08	21.76	0.10	27.96	0.60	2.35	9.61	3.00	2.01	1.83	0.04	0.27	0.81	0.27	0.62	0.01	0.09	0.31
	2.8	38.30	0.06	21.76	0.10	26.86	0.69	2.59	10.17	3.00	2.01	1.76	0.05	0.30	0.85	0.29	0.59	0.02	0.10	0.33
	2.9	38.58	0.12	21.48	0.07	26.51	0.95	2.52	10.45	3.02	1.98	1.74	0.06	0.29	0.88	0.30	0.58	0.02	0.10	0.34
	2.10	38.45	0.11	21.54	0.10	27.42	0.61	2.79	9.56	3.01	1.99	1.80	0.04	0.33	0.80	0.27	0.61	0.01	0.11	0.31
	2.12	38.33	0.11	21.83	0.08	29.67	1.34	3.99	5.31	3.00	2.02	1.95	0.09	0.47	0.45	0.15	0.66	0.03	0.16	0.19
	2.13	38.55	0.08	21.88	0.07	30.09	1.16	3.92	5.30	3.01	2.02	1.97	0.08	0.46	0.44	0.15	0.67	0.03	0.15	0.18
	2.14	38.05	0.06	21.65	0.07	29.99	1.02	3.62	5.55	3.01	2.02	1.98	0.07	0.43	0.47	0.16	0.67	0.02	0.14	0.19
	2.15	38.74	0.06	21.59	0.05	30.30	0.89	3.82	5.20	3.04	1.99	1.99	0.06	0.45	0.44	0.15	0.68	0.02	0.15	0.18
2.16	38.54	0.10	21.83	0.04	30.17	0.95	3.83	5.40	3.02	2.01	1.97	0.06	0.45	0.45	0.15	0.67	0.02	0.15	0.19	

	2.17	38.54	0.10	21.63	0.05	29.86	0.97	4.08	5.10	3.03	2.00	1.96	0.07	0.48	0.43	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	2.18	38.45	0.10	21.65	0.07	30.21	0.91	4.05	5.12	3.02	2.00	1.98	0.06	0.47	0.43	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	2.19	37.74	0.07	21.52	0.09	29.80	0.73	4.19	5.12	3.00	2.02	1.98	0.05	0.50	0.44	0.15	0.67	0.02	0.17	0.18
	2.20	38.10	0.03	21.95	0.09	29.83	0.66	4.26	5.03	3.00	2.04	1.97	0.04	0.50	0.42	0.14	0.67	0.02	0.17	0.18
	2.21	38.50	0.05	21.66	0.02	27.65	0.46	2.48	9.87	3.02	2.00	1.81	0.03	0.29	0.83	0.28	0.61	0.01	0.10	0.31
	2.22	38.55	0.00	21.76	0.07	29.01	0.71	3.63	6.83	3.02	2.01	1.90	0.05	0.42	0.57	0.19	0.65	0.02	0.14	0.23
	2.23	38.48	0.06	21.77	0.08	26.92	0.61	3.15	9.54	3.01	2.01	1.76	0.04	0.37	0.80	0.27	0.59	0.01	0.12	0.31
	2.24	38.10	0.04	21.33	0.06	30.48	0.76	3.97	5.08	3.02	1.99	2.02	0.05	0.47	0.43	0.15	0.68	0.02	0.16	0.18
Grt-1	3.1	38.63	0.04	21.69	0.07	30.39	0.84	4.05	4.96	3.03	2.00	1.99	0.06	0.47	0.42	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	3.2	38.51	0.05	21.89	0.12	30.61	0.89	3.97	4.84	3.01	2.02	2.00	0.06	0.46	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	3.3	38.23	0.08	21.57	0.05	29.96	0.88	3.95	5.25	3.02	2.01	1.98	0.06	0.47	0.44	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	3.4	38.51	0.03	21.57	0.04	30.51	0.85	3.93	5.22	3.02	2.00	2.00	0.06	0.46	0.44	0.15	0.68	0.02	0.16	0.18
	3.5	38.58	0.04	21.45	0.10	29.45	0.73	3.72	5.34	3.05	2.00	1.95	0.05	0.44	0.45	0.16	0.67	0.02	0.15	0.19
	3.6	37.73	0.03	21.40	0.07	30.12	0.94	4.35	4.44	3.01	2.01	2.01	0.06	0.52	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	3.7	38.84	0.04	21.77	0.09	29.95	1.08	4.28	4.93	3.03	2.00	1.95	0.07	0.50	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	3.8	38.31	0.04	21.72	0.07	30.74	0.84	4.13	4.85	3.01	2.01	2.02	0.06	0.48	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	3.9	38.85	0.04	21.89	0.06	30.77	0.83	3.98	4.91	3.02	2.01	2.00	0.05	0.46	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	3.10	38.12	0.07	21.80	0.04	30.31	0.97	4.35	4.56	3.00	2.02	2.00	0.07	0.51	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	3.11	38.95	0.03	21.77	0.08	30.43	0.93	4.15	4.93	3.03	2.00	1.98	0.06	0.48	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	3.12	38.84	0.03	21.79	0.04	30.37	0.85	4.07	5.10	3.03	2.00	1.98	0.06	0.47	0.43	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	3.15	38.92	0.04	21.76	0.13	30.23	0.97	4.19	5.16	3.03	1.99	1.97	0.06	0.49	0.43	0.15	0.67	0.02	0.16	0.18
	3.18	38.36	0.02	21.30	0.05	30.51	0.83	4.00	4.78	3.03	1.99	2.02	0.06	0.47	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	3.19	38.89	0.03	22.01	0.04	30.54	0.82	4.29	4.74	3.02	2.02	1.98	0.05	0.50	0.40	0.13	0.68	0.02	0.17	0.17
	3.20	38.86	0.03	21.88	0.07	30.36	0.89	4.37	4.45	3.03	2.01	1.98	0.06	0.51	0.37	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	3.21	38.96	0.03	21.98	0.05	30.47	0.84	4.48	4.33	3.03	2.01	1.98	0.06	0.52	0.36	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15
3.22	39.05	0.01	21.94	0.05	30.56	0.74	4.51	4.30	3.03	2.01	1.99	0.05	0.52	0.36	0.12	0.68	0.02	0.18	0.15	
3.23	38.97	0.00	22.05	0.09	30.59	0.74	4.29	4.38	3.03	2.02	1.99	0.05	0.50	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16	
3.25	38.58	0.05	21.75	0.10	30.89	0.71	4.23	4.32	3.02	2.01	2.02	0.05	0.49	0.36	0.12	0.69	0.02	0.17	0.15	
Grt-2	3.1	38.47	0.02	21.73	0.09	30.61	0.85	3.71	5.10	3.02	2.01	2.01	0.06	0.43	0.43	0.15	0.69	0.02	0.15	0.18

	3.2	38.30	0.06	21.81	0.08	28.89	0.64	3.61	6.78	3.01	2.02	1.90	0.04	0.42	0.57	0.19	0.65	0.01	0.14	0.23
	3.5	38.28	0.04	21.34	0.05	29.49	1.27	4.08	5.11	3.03	1.99	1.95	0.09	0.48	0.43	0.15	0.66	0.03	0.16	0.18
	3.9	39.27	0.03	21.86	0.07	29.36	1.18	3.87	5.38	3.05	2.00	1.91	0.08	0.45	0.45	0.16	0.66	0.03	0.16	0.19
	3.14	38.67	0.06	21.78	0.07	31.21	0.78	3.79	4.87	3.02	2.01	2.04	0.05	0.44	0.41	0.14	0.69	0.02	0.15	0.17
	3.15	38.34	0.08	21.69	0.10	30.52	0.96	3.73	5.12	3.01	2.01	2.01	0.06	0.44	0.43	0.15	0.68	0.02	0.15	0.18
	3.16	38.80	0.21	21.23	0.10	28.09	0.80	3.80	5.90	3.07	1.98	1.86	0.05	0.45	0.50	0.17	0.65	0.02	0.16	0.21
	3.17	38.64	0.03	21.76	0.09	30.56	0.83	4.28	4.52	3.02	2.01	2.00	0.06	0.50	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	3.18	38.53	0.05	21.68	0.06	31.12	0.84	3.92	4.51	3.02	2.01	2.04	0.06	0.46	0.38	0.13	0.70	0.02	0.16	0.16
Grt-3	3.1	38.76	0.05	21.82	0.07	30.25	0.72	4.68	4.31	3.03	2.01	1.97	0.05	0.54	0.36	0.12	0.67	0.02	0.19	0.15
	3.2	38.59	0.02	21.91	0.08	30.29	0.77	4.51	4.48	3.02	2.02	1.98	0.05	0.53	0.38	0.13	0.68	0.02	0.18	0.16
	3.3	38.71	0.05	21.86	0.04	30.68	0.86	4.41	4.42	3.02	2.01	2.00	0.06	0.51	0.37	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	3.4	38.72	0.02	21.72	0.09	29.90	1.01	4.19	4.85	3.03	2.01	1.96	0.07	0.49	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	3.5	38.59	0.04	21.78	0.08	29.33	0.82	3.46	6.37	3.03	2.01	1.92	0.05	0.41	0.54	0.18	0.66	0.02	0.14	0.22
	3.6	38.93	0.03	21.60	0.08	30.73	0.75	3.95	4.79	3.04	1.99	2.01	0.05	0.46	0.40	0.14	0.69	0.02	0.16	0.17
	3.7	38.83	0.00	21.83	0.07	30.50	0.68	4.08	4.65	3.04	2.01	1.99	0.05	0.48	0.39	0.13	0.69	0.02	0.16	0.16
Grt-1	4.1	38.40	0.00	21.92	0.07	29.21	0.69	3.82	5.91	3.02	2.03	1.92	0.05	0.45	0.50	0.17	0.66	0.02	0.15	0.21
	4.2	38.67	0.00	21.75	0.12	30.62	0.69	4.33	4.54	3.02	2.01	2.00	0.05	0.50	0.38	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	4.3	37.82	0.06	22.60	0.03	29.69	0.76	4.36	4.87	2.97	2.09	1.95	0.05	0.51	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	4.4	37.49	0.04	21.44	0.09	29.36	0.82	4.14	5.32	3.00	2.02	1.96	0.06	0.49	0.46	0.15	0.66	0.02	0.17	0.19
	4.6	38.06	0.07	21.33	0.05	29.04	1.19	3.87	5.67	3.02	2.00	1.93	0.08	0.46	0.48	0.16	0.65	0.03	0.16	0.20
	4.7	38.52	0.05	21.20	0.08	29.27	1.15	4.25	5.34	3.04	1.97	1.93	0.08	0.50	0.45	0.15	0.65	0.03	0.17	0.19
	4.8	38.61	0.03	21.70	0.07	30.35	0.92	3.95	5.15	3.02	2.00	1.99	0.06	0.46	0.43	0.15	0.68	0.02	0.16	0.18
	4.9	38.37	0.04	21.61	0.06	29.62	1.11	4.16	5.10	3.02	2.01	1.95	0.07	0.49	0.43	0.15	0.66	0.03	0.17	0.18
	4.10	38.46	0.03	21.70	0.09	31.02	0.83	3.65	4.87	3.02	2.01	2.04	0.06	0.43	0.41	0.14	0.70	0.02	0.15	0.17
	4.11	37.97	0.01	21.34	0.04	30.00	0.84	3.89	5.12	3.02	2.00	2.00	0.06	0.46	0.44	0.15	0.68	0.02	0.16	0.18
	4.12	38.45	0.05	21.85	0.07	30.34	0.89	3.96	4.97	3.02	2.02	1.99	0.06	0.46	0.42	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	4.13	39.23	0.09	21.81	0.08	29.68	0.72	5.19	4.18	3.04	1.99	1.92	0.05	0.60	0.35	0.12	0.66	0.02	0.21	0.15
	4.14	38.77	0.06	21.93	0.06	30.61	0.65	4.50	4.37	3.02	2.01	1.99	0.04	0.52	0.36	0.12	0.68	0.01	0.18	0.15
4.15	38.83	0.05	21.89	0.07	30.97	0.74	3.92	4.67	3.03	2.01	2.02	0.05	0.46	0.39	0.13	0.69	0.02	0.16	0.16	

	4.17	38.62	0.07	21.80	0.07	27.51	0.63	3.03	9.06	3.02	2.01	1.80	0.04	0.35	0.76	0.26	0.61	0.01	0.12	0.30
	4.18	38.72	0.07	21.80	0.07	27.78	0.47	2.67	9.05	3.03	2.01	1.82	0.03	0.31	0.76	0.26	0.62	0.01	0.11	0.29
	4.19	38.29	0.06	21.67	0.07	28.30	0.20	2.42	9.26	3.01	2.01	1.86	0.01	0.28	0.78	0.27	0.63	0.00	0.10	0.30
	4.20	37.84	0.02	21.04	0.04	30.26	0.87	4.03	4.76	3.03	1.98	2.02	0.06	0.48	0.41	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
	4.21	38.60	0.02	21.75	0.09	30.36	0.94	4.23	4.66	3.02	2.01	1.99	0.06	0.49	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
Grt-2	4.1	38.24	0.04	21.22	0.07	30.09	1.07	4.01	4.99	3.03	1.98	1.99	0.07	0.47	0.42	0.14	0.67	0.02	0.16	0.18
	4.2	38.24	0.02	21.84	0.11	30.33	0.69	3.17	6.05	3.01	2.03	2.00	0.05	0.37	0.51	0.17	0.68	0.02	0.13	0.20
	4.4	38.47	0.08	21.06	0.11	27.62	0.13	2.62	9.44	3.04	1.97	1.83	0.01	0.31	0.80	0.27	0.62	0.00	0.10	0.30
	4.5	38.17	0.07	21.56	0.08	27.10	0.53	2.88	9.28	3.01	2.01	1.79	0.04	0.34	0.79	0.27	0.61	0.01	0.11	0.30
	4.6	37.14	0.08	21.96	0.10	27.04	0.36	2.27	10.05	2.96	2.07	1.80	0.02	0.27	0.86	0.29	0.61	0.01	0.09	0.32
	4.7	37.92	0.02	21.15	0.03	30.42	0.73	4.02	4.58	3.03	1.99	2.03	0.05	0.48	0.39	0.13	0.69	0.02	0.16	0.16
	4.8	38.35	0.03	21.98	0.04	30.58	0.71	4.17	4.47	3.01	2.03	2.01	0.05	0.49	0.38	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
Grt-3	4.1	38.82	0.00	21.75	0.08	30.25	1.22	4.13	4.63	3.03	2.00	1.98	0.08	0.48	0.39	0.13	0.68	0.03	0.16	0.16
	4.2	38.97	0.01	21.73	0.06	30.51	1.16	3.85	4.98	3.04	2.00	1.99	0.08	0.45	0.42	0.14	0.68	0.03	0.15	0.17
	4.3	38.52	0.08	21.82	0.11	27.66	0.47	2.96	8.78	3.02	2.02	1.81	0.03	0.35	0.74	0.25	0.62	0.01	0.12	0.29
	4.5	38.33	0.06	21.09	0.05	28.46	0.42	2.13	9.18	3.04	1.97	1.89	0.03	0.25	0.78	0.26	0.64	0.01	0.09	0.29
	4.6	38.74	0.09	21.83	0.04	28.11	0.60	2.10	9.61	3.03	2.01	1.84	0.04	0.24	0.80	0.28	0.63	0.01	0.08	0.30
	4.7	38.71	0.11	21.51	0.09	27.66	0.65	1.90	9.97	3.04	1.99	1.82	0.04	0.22	0.84	0.29	0.62	0.01	0.08	0.32
	4.8	37.74	0.12	20.98	0.11	28.00	0.56	2.08	9.59	3.02	1.98	1.87	0.04	0.25	0.82	0.28	0.63	0.01	0.08	0.30
	4.9	38.47	0.12	21.29	0.12	28.10	0.54	1.84	10.02	3.03	1.98	1.85	0.04	0.22	0.85	0.29	0.63	0.01	0.07	0.31
	4.10	38.27	0.08	21.32	0.10	28.64	0.50	1.64	10.01	3.02	1.98	1.89	0.03	0.19	0.85	0.29	0.64	0.01	0.07	0.31
	4.11	37.93	0.09	21.44	0.09	27.76	0.62	2.00	10.29	3.00	2.00	1.84	0.04	0.24	0.87	0.29	0.61	0.01	0.08	0.32
	4.12	38.68	0.09	21.37	0.05	28.91	1.08	2.89	7.60	3.04	1.98	1.90	0.07	0.34	0.64	0.22	0.64	0.02	0.11	0.25
	4.13	38.47	0.07	21.24	0.08	26.92	1.01	1.98	10.65	3.03	1.97	1.77	0.07	0.23	0.90	0.30	0.60	0.02	0.08	0.34
	4.14	38.25	0.08	20.89	0.09	26.88	1.03	1.79	10.56	3.04	1.96	1.79	0.07	0.21	0.90	0.30	0.60	0.02	0.07	0.33
4.15	38.71	0.01	21.36	0.09	26.72	1.11	2.23	10.17	3.04	1.98	1.75	0.07	0.26	0.86	0.29	0.60	0.03	0.09	0.33	
4.16	38.73	0.06	21.76	0.06	29.36	1.39	3.39	6.38	3.02	2.00	1.92	0.09	0.40	0.53	0.18	0.65	0.03	0.13	0.22	
4.18	38.69	0.05	21.47	0.09	26.74	0.76	2.63	10.18	3.03	1.98	1.75	0.05	0.31	0.85	0.29	0.59	0.02	0.10	0.33	
4.19	38.65	0.09	21.36	0.05	27.76	0.68	2.64	9.26	3.03	1.98	1.82	0.05	0.31	0.78	0.26	0.62	0.02	0.10	0.30	

	4.20	38.51	0.07	22.02	0.10	27.66	0.74	2.92	8.91	3.00	2.03	1.80	0.05	0.34	0.75	0.25	0.61	0.02	0.12	0.29
	4.21	38.33	0.06	21.43	0.07	28.13	0.45	2.45	9.45	3.02	1.99	1.85	0.03	0.29	0.80	0.27	0.62	0.01	0.10	0.30
	4.22	38.30	0.06	21.45	0.04	28.81	0.20	1.97	9.40	3.02	2.00	1.90	0.01	0.23	0.80	0.27	0.65	0.00	0.08	0.29
	4.23	38.64	0.06	21.82	0.05	27.70	0.45	2.78	9.06	3.02	2.01	1.81	0.03	0.32	0.76	0.26	0.62	0.01	0.11	0.30
	4.24	38.52	0.01	21.47	0.07	31.16	0.76	3.84	4.36	3.04	2.00	2.06	0.05	0.45	0.37	0.13	0.70	0.02	0.15	0.15
Grt-1	5.1	38.71	0.04	21.99	0.08	30.16	0.89	4.23	4.89	3.02	2.02	1.97	0.06	0.49	0.41	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	5.2	37.55	0.04	21.82	0.04	30.03	1.03	4.15	4.89	2.98	2.04	1.99	0.07	0.49	0.42	0.14	0.67	0.02	0.17	0.17
	5.4	38.84	0.04	21.81	0.05	28.76	0.22	2.07	9.31	3.03	2.01	1.88	0.02	0.24	0.78	0.27	0.64	0.01	0.08	0.29
	5.5	38.41	0.04	21.61	0.03	27.59	0.55	3.24	8.23	3.03	2.01	1.82	0.04	0.38	0.70	0.24	0.62	0.01	0.13	0.28
	5.6	38.43	0.02	22.01	0.07	29.49	0.72	3.78	6.11	3.01	2.03	1.93	0.05	0.44	0.51	0.17	0.66	0.02	0.15	0.21
	5.7	38.57	0.03	21.87	0.06	30.66	0.77	4.19	4.72	3.02	2.02	2.01	0.05	0.49	0.40	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
Grt-2	5.1	38.40	0.08	21.84	0.06	29.01	0.14	2.15	9.17	3.01	2.02	1.90	0.01	0.25	0.77	0.26	0.65	0.00	0.09	0.29
	5.2	38.66	0.05	21.77	0.06	29.28	0.22	1.76	9.63	3.02	2.01	1.91	0.01	0.21	0.81	0.27	0.65	0.00	0.07	0.30
	5.3	38.28	0.02	21.65	0.08	29.13	0.49	1.69	9.46	3.01	2.01	1.92	0.03	0.20	0.80	0.27	0.65	0.01	0.07	0.29
	5.4	38.74	0.06	21.56	0.03	27.98	0.61	1.87	10.18	3.03	1.99	1.83	0.04	0.22	0.85	0.29	0.62	0.01	0.07	0.32
	5.5	38.93	0.11	21.63	0.05	27.05	0.91	2.25	10.33	3.03	1.99	1.76	0.06	0.26	0.86	0.29	0.60	0.02	0.09	0.33
	5.6	37.79	0.12	21.87	0.06	29.13	1.34	3.29	6.51	2.99	2.04	1.93	0.09	0.39	0.55	0.19	0.65	0.03	0.13	0.22
	5.8	38.33	0.02	21.80	0.03	30.44	1.69	3.03	5.37	3.02	2.02	2.00	0.11	0.36	0.45	0.15	0.68	0.04	0.12	0.18
	5.9	38.81	0.07	21.63	0.07	27.65	1.68	3.11	7.80	3.03	1.99	1.81	0.11	0.36	0.65	0.22	0.62	0.04	0.12	0.27
	5.10	39.66	0.08	21.39	0.10	24.43	2.76	1.91	11.10	3.07	1.95	1.58	0.18	0.22	0.92	0.32	0.54	0.06	0.08	0.37
	5.11	38.49	0.04	21.78	0.02	27.55	1.64	2.79	7.87	3.03	2.02	1.81	0.11	0.33	0.66	0.23	0.62	0.04	0.11	0.27
	5.12	38.90	0.03	22.02	0.05	30.06	1.65	3.32	5.14	3.04	2.03	1.96	0.11	0.39	0.43	0.15	0.68	0.04	0.13	0.18
	5.13	35.49	0.07	20.40	0.03	25.71	1.47	3.80	6.67	2.92	1.98	1.77	0.10	0.47	0.59	0.20	0.60	0.03	0.16	0.25
	5.14	38.11	0.04	21.07	0.05	23.96	4.17	0.67	12.39	3.02	1.97	1.59	0.28	0.08	1.05	0.35	0.53	0.09	0.03	0.40
	5.16	38.88	0.05	21.26	0.07	26.32	1.23	1.59	11.49	3.05	1.96	1.72	0.08	0.19	0.96	0.33	0.58	0.03	0.06	0.36
	5.18	37.94	0.13	21.44	0.09	27.66	0.74	1.28	11.15	3.00	2.00	1.83	0.05	0.15	0.95	0.32	0.61	0.02	0.05	0.34
5.19	37.33	0.08	21.25	0.07	28.39	0.55	1.40	10.36	2.99	2.01	1.90	0.04	0.17	0.89	0.30	0.63	0.01	0.06	0.32	
5.21	38.31	0.05	21.50	0.06	28.42	0.61	1.27	10.31	3.03	2.00	1.88	0.04	0.15	0.87	0.30	0.64	0.01	0.05	0.32	
5.22	38.69	0.10	21.58	0.07	28.22	0.62	1.83	10.07	3.03	1.99	1.85	0.04	0.21	0.84	0.29	0.63	0.01	0.07	0.31	

	5.23	37.83	0.09	21.92	0.09	29.06	0.39	1.64	9.74	2.98	2.04	1.92	0.03	0.19	0.82	0.28	0.65	0.01	0.07	0.30
	5.24	38.22	0.05	21.84	0.06	28.76	0.21	2.00	9.82	3.00	2.02	1.89	0.01	0.23	0.83	0.28	0.64	0.00	0.08	0.30
	5.25	38.81	0.02	22.09	0.06	28.84	0.57	3.43	7.42	3.02	2.02	1.87	0.04	0.40	0.62	0.21	0.64	0.01	0.14	0.25
Grt-3	5.1	38.21	0.04	21.64	0.07	30.68	0.76	4.23	4.42	3.01	2.01	2.02	0.05	0.50	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
	5.2	38.45	0.07	21.71	0.05	29.55	0.84	3.69	6.12	3.02	2.01	1.94	0.06	0.43	0.52	0.18	0.66	0.02	0.15	0.21
	5.3	38.67	0.04	21.67	0.09	27.63	0.39	2.78	9.31	3.03	2.00	1.81	0.03	0.32	0.78	0.27	0.62	0.01	0.11	0.30
	5.4	40.06	0.05	21.28	0.12	27.87	0.68	3.32	7.44	3.11	1.95	1.81	0.05	0.38	0.62	0.22	0.63	0.02	0.13	0.25
	5.5	38.02	0.02	22.38	0.11	30.65	0.77	4.18	4.41	2.98	2.07	2.01	0.05	0.49	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16
	5.6	38.04	0.02	21.82	0.11	30.74	0.66	4.56	4.42	2.99	2.02	2.02	0.04	0.54	0.37	0.13	0.68	0.01	0.18	0.16
	5.8	37.42	0.03	21.59	0.04	29.71	0.86	3.89	5.57	2.99	2.03	1.98	0.06	0.46	0.48	0.16	0.67	0.02	0.16	0.19
	5.10	38.86	0.10	21.87	0.08	29.13	1.49	3.77	5.91	3.02	2.01	1.90	0.10	0.44	0.49	0.17	0.65	0.03	0.15	0.21
	5.11	38.72	0.09	21.73	0.06	28.81	1.49	3.67	6.09	3.03	2.00	1.89	0.10	0.43	0.51	0.17	0.65	0.03	0.15	0.21
	5.13	38.57	0.09	21.78	0.10	29.78	0.97	3.69	5.74	3.02	2.01	1.95	0.06	0.43	0.48	0.16	0.67	0.02	0.15	0.20
	5.14	38.33	0.06	21.57	0.05	29.72	1.06	3.49	5.90	3.02	2.01	1.96	0.07	0.41	0.50	0.17	0.67	0.02	0.14	0.20
	5.15	40.64	0.03	21.57	0.10	25.94	0.62	2.73	8.06	3.16	1.98	1.69	0.04	0.32	0.67	0.25	0.62	0.02	0.12	0.28
	5.16	38.84	0.04	21.70	0.06	28.12	0.63	3.14	8.27	3.03	2.00	1.84	0.04	0.37	0.69	0.24	0.63	0.01	0.12	0.27
	5.17	38.32	0.00	21.67	0.07	31.01	0.80	3.82	4.75	3.02	2.01	2.04	0.05	0.45	0.40	0.14	0.69	0.02	0.15	0.16
	5.18	38.74	0.03	21.75	0.08	30.34	0.76	3.67	5.58	3.03	2.00	1.98	0.05	0.43	0.47	0.16	0.68	0.02	0.15	0.19
	5.19	38.63	0.01	21.77	0.08	30.22	0.91	4.14	4.96	3.02	2.01	1.98	0.06	0.48	0.42	0.14	0.67	0.02	0.16	0.17
5.20	38.73	0.04	21.69	0.07	30.48	0.85	4.30	4.40	3.03	2.00	2.00	0.06	0.50	0.37	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16	
Grt-1	6.1	38.24	0.07	21.75	0.08	30.94	0.79	4.24	4.67	3.00	2.01	2.03	0.05	0.50	0.39	0.13	0.68	0.02	0.17	0.16
	6.2	38.35	0.02	22.64	0.04	29.40	0.66	3.88	6.05	2.98	2.08	1.91	0.04	0.45	0.50	0.17	0.66	0.01	0.15	0.21
	6.3	38.20	0.07	21.52	0.12	28.32	0.17	2.21	9.65	3.01	2.00	1.87	0.01	0.26	0.82	0.28	0.63	0.00	0.09	0.30
	6.4	38.01	0.08	21.25	0.08	29.00	0.14	1.82	9.76	3.01	1.99	1.92	0.01	0.22	0.83	0.28	0.65	0.00	0.07	0.30
	6.5	38.59	0.09	21.44	0.10	28.65	0.26	2.14	9.84	3.02	1.98	1.88	0.02	0.25	0.83	0.28	0.63	0.01	0.08	0.31
	6.6	38.25	0.09	21.63	0.06	28.51	0.40	2.19	9.77	3.00	2.00	1.87	0.03	0.26	0.82	0.28	0.63	0.01	0.09	0.31
	6.7	37.41	0.04	21.37	0.06	28.88	0.30	2.17	9.15	2.99	2.01	1.93	0.02	0.26	0.78	0.26	0.64	0.01	0.09	0.29
	6.8	37.95	0.30	21.13	0.05	28.16	0.39	1.89	9.93	3.01	1.98	1.87	0.03	0.22	0.85	0.29	0.63	0.01	0.08	0.31
	6.9	37.94	0.48	20.95	0.12	27.88	0.44	1.97	9.76	3.02	1.96	1.86	0.03	0.23	0.83	0.28	0.63	0.01	0.08	0.31

	6.10	38.43	0.07	21.35	0.09	28.32	0.51	2.09	9.76	3.02	1.98	1.86	0.03	0.25	0.82	0.28	0.63	0.01	0.08	0.31
	6.11	38.35	0.05	21.48	0.05	28.16	0.57	2.22	9.60	3.02	1.99	1.85	0.04	0.26	0.81	0.27	0.63	0.01	0.09	0.30
	6.12	37.81	0.06	21.33	0.09	27.57	0.61	2.57	9.61	3.00	2.00	1.83	0.04	0.30	0.82	0.27	0.61	0.01	0.10	0.31
	6.13	38.46	0.02	21.48	0.05	27.76	0.66	2.32	9.73	3.02	1.99	1.83	0.04	0.27	0.82	0.28	0.62	0.01	0.09	0.31
	6.14	38.30	0.10	21.34	0.07	28.45	0.66	2.06	9.52	3.02	1.98	1.88	0.04	0.24	0.80	0.27	0.63	0.01	0.08	0.30
	6.15	38.48	0.08	21.44	0.08	28.56	0.54	1.76	9.96	3.02	1.99	1.88	0.04	0.21	0.84	0.28	0.63	0.01	0.07	0.31
	6.16	38.08	0.06	21.20	0.09	28.78	0.60	1.77	9.86	3.01	1.98	1.91	0.04	0.21	0.84	0.28	0.64	0.01	0.07	0.30
	6.17	38.09	0.09	21.18	0.06	29.14	0.52	1.20	10.04	3.02	1.98	1.93	0.04	0.14	0.85	0.29	0.65	0.01	0.05	0.31
	6.18	38.13	0.07	21.34	0.06	29.46	0.53	1.19	9.91	3.02	1.99	1.95	0.04	0.14	0.84	0.28	0.66	0.01	0.05	0.30
	6.19	38.08	0.06	21.35	0.06	29.41	0.49	1.59	9.48	3.01	1.99	1.95	0.03	0.19	0.80	0.27	0.66	0.01	0.06	0.29
	6.20	37.97	0.07	21.34	0.05	29.21	0.34	1.77	9.41	3.01	2.00	1.94	0.02	0.21	0.80	0.27	0.65	0.01	0.07	0.29
	6.21	38.06	0.04	21.03	0.05	28.09	0.33	2.28	9.56	3.03	1.97	1.87	0.02	0.27	0.82	0.27	0.63	0.01	0.09	0.30
	6.22	38.55	0.05	21.60	0.12	28.36	0.34	2.60	9.25	3.02	1.99	1.86	0.02	0.30	0.78	0.26	0.63	0.01	0.10	0.29
	6.23	38.45	0.02	21.60	0.12	28.60	0.59	3.26	7.91	3.02	2.00	1.88	0.04	0.38	0.66	0.22	0.63	0.01	0.13	0.26
	6.24	38.16	0.05	21.61	0.12	31.04	0.73	3.83	5.00	3.01	2.01	2.04	0.05	0.45	0.42	0.14	0.69	0.02	0.15	0.17
	6.25	38.42	0.01	21.37	0.05	30.58	1.02	4.06	5.02	3.02	1.98	2.01	0.07	0.48	0.42	0.14	0.68	0.02	0.16	0.17
Gr-2	6.1	38.30	0.06	21.66	0.08	27.93	0.59	3.15	8.61	3.01	2.01	1.83	0.04	0.37	0.72	0.24	0.62	0.01	0.12	0.28
	6.2	38.30	0.18	21.24	0.05	27.49	0.47	2.60	9.73	3.02	1.98	1.81	0.03	0.31	0.82	0.28	0.61	0.01	0.10	0.31
	6.3	38.26	0.08	21.50	0.12	27.93	0.27	2.28	9.61	3.02	2.00	1.84	0.02	0.27	0.81	0.28	0.63	0.01	0.09	0.31
	6.4	38.26	0.07	21.37	0.11	28.16	0.28	2.04	9.88	3.02	1.99	1.86	0.02	0.24	0.84	0.28	0.63	0.01	0.08	0.31
	6.5	38.11	0.06	21.34	0.06	27.92	0.26	2.09	9.82	3.02	2.00	1.85	0.02	0.25	0.83	0.28	0.63	0.01	0.08	0.31
	6.7	38.76	0.05	21.64	0.08	27.65	0.54	3.39	8.50	3.03	1.99	1.81	0.04	0.39	0.71	0.24	0.61	0.01	0.13	0.28
	6.8	38.61	0.04	21.65	0.08	28.49	0.61	3.20	7.91	3.02	2.00	1.87	0.04	0.37	0.66	0.23	0.63	0.01	0.13	0.26
	6.9	38.43	0.05	21.56	0.07	28.36	0.34	3.02	8.58	3.02	2.00	1.86	0.02	0.35	0.72	0.24	0.63	0.01	0.12	0.28
	6.11	38.18	0.08	21.33	0.05	27.30	0.56	2.96	9.29	3.02	1.99	1.80	0.04	0.35	0.79	0.26	0.61	0.01	0.12	0.30
	6.12	38.12	0.07	21.27	0.03	27.38	0.66	2.75	9.19	3.02	1.99	1.82	0.04	0.33	0.78	0.26	0.61	0.01	0.11	0.30
	6.13	38.36	0.08	21.40	0.07	26.98	0.60	2.90	9.94	3.01	1.98	1.77	0.04	0.34	0.84	0.28	0.59	0.01	0.11	0.32
	6.15	37.92	0.10	21.24	0.04	29.77	0.36	1.48	9.31	3.01	1.99	1.98	0.02	0.18	0.79	0.27	0.67	0.01	0.06	0.29
6.16	38.48	0.05	21.51	0.06	28.26	0.30	1.97	10.00	3.02	1.99	1.86	0.02	0.23	0.84	0.29	0.63	0.01	0.08	0.31	

	6.17	38.28	0.04	21.25	0.03	29.24	0.23	1.77	9.61	3.03	1.98	1.93	0.02	0.21	0.81	0.27	0.65	0.01	0.07	0.30
	6.18	38.50	0.02	21.55	0.05	27.69	0.32	2.44	9.78	3.03	2.00	1.82	0.02	0.29	0.82	0.28	0.62	0.01	0.10	0.31
	6.19	38.18	0.00	21.47	0.07	30.76	0.76	3.74	5.21	3.02	2.00	2.03	0.05	0.44	0.44	0.15	0.69	0.02	0.15	0.18
Grt-3	6.1	38.10	0.11	21.03	0.08	27.44	0.44	2.42	9.80	3.03	1.97	1.82	0.03	0.29	0.83	0.28	0.61	0.01	0.10	0.31
	6.2	38.01	0.04	21.04	0.04	28.70	0.25	1.95	9.91	3.02	1.97	1.91	0.02	0.23	0.84	0.28	0.64	0.01	0.08	0.31
	6.3	37.86	0.04	20.94	0.08	29.23	0.30	1.61	9.68	3.02	1.97	1.95	0.02	0.19	0.83	0.28	0.65	0.01	0.06	0.30
	6.8	37.91	0.07	20.90	0.09	27.94	0.52	1.56	10.87	3.02	1.96	1.86	0.04	0.19	0.93	0.31	0.62	0.01	0.06	0.33
	6.9	38.30	0.13	20.89	0.10	27.91	0.49	1.78	10.70	3.03	1.95	1.85	0.03	0.21	0.91	0.30	0.62	0.01	0.07	0.33
	6.10	37.86	0.11	20.92	0.10	27.61	0.52	1.67	11.02	3.01	1.96	1.84	0.04	0.20	0.94	0.31	0.61	0.01	0.07	0.34
	6.11	38.19	0.09	21.07	0.07	27.03	0.50	2.46	10.71	3.02	1.96	1.78	0.03	0.29	0.91	0.30	0.59	0.01	0.10	0.34
	6.12	38.04	0.13	20.98	0.06	26.72	0.56	2.55	10.50	3.02	1.96	1.77	0.04	0.30	0.89	0.30	0.59	0.01	0.10	0.33
	6.13	38.11	0.11	20.93	0.07	27.55	0.49	2.01	10.54	3.02	1.96	1.83	0.03	0.24	0.90	0.30	0.61	0.01	0.08	0.33
	6.14	37.95	0.14	20.96	0.11	27.93	0.49	1.51	11.07	3.01	1.96	1.85	0.03	0.18	0.94	0.31	0.62	0.01	0.06	0.34
	6.15	37.89	0.03	21.05	0.06	27.90	0.49	2.13	10.25	3.01	1.97	1.85	0.03	0.25	0.87	0.29	0.62	0.01	0.08	0.32
	6.16	38.24	0.09	21.03	0.06	27.96	0.49	1.91	10.29	3.03	1.96	1.85	0.03	0.23	0.87	0.29	0.62	0.01	0.08	0.32
	6.17	38.25	0.04	21.30	0.04	27.42	0.54	2.72	9.81	3.02	1.98	1.81	0.04	0.32	0.83	0.28	0.60	0.01	0.11	0.31
	6.18	37.78	0.08	21.11	0.08	28.45	0.50	2.40	9.32	3.01	1.98	1.89	0.03	0.28	0.80	0.26	0.63	0.01	0.09	0.30
	6.19	38.16	0.10	20.92	0.10	28.63	0.47	1.58	10.02	3.03	1.96	1.90	0.03	0.19	0.85	0.29	0.64	0.01	0.06	0.31
	6.20	38.06	0.08	21.15	0.04	28.78	0.48	1.71	9.74	3.02	1.98	1.91	0.03	0.20	0.83	0.28	0.64	0.01	0.07	0.30
	6.21	38.43	0.05	21.11	0.08	28.09	0.27	2.21	9.95	3.03	1.96	1.85	0.02	0.26	0.84	0.28	0.62	0.01	0.09	0.31
	6.22	38.13	0.09	21.18	0.07	28.39	0.23	2.23	9.83	3.02	1.98	1.88	0.02	0.26	0.83	0.28	0.63	0.01	0.09	0.31
	6.23	38.26	0.08	21.43	0.02	28.94	0.65	3.61	7.07	3.02	1.99	1.91	0.04	0.42	0.60	0.20	0.64	0.01	0.14	0.24
	6.24	38.13	0.29	21.42	0.05	30.98	0.75	3.95	4.63	3.01	1.99	2.05	0.05	0.46	0.39	0.13	0.69	0.02	0.16	0.16
6.25	38.21	0.22	21.40	0.08	30.66	0.73	4.25	4.40	3.02	1.99	2.02	0.05	0.50	0.37	0.13	0.69	0.02	0.17	0.16	

Tabela 12.7 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe₂O₃, Na₂O, K₂O e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Migmatito		Análise composicional (wt %)							Forma estrutural (a.p.f.u.)											
EM-1		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO ⁱ	MnO	MgO	CaO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	X _{Gross}	X _{Alm}	X _{Spss}	X _{Py}	Ca ²⁺ /(Ca ²⁺ +Fe ²⁺)
Grt-1	1.1	38.04	0.00	21.81	0.22	35.50	1.31	3.13	1.26	3.01	2.03	2.35	0.09	0.37	0.11	0.04	0.81	0.03	0.13	0.04
	1.2	38.20	0.01	21.82	0.15	35.37	1.37	3.38	1.24	3.01	2.03	2.33	0.09	0.40	0.11	0.04	0.80	0.03	0.14	0.04
	1.3	38.32	0.00	21.92	0.13	35.17	1.28	3.51	1.14	3.02	2.03	2.31	0.09	0.41	0.10	0.03	0.80	0.03	0.14	0.04
	1.4	37.96	0.05	21.87	0.14	35.40	1.27	3.61	0.98	3.00	2.04	2.34	0.09	0.43	0.08	0.03	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.5	37.95	0.26	21.80	0.08	35.08	1.23	3.70	0.90	3.00	2.03	2.32	0.08	0.44	0.08	0.03	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.7	37.84	0.13	21.83	0.11	35.30	1.33	3.66	0.93	2.99	2.04	2.34	0.09	0.43	0.08	0.03	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.8	37.88	0.09	21.94	0.19	35.39	1.29	3.66	0.96	2.99	2.04	2.34	0.09	0.43	0.08	0.03	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.9	38.30	0.06	21.91	0.11	35.04	1.23	3.84	0.94	3.01	2.03	2.30	0.08	0.45	0.08	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.10	38.05	0.03	21.86	0.07	35.77	1.35	3.20	0.93	3.01	2.04	2.37	0.09	0.38	0.08	0.03	0.81	0.03	0.13	0.03
	1.16	38.05	0.00	22.08	0.09	34.85	1.25	3.92	1.06	3.00	2.05	2.29	0.08	0.46	0.09	0.03	0.78	0.03	0.16	0.04
	1.17	37.05	0.00	21.77	0.10	34.20	1.14	4.33	0.97	2.96	2.05	2.28	0.08	0.52	0.08	0.03	0.77	0.03	0.17	0.04
	1.18	38.22	0.02	21.91	0.10	34.94	1.19	3.92	1.10	3.01	2.03	2.30	0.08	0.46	0.09	0.03	0.78	0.03	0.16	0.04
	1.19	38.20	0.00	22.02	0.08	34.69	1.22	3.89	1.14	3.01	2.04	2.28	0.08	0.46	0.10	0.03	0.78	0.03	0.16	0.04
	1.20	38.03	0.00	21.88	0.17	34.84	1.25	3.76	1.19	3.00	2.04	2.30	0.08	0.44	0.10	0.03	0.79	0.03	0.15	0.04
	1.23	37.59	0.00	21.42	0.06	34.94	1.28	3.49	1.27	3.01	2.02	2.34	0.09	0.42	0.11	0.04	0.79	0.03	0.14	0.04
	1.24	38.42	0.00	21.83	0.10	34.98	1.23	3.63	1.29	3.02	2.02	2.30	0.08	0.43	0.11	0.04	0.79	0.03	0.15	0.05
	1.25	38.08	0.01	21.86	0.06	35.14	1.28	3.70	1.20	3.00	2.03	2.32	0.09	0.44	0.10	0.03	0.79	0.03	0.15	0.04
	1.26	38.31	0.00	21.86	0.08	34.96	1.21	3.83	1.20	3.01	2.03	2.30	0.08	0.45	0.10	0.03	0.79	0.03	0.15	0.04
	1.27	38.16	0.00	22.03	0.07	34.78	1.27	3.76	1.25	3.00	2.04	2.29	0.09	0.44	0.11	0.04	0.78	0.03	0.15	0.04
	1.28	38.32	0.03	21.93	0.07	34.94	1.30	3.75	1.21	3.01	2.03	2.30	0.09	0.44	0.10	0.03	0.79	0.03	0.15	0.04
1.29	38.22	0.00	21.92	0.06	34.79	1.28	3.87	1.09	3.01	2.04	2.29	0.09	0.45	0.09	0.03	0.78	0.03	0.16	0.04	
1.30	38.18	0.00	22.06	0.04	34.85	1.17	3.92	1.12	3.00	2.05	2.29	0.08	0.46	0.09	0.03	0.78	0.03	0.16	0.04	
1.31	38.17	0.00	21.94	0.08	35.11	1.28	3.89	1.11	3.00	2.03	2.31	0.09	0.46	0.09	0.03	0.78	0.03	0.15	0.04	

	1.34	38.27	0.00	22.02	0.11	34.84	1.32	3.94	1.03	3.01	2.04	2.29	0.09	0.46	0.09	0.03	0.78	0.03	0.16	0.04
	1.35	38.11	0.00	21.99	0.09	35.03	1.24	3.96	0.98	3.00	2.04	2.31	0.08	0.46	0.08	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.36	38.40	0.00	21.94	0.10	34.96	1.22	3.83	0.94	3.02	2.03	2.30	0.08	0.45	0.08	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.37	38.22	0.04	22.13	0.09	35.08	1.28	3.86	0.87	3.00	2.05	2.30	0.09	0.45	0.07	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.38	37.81	0.02	21.93	0.09	35.30	1.23	3.69	0.88	2.99	2.05	2.34	0.08	0.44	0.08	0.03	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.40	38.07	0.03	21.82	0.13	35.26	1.26	3.80	0.89	3.00	2.03	2.33	0.08	0.45	0.08	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.41	38.22	0.00	21.83	0.16	35.32	1.27	3.81	0.86	3.01	2.03	2.33	0.09	0.45	0.07	0.02	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.42	38.16	0.03	22.02	0.07	35.45	1.31	3.79	0.79	3.00	2.04	2.33	0.09	0.44	0.07	0.02	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.44	38.14	0.03	21.99	0.14	35.46	1.34	3.71	0.77	3.00	2.04	2.33	0.09	0.44	0.07	0.02	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.45	37.83	0.00	21.92	0.12	35.51	1.31	3.57	1.03	2.99	2.04	2.35	0.09	0.42	0.09	0.03	0.80	0.03	0.14	0.04
	1.46	38.12	0.00	21.76	0.21	35.27	1.38	3.36	1.26	3.01	2.03	2.33	0.09	0.40	0.11	0.04	0.80	0.03	0.14	0.04
	1.48	38.27	0.01	21.68	0.21	35.26	1.37	3.25	1.31	3.02	2.02	2.33	0.09	0.38	0.11	0.04	0.80	0.03	0.13	0.05
	1.49	37.60	0.00	21.55	0.15	35.38	1.41	3.10	1.40	3.00	2.03	2.36	0.10	0.37	0.12	0.04	0.80	0.03	0.13	0.05
	1.50	37.77	0.00	21.79	0.10	35.69	1.46	2.88	1.35	3.00	2.04	2.37	0.10	0.34	0.12	0.04	0.81	0.03	0.12	0.05
Grt-2	1.1	37.43	0.05	21.45	0.15	35.57	1.49	3.11	1.06	3.00	2.03	2.38	0.10	0.37	0.09	0.03	0.81	0.03	0.13	0.04
	1.2	37.61	0.03	21.50	0.15	35.58	1.40	3.23	0.82	3.01	2.03	2.38	0.10	0.39	0.07	0.02	0.81	0.03	0.13	0.03
	1.3	37.63	0.00	21.63	0.12	35.96	1.42	3.37	0.75	3.00	2.03	2.39	0.10	0.40	0.06	0.02	0.81	0.03	0.14	0.03
	1.4	37.50	0.01	21.52	0.16	35.98	1.34	3.46	0.63	2.99	2.03	2.40	0.09	0.41	0.05	0.02	0.81	0.03	0.14	0.02
	1.5	37.53	0.03	21.55	0.17	35.56	1.37	3.45	0.66	3.00	2.03	2.38	0.09	0.41	0.06	0.02	0.81	0.03	0.14	0.02
	1.6	37.57	0.01	21.63	0.15	35.56	1.36	3.51	0.76	3.00	2.03	2.37	0.09	0.42	0.07	0.02	0.81	0.03	0.14	0.03
	1.7	37.48	0.00	21.47	0.14	35.67	1.30	3.59	0.82	2.99	2.02	2.38	0.09	0.43	0.07	0.02	0.80	0.03	0.14	0.03
	1.8	37.53	0.01	21.72	0.12	35.39	1.33	3.63	0.92	2.99	2.04	2.36	0.09	0.43	0.08	0.03	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.10	37.38	0.00	21.45	0.14	35.51	1.30	3.81	0.85	2.99	2.02	2.37	0.09	0.45	0.07	0.02	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.11	37.60	0.01	21.64	0.09	35.47	1.32	3.85	0.86	2.99	2.03	2.36	0.09	0.46	0.07	0.02	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.12	37.51	0.00	21.53	0.08	35.36	1.29	3.75	0.82	2.99	2.03	2.36	0.09	0.45	0.07	0.02	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.13	38.03	0.02	21.70	0.09	35.40	1.28	3.82	0.94	3.00	2.02	2.34	0.09	0.45	0.08	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.14	37.64	0.00	21.63	0.11	35.13	1.26	3.89	0.94	2.99	2.03	2.34	0.09	0.46	0.08	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03

	1.15	37.62	0.06	21.52	0.11	35.21	1.19	3.83	0.91	3.00	2.02	2.35	0.08	0.45	0.08	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.18	37.99	0.01	21.72	0.11	35.12	1.31	4.08	0.86	3.00	2.02	2.32	0.09	0.48	0.07	0.02	0.78	0.03	0.16	0.03
	1.19	37.73	0.02	21.52	0.11	35.05	1.20	3.91	0.86	3.00	2.02	2.33	0.08	0.46	0.07	0.02	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.20	37.59	0.01	21.51	0.10	35.25	1.17	3.95	0.86	3.00	2.02	2.35	0.08	0.47	0.07	0.02	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.21	37.78	0.01	21.52	0.07	35.02	1.19	4.03	0.91	3.00	2.02	2.33	0.08	0.48	0.08	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.22	37.55	0.00	21.65	0.14	34.94	1.23	3.90	0.94	2.99	2.03	2.33	0.08	0.46	0.08	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.23	37.80	0.00	21.62	0.14	35.09	1.17	3.92	0.90	3.00	2.02	2.33	0.08	0.46	0.08	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.24	37.63	0.01	21.66	0.12	35.28	1.21	3.85	0.87	2.99	2.03	2.35	0.08	0.46	0.07	0.03	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.25	37.43	0.00	21.57	0.10	35.39	1.22	3.80	0.87	2.99	2.03	2.36	0.08	0.45	0.07	0.02	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.28	37.71	0.00	21.62	0.11	35.15	1.23	3.95	0.87	3.00	2.03	2.34	0.08	0.47	0.07	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.29	37.77	0.00	21.54	0.09	35.18	1.24	4.01	0.90	3.00	2.02	2.34	0.08	0.48	0.08	0.03	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.30	37.63	0.00	21.51	0.10	35.25	1.19	3.96	0.87	3.00	2.02	2.35	0.08	0.47	0.07	0.02	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.32	37.69	0.02	21.61	0.13	35.22	1.17	4.02	0.80	2.99	2.02	2.34	0.08	0.48	0.07	0.02	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.33	37.46	0.00	21.53	0.09	35.20	1.16	3.84	0.84	2.99	2.03	2.35	0.08	0.46	0.07	0.02	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.35	37.53	0.01	21.51	0.12	35.23	1.25	3.99	0.83	2.99	2.02	2.35	0.08	0.47	0.07	0.02	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.39	37.77	0.03	21.43	0.13	35.34	1.23	4.00	0.73	3.00	2.01	2.35	0.08	0.47	0.06	0.02	0.79	0.03	0.16	0.03
	1.40	37.59	0.03	21.59	0.12	35.31	1.27	3.86	0.81	2.99	2.03	2.35	0.09	0.46	0.07	0.02	0.79	0.03	0.15	0.03
	1.41	37.67	0.00	21.54	0.12	35.51	1.23	3.80	0.76	3.00	2.02	2.36	0.08	0.45	0.06	0.02	0.80	0.03	0.15	0.03
	1.42	38.00	0.00	21.49	0.14	35.72	1.28	3.87	0.65	3.01	2.01	2.37	0.09	0.46	0.06	0.02	0.80	0.03	0.15	0.02
	1.43	37.60	0.03	21.38	0.18	35.63	1.29	3.71	0.61	3.00	2.01	2.38	0.09	0.44	0.05	0.02	0.80	0.03	0.15	0.02
	1.44	37.64	0.03	21.48	0.14	35.99	1.37	3.69	0.49	3.00	2.02	2.40	0.09	0.44	0.04	0.01	0.81	0.03	0.15	0.02
	1.46	37.57	0.00	21.54	0.11	35.61	1.38	3.46	0.89	3.00	2.03	2.38	0.09	0.41	0.08	0.03	0.80	0.03	0.14	0.03
	1.47	37.40	0.05	21.48	0.13	35.60	1.44	3.14	1.19	2.99	2.03	2.38	0.10	0.38	0.10	0.03	0.81	0.03	0.13	0.04
	1.48	37.33	0.02	21.42	0.24	35.52	1.43	3.04	1.34	2.99	2.02	2.38	0.10	0.36	0.12	0.04	0.81	0.03	0.12	0.05
	1.49	37.35	0.02	21.29	0.17	35.73	1.49	2.99	1.37	3.00	2.01	2.40	0.10	0.36	0.12	0.04	0.81	0.03	0.12	0.05
	1.50	37.40	0.04	21.35	0.14	35.90	1.49	2.80	1.48	3.00	2.02	2.41	0.10	0.33	0.13	0.04	0.81	0.03	0.11	0.05
Grt-1	5.1	38.19	0.04	22.06	0.18	34.54	1.48	3.64	1.33	3.00	2.04	2.27	0.10	0.43	0.11	0.04	0.78	0.03	0.15	0.05

5.2	38.11	0.00	22.03	0.17	34.46	1.50	3.76	1.27	3.00	2.05	2.27	0.10	0.44	0.11	0.04	0.78	0.03	0.15	0.05
5.3	38.23	0.00	22.11	0.03	34.83	1.55	3.80	0.89	3.01	2.05	2.29	0.10	0.45	0.08	0.03	0.79	0.04	0.15	0.03
5.4	38.15	0.00	22.20	0.06	34.91	1.69	3.91	0.60	3.00	2.06	2.29	0.11	0.46	0.05	0.02	0.79	0.04	0.16	0.02
5.6	38.33	0.01	21.94	0.09	34.53	1.88	3.78	0.74	3.02	2.04	2.27	0.13	0.44	0.06	0.02	0.78	0.04	0.15	0.03
5.7	38.20	0.00	21.98	0.06	34.59	2.03	3.79	0.82	3.01	2.04	2.28	0.14	0.44	0.07	0.02	0.78	0.05	0.15	0.03
5.8	38.42	0.00	21.90	0.09	34.22	2.07	3.74	1.01	3.02	2.03	2.25	0.14	0.44	0.09	0.03	0.77	0.05	0.15	0.04
5.9	37.90	0.04	21.93	0.07	34.01	2.08	3.62	1.16	3.00	2.05	2.25	0.14	0.43	0.10	0.03	0.77	0.05	0.15	0.04
5.10	38.20	0.00	21.97	0.10	34.03	2.12	3.60	1.16	3.01	2.04	2.24	0.14	0.42	0.10	0.03	0.77	0.05	0.15	0.04
5.11	38.20	0.00	21.96	0.09	34.03	2.10	3.57	1.10	3.01	2.04	2.25	0.14	0.42	0.09	0.03	0.77	0.05	0.14	0.04
5.12	38.10	0.00	22.07	0.07	33.98	2.25	3.60	1.16	3.00	2.05	2.24	0.15	0.42	0.10	0.03	0.77	0.05	0.15	0.04
5.13	38.17	0.00	22.05	0.09	33.84	2.21	3.60	1.16	3.01	2.05	2.23	0.15	0.42	0.10	0.03	0.77	0.05	0.15	0.04
5.14	38.18	0.00	22.07	0.08	34.21	2.25	3.53	1.05	3.01	2.05	2.25	0.15	0.41	0.09	0.03	0.78	0.05	0.14	0.04
5.16	37.98	0.00	21.83	0.05	33.92	2.39	3.57	1.02	3.01	2.04	2.25	0.16	0.42	0.09	0.03	0.77	0.05	0.14	0.04
5.17	38.23	0.03	21.79	0.07	33.99	2.44	3.51	0.93	3.02	2.03	2.25	0.16	0.41	0.08	0.03	0.77	0.06	0.14	0.03
5.18	38.06	0.02	21.96	0.07	34.13	2.39	3.51	0.92	3.01	2.05	2.26	0.16	0.41	0.08	0.03	0.78	0.06	0.14	0.03
5.19	38.23	0.00	21.89	0.11	33.98	2.43	3.63	0.96	3.01	2.04	2.24	0.16	0.43	0.08	0.03	0.77	0.06	0.15	0.03
5.20	38.07	0.00	21.91	0.09	33.96	2.42	3.54	0.96	3.01	2.04	2.25	0.16	0.42	0.08	0.03	0.77	0.06	0.14	0.04
5.21	37.95	0.02	21.99	0.08	33.93	2.46	3.60	0.90	3.00	2.05	2.24	0.17	0.42	0.08	0.03	0.77	0.06	0.15	0.03
5.25	38.05	0.10	21.91	0.07	34.41	2.49	3.30	0.92	3.01	2.04	2.27	0.17	0.39	0.08	0.03	0.78	0.06	0.13	0.03
5.27	38.25	0.00	21.89	0.07	34.30	2.56	3.55	0.90	3.01	2.03	2.26	0.17	0.42	0.08	0.03	0.77	0.06	0.14	0.03
5.28	38.14	0.00	21.91	0.08	34.40	2.47	3.53	0.89	3.01	2.04	2.27	0.17	0.42	0.08	0.03	0.78	0.06	0.14	0.03
5.29	37.27	0.00	21.49	0.11	33.74	2.36	3.44	0.96	3.00	2.04	2.27	0.16	0.41	0.08	0.03	0.78	0.06	0.14	0.03
5.30	38.09	0.01	21.88	0.13	34.30	2.43	3.52	0.91	3.01	2.04	2.27	0.16	0.42	0.08	0.03	0.78	0.06	0.14	0.03
5.32	38.13	0.01	21.97	0.06	34.36	2.36	3.38	0.95	3.01	2.05	2.27	0.16	0.40	0.08	0.03	0.78	0.05	0.14	0.03
5.33	37.92	0.00	21.89	0.08	34.13	2.40	3.34	1.13	3.01	2.05	2.26	0.16	0.40	0.10	0.03	0.78	0.06	0.14	0.04
5.35	38.16	0.01	21.99	0.09	34.02	2.28	3.55	1.12	3.01	2.04	2.24	0.15	0.42	0.09	0.03	0.77	0.05	0.14	0.04
5.36	38.29	0.04	21.89	0.07	34.08	2.23	3.54	1.16	3.02	2.03	2.25	0.15	0.42	0.10	0.03	0.77	0.05	0.14	0.04

	5.37	37.78	0.00	21.61	0.07	33.64	2.14	3.60	1.13	3.02	2.03	2.25	0.14	0.43	0.10	0.03	0.77	0.05	0.15	0.04
	5.38	38.27	0.00	22.05	0.09	34.24	2.12	3.54	1.14	3.01	2.05	2.25	0.14	0.41	0.10	0.03	0.78	0.05	0.14	0.04
	5.39	38.27	0.00	21.76	0.08	34.26	2.01	3.55	1.13	3.02	2.03	2.26	0.13	0.42	0.10	0.03	0.78	0.05	0.14	0.04
	5.40	38.17	0.01	22.04	0.09	34.14	2.03	3.61	1.06	3.01	2.05	2.25	0.14	0.42	0.09	0.03	0.78	0.05	0.15	0.04
	5.42	38.31	0.00	21.83	0.10	34.41	1.86	3.77	0.89	3.02	2.03	2.27	0.13	0.44	0.08	0.03	0.78	0.04	0.15	0.03
	5.43	38.02	0.10	22.11	0.08	34.87	1.75	3.65	0.85	2.99	2.05	2.30	0.12	0.43	0.07	0.02	0.79	0.04	0.15	0.03
	5.45	38.17	0.02	21.97	0.13	34.17	1.59	3.61	1.28	3.01	2.04	2.26	0.11	0.43	0.11	0.04	0.78	0.04	0.15	0.05
	5.46	37.19	0.05	21.74	0.13	36.38	2.08	2.08	0.92	2.99	2.06	2.45	0.14	0.25	0.08	0.03	0.84	0.05	0.09	0.03
	5.47	38.59	0.01	21.93	0.09	35.01	1.54	3.67	0.77	3.03	2.03	2.30	0.10	0.43	0.07	0.02	0.79	0.04	0.15	0.03
	5.48	38.09	0.02	21.95	0.09	35.29	1.44	3.61	0.75	3.01	2.04	2.33	0.10	0.43	0.06	0.02	0.80	0.03	0.15	0.03
	5.49	38.13	0.01	22.07	0.15	35.07	1.44	3.36	1.01	3.01	2.05	2.31	0.10	0.40	0.09	0.03	0.80	0.03	0.14	0.04
	5.50	38.01	0.00	21.85	0.19	35.52	1.45	2.93	1.26	3.01	2.04	2.35	0.10	0.35	0.11	0.04	0.81	0.03	0.12	0.04

Tabela 12.8 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra RPT-12, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe₂O₃, Na₂O, K₂O e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Migmatito		Análise composicional (wt %)								Forma estrutural (a.p.f.u.)										
RPT-12		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO ^l	MnO	MgO	CaO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	X _{Gross}	X _{Alm}	X _{Spss}	X _{Py}	Ca ²⁺ /(Ca ²⁺ +Fe ²⁺)
Grt-1	1.1	37.72	0.00	21.61	0.09	33.68	4.18	2.65	0.68	3.01	2.04	2.25	0.28	0.32	0.06	0.02	0.77	0.10	0.11	0.03
	1.4	37.94	0.00	21.58	0.07	34.05	4.17	2.57	0.73	3.02	2.03	2.27	0.28	0.31	0.06	0.02	0.78	0.10	0.11	0.03
	1.5	37.95	0.01	21.74	0.06	33.73	4.16	2.64	0.71	3.02	2.04	2.24	0.28	0.31	0.06	0.02	0.77	0.10	0.11	0.03
	1.6	37.84	0.00	21.95	0.07	33.75	4.18	2.71	0.65	3.01	2.06	2.24	0.28	0.32	0.06	0.02	0.77	0.10	0.11	0.02
	1.10	36.98	0.02	19.60	0.07	27.51	3.38	2.69	0.66	3.19	1.99	1.98	0.25	0.35	0.06	0.02	0.75	0.09	0.13	0.03
	1.11	37.85	0.00	21.41	0.09	33.65	4.29	2.57	0.67	3.03	2.02	2.25	0.29	0.31	0.06	0.02	0.77	0.10	0.11	0.02
	1.12	36.65	0.00	18.71	0.12	35.27	3.16	2.53	0.66	2.99	1.80	2.41	0.22	0.31	0.06	0.02	0.80	0.07	0.10	0.02
	1.14	37.71	0.00	21.54	0.04	33.55	4.61	2.53	0.61	3.02	2.03	2.25	0.31	0.30	0.05	0.02	0.77	0.11	0.11	0.02
1.15	37.78	0.00	21.58	0.06	33.59	4.64	2.56	0.60	3.02	2.03	2.24	0.31	0.31	0.05	0.02	0.77	0.11	0.11	0.02	
Grt-1	3.1	37.56	0.00	21.75	0.05	33.44	4.17	2.52	1.10	3.00	2.05	2.24	0.28	0.30	0.10	0.03	0.77	0.10	0.11	0.04

	3.2	37.80	0.02	21.57	0.08	33.98	4.04	2.57	1.01	3.01	2.03	2.26	0.27	0.31	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	3.3	37.88	0.03	21.66	0.09	33.97	3.60	2.71	1.07	3.01	2.03	2.26	0.24	0.32	0.09	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
	3.4	37.75	0.00	21.29	0.09	34.11	3.37	2.72	1.03	3.02	2.01	2.29	0.23	0.33	0.09	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
	3.7	37.83	0.00	21.68	0.03	33.94	3.66	2.62	1.09	3.01	2.04	2.26	0.25	0.31	0.09	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
	3.8	37.71	0.02	21.69	0.09	33.91	4.00	2.53	1.05	3.01	2.04	2.26	0.27	0.30	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	3.9	38.07	0.02	21.65	0.05	33.54	4.65	2.41	1.02	3.02	2.03	2.23	0.31	0.29	0.09	0.03	0.76	0.11	0.10	0.04
	3.10	37.78	0.01	21.64	0.11	33.10	5.47	2.11	1.03	3.01	2.03	2.21	0.37	0.25	0.09	0.03	0.76	0.13	0.09	0.04
Grt-2	3.1	37.66	0.00	21.69	0.05	32.93	4.83	2.33	1.04	3.01	2.05	2.20	0.33	0.28	0.09	0.03	0.76	0.11	0.10	0.04
	3.3	37.72	0.00	21.78	0.07	33.69	4.27	2.42	1.07	3.01	2.05	2.25	0.29	0.29	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	3.4	37.38	0.00	21.64	0.08	33.69	4.23	2.45	1.15	3.00	2.04	2.26	0.29	0.29	0.10	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	3.7	37.70	0.00	21.64	0.09	33.80	4.14	2.46	1.06	3.01	2.04	2.26	0.28	0.29	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	3.8	37.99	0.00	21.64	0.09	33.59	4.20	2.49	1.09	3.02	2.03	2.23	0.28	0.30	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	3.9	37.85	0.00	21.69	0.08	33.77	4.36	2.51	1.06	3.01	2.03	2.25	0.29	0.30	0.09	0.03	0.77	0.10	0.11	0.04
Grt-3	3.1	37.53	0.00	21.54	0.05	33.17	5.68	2.06	0.98	3.00	2.03	2.22	0.39	0.25	0.08	0.03	0.76	0.13	0.09	0.04
	3.2	37.72	0.00	21.43	0.06	33.43	5.56	2.14	0.80	3.02	2.02	2.24	0.38	0.26	0.07	0.02	0.76	0.13	0.09	0.03
	3.3	37.71	0.00	21.40	0.02	33.50	5.48	2.16	0.73	3.02	2.02	2.24	0.37	0.26	0.06	0.02	0.76	0.13	0.09	0.03
	3.4	37.71	0.00	21.39	0.10	33.18	5.40	2.20	0.73	3.02	2.02	2.22	0.37	0.26	0.06	0.02	0.76	0.13	0.09	0.03
	3.5	37.52	0.02	21.39	0.04	33.56	5.47	2.23	0.64	3.01	2.02	2.25	0.37	0.27	0.06	0.02	0.76	0.13	0.09	0.02
	3.6	37.65	0.02	21.45	0.09	33.64	5.33	2.22	0.65	3.01	2.02	2.25	0.36	0.27	0.06	0.02	0.77	0.12	0.09	0.02
	3.7	37.53	0.00	21.49	0.05	33.59	5.31	2.22	0.65	3.01	2.03	2.25	0.36	0.27	0.06	0.02	0.77	0.12	0.09	0.02
	3.8	37.75	0.00	21.29	0.04	33.51	5.18	2.22	0.66	3.03	2.01	2.25	0.35	0.27	0.06	0.02	0.77	0.12	0.09	0.02
	3.9	37.63	0.00	21.39	0.10	33.56	5.18	2.29	0.68	3.01	2.02	2.25	0.35	0.27	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.03
	3.10	37.59	0.00	21.54	0.05	33.48	5.16	2.33	0.68	3.01	2.03	2.24	0.35	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.03
	3.11	37.75	0.00	21.27	0.08	33.70	5.12	2.38	0.66	3.02	2.01	2.26	0.35	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.02
	3.12	37.79	0.00	21.42	0.05	33.52	5.01	2.37	0.65	3.02	2.02	2.24	0.34	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.02
	3.13	37.62	0.00	21.44	0.04	33.56	5.09	2.37	0.65	3.01	2.03	2.25	0.35	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.02
	3.14	37.89	0.00	21.41	0.09	33.66	4.84	2.30	0.63	3.03	2.02	2.25	0.33	0.27	0.05	0.02	0.77	0.11	0.10	0.02
3.15	37.91	0.01	21.45	0.07	33.52	4.93	2.44	0.75	3.02	2.02	2.24	0.33	0.29	0.06	0.02	0.76	0.11	0.10	0.03	
Grt-1	4.1	37.68	0.02	21.65	0.08	32.76	5.68	2.11	1.00	3.01	2.04	2.19	0.38	0.25	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04

	4.3	37.64	0.02	21.41	0.08	33.51	4.62	2.33	1.03	3.02	2.02	2.25	0.31	0.28	0.09	0.03	0.77	0.11	0.10	0.04
	4.4	37.76	0.00	21.69	0.03	33.76	4.13	2.51	1.00	3.01	2.04	2.25	0.28	0.30	0.09	0.03	0.77	0.10	0.11	0.04
	4.5	37.69	0.00	21.68	0.07	34.00	3.94	2.62	1.05	3.00	2.04	2.27	0.27	0.31	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.6	37.87	0.00	21.75	0.06	34.09	3.71	2.71	1.02	3.01	2.04	2.27	0.25	0.32	0.09	0.03	0.78	0.09	0.11	0.04
	4.8	37.76	0.00	21.66	0.13	34.22	3.40	2.73	1.11	3.01	2.03	2.28	0.23	0.32	0.10	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
	4.9	38.10	0.00	21.64	0.05	34.15	3.51	2.76	1.11	3.02	2.02	2.26	0.24	0.33	0.09	0.03	0.78	0.08	0.12	0.04
	4.10	37.92	0.00	21.71	0.08	34.04	3.44	2.78	1.06	3.01	2.03	2.26	0.23	0.33	0.09	0.03	0.78	0.08	0.12	0.04
	4.12	37.87	0.00	21.51	0.10	34.24	3.41	2.70	1.16	3.02	2.02	2.28	0.23	0.32	0.10	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
	4.13	37.73	0.01	21.46	0.06	34.03	3.48	2.74	1.07	3.02	2.02	2.28	0.24	0.33	0.09	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
	4.14	37.98	0.02	21.61	0.07	34.09	3.54	2.72	1.03	3.02	2.03	2.27	0.24	0.32	0.09	0.03	0.78	0.08	0.11	0.04
4.15	38.02	0.00	21.54	0.06	34.08	3.48	2.76	1.13	3.02	2.02	2.27	0.24	0.33	0.10	0.03	0.77	0.08	0.12	0.04	
Grt-2	4.1	37.70	0.00	21.34	0.07	33.67	4.62	2.34	1.04	3.02	2.01	2.25	0.31	0.28	0.09	0.03	0.77	0.11	0.10	0.04
	4.2	37.72	0.02	21.38	0.04	33.63	4.55	2.36	1.06	3.02	2.02	2.25	0.31	0.28	0.09	0.03	0.77	0.11	0.10	0.04
	4.4	37.07	0.00	21.29	0.07	33.85	4.35	2.35	1.10	2.99	2.03	2.29	0.30	0.28	0.10	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	4.6	37.82	0.00	21.47	0.04	33.91	4.12	2.54	1.06	3.02	2.02	2.26	0.28	0.30	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.7	38.01	0.00	21.46	0.11	33.88	3.89	2.52	1.10	3.03	2.02	2.26	0.26	0.30	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.8	37.80	0.00	21.39	0.04	34.06	3.81	2.58	1.04	3.02	2.02	2.28	0.26	0.31	0.09	0.03	0.78	0.09	0.11	0.04
	4.9	37.69	0.00	21.38	0.08	34.13	3.79	2.59	1.02	3.02	2.02	2.28	0.26	0.31	0.09	0.03	0.78	0.09	0.11	0.04
4.10	37.84	0.00	21.41	0.06	33.95	3.93	2.53	1.05	3.02	2.02	2.27	0.27	0.30	0.09	0.03	0.78	0.09	0.11	0.04	
Grt-3	4.1	37.70	0.00	21.53	0.04	33.97	3.79	2.64	1.13	3.01	2.03	2.27	0.26	0.31	0.10	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.2	37.90	0.00	21.52	0.06	34.07	3.76	2.64	1.17	3.02	2.02	2.27	0.25	0.31	0.10	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.3	38.06	0.02	21.54	0.08	34.12	3.72	2.67	1.07	3.02	2.02	2.27	0.25	0.32	0.09	0.03	0.78	0.09	0.11	0.04
	4.4	37.90	0.00	21.70	0.06	33.95	3.79	2.62	1.08	3.01	2.03	2.26	0.26	0.31	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.6	38.04	0.00	21.23	0.05	33.68	3.92	2.59	1.09	3.04	2.00	2.25	0.27	0.31	0.09	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.7	37.80	0.01	21.60	0.05	33.77	4.01	2.61	1.11	3.01	2.03	2.25	0.27	0.31	0.10	0.03	0.77	0.09	0.11	0.04
	4.8	37.94	0.00	21.48	0.08	33.70	4.13	2.50	1.08	3.03	2.02	2.25	0.28	0.30	0.09	0.03	0.77	0.10	0.11	0.04
	4.9	37.82	0.00	21.46	0.08	33.76	4.35	2.45	1.12	3.02	2.02	2.25	0.29	0.29	0.10	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	4.12	38.01	0.00	21.64	0.09	33.11	5.05	2.25	1.10	3.02	2.03	2.20	0.34	0.27	0.09	0.03	0.76	0.12	0.09	0.04
	4.14	37.75	0.00	21.56	0.06	32.90	5.47	2.19	1.05	3.02	2.03	2.20	0.37	0.26	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04

	4.15	37.83	0.00	21.44	0.07	32.79	5.56	2.06	1.05	3.03	2.02	2.19	0.38	0.25	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04
Grt-1	5.1	37.48	0.00	21.59	0.08	32.62	5.90	2.02	1.02	3.01	2.04	2.19	0.40	0.24	0.09	0.03	0.75	0.14	0.09	0.04
	5.2	37.51	0.00	21.88	0.09	32.97	5.70	2.08	1.06	2.99	2.06	2.20	0.39	0.25	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04
	5.3	37.55	0.00	21.61	0.07	32.99	5.41	2.20	1.07	3.00	2.04	2.21	0.37	0.26	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04
	5.4	37.49	0.00	21.58	0.07	33.25	5.17	2.27	1.05	3.00	2.04	2.23	0.35	0.27	0.09	0.03	0.76	0.12	0.09	0.04
	5.5	37.81	0.02	21.51	0.05	33.40	5.00	2.30	1.02	3.02	2.02	2.23	0.34	0.27	0.09	0.03	0.76	0.12	0.10	0.04
	5.6	37.45	0.00	21.60	0.08	33.24	4.79	2.36	1.04	3.00	2.04	2.23	0.33	0.28	0.09	0.03	0.76	0.11	0.10	0.04
	5.7	37.58	0.00	21.53	0.05	33.70	4.68	2.40	1.02	3.00	2.03	2.25	0.32	0.29	0.09	0.03	0.77	0.11	0.10	0.04
	5.8	37.54	0.01	21.75	0.05	33.60	4.47	2.39	1.09	3.00	2.05	2.25	0.30	0.28	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	5.10	37.78	0.00	21.61	0.04	33.74	4.40	2.40	1.03	3.01	2.03	2.25	0.30	0.29	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	5.12	37.84	0.00	21.57	0.06	33.71	4.50	2.45	1.04	3.01	2.03	2.25	0.30	0.29	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	5.13	37.86	0.00	21.68	0.11	33.75	4.50	2.44	1.05	3.01	2.03	2.24	0.30	0.29	0.09	0.03	0.77	0.10	0.10	0.04
	5.14	37.65	0.00	21.66	0.00	33.39	4.60	2.45	1.10	3.01	2.04	2.23	0.31	0.29	0.09	0.03	0.76	0.11	0.10	0.04
5.15	38.00	0.00	21.61	0.09	33.32	4.52	2.40	1.06	3.03	2.03	2.22	0.31	0.29	0.09	0.03	0.77	0.11	0.10	0.04	
Grt-2	5.1	37.49	0.00	21.46	0.07	33.94	4.51	2.52	0.70	3.01	2.03	2.28	0.31	0.30	0.06	0.02	0.77	0.10	0.10	0.03
	5.2	37.78	0.00	21.66	0.09	33.87	4.53	2.44	0.71	3.01	2.04	2.26	0.31	0.29	0.06	0.02	0.77	0.10	0.10	0.03
	5.3	37.77	0.00	21.55	0.06	33.72	4.63	2.52	0.72	3.01	2.03	2.25	0.31	0.30	0.06	0.02	0.77	0.11	0.10	0.03
	5.4	37.55	0.03	21.68	0.08	33.58	4.51	2.57	0.73	3.00	2.04	2.25	0.31	0.31	0.06	0.02	0.77	0.10	0.11	0.03
	5.6	37.69	0.00	21.48	0.10	33.91	4.66	2.57	0.74	3.01	2.02	2.26	0.32	0.31	0.06	0.02	0.77	0.11	0.11	0.03
	5.7	37.95	0.00	21.49	0.06	33.79	4.70	2.56	0.66	3.02	2.02	2.25	0.32	0.30	0.06	0.02	0.77	0.11	0.11	0.02
	5.8	37.61	0.02	21.54	0.07	33.85	4.75	2.47	0.70	3.01	2.03	2.26	0.32	0.29	0.06	0.02	0.77	0.11	0.10	0.03
	5.9	37.77	0.00	21.63	0.09	33.95	4.81	2.52	0.69	3.00	2.03	2.26	0.32	0.30	0.06	0.02	0.77	0.11	0.10	0.03
	5.10	38.05	0.00	19.17	0.07	36.29	3.75	2.51	0.74	3.08	1.83	2.46	0.26	0.30	0.06	0.02	0.80	0.08	0.10	0.03
	5.11	36.90	1.04	21.48	0.06	33.84	4.93	2.41	0.74	2.95	2.02	2.26	0.33	0.29	0.06	0.02	0.77	0.11	0.10	0.03
	5.14	37.71	0.00	21.55	0.05	33.64	5.15	2.38	0.66	3.01	2.03	2.25	0.35	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.02
	5.15	37.70	0.01	21.58	0.06	33.52	5.15	2.36	0.67	3.01	2.03	2.24	0.35	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.02
Grt-3	5.1	37.40	0.00	21.44	0.08	32.54	6.18	1.86	1.05	3.01	2.03	2.19	0.42	0.22	0.09	0.03	0.75	0.14	0.08	0.04
	5.2	37.79	0.00	21.59	0.08	32.67	5.95	2.01	1.05	3.02	2.03	2.18	0.40	0.24	0.09	0.03	0.75	0.14	0.08	0.04
	5.3	37.69	0.00	21.46	0.05	32.73	5.76	2.09	1.08	3.02	2.03	2.19	0.39	0.25	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04

	5.4	37.72	0.00	21.60	0.08	33.00	5.59	2.12	1.05	3.01	2.03	2.20	0.38	0.25	0.09	0.03	0.75	0.13	0.09	0.04
	5.7	37.45	0.00	21.52	0.08	33.01	5.33	2.15	1.06	3.01	2.04	2.22	0.36	0.26	0.09	0.03	0.76	0.12	0.09	0.04
	5.8	38.04	0.01	21.31	0.04	33.16	5.43	2.14	1.08	3.03	2.00	2.21	0.37	0.25	0.09	0.03	0.76	0.13	0.09	0.04
	5.10	37.76	0.00	21.66	0.10	32.65	6.03	2.13	0.99	3.01	2.04	2.18	0.41	0.25	0.08	0.03	0.75	0.14	0.09	0.04
	5.12	37.90	0.00	21.67	0.07	33.39	5.47	2.26	0.69	3.02	2.03	2.22	0.37	0.27	0.06	0.02	0.76	0.13	0.09	0.03
	5.14	37.72	0.00	21.52	0.08	33.58	5.25	2.36	0.69	3.01	2.02	2.24	0.36	0.28	0.06	0.02	0.76	0.12	0.10	0.03
	5.15	37.83	0.00	21.51	0.08	33.65	5.06	2.39	0.68	3.02	2.02	2.24	0.34	0.28	0.06	0.02	0.77	0.12	0.10	0.03

Tabela 12.9 – Análise composicional e forma estrutural das granadas da amostra RPT-16, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe₂O₃, Na₂O, K₂O e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Migmatito		Análise composicional (wt %)								Forma estrutural (a.p.f.u.)										
RTP-16		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO ^t	MnO	MgO	CaO	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	X _{Gross}	X _{Alm}	X _{Spss}	X _{Py}	Ca ²⁺ /(Ca ²⁺ +Fe ²⁺)
Grt1	1.1	37.67	0.02	21.60	0.03	30.61	7.36	2.00	1.25	3.02	2.04	2.05	0.50	0.24	0.11	0.04	0.71	0.17	0.08	0.05
	1.2	37.38	0.04	21.51	0.05	30.57	7.43	2.02	1.32	3.01	2.04	2.06	0.51	0.24	0.11	0.04	0.70	0.17	0.08	0.05
	1.4	37.80	0.02	21.69	0.07	30.74	7.45	2.02	1.23	3.02	2.04	2.05	0.50	0.24	0.11	0.04	0.71	0.17	0.08	0.05
	1.5	37.84	0.01	21.66	0.07	30.64	7.20	2.02	1.38	3.02	2.04	2.05	0.49	0.24	0.12	0.04	0.71	0.17	0.08	0.05
	1.6	38.73	0.01	20.87	0.06	30.67	6.90	2.05	1.42	3.09	1.96	2.05	0.47	0.24	0.12	0.04	0.71	0.16	0.08	0.06
	1.8	36.92	0.00	21.70	0.08	30.81	7.28	1.74	1.28	2.99	2.07	2.09	0.50	0.21	0.11	0.04	0.72	0.17	0.07	0.05
	1.9	38.15	0.00	21.64	0.05	30.94	7.15	2.08	1.25	3.03	2.03	2.06	0.48	0.25	0.11	0.04	0.71	0.17	0.09	0.05
	1.10	37.54	0.01	21.23	0.12	30.79	7.09	1.95	1.20	3.03	2.02	2.08	0.48	0.24	0.10	0.04	0.72	0.17	0.08	0.05
	1.12	37.28	0.00	21.48	0.08	30.55	7.03	2.04	1.19	3.01	2.05	2.07	0.48	0.25	0.10	0.04	0.71	0.17	0.08	0.05
	1.14	37.56	0.00	21.19	0.06	30.68	7.41	1.91	1.28	3.03	2.01	2.07	0.51	0.23	0.11	0.04	0.71	0.17	0.08	0.05
	1.15	37.73	0.04	21.53	0.07	30.65	7.91	1.64	1.30	3.02	2.03	2.05	0.54	0.20	0.11	0.04	0.71	0.19	0.07	0.05
Grt2	1.1	37.76	0.01	21.60	0.10	31.99	5.28	2.35	1.52	3.02	2.03	2.14	0.36	0.28	0.13	0.04	0.74	0.12	0.10	0.06
	1.2	37.91	0.00	21.68	0.07	31.99	5.05	2.46	1.51	3.02	2.04	2.13	0.34	0.29	0.13	0.04	0.74	0.12	0.10	0.06
	1.3	37.84	0.01	21.64	0.06	31.94	5.24	2.41	1.52	3.02	2.04	2.13	0.35	0.29	0.13	0.04	0.73	0.12	0.10	0.06
	1.6	38.07	0.00	21.76	0.09	32.13	5.25	2.25	1.52	3.03	2.04	2.14	0.35	0.27	0.13	0.05	0.74	0.12	0.09	0.06
	1.7	38.37	0.00	21.59	0.07	31.53	5.08	2.37	1.47	3.05	2.03	2.10	0.34	0.28	0.13	0.04	0.74	0.12	0.10	0.06

	1.9	38.03	0.00	21.61	0.05	31.88	5.09	2.41	1.56	3.03	2.03	2.13	0.34	0.29	0.13	0.05	0.74	0.12	0.10	0.06
	1.10	37.90	0.01	21.68	0.11	31.73	5.08	2.50	1.55	3.02	2.04	2.12	0.34	0.30	0.13	0.05	0.73	0.12	0.10	0.06
	1.11	38.05	0.01	21.63	0.07	31.97	5.20	2.47	1.61	3.02	2.03	2.12	0.35	0.29	0.14	0.05	0.73	0.12	0.10	0.06
	1.12	37.85	0.01	21.57	0.07	31.85	5.21	2.44	1.57	3.02	2.03	2.13	0.35	0.29	0.13	0.05	0.73	0.12	0.10	0.06
	1.14	38.11	0.02	21.59	0.11	31.89	5.30	2.50	1.53	3.03	2.02	2.12	0.36	0.30	0.13	0.04	0.73	0.12	0.10	0.06
	1.15	37.80	0.01	21.69	0.00	31.74	5.65	2.38	1.52	3.01	2.04	2.12	0.38	0.28	0.13	0.04	0.73	0.13	0.10	0.06
Gr3	1.1	37.93	0.01	21.48	0.07	30.61	6.96	2.13	1.42	3.03	2.02	2.05	0.47	0.25	0.12	0.04	0.71	0.16	0.09	0.06
	1.2	37.78	0.03	22.15	0.11	30.77	7.08	2.10	1.15	3.00	2.08	2.05	0.48	0.25	0.10	0.03	0.71	0.17	0.09	0.05
	1.3	38.08	0.00	21.52	0.08	30.37	7.08	2.11	1.56	3.04	2.02	2.03	0.48	0.25	0.13	0.05	0.70	0.17	0.09	0.06
	1.4	37.88	0.03	21.59	0.09	30.41	7.19	2.08	1.56	3.02	2.03	2.03	0.49	0.25	0.13	0.05	0.70	0.17	0.09	0.06
	1.5	37.85	0.00	21.55	0.11	30.16	7.28	2.08	1.44	3.03	2.03	2.02	0.49	0.25	0.12	0.04	0.70	0.17	0.09	0.06
	1.9	37.71	0.00	21.48	0.09	30.59	7.21	2.09	1.48	3.02	2.03	2.05	0.49	0.25	0.13	0.04	0.70	0.17	0.09	0.06
	1.10	37.78	0.01	21.47	0.05	30.76	7.25	2.13	1.26	3.02	2.03	2.06	0.49	0.25	0.11	0.04	0.71	0.17	0.09	0.05
	1.11	37.98	0.00	21.54	0.05	30.58	7.19	2.07	1.44	3.03	2.03	2.04	0.49	0.25	0.12	0.04	0.70	0.17	0.08	0.06
	1.12	37.88	0.04	21.54	0.10	30.59	7.23	2.11	1.35	3.02	2.03	2.04	0.49	0.25	0.12	0.04	0.70	0.17	0.09	0.05
	1.13	37.14	0.00	21.29	0.07	30.52	7.07	2.05	1.38	3.01	2.03	2.07	0.49	0.25	0.12	0.04	0.71	0.17	0.08	0.05
	1.16	38.01	0.03	21.62	0.07	30.57	7.06	2.08	1.42	3.03	2.03	2.04	0.48	0.25	0.12	0.04	0.71	0.17	0.09	0.06
	1.17	37.70	0.01	21.43	0.09	30.80	7.73	1.53	1.48	3.02	2.03	2.07	0.53	0.18	0.13	0.04	0.71	0.18	0.06	0.06
	1.18	38.01	0.01	21.46	0.06	30.90	6.82	2.11	1.43	3.03	2.02	2.06	0.46	0.25	0.12	0.04	0.71	0.16	0.09	0.06
	1.19	37.84	0.01	21.54	0.08	30.89	7.12	1.79	1.47	3.03	2.03	2.07	0.48	0.21	0.13	0.04	0.72	0.17	0.07	0.06
	1.23	37.97	0.00	21.48	0.10	31.05	6.45	2.17	1.48	3.03	2.02	2.07	0.44	0.26	0.13	0.04	0.72	0.15	0.09	0.06
1.24	37.77	0.02	21.68	0.06	31.09	6.07	2.19	1.59	3.02	2.04	2.08	0.41	0.26	0.14	0.05	0.72	0.14	0.09	0.06	
1.25	37.98	0.01	21.44	0.06	31.18	5.90	2.26	1.60	3.04	2.02	2.08	0.40	0.27	0.14	0.05	0.72	0.14	0.09	0.06	

12.2.3. Piroxenas

As piroxenas apresentam excesso de Si^{4+} em relação ao valor teórico, que é dois para as piroxenas.

Tabela 12.10 – Análise composicional e forma estrutural das piroxenas da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr_2O_3 , NiO , V_2O_5 , ZnO e os cátions Ti^{4+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} e K^+ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de piroxenas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)										Forma estrutural (a.p.f.u.)									
	RPT-1	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO^t	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	F^-	Si^{4+}	Al^{3+}	Fe^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	#Mg	X_{Fsl}	X_{Wo}
1.10	55.21	0.05	2.28	9.80	0.39	17.13	12.43	0.47	0.06	0.25	2.04	0.10	0.30	0.94	0.49	0.03	0.76	0.17	0.28	0.54
2.1	54.77	0.24	3.33	10.92	0.40	16.02	12.31	0.48	0.10	0.14	2.02	0.15	0.34	0.88	0.49	0.03	0.72	0.20	0.29	0.52
2.7	53.99	0.16	3.57	13.04	0.36	14.01	12.53	0.35	0.19	0.00	2.02	0.16	0.41	0.78	0.50	0.03	0.66	0.24	0.30	0.46
2.8	54.22	0.18	3.53	12.90	0.36	14.47	12.29	0.31	0.19	0.08	2.02	0.16	0.40	0.80	0.49	0.02	0.67	0.24	0.29	0.47
3.1	55.05	0.24	2.98	10.03	0.47	16.78	12.20	0.48	0.07	0.15	2.03	0.13	0.31	0.92	0.48	0.03	0.75	0.18	0.28	0.54
3.2	55.79	0.24	2.37	9.11	0.38	17.29	12.41	0.44	0.09	0.02	2.05	0.10	0.28	0.95	0.49	0.03	0.77	0.16	0.29	0.55
3.6	57.70	0.00	0.94	6.94	0.39	18.95	12.71	0.10	0.05	0.18	2.10	0.04	0.21	1.03	0.50	0.01	0.83	0.12	0.29	0.59
4.1	52.10	0.29	4.95	13.20	0.28	13.81	12.48	0.63	0.11	0.28	1.96	0.22	0.42	0.78	0.50	0.05	0.65	0.25	0.30	0.46
4.4	55.18	0.10	5.40	9.45	0.46	15.36	11.60	0.66	0.09	0.16	2.02	0.23	0.29	0.84	0.45	0.05	0.74	0.18	0.29	0.53
4.10	56.27	0.02	1.52	10.89	0.29	15.82	12.78	0.13	0.08	0.07	2.08	0.07	0.34	0.87	0.51	0.01	0.72	0.20	0.30	0.51
4.11	53.81	0.20	3.43	11.47	0.45	15.34	12.58	0.50	0.14	0.08	2.01	0.15	0.36	0.85	0.50	0.04	0.70	0.21	0.29	0.50

Tabela 12.11 – Análise composicional e forma estrutural das piroxenas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos MnO , ZnO e os cátions Ti^{4+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} e K^+ , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises foram realizadas em núcleos e bordo.

Eclogito	Análise composicional (wt %)									Forma estrutural (a.p.f.u.)									
	RPT-4A	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Cr_2O_3	Fe_2O_3	FeO^t	MgO	CaO	Na_2O	Si^{4+}	Al^{3+}	Fe^{2+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	#Mg	X_{Fsl}	X_{Wo}
5.1	57.54	0.06	12.59	0.06	0.45	6.67	4.95	8.50	9.15	2.04	0.53	0.20	0.26	0.32	0.63	0.57	0.25	0.41	0.33
5.2	56.87	0.04	10.61	0.09	1.76	6.98	5.24	10.05	8.36	2.04	0.45	0.21	0.28	0.39	0.58	0.57	0.24	0.44	0.32
5.3	56.71	0.05	11.32	0.14	0.69	6.43	5.96	9.85	8.23	2.04	0.48	0.19	0.32	0.38	0.57	0.62	0.22	0.43	0.36
5.4	55.97	0.07	10.20	0.05	0.00	8.57	6.67	11.31	6.47	2.03	0.44	0.26	0.36	0.44	0.46	0.58	0.25	0.41	0.34
5.5	56.87	0.04	11.23	0.03	0.56	6.39	5.88	10.44	8.14	2.04	0.47	0.19	0.31	0.40	0.57	0.62	0.21	0.44	0.35

5.6	57.28	0.07	12.24	0.09	0.00	6.00	5.67	9.37	8.07	2.05	0.52	0.18	0.30	0.36	0.56	0.63	0.21	0.43	0.36
2.1	56.83	0.04	11.75	0.08	0.85	5.65	5.82	10.48	8.31	2.03	0.49	0.17	0.31	0.40	0.58	0.65	0.19	0.46	0.35
2.2	56.56	0.07	12.57	0.10	0.00	5.45	5.94	10.14	7.99	2.03	0.53	0.16	0.32	0.39	0.56	0.66	0.19	0.45	0.36
2.3	56.67	0.10	11.90	0.13	0.00	5.80	5.87	9.98	8.07	2.04	0.51	0.17	0.32	0.39	0.56	0.64	0.20	0.44	0.36
2.4	56.69	0.10	12.01	0.03	0.00	6.20	5.98	10.02	7.69	2.04	0.51	0.19	0.32	0.39	0.54	0.63	0.21	0.43	0.36
2.5	57.66	0.10	12.14	0.10	0.00	5.29	5.86	10.58	7.30	2.05	0.51	0.16	0.31	0.40	0.50	0.66	0.18	0.46	0.36
2.6	56.82	0.13	12.10	0.10	0.37	5.65	5.93	9.95	8.42	2.03	0.51	0.17	0.32	0.38	0.58	0.65	0.20	0.44	0.36
2.7	57.17	0.12	11.89	0.15	0.00	5.87	5.85	9.93	8.16	2.05	0.50	0.18	0.31	0.38	0.57	0.64	0.20	0.44	0.36
3.1	56.77	0.05	10.14	0.05	0.68	6.52	6.57	12.05	7.37	2.03	0.43	0.20	0.35	0.46	0.51	0.64	0.19	0.46	0.35
3.2	57.40	0.12	11.99	0.13	0.00	6.17	5.78	9.73	7.23	2.06	0.51	0.19	0.31	0.37	0.50	0.63	0.21	0.43	0.36
3.3	56.88	0.01	11.70	0.04	0.69	6.11	5.60	10.48	8.30	2.03	0.49	0.18	0.30	0.40	0.58	0.62	0.21	0.46	0.34
3.4	57.00	0.09	12.13	0.08	1.45	5.00	5.90	9.79	8.66	2.02	0.51	0.15	0.31	0.37	0.60	0.68	0.18	0.45	0.38
3.5	56.47	0.06	11.09	0.12	3.07	4.67	5.63	10.36	8.54	2.02	0.47	0.14	0.30	0.40	0.59	0.68	0.17	0.47	0.36
3.6	57.25	0.06	11.98	0.07	0.00	6.51	6.20	11.13	7.23	2.03	0.50	0.19	0.33	0.42	0.50	0.63	0.20	0.45	0.35
3.7	56.78	0.04	11.18	0.06	2.05	5.87	5.35	9.76	8.63	2.04	0.47	0.18	0.29	0.38	0.60	0.62	0.21	0.45	0.34
3.8	57.08	0.05	11.95	0.05	0.89	5.34	5.92	10.55	8.37	2.03	0.50	0.16	0.31	0.40	0.58	0.66	0.18	0.46	0.36
3.9	58.92	0.08	11.72	0.10	0.00	6.31	6.14	9.09	6.43	2.09	0.49	0.19	0.33	0.35	0.44	0.63	0.22	0.40	0.38
3.10	57.92	0.09	12.34	0.05	0.00	6.15	5.56	9.34	7.70	2.06	0.52	0.18	0.30	0.36	0.53	0.62	0.22	0.43	0.35
3.11	57.14	0.11	12.13	0.04	1.99	4.93	5.40	8.89	9.14	2.03	0.51	0.15	0.29	0.34	0.63	0.66	0.19	0.44	0.37
3.12	57.20	0.06	12.03	0.07	1.02	5.16	6.16	10.73	8.31	2.02	0.50	0.15	0.32	0.41	0.57	0.68	0.17	0.46	0.37
4.1	55.56	0.14	12.50	0.10	3.62	3.08	5.74	9.51	8.85	1.99	0.53	0.09	0.31	0.37	0.62	0.77	0.12	0.48	0.40
4.4	62.57	0.04	15.63	0.07	0.00	3.95	4.47	6.18	7.35	2.13	0.63	0.11	0.23	0.23	0.48	0.67	0.20	0.40	0.40
4.5	56.73	0.08	12.10	0.07	0.77	5.45	5.78	10.05	8.45	2.03	0.51	0.16	0.31	0.38	0.59	0.65	0.19	0.45	0.36
4.6	56.84	0.08	10.77	0.08	0.70	7.11	5.88	11.17	7.78	2.03	0.45	0.21	0.31	0.43	0.54	0.60	0.22	0.45	0.33
4.7	56.94	0.11	12.30	0.10	0.59	5.29	6.03	10.22	8.41	2.02	0.52	0.16	0.32	0.39	0.58	0.67	0.18	0.45	0.37
4.9	56.52	0.07	11.20	0.07	0.00	7.20	5.68	10.37	7.94	2.04	0.48	0.22	0.31	0.40	0.56	0.58	0.24	0.43	0.33
4.10	58.74	0.11	12.43	0.10	0.00	5.98	6.28	10.27	5.56	2.07	0.52	0.18	0.33	0.39	0.38	0.65	0.20	0.43	0.37
4.11	56.54	0.05	11.70	0.09	0.00	6.15	6.03	10.86	7.94	2.03	0.50	0.19	0.32	0.42	0.55	0.64	0.20	0.45	0.35
4.12	56.93	0.13	12.43	0.06	0.96	5.01	5.79	10.30	8.55	2.02	0.52	0.15	0.31	0.39	0.59	0.67	0.18	0.46	0.36

Tabela 12.12 – Análise composicional e forma estrutural das piroxenas da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos NiO, V₂O₃, ZnO e os catiões Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de piroxenas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)											Forma estrutural (a.p.f.u.)								
	RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO ^t	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	F ⁻	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	#Mg	X _{Fsl}	X _{Wo}
1.1	54.72	0.09	1.75	0.036	15.57	0.32	13.25	12.45	0.21	0.11	0.12	2.06	0.08	0.49	0.74	0.50	0.60	0.28	0.29	0.43
1.2	53.46	0.04	4.17	0.096	14.61	0.31	13.24	13.01	0.31	0.16	0.15	1.99	0.18	0.46	0.74	0.52	0.62	0.27	0.30	0.43
3.1	55.22	0.03	1.28	0.037	15.13	0.39	13.45	12.75	0.13	0.09	0.00	2.08	0.06	0.48	0.75	0.51	0.61	0.27	0.29	0.43
3.2	54.12	0.05	1.50	0.133	15.12	0.37	12.92	12.53	0.11	0.11	0.18	2.07	0.07	0.48	0.74	0.51	0.60	0.28	0.30	0.42
3.3	55.29	0.05	1.66	0.11	13.56	0.31	14.47	12.82	0.19	0.11	0.00	2.06	0.07	0.42	0.81	0.51	0.66	0.24	0.29	0.46
3.4	55.09	0.04	1.61	0.131	14.78	0.38	13.53	12.75	0.15	0.12	0.13	2.07	0.07	0.46	0.76	0.51	0.62	0.27	0.30	0.44
3.5	54.18	0.07	1.90	0.067	17.09	0.29	11.93	12.80	0.19	0.11	0.03	2.06	0.09	0.54	0.68	0.52	0.55	0.31	0.30	0.39
3.6	52.09	0.09	3.39	0.085	17.71	0.47	10.87	12.45	0.32	0.25	0.03	2.01	0.15	0.57	0.63	0.52	0.52	0.33	0.30	0.37

12.2.4. Anfíbulas

O software AX utiliza o método de Holland & Blundy (1993), e considera 23 oxigénios na determinação de Fe³⁺/Fe²⁺.

Tabela 12.13 – Análise composicional e forma estrutural das anfíbulas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos BaO, NiO e os catiões Ti⁴⁺, Cr³⁺ e Mn²⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de piroxenas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Eclogito	Análise composicional (wt %)											Forma estrutural (a.p.f.u.)										
	RPT-4A	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^t	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	F ⁻	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ^{IV}
1.2	54.33	0.25	12.07	0.07	2.35	9.45	0.04	10.87	2.72	6.46	0.36	0.11	7.50	1.96	0.24	1.09	2.24	0.40	1.73	0.06	0.50	0.67
1.3	54.76	0.25	12.47	0.10	1.75	9.80	0.08	10.54	2.71	6.48	0.34	0.11	7.53	2.02	0.18	1.13	2.16	0.40	1.73	0.06	0.47	0.66
5.4	56.63	0.11	12.28	0.08	0.00	6.33	0.03	6.24	9.88	7.54	0.01	0.05	7.77	1.99	0.00	0.73	1.28	1.45	2.01	0.00	0.23	0.64

Tabela 12.14 – Análise composicional e forma estrutural das anfíbulas da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. O óxido ZnO e os cátions Ti^{4+} , Cr^{3+} e Mn^{2+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de anfíbulas devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)												Forma estrutural (a.p.f.u.)									
RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^l	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	F ⁻	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ^{IV}	#Mg
2.1	43.57	0.45	12.46	0.126	2.35	14.88	0.26	9.59	10.65	1.76	1.60	0.19	6.52	2.20	0.26	1.86	2.14	1.71	0.51	0.31	1.48	0.53
2.2	49.60	0.21	7.30	0.101	0.07	12.84	0.17	13.36	12.30	0.90	0.73	0.18	7.23	1.26	0.01	1.57	2.90	1.92	0.25	0.14	0.77	0.65
2.3	51.56	0.13	3.19	0.09	0.00	18.40	0.25	11.09	12.37	0.34	0.41	0.03	7.65	0.56	0.00	2.28	2.45	1.97	0.10	0.08	0.35	0.52
2.4	50.83	0.26	4.17	0.085	0.17	16.90	0.18	11.64	12.22	0.47	0.48	0.07	7.54	0.73	0.02	2.10	2.57	1.94	0.14	0.09	0.46	0.55
2.5	48.66	0.20	8.16	0.098	0.56	12.40	0.16	13.19	11.83	1.23	0.88	0.09	7.12	1.41	0.06	1.52	2.87	1.85	0.35	0.16	0.88	0.65
2.6	49.86	0.21	6.97	0.058	0.26	12.66	0.16	13.47	12.20	0.92	0.55	0.11	7.27	1.20	0.03	1.54	2.93	1.91	0.26	0.10	0.73	0.65
2.7	51.67	0.34	3.83	0.056	0.00	16.35	0.14	12.14	12.43	0.43	0.40	0.00	7.59	0.66	0.00	2.01	2.66	1.96	0.12	0.08	0.41	0.57
2.8	44.05	0.39	11.95	0.11	0.67	15.84	0.20	9.61	10.84	2.26	1.52	0.24	6.62	2.12	0.08	1.99	2.15	1.75	0.66	0.29	1.38	0.52
2.9	53.85	0.13	2.34	0.134	0.00	13.27	0.24	14.34	12.67	0.25	0.17	0.16	7.81	0.40	0.00	1.61	3.10	1.97	0.07	0.03	0.19	0.66
2.10	42.85	0.44	11.98	0.159	5.22	12.69	0.21	10.21	9.65	1.73	1.35	0.01	6.47	2.13	0.59	1.60	2.30	1.56	0.51	0.26	1.53	0.59
2.11	49.09	0.36	11.18	0.124	0.00	15.89	0.25	10.72	12.15	1.35	1.51	0.06	6.92	1.86	0.00	1.87	2.25	1.83	0.37	0.27	1.08	0.55
2.12	49.98	0.20	7.01	0.142	0.00	12.52	0.16	13.50	12.05	1.07	0.65	0.17	7.29	1.21	0.00	1.53	2.93	1.88	0.30	0.12	0.71	0.66

12.2.5. Biotites

Tabela 12.15 – Análise composicional e forma estrutural das biotites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos CaO, NiO e os cátions Cr^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} e Na^{+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de biotites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)													Forma estrutural (a.p.f.u.)								
RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^l	MnO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	F ⁻	Cl ⁻	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	#Mg	Al ^{IV}	Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg ²⁺)
1.1	37.75	1.16	15.18	0.23	1.64	17.87	0.19	12.91	0.06	10.12	0.13	0.40	0.13	2.83	0.07	1.34	1.12	1.44	0.97	0.563	1.17	0.437
1.2	38.82	1.89	14.02	0.22	0.00	18.60	0.17	12.88	0.05	10.34	0.11	0.55	0.13	2.91	0.11	1.24	1.17	1.44	0.99	0.553	1.15	0.447
1.3	39.14	1.71	14.50	0.18	0.00	16.60	0.16	14.39	0.07	10.33	0.15	0.57	0.12	2.90	0.10	1.27	1.03	1.59	0.98	0.607	1.16	0.393
1.4	38.67	1.70	14.19	0.19	0.00	18.43	0.17	13.37	0.05	10.18	0.11	0.75	0.17	2.89	0.10	1.25	1.15	1.49	0.97	0.564	1.15	0.436
1.5	39.34	1.66	14.28	0.28	0.00	16.60	0.15	14.71	0.06	10.39	0.13	0.49	0.12	2.90	0.09	1.24	1.02	1.62	0.98	0.612	1.15	0.388

1.6	38.96	1.89	14.21	0.15	0.00	17.10	0.13	14.25	0.06	10.39	0.13	0.44	0.14	2.89	0.11	1.24	1.06	1.58	0.98	0.598	1.13	0.402
2.1	38.35	1.78	14.36	0.19	0.00	19.42	0.20	12.75	0.07	10.10	0.11	0.55	0.16	2.88	0.10	1.27	1.22	1.42	0.97	0.539	1.15	0.461
3.1	39.67	1.86	13.74	0.30	0.00	17.83	0.17	14.02	0.04	9.62	0.10	0.34	0.17	2.94	0.10	1.20	1.10	1.55	0.91	0.584	1.14	0.416
3.2	39.62	1.93	13.90	0.26	0.00	17.75	0.16	13.87	0.05	10.29	0.11	0.48	0.15	2.93	0.11	1.21	1.10	1.53	0.97	0.582	1.14	0.418
3.3	39.42	1.93	14.29	0.18	0.00	17.90	0.15	13.55	0.05	10.31	0.10	0.47	0.12	2.91	0.11	1.24	1.11	1.49	0.97	0.574	1.16	0.426
3.4	39.29	1.75	14.44	0.17	0.00	17.19	0.13	14.46	0.08	10.21	0.13	0.50	0.14	2.89	0.10	1.25	1.06	1.59	0.96	0.600	1.15	0.400
4.1	39.61	1.88	15.22	0.15	0.00	16.33	0.13	13.65	0.08	10.28	0.05	0.25	0.10	2.91	0.10	1.32	1.00	1.49	0.96	0.598	1.23	0.402
4.2	38.14	2.18	14.90	0.11	0.00	18.15	0.15	12.67	0.08	10.24	0.13	0.32	0.13	2.86	0.12	1.32	1.14	1.42	0.98	0.554	1.18	0.446
4.3	38.20	2.25	15.27	0.06	0.00	17.02	0.15	13.05	0.09	10.29	0.13	0.53	0.14	2.85	0.13	1.35	1.06	1.45	0.98	0.578	1.20	0.422
4.4	38.36	2.03	15.39	0.08	0.00	16.95	0.13	13.32	0.11	10.21	0.15	0.48	0.11	2.86	0.11	1.35	1.06	1.48	0.97	0.583	1.21	0.417
4.5	36.76	1.30	16.29	0.21	3.04	15.50	0.13	13.95	0.02	8.27	0.06	0.22	0.09	2.75	0.07	1.43	0.97	1.55	0.79	0.616	1.18	0.384
4.6	37.98	1.78	15.54	0.05	0.94	16.96	0.13	13.65	0.03	10.01	0.06	0.39	0.12	2.82	0.10	1.36	1.05	1.51	0.95	0.589	1.18	0.411
5.1	37.87	2.08	15.09	0.07	0.16	18.27	0.18	12.79	0.12	9.27	0.14	0.41	0.11	2.85	0.12	1.34	1.15	1.43	0.89	0.555	1.18	0.445
5.2	38.57	2.02	14.53	0.11	0.00	18.07	0.19	13.37	0.13	10.19	0.15	0.35	0.13	2.87	0.11	1.28	1.13	1.48	0.97	0.569	1.15	0.431
5.3	39.01	2.17	13.90	0.11	0.00	17.98	0.11	13.53	0.10	10.30	0.11	0.44	0.14	2.90	0.12	1.22	1.12	1.50	0.98	0.573	1.12	0.427
5.4	38.84	2.00	13.97	0.17	0.00	17.20	0.15	14.24	0.06	10.28	0.09	0.52	0.15	2.89	0.11	1.23	1.07	1.58	0.98	0.596	1.12	0.404
5.5	37.44	1.38	15.63	0.08	3.13	15.98	0.15	13.66	0.06	9.36	0.12	0.25	0.13	2.78	0.08	1.37	0.99	1.51	0.89	0.604	1.15	0.396
5.6	37.76	1.86	14.33	0.09	3.09	15.75	0.22	13.84	0.05	9.06	0.11	0.36	0.15	2.83	0.11	1.26	0.99	1.54	0.87	0.610	1.09	0.390
6.7	37.81	2.25	15.21	0.15	0.00	17.20	0.15	12.87	0.06	9.90	0.06	0.63	0.17	2.85	0.13	1.35	1.08	1.45	0.95	0.571	1.20	0.429
7.7	36.12	1.55	16.87	0.16	3.16	16.13	0.10	12.16	0.04	8.83	0.05	0.38	0.15	2.73	0.09	1.51	1.02	1.37	0.85	0.573	1.24	0.427

Tabela 12.16 – Análise composicional e forma estrutural das biotites da matriz da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos MnO, CaO, NiO e os cátions Cr³⁺, Mn²⁺, Ca²⁺ e Na⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de biotites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Migmatito	Análise composicional (wt %)												Forma estrutural (a.p.f.u.)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^t	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	F ⁻	Cl ⁻	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	#Mg	Al ^{IV}	Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg ²⁺)
1.1	35.62	1.35	20.05	0.23	3.08	19.37	8.82	0.11	7.70	0.16	0.08	0.77	2.67	0.08	1.77	0.17	1.22	0.99	0.74	0.45	1.44	0.55
1.2	35.42	1.72	18.63	0.31	0.00	22.05	9.02	0.14	9.38	0.26	0.05	0.88	2.70	0.10	1.67	0.00	1.40	1.02	0.91	0.42	1.47	0.58

1.3	35.40	1.79	18.88	0.29	0.00	21.10	9.08	0.11	9.99	0.26	0.02	0.92	2.69	0.10	1.69	0.00	1.34	1.03	0.97	0.43	1.46	0.57
1.4	34.68	1.81	18.70	0.35	3.97	20.22	8.66	0.06	8.29	0.29	0.12	0.97	2.63	0.10	1.68	0.23	1.28	0.98	0.80	0.43	1.40	0.57
1.5	35.20	1.48	19.13	0.35	0.00	21.71	9.12	0.13	9.85	0.24	0.06	0.93	2.68	0.09	1.72	0.00	1.38	1.03	0.96	0.43	1.45	0.57
1.6	35.26	1.69	18.66	0.32	0.00	22.66	8.57	0.14	9.72	0.30	0.00	1.02	2.69	0.10	1.68	0.00	1.45	0.98	0.95	0.40	1.46	0.60
2.1	34.78	2.39	18.39	0.31	0.00	24.08	7.08	0.18	9.29	0.44	0.01	1.04	2.68	0.14	1.67	0.00	1.55	0.81	0.92	0.34	1.45	0.66
2.2	34.67	2.41	18.51	0.34	0.00	23.94	7.23	0.24	9.34	0.71	0.11	1.05	2.67	0.14	1.68	0.00	1.54	0.83	0.92	0.35	1.44	0.65
2.3	34.82	2.44	18.31	0.36	0.00	24.01	7.20	0.18	9.57	0.31	0.06	1.04	2.68	0.14	1.66	0.00	1.55	0.83	0.94	0.35	1.45	0.65
2.4	35.04	1.91	18.52	0.32	0.00	24.07	7.46	0.23	9.48	0.24	0.00	1.09	2.69	0.11	1.68	0.00	1.55	0.85	0.93	0.36	1.46	0.64
2.5	35.22	1.90	18.64	0.34	0.00	24.04	7.15	0.18	9.22	0.38	0.06	1.10	2.71	0.11	1.69	0.00	1.55	0.82	0.90	0.35	1.48	0.65
2.6	34.95	2.61	18.42	0.31	0.00	24.02	6.92	0.15	9.45	0.47	0.10	1.01	2.69	0.15	1.67	0.00	1.55	0.79	0.93	0.34	1.46	0.66
2.7	34.67	1.80	18.62	0.13	0.00	24.03	7.53	0.13	9.52	0.21	0.13	1.14	2.68	0.10	1.69	0.00	1.55	0.87	0.94	0.36	1.45	0.64
2.8	35.11	2.15	18.54	0.19	0.00	24.11	7.19	0.15	9.41	0.35	0.00	1.03	2.69	0.12	1.68	0.00	1.55	0.82	0.92	0.35	1.46	0.65
3.1	34.71	1.47	18.37	0.19	2.48	22.63	7.86	0.15	9.01	0.28	0.00	1.01	2.66	0.09	1.66	0.14	1.45	0.90	0.88	0.38	1.43	0.62
3.2	35.48	1.96	18.21	0.23	0.00	25.25	6.73	0.15	9.59	0.22	0.04	1.18	2.72	0.11	1.65	0.00	1.62	0.77	0.94	0.32	1.49	0.68
3.3	35.37	1.69	18.52	0.20	0.00	24.54	7.51	0.12	9.58	0.32	0.07	1.04	2.70	0.10	1.67	0.00	1.57	0.86	0.93	0.35	1.47	0.65
3.4	34.76	2.63	18.18	0.10	0.00	25.60	6.46	0.16	9.48	0.52	0.00	1.11	2.68	0.15	1.65	0.00	1.65	0.74	0.93	0.31	1.45	0.69
3.5	34.80	1.27	18.54	0.23	1.30	23.86	7.40	0.12	9.21	0.20	0.15	1.11	2.68	0.07	1.68	0.08	1.54	0.85	0.91	0.36	1.45	0.64
3.6	32.51	2.42	18.35	0.25	4.74	24.19	7.16	0.13	4.27	0.15	0.17	0.58	2.55	0.14	1.70	0.28	1.59	0.84	0.43	0.35	1.32	0.65
3.7	34.77	1.74	18.20	0.28	0.00	24.98	7.00	0.20	9.46	0.28	0.10	1.00	2.69	0.10	1.66	0.00	1.62	0.81	0.94	0.33	1.46	0.67
3.8	34.93	1.29	18.69	0.17	1.26	23.37	7.59	0.12	9.07	0.20	0.13	0.98	2.69	0.08	1.69	0.07	1.50	0.87	0.89	0.37	1.46	0.63
3.9	35.12	1.25	18.76	0.12	0.37	24.26	7.60	0.12	9.61	0.09	0.00	1.00	2.69	0.07	1.69	0.02	1.55	0.87	0.94	0.36	1.46	0.64
4.1	34.83	1.58	18.62	0.26	0.00	24.38	7.18	0.22	9.51	0.24	0.11	1.06	2.69	0.09	1.70	0.00	1.58	0.83	0.94	0.34	1.46	0.66
4.2	35.05	1.64	18.52	0.25	0.00	24.58	7.03	0.16	9.53	0.32	0.00	1.08	2.70	0.10	1.68	0.00	1.59	0.81	0.94	0.34	1.47	0.66
4.3	34.75	3.30	17.63	0.13	0.00	24.68	6.45	0.16	9.52	0.48	0.00	1.01	2.69	0.19	1.61	0.00	1.60	0.74	0.94	0.32	1.46	0.68
4.4	34.86	1.66	18.49	0.24	0.00	24.26	7.07	0.19	9.37	0.31	0.00	0.96	2.70	0.10	1.69	0.00	1.57	0.82	0.93	0.34	1.47	0.66
4.5	34.86	1.80	18.43	0.34	0.00	24.41	7.06	0.12	9.24	0.42	0.14	1.09	2.70	0.11	1.68	0.00	1.58	0.82	0.91	0.34	1.47	0.66
4.6	34.98	3.98	17.77	0.10	0.00	24.61	5.88	0.13	9.67	0.58	0.13	0.96	2.69	0.23	1.61	0.00	1.58	0.67	0.95	0.30	1.46	0.70
4.7	34.97	1.40	18.41	0.26	0.45	24.26	7.27	0.12	9.11	0.42	0.16	1.15	2.71	0.08	1.68	0.03	1.57	0.84	0.90	0.35	1.48	0.65
4.8	35.22	1.24	18.80	0.10	0.00	24.26	7.06	0.13	9.53	0.25	0.09	1.10	2.72	0.07	1.71	0.00	1.57	0.81	0.94	0.34	1.49	0.66

4.9	35.36	2.63	18.07	0.37	0.00	24.11	6.68	0.12	9.61	0.55	0.13	1.08	2.72	0.15	1.64	0.00	1.55	0.77	0.94	0.33	1.49	0.67
4.1	34.89	2.43	18.45	0.28	0.00	23.97	6.85	0.08	9.81	0.31	0.02	1.00	2.69	0.14	1.68	0.00	1.55	0.79	0.97	0.34	1.46	0.66
5.1	35.76	1.60	18.61	0.41	0.00	23.81	7.67	0.14	9.66	0.25	0.03	1.17	2.72	0.09	1.67	0.00	1.52	0.87	0.94	0.36	1.49	0.64
5.2	34.68	1.86	18.56	0.36	0.00	24.29	7.24	0.16	9.50	0.44	0.06	1.11	2.68	0.11	1.69	0.00	1.57	0.83	0.94	0.35	1.45	0.65
5.3	34.53	1.67	18.37	0.42	0.00	24.82	7.17	0.12	9.53	0.37	0.09	1.23	2.68	0.10	1.68	0.00	1.61	0.83	0.94	0.34	1.45	0.66
5.4	35.45	1.78	18.68	0.34	0.00	23.67	7.56	0.13	9.64	0.37	0.05	1.17	2.71	0.10	1.68	0.00	1.51	0.86	0.94	0.36	1.48	0.64
5.5	35.04	1.46	18.88	0.28	0.00	24.54	7.35	0.12	9.70	0.26	0.06	1.10	2.69	0.08	1.71	0.00	1.57	0.84	0.95	0.35	1.46	0.65
5.6	35.43	0.63	18.55	0.10	0.00	24.42	7.31	0.35	9.38	0.13	0.00	1.28	2.74	0.04	1.69	0.00	1.58	0.84	0.93	0.35	1.51	0.65

Tabela 12.17 – Análise composicional e forma estrutural das biotites inclusas na granada da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos MnO, CaO e os cátions Cr³⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ e Ca²⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Migmatito	Análise composicional (wt %)												Forma estrutural (a.p.f.u.)										
	EM-1	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO ^I	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	NiO	F ⁻	Cl ⁻	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	#Mg	Al ^{IV}	Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ +Mg ²⁺)
5.1	35.71	2.82	17.64	0.152	21.16	9.41	0.18	9.78	0.44	0.05	0.02	1.08	2.71	0.16	1.58	1.34	1.06	0.03	0.95	0.44	1.48	0.56	
5.3	36.44	4.56	18.86	0.116	18.12	9.98	0.16	10.17	0.16	0.04	0.15	0.11	2.68	0.25	1.63	1.11	1.09	0.02	0.95	0.50	1.45	0.50	
5.4	36.13	3.38	20.01	0.134	17.47	10.71	0.18	9.88	0.14	0.05	0.20	0.10	2.65	0.19	1.73	1.07	1.17	0.03	0.93	0.52	1.42	0.48	
5.5	37.11	2.75	18.23	0.115	18.89	10.69	0.08	10.13	0.15	0.03	0.05	0.39	2.74	0.15	1.59	1.17	1.18	0.01	0.96	0.50	1.51	0.50	
5.6	35.77	5.93	18.43	0.068	18.33	9.75	0.20	10.21	0.10	0.02	0.25	0.09	2.63	0.33	1.60	1.13	1.07	0.03	0.96	0.49	1.40	0.51	
5.7	36.13	2.53	19.72	0.122	16.66	11.89	0.23	10.00	0.12	0.13	0.02	0.08	2.66	0.14	1.71	1.03	1.31	0.03	0.94	0.56	1.43	0.44	
5.8	36.42	3.73	19.96	0.108	16.80	10.43	0.14	10.27	0.18	0.08	0.12	0.09	2.67	0.21	1.73	1.03	1.14	0.02	0.96	0.53	1.44	0.47	
5.9	36.11	2.88	19.44	0.101	17.71	11.10	0.12	10.24	0.13	0.01	0.14	0.10	2.67	0.16	1.69	1.09	1.22	0.02	0.97	0.53	1.44	0.47	
5.10	36.93	3.85	19.03	0.132	17.00	10.45	0.15	10.34	0.15	0.00	0.18	0.11	2.71	0.21	1.65	1.04	1.14	0.02	0.97	0.52	1.48	0.48	
5.11	36.14	4.07	19.25	0.099	18.07	10.16	0.24	10.16	0.14	0.02	0.12	0.09	2.66	0.23	1.67	1.11	1.11	0.03	0.95	0.50	1.43	0.50	
5.12	36.05	4.56	18.87	0.136	18.81	9.65	0.13	10.29	0.18	0.00	0.05	0.09	2.66	0.25	1.64	1.16	1.06	0.02	0.97	0.48	1.43	0.52	
5.13	35.97	3.57	19.71	0.091	18.06	10.03	0.12	9.33	0.16	0.00	0.15	0.12	2.67	0.20	1.72	1.12	1.11	0.02	0.88	0.50	1.44	0.50	
5.14	35.05	4.15	18.62	0.115	19.02	9.88	0.14	10.13	0.15	0.01	0.12	0.13	2.63	0.23	1.65	1.19	1.11	0.02	0.97	0.48	1.40	0.52	
5.15	34.25	2.70	19.51	0.174	18.39	11.00	0.20	9.57	0.13	0.04	0.18	0.14	2.59	0.15	1.74	1.17	1.24	0.03	0.93	0.52	1.36	0.48	
5.16	35.99	4.18	18.77	0.116	18.98	10.17	0.14	9.94	0.10	0.05	0.30	0.12	2.66	0.23	1.63	1.17	1.12	0.02	0.94	0.49	1.43	0.51	

5.17	36.34	2.96	19.79	0.157	18.06	10.11	0.16	10.18	0.22	0.00	0.36	0.11	2.68	0.17	1.72	1.12	1.11	0.02	0.96	0.50	1.45	0.50
5.19	37.00	2.34	20.74	0.051	15.68	11.52	0.32	10.06	0.08	0.00	0.18	0.10	2.69	0.13	1.78	0.95	1.25	0.05	0.93	0.57	1.46	0.43
5.20	35.69	5.58	18.77	0.06	18.92	9.08	0.20	10.18	0.14	0.01	0.15	0.09	2.63	0.31	1.63	1.17	1.00	0.03	0.96	0.46	1.40	0.54
5.21	35.54	5.44	19.52	0.123	17.68	9.83	0.34	9.98	0.11	0.02	0.03	0.06	2.61	0.30	1.69	1.08	1.08	0.05	0.93	0.50	1.38	0.50
5.22	36.76	5.15	17.38	0.154	18.92	9.69	0.12	10.20	0.14	0.02	0.06	0.18	2.72	0.29	1.51	1.17	1.07	0.02	0.96	0.48	1.49	0.52
5.23	37.08	2.42	19.32	0.1	16.11	11.97	0.21	9.96	0.15	0.05	0.27	0.13	2.72	0.13	1.67	0.99	1.31	0.03	0.93	0.57	1.49	0.43
5.24	35.44	2.33	19.81	0.155	18.39	11.14	0.09	9.59	0.13	0.06	0.26	0.41	2.64	0.13	1.74	1.15	1.24	0.01	0.91	0.52	1.41	0.48
5.25	36.65	2.42	19.93	0.122	17.28	11.23	0.15	9.83	0.15	0.04	0.30	0.11	2.69	0.13	1.72	1.06	1.23	0.02	0.92	0.54	1.46	0.46
5.26	36.55	2.90	20.12	0.097	18.34	10.19	0.16	9.81	0.08	0.00	0.27	0.10	2.68	0.16	1.74	1.12	1.11	0.02	0.92	0.50	1.45	0.50
5.27	36.15	3.42	19.59	0.132	18.50	10.12	0.10	9.76	0.14	0.04	0.29	0.11	2.67	0.19	1.70	1.14	1.11	0.01	0.92	0.49	1.44	0.51
5.28	36.42	1.94	20.54	0.101	17.37	11.44	0.11	9.66	0.17	0.12	0.23	0.10	2.67	0.11	1.78	1.07	1.25	0.02	0.90	0.54	1.44	0.46
5.29	36.20	2.56	19.54	0.111	17.75	11.17	0.13	9.08	0.13	0.08	0.19	0.14	2.69	0.14	1.71	1.10	1.24	0.02	0.86	0.53	1.46	0.47
5.30	36.19	2.46	19.26	0.139	16.22	11.94	0.20	9.39	0.03	0.08	0.09	0.15	2.69	0.14	1.69	1.01	1.33	0.03	0.89	0.57	1.46	0.43
5.32	35.20	4.57	18.71	0.166	18.56	10.35	0.10	9.35	0.18	0.00	0.08	0.56	2.63	0.26	1.65	1.16	1.15	0.01	0.89	0.50	1.40	0.50
5.33	34.54	5.08	19.74	0.131	17.82	10.02	0.39	9.54	0.12	0.04	0.04	0.05	2.57	0.28	1.73	1.11	1.11	0.06	0.91	0.50	1.34	0.50
5.34	35.77	5.22	19.00	0.145	17.85	10.14	0.33	9.61	0.17	0.02	0.00	0.06	2.63	0.29	1.65	1.10	1.11	0.05	0.90	0.50	1.40	0.50
5.35	34.97	3.05	19.29	0.074	17.40	11.73	0.25	9.37	0.12	0.12	0.09	0.04	2.62	0.17	1.70	1.09	1.31	0.04	0.90	0.55	1.39	0.45
5.36	37.38	3.97	18.14	0.112	17.58	10.98	0.14	9.34	0.11	0.05	0.27	0.06	2.74	0.22	1.57	1.08	1.20	0.02	0.87	0.53	1.51	0.47
5.37	35.21	3.85	19.12	0.091	19.12	9.69	0.08	9.60	0.09	0.00	0.16	0.05	2.64	0.22	1.69	1.20	1.08	0.01	0.92	0.47	1.41	0.53
5.38	35.00	5.62	18.82	0.152	18.90	9.24	0.19	9.80	0.12	0.05	0.11	0.09	2.61	0.32	1.65	1.18	1.03	0.03	0.93	0.47	1.38	0.53
5.39	36.80	2.33	20.80	0.09	15.77	11.54	0.32	9.61	0.12	0.11	0.26	0.10	2.69	0.13	1.79	0.96	1.26	0.05	0.90	0.57	1.46	0.43
5.40	36.14	6.00	18.64	0.118	18.44	9.11	0.23	9.75	0.16	0.00	0.00	0.10	2.66	0.33	1.61	1.13	1.00	0.03	0.91	0.47	1.43	0.53
5.42	36.56	3.04	18.57	0.181	19.07	10.69	0.10	9.62	0.21	0.00	0.01	0.60	2.71	0.17	1.62	1.18	1.18	0.02	0.91	0.50	1.48	0.50
5.43	35.92	4.38	18.00	0.131	19.07	10.02	0.14	9.97	0.16	0.10	0.02	0.55	2.68	0.25	1.58	1.19	1.11	0.02	0.95	0.48	1.45	0.52
5.44	35.76	3.95	18.39	0.171	20.20	9.60	0.11	9.71	0.20	0.06	0.04	0.51	2.67	0.22	1.62	1.26	1.07	0.02	0.92	0.46	1.44	0.54
5.45	35.52	3.83	18.18	0.145	21.05	8.84	0.07	9.64	0.21	0.06	0.13	0.95	2.68	0.22	1.61	1.33	0.99	0.01	0.93	0.43	1.45	0.57
5.46	35.93	4.38	18.96	0.087	17.95	10.79	0.27	9.60	0.15	0.08	0.22	0.09	2.64	0.24	1.64	1.10	1.18	0.04	0.90	0.52	1.41	0.48
5.48	35.54	6.10	18.28	0.156	19.74	8.54	0.16	9.59	0.16	0.04	0.08	0.17	2.64	0.34	1.60	1.23	0.95	0.02	0.91	0.44	1.41	0.56
5.50	34.73	2.95	19.26	0.169	20.83	9.08	0.20	9.55	0.23	0.02	0.00	0.92	2.63	0.17	1.72	1.32	1.03	0.03	0.92	0.44	1.40	0.56

5.53	36.16	2.32	20.16	0.111	17.16	11.42	0.22	9.50	0.13	0.04	0.11	0.17	2.67	0.13	1.75	1.06	1.26	0.03	0.89	0.54	1.44	0.46
5.55	36.57	3.80	19.17	0.058	17.65	11.00	0.27	9.52	0.16	0.07	0.20	0.18	2.68	0.21	1.65	1.08	1.20	0.04	0.89	0.53	1.45	0.47
5.56	35.29	6.17	18.55	0.105	17.87	9.64	0.32	9.54	0.14	0.01	0.02	0.07	2.62	0.34	1.62	1.11	1.07	0.05	0.90	0.49	1.39	0.51
5.57	36.89	4.21	19.02	0.109	18.98	10.50	0.29	7.03	0.12	0.06	0.13	0.06	2.70	0.23	1.64	1.16	1.15	0.04	0.66	0.50	1.47	0.50
5.58	35.83	3.25	19.27	0.108	17.39	11.64	0.29	8.93	0.09	0.02	0.13	0.07	2.65	0.18	1.68	1.08	1.29	0.04	0.84	0.54	1.42	0.46
5.59	36.88	2.39	20.11	0.089	17.28	11.15	0.19	9.65	0.17	0.00	0.28	0.09	2.70	0.13	1.73	1.06	1.22	0.03	0.90	0.53	1.47	0.47
5.60	36.76	4.39	18.87	0.125	17.93	10.44	0.19	9.71	0.11	0.06	0.00	0.20	2.69	0.24	1.63	1.10	1.14	0.03	0.91	0.51	1.46	0.49
5.61	36.12	5.27	19.37	0.097	17.74	9.83	0.31	9.73	0.21	0.00	0.26	0.08	2.64	0.29	1.67	1.09	1.07	0.04	0.91	0.50	1.41	0.50
5.62	36.46	4.69	19.83	0.084	16.17	10.69	0.29	9.68	0.09	0.04	0.14	0.06	2.66	0.26	1.70	0.99	1.16	0.04	0.90	0.54	1.43	0.46
5.63	36.13	2.73	19.58	0.109	16.56	12.36	0.28	9.65	0.18	0.03	0.12	0.10	2.65	0.15	1.70	1.02	1.35	0.04	0.90	0.57	1.42	0.43
5.64	36.05	6.25	18.57	0.133	17.55	9.62	0.37	9.60	0.18	0.05	0.19	0.11	2.65	0.35	1.61	1.08	1.05	0.05	0.90	0.49	1.42	0.51
5.66	36.38	4.32	18.92	0.12	16.47	11.60	0.19	9.64	0.15	0.03	0.19	0.17	2.66	0.24	1.63	1.01	1.27	0.03	0.90	0.56	1.43	0.44
5.67	36.33	4.76	18.87	0.092	17.43	10.79	0.19	9.76	0.10	0.04	0.12	0.10	2.66	0.26	1.63	1.07	1.18	0.03	0.91	0.52	1.43	0.48
5.68	36.96	3.23	20.18	0.133	17.49	10.55	0.14	9.87	0.18	0.00	0.17	0.08	2.69	0.18	1.73	1.06	1.14	0.02	0.92	0.52	1.46	0.48
5.69	36.44	2.70	20.30	0.072	17.00	11.67	0.27	8.43	0.18	0.07	0.21	0.08	2.67	0.15	1.75	1.04	1.28	0.04	0.79	0.55	1.44	0.45
5.70	36.41	4.66	19.27	0.111	17.09	10.32	0.22	9.80	0.15	0.07	0.14	0.08	2.67	0.26	1.67	1.05	1.13	0.03	0.92	0.52	1.44	0.48
5.71	35.72	3.05	19.61	0.066	17.18	11.31	0.28	9.48	0.14	0.02	0.18	0.09	2.65	0.17	1.72	1.07	1.25	0.04	0.90	0.54	1.42	0.46
5.72	33.48	4.90	19.51	0.134	17.16	10.72	0.30	9.61	0.16	0.04	0.00	0.12	2.53	0.28	1.74	1.08	1.21	0.04	0.93	0.53	1.30	0.47
5.73	35.98	5.26	18.63	0.171	18.65	9.65	0.13	9.80	0.22	0.00	0.20	0.14	2.65	0.29	1.62	1.15	1.06	0.02	0.92	0.48	1.42	0.52
5.74	35.93	3.46	18.83	0.079	18.93	11.04	0.11	9.09	0.17	0.04	0.10	0.12	2.66	0.19	1.64	1.17	1.22	0.02	0.86	0.51	1.43	0.49
5.75	36.63	2.31	19.59	0.126	16.89	12.40	0.23	9.29	0.10	0.00	0.29	0.11	2.68	0.13	1.69	1.03	1.35	0.03	0.87	0.57	1.45	0.43
5.76	37.87	2.51	19.75	0.145	16.05	11.52	0.09	9.85	0.12	0.11	0.29	0.13	2.75	0.14	1.69	0.98	1.25	0.01	0.91	0.56	1.52	0.44
5.77	36.11	4.76	17.72	0.147	18.88	10.02	0.15	9.47	0.17	0.05	0.11	0.55	2.69	0.27	1.56	1.18	1.11	0.02	0.90	0.49	1.46	0.51
5.78	35.90	6.31	18.59	0.092	18.13	9.38	0.32	9.61	0.23	0.02	0.06	0.15	2.64	0.35	1.61	1.11	1.03	0.05	0.90	0.48	1.41	0.52
5.79	36.24	6.18	18.06	0.152	18.14	9.93	0.27	9.64	0.16	0.04	0.04	0.52	2.65	0.34	1.56	1.11	1.08	0.04	0.90	0.49	1.42	0.51
5.80	37.91	2.78	19.86	0.099	15.03	12.08	0.18	9.80	0.15	0.02	0.00	0.16	2.74	0.15	1.69	0.91	1.30	0.03	0.90	0.59	1.51	0.41

12.2.6. Micas brancas

Tabela 12.18 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. O óxido MnO e os cátions Cr^{3+} e Mn^{2+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)												Forma estrutural (a.p.f.u.)								
	RPT-1	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO'	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	F ⁻	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺
2.1	51.90	0.57	30.16	0.03	2.29	0.89	2.71	0.10	0.38	6.62	0.12	0.06	3.36	0.03	2.30	0.11	0.05	0.26	0.01	0.05	0.55

Tabela 12.19 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos MnO, NiO e os cátions Cr^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} e Ca^{2+} , não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises cuja referência varia entre 1.1 e 1.4 e 3.1 e 3.4 correspondem bordos e núcleos, correspondendo os números ímpares aos bordos e os números pares aos núcleos, enquanto as restantes análises são dispersas.

Eclogito	Análise composicional (wt %)												Forma estrutural (a.p.f.u.)								
	RPT-4A	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO'	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	F ⁻	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
1.1	51.78	0.84	26.80	0.04	0.00	2.52	3.73	0.03	0.36	10.26	0.39	0.00	3.41	0.04	2.08	0.14	0.37	0.05	0.86		
1.2	51.81	0.83	26.20	0.06	0.00	2.62	3.66	0.02	0.38	10.90	0.55	0.03	3.43	0.04	2.05	0.15	0.36	0.05	0.92		
1.3	51.61	0.85	25.87	0.10	0.00	2.48	3.79	0.01	0.31	11.21	0.49	0.16	3.43	0.04	2.03	0.14	0.38	0.04	0.95		
1.4	52.08	0.84	25.75	0.02	0.00	2.59	3.71	0.05	0.33	11.09	0.50	0.00	3.45	0.04	2.01	0.14	0.37	0.04	0.94		
3.1	51.72	0.84	26.56	0.07	0.11	2.45	3.90	0.02	0.26	10.40	0.39	0.12	3.42	0.04	2.07	0.14	0.38	0.03	0.88		
3.2	51.93	0.77	26.05	0.05	0.00	2.44	3.74	0.02	0.31	11.09	0.47	0.19	3.44	0.04	2.03	0.14	0.37	0.04	0.94		
3.3	50.89	0.73	27.43	0.05	0.00	2.90	3.16	0.08	0.68	10.41	0.47	0.03	3.37	0.04	2.14	0.16	0.31	0.09	0.88		
3.4	51.70	0.90	26.40	0.03	0.00	2.43	3.40	0.08	0.37	11.06	0.47	0.00	3.43	0.05	2.06	0.14	0.34	0.05	0.93		
4.1	51.68	0.82	27.04	0.05	0.35	2.17	3.80	0.06	0.27	10.23	0.42	0.07	3.40	0.04	2.10	0.12	0.37	0.03	0.86		
5.1	50.65	0.78	27.78	0.07	0.00	2.51	3.42	0.39	0.44	9.85	0.58	0.00	3.36	0.04	2.17	0.14	0.34	0.06	0.83		
5.2	50.03	0.71	27.64	0.02	0.62	2.37	3.57	0.07	0.58	10.45	0.53	0.12	3.33	0.04	2.17	0.13	0.35	0.07	0.89		
5.3	52.15	0.91	26.85	0.06	0.00	2.62	3.77	0.05	0.28	10.66	0.37	0.00	3.41	0.05	2.07	0.14	0.37	0.04	0.89		
5.4	51.64	0.85	25.76	0.09	0.00	2.64	3.66	0.05	0.31	11.04	0.34	0.05	3.44	0.04	2.02	0.15	0.36	0.04	0.94		
5.5	52.00	0.80	26.80	0.00	0.00	2.62	3.42	0.03	0.48	10.58	0.51	0.05	3.42	0.04	2.08	0.14	0.34	0.06	0.89		
6.1	51.47	0.86	27.04	0.09	0.00	2.41	3.69	0.08	0.30	10.12	0.40	0.05	3.40	0.04	2.11	0.13	0.36	0.04	0.85		

6.2	51.44	0.86	26.46	0.09	0.00	2.34	3.62	0.02	0.33	11.07	0.40	0.09	3.41	0.04	2.07	0.13	0.36	0.04	0.94
6.3	50.36	0.83	26.66	0.04	0.00	2.44	3.67	0.00	0.39	10.88	0.46	0.03	3.38	0.04	2.11	0.14	0.37	0.05	0.93
6.4	52.13	0.63	25.94	0.09	0.00	2.40	3.97	0.02	0.31	11.15	0.33	0.00	3.45	0.03	2.02	0.13	0.39	0.04	0.94

Tabela 12.20 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr₂O₃, Fe₂O₃, MnO e os cátions Cr³⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ e Ca²⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)									Forma estrutural (a.p.f.u.)						
	RPT-6	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^l	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SrO	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
1.1	50.70	0.37	25.18	4.99	2.16	0.02	0.16	10.95	0.05	3.46	0.02	2.03	0.29	0.22	0.02	0.95
1.2	49.97	0.39	26.41	4.51	1.96	0.02	0.20	10.97	0.00	3.41	0.02	2.13	0.26	0.20	0.03	0.96

Tabela 12.21 – Análise composicional e forma estrutural das micas brancas da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr₂O₃, MnO, CaO, NiO e os cátions Cr³⁺, Mn²⁺ e Ca²⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)										Forma estrutural (a.p.f.u.)							
	RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^l	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	F ⁻	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
6.1	50.85	0.45	28.32	2.46	1.49	2.29	0.25	8.57	0.13	0.02	3.38	0.02	2.22	0.12	0.08	0.23	0.03	0.73
6.2	50.43	0.41	26.89	0.00	3.56	2.43	0.35	10.68	0.12	0.12	3.41	0.02	2.14	0.00	0.20	0.24	0.05	0.92
6.3	49.44	0.63	27.70	0.00	3.36	2.57	0.27	10.88	0.18	0.11	3.34	0.03	2.21	0.00	0.19	0.26	0.04	0.94
6.4	50.65	0.55	27.46	0.00	3.51	2.05	0.36	10.68	0.13	0.10	3.40	0.03	2.17	0.00	0.20	0.21	0.05	0.92
6.5	50.55	0.49	26.87	0.00	3.57	2.18	0.37	10.67	0.07	0.06	3.42	0.03	2.14	0.00	0.20	0.22	0.05	0.92
6.6	50.65	0.56	27.44	0.00	3.46	2.34	0.35	10.64	0.17	0.02	3.39	0.03	2.17	0.00	0.19	0.23	0.05	0.91
7.1	49.46	0.75	27.33	1.87	2.03	2.99	0.22	10.06	0.26	0.00	3.33	0.04	2.17	0.10	0.12	0.30	0.03	0.87
7.3	50.48	0.78	26.10	0.00	2.98	3.11	0.23	10.90	0.12	0.03	3.42	0.04	2.08	0.00	0.17	0.31	0.03	0.94
7.4	50.15	1.13	25.82	0.00	3.48	2.81	0.27	10.62	0.14	0.07	3.41	0.06	2.07	0.00	0.20	0.29	0.04	0.92
7.5	50.45	1.00	25.23	0.00	3.67	3.06	0.36	10.58	0.09	0.09	3.43	0.05	2.02	0.00	0.21	0.31	0.05	0.92

7.6	49.40	0.74	25.89	0.00	3.58	2.92	0.37	10.63	0.08	0.16	3.39	0.04	2.10	0.00	0.21	0.30	0.05	0.93
7.8	50.29	0.82	25.92	0.00	3.59	2.92	0.36	10.55	0.10	0.06	3.41	0.04	2.07	0.00	0.20	0.30	0.05	0.91

12.2.7. Carbonatos

Tabela 12.22 – Análise composicional e forma estrutural de carbonatos da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃, K₂O e os cátions Si⁴⁺, Ti⁴⁺, Al³⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)										Forma estrutural (a.p.f.u.)								
	FeO ^I	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	CO ₂	SrO	ZnO	Ce ₂ O ₃	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Ca ²⁺							
RPT-6																			
2.1	0.34	0.56	0.06	55.84	0.01	41.39	0.37	0.02	0.06	0.01	0.02	1.97							
3.1	0.23	0.44	0.04	54.06	0.02	42.27	0.08	0.00	0.00	0.01	0.01	1.98							

12.2.8. Epídotos

Tabela 12.23 – Análise composicional e forma estrutural de epídotos da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr₂O₃, K₂O, NiO, Rb₂O, Cs₂O e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Fe²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)												Forma estrutural (a.p.f.u.)						
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^I	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	SrO	BaO	Cr ₂ O ₃	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Ca ²⁺	Al/Fe ³⁺		
RPT-1																			
1.1	39.33	0.17	25.41	8.86	0.08	0.07	0.02	21.23	0.05	0.30	0.05	0.00	3.14	2.39	0.53	1.81	4.49		
1.2	39.02	0.16	25.37	8.84	0.08	0.12	0.05	21.26	0.04	0.09	0.04	0.00	3.12	2.39	0.53	1.82	4.49		
1.3	39.00	0.24	25.22	9.90	0.09	0.12	0.07	20.88	0.02	0.37	0.00	0.00	3.11	2.37	0.59	1.78	3.99		
1.4	38.78	0.23	25.33	9.78	0.09	0.09	0.07	20.88	0.03	0.52	0.00	0.00	3.10	2.39	0.59	1.79	4.06		
1.5	38.45	0.02	24.46	10.15	0.09	0.14	0.04	20.63	0.01	0.21	0.00	0.00	3.12	2.34	0.62	1.79	3.77		
1.6	38.80	0.04	24.49	10.24	0.09	0.14	0.06	20.85	0.01	0.17	0.00	0.00	3.13	2.33	0.62	1.80	3.75		
2.1	39.11	0.07	25.82	9.61	0.09	0.17	0.08	21.23	0.08	0.12	0.01	0.00	3.10	2.41	0.57	1.80	4.21		
2.2	39.65	0.18	25.64	9.56	0.09	0.07	0.05	20.81	0.03	0.06	0.00	0.00	3.13	2.39	0.57	1.76	4.20		
2.3	38.90	0.03	25.11	9.51	0.09	0.11	0.06	20.11	0.02	0.24	0.03	0.00	3.14	2.39	0.58	1.74	4.13		

2.4	38.65	0.07	25.04	9.09	0.08	0.16	0.08	19.79	0.07	0.23	0.00	0.00	3.15	2.40	0.56	1.73	4.31
2.5	39.85	0.07	23.67	9.48	0.09	0.13	0.03	19.73	0.03	0.01	0.00	0.00	3.24	2.27	0.58	1.72	3.91
2.6	38.91	0.12	25.03	8.82	0.08	0.11	0.04	19.96	0.07	0.24	0.00	0.00	3.16	2.40	0.54	1.74	4.45
3.1	39.64	0.12	25.50	9.76	0.09	0.14	0.06	21.79	0.01	0.00	0.00	0.03	3.11	2.36	0.58	1.83	4.09
3.2	39.56	0.25	24.95	10.09	0.09	0.10	0.07	21.78	0.02	0.00	0.00	0.06	3.12	2.32	0.60	1.84	3.88
3.3	39.95	0.06	25.43	9.46	0.09	0.17	0.05	21.98	0.02	0.00	0.04	0.11	3.13	2.35	0.56	1.85	4.21
3.4	39.45	0.21	25.16	10.21	0.09	0.15	0.05	21.54	0.03	0.00	0.00	0.10	3.11	2.34	0.61	1.82	3.86
3.5	39.01	0.14	26.62	7.62	0.07	0.12	0.02	22.52	0.01	0.00	0.04	0.06	3.08	2.48	0.45	1.91	5.47
3.6	39.51	0.19	24.79	10.53	0.10	0.17	0.07	21.51	0.02	0.00	0.00	0.07	3.12	2.31	0.63	1.82	3.69
3.7	39.76	0.07	25.65	9.54	0.09	0.12	0.07	21.95	0.01	0.00	0.02	0.05	3.12	2.37	0.56	1.84	4.22

Tabela 12.24 – Análise composicional e forma estrutural de epídotos da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr₂O₃, FeO^t, MnO, MgO, Na₂O, K₂O, ThO₂, Cs₂O, Zr₂O, La₂O₃ e os catiões Cr³⁺, Fe²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a pontos dispersos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)														Forma estrutural (a.p.f.u.)					
	RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Nd ₂ O ₃	Nb ₂ O ₅	Pr ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	BaO	Ta ₂ O ₅	V ₂ O ₃	ZnO	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	
3.5	38.31	0.11	26.38	0.09	9.62	23.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.06	0.00	3.00	0.01	2.43	0.57	1.98	4.29
3.6	38.12	0.10	26.53	0.07	9.60	23.77	0.11	0.00	0.21	0.00	0.02	0.02	0.10	0.00	2.98	0.01	2.45	0.57	1.99	4.33
3.7	38.42	0.09	27.07	0.07	8.81	24.11	0.02	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	2.99	0.01	2.48	0.52	2.01	4.81
3.8	38.29	0.10	26.62	0.10	9.18	23.82	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.11	0.00	3.00	0.01	2.46	0.54	2.00	4.55
3.9	38.28	0.11	26.61	0.08	8.99	23.83	0.10	0.04	0.12	0.00	0.00	0.07	0.10	0.13	3.00	0.01	2.46	0.53	2.00	4.64
3.1	38.38	0.06	26.62	0.09	9.00	23.99	0.01	0.00	0.17	0.00	0.03	0.00	0.10	0.02	3.00	0.00	2.45	0.53	2.01	4.64
4.1	38.09	0.10	27.42	0.01	8.53	23.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	2.98	0.01	2.53	0.50	1.99	5.04
4.2	38.13	0.17	27.17	0.01	8.56	23.88	0.06	0.00	0.11	0.01	0.07	0.11	0.00	0.00	2.98	0.01	2.50	0.50	2.00	4.97
4.3	37.95	0.10	27.26	0.01	8.67	24.14	0.00	0.07	0.00	0.03	0.06	0.03	0.04	0.05	2.96	0.01	2.51	0.51	2.02	4.92
4.4	37.97	0.14	27.10	0.00	8.73	23.46	0.00	0.01	0.12	0.01	0.02	0.00	0.05	0.10	2.98	0.01	2.51	0.52	1.97	4.86
5.1	37.85	0.18	26.93	0.02	8.72	24.08	0.01	0.04	0.42	0.00	0.05	0.28	0.03	0.00	2.97	0.01	2.49	0.52	2.02	4.83

5.2	37.58	0.12	26.93	0.00	8.90	24.14	0.00	0.02	0.08	0.07	0.00	0.04	0.03	0.00	2.96	0.01	2.50	0.53	2.04	4.74
5.3	37.66	0.19	26.47	0.00	9.33	23.89	0.04	0.01	0.09	0.00	0.08	0.00	0.04	0.00	2.97	0.01	2.46	0.55	2.02	4.45
5.4	37.23	0.12	26.59	0.00	9.18	23.91	0.00	0.06	0.15	0.08	0.02	0.09	0.04	0.00	2.95	0.01	2.48	0.55	2.03	4.54
5.5	37.70	0.20	26.62	0.00	9.11	23.92	0.00	0.00	0.34	0.21	0.03	0.00	0.02	0.07	2.97	0.01	2.47	0.54	2.02	4.57
5.6	37.53	0.10	27.08	0.03	8.66	24.14	0.08	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	2.95	0.01	2.51	0.51	2.04	4.90
6.1	37.93	0.12	26.53	0.00	8.76	23.09	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.07	0.00	0.05	3.01	0.01	2.48	0.52	1.96	4.75
6.2	37.97	0.12	26.67	0.00	9.19	22.09	0.11	0.07	0.06	0.00	0.01	0.00	0.03	0.08	3.01	0.01	2.49	0.55	1.88	4.55

12.2.9. Cordierites

Tabela 12.25 – Análise composicional e forma estrutural das cordierites da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos TiO₂, K₂O, BaO, NiO, Cs₂O e os cátions Ti⁴⁺, Cr³⁺, Ca²⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises foram realizadas em núcleos e bordo, correspondendo os números ímpares aos bordos e os números pares aos núcleos.

Migmatito	Análise composicional (wt %)									Forma estrutural (a.p.f.u.)						
EM-1	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO ^t	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
2.1	49.62	32.83	0.06	0.00	10.18	0.11	7.22	0.02	0.07	5.05	3.94	0.00	0.87	0.01	1.10	0.02
2.2	49.26	32.79	0.04	0.00	10.44	0.13	7.09	0.04	0.07	5.04	3.95	0.00	0.89	0.01	1.08	0.01
2.3	48.83	32.91	0.07	0.38	10.01	0.08	7.25	0.02	0.07	5.00	3.98	0.03	0.86	0.01	1.11	0.01
2.4	49.24	32.82	0.06	0.00	10.33	0.04	7.08	0.03	0.05	5.04	3.96	0.00	0.88	0.00	1.08	0.01
2.5	48.82	32.83	0.07	0.32	10.08	0.12	7.25	0.01	0.05	5.01	3.97	0.02	0.87	0.01	1.11	0.01
2.6	49.10	32.88	0.02	0.11	10.29	0.13	7.21	0.02	0.06	5.02	3.96	0.01	0.88	0.01	1.10	0.01

12.2.10. Ilmenites

Tabela 12.26 – Análise composicional e forma estrutural das ilmenites da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos Cr₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, NiO, SO₃, Ag₂O, SnO₂, Ta₂O₅, As₂O₅, V₂O₃, CuO e os cátions Cr³⁺, Fe³⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises realizadas correspondem a centros de ilmenites devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.

Eclogito	Análise composicional (wt %)																Forma estrutural (a.p.f.u.)						
RPT-4A	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^t	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	BaO	Bi ₂ O ₃	PbO	ZnO	ZrO ₂	CoO	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Au ₂ O	Si ⁴⁺	Ti ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺ /Ti

6.1	0.03	55.04	0.00	43.46	0.99	0.18	0.09	0.01	0.05	0.03	0.00	0.08	0.04	0.00	0.08	0.23	0.00	0.00	1.03	0.00	0.91	0.02	0.88
6.2	1.22	53.20	1.29	40.36	1.62	0.11	0.61	0.14	0.02	0.00	0.06	0.11	0.03	0.07	0.07	0.07	0.02	0.03	0.99	0.04	0.84	0.03	0.84
6.3	0.28	54.58	0.01	41.36	2.44	0.27	0.12	0.00	0.03	0.09	0.00	0.07	0.01	0.05	0.12	0.06	0.01	0.01	1.03	0.00	0.87	0.05	0.84
6.4	0.65	54.58	0.01	41.75	2.04	0.10	0.09	0.13	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.07	0.10	0.03	0.05	0.02	1.02	0.00	0.87	0.04	0.85

Tabela 12.27 – Análise composicional e forma estrutural das ilmenites da amostra EM-1, correspondente a um migmatito. Os óxidos Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, Bi₂O₃, SO₃, Ag₂O, SnO₂, As₂O₅, P₂O₅, ZrO₂, Au₂O, CuO e os cátions Si⁴⁺, Al³⁺, Cr³⁺, Ca²⁺, Na⁺ e K⁺, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises realizadas correspondem a centros de ilmenites devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.

Migmatito	Análise composicional (wt %)																	Forma estrutural (a.p.f.u.)					
	EM-1	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO ^t	MnO	MgO	CaO	BaO	PbO	V ₂ O ₃	ZnO	NiO	Ta ₂ O ₅	CoO	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Ti ⁴⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺ /Ti
1.1	0.01	52.67	0.01	0.12	45.51	0.23	0.41	0.02	0.00	0.07	0.43	0.07	0.04	0.00	0.01	0.07	0.00	0.00	1.01	0.97	0.01	0.02	0.960
1.2	0.00	52.60	0.00	0.10	45.53	0.24	0.43	0.04	0.05	0.00	0.44	0.04	0.00	0.04	0.11	0.17	0.00	0.00	1.01	0.97	0.01	0.02	0.962
1.3	0.10	52.57	0.01	0.07	45.45	0.55	0.06	0.02	0.08	0.04	0.34	0.00	0.00	0.00	0.04	0.16	0.00	0.00	1.01	0.97	0.01	0.00	0.962
1.4	0.01	53.07	0.01	0.06	45.73	0.58	0.08	0.01	0.01	0.05	0.42	0.06	0.00	0.00	0.03	0.16	0.01	0.00	1.01	0.97	0.01	0.00	0.958
1.5	0.00	53.11	0.00	0.08	45.32	0.57	0.04	0.02	0.10	0.03	0.24	0.00	0.00	0.00	0.09	0.17	0.00	0.00	1.01	0.96	0.01	0.00	0.950
1.6	0.00	52.57	0.00	0.11	45.84	0.55	0.03	0.01	0.01	0.21	0.25	0.03	0.02	0.09	0.04	0.19	0.10	0.00	1.01	0.98	0.01	0.00	0.969
1.7	0.00	53.06	0.02	0.01	45.45	0.61	0.05	0.01	0.03	0.02	0.20	0.07	0.00	0.09	0.07	0.23	0.12	0.00	1.01	0.96	0.01	0.00	0.952
1.8	0.02	53.43	0.00	0.05	45.32	0.58	0.04	0.02	0.05	0.06	0.17	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.00	0.00	1.01	0.96	0.01	0.00	0.943
1.9	0.02	52.71	0.01	0.07	45.71	0.54	0.06	0.02	0.06	0.02	0.24	0.04	0.00	0.03	0.02	0.18	0.15	0.00	1.01	0.97	0.01	0.00	0.964
1.10	0.00	52.76	0.00	0.09	45.71	0.55	0.02	0.01	0.00	0.05	0.29	0.16	0.06	0.00	0.02	0.11	0.00	0.00	1.01	0.97	0.01	0.00	0.963
2.1	0.00	51.35	0.00	0.17	45.52	0.29	0.15	0.00	0.07	0.01	0.60	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.16	0.00	0.99	0.98	0.01	0.01	0.986
2.2	0.36	51.23	2.35	0.16	44.27	0.28	0.81	0.01	0.01	0.01	0.43	0.06	0.00	0.00	0.05	0.03	0.03	0.00	0.96	0.92	0.01	0.03	0.960
2.3	0.02	51.85	0.00	0.16	45.94	0.32	0.20	0.01	0.05	0.00	0.54	0.00	0.02	0.03	0.08	0.17	0.00	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.986
2.4	0.02	50.98	0.01	0.19	45.25	0.29	0.15	0.00	0.11	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.09	0.21	0.02	0.00	0.99	0.98	0.01	0.01	0.987
2.5	0.01	51.70	0.01	0.16	45.80	0.26	0.19	0.00	0.06	0.02	0.40	0.17	0.00	0.14	0.08	0.24	0.02	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.985
2.6	0.00	51.94	0.01	0.10	45.83	0.38	0.12	0.00	0.00	0.05	0.37	0.10	0.03	0.15	0.09	0.21	0.12	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.981
2.7	0.00	52.28	0.00	0.06	45.63	0.42	0.12	0.00	0.01	0.02	0.37	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	1.01	0.98	0.01	0.01	0.971

2.8	0.03	52.61	0.02	0.09	45.58	0.41	0.09	0.00	0.08	0.04	0.25	0.05	0.01	0.21	0.02	0.20	0.00	1.01	0.97	0.01	0.00	0.963
3.1	0.16	53.75	0.12	0.05	43.66	0.87	0.10	0.04	0.03	0.00	0.18	0.08	0.00	0.05	0.09	0.18	0.00	1.02	0.92	0.02	0.00	0.904
3.2	0.00	51.93	0.00	0.11	46.16	0.29	0.11	0.00	0.06	0.04	0.27	0.00	0.00	0.04	0.02	0.22	0.00	1.00	0.99	0.01	0.00	0.988
3.3	0.00	51.11	0.03	0.17	45.55	0.32	0.04	0.01	0.10	0.00	0.60	0.11	0.00	0.23	0.07	0.19	0.00	0.99	0.98	0.01	0.00	0.991
3.4	0.00	51.85	0.02	0.08	45.99	0.30	0.17	0.01	0.12	0.04	0.28	0.05	0.00	0.00	0.05	0.17	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.986
3.5	0.01	51.25	0.02	0.09	45.55	0.27	0.05	0.00	0.05	0.04	0.57	0.02	0.00	0.00	0.11	0.22	0.00	0.99	0.98	0.01	0.00	0.989
3.6	0.02	51.21	0.03	0.13	45.52	0.30	0.05	0.00	0.05	0.00	0.60	0.06	0.00	0.07	0.07	0.21	0.10	0.99	0.98	0.01	0.00	0.988
3.7	0.03	51.49	0.00	0.11	45.54	0.33	0.25	0.00	0.16	0.04	0.42	0.08	0.00	0.00	0.03	0.19	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.984
3.8	0.01	51.79	0.01	0.26	45.69	0.25	0.29	0.01	0.08	0.00	0.53	0.03	0.00	0.00	0.03	0.22	0.26	1.00	0.98	0.01	0.01	0.981
4.1	0.02	52.10	0.01	0.11	45.68	0.27	0.17	0.02	0.02	0.00	0.62	0.01	0.00	0.00	0.09	0.22	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.975
4.2	0.02	51.97	0.03	0.12	45.49	0.28	0.20	0.04	0.01	0.00	0.60	0.00	0.02	0.12	0.07	0.19	0.00	1.00	0.98	0.01	0.01	0.974
4.3	0.03	52.60	0.02	0.06	45.71	0.32	0.06	0.01	0.01	0.06	0.24	0.06	0.00	0.00	0.04	0.15	0.08	1.01	0.97	0.01	0.00	0.966
4.4	0.03	52.28	0.05	0.08	45.75	0.25	0.30	0.01	0.01	0.00	0.27	0.13	0.00	0.00	0.11	0.19	0.14	1.00	0.98	0.01	0.01	0.973
4.5	0.00	51.83	0.01	0.11	45.81	0.24	0.24	0.00	0.01	0.06	0.39	0.12	0.03	0.03	0.00	0.20	0.08	1.00	0.98	0.01	0.01	0.983
4.6	0.00	52.43	0.00	0.04	46.16	0.33	0.05	0.01	0.02	0.01	0.30	0.07	0.00	0.00	0.02	0.23	0.04	1.00	0.98	0.01	0.00	0.979
4.7	0.02	53.11	0.01	0.07	45.44	0.44	0.07	0.01	0.09	0.09	0.27	0.07	0.00	0.01	0.03	0.23	0.13	1.01	0.96	0.01	0.00	0.952
4.8	0.00	53.01	0.01	0.08	45.47	0.28	0.14	0.03	0.08	0.05	0.24	0.01	0.02	0.02	0.05	0.14	0.06	1.01	0.97	0.01	0.01	0.955
5.1	0.01	52.41	0.01	0.13	46.23	0.28	0.09	0.01	0.04	0.01	0.22	0.05	0.00	0.00	0.00	0.19	0.11	1.00	0.98	0.01	0.00	0.981
5.2	0.01	52.82	0.01	0.10	46.09	0.30	0.10	0.01	0.09	0.00	0.27	0.01	0.01	0.00	0.09	0.25	0.06	1.01	0.98	0.01	0.00	0.970
5.3	0.02	52.68	0.00	0.09	45.77	0.31	0.26	0.00	0.00	0.11	0.29	0.08	0.00	0.06	0.05	0.13	0.00	1.01	0.97	0.01	0.01	0.967
5.4	0.01	53.02	0.01	0.02	45.43	0.40	0.04	0.00	0.02	0.09	0.25	0.11	0.00	0.00	0.06	0.24	0.00	1.01	0.96	0.01	0.00	0.953
5.4	0.01	52.38	0.00	0.16	46.19	0.28	0.05	0.01	0.05	0.00	0.52	0.00	0.02	0.00	0.05	0.26	0.03	1.00	0.98	0.01	0.00	0.980
5.6	0.01	52.23	0.00	0.19	46.42	0.28	0.09	0.00	0.01	0.00	0.49	0.10	0.05	0.00	0.10	0.18	0.04	1.00	0.99	0.01	0.00	0.988
5.7	0.03	53.08	0.02	0.09	45.93	0.47	0.06	0.00	0.04	0.04	0.32	0.07	0.01	0.00	0.06	0.24	0.00	1.01	0.97	0.01	0.00	0.962
5.8	0.03	52.96	0.01	0.03	45.39	0.32	0.39	0.01	0.02	0.06	0.10	0.14	0.00	0.00	0.03	0.26	0.10	1.01	0.96	0.01	0.02	0.953
5.9	0.00	52.85	0.01	0.10	45.53	0.51	0.15	0.00	0.00	0.00	0.31	0.06	0.04	0.01	0.05	0.21	0.01	1.01	0.97	0.01	0.01	0.958
5.10	0.01	52.63	0.03	0.07	46.35	0.27	0.02	0.02	0.07	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.03	0.21	0.18	1.00	0.98	0.01	0.00	0.979

12.2.11. Apatites

Tabela 12.28 – Análise composicional das apatites da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Todas as análises realizadas correspondem a centros de apatites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)										
	RPT-1	FeO ^l	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	La ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Cl ⁻
3.2	0.13	0.02	0.03	55.45	0.08	43.17	0.05	0.01	0.07	0.17	2.73
3.4	0.09	0.00	0.06	55.25	0.06	43.14	0.04	0.00	0.00	0.11	3.24

Tabela 12.29 – Análise composicional das apatites da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Todas as análises realizadas correspondem a centros de apatites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)										
	RPT-6	FeO ^l	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Cl ⁻	F ⁻
2.1	0.14	0.00	0.04	56.10	0.01	42.99	0.04	0.04	0.04	0.04	2.76
2.2	0.11	0.02	0.09	55.98	0.06	43.19	0.00	0.13	0.04	2.73	

Tabela 12.30 – Análise composicional das apatites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Todas as análises realizadas correspondem a centros de apatites devido às dimensões reduzidas que estas apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)											
	RPT-7	FeO ^l	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	La ₂ O ₃	SrO	Nd ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Cl ⁻
1.1	0.04	0.01	0.01	55.87	0.03	42.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	2.89
1.2	0.19	0.01	0.05	54.73	0.14	43.05	0.00	0.17	0.07	0.00	0.20	2.40
1.3	0.03	0.00	0.04	55.90	0.08	43.30	0.04	0.00	0.01	0.16	0.01	3.16
2.1	0.04	0.02	0.01	56.06	0.07	43.30	0.01	0.03	0.00	0.00	0.04	2.67
2.2	0.05	0.00	0.03	55.90	0.00	43.26	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	2.20
2.3	0.00	0.00	0.04	55.91	0.04	43.24	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	2.22
2.4	0.00	0.00	0.01	55.44	0.09	43.14	0.00	0.16	0.00	0.00	0.13	2.52

2.5	0.02	0.00	0.06	55.88	0.04	43.26	0.01	0.00	0.03	0.00	0.07	2.57
2.6	0.06	0.00	0.06	56.03	0.03	43.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90
3.1	0.05	0.00	0.01	56.29	0.03	43.16	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	2.75
3.2	0.04	0.01	0.00	56.12	0.02	43.23	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	2.94
3.3	0.06	0.01	0.07	55.75	0.05	43.25	0.04	0.00	0.00	0.22	0.04	2.93
4.1	0.03	0.00	0.00	55.61	0.04	42.89	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	2.80
5.1	0.00	0.01	0.04	56.16	0.03	43.29	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	2.60
5.2	0.00	0.01	0.03	56.12	0.03	43.39	0.05	0.00	0.00	0.00	0.04	2.61
5.3	0.22	0.11	0.02	55.68	0.02	42.92	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	2.89
5.4	0.06	0.01	0.01	55.70	0.08	43.06	0.00	0.00	0.02	0.02	0.07	2.98

12.2.12. Titanites

Tabela 12.31 – Análise composicional das titanites da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Cada análise corresponde a uma titanite.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^t	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	F ⁻	Cl ⁻	Cr ₂ O ₃	BaO	NiO
RPT-1	32.18	30.90	6.53	0.38	0.01	26.84	0.03	0.02	1.92	0.02	0.10	0.09	0.02

Tabela 12.32 – Análise composicional das titanites da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Cada análise corresponde a uma titanite.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)																			
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^t	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	Ce ₂ O ₃	F ⁻	Nb ₂ O ₅	ZrO ₂	Nd ₂ O ₃	BaO	Pr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Ta ₂ O ₅	ZnO	Y ₂ O ₃
RPT-6	29.50	31.08	2.78	2.87	0.16	0.09	25.11	0.06	0.10	1.03	0.30	0.01	0.45	0.12	0.00	0.11	0.38	0.00	0.13	3.50
	29.53	30.62	2.89	2.94	0.18	0.12	24.96	0.06	0.14	1.31	0.30	0.00	0.42	0.12	0.02	0.15	0.30	0.03	0.00	3.62

Tabela 12.33 – Análise composicional das titanites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. O óxido ZrO₂ não foi inserido nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos. Cada análise corresponde a uma titanite.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)																						
	RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ^I	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ce ₂ O ₃	F ⁻	Nb ₂ O ₅	Nd ₂ O ₃	BaO	Pr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Ta ₂ O ₅	ZnO	Y ₂ O ₃
1.1	30.39	37.54	1.74	0.37	0.00	0.01	29.16	0.07	0.04	0.09	0.36	0.00	0.00	0.14	0.13	0.05	0.04	0.00	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00
1.2	30.11	38.51	1.19	0.34	0.00	0.00	29.25	0.02	0.02	0.00	0.33	0.00	0.00	0.15	0.00	0.07	0.05	0.00	0.10	0.00	0.03	0.00	0.00
1.3	30.16	36.06	2.53	0.39	0.00	0.01	28.96	0.04	0.01	0.07	0.58	0.00	0.00	0.06	0.00	0.07	0.09	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00
2.1	30.24	37.44	1.59	0.49	0.01	0.02	29.24	0.04	0.03	0.00	0.35	0.07	0.00	0.11	0.15	0.13	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00
2.2	30.43	36.79	1.78	0.59	0.00	0.00	28.95	0.02	0.06	0.00	0.25	0.07	0.08	0.14	0.00	0.16	0.03	0.02	0.09	0.00	0.08	0.00	0.00
2.3	30.14	38.34	1.16	0.37	0.00	0.00	29.21	0.01	0.01	0.00	0.23	0.00	0.05	0.16	0.00	0.04	0.07	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
2.4	30.18	37.27	2.05	0.37	0.01	0.02	29.01	0.06	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.06	0.00	0.04	0.09	0.05	0.04	0.17	0.01	0.00	0.00
3.1	30.33	36.41	2.39	0.43	0.01	0.02	28.79	0.07	0.02	0.13	0.63	0.10	0.00	0.12	0.01	0.02	0.09	0.03	0.02	0.09	0.05	0.00	0.00
3.2	30.28	37.76	1.46	0.63	0.10	0.03	28.86	0.02	0.08	0.00	0.31	0.12	0.00	0.16	0.11	0.12	0.05	0.00	0.10	0.00	0.05	0.00	0.00
3.3	29.80	35.77	2.60	0.49	0.01	0.06	28.96	0.09	0.03	0.14	0.58	0.08	0.00	0.11	0.00	0.12	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
4.1	29.59	37.81	1.32	0.38	0.01	0.04	28.83	0.01	0.02	0.04	0.45	0.00	0.00	0.09	0.02	0.12	0.01	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00
4.2	29.95	36.03	2.56	0.56	0.00	0.04	28.60	0.09	0.03	0.20	0.73	0.08	0.06	0.11	0.00	0.08	0.09	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.14
4.3	29.69	36.69	1.93	0.48	0.00	0.04	28.79	0.04	0.01	0.06	0.60	0.21	0.00	0.09	0.03	0.06	0.00	0.06	0.02	0.04	0.07	0.00	0.05
4.4	29.50	38.48	1.29	0.46	0.01	0.04	28.77	0.03	0.03	0.10	0.44	0.00	0.00	0.09	0.08	0.14	0.00	0.00	0.05	0.25	0.08	0.00	0.00
5.1	29.73	35.70	2.60	0.39	0.00	0.06	28.23	0.08	0.01	0.00	0.49	0.03	0.01	0.15	0.23	0.13	0.22	0.00	0.04	0.16	0.00	0.00	0.56
5.2	29.52	37.25	1.84	0.42	0.00	0.04	29.37	0.01	0.02	0.00	0.10	0.09	0.04	0.13	0.39	0.06	0.00	0.00	0.02	0.13	0.00	0.00	0.00
5.3	29.50	39.06	1.11	0.43	0.00	0.05	28.13	0.11	0.01	0.00	0.72	0.00	0.07	0.13	0.00	0.13	0.07	0.00	0.04	0.16	0.09	0.00	0.00
7.1	30.05	37.12	1.74	0.41	0.01	0.01	28.83	0.05	0.01	0.00	0.17	0.26	0.07	0.13	0.00	0.04	0.06	0.11	0.04	0.00	0.05	0.00	0.37
7.2	29.87	35.85	2.32	0.48	0.00	0.05	27.72	0.14	0.05	0.00	0.40	0.02	0.00	0.10	0.31	0.05	0.00	0.06	0.01	0.17	0.00	0.00	0.74
7.3	29.93	37.18	1.88	0.47	0.02	0.00	28.14	0.10	0.04	0.14	0.56	0.02	0.19	0.11	0.02	0.05	0.02	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.20
7.4	30.04	35.08	2.81	0.57	0.00	0.04	27.86	0.11	0.04	0.00	0.53	0.08	0.05	0.12	0.00	0.00	0.11	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.13
7.5	30.22	34.84	3.27	0.90	0.15	0.05	29.02	0.02	0.12	0.00	1.26	0.00	0.02	0.05	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.00	0.02
7.6	29.77	35.99	2.59	0.47	0.01	0.02	28.10	0.08	0.03	0.10	0.54	0.00	0.04	0.16	0.16	0.00	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.86

12.2.13. Rútilos

Tabela 12.34 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-1, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr₂O₃, MgO, K₂O, As₂O₅, Ag₂O, SnO₂ e P₂O₅, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. Todas as análises realizadas correspondem a centros de rútilos devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)																				
	RPT-1	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	Na ₂ O	NiO	V ₂ O ₃	ZnO	BaO	PbO	ZrO ₂	CuO	SO ₃	Ta ₂ O ₅	Bi ₂ O ₃	CoO	Nb ₂ O ₅	WO ₃
1.1	0.07	99.51	0.03	0.38	0.03	0.33	0.04	0.00	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.13	0.01	0.00	0.34	0.00	0.00
1.2	0.06	99.66	0.02	0.35	0.00	0.17	0.04	0.01	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.02
1.3	0.06	99.48	0.02	0.36	0.00	0.10	0.02	0.01	0.15	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01	0.37	0.00	0.01
2.1	0.03	99.79	0.00	0.33	0.03	0.08	0.05	0.00	0.09	0.11	0.04	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.11	0.01	0.35	0.07	0.00
2.2	0.10	98.47	0.00	0.36	0.00	0.22	0.03	0.00	0.11	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.37	0.10	0.00
3.1	0.01	99.41	0.02	0.31	0.00	0.21	0.01	0.06	0.12	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00	0.05	0.03	0.32	0.00	0.01
3.2	0.09	98.65	0.01	0.34	0.01	0.03	0.03	0.01	0.12	0.00	0.01	0.05	0.04	0.00	0.00	0.24	0.06	0.01	0.37	0.00	0.02
3.3	0.07	99.11	0.01	0.31	0.01	0.04	0.02	0.00	0.14	0.00	0.10	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34	0.00	0.00
3.4	0.04	99.26	0.02	0.37	0.02	0.08	0.00	0.02	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.42	0.09	0.00
4.1	0.06	98.40	0.02	0.86	0.08	0.19	0.05	0.00	0.13	0.00	0.09	0.06	0.03	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.22	0.02	0.00
4.2	0.03	98.89	0.02	0.36	0.00	0.37	0.00	0.01	0.15	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.21	0.03	0.00	0.40	0.00	0.00

Tabela 12.35 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os óxidos MnO, K₂O, CuO, Au₂O, Ag₂O, SnO₂ e P₂O₅, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises foram realizadas em núcleos e bordo

Eclogito	Análise composicional (wt %)																				
	RPT-4A	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	BaO	Bi ₂ O ₃	PbO	V ₂ O ₃	As ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	ZnO	NiO	Ta ₂ O ₅	ZrO ₂	CoO	Nb ₂ O ₅
1.1	0.37	97.12	0.01	0.28	0.05	0.13	0.01	9.32	0.02	0.04	0.00	0.37	0.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.03	0.07	0.14	0.07
1.2	0.04	88.81	0.00	11.15	0.04	0.08	0.01	0.00	0.13	0.00	0.00	0.23	0.06	0.01	0.08	0.00	0.00	0.05	0.01	0.16	0.00
1.3	0.03	99.99	0.01	0.23	0.00	0.11	0.00	0.00	0.10	0.06	0.01	0.34	0.00	0.03	0.03	0.02	0.13	0.05	0.06	0.16	0.12
1.4	0.05	99.18	0.00	0.26	0.00	0.15	0.00	0.02	0.07	0.02	0.02	0.31	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.18	0.00
1.5	0.01	100.11	0.01	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.21	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.19	0.10

1.6	0.03	100.09	0.01	0.22	0.00	0.10	0.00	0.00	0.15	0.03	0.00	0.16	0.05	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.25	0.02
2.1	0.52	98.93	0.04	0.43	0.35	0.15	0.01	0.00	0.11	0.05	0.02	0.18	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.00
2.2	0.00	100.62	0.01	0.32	0.00	0.06	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.19	0.01	0.05	0.05	0.00	0.16	0.06	0.00	0.10	0.00
2.3	0.06	99.76	0.01	0.33	0.04	0.09	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.23	0.00	0.03	0.03	0.00	0.15	0.02	0.00	0.11	0.00
2.4	0.00	99.91	0.01	0.26	0.01	0.07	0.01	0.02	0.08	0.09	0.03	0.18	0.00	0.07	0.08	0.03	0.00	0.00	0.01	0.12	0.24
2.5	15.79	75.28	3.31	0.37	0.06	4.10	2.71	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.04
2.6	0.02	100.29	0.02	0.48	0.01	0.08	0.02	0.03	0.09	0.01	0.00	0.22	0.02	0.05	0.00	0.01	0.06	0.02	0.00	0.04	0.14
2.7	0.01	99.83	0.01	0.42	0.00	0.08	0.00	0.00	0.02	0.11	0.01	0.20	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.01
2.8	0.02	100.58	0.01	0.31	0.00	0.03	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.18	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.08	0.12
2.9	0.06	99.67	0.00	0.33	0.06	0.04	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	0.18	0.00	0.04	0.08	0.02	0.01	0.00	0.02	0.10	0.00
2.10	0.04	99.11	0.00	0.37	0.02	0.05	0.00	0.00	0.11	0.01	0.00	0.20	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.09
2.11	0.00	101.22	0.00	0.31	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.26	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
2.12	0.24	98.45	0.02	0.63	0.20	0.13	0.01	0.00	0.04	0.04	0.00	0.13	0.00	0.02	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.15	0.16
2.13	0.04	99.58	0.01	0.59	0.03	0.05	0.00	0.00	0.09	0.13	0.00	0.27	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.01	0.04	0.12	0.12
2.14	0.01	99.73	0.02	0.28	0.00	0.07	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.22	0.05	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
2.15	0.02	100.31	0.01	0.32	0.00	0.15	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.18	0.02	0.05	0.08	0.01	0.00	0.02	0.03	0.13	0.00
2.16	0.03	99.84	0.00	0.30	0.00	0.05	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.26	0.06	0.04	0.04	0.04	0.09	0.04	0.00	0.07	0.00
2.17	0.00	100.34	0.00	0.26	0.00	0.04	0.00	0.00	0.09	0.00	0.01	0.16	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.04
2.18	0.02	99.84	0.02	0.29	0.00	0.16	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.18	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.13	0.20
3.1	0.02	99.53	0.01	0.29	0.03	0.07	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.17	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.09	0.13
3.2	0.02	100.94	0.02	0.22	0.00	0.02	0.00	0.01	0.10	0.00	0.00	0.19	0.00	0.06	0.04	0.01	0.12	0.03	0.04	0.08	0.00
3.3	0.01	100.16	0.00	0.29	0.01	0.07	0.02	0.03	0.00	0.07	0.02	0.21	0.00	0.03	0.03	0.02	0.26	0.01	0.01	0.07	0.11
3.4	0.01	99.86	0.00	0.28	0.00	0.07	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.25	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.07	0.01	0.15	0.16
3.5	0.03	100.17	0.01	0.29	0.01	0.07	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.11	0.00	0.01	0.02	0.03	0.18	0.02	0.01	0.09	0.00
3.6	0.03	99.94	0.02	0.30	0.01	0.10	0.00	0.00	0.03	0.01	0.05	0.20	0.01	0.03	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.08	0.00
4.1	0.01	99.97	0.01	0.23	0.01	0.10	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.23	0.01	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.11	0.04
4.2	0.03	99.12	0.01	0.31	0.03	0.08	0.00	0.02	0.12	0.06	0.00	0.24	0.00	0.05	0.15	0.03	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00
4.3	0.02	98.70	0.00	0.44	0.02	0.08	0.00	0.00	0.10	0.04	0.00	0.25	0.00	0.05	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
4.4	0.08	99.46	0.00	0.26	0.04	0.05	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02

4.5	0.23	98.16	0.01	0.35	0.09	0.16	0.00	0.01	0.14	0.04	0.01	0.17	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.11	0.00
4.6	0.03	99.22	0.00	0.25	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.07	0.03	0.24	0.00	0.03	0.00	0.00	0.08	0.00	0.04	0.13	0.06
5.1	0.04	100.57	0.00	0.56	0.00	0.06	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.16	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00
5.2	0.37	99.85	0.03	0.20	0.02	0.37	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.19	0.02	0.04	0.05	0.01	0.00	0.02	0.05	0.01	0.00
5.3	0.09	100.66	0.01	0.30	0.03	0.10	0.01	0.01	0.11	0.06	0.00	0.13	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.02	0.06	0.07	0.06
5.4	0.06	100.79	0.00	0.27	0.03	0.09	0.00	0.01	0.14	0.00	0.00	0.10	0.02	0.04	0.08	0.02	0.23	0.01	0.03	0.10	0.15
5.5	0.05	100.51	0.00	0.28	0.01	0.10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.21	0.03	0.04	0.06	0.00	0.04	0.02	0.00	0.05	0.00
5.6	0.00	101.31	0.00	0.47	0.00	0.05	0.02	0.00	0.06	0.08	0.01	0.18	0.00	0.05	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.08	0.12
5.7	0.04	102.08	0.01	0.25	0.02	0.15	0.01	0.00	0.07	0.10	0.02	0.26	0.05	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.10	0.27
5.8	0.01	100.93	0.00	0.22	0.00	0.06	0.00	0.03	0.03	0.11	0.00	0.16	0.04	0.06	0.11	0.00	0.09	0.03	0.01	0.05	0.04
5.9	0.04	100.78	0.00	0.26	0.01	0.09	0.00	0.00	0.10	0.00	0.01	0.19	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.05	0.06	0.09	0.00
5.10	0.02	100.06	0.00	0.24	0.00	0.07	0.02	0.00	0.07	0.04	0.00	0.20	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.08	0.00
6.1	0.03	100.66	0.01	0.27	0.00	0.22	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.02	0.06	0.00	0.06	0.00	0.00	0.10	0.15
6.2	0.00	100.30	0.01	0.24	0.00	0.12	0.00	0.00	0.05	0.06	0.02	0.16	0.00	0.02	0.12	0.03	0.00	0.07	0.00	0.13	0.22
6.3	0.04	100.50	0.00	0.25	0.00	0.07	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.10	0.00	0.06	0.12	0.00	0.14	0.00	0.00	0.10	0.23
6.4	0.00	100.44	0.01	0.34	0.00	0.10	0.00	0.03	0.11	0.06	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.03	0.00	0.09	0.00
6.5	0.03	100.22	0.00	0.27	0.01	0.05	0.00	0.02	0.06	0.13	0.00	0.17	0.00	0.03	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09	0.00
6.6	0.01	100.51	0.01	0.33	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.21	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
6.7	0.05	100.56	0.01	0.49	0.00	0.14	0.01	0.03	0.05	0.02	0.04	0.21	0.01	0.04	0.05	0.02	0.07	0.04	0.03	0.06	0.00
6.8	6.57	87.18	0.99	1.60	0.64	1.13	0.66	0.01	0.00	0.09	0.02	0.23	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.25
6.9	0.00	100.63	0.01	0.26	0.01	0.04	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.19	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.10	0.29
6.10	0.00	100.68	0.01	0.29	0.00	0.05	0.00	0.03	0.05	0.02	0.00	0.21	0.00	0.03	0.06	0.02	0.07	0.02	0.00	0.03	0.01

Tabela 12.36 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-6, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos Cr₂O₃, K₂O, BaO, Bi₂O₃, PbO, CuO, As₂O₅, Ag₂O, SnO₂ e P₂O₅, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. A análise realizada corresponde ao centro do rútilo devido às dimensões reduzidas que este apresenta.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)																			
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	V ₂ O ₃	Ag ₂ O	SnO ₂	ZnO	NiO	Ta ₂ O ₅	ZrO ₂	CoO	Nb ₂ O ₅	WO ₃	Au ₂ O
2.1	0.04	99.93	0.02	0.37	0.01	0.03	0.15	0.01	0.02	0.15	0.01	0.06	0.02	0.02	0.36	0.02	0.04	0.26	0.05	0.02

Tabela 12.37 – Análise composicional dos rútilos da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os óxidos K₂O, MnO, MgO, Na₂O, Bi₂O₃, PbO, As₂O₅, Ag₂O, SnO₂ e ZrO₂, não foram inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos. As análises realizadas correspondem a centros de rútilos devido às dimensões reduzidas que estes apresentam.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)																	
	RPT-7	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CoO	P ₂ O ₅	SO ₃	BaO	V ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	ZnO	NiO	Ta ₂ O ₅	CuO	Nb ₂ O ₅	WO ₃
2.1	0.00	99.46	0.02	0.25	0.01	0.02	0.00	0.00	0.30	0.21	0.43	0.05	0.00	0.00	0.02	0.17	0.00	0.00
3.1	0.01	99.73	0.00	0.23	0.04	0.02	0.00	0.03	0.17	0.14	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
3.2	0.05	98.95	0.04	0.25	0.00	0.00	0.03	0.04	0.20	0.21	0.18	0.00	0.02	0.30	0.00	0.19	0.14	0.05
3.3	0.01	99.60	0.00	0.18	0.00	0.02	0.02	0.06	0.20	0.25	0.32	0.00	0.00	0.00	0.05	0.17	0.00	0.03

12.2.14. Pirites

Tabela 12.38 – Análise composicional, forma estrutural e forma estrutural recalculada para 100 % de pirites da amostra RPT-4A, correspondente a um eclogito. Os elementos Bi, Ga, Pb, Au, Ag, Ge, Cd, Mo, In, Sn e As, foram analisados, mas não estão inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Eclogito	Análise composicional (wt %)											Forma estrutural (a.p.f.u.)			Forma estrutural recalculada para 100 %			
	RPT-4A	S	Ni	Se	Zn	Fe	Sb	Mn	Co	W	Te	Cu	S	Ni	Fe	S-Fe	S%	Ni%
2.1	51.09	0.30	0.00	0.03	45.19	0.01	0.02	0.21	0.00	0.02	0.00	1.59	0.01	0.81	0.78	66.18	0.21	33.61
2.2	52.14	0.31	0.00	0.00	45.99	0.00	0.03	0.23	0.05	0.00	0.00	1.63	0.01	0.82	0.80	66.24	0.21	33.54
6.1	52.32	0.29	0.01	0.02	46.07	0.00	0.00	0.29	0.00	0.03	0.07	1.63	0.00	0.82	0.81	66.29	0.20	33.51

Tabela 12.39 – Análise composicional, forma estrutural e forma estrutural recalculada para 100 % de pirites da amostra RPT-7, correspondente a um granulito félsico. Os elementos Bi, Ga, Au, Ge, Mo, In, Mn e Te, foram analisados, mas não estão inseridos nesta tabela por apresentarem valores muito reduzidos a nulos.

Granulito Félsico	Análise composicional (wt %)														Forma estrutural (a.p.f.u.)			Forma estrutural recalculada para 100 %			
	RPT-7	Pb	Ag	Cd	As	Sn	S	Ni	Se	Zn	Fe	Sb	Co	W	Cu	S	Ni	Fe	S-Fe	S%	Ni%
1.1	0.20	0.00	0.00	0.01	0.00	53.66	0.71	0.03	0.05	45.35	0.05	0.68	0.00	0.00	1.7	0.0	0.8	0.9	67.0	0.5	32.5
1.2	0.09	0.00	0.00	0.11	0.01	51.16	1.27	0.02	0.02	43.49	0.03	1.02	0.00	0.02	1.6	0.0	0.8	0.8	66.6	0.9	32.5
2.2	0.09	0.01	0.00	0.01	0.05	53.48	0.21	0.02	0.03	45.80	0.00	0.49	0.06	0.00	1.7	0.0	0.8	0.8	66.9	0.1	32.9
2.3	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	52.67	0.19	0.02	0.00	45.32	0.05	0.18	0.00	2.89	1.6	0.0	0.8	0.8	66.8	0.1	33.0

2.4	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	53.30	1.52	0.01	0.00	44.87	0.00	0.29	0.14	0.28	1.7	0.0	0.8	0.9	66.7	1.0	32.2
2.5	0.10	0.05	0.00	0.03	0.08	50.50	1.29	0.00	0.00	46.78	0.04	0.02	0.00	0.11	1.6	0.0	0.8	0.7	64.7	0.9	34.4
3.1	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	53.90	1.34	0.04	0.06	45.76	0.00	0.18	0.07	0.00	1.7	0.0	0.8	0.9	66.6	0.9	32.5
3.2	0.05	0.00	0.08	0.00	0.03	53.73	3.24	0.00	0.04	43.79	0.00	0.15	0.00	0.00	1.7	0.1	0.8	0.9	66.6	2.2	31.2
3.3	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	53.52	1.08	0.00	0.00	44.31	0.00	1.51	0.05	0.24	1.7	0.0	0.8	0.9	67.3	0.7	32.0
4.1	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	53.34	1.84	0.03	0.03	44.78	0.03	0.31	0.02	0.00	1.7	0.0	0.8	0.9	66.6	1.3	32.1
4.2	0.00	0.00	0.04	0.06	0.03	52.54	1.11	0.08	0.03	44.08	0.00	0.79	0.00	0.00	1.6	0.0	0.8	0.8	67.0	0.8	32.3
5.1	0.05	0.00	0.04	0.01	0.02	53.55	0.00	0.00	0.00	46.56	0.01	0.03	0.00	0.00	1.7	0.0	0.8	0.8	66.7	0.0	33.3
5.2	0.04	0.00	0.00	0.26	0.03	52.70	0.07	0.01	0.08	45.92	0.04	0.00	0.20	0.00	1.6	0.0	0.8	0.8	66.6	0.0	33.3
7.1	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	51.77	0.00	0.00	0.00	45.10	0.00	0.06	0.04	0.00	1.6	0.0	0.8	0.8	66.7	0.0	33.3
7.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	51.85	0.10	0.02	0.00	45.12	0.00	0.03	0.00	0.05	1.6	0.0	0.8	0.8	66.6	0.1	33.3
7.3	0.05	0.02	0.00	0.01	0.02	51.97	0.78	0.00	0.00	44.85	0.00	0.01	0.10	0.37	1.6	0.0	0.8	0.8	66.5	0.5	33.0
7.4	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	52.34	0.09	0.01	0.03	45.27	0.02	0.02	0.00	0.00	1.6	0.0	0.8	0.8	66.8	0.1	33.2