Mestrado - Geomateriais e Recursos Geológicos



Uma visita ao poço 3 da mina de “Chão de Castanheiro “

Pegmatito de Mesquitela - Mangualde

Maria Alexandra Leal Carolino

Orientador: Professor Doutor Fernando Manuel Pereira de Noronha

2013

O júri

Professora Doutora Maria dos Anjos Marques Ribeiro

Professora Associada na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Presidente do Juri

Professora Doutora Maria do Rosário Mascarenhas de Almeida

Professora Auxiliar no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Arguente Principal

Professor Doutor Fernando Manuel Pereira de Noronha

Professor Catedrático na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Orientador

Agradecimentos

Quero deixar o meu agradecimento a todas as pessoas e instituições que, de alguma forma, contribuiram para a realização deste trabalho.

O primeiro é dirigido ao meu orientador ciêntífico Professor Doutor Fernando Manuel Pereira de Noronha. Agradeço a sua disponibilidade incansável ao longo do trabalho, bem como os preciosos conselhos e ensinamentos que recebi, desde o início, para além da paciente explicação de vários temas.

Ao Departamento de Geociências Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdadade de Ciências da Universidade do Porto pela possibilidade de utilização de algumas instalações laboratoriais do Departamento.

À Doutora Maria do Rosário Mascarenhas de Almeida Azevedo agradeço por tão bem ter partilhado comigo informação e me ter recebido na Universidade de Aveiro.

Ao Doutor Manuel Francisco Costa Pereira do Instituto Superior Técnico – Departamento de Engenharia de Minas – Lisboa, pelas facilidades concedidas, nomeadamente, junto do Museu Augusto Bensaúde.

À DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia – Lisboa, pela facilidade de consulta de arquivos.

Ao LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia – Alfragide Lisboa, pela facilidade na consulta de arquivos relativos às sondagens realizadas pelo Serviço de Fomento Mineiro.

Ao Professor Engenheiro Machado Leite, do LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia em São Mamede de Infesta, pelas facilidades laboratoriais, nomeadamente, nos serviços analíticos de Flurescência de Raios X.

Ao Professor Doutor Fernando J.A.S. Barriga, Departamento Geologia Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pelas microfotografias e interpretações de minerais raros de Mangualde.

Aos Serviços de Arquivo e à Divisão de Gestão de Obras Públicas e Particulares e Urbanismo e Equipamentos Públicos, Setor de Informação Geográfica, Gestão Urbanismo e Planeamento da Câmara Municipal de Mangualde.

Palavras-chave

pegmatito granítico, geologia, mineralogia, Chão de Castanheiro - Mangualde, poço 3, geossítio, circuito geológico, geoturismo.

Resumo

O presente trabalho destina-se, principalmente, a apresentar fundamentos científicos que permitam apoiar a pretensão de transformar o poço 3, da antiga mina de Chão de Castanheiro, num geossítio, bem como, num centro de interpretação geológica sobre pegmatitos graníticos. Contribuindo, desta forma, para a recuperação ambiental de minas abandonadas na zona da beira interior. Pretende-se evidenciar o seu valor estratégico no combate à iliteracia científica neste domínio, dos públicos em geral e da classe decisora em particular. Prevê-se integrar, também, este património municipal, numa rede de circuitos geólogicos mais alargada, na região de Viseu. O presente estudo sobre a geologia e mineralogia do pegmatito pretende contribuir para a valorização do património geológico da região assim como, para fundamentar iniciativas, autosustentadas, no domínio do geoturismo da região de Mangualde e na captação de públicos diversificados.

Key words

Pegmatite, geology, mineralogy, Chão do Castanheiro, shaft 3, geoplace, geological circuit, geotourism.

Abstract

The present work appoints to present the scientific basis in order to support the pretension to transform shaft 3 of the old mine - Chão do Castanheiro - into a geoplace.

It has also in mind to change it into a geological interpretation centre about granitic pegmatites, adding, in this way, to the environmental recovering of abandoned mines in the inland Beira region, basing its strategic value in the struggle for the scientific illiteracy of the public, in general, and of the decision makers, in particular, in this specific field.

It is also planned to integrate this municipal heritage in a wider network of geological circuits in the region of Viseu.

The present study on geology and mineralogy of the pegmatite aims to contribute for the valuation of the geological heritage of the region as well as to attract sustainable iniciatives in the field of geotourism of the region of Mangualde to reach varied audiences.

Índice

Agradecimentos iii

Palavras-chave v

Resumo v

Key words vii

Abstract vii

Índice ix

Lista de figuras xiii

Lista de quadros xix

Lista de estampas xxi

Lista de abreviaturas xxiii

A – Introdução 1

1 - Localização geográfica 1

2 - Trabalhos anteriores 3

3 - Objectivos do trabalho 6

4 - Metodologia 7

B – Geologia 9

1. Generalidades 9

1.1. Localização no quadro das grandes zonas geotectónicas. 9

1.2. Granitos da Zona Centro Ibérica 11

2. Geologia da área estudada 14

2.1. Granitos 14

2.1.1. Descrição 18

A - Granitos de duas micas 18

B - Granitos biotíticos 20

2.1.2. Petrografia 22
A - Granito de duas micas 23
B - Granitos biotíticos 32
2.1.3. Geoquímica 42
2.1.3.1. Diagramas químico – mineralógicos 45
2.1.3.2. Geoquimica de elementos maiores, menores e terras raras 50
2.2. Pegmatitos 58
2.2.1. Conceitos gerais sobre pegmatitos 58
2.2.1.1. Definição de pegmatito 58
2.2.1.2. Composição mineralógica e quimica 59
2.2.1.3. Variação do tamanho e relações texturais nos pegmatitos. 59
2.2.1.4. Classificação de pegmatitos 60
2.2.1.5. Zonalidade dos pegmatitos e sua estrutura 62
2.2.1.6. A Origem dos Pegmatitos 66
2.2.2. O pegmatito da Mina de “Chão de Castanheiro” 67
2.2.2.1. Algumas notas históricas sobre as concessões mineiras em estudo 67
2.2.2.2. Sobre os métodos de exploração mais tradicionais 69
2.2.2.3. Morfologia do pegmatito 73
2.2.2.4. Uma Visita ao Poço 3 80
2.2.2.5. Mineralogia do pegmatito no poço 3 87
C – Mineralogia 97
1 - Mineralogia do pegmatito de “Chão de Castanheiro” 97
2 - Zonamento mineralógico do pegmatito de “Chão de Castanheiro” 108
D - Conclusões 111
E - Bibliografia 115
F - Referências URL URL 1 – http://www. 121
Anexos 123

Anexo A – Circuítos Geológicos por Mangualde 124

Anexo B – Localização do ponto de partida da demarcação da concessão mineira de “Chão de Castanheiro” – Mesquitela. 129

Anexo C – Prosta de desdobrável sobre “Pegmatito Granítico” da Concessão Mineira de “Chão de Castanheiro”, Mesquitela. 130

Lista de figuras

Fig. 1 – Localização do Concelho de Mangualde 1

Fig. 2 - Esboço do Orógeno Varisco Europeu (in Meireles, 2011) 10

Fig. 3 - Zonas tectónicas da Peninsuls Ibérica 11

Fig. 4 - Granitos do Grande Batólito das Beiras adaptado de Sant'Ovaia, et al. 2013. 13

Fig. 5 - Mapa geológico simplificado da região de Mangualde 17

Fig. 6 - Mapa com localização das amostras estudadas no presente estudo 18

Fig. 7 - Fotografia da "Escamação" típica do granito da Senhora do Castelo 19

Fig. 8 - Fotografia do "Granito de Mangualde", facies de grão médio porfiroide com lineação magmática (N60ºE) associada, espacialmente, a uma fácies com raros megacristais 21

Fig. 9 - Soleira de aplito pegmatito (a) e de granito de grão fino a cortar o granito de Mangualde (b) 21

Fig. 10 - Granito da Senhora do Castelo 23

Fig. 11 - Granito da Sondagem "S5" 25

Fig. 12 - Granito do poço 7 28

Fig. 13 - Granito de Santo António dos Cabaços 29

Fig. 14 - Granito de Água-Levada 31

Fig. 15 - Granito porfiroide de grão médio a grosseiro 32

Fig. 16 - Granito fino de Almeidinha 34

Fig. 17 - Projeção dos granitos no diagrama An-Ab-Or 46

Fig. 18 - Projeção dos granitos no diagrama R1-R2 47

Fig. 19 - Projeção dos granitos no diagrama P-Q 48

Fig. 20 - Projeção dos granitos no diagrama A/NK- A/CNK 49

Fig. 21 - Projeção dos granitos no diagrama A-B .Seis amostras estudadas e outras com valores publicados e relativos a granitos da "Região de Mangualde" 50

Fig. 22 - Diagramas de Harker – SiO_2vs TiO_2 , Al_2O_3, MgO, CaO, K_2O Na_2O e K_2O, relativos às seis amostras estudadas 51

Fig. 23 - Diagramas de Harker – SiO_2vs TiO_2 , Al_2O_3, MgO, CaO, K_2O Na_2O e K_2O relativos a granitos da “Região de Mangualde” 52

Fig. 24 - Diagramas de Harker – SiO_2vs, Rb, Sr, Zr, Ba relativos aos granitos da “Região de Mangualde” 53

Fig. 25 - Diagrama Rb-SiO_2 - assinalado o “eixo” de evolução desde os granitos com biotite-moscovite (Alcafache) para os granitos moscovíticos (moscovite >biotite) (Senhora do Castelo). Os granitos biotíticos ocupam os campos mais pobres em Rb 54

Fig. 26 - Diagramas Spider Amostra/Crosta superior , relativos às seis amostras estudadas 55

Fig. 27 - Diagrama das Terras Raras normalizadas ao condrito das seis amostras de granito estudadas 56

Fig. 28 - Diagramas de discriminação tectónica de Pearce et al, (1984) relativos às seis amostras estudadas 57

Fig. 29 - Aumento da diferenciação, do processo de substituição e da concentração de associações com metais raros. Esquema dos tipos texturo-paragenéticos de pegmatitos graníticos (Vlassov, 1953) 64

Fig. 30 - a) Imagem geral da propriedade da Regada com as escombreiras dos poço 3,4 e 5. b) Escombreira do poço 4 69

Fig. 31 - Explorações iniciais de minérios em Mangualde 70

Fig. 32 – Compressor 70

Fig. 33 - Exemplos de sarilhos usados na época (poço7) 71

Fig. 34 - Planos inclinados 71

Fig. 35 - a) e b) - Lavra mineira, Poços 3 e 4 respetivamente 72

Fig. 36 - Mapa de 1933 com perfis dos poços 1,2,3,4 e 5 73

Fig. 37 - Mapa dos anos 60 com o conjunto de todos os poços (1a 8) 75

Fig. 38 - Perfil AB passando pelo Poço 1 (P1), Poço 2 (P2) e Poço 3 (P3) (visível galeria de passagem entre P2 e P3). No poço 3 pode visualizar-se o acesso ao nivel -1 por escada em caracol. 75

Fig. 39 - Topografia atual da concessão mineira de “Chão de Castanheiro” (poços 1,2 e 3) 76

Fig. 40 - F1- Falha de Mesquitela e F2 – Falha da ribeira de Almeidinha. 77

Fig. 41 - Representação interpretativa do campo pegmatítico granítico de Mesquitela 77

Fig. 42 - Esquema observável das zonas da formação, na antiga mina de “Chão de Castanheiro”, num dos taludes do poço 2. 78

Fig. 43 - Poço 2, junto à estrada de acesso à Mesquitela. 78

Fig. 44 - Poço 7 : a) exibindo filão vertical de moscovite, no lado direito da imagem; b) estruturação sub-horizontal. 79

Fig. 45 - Planta dos trabalhos subterrâneos do nível-1 do Poço 3, Com as letra A, B, C, D, E e F (a negrito) estão assinalados os pilares existentes correspondentes a antigas colunas da exploração em câmaras e pilares. 81

Fig. 46 - Perfil XY (Norte-Sul) passando por uma galeria de reconhecimento e pela Sala 1, piso -1. 82

Fig. 47 - Encosto Norte do pegmatito. Perspectiva, de dentro da sala 1, para a escada de caracol. À direita da foto, a coluna E e à esquerda a coluna F 83

Fig. 48 - Sala 1, colunas A e B. Na coluna B é bem visível estrutura pegmatitica e fraturação sub-horizontal. 83

Fig. 49 - Perspetiva da Sala 1, com colunas de suporte (A e B) e, em redor, galerias de reconhecimento (muito mais baixas). As colunas são de pegmatito. No teto ocorre granito pelo que a estrutura é, no essencial, sub-horizontal. 84

Fig. 50 - Coluna C da Sala 1. Observa-se bem a estrutura pegmatítica e falha E-W, 90º. ... 84

Fig. 51 - Coluna E, já na saída da sala1, exibindo no seu sopé algumas ferramentas manuais da época. 85

Fig. 52 - Hasteal da sala 1, junto à coluna D. Contacto do pegmatito com o encaixante aplito+granito (Contacto Norte da estrutura pegmatítica). 85

Fig. 53 - Mapa geológico simplificado do nivel -1 da formação no poço 3. 86

Fig. 54 - Representação do resultado da interpretação e compilação dos dados, do estudo efetuado, para o poço 3. 87

Fig. 55 - Aspeto da mineralogia principal quartzo + feldspato potássico + moscovite. Podem observar-se dois tipos de feldspato: o branco e o vermelho. 88

Fig. 56 - Quartzo + Feldspato + Moscovite, no granito encaixante à entrada da galeria de acesso à sala1,(encosto Norte do pegmatito). 88

Fig. 57 - Pequeno geode de quartzo no granito encaixante à entrada, da galeria de acesso à sala 1. 89

Fig. 58 - Pormenor da figura anterior, no teto da galeria. 89

Fig. 59 a) e b) - Aspetos das orlas de contacto com o granito. 90

Fig. 60 -- Massa de moscovite associada a quartzo no seio do pegmatito, (junto à coluna G na sala 2). 90

Fig. 61 - Detalhe da figura anterior. 91

Fig. 62 - Pegmatito com orla de moscovite no seio de aplito+granito. 91

Fig. 63 - Visível estrutura horizontal no pegmatito em contacto com zona onde é visível zonamento sublinhado por moscovite mais tardia. 92

Fig. 64 - Moscovite contornando feldspato potássico observável na sala 2 piso -1. 92

Fig. 65 - Aspeto da coluna A, sendo visível fraturação sub-horizontal e cavidade com litiofilite (Li). 93

Fig. 66 - Litiofilite em cavidades do pegmatito junto ao encosto sul da estrutura pegmatítica. 93

Fig. 67 - Detalhe da fotografia anterior onde se pode observar aspeto da cavidade com Litiofilite. Podem ainda observar-se dendrites de óxidos de manganês sobre feldspato rosa. Outros minerais: feldspato branco e quartzo leitoso. 94

Fig. 68 - Os cristais de berilo (Be) e sua posição relativa à moscovite, quartzo e feldspato. 94

Fig. 69 - Em zonas do pegmatito onde há circulação de água, verifica-se a deposição de sulfatos de cobre resultantes da alteração de sulfuretos presentes. 95

Fig. 70 - Sala 2. Pegmatito com neoformações de minerais supergénicos de cobre. 95

Fig. 71 - Observa-se dois tipos de feldspato: o branco e o vermelho. 100

Fig. 72 - Imagens ao microscópio polarizante do Feldspato potássico branco (FB) em nicois // e em nicois X. 100

Fig. 73 - Imagens ao microscópio polarizante do Feldspato potássico vermelho (FV) em nicois // e em nicois X. 100

Fig. 74 - Imagens ao microscópio polarizante do fosfato principal em nicois // e em nicois X 103

Fig. 75 - DRX do fosfato estudado. 103

Fig. 76 - Imagens ao microscópio polarizante do fosfato principal em nicois // e em nicois X. 104

Fig. 77 - Análise por EDS de Z1 - fosfato primário e de Z2 fosfato mais tardio. 105

Fig. 78 – Mangualdite 106

Fig. 79 - Whitmoreite em esferas redondas amarelas em Mitridatite. Foto de Fernando Barriga. 106

Fig. 80 - Hureaulite. Foto de Fernando Barriga. 106

Fig. 81– Robertsite e mitridatite. Foto de Fernando Barriga. 107

Fig. 82 - Leucophosphite. Foto de Fernando Barriga. 107

Fig. 83 - Robertsite da Regada com a cor castanha exterior. Foto de Fernando Barriga. 107

Fig. 84 - Jahnsite de Mangualde com cor amarela pálida. Foto de Fernando Barriga. 107

Fig. 85 - Whitmoreite, Diadochite e Mitridatite. 107

Fig. 86 - Mesquitelite 108

Lista de quadros

Quadro I - Comparativo das diferentes classificações utilizadas para os granitos da região de Mangualde. 16

Quadro II - Classificação de campo dos granitos da região de Mangualde 17

Quadro III - Descrição da sondagem S5 do Poço nº1 26

Quadro IV - Composição química dos granitos estudados - Elementos maiores..... 42

Quadro V - Composição Química dos granitos estudados - Elementos menores e vestigiais 43

Quadro VI - Compilação de dados geoquímicos – Simões et al., (1994)..... 44

Quadro VII - Compilação de dados químicos – Jesus (1935)..... 44

Quadro VIII -– Compilação de dados químicos – (Azevedo 1996) Mesquitela e Albergaria . 45

Quadro IX - Classificação por classes dos pegmatitos graníticos (Ĉerný & Ercit, 2005).(REE – Terras Raras; HREE – Terras Raras pesadas; LREE- Terras Raras leves, U – Urânio; B – Boro; Be – Berilo; Li – Litio; REL – Elementos Raros) em London, (2008). 61

Quadro X - Minerais referidos na bibliografia publicada. 98

Quadro XI - Composição dos feldspatos potássicos: FB- feldspato branco; FV- feldspato vermelho. 101

Quadro XII - Composição, elementos menores dos feldspatos potássicos: WF- feldspato branco; RF- feldspato vermelho 101

Quadro XIII – Fosfatos da formação de Mangualde 102

Quadro XIV – Composição, elementos menores do fosfato principal. 104

Lista de estampas

Estampa I - Granito da Senhora do Castelo 35

Estampa II - Granito S5 (Mesquitela) 36

Estampa III - Granito do Poço 3 37

Estampa IV - Granitos do Poço nº 7 e Gare 38

Estampa V - Granito de Santo António dos Cabaços 39

Estampa VI - Granito de Água Levada/Stª Luzia 40

Estampa VII - Granito de Albergaria 41

Lista de abreviaturas

DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia.

GBB – Grande Batólito das Beiras.

IGM – Instituto Geológico e Mineiro.

IST – Instituto Superior Técnico.

JEN – Junta de Energia Nuclear.

LNEG- Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

SFM – Serviço de Fomento Mineiro.

No reinado de D. João III foi nomeado Gil Homem feitor mor do estanho da Beira e Serra da Estrela e anteriormente, no reinado de D. Manuel I, era Ruy Mendes de Vasconcelos o rendeiro das feitorias de estanho.

O padre Nicolau d'Óliveira diz, nas Grandesas de Lisboa, que as minas de Vizeu rendiam para a coroa no reinado de Filipe III cerca de 600$000 reis anuais.

In Exposição Industrial Portugueza de 1888 Commissão Executiva Da Secção De Minas, Paul Choffat. Lisboa Imprensa Nacional 1889, pag.499.

A – Introdução

A Beira Alta é caracterizada, entre outras, pela ocorrência de importante campo pegmatítico, espacialmente associados a rochas graníticas, que já representou um polo de grande importância para a economia da região, graças às minas e pedreiras em pegmatitos nele existente. A atividade mineira nesta região teve a sua origem na primeira metade do século XX em antigas pedreiras que evoluíram para concessões mineiras. O campo pegmatítico foi explorado por várias concessões. De entre as mais importantes destacam-se as designadas por “Chão de Castanheiro” e “Cubos” na região de Mangualde.

1 - Localização geográfica

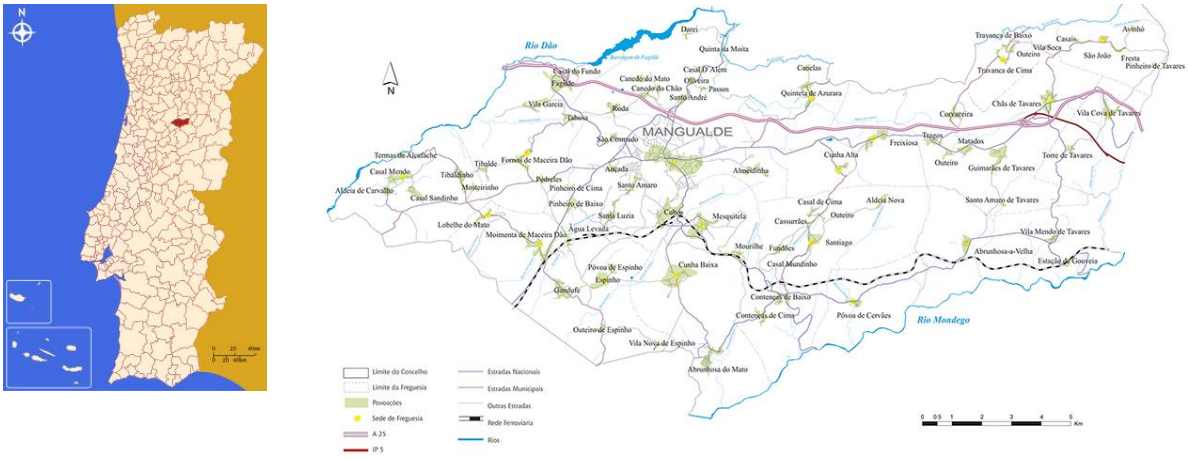


Fig. 1 – Localização do Concelho de Mangualde

A área, em estudo, localiza-se na província da Beira Alta, a este da cidade de Viseu no concelho de Mangualde, delimitada pelos vales dos rios Dão e Mondego e pelos seus afluentes que drenam a região (fig.1).

A área estudada que, adiante designaremos por “Região de Mangualde”, é abrangida pelas Cartas Militares de Portugal, na escala 1:25.000, publicada pelo Instituto Geográfico do Exército, número189 Mangualde e 190 Mesquitela (Mangualde).

Topograficamente, trata-se de uma região em que o ponto de cota mais elevado se situa a 629m mais exatamente no alto do monte da ermida da Senhora do Castelo e o ponto de cota mais baixa a 446m, ao nível da ribeira de Almeidinha que drena a área da zona que se propôs para estudo.

O acesso à área é privilegiado já que, é servido pela linha de Caminho de Ferro da Beira Alta com ligação direta ao centro da Europa – Paris. Encontra-se no cruzamento de vários itinerários principais, a escassos quilómetros das auto-estradas, A-23 e A-25, fazendo esta última ligação a Espanha no posto fronteiriço de Vilar Formoso. A rede viária é constituída por vias que asseguram as ligações externas e internas e que, de acordo com o Plano Rodoviário Nacional em vigor, se encontram enquadradas na Rede de Autoestradas, respeitante ao troço da A25, na Rede Rodoviária Nacional Complementar, respeitante aos troços da Estrada Nacional 232, que liga Mangualde a Gouveia, da EN 234 que liga a Gouveia e a Estrada Nacional 329-1 que visa os concelhos a norte.

O concelho de Mangualde situa-se no distrito de Viseu. Estende-se por uma área de 219,3 Km^2. Marcado por forte emigração tem, como todo o interior do país, dificuldade em fixar os seus jovens. A população do concelho de Mangualde não chega aos 20.000 habitantes. Em 2011, a população residente atingiu o valor de 19.879 habitantes (9552 – Homens e 10.327 – Mulheres). Numa década, a variação foi de – 5,3%, ou seja, diminuiu 1.111 habitantes, havendo a registar o facto de unicamente duas freguesias terem aumentado o seu número: Mangualde e Fornos de Maceira do Dão. A dimensão média das famílias é de 2,6 pessoas (Censos de 2011). A densidade populacional é de 90,07 hab./Km_2. Em 2008, segundo dados do I.N.E., a população a trabalhar, por conta de outrem, era de 5.224 ativos, distribuídos fundamentalmente pelos setores secundário e terciário. Esses ativos tinham, na sua maior parte, como habilitação académica, o ensino básico (74,7%). O concelho possui, como espaços públicos de lazer, a Biblioteca Municipal/Casa da Cultura Dr.Alexandre Alves, o Pavilhão Municipal, o Estádio Municipal, o Complexo Desportivo das Piscinas Municipais, múltiplos polidesportivos descobertos e associações recreativas. Regista um significativo grau de industrialização, com destaque para a indústria das madeiras, montagem de automóveis, confeção e metalomecânica. Nos serviços, há um forte dinamismo com realce para o setor de transporte de

mercadorias. Existem recursos naturais (de que são exemplo as termas de Alcafache e as minas de feldspato), monumentos, atividades artesanais e uma gastronomia muito rica. Atualmente as principais atividades económicas do concelho têm por base a agricultura, presente em todas as freguesias, destacando-se a produção de vinhos maduros do Dão, o artesanato, o termalismo, os pequenos serviços, comércio e indústria. A silvicultura e a hotelaria completam, atualmente, o tecido económico das várias freguesias do concelho que já conheceram outros períodos de maior prosperidade local. O concelho está dotado de várias unidades de alojamento como hotéis, residenciais, pensões, casas senhoriais e quintas reaproveitadas para o turismo rural. O turismo apresenta fortes potencialidades, dadas as caraterísticas ambientais e patrimoniais.

2 - Trabalhos anteriores

No início da década dos anos 20, do século XX (1911) os trabalhos não concluídos sobre minerais portugueses que constam dos documentos e manuscritos de Alfredo Bensaude contêm já, referências a minerais fosfatados do pegmatito de Mangualde (litiofilite em gigacristais, apatite tabular, dufrenite, heterosite, cacoxena e hureaulite). Documentos estes, não publicados, mas assinalados pela Comissão do Centenário do Instituto Superior Técnico, em Dezembro de 2010.

Em 1925**,** deslocaram-se de Genebra para a zona de Viseu, os cientistas: Louis Duparc e M. Gysin. Visitaram e publicaram sobre a formação pegmatítica de Mesquitela – Mangualde. Desse trabalho constam: a composição química da mica, ortoclase e do mineral acessório - o berilo. Referem já, no seu trabalho, as pedreiras junto à Estação de Caminho de Ferro de Mangualde e o pegmatito explorado pelos utilizadores de feldspato, embora, sumariamente, descrevam os grandes filões que se destacavam a partir do granito. Para estes estudos foram elaboradas análises no Laboratório de Mineralogia da Universidade de Genebra cujos resultados foram publicados em 1927.

Amílcar de Jesus publica, em 1931, dedicando uma parte do seu trabalho intitulado: “Estudo de alguns casos de pneumatólise corrosiva ocorridos em Portugal”, à região de Mangualde. Embora constatando a força expansiva das emanações pneumatolíticas dá realce à heterogeneidade de efeitos em relação imediata com as zonas mais vulneráveis

da rocha, salientando, ainda, a complexidade do pegmatito. No mesmo ano de 1931 publicou "Composição química da litiofilite de Mangualde".

O estudo com maior destaque, sobre a formação de Mesquitela, foi também da autoria de Amílcar de Jesus e corresponde à sua tese publicada em 1934 "Pegmatites mangano-litiníferas da região de Mangualde" que incidiu integralmente sobre a formação de Mangualde e na qual descreve, pela primeira vez, minerais únicos. Este trabalho pode considerar-se como o início de uma coletânea de minerais de Portugal.

Amílcar de Jesus, no I Congresso Nacional das Ciências Naturais, assinalou a presença de tantalite, tendo apresentado a comunicação "Ocorrência da Tantalite na Pegmatite de Mangualde" que foi publicada em 1942.

Em 1942, Cotelo Neiva estudou pegmatitos portugueses e no seu artigo intitulado: "Subsídio para o Estudo Cristalográfico do Quartzo das Pegmatites Portuguesas" refere, regularmente, exemplos de minerais da formação de Mangualde. Também na sua tese em 1944 - "Jazigos Portugueses de Cassiterite e de Volframite", faz referência aos granitos da envolvente regional na formação pegmatítica granítica de Mesquitela - Mangualde.

A importância da formação de Mangualde estendeu-se além fronteiras, despertando o interesse de cientistas europeus e americanos. Surgem os trabalhos de Palache et al. (1951) e Westerveld (1956). Soen Ing Oen (1958) na sua tese "The Geology, Petrology and Ore Deposits of the Viseu Region, Northern Portugal" (Universidade de Amesterdão) faz uma abordagem ao enquadramento geológico da região de Mangualde e da sua formação pegmatítica.

Em 1956 e 1958 J.M. Correia Neves publicou sobre a formação de Mangualde "Bermanite de Mangualde" e "Novos Minerais dos Pegmatitos de Mangualde (Portugal)". Em 1960 publica sobre os "Pegmatitos com berilo, columbite-tantalite e fosfatos da Bendada (Sabugal, Guarda)" porém, ao longo do seu trabalho, refere, frequentemente, a formação de Mangualde. Mais tarde, em 1966, publica "Novos dados sobre a mineralogia do pegmatito de Mangualde".

Como reconhecimento e atestando o nome de Mangualde (Portugal) e a importância da sua formação geológica têm sido várias as publicações em revistas da especialidade e publicações com listagens de novos minerais, bem como, a presença de exemplares em

várias coleções particulares e de vários museus mineralógicos, espalhados pela Europa e pela América.

Vicenzo de Michele, investigador italiano, após visita aos pegmatitos portugueses, apresentou, em 1969, nos seus escritos, referências à formação de Mangualde**.** A partir daí outros investigadores italianos sentiram-se atraídos pela formação de Mangualde e principalmente pelas alterações dos seus minerais. De referir a tese sobre os fosfatos de Mangualde por Luca Bertelli.

Figueiredo et al. (1984), com os seus trabalhos, contribuem para esclarecer o carácter irreversível das transformações da vivianite e sua natureza. Ampliaram, também, o conhecimento dos produtos formados nos diversos estádios de evolução térmica deste mineral.

Carlo Maria Gramaccioli, professor na Universidade de Milão, apaixonado coleccionador de minerais, publica, em 1986, uma obra exclusivamente dedicada à estrutura dos fosfatos. Apresenta descrições e fotografias de exemplares da formação de Mangualde, por ele próprio recolhidas.

Em 1987, Yvonne Marzoni Fecia di Cossato e colaboradores descreveram a ritmanite, em 1988 a zodacite, em 1989 a beraunite e em 1990 a jancite.

Em 1994 Manuel Costa Pereira na monografia da sua dissertação de mestrado subordinada ao título: “Estudo Mineroquímico Interpretativo da Evolução da Alteração de Fosfatos de Manganês: triplite de Mesquitela (Mangualde)” contribui para destacar o interesse geológico e, sobretudo, mineralógico da formação. Os seus estudos incidiram nos minerais fosfatados do Pegmatito de Mangualde, sobretudo triplite e suas alterações, classificação estrutural e genética; técnicas analíticas; enquadramento geológico e descrição da formação em estudo.

A Reading Geological Society, no programa para 2007, constituiu um grupo de investigadores coordenado por Lesley Dunlop para visitar a formação pegmatítica de Mangualde (Portugal) durante oito dias. A estas visitas temáticas seguiram-se outras de alunos de escolas secundárias, universitários e colecionadores. Outras visitas podem ser consultadas nos sites: mindat.org, e-escola, e-geo.ineti (Sistema Nacional de Informação Geocientífica).

Não especificamente relacionados com os pegmatitos mas sim com graníticos alguns deles da região estudada há a referir os trabalhos de Simões et al (1994), Azevedo (1996) e a noticia explicativa da folha 17-A: Viseu, (Ferreira et al., 2010).

3 - Objectivos do trabalho

O principal objetivo deste trabalho é contribuir para a divulgação da base científica do "Poço 3" utilizado para a exploração do pegmatito granitico da mina de "Chão de Castanheiro", na freguesia de Mesquitela, concelho de Mangualde, no sentido de sensibilizar a opinião pública, em geral, e os decisores públicos, em particular, para a importância dos pegmatitos graníticos como recurso geológico.

Pretende-se propor, a quem de direito, um "Geosítio" para o "Poço 3" e o estabelecimento futuro de um "Centro de interpretação de pegmatitos graníticos", integrado numa rede, o mais alargada possível, de circuitos geológicos da beira interior.

Mostrar que o "Poço 3" corresponde a uma zona representativa do jazigo e do modo de exploração da antiga concessão mineira e que, espaços como este, são fonte de promoção de cultura científica, tarefa que se baseia na pesquisa bibliográfica sobre um objeto geológico sobre o qual existem numerosos trabalhos publicados, nomeadamente, em relação à sua mineralogia e em estudos sobre a geologia da envolvente, da antiga mina de "Chão de Castanheiro".

Tomando como base a cartografia existente sobre os granitos da região e em trabalhos de reconhecimento complementares, apresenta-se uma carta geológica síntese complementada por estudos macroscópico, microscópico, geoquímico e mineralógico das rochas graníticas previamente selecionadas e mapeadas.

Contribuir para a sensibilização do investimento em potencialidades locais nesta zona de interior, contribuindo para a economia local, fomentando, nomeadamente entre outras, a prática do pedestrianismo, bem como contribuir para a reconversão dos espaços outrora industriais, ou na caraterização geral da paisagem agrária, fomentando a fixação de investigadores e de jovens quadros universitários.

4 - Metodologia

Um cem número de variedade de relações geológicas existem na zona de estudo, logo tentou-se registar tudo o que se observa, não descurando pormenores. Todos as marcas terrestres são parte de um todo e ainda que pareçam banais não deixam de proporcionar provas decisivas para a solução de importantes problemas Lahee (1958).

Assim, o método de trabalho, pelo qual se optou, determinou fazer-se um estudo sobre todos os pontos onde a rocha se pudesse apresentar mais fresca, bem como os seus contactos, discordâncias e falhas. Foram localizados e observados contactos ente diferentes litologias.

Não se descurou as variações litológicas e as correlações entre afloramentos das rochas que, em amostra fresca, alteram o seu aspeto em função das ações erosivas a que estiveram sujeitos.

Tomou-se atenção aos afloramentos mesmo aos mais pequenos, pois podem revelar-se extremamente úteis na confirmação e interpretação litológica contextualizada.

No período em que decorreu este trabalho, algumas obras que implicaram movimentação de terras, decorreram na zona. Assim, procurou-se estabelecer itinerários, não descorando a informação de trabalhos antigos bem como as informações das cartas geológicas publicadas e suas notícias explicativas referentes à envolvente da zona agora proposta para estudo.

Para atingir os objectivos anteriormente referidos foram compilados trabalhos e dados dispersos, já existentes, sobre a formação pegmatítica de Mesquitela – Mangualde.

Numa primeira fase, foi feito um reconhecimento geral do pegmatito de ”Chão do Castanheiro”. Este reconhecimento centrou-se na observação e recolha de amostras. Dada a existência de uma campanha de sondagens com recolha de testemunhos, por parte do IGM, estes dados fornecidos tornaram-se igualmente objecto de reflexão e estudo.

Os filões desta zona são geralmente de média dimensão até um quilómetro de extensão com afloramentos em oito zonas distintas. A sua acessibilidade é, na generalidade, dificultada pela não laboração por parte dos atuais decisores e concessionários.

As amostras,colhidas no campo, depois de lavadas, foram colocadas em tabuleiros de plástico e secas ao ar. Em seguida partiram-se para entrarem no moinho de maxilas onde se procedeu à britagem de uma quantidade não inferior a 5 kg em peso para as amostras de rochas mais finas e cerca de 10kg para as rochas mais grosseiras. Depois de homogeneização e quartilhamento, de uma quantidade de cerca de 2 kg, passou-se para a moagem em moinho de martelos a menos de 1mm. A amostra resultante foi de novo homogeneizada e quartilhada, separando-se cerca de 250g para moagem em moinho de ágata. Procedeu-se à homogeneização e ao quartilhamento de pó impalpável de forma a obter uma subamostra para estudo químico. As subamostras assim preparadas foram acondicionadas em pequenos frascos de plástico com tampa de rosca, de 20ml e etiquetados eque foram enviadas para o laboratório quimico. O remanescente da amostra ficou acondicionado como testemunho.

As análises geoquimicas das amostras estudadas neste estudo foram realizadas na ACTLABS-Canadá (pacote WRA+trace (4Litho research)) por ICP.

Procedeu-se, também, à preparação de lâminas delgadas. Ambos os processos decorreram graças à possibilidade de utilização dos recursos existentes no Laboratório de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

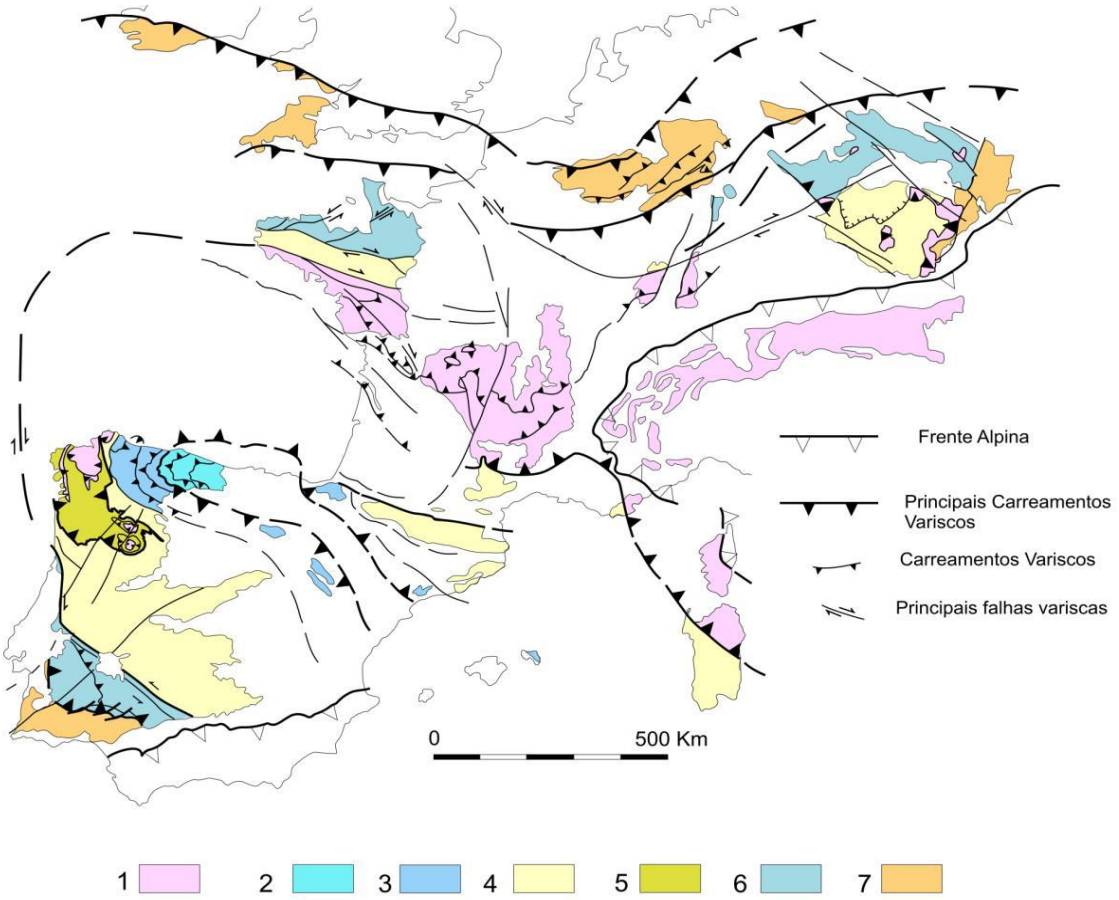
No estudo mineralógico foram utilizados também os Laboratórios do Centro de Materias da UP, para as análises EDS e os laboratórios do IGM (S.Mamede de Infesta) para FRX, DRX.

B – Geologia

1. Generalidades

1.1. Localização no quadro das grandes zonas geotectónicas.

O Maciço Ibérico é um grande segmento de arco do Cinturão Dobrado Europeu Varisco que tem mais de 3.000 quilómetros de extensão e de largura média 700 quilómetros desde a Boémia até à Península Ibérica. A orogenia Varisca foi o maior evento da evolução tectónica do oeste europeu, resultando da colisão de Laurussia-Gondwana através do Devónico tardio e da maior parte do Carbonífero (Ribeiro et al., 1990; Martínez Catalán et al., 2009,).



Legenda:

1 – Terrenos alóctones de várias proveniências;

2 a 6 – Domínios autóctones e parautóctones com afinidades gondwânicas:

2 – ZonaCantábrica;
3 – Zona Ocidental Asturo – Leonesa (ZOAL);
4 – Zona Centro Ibérica (ZCI); Zona Armoricana Central (ZAC) e Zona Teplá-Barrandiana;
5 – Domínio xistento de Galiza - Trás-os-Montes;
6 – Zona de Ossa Morena (ZOM);Zona Norte Armoricana (ZNA); Zona Saxoturíngica (ZST);

7 – Bacias de ante-país e cinturão externo de cavalgamentos: Zona Sul Portuguesa (ZSP); Ilhas Britânicas; Zonas Reno-hercínicas e Morávia-Silésia.

Fig. 2 - Esboço do Orógeno Varisco Europeu (in Meireles, 2011)

O NW da Península Ibéria é um sector da cadeia Varisca Europeia dominantemente constituído por plutões graníticos, principalmente, na sua parte mais interna que corresponde à Zona Centro Ibérica (ZCI). Esta zona geotectónica representa o segmento do Autóctone do Maciço Ibérico e é caracterizada, principalmente, pela abundância de afloramentos de granitos de diferentes tipos que instruíram metassedimento do "Complexo Xisto grauváquico", (fig. 3).

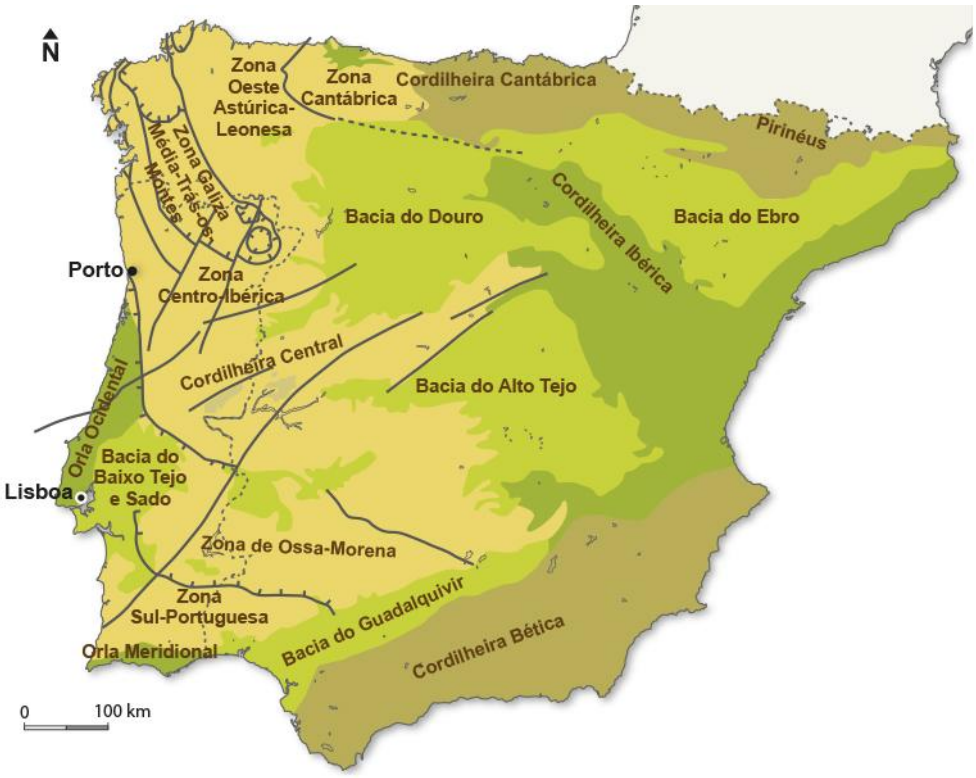


Fig. 3 - Zonas tectónicas da Peninsuls Ibérica

1.2. Granitos da Zona Centro Ibérica

A Zona Centro-Ibérica (ZCI) representa a zona axial do segmento ibérico da Cadeia Varisca, e por isso, apresenta numerosos testemunhos da diversificada atividade plutónica que ocorreu após o estádio de espessamento crustal sincolisional. As rochas graníticas são por isso muito abundantes e ocorrem, por vezes, associadas a rochas de composição básica a intermédia, que definem alinhamentos correspondentes a zonas de cisalhamento (Ferreira et al., 1987). Trata-se de rochas graníticas caracterizadas por forte variabilidade composicional e de tipologia diversa, desde afinidade alumino-potássica a calcoalcalina e sub-alcalina (Dias et al., 1998; Dias, 2001; Noronha et al., 2006, Dias et al.,2010).Os plutões da ZCI são maioritariamente constituídos por granitos peraluminosos. Existem também granitos metaluminosos, em geral associados a rochas mais básicas (e.g.;Ferreira et al., 1987).

Tendo em conta as suas idades consideram-se habitualmente quatro grupos (Ferreira et al., 1987; Dias, 2001; Noronha et al., 2006, Dias et al., 2010):

(1) Granitóides sin-D3, monzogranitos/granodioritos biotíticos fraca a moderadamente peraluminosos e granitos de duas micas fortemente peraluminosos;

(2) Granitóides tardi-D3, predominam os monzogranitos/granodioritos essencialmente biotíticos, fraca a moderadamente peraluminosos, por vezes associados a rochas de composição básica a intermédia, ocorrendo ainda granitos de duas micas fortemente peraluminosos;

(3) Granitóides tardi- a pós-D3, granitos de duas micas fortemente peraluminosos;

(4) Granitóides pós-D3, granitos biotíticos a biotítico-moscovíticos, ligeiramente metaluminosos a peraluminosos.

Os dados geocronológicos permitem estabelecer os seguintes intervalos de idades para os diferentes grupos de granitoides: granitoides sin-D3, 312-321 Ma; granitoides tardi-D3, 305-312 Ma; granitoides tardi- a pós-D3, 300 Ma e granitoides pós-D3, 290-299 Ma (Dias et al., 2010).

Na região centro de Portugal onde se situa Mangualde, pode observar-se (fig. 4), que o Grande Batólito das Beiras (GBB) é maioritariamente constituído por granitos biotíticos, em que a fácies de grão grosseiro, Granitos de Viseu - Santa Comba Dão e Gouveia, envolve a de grão médio (Fornos de Algodres - Mangualde – Nelas), definindo este último, no seu conjunto, um alinhamento ENE-WSW.

Os granitos são intrusivos em unidades de rochas metassedimentares com baixo grau e de idade Neoproterozoica a Paleozoica inferior e implicam, em geral, auréolas de metamorfismo de contacto. As unidades de rochas metassedimentares pertencem ao designado “Complexo xisto-grauváquico” – “Grupo das Beiras”.

O GBB corta estruturas relacionadas com a fase D1 Varisca. As estruturas D3 são raras, embora seja importante referir os sistemas conjugados de cisalhamentos dúcteis NW–SE (Vigo-Braga-Penedono e Dúrico-Beirão) e ENE–WSW (Juzbad-Penalva do Castelo) e a fraturação frágil (tardia a pós-D3) da qual se salienta o sistema NNE – SSW (Vilariça – Manteigas).

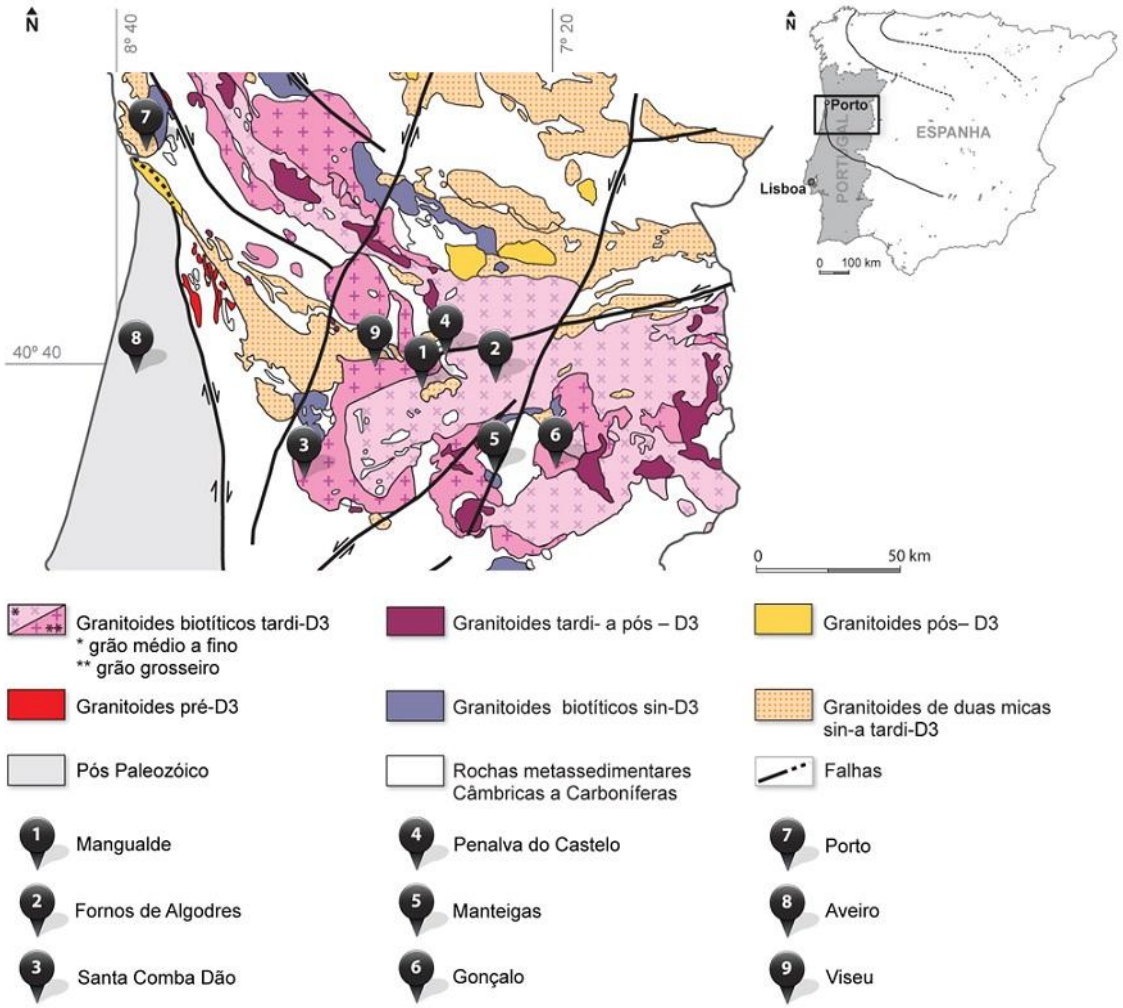


Fig. 4 - Granitos do Grande Batólito das Beiras adaptado de Sant'Ovaia, et al. 2013.

2. Geologia da área estudada

2.1. Granitos

O segmento do GBB referido no presente estudo, doravante designado por “Região de Mangualde”, compreende diferentes tipos de granitos que têm sido descritos em diferentes trabalhos.

Os granitos da região de Mangualde foram alvo de diversos estudos ao longo dos anos. Para tal, contribuiu o facto de a região ser importante no que respeita à ocorrência de recursos minerais.

O primeiro estudo foi o de Amilcar de Jesus (1931) que distinguiu e descreveu diferente fácies de granitos a saber: granito porfiroide (Mangualde, Fagilde e Mourilhe); granito de duas micas (Mesquitela e de Cunha Baixa); granito fino (Albergaria) e o gneiss granítico de Água Levada.

Oen Ing Soen (1958), no seu estudo sobre os granitos da região de Viseu, adotou a classificação da escola holandesa para os granitos portugueses e considerou que na região de Mangualde ocorriam granitos do grupo dos “Younger granites” e dos “Older granites”. No primeiro grupo incluiu os “Granitos de grão médio a grosseiro de duas micas com aspeto maciço” (Tipo VII de Schermerhorn) e nele incluiu os Granitos de Fagilde e de Mesquitela e o “granito porfiroide biotítico de grão grosseiro” (Tipo IX de Schermerhorn) o granito de Mangualde. No segundo grupo incluiu o que considerou “Granodioritos de grão fino a médio, a granitos leucocratas, equigranulares e com foliação frequentemente observável (Tipo II de Schermerhorn) como granito de Água Levada.

A JEN, no seu programa de prospeção em 1966, considerou, na região, cinco tipos de granitos: o G1- granito porfiroide de grão grosseiro (Mourilhe), o G2- Granito porfiróide de grão médio (Cunha Baixa), o G3- Granito porfiroide de grão fino (SW de Cubos) e o G5- Granito não porfiroide de grão médio a fino (Mesquitela e Albergaria).

Simões et al., (1994), no seu estudo sobre os granitos da região de Viseu, classificaram os granitos tendo já, em conta, a sua relação com D3 varisca e consideraram dois grupos, o dos granitos tardi a pós-D3 e o dos granitos pós-D3. Incluíram, no primeiro grupo, o

“Granito moscovítico-biotítico de grão médio (Granito a Sul de Mangualde) e o Granito biotítico-moscovítico, médio de tendência porfiroide (Cunha Baixa) e, no segundo grupo, o granito a granodiorito de Viseu-Mangualde (grão médio a grosseiro).

Na notícia explicativa da carta geológica à escala 1:50000, folha 17A-Viseu, todos estes granitos são classificados como “Granitoides com plagioclase cálcica tardia pós tectónicos relativamente a D3” e designados por monzogranitos. O granito de Cunha Baixa é considerado como semelhante ao de Fagilde e descrito como “Monzogranito biotítico-moscovítico de grão médio com tendência porfiroide” e são consideradas também uma fácies moscovítico-biotítica de grão médio com tendência porfiroide (granito Sul de Mangualde - Alto de Vila Garcia) e outra biotítica porfiroide de grão médio a grosseiro (Granito de Mangualde).

De referir ainda a classificação utilizada na folha 17B-Fornos de Algodres e em Azevedo (1996) em que é considerada, para a região a nascente de Mangualde, a ocorrência de um “Granito de grão fino “ (granito de Albergaria), um granito de grão médio de duas micas com esparsos megacristais (Granito da Mesquitela) e um Granito porfiroide de grão grosseiro essencialmente biotítico (Granito porfiroide das Beiras).

Apresenta-se no quadro I a síntese das diversas classificações utilizadas.

Os granitos da região de Mangualde não revelam evidências de terem sido afetados pela fase D3 varisca. Contudo em estudo precedente, Amilcar de Jesus (1934) refere a existência do que designou por “gnaisse granítico de Água Levada”, um fácies que ocorre no contacto com metassedimentos, não longe da Cunha Baixa. Oen (1970) considera este último caso como incluído no grupo dos “Older granites” e todos os restantes granitos como pertencentes ao conjunto que designou por “Younger granites”.

Adotando os critérios definidos por Ferreira et al., (1987), em que estes autores consideram as relações entre o período de instalação dos granitos e as fases de deformação variscas (D1, D2 e D3), bem como a sua mineralogia. Os granitos da região de Mangualde podem ser incluídos no grupo dos granitos sin a tardi e tardi a pós-tectónicos e por sua vez divididos em granitos biotíticos com plagioclase cálcica e granitos com duas micas. No quadro II apresenta-se a classificação adotada para as diferentes fácies cartografadas. Na figura 5 apresenta-se o mapa com a distribuição dos granitos na região de Mangualde e na figura 6 os locais onde foram colhidas amostras para estudo.

Quadro I - Comparativo das diferentes classificações utilizadas para os granitos da região de Mangualde.

A. Jesus (1931)

Granito Porfiroide (Mangualde, Fagilde e Mourilhe).

Granito de duas Micas (Mesquitela e Cunha Baixa).

Granito fino (Albergaria).

Gneiss granítico de Água Levada.

Oen (1958)

"Younger granites"

Medium grained equigranular two-mica granite of massive appearance (Tipo VII de Schermerhorn) (Granito de Fagilde e Mesquitela).

Coarsely porphyritic biotite granite (Tipo IX de Schermerhorn) (Granito de Mangualde).

"Older granites"

Fine to medium grained two mica granodiorites to granite, leucocratic, equigranular, foliation frequently observable (Tipo II de Schermerhorn)- Granito de Água Levada.

Junta de Energia Nuclear (JEN) (1966)

G1- Granito porfiroide de grão grosseiro (Mourilhe).

G2- Granito porfiroide de grão médio (Cunha Baixa).

G3- Granito porfiroide de grão fino (SW de Cubos).

G5- Granito não porfiroide de grão médio a fino (Mesquitela e Albergaria) .

Simões et al. (1994)

Granito moscovítico-biotítico de grão médio (Granito a Sul de Mangualde - Alto de Vila Garcia) (tardi a pós-F3)

Granito biotítico-moscovitico, médio de tendência porfiroide (Cunha Baixa) (tardi a pós-F3)

Granito a granodiorito de Viseu-Mangualde (grão médio a grosseiro),(Pós-F3).

Folha 17B - Fornos de Algodres

Granito de grão fino (g'_f),(Albergaria).

Granito de grão médio de duas micas com esparsos megacristais (Granito da Mesquitela).

Granito porfiroide de grão grosseiro essencialmente biotítico.

Folha 17A - Viseu

Monzogranito moscovítico-biotítico de grão médio com tendência porfiroide (Granito de Alto de Vila Garcia).

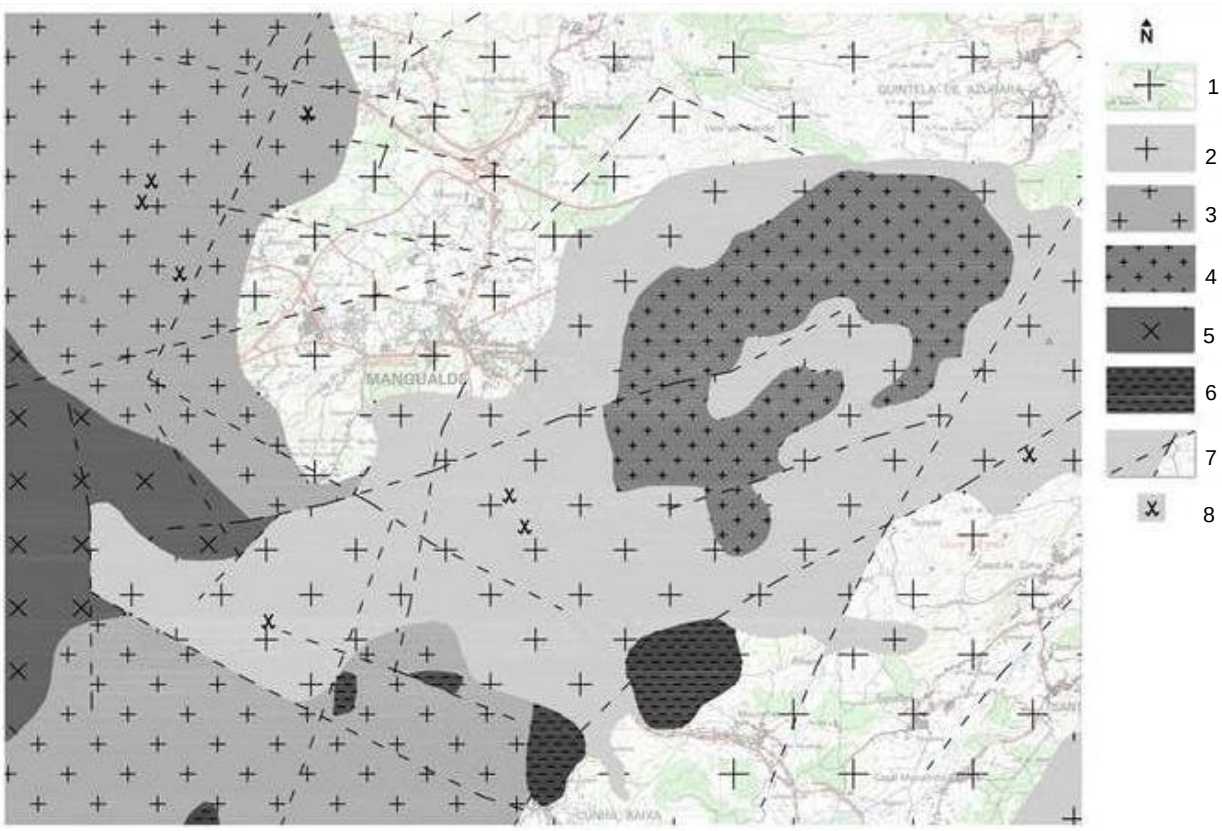
Monzogranito biotítico-moscovítico de grão médio com tendência porfiroide (Granito de Fagilde e Cunha Baixa).

Monzogranito biotítico porfiroide de grão médio a grosseiro (Granito de Mangualde).

Todos estes granitoides são considerados Granitoides, com plagioclase cálcica tardi a pós tectónicos relativamente a D3.

Quadro II - Classificação de campo dos granitos da região de Mangualde

Designação	Descrição macroscópica	Localização
Granito de duas micas (A)	Granitos de grão médio de tendência porfiroide Granitos de grão médio a fino porfiroides	Senhora do Castelo Fagilde,Cunha Baixa e Santo António dos Cabaços
Granitos biotíticos (B)	Granito porfiroide de grão médio a grosseiro Granito de grão médio porfiroide Granito de grão fino	Mangualde, Mourilhe e Santo André Alcafache Almeidinha e Albergaria



Legenda (de cima para baixo):

1- Granito porfiroide biotítico de grão médio a grosseiro; 2- Granito de duas micas de grão médio de tendência porfiroide; 3- Granito de duas micas porfiroides de grão médio a fino; 4- Granito biotítico de grão fino; 5- Granito biotítico porfiroide de grão médio; 6- Xistos do CXG; 7- Alinhamentos de fractura e falhas; 8- Ocorrências mineiras.

Fig. 5 - Mapa geológico simplificado da região de Mangualde

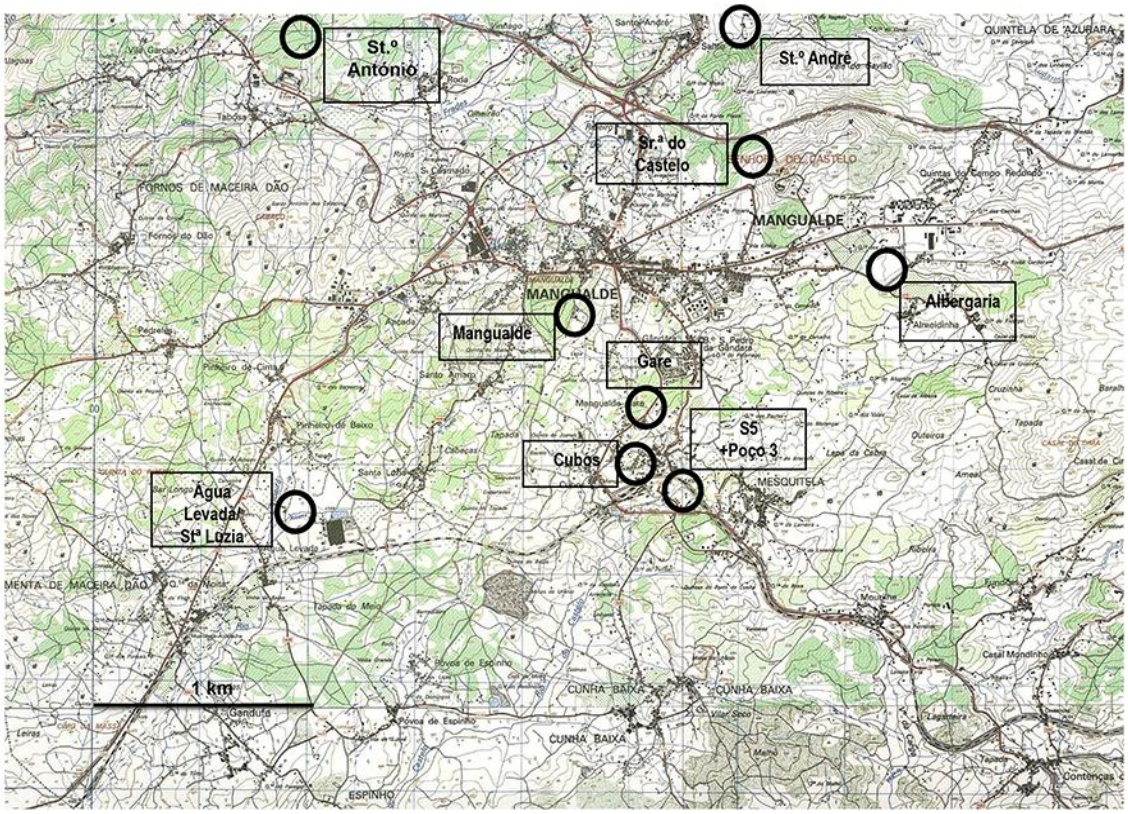


Fig. 6 - Mapa com localização das amostras estudadas no presente estudo

2.1.1. Descrição

A - Granitos de duas micas

1- Granito de grão médio de duas micas com esparsos megacristais (Granito da Senhora do Castelo)

Este é a fácies descrita por Amílcar de Jesus como granito de duas micas e como *g5* pela JEN e que corresponde a um granito não porfiroide de grão médio. Este granito é designado por (g_{MA}) por O. I. Soen que o descreve como " massive two mica granite" e como pertencente ao grupo dos "younger granites". Na folha 17B é considerado como um granito de grão médio de duas micas com esparsos megacristais e correspondendo (Granito a Sul de Mangualde) (tardi a pós-D3) = Granito Sul de Mangualde - Alto de Vila

Garcia. Na folha 17A o prolongamento desta fácies é considerado como sendo a fácies mais tardia e correspondente a um (monzogranito moscovítico-biotítico).

Incluímos nesta fácies o “Gneisse granítico de Água Levada” descrito por Amilcar de Jesus e considerado, por Oen, como um “older granite”.

Ocorre segundo um alinhamento ENE-WSW na zona central da área estudada e contorna o granito biotítico de grão fino e é contornado pelo granito biotítico porfiroide de grão médio a grosseiro de Mangualde. Com ambos tem contactos bruscos. O mesmo não acontece relativamente aos outros granitos de duas micas de Cunha Baixa e de Fagilde com os quais a passagem é gradual.

Os megacristais são muito esparsos e de pequenas dimensões e a moscovite é mais abundante que a biotite. Esta fácies está bem representada no ponto mais alto da área, no alto da Senhora do Castelo. De referir a “escamação” típica deste tipo de granito (fig.7).



Fig. 7 - Fotografia da “Escamação” típica do granito da Senhora do Castelo

Os pegmatitos são frequentes e é, nesta fácies, que se encontra encaixado, o filão pegmatítico de Chão do Castanheiro (Mesquitela).

2 - Granito biotítico-moscovítico de grão médio a fino com tendência porfiroide (Granitos de Fagilde, Cunha Baixa e Santo António dos Cabaços).

O granito, que aflora na freguesia de Cunha Baixa, é considerado por Amílcar de Jesus como sendo idêntico ao granito de Mesquitela, isto é, o que designa por "granito de duas micas". Porém, na folha 17A - Viseu este granito é considerado como sendo de tipo idêntico ao que aflora na região de Fagilde (monzogranito biotítico-moscovítico de grão médio com tendência porfiroide). Na folha 17-B o granito é considerado como porfiroide de grão grosseiro essencialmente biotítico. De referir que o granito de Fagilde é considerado por O. I. SOEN como sendo muito idêntico ao granito de Mesquitela (a sul de Mangualde). Ocorrem a sul, na região da Cunha Baixa, onde intrui metassedimentos e onde ocorrem mineralizações de urânio e a NW na região de Fagilde e de Santo António dos Cabaços. O carácter porfiroide é irregular e os megacristais são de pequenas dimensões. A biotite e a moscovite ocorrem em quantidades idênticas. De assinalar a ocorrência de antigos trabalhos mineiros para exploração de filões com estanho e volfrâmio.

B - Granitos biotíticos

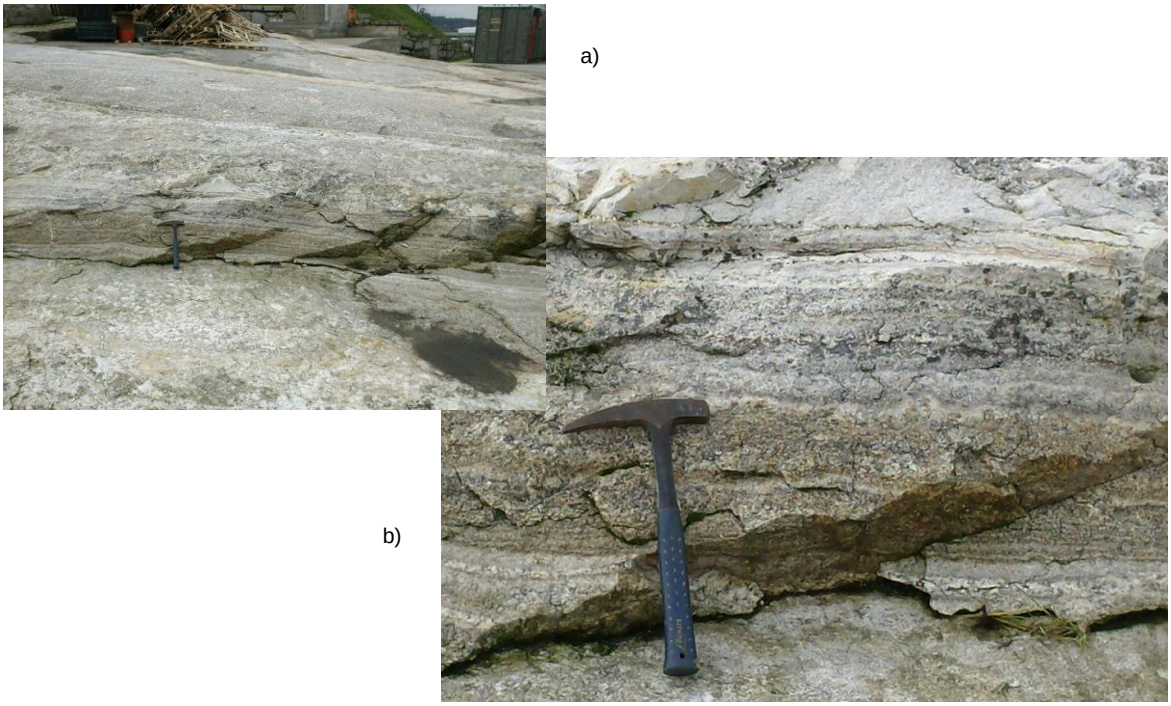
1- Granito porfiróide de grão médio a grosseiro (Granito de Mangualde).

Trata-se do Granito porfiroide de Amilcar de Jesus ou *g1* da JEN – Junta de Energia Nuclear ou *gcp* de O. I. SOEN; Granito a granodiorito de Viseu-Mangualde (grão médio a grosseiro) (Pós-D3) = Monzogranito biotítico porfiróide de grão médio a grosseiro (tardi a pós-D3). Este granito é porfiroide biotítico e apresenta uma variação de fácies de grão médio a grão grosseiro. Amilcar de Jesus não distingue a fácies de grão médio da de grão grosseiro e, por isso, considera o granito de Fagilde semelhante ao granito de Mangualde (*gmg* – folha 17A) e ao de Mourilhe (folha 17-B). É o tipo de granito que aflora na cidade de Mangualde, nomeadamente na zona do atual quartel dos bombeiros, e também a SE na região de Mourilhe. Os megacristais são abundantes e bem desenvolvidos e definem, no seu conjunto, um alinhamento magmático ENE-WSW, (fig.8) e, por vezes, apresenta cor rosea (fig. 9). Os encraves negros de rochas microgranulares são frequentes. São frequentemente cortados por filões de pegmatitos com quartzo, feldspato potássico e

turmalina e também por filões de granito de duas micas,(fig.9). O contacto com o granito da Senhora do Castelo é nítido.



Fig. 8 - Fotografia do “Granito de Mangualde”, facies de grão médio porfiroide com lineação magmática (N60ºE) associada, espacialmente, a uma fácies com raros megacristais



a)

b)

Fig. 9 - Soleira de aplito pegmatito (a) e de granito de grão fino a cortar o granito de Mangualde (b)

2 - Granito de grão médio porfiroide (Granito de Alcafache)

Trata-se de um granito descrito na folha 17 A - Viseu como sendo um monzogranito biotítico porfiroide de grão médio, por isso diferente do granito de Mesquitela por este ter duas micas. É uma fácies escassa na área de Mangualde e que ocorre principalmente na zona W da área estudada em contacto com os granitos de duas micas de grão médio a fino porfiroides. A sua representatividade é maior a W da área estudada, nomeadamente em Alcafache, correspondente a uma fácies, de granito biotítico com alguma moscovite e com caráter porfiroide que é irregular e que representa uma fácies interna do Batólito das Beiras (Ferreira et al., 2010).

3 - Granito de grão fino essencialmente biotítico (Granito de Albergaria).

Esta é a fácies designada por " granito fino" por Amílcar de Jesus. Os geólogos da JEN não a distinguem da do granito de Mesquitela.

Na folha 17B este granito é designado por granito de Almeidinha – granito de grão fino essencialmente biotítico e considerado como ante-tectónico relativamente a D3. Está representado numa mancha que ocorre na zona central da área estudada em Albergaria e que é recortada pela ribeira de Almeidinha. O contacto com o granito de duas micas da Senhora do Castelo é brusco. A biotite é mais abundante que a moscovite e confere à rocha uma orientação ENE-WSW.

2.1.2. Petrografia

Damos particular atenção aos diferentes tipos de granitos aflorantes na região de Mangualde e que designamos por Senhora do Castelo, Santo António dos Cabaços, Albergaria e de Santo André. O local das amostras está representado na fig.6. Como se pode verificar, foram também amostrados outros pontos para estudo petrográfico e/ou geoquímico, nomeadamente, na Gare de Mangualde, em Cubos, em Mesquitela (Mangualde) e em Santa Luzia.

As amostras: da Senhora do Castelo, Sondagem 5 (Mesquitela), poço 7, Gare e Água Levada foram colhidas na mancha dos granitos biotítico-moscovíticos de grão médio; as de Santo António dos Cabaços na dos granitos biotítico-moscovíticos de grão médio de

tendência porfiroide; as de Albergaria na do granito biotítico de grão fino e as de Santo André na do granito biotítico porfiroide de grão médio (granito de Mangualde).

Todas as amostras estudadas possuem quartzo, plagioclase, feldspato potássico, biotite e moscovite como minerais principais. A biotite é o único mineral silicatado máfico presente. Há fácies em que a percentagem de moscovite é maior que a de biotite.

Quantidades acessórias de turmalina, apatite, topázio, zircão, ilmenite podem estar presentes.

Os granitos estudados raramente mostram xenólitos de rochas metassedimentares ou encraves microgranulares de rochas máficas. Neste último caso, exceptua-se a fácies porfiroide de Mangualde.

A - Granito de duas micas

1 - *Granito de grão médio de duas micas com esparsos megacristais* (Granito da Senhora do Castelo)

As amostras representativas desta fácies foram colhidas em vários locais: no morro da Senhora do Castelo (SC); na Sondagem 5 (S5), (mais concretamente aos 88,00m da Sondagem S5, realizada pelo SFM em Mesquitela, junto ao poço 1), no poço 3, no hasteal da galeria onde foi explorado o filão pegmatítico, no poço 7 e junto à estação de caminho de ferro de Mangualde (Gare).

"Granito da Senhora do Castelo - SC"

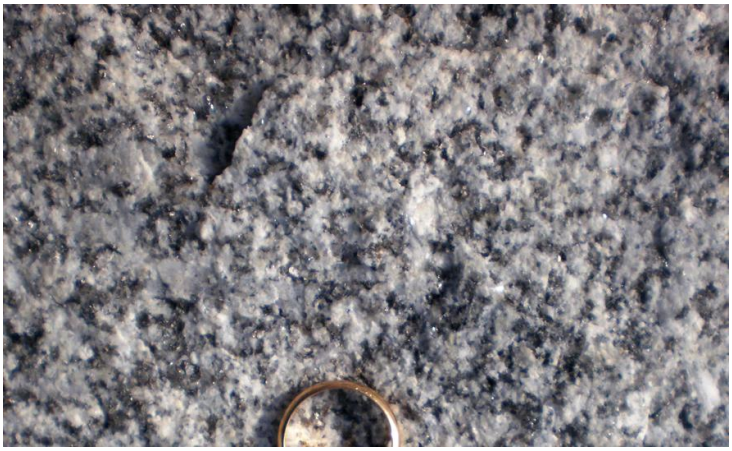


Fig. 10 - Granito da Senhora do Castelo

Descrição macroscópica

Rocha de cor clara e de granularidade média em que são visíveis: quartzo, feldspatos, biotite e escassa moscovite (fig. 10).

Descrição microscópica

O estudo microscópico revela também a presença de clorite, opacos, fluorite, topázio, rútilo e zircão.

Quartzo – É o mineral mais abundante e ocorre em cristais anédricos de dimensões variáveis. Os cristais de maiores dimensões apresentam extinção ligeiramente ondulante e incluem vários outros minerais, nomeadamente, biotite e plagioclase. De referir a abundância de planos de inclusões fluídas (Estampa I,fig. 1 e 1a). As mirmequites são raras.

Plagioclase – Ocorre em duas gerações, sendo a primeira muito alterada (Estampa I, fig.2 e 2a). Apresenta-se, fundamentalmente, sob as seguintes formas: a) cristais subédricos de maiores dimensões com maclagem grosseira, que se apresentam alterados e, em geral, pouco zonados pois, quando zonados, a alteração é mais evidente na zona central, vendo-se pequenos cristais de moscovite; b) em cristais subédricos pouco alterados e exibindo fina maclagem (albite).

Feldspato potássico - é menos frequente que a plagioclase. Apresenta-se em cristais subédricos de ortoclase, não pertítica, por vezes com macla de Carlsbad e microclina. Em ambos os casos a alteração não é muito evidente. A ortoclase tende a apresentar-se sob a forma de pequenos megacristais, conferindo à rocha uma tendência porfiroide. Estes últimos incluem cristais na matriz, nomeadamente plagioclase e biotite.

Biotite – Ocorre em lâminas isoladas (Estampa I, fig. 2 e 2a) ou associadas à moscovite rica em inclusões de zircão com típicos halos pleocroicos. Ocorre, frequentes vezes, cloritizada e associada a opacos e rara fluorite.

Moscovite - Ocorre sob a forma de cristais associados à biotite (moscovite I) e em cristais tardios (moscovite II) associada com quartzo e, por vezes, em associação simplectítica com a microclina, em palhetas sobre a plagioclase.

Topázio - ocorre em raros cristais ,associado a quartzo e moscovite, caracterizados por conterem abundantes inclusões fluídas (Estampa I, fig.3 e 3a) bem como agulhas de rútilo.

Granito da "Sondagem S5" (Mesquitela)



Fig. 11 - Granito da Sondagem "S5"

Descrição macroscópica

Este granito comparativamente com o granito da Senhora do Castelo apresenta uma textura granular mais fina e evidencia maior percentagem de biotite.

Descrição microscópica

Quartzo - Com extinção mais ondulante. O quartzo mais tardio com inclusões fluídas é menos frequente que no granito SC.

Plagioclase - está menos alterada que em SC.

Feldspato potássico - é uma ortoclase pouco alterada e pouco pertítica (Estampa II, fig. 4). A microclina é mais escassa que na fácies de Senhora do Castelo.

Biotite - Mais abundante e com muitos halos pleocroicos de zircão e, por vezes, cloritizada (Estampa II, fig. 5).

Moscovite - Apresenta-se, principalmente, sob a forma de moscovite tardia, quer a substituir a plagioclas (Estampa II,fig.6) quer em agregados associados a quartzo (Estampa II, fig.7).

Segue-se, (Quadro III), a descrição da sondagem S5 do Poço nº1, com 90,60m de fundo.

Quadro III - Descrição da sondagem S5 do Poço nº1

Intervalo de Observação	**Sondagem S 5 - Poço nº 1**
0,00 até **0,35**	Solo
0,35 até **0,60**	Granito de duas micas, fino alterado e fracturado;
0,60 até **0,95**	Granito de duas micas fino;
0,95 até **1,73**	Pegmatito alterado;
0,95 até **2,10**	Pegmatito;
2,10 até **9,88**	Granito fino embora sejam visíveis vénulas de pegmatito;
9,88 até **14,30**	Pegmatito com feldspato, muito quartzo e alguma moscovite;
14,30 até **14,86**	Aplito com a particularidade de ter granadas milimétricas;
14,86 até **25,82**	Aplito com granito de duas micas de grão médio com vestígios de Pegmatito;
25,82 até **27,85**	Granito de duas micas, grosseiro, com vestígios de pegmatito;
27,85 até **34,65**	Granito de duas micas de grão médio;
34,65 até **35,50**	Granito de grão fino rico em moscovite;
53,50 até **35,83**	Quartzo com algum feldspato;
35,85 até **40,81**	Granito de duas micas de grão médio a grosseiro;
40,81 até **44,50**	Zona de granito mais alterado e vermelho com feldspato avermelhado. Granito biotítico de tendência porfiróide;
44,50 até **46,00**	Granito de duas micas de grão fino;
46,00 até **47,50** **47,50** até **50,00** **50,00** até **51,53**	Granito biotítico alternando com granito porfiróide de grão médio, Granito fino moscovítico (47,50-50,00);
51,53 até **57,90**	Zona de falha,
51,53 até **56,31**	Zona de granito com rubefação, também zona de fraturas mais visíveis dos 52,00 aos 53,50;
56,31 até **66,20**	Granito de grão médio de duas micas. De referir que aparece algum pegmatito com granada;
66,20 aos 85,40	Massa pegmatítica com granadas grandes e biotite (feldspato potássico, granada e pouca biotite);
	Nota: Intercalado no pegmatito algumas apófises de granito biotítico como por exemplo dos 71,70 aos 72,40, dos 74,35 até aos 75,75 e dos 79,50 aos 81,00 com micas empacotadas. O feldspato potássico, quartzo, moscovite e alguma biotite surgem na caixa número quarenta. As rochas estão frescas e o feldspato de primeira qualidade típico desta formação. O pegmatito não parece deformado e tem boa recuperação num cálculo de reservas;
85,40	Começam a aparecer mais intercalações de granito moscovitizado;
87,00 até **90,60**	Granito biotítico de grão médio a fino de tendência porfiróide – **Granito da "Sondagem S5** – Mesquitela (**amostra**); Fim da sondagem aos 90,60 m.

Granito do "Poço 3"

Descrição macroscópica

A amostra é de uma rocha leucocrata de grão médio a grosso com placas de moscovite e com biotite escassa.

Descrição microscópica

Quartzo – apresenta-se em duas gerações: uma mais precoce, exibindo extinção ondulante e outra mais tardia, em que corrói a plagioclase (Estampa III, fig.8). Este último quartzo exibe zonamento marcado por inclusões fluidas primárias e inclusões secundárias de muito pequena dimensão, em alinhamentos (Estampa III, fig. 9). É ainda observável quartzo em fraturas tardias.

Plagioclase - ocorre em cristais zonados de maiores dimensões e parcialmente alterados (Estampa III, fig.10) e por vezes com maclas deformadas (Estampa III, fig.11). Ocorre também em cristais mais pequenos não alterados.

Feldspato potássico - em pouca quantidade. A moscovite é tardia e ocorre principalmente em fraturas. A biotite é rara. Muito acessoriamente ocorre turmalina associada à moscovite (Estampa III, fig.12) e granada - (Estampa III, fig.13).

Granitos do "Poço 7" e da "Gare- Mangualde"

Tal como já referenciado por Amilcar de Jesus (1931), por vezes, a moscovite tem mais expressão em algumas fácies. Este mesmo autor refere a existência de uma fácies caracterizada pela abundância da moscovite no que designou por "Pedreira de Cubos" localizada junto ao que veio depois a designar-se por "poço 7" ou "Poço do Rochelle". Além da moscovite, aquele autor descreve, em Cubos, a ocorrência de granadas numa rocha "listrada" em que o quartzo também é abundante e a ortoclase mais escassa que a plagioclase.

Com o intuito de observar as características microscópicas de granitos que ocorrem na zona do "poço 7" ou "Poço do Rochelle", isto é, no sector mais a NW do filão explorado

colhemos duas amostras: 1 - uma no “poço 7” que corresponde a duas fácies: uma de grão fino (P7-a), figura 12 e outra de grão médio (P7-b) - na zona da estação de Mangualde (Gare).



Fig. 12 - Granito do poço 7

Descrição macroscópica

Rocha de grão médio a fino de duas micas.

Descrição microscópica

Quartzo – ocorre, quer em cristais com extinção ondulante, quer em gotículas no seio do feldspato potássico (Estampa IV, fig.14).

Plagioclase - ocorre em duas gerações. Uma apresenta-se alterada, fragmentada e a ser moscovitizada (Estampa IV, fig.15). A outra corresponde a uma plagioclase mais albítica.

Feldspato potássico – são a ortoclase e microclina, esta, mais tardia.

Biotite - possui muitos halos pleocroicos e ocorre associada à apatite (Estampa IV, fig. 16).

Moscovite - é tardia relativamente aos outros minerais e, por vezes, ocorre associada a uma geração de quartzo (Estampa IV, fig 17).

Turmalina – está presente e aparenta ser tardia e associada a uma moscovite tardia (Estampa IV, fig. 18).

Comparando a petrografia das diferentes amostras fácies do granito de grão médio verifica-se que os granitos aparentam ter mais plagioclase que feldspato potássico. A albite é mais abundante na amostra da Senhora do Castelo. As fácies correspondentes ao granito da sondagem S5 (Mesquitela), poço 7 e Gare de Mangualde são menos ricos em moscovite, em quartzo com IF que o granito da SC.

Em termos de minerais acessórios, observamos o topázio (Senhora do Castelo), turmalina (poço 3 e poço 7) e granada na fácies do "poço 3".

2 - Granito biotítico-moscovítico de grão médio a fino com tendência porfiroide (Granitos de Fagilde e de Cunha Baixa).

Para estudo desta fácies colhemos amostras nas pedreiras de Santo António dos Cabaços.

Granito de Santo António dos Cabaços



Fig. 13 - Granito de Santo António dos Cabaços

Descrição macroscópica

Trata-se de uma rocha leucocrata, de grão médio, com transições, quer para grão fino, quer para grão grosseiro, onde se destacam alguns cristais maiores de feldspato

potássico, quartzo em glóbulos e algumas placas milimétricas de moscovite. De referir a ocorrência de pequenas bolsadas com feldspato potássico e turmalina.

Descrição microscópica

Revela uma textura não orientada em que o principal mineral da matriz é um quartzo granular. Dessa matriz sobressaem principalmente cristais xenomorfos de quartzo e de feldspato potássico, denotando uma tendência porfiroide. Além destes minerais é de referir a presença de plagioclase em cristais alterados, biotite, moscovite, clorite e zircão.

Quartzo - ocorre em cristais de pequenas dimensões associado a outros minerais que constituem a matriz (Estampa V, fig. 19) e ocorre também incluso na ortoclase. Contudo ocorre em cristais de maiores dimensões que, tal como os da matriz, exibem extinção ondulante.

Plagioclase - apresenta-se alterada e zonada, e tem uma composição média que corresponde a uma oligoclase (12% An). O centro dos cristais está mais alterado e nele se desenvolvem pequenos cristais lamelares de moscovite. De referir a ocorrência de orlas menos alteradas de composição diferente que correspondem a albites.

Feldspato potássico - é uma ortoclase e ocorre em cristais mais desenvolvidos que os da oligoclase e engloba, frequentes vezes, cristais desta última. A ortoclase é pertítica (Estampa V, fig. 20) e a partir das pertites cresceram albites mais tardias (albitização) (Estampa V, fig. 21). Por vezes, observa-se alguma microclinização.

Biotite - é menos abundante que a moscovite. Possui numerosas inclusões de zircão com halos pleocroicos. Transforma-se em clorite com a mesma orientação ótica. Associada à clorite ocorre, por vezes, esfena e opacos.

Moscovite – substitui, quer a plagioclase, quer a ortoclase e nestas circunstâncias os cristais são de pequenas dimensões. Ocorre também em cristais que se associam estreitamente aos de biotite e em placas maiores (moscovite II) que se sobrepõem a minerais anteriores (Estampa V, fig. 22).

Amílcar de Jesus descreveu o que designou por **"**Granito de Água Levada" como correspondente ao que designou por "Gneiss granítico". O. I. Soen considera essa fácies como correspondente a um "fine to medium grained two-mica granite" e que incluiu nos

“older granites”. Contudo, na folha 17A – Viseu este granito é considerado como idêntico ao de Cunha Baixa.

“Granito de Água Levada / Santa Luzia”



Fig. 14 - Granito de Água-Levada

Descrição macroscópica

Trata-se de uma rocha orientada de grão fino, com alinhamento marcado por biotite plagioclase e moscovite.

Descrição microscópica

Revela uma rocha de textura orientada, sendo a orientação principalmente conferida pelos cristais de biotite, moscovite e plagioclase (Estampa VI, fig. 23).

Quartzo - apresenta-se em cristais xenomorfos de pequena dimensão e com extinção ondulante (Estampa VI, fig. 24).

Ortoclase - ocorre relativamente fresca, com extinção ondulante, e com frequentes inclusões de quartzo e de plagioclase, esta, mais alterada. Por vezes, está ligeiramente microclinizada e exibe macla Carlsbad (Estampa VI, fig. 24).

Plagioclase - é uma oligoclase e ocorre mais alterada que o feldspato potássico.

Biotite - é frequente, com inclusões de zircão que implicam halos (Estampa VI, fig. 25), e ocorre, por vezes, cloritizada.

Moscovite - em grandes placas (moscovite II) é frequente, principalmente, associada a quartzo (Estampa VI, fig. 26).

A comparação da descrição petrográfica apresentada por Amilcar de Jesus com a descrição petrográfica de exemplares por nós colhidos, leva-nos a considerar esta fácies como uma fácies deformada do granito de Santo António dos Cabaços.

B - Granitos biotíticos

1- **Granito porfiroide de grão médio a grosseiro** (Granito de Mangualde).

Para estudo deste granito foram colhidas amostras em Santo André ou alto de Santo André na estrada de Mangualde para Penalva do Castelo.



Fig. 15 - Granito porfiroide de grão médio a grosseiro

Descrição macroscópica

Trata-se de um granito nitidamente porfiroide, onde megacristais centimétricos de feldspato potássico se destacam de uma matriz de grão médio a grosseiro e onde o

quartzo e a biotite estão bem representados. Trata-se de uma rocha cinzenta azulada, quando fresca, sendo de referir a escassez de moscovite.

Descrição microscópica

Revela uma rocha em que a matriz é contituída por oligoclase, quartzo, biotite, zircão e apatite de onde se destacam megacristais de ortoclase.

Quartzo - ocorre em cristais de maiores dimensões que rodeiam os cristais dos outros minerais. É de expressão tardia e é relativamente pouco abundante.

Feldspato potássico - é o feldspato mais abundante. Trata-se de uma ortoclase pertítica que ocorre em cristais desenvolvidos, com frequente macla Carlsbad, que englobam, frequentes vezes, cristais da matriz. Observa-se frequente substituição por microclina (microclinização).

Plagioclase - ocorre sob diversas formas em cristais independentes com macla, segundo a lei da albite, que correspondem a oligoclases que são, frequentemente, zonadas e que,no contacto com a ortoclase, exibem frequentes texturas mirmequíticas; ocorre também em cristais de albite que crescem a partir de pertites no seio da ortoclase (albitização) ou em cristais isolados no seio dos megacristais de ortoclase.

Biotite - é abundante. Possui numerosas inclusões de zircão com halos pleocroicos. Transforma-se, frequentemente, em clorite. Associada à clorite ocorre, por vezes, esfena e opacos.

Moscovite - é rara e a apatite é relativamente frequente.

2 - Granito de grão fino essencialmente biotítico. (Granito de Albergaria ou Granito de Almeidinha)

Foram colhidas amostras numa pequena pedreira junto ao Ecoponto de Mangualde e também junto à ribeira de Almeidinha.



Fig. 16 - Granito fino de Almeidinha

Descrição macroscópica

Trata-se de uma fácies de grão fino com biotite com orientação muito ténue.

Descrição microscópica

Quartzo – Ocorre em cristais com extinção ondulante. Os limites dos cristais apresentam contornos irregulares, quer suturados quer rectilíneos. Ocorre também incluso nos cristais de ortose. Contudo, há quartzo posterior à plagioclase e à biotite pois estes minerais ocorrem no seu interior. É frequente o quartzo em associação mirmequítica com plagioclase (Estampa VII, fig. 27).

Feldspato potássico - é ortoclase em cristais geminados segundo a lei de Carlsbad (Estampa VII, fig.27) e transformada, muitas vezes, em microclina. Os cristais estão, em geral, pouco alterados e apresentam extinção ondulante.

Plagioclase – ocorre idiomórfica, livre ou englobada na ortose, com geminação lamelar. Atendendo ao ângulo de extinção, considerou-se ser uma oligoclase e moscovitizada principalmente no núcleo (Estampa VII, fig. 28)**.**

Biotite - é posterior à plagioclase e apresenta-se, muitas vezes, transformada em clorite. (Estampa VII, fig. 29 e 30) e posterior à plagioclase.

Moscovite - é pouco abundante e ocorre associada à plagioclase ou à ortose, resultando da alteração destes feldspatos (Estampa VII, fig. 29).

ESTAMPAS de I a VII – Microfotografias dos granitos da zona de Mangualde.

Estampa I - Granito da Senhora do Castelo

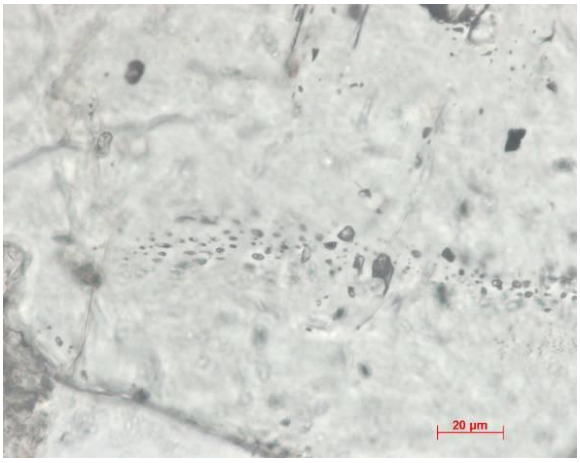


Foto 1

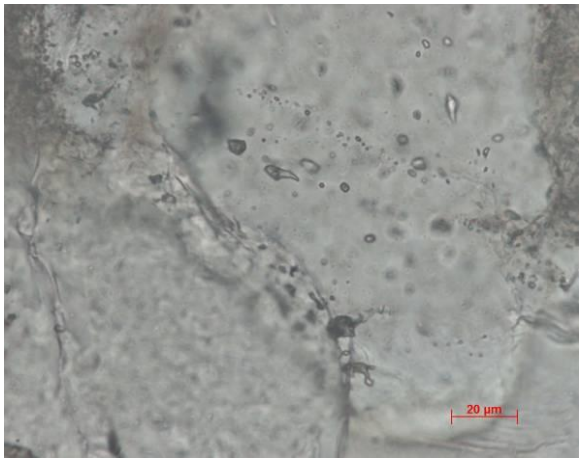


Foto 1a

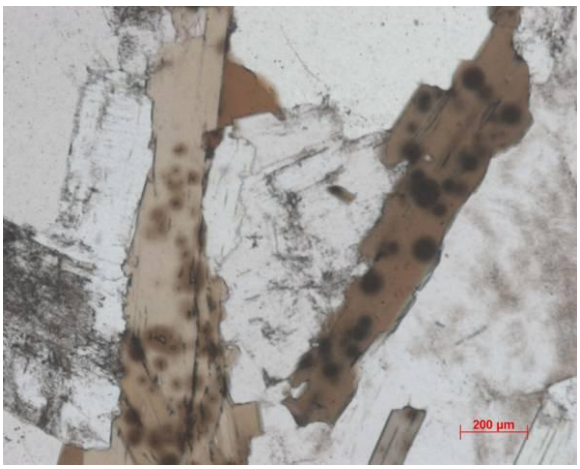


Foto 2

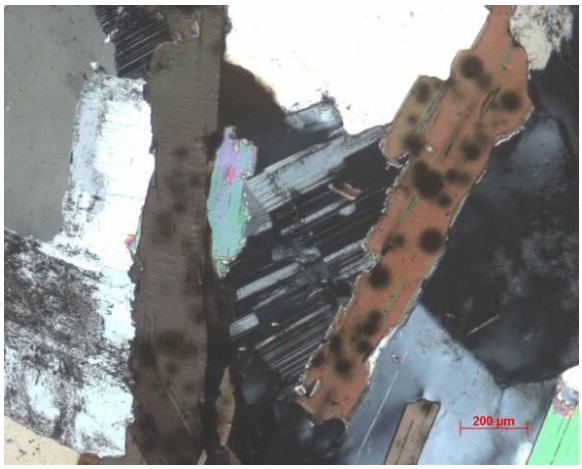


Foto 2a

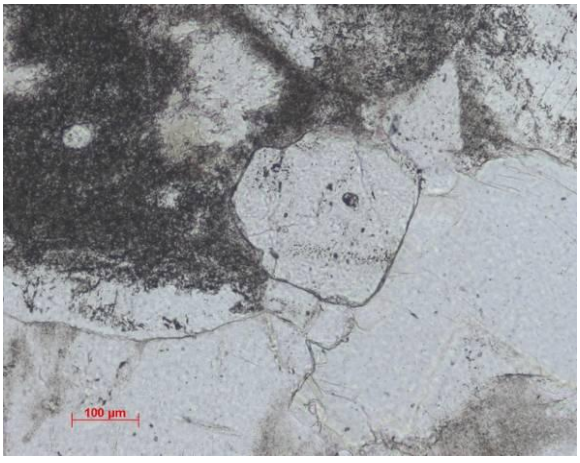


Foto 3

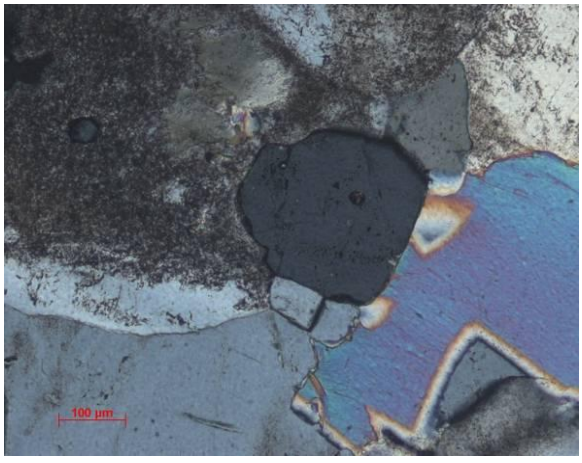


Foto 3a

Foto 1- Inclusões fluídas em Quartzo, N//; **Foto 1a-** Idem, NX.
Foto 2 - Visíveis duas gerações de Plagioclase e cristais de biotite rica em halos pleocroicos,N//; **Foto 2a** – Idem, NX.
Foto 3 - Quartzo, Topázio, Moscovite II e Plagioclase alterada N//; **Foto 3a** – Idem, NX.

Estampa II - Granito S5 (Mesquitela)

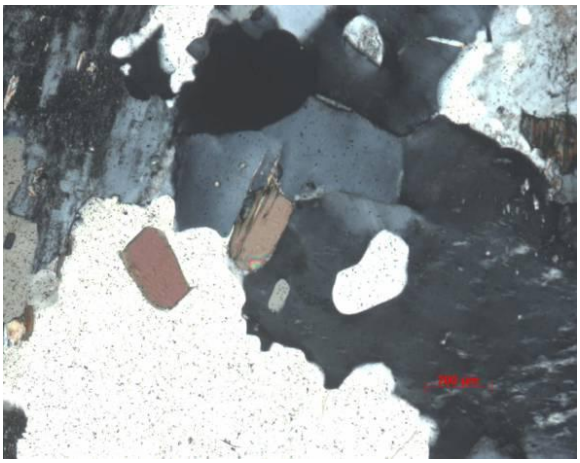


Foto 4

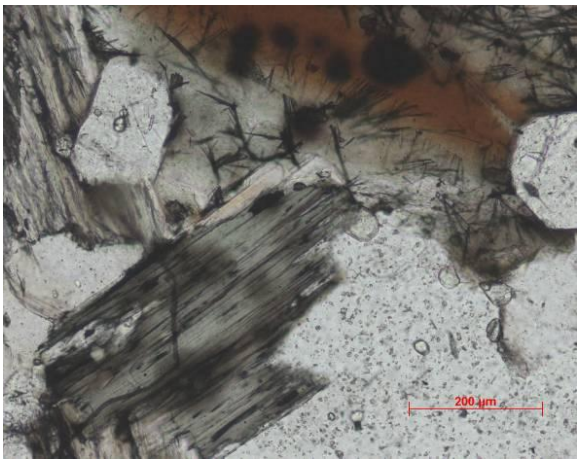


Foto 5

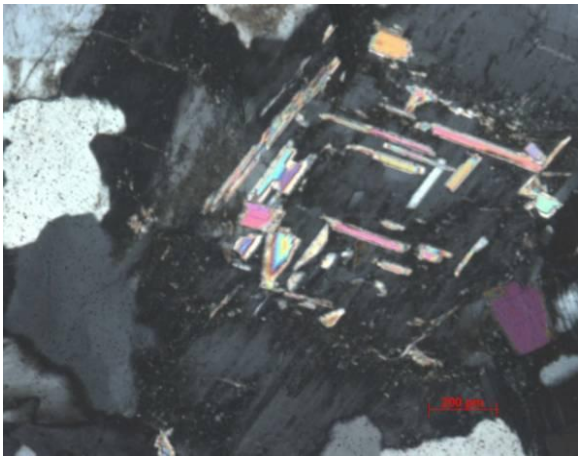


Foto 6

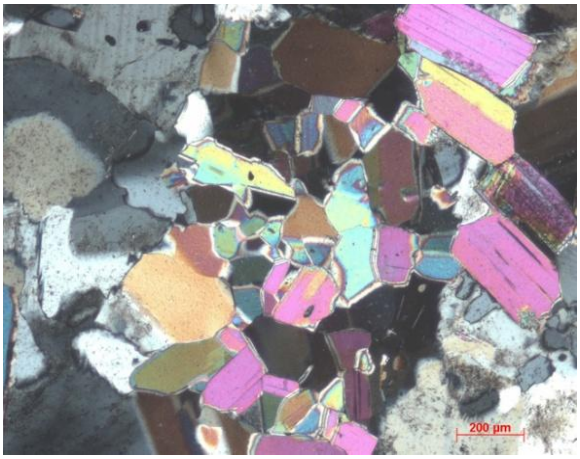


Foto 7

Foto 4 - Quartzo, feldspato pouco pertítico, plagioclase (alterada), NX.
Foto 5 - Biotíte cloritizada associada a rútilo e apatite, N//.
Foto 6 - Moscovitização da plagioclase.
Foto 7 - Aglomerados de moscovite tardia.

Estampa III - Granito do Poço 3

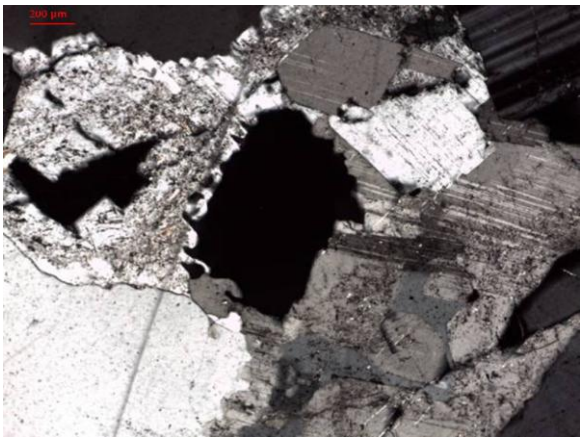


Foto 8

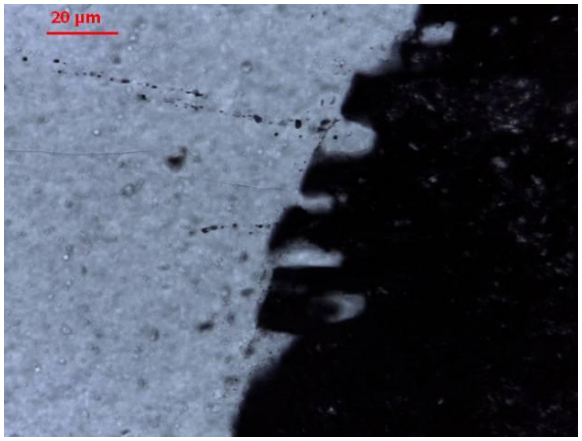


Foto 9

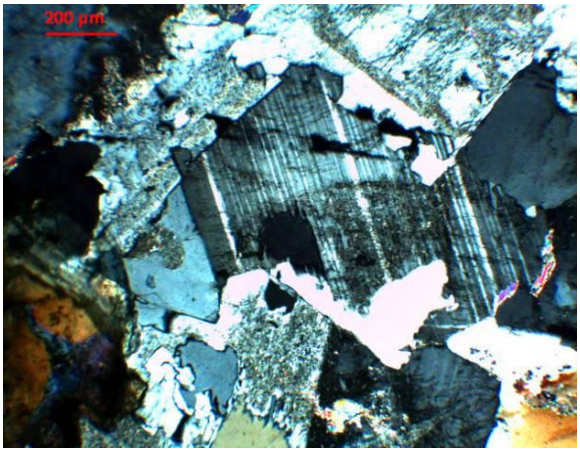


Foto 10

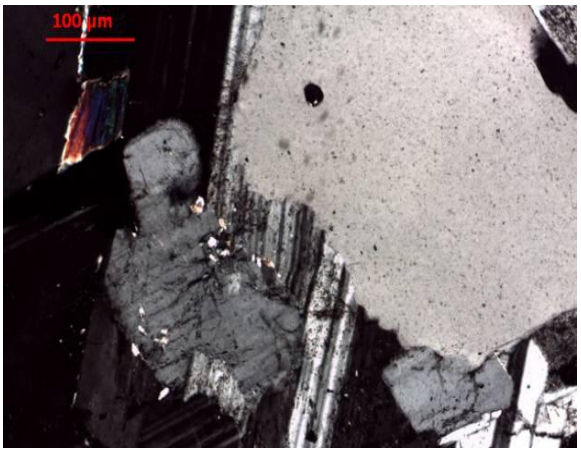


Foto 11

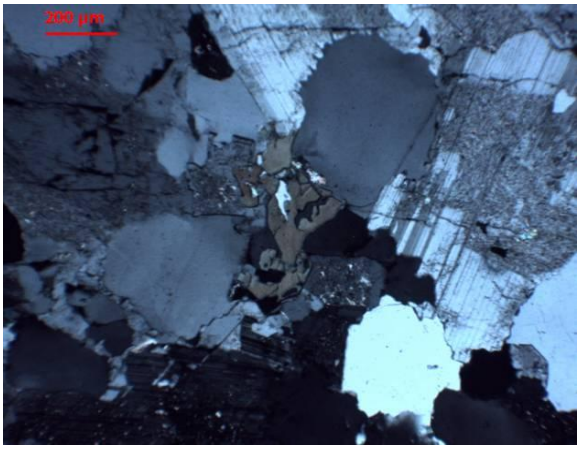


Foto 12

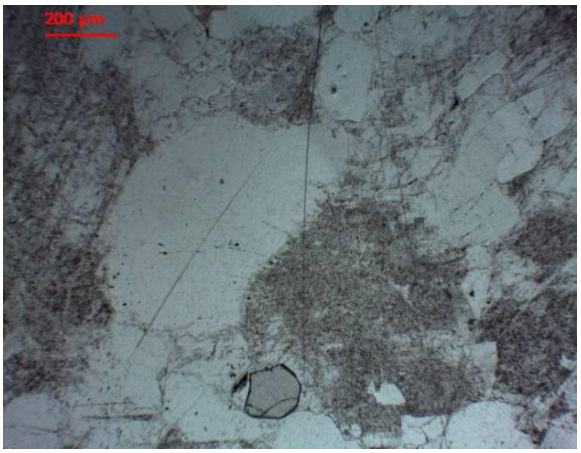


Foto 13

Foto 8 - Plagioclase zonada em contacto com quartzo, NX.
Foto 9 - Contacto quartzo-plagioclase, observando-se inclusões em alinhamentos, NX.
Foto 10 - Plagioclase em cristal zonado em contacto com quartzo mais tardio, NX.
Foto 11 - Plagioclase com maclas deformadas em contacto com quartzo, NX.
Foto 12 - Quartzo, plagioclases e turmalina, NX.
Foto 13 – Quartzo, plagioclase e feldspato potássico alterado e pequena granada, N//.

Estampa IV - Granitos do Poço nº 7 e Gare

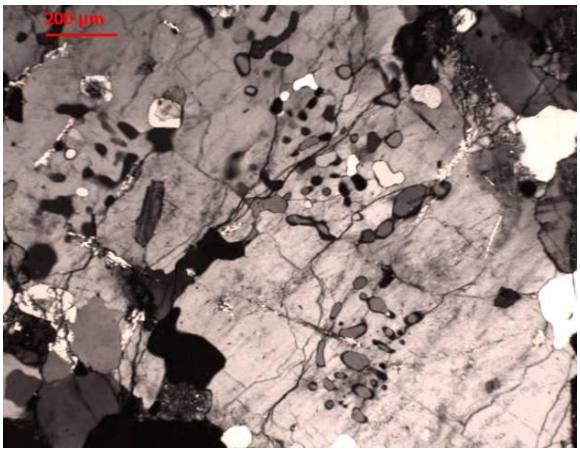


Foto 14

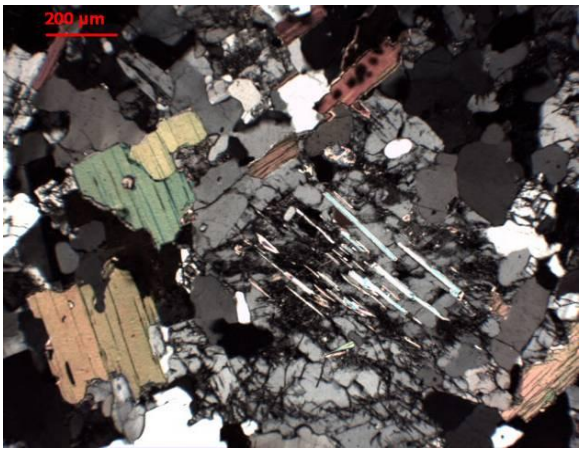


Foto 15

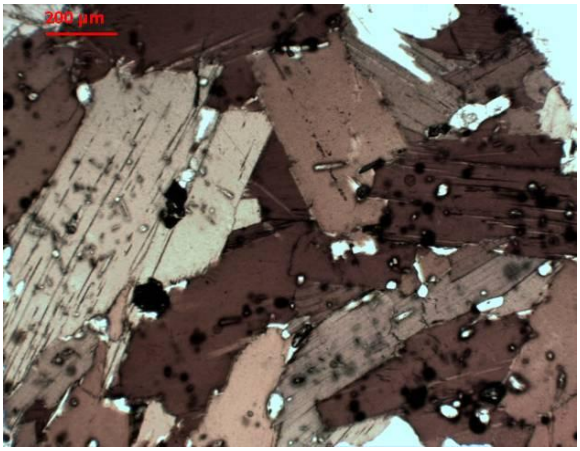


Foto 16

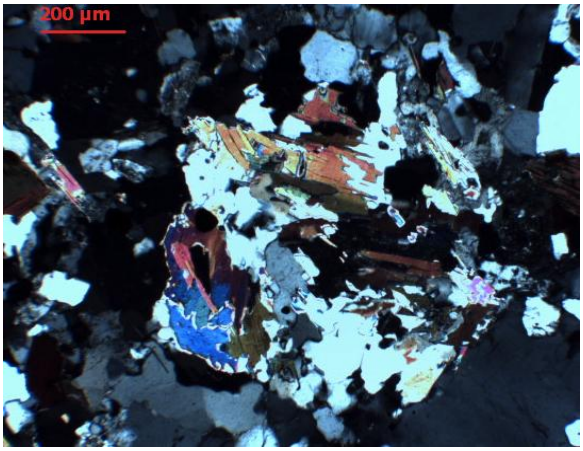


Foto 17

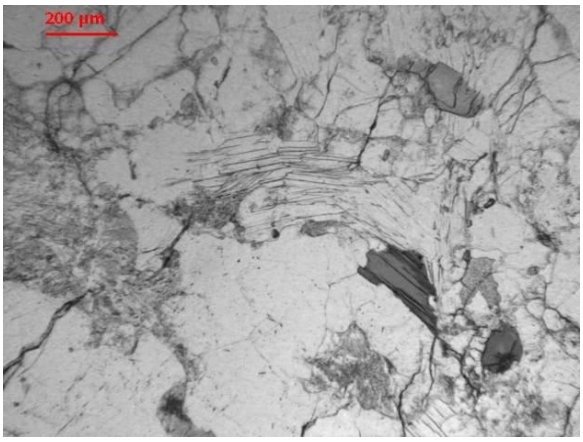


Foto 18

Foto 14 - Gotículas de quartzo no feldspato K em, N//.
Foto 15 - Plagioclase a ser moscovitizada NX.
Foto 16 - Ninho de biotite, N//.
Foto 17 - Agregados de moscovite e quartzo, NX.
Foto 18 - Turmalina e moscovite, N//.

Estampa V - Granito de Santo António dos Cabaços

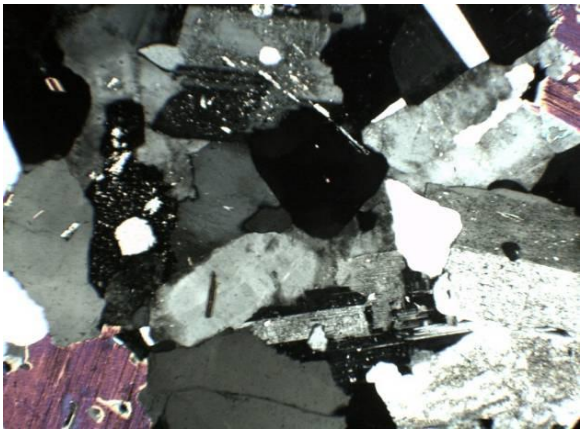


Foto 19

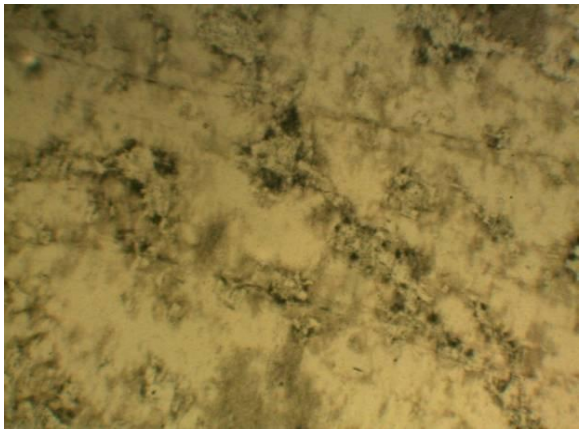


Foto 20

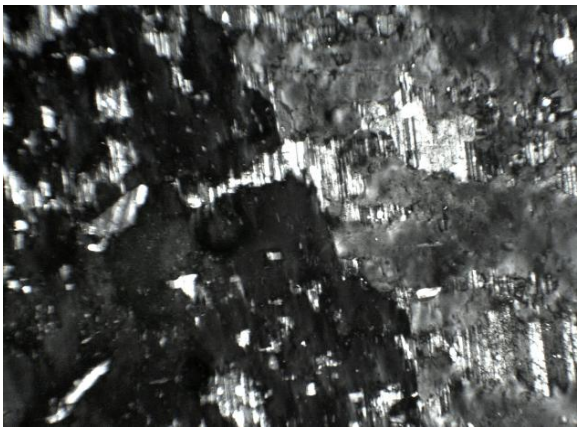


Foto 21

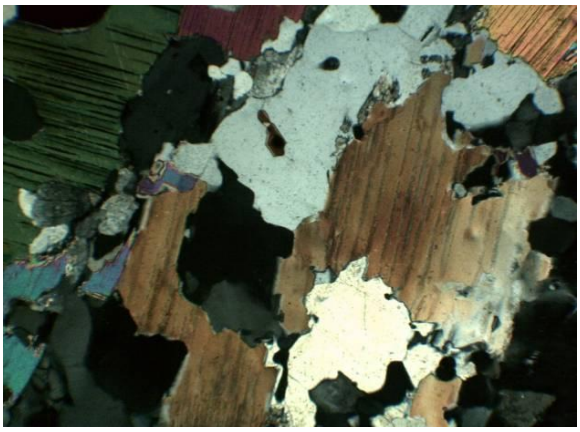


Foto 22

Foto 19 - Quartzo com cristais de pequenas dimensões associado a outros minerais que constituem a matriz.
Foto 20 – Ortoclase pertítica.
Foto 21 – Albitização do feldspato potássico.
Foto 22 – Moscovite II sobrepõe-se a minerais anteriores.

Estampa VI - Granito de Água Levada/Stª Luzia

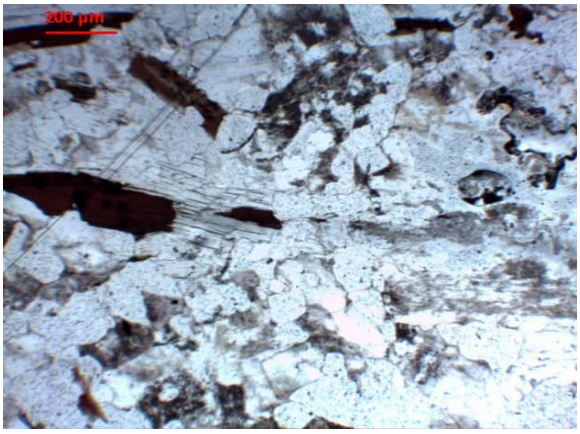


Foto 23

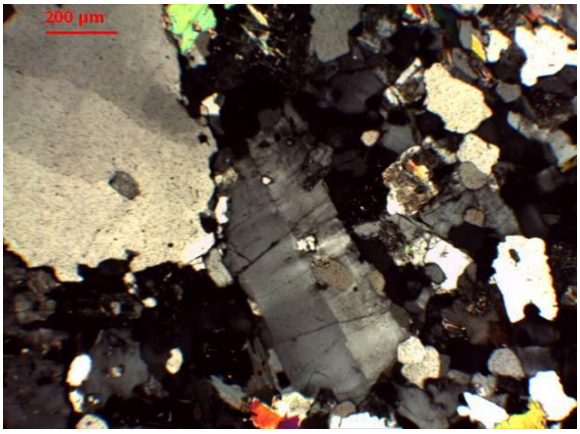


Foto 24

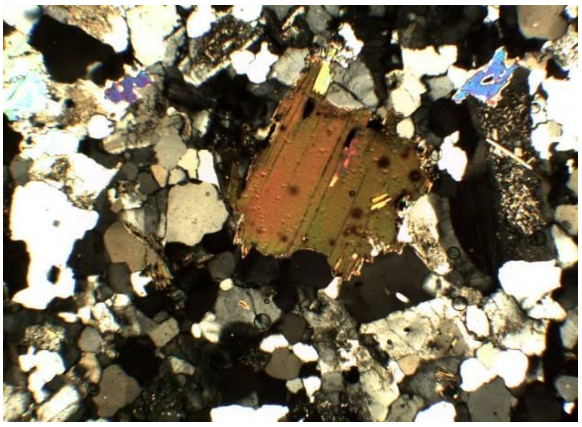


Foto 25

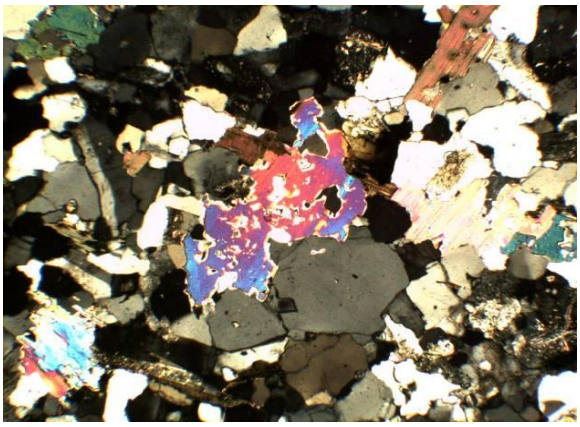


Foto 26

Foto 23 – Biotite, marcando um certo alinhamento da rocha mais plagioclase (alterada) mais moscovite, N//.
Foto 24 - Cristal de ortose com quartzo, este, com extinção ondulante.
Foto 25 - Ligeiramente microclinizada e exibe macla de Carlbad. Cristal de biotite com inclusões de zircão.
Foto 26 - Moscovite II em placas associada a quartzo.

Estampa VII - Granito de Albergaria

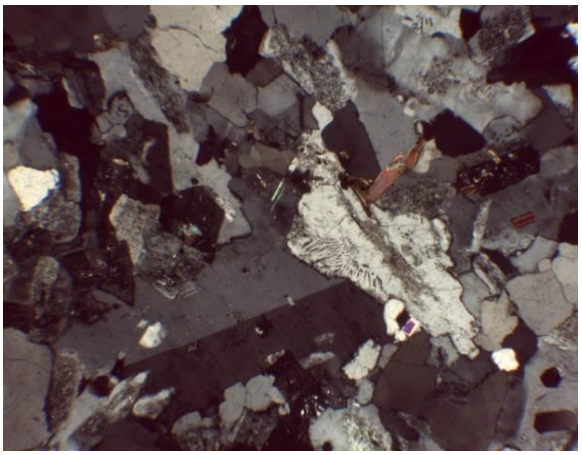


Foto 27

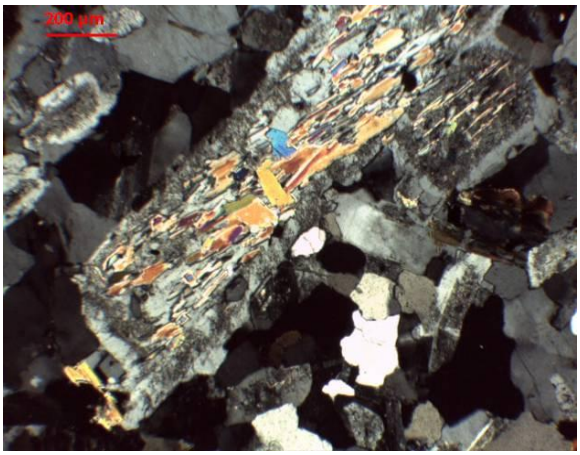


Foto 28

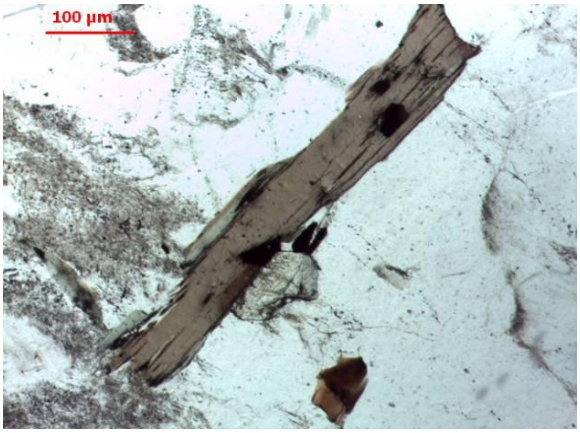


Foto 29

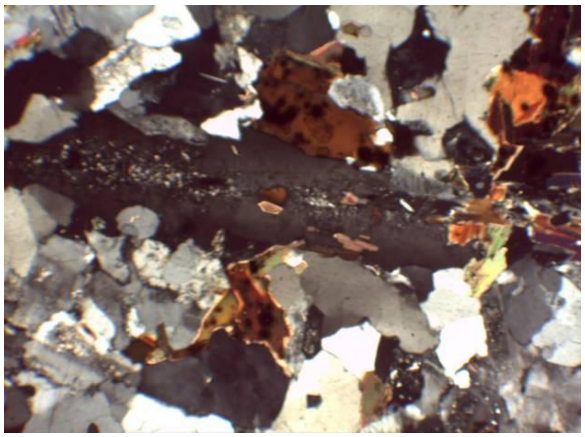


Foto 30

Foto 27 - Ortoclase com cristais geminados segundo a lei de Carlsbad. Extinção rolante. Mirmequites, Quartzo posterior à plagioclase e à biotite, NX.
Foto 28 - Plagioclase com núcleo sericitizado, NX.
Foto 29 - Biotite cloritizada, N//.
Foto 30 - Biotite posterior à plagioclase, NX.

2.1.3. Geoquímica

No seguimento do trabalho de campo e do estudo petrográfico dos granitos da região de Mangualde, foram analisadas seis amostras que consideramos representativas das diferentes fácies, no sentido de caraterizar, geoquimicamente, os granitoides da região de Mangualde.

Nos Quadro IV e V apresenta-se a composição química, referente a elementos maiores em (IV) e menores e vestigiais em (V) das rochas graníticas estudadas. Em complemento, foram consideradas mais análises relativas aos mesmos tipos de granitos e realizadas no âmbito de trabalhos precedentes por diversos autores.

Foi efetuada uma compilação dos dados químicos, rocha total, obtidos para os maciços graníticos referidos no presente trabalho, bem como dos que estão acessíveis nas referências indicadas no Quadro V.

Para comparação apresentam-se no Quadro VII as análises publicadas por A. Jesus (1935) e no Quadro VIII -– Compilação de dados químicos – (Azevedo 1996) Mesquitela e Albergaria.

Quadro IV - Composição química dos granitos estudados - Elementos maiores

	Albergaria	**Mesquitela**	**Sto.André**	**Sto.António**	**Gare**	**Sra.Castelo**
SiO_2	72,80	71,95	70,78	72,84	72,38	74,57
TiO_2	0,245	0,207	0,517	0,16	0,323	0,161
Al_2O_3	13,84	14,57	14,26	14,01	14,79	14,06
Fe_2O_3(T)	1,91	1,95	3,5	1,57	2,08	1,69
MnO	0,034	0,042	0,05	0,024	0,032	0,032
MgO	0,35	0,34	0,8	0,22	0,5	0,22
CaO	1,27	0,78	1,82	0,61	0,99	0,72
K_2O	4,88	5,13	4,52	4,92	5,02	5,15
Na_2O	3,21	3,08	3,25	3,06	2,7	3,24
P_2O_5	0,12	0,27	0,21	0,34	0,28	0,22
LOI	0,88	0,84	0,85	1,15	1,38	0,85
Total	99,53	99,16	100,6	98,92	100,5	100,9

Quadro V - Composição Química dos granitos estudados - Elementos menores e vestigiais

	Albergaria	Mesquitela	Sto.André	Sto.António	Gare	Sra.Castelo
Sc	3	4	8	4	4	3
Be	6	7	8	7	7	13
V	17	11	39	8	23	11
Cr	50	140	50	50	40	70
Co	2	2	5	< 1	2	1
Ni	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Cu	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Zn	60	90	80	90	70	60
Ga	20	22	21	22	20	24
Ge	1,5	2,8	2	2,4	2	2
As	< 5	7	6	28	< 5	< 5
Rb	251	377	244	359	305	399
Sr	154	98	123	38	183	52
Y	20,2	13,9	29,6	14,7	9	13
Zr	182	87	210	73	124	89
Nb	17,9	15	15,2	14,1	14	19
Mo	< 2	3	< 2	< 2	< 2	< 2
Ag	0,5	< 0.5	0,7	< 0.5	0,8	0,6
In	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.2
Sn	10	25	21	29	18	33
Sb	< 0.2	0,3	0,5	0,3	< 0.5	< 0.5
Cs	11,1	24,1	26,9	38,8	21,1	38,8
Ba	677	315	447	136	694	174
La	47,6	23,1	38	12,4	44,3	23,9
Ce	91,5	48,7	80,6	27,9	92,5	53,2
Pr	9,55	5,52	9,31	3,29	10,3	5,93
Nd	32,5	19,9	34,2	12	38,1	21,2
Sm	5,93	4,39	7,2	3,31	7,7	4,8
Eu	0,815	0,791	0,972	0,411	1,74	0,41
Gd	4,23	3,31	5,75	3,08	5,1	4
Tb	0,65	0,53	0,96	0,58	0,6	0,7
Dy	3,4	2,53	5,19	2,81	2,5	3,3
Ho	0,62	0,41	0,96	0,41	0,4	0,5
Er	1,74	1,1	2,5	0,99	0,9	1,2
Tm	0,264	0,16	0,323	0,125	0,12	0,15
Yb	1,7	0,99	1,97	0,76	0,8	0,9
Lu	0,273	0,155	0,311	0,11	0,12	0,13
Hf	4,3	2,2	4,8	1,9	3,4	2,8
Ta	2,03	3,74	2,23	2,81	2,2	3,6
W	< 0.5	7,4	< 0.5	5	4	6
Tl	1,08	2,33	1,39	2,02	1,9	2,6
Pb	25	44	30	31	51	35
Bi	0,2	2,7	0,5	1,8	0,6	2,3
Th	20,5	11,2	20,4	6,82	14,8	17,5
U	3,52	10,8	4,87	16,7	10,6	20,1

Quadro VI - Compilação de dados geoquímicos – Simões et al., (1994)

	Mangualde		gpmg				Alcafache		gm			Sul Mangualde	gm(2 micas)	Fagilde				gf	gfm
	VM86	VM114	VM124	VM63	VM138	VM155	VM4	VM57	VM158	VM162	VM169	VM137	VM9	VM81	VM73	VM61	VM70	VM17	VM132
Si02	68,32	68,52	68,71	68,76	68,2	68,68	71,17	71,31	72,55	72,42	72,53	75,36	73,84	70,97	70,12	74,18	71,11	72,09	72,54
Ti02	0,8	0,59	0,38	0,36	0,51	0,24	0,24	0,18	0,59	0,34	0,11	0,13	0,17	0,23	0,16	0,18	0,21	0,11	0,19
Al203	14,73	14,66	15,32	15,27	15,83	15,40	15,04	14,17	14,69	14,13	13,71	13,73	14,84	15,43	16,08	14,4	15,79	14,81	14,57
Fe203	0,74	0,29	0,11	0,11	0,09	0,21	0,01	0,05	0,16	0,07	0,11	0,02	0,05	0,09	0,02	0	0,14	0,06	0,25
Fe0	2,77	3,47	3,36	3,05	3,08	3,37	2,32	2,41	2,22	2,2	1,61	0,71	0,93	1,39	1,18	1,4	1,69	1,8	1,56
Mn0	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
Mg0	0,73	0,93	0,75	1,06	1,08	1,03	0,42	0,44	0,48	0,54	0,9	0,13	0,21	0,73	0,59	0,18	0,35	1	0,53
Ca0	2,14	2,63	1,91	1,9	1,9	1,75	1,21	1,28	1,13	1,09	1,03	0,54	0,6	1,02	1,04	0,74	1,16	1,28	0,95
K20	4,62	4,51	4,58	4,48	4,65	4,35	5,02	5,11	4,4	4,72	6,3	4,49	4,65	5,88	6,83	5,14	6,02	5,57	5,16
Na20	4,29	3,47	3,32	4,41	3,6	3,27	4,15	3,61	2,71	2,97	3,03	3,57	3,14	3,59	3,2	2,78	2,59	3,28	3,03
P205	0,23	0,25	0,24	0,25	0,35	0,29	0,3	0,26	0,3	0,19	0,18	0,19	0,18	0,12	0,18	0,24	0,3	0,04	0,12
H20+	0,5	0,54	0,48	0,51	0,59	0,39	0,4	0,43	0,48	0,4	0,37	0,48	0,6	0,45	0,46	0,58	0,94	0,32	0,94
H20-	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,07	0,04	0,11	0,1	0,08	0,05	0,02	0,16	0,07	0,05	0,02	0,03	0,08	0,07
Total	99,94	99,95	99,24	100,3	99,99	99,10	100,4	99,41	99,85	99,19	99,97	99,43	99,41	100	99,96	99,88	99,37	100,7	99,95
Sc	10	13	9	10	9	12	5	4	5	5		3	4			3	1		
V	53	78	55	50	51	68	25	28	21	25		<1	1			7	16		
Ni	7	7	8	7	7	11	5	6	7	6		4	6			6	6		
Zn	64	73	70	67	68	79	70	64	80	68		45	54			66	106		
Ga	23	21	22	23	22	23	25	25	27	23		21	24			26	29		
Rb	228	229	236	228	256	227	349	315	345	333		377	390			405	452		
Sr	175	261	150	129	120	140	93	103	77	85		21	65			65	107		
Y	39	37	34	33	44	34	23	25	38	34		21	18			19	23		
Zr	217	193	205	184	193	219	173	173	165	145		52	52			90	138		
Nb	16	14	15	14	15	16	16	17	23	14		11	18			19	14		
Ba	529	600	533	452	451	505	344	341	257	295		40	135			227	262		
La	66	53	35	25	35	46	30	37	50	36		8	17			23	44		
Ce	137	100	78	54	62	98	64	84	104	67		9	29			41	85		
Pb	28	31	28	28	33	27	33	36	32	33		33	39			32	49		
Th	20	23	19	12	19	21	18	23	32	21		9	8			10	20		
U	4	8	2	4	8	3	6	5	14	4		24	10			14	5		

Quadro VII - Compilação de dados químicos – Jesus (1935)

	St André	Taboza	Arcanjo	Sra Castelo	Cubos	Agua Levada
SiO2	67,95	71,4	72,45	72,94	74,25	72,61
TiO2	0,36	0,29	0,26		0,08	0,23
Al2O3	15,13	14,82	13,94	13,5	14,67	14,56
Fe2O3	0,78	0,57	0,63	1,02	0,26	0,23
FeO	2,53	1,61	1,88	1,07	0,75	1,41
MnO	0,01	0,01	0,03	0,05	0,02	-
MgO	0,13	0,27	0,05	0,09	0,05	0,55
CaO	2,04	1,53	1,29	0,88	0,84	1,05
K2O	7,64	5,01	4,51	6,09	3,97	5,83
Na2O	2,13	2,86	3,29	2,73	3,89	2,41
P2O5	0,27	0,31	0,22	0,56	0,32	0,26
H2O+	0,61	0,89	0,82	0,72	0,68	0,62
H2O-	0,29	0,25	0,34	0,26	0,21	0,13
Total	99,87	99,82	99,71	99,91	99,99	99,89

Quadro VIII -– Compilação de dados químicos – (Azevedo 1996) Mesquitela e Albergaria

	Alberg.	**MRA70**	**MRA71**	**MRA72**	**MRA73**	**MRA74**	**MRA75**	**MRA76**
$Si0_2$	72,80	73,32	73,59	73,99	72,14	72,58	73,11	73,2
$Ti0_2$	0,245	0,23	0,25	0,25	0,27	0,26	0,25	0,27
Al_20_3	13,84	14,05	13,97	14,1	13,96	13,87	14,01	13,99
Fe_20_3(T)	1,91	1,79	1,91	1,92	2,17	1,91	1,84	2,09
Mn0	0,034	0,03	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04
Mg0	0,35	0,33	0,37	0,38	0,43	0,33	0,34	0,38
Ca0	0,27	1,19	1,33	1,2	1,34	1,26	1,23	1,32
K_20	4,88	4,75	4,8	4,84	4,76	4,7	4,92	4,83
Na_20	3,21	3,33	3,31	3,31	3,39	3,37	3,37	3,32
P_20_5	0,12	0,12	0,08	0,12	0,09	0,08	0,1	0,09
L0I	0,88	0,82	0,63	0,710,71	1,2	0,69	0,56	0,69
Total	**99,76**	**99,76**	**100,27**	**100,86**	**99,81**	**99,09**	**99,77**	**100,22**

2.1.3.1. Diagramas químico – mineralógicos

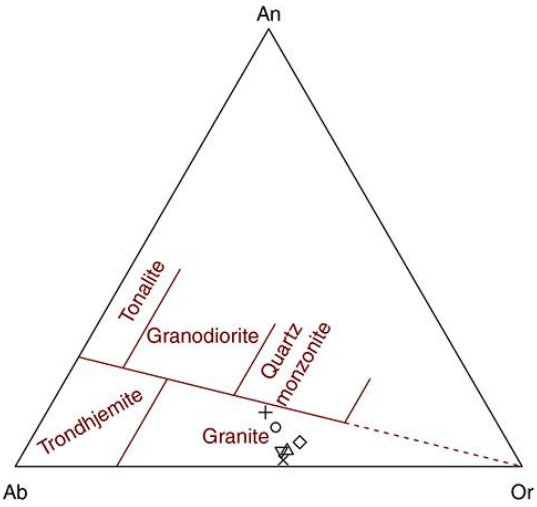
No sentido de ilustrar os domínios composicionais, assim como também as possíveis tendências evolutivas das várias fácies graníticas, recorreu-se à utilização de diagramas químico-mineralógicos que permitissem um reconhecimento das caraterísticas tanto químicas como mineralógicas.

No sentido de proceder ao estudo comparativo dos resultados relativos às seis amostras analisadas no presente estudo (p.e.) (Quadro IV a V), apresentam-se em paralelo os diagramas relativos a essas amostras (figuras: 17a); 18a); 19a); 20a); 22; 26 e 28) com os diagramas em que essas amostras são projetadas juntamente com outras cujas análises foram precedentemente publicadas por Simões et al., (1994) e Azevedo (1996) (figuras: 17b); 18b); 19b); 20b); 21; 23 e 24).

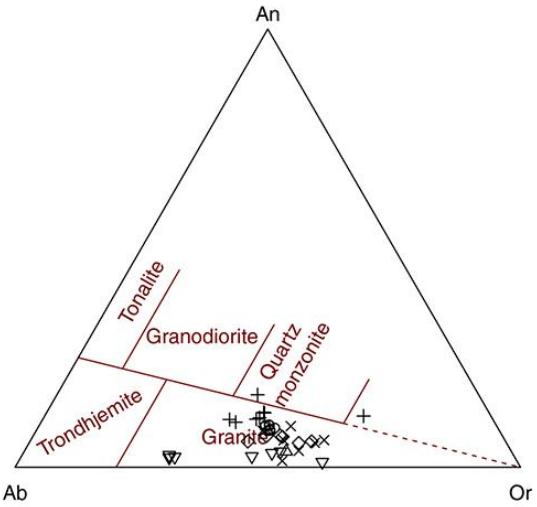
A legenda das figuras relativas aos diagramas quimico-mineralógicos é a seguinte:

Triângulo invertido – Senhora do Castelo (p.e.), sul de Mangualde (Simões et al.,1994)
Mesquitela (Azevedo,1996)
Triângulo - Sondagem 5 (Mesquitela) (p.e.)
Quadrado - Gare (p.e.) e Alcafache (Simões et al.,1994)
Cruz – Santo António dos Cabaços (p.e.) e Fagilde (Simões et al.,1994)
Círculo - Albergaria (p.e.) e (Azevedo,1996)
Sinal mais - Santo André (p.e.) e Mangualde (Simões et al.,1994)

Os resultados projetados no triângulo Albite, Ortoclase, Anortite evidenciam que todas as fácies correspondem a rochas de composição granítica. Os granitos biotíticos porfiroides de grão grosseiro tendem para uma composição de quartzomonzonito (fig.17a e 17b).



17 a)



17 b)

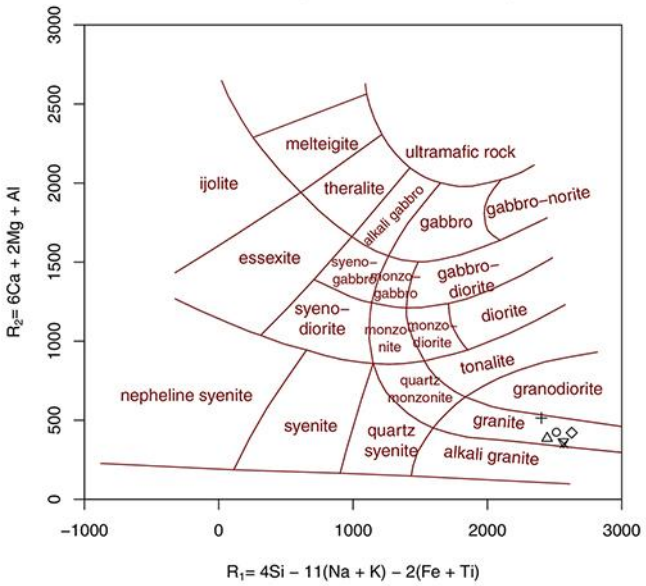
a) Seis amostras estudadas;

b) Comparação com outros valores publicados e relativos a granitos da "Região de Mangualde".

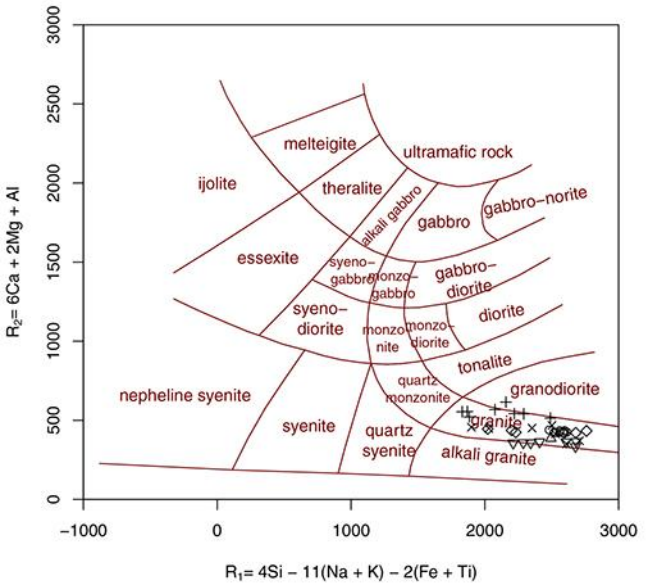
Fig. 17 - Projeção dos granitos no diagrama An-Ab-Or

Da análise do diagrama R1 – R2 pode verificar-se que as composições das rochas analisadas também caem, dominantemente, no campo das rochas graníticas. Excetuam-se algumas amostras dos granitos de duas micas que caem no limite composicional com

os “granitos alcalinos” e amostras do granito biotítico porfiroide no limite com os “granodioritos” (fig.18a e 18b).



18 a)



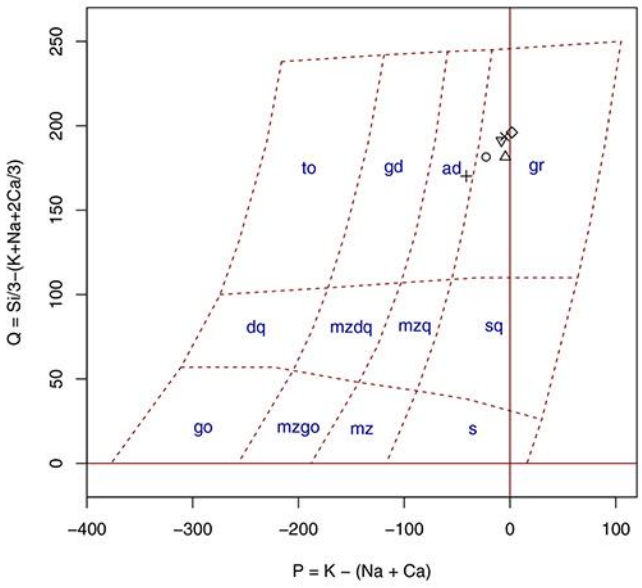
18 b)

a) Seis amostras estudadas;

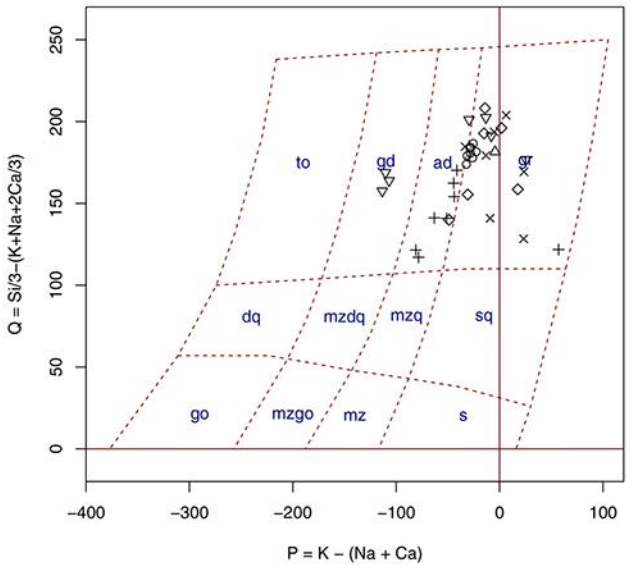
b) Comparação com outros valores publicados e relativos a granitos da “Região de Mangualde”.

Fig. 18 - Projeção dos granitos no diagrama R1-R2

Da análise dos diagramas P-Q, as composições correspondem, maioritariamente, a granitos, havendo também adamelitos (correspondem aos Granitos biotíticos porfiroides) e adamelitos (alguns dos granitos biotíticos de Alcafache) (fig.19a e 19b).



19 a)



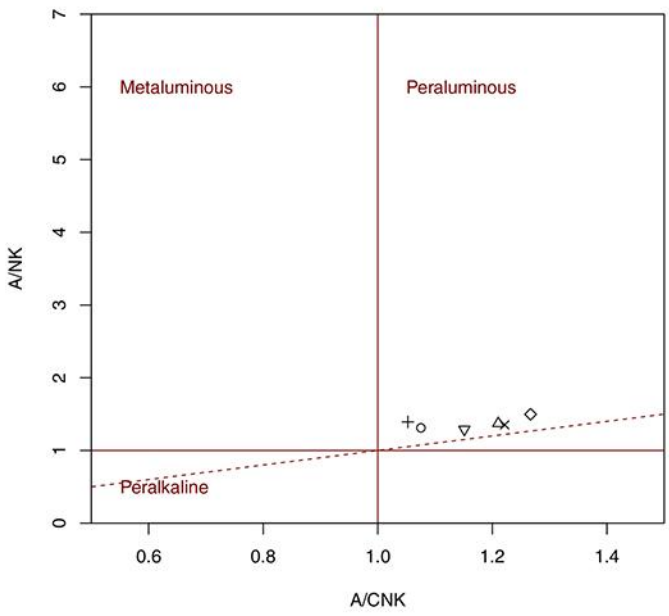
19 b)

a) Seis amostras estudadas;

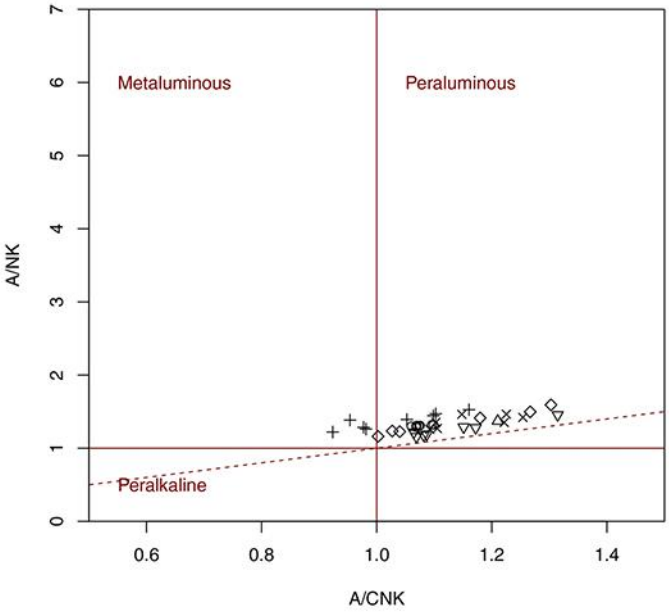
b) Comparação com outros valores publicados e relativos a granitos da “Região de Mangualde”.

Fig. 19 - Projeção dos granitos no diagrama P-Q

Por seu lado o diagrama A/CNK-A/NK permite verificar que, com a exceção de algumas amostras do granito porfiróide biotítico, que caem no domínio dos granitos metaluminosos, todas as restantes caem no domínio dos granitos peraluminosos (fig. 20a e 20b). Estes factos estão de acordo com os valores do parâmetro Al-(K+Na+$_2$Ca) e projetados no diagrama A-B ,(fig.21).



20 a)



20 b)

a) Seis amostras estudadas;

b) Comparação com outros valores publicados e relativos a granitos da “Região de Mangualde”.

Fig. 20 - Projeção dos granitos no diagrama A/NK- A/CNK

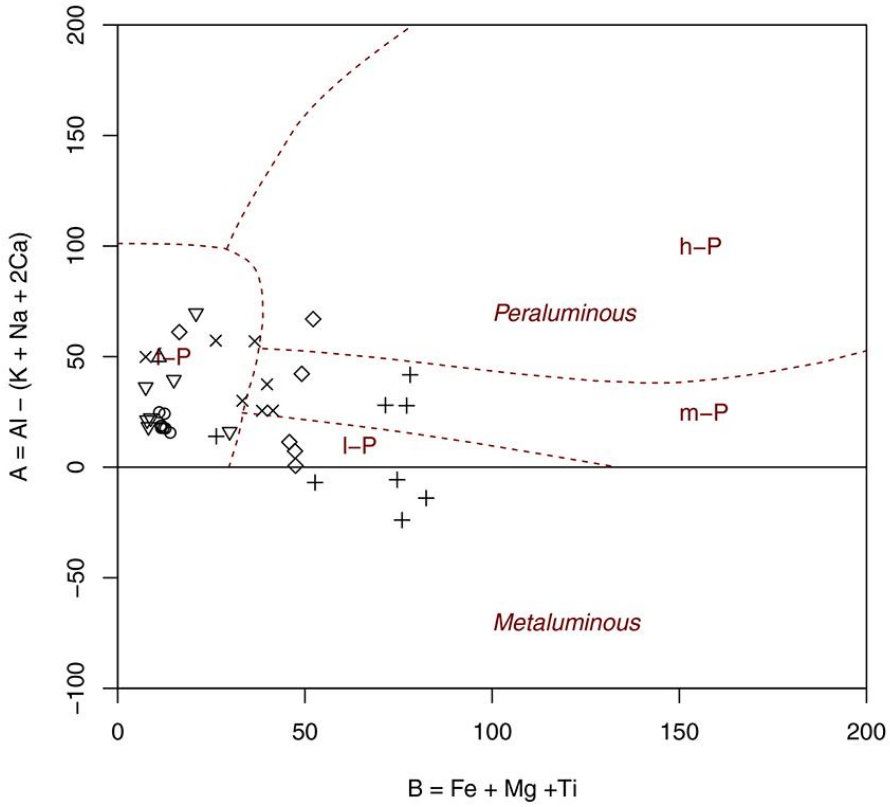


Fig. 21 - Projeção dos granitos no diagrama A-B .Seis amostras estudadas e outras com valores publicados e relativos a granitos da “Região de Mangualde”

2.1.3.2. Geoquimica de elementos maiores, menores e terras raras

Embora os dados de campo induzam a uma relação estreita de afinidade entre as várias fácies da região em estudo, necessário se torna verificar, usando para tal a apreciação do estudo geoquímico, se estas rochas graníticas formam, de facto, um conjunto de rochas geneticamente inter-relacionadas por um processo comum de evolução magmática ou, se por outro lado, podem derivar de processos independentes.

Em termos de teores em elementos maiores as rochas graníticas da região de Mangualde (6 amostras estudadas) possuem um teor em Si O_2 que varia de 70,78 a 74.57 wt. %.

Os valores mais baixos correspondem à fácies do granito porfiroide biotítico de grão médio a grosseiro e os mais altos aos granitos de duas micas. O mesmo acontece relativamente ao Fe_2O_3 total de 1,57 a 3,50; MgO de 0,22 a 0,8; TiO_2 de 0,16 a 0,52 e

CaO de 0,61 a 1,82. Os valores de Al_2O_3 variam de 14,79 a 13,84% o que caracteriza o caráter peraluminoso das rochas estudadas.

Nas figuras 22 e 23, apresentam-se os diagramas de Harker (SiO_2 versus elementos maiores) relativos aos granitos estudados e ao conjunto de amostras selecionadas.

Os granitos estudados definem uma quase continua tendência de decrescimento dos valores de Fe_2O_3, MgO, Al_2O_3, TiO_2, CaO e de crescimento de P_2O_5 com o crescimento de SiO_2.

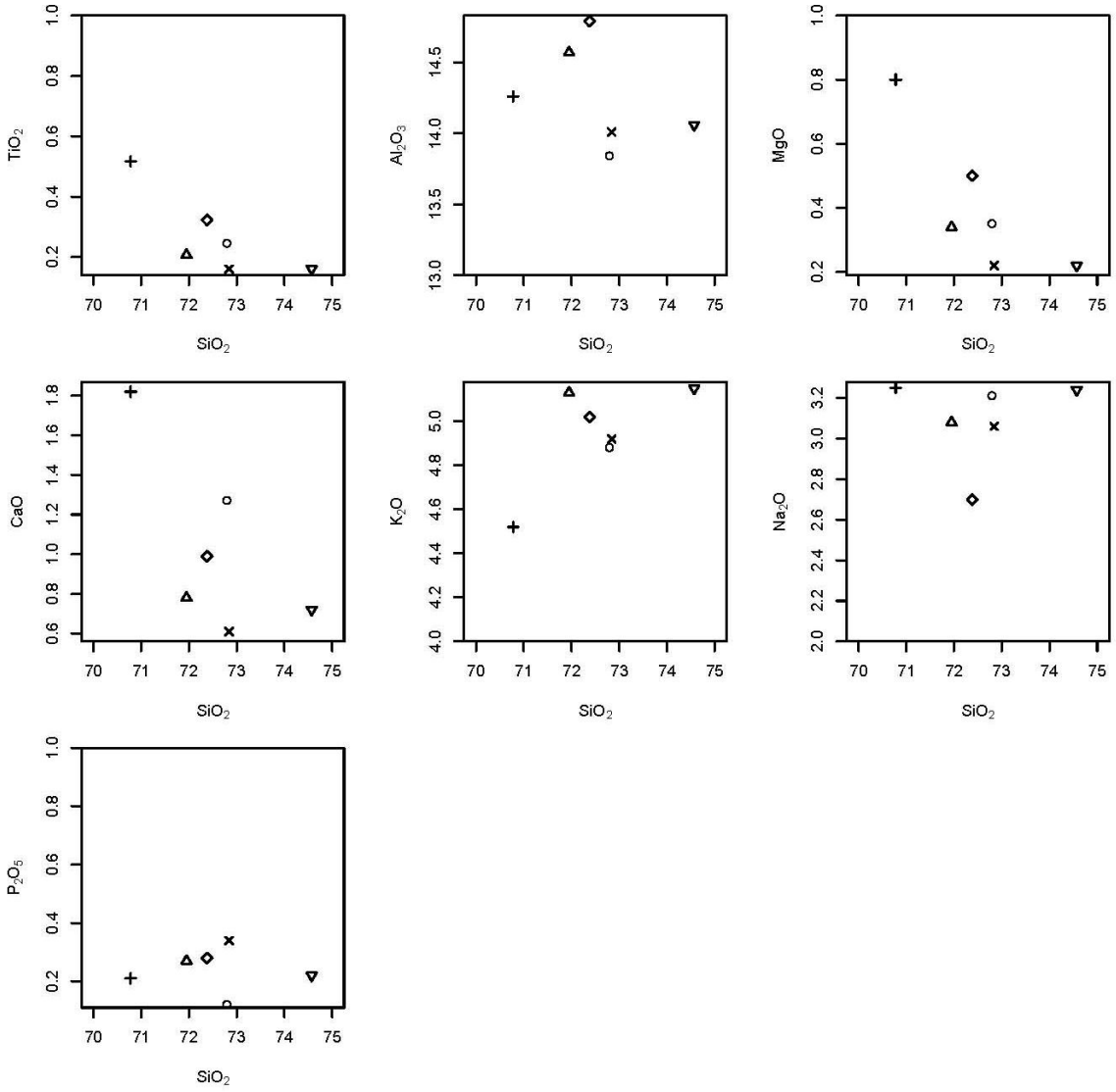


Fig. 22 - Diagramas de Harker – SiO_2vs TiO_2 , Al_2O_3, MgO, CaO, K_2O Na_2O e K_2O, relativos às seis amostras estudadas

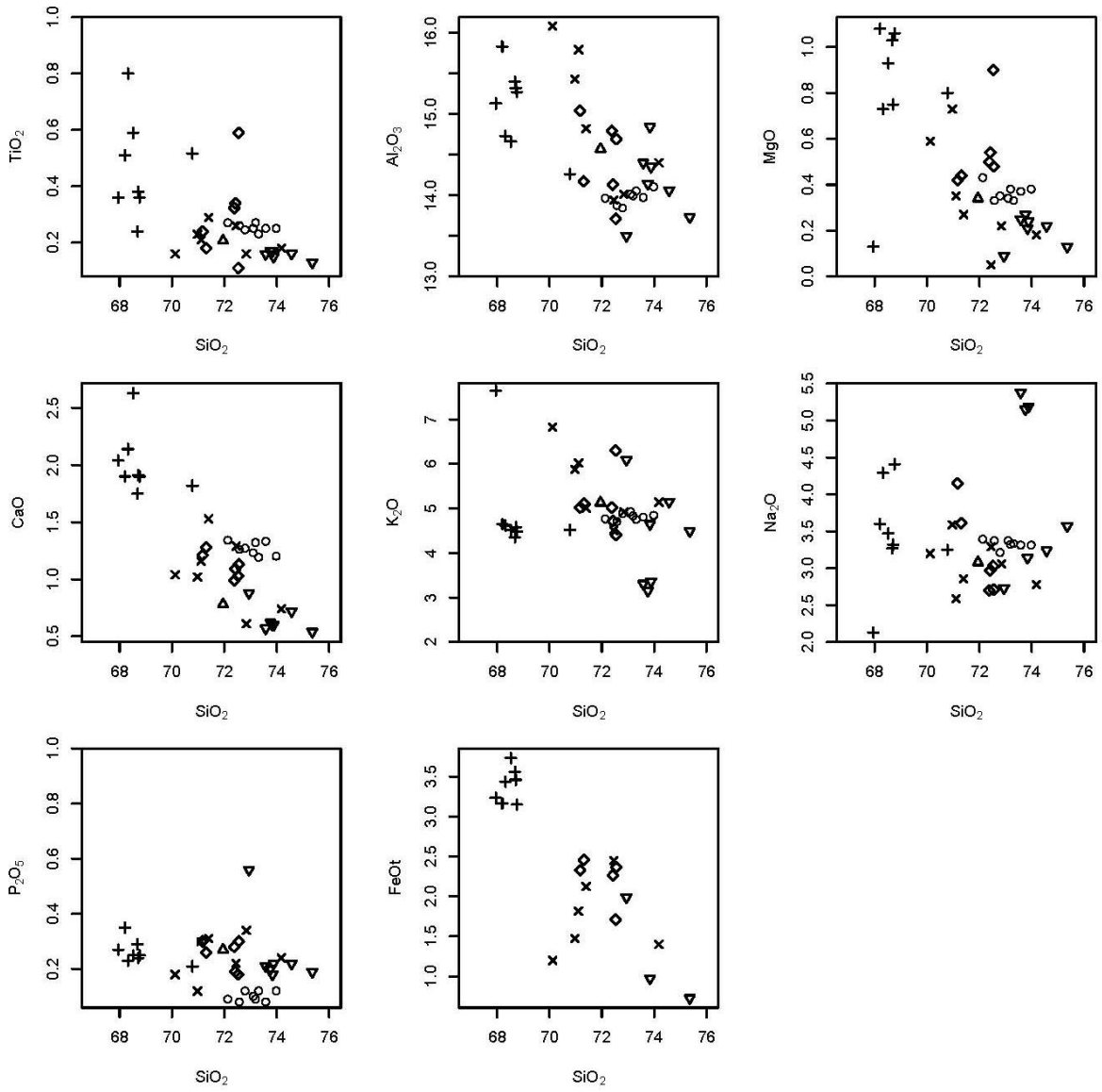


Fig. 23 - Diagramas de Harker – SiO_2vs TiO_2 , Al_2O_3, MgO, CaO, K_2O Na_2O e K_2O relativos a granitos da "Região de Mangualde"

Nas figuras 24 e 25, apresentam-se os diagramas de Harker (SiO_2 versus elementos menores) relativos aos granitos estudados e ao conjunto de amostras selecionadas. A análise específica dos diagramas SiO_2-Rb, SiO_2-Sr, SiO_2–Zr e SiO_2-Ba comprovam que há uma diferenciação geoquímica e que os granitos mais evoluídos são os granitos de duas micas que registam os mais altos teores de SiO_2 e de Rb 377 a 458ppm e os mais baixos teores de Zr de 522 a 99ppm.

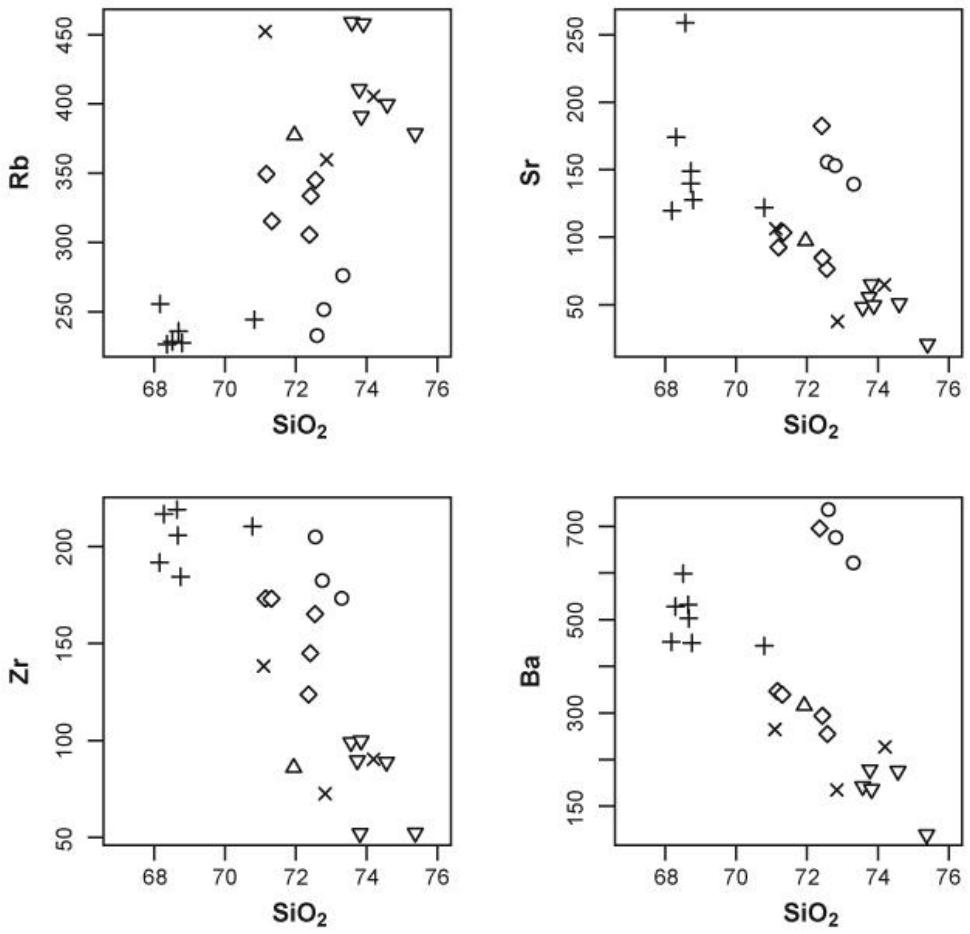


Fig. 24 - Diagramas de Harker – SiO_2vs, Rb, Sr, Zr, Ba relativos aos granitos da "Região de Mangualde"

O diagrama SiO_2 –Rb, representado especificamente na figura 25, permite verificar que há similitudes entre os granitos biotíticos de grão médio porfiroide (Alcafache) e os biotítico-moscovíticos de tendência porfiroide (Fagilde e Cunha Baixa) e uma continuidade na tendência de diferenciação destes para com os granitos de grão médio de duas micas (Senhora do Castelo).

Com posição intermédia surgem as fácies do granito de Santo António e o granito da sondagem S5.

De referir que a amostra correspondente ao granito que ocorre junto à Gare de Mangualde, embora cartografada na mancha dos granitos de grão médio tem características geoquímicas idênticas ao granito de Alcafache.

Os granitos biotíticos de Mangualde e de Albergaria projetam-se em domínios distintos entre si e independentes dos precedentes.

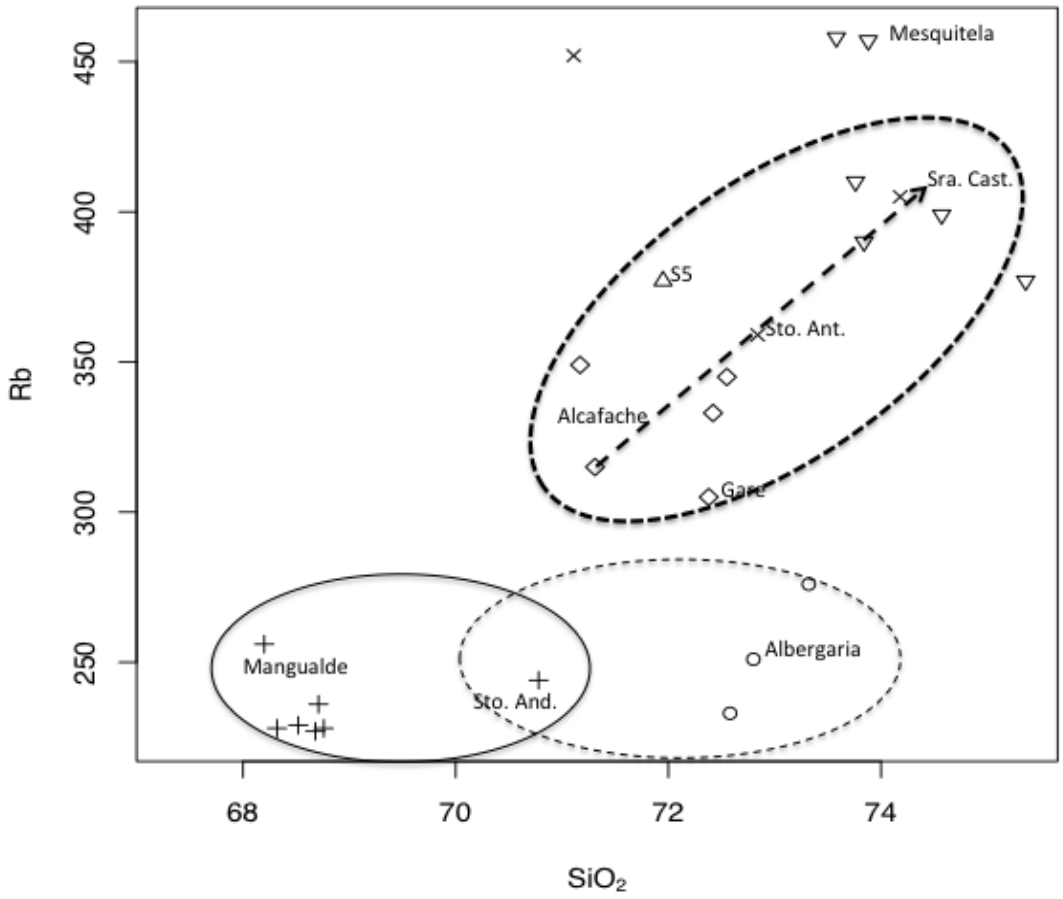


Fig. 25 - Diagrama Rb-SiO_2 - assinalado o "eixo" de evolução desde os granitos com biotite-moscovite (Alcafache) para os granitos moscovíticos (moscovite >biotite) (Senhora do Castelo). Os granitos biotíticos ocupam os campos mais pobres em Rb

Na figura 26, encontram-se confrontados os resultados analíticos das seis amostras estudadas, decorrentes da aplicação do *spidergrama*s de normalização à crosta superior (Taylor and McLennan 1985).

Não se registam diferenças sensíveis nos teores em elementos menores dos granitos estudados.

Os granitos definem uma tendência de decrescimento do Ba, Sr, Zr, e, em menor grau, Y e REE com a concentração em SiO_2 o que sugere uma fracionação de feldspato, biotite e minerais acessórios.

Os valores mais baixos de Ba, Sr, Zr, Hf e HREE são os que se registam nos granitos de Santo António e Senhora do Castelo, os quais revelam, em contraste, os mais altos valores de Rb e U.

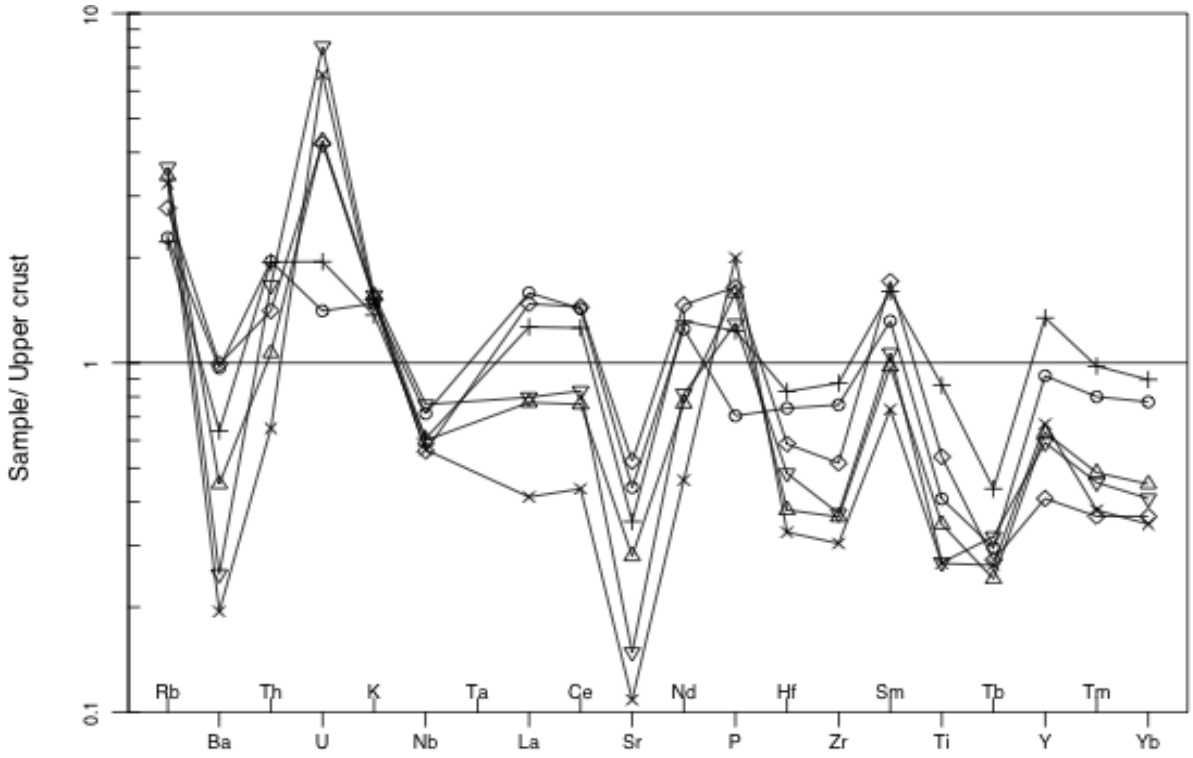


Fig. 26 - Diagramas Spider Amostra/Crosta superior , relativos às seis amostras estudadas

Na figura 27, estão representados os padrões de variação nos diagramas Condrito-REE normalizados dos granitos estudados.

Os espetros são idênticos uns aos outros sem evidente grau de fracionação de REE com teores crescentes de SiO_2 embora o valor da anomalia negativa em Eu (expressa como razão Eu/Eu*) varie 0,80 (nos granitos de duas micas com biotite > moscovite - Gare) a 0,28 (no granito de Senhora do Castelo com moscovite > biotite).

Os padrões de HREE em todos os granitos são relativamente planos com valores de (Gd/Yb) N a variarem de 5,2 a 2,4.

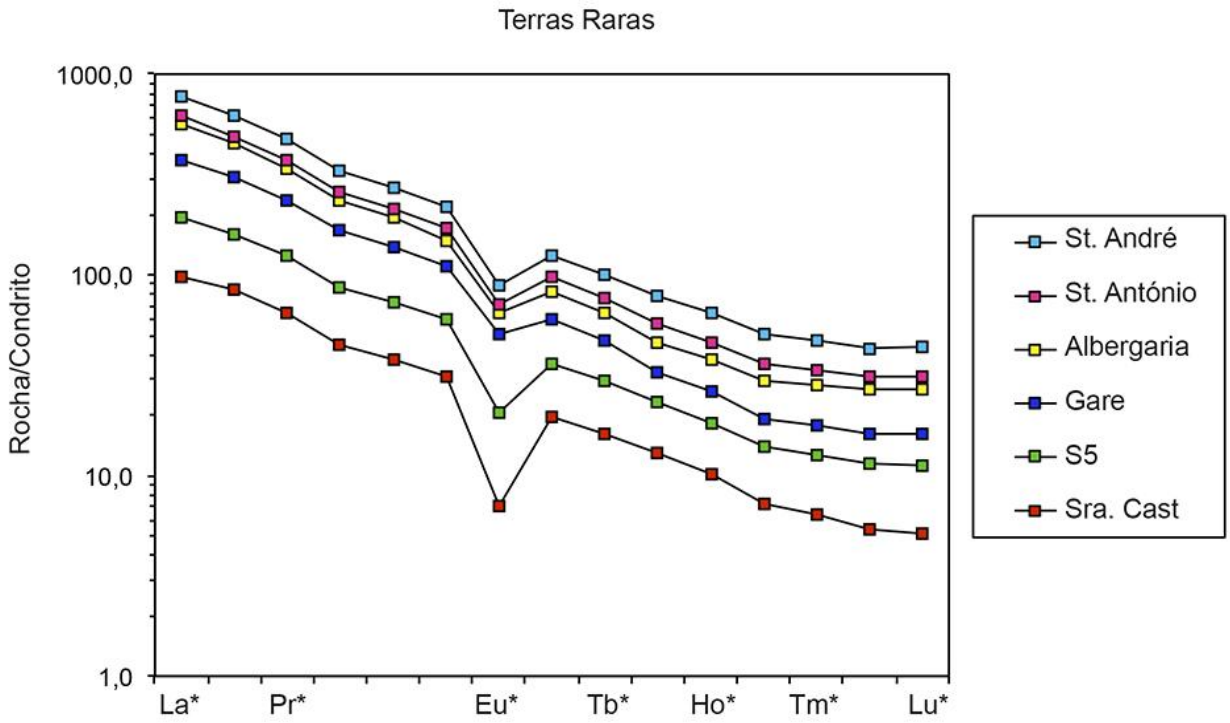


Fig. 27 - Diagrama das Terras Raras normalizadas ao condrito das seis amostras de granito estudadas

Da aplicação dos diagramas de Pearce et al.,(1984), figura 27, pode concluir-se, como seria de esperar, que todos os granitos estudados correspondem a granitos sincolisionais (syn-COLG).

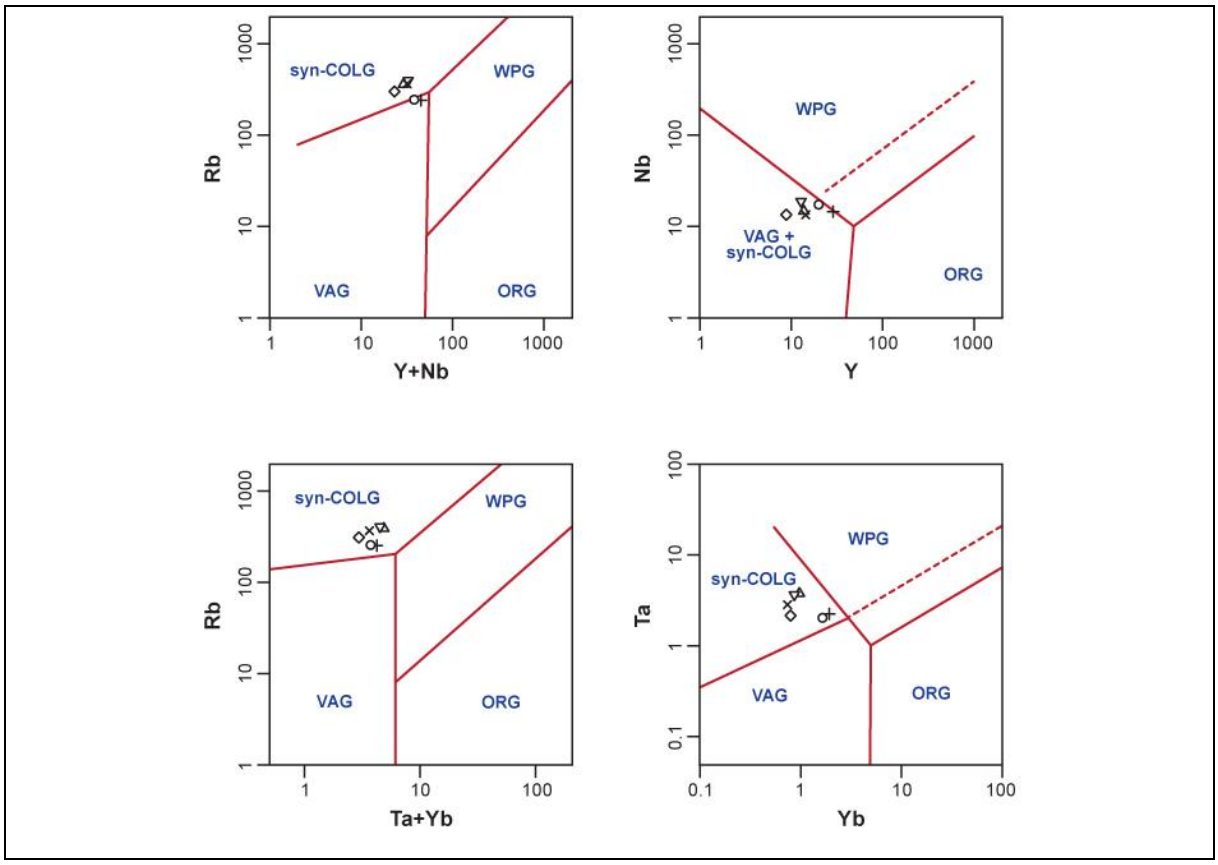


Fig. 28 - Diagramas de discriminação tectónica de Pearce et al, (1984) relativos às seis amostras estudadas

Em *conclusão*: todas as fácies correspondem a rochas de composição granítica. Contudo, os granitos biotíticos porfiroides de grão grosseiro tendem para uma composição de quartzomonzonito e com caráter metaluminoso, enquanto que a maioria corresponde a granitos peraluminosos.

Há uma diferenciação geoquimica e os granitos mais evoluídos são os granitos de duas micas. Os dados petrográficos e geoquímicos sugerem entre os granitos biotíticos de grão médio porfiróide (Alcafache) e os biotítico- moscovíticos de tendência porfiróide (Fagilde e Cunha Baixa) uma continuidade na tendência de diferenciação destes para com os granitos de grão médio de duas micas (Senhora do Castelo).

Com posição intermédia surgem as fácies do granito de Santo António e o granito da sondagem S5. Porém, os dados relativos à geoquimica de elementos menores sugerem caracteristicas diferentes entre os granitos biotíticos de Mangualde e de Albergaria que não é suportado pelos valores relativos a elementos menores, nomeadamente, Terras Raras.

2.2. Pegmatitos

2.2.1. Conceitos gerais sobre pegmatitos

2.2.1.1. Definição de pegmatito

O termo pegmatito foi sugerido por Hauy (1801) para designar “le feldspath avec quartz enclavé”. Isto é, originalmente aplicava-se a um modo de associação do quartzo e do feldspato e, mais especificamente, a texturas gráficas (“Schrift-granite” de Werner) (Routhier, 1963).

Actualmente o conceito de pegmatito é mais geral e significa, essencialmente, uma rocha silicatada com grandes cristais. Os pegmatitos são rochas ígneas intrusivas com textura pegmatítica, gerados a partir de magmas ricos em voláteis, entendendo-se por textura pegmatítica aquela que é caracterizada pela ocorrência de cristais em que as dimensões são maiores que 20mm. Podem ocorrer sob várias formas: em corpos tabulares, com contactos nítidos, em corpos irregulares e em bolsadas. As estruturas dos pegmatitos são geralmente zonadas e podem ser extremamente diversificadas, apresentando grandes variações relativamente ao tamanho do grão.

A grande maioria dos pegmatitos aparece associada a rochas graníticas e os seus minerais essenciais são os do granito - quartzo e feldspato potássico mais ou menos pertítico.

Os pegmatitos importantes, sob o ponto de vista prático, situam-se na periferia de plutões ou fora deles, mas a fraca distância. Contudo, há pegmatitos não associados a plutões (Routhier, 1963).

Os pegmatitos graníticos podem ser fontes importantes: (***i***) de “elementos-raros”, tais como berilo, nióbio, tântalo, estanho, lítio, rubídio, césio, gálio; (***ii***) de minerais industriais e (***iii***) de gemas.

2.2.1.2. Composição mineralógica e quimica

Os *minerais essenciais,* isto é, preponderantes em volume, são os mesmos nos pegmatitos e nos granitos: feldspato e quartzo. Um pegmatito granítico é composto essencialmente por Si, O, Al, K, Na, e Ca. Porém, há elementos que ocorrem dispersos nos granitos, mas que podem estar relativamente concentrados nos pegmatitos, exprimindo-se sob a forma de minerais específicos de Li, Be, Nb, Ta, TR, Zr, Th e U.

Se a caracterização química dos pegmatitos é relativamente simples, o mesmo não acontece com a sua mineralogia que pode ser extremamente rica e complexa. Este último aspeto tem permitido aos mineralogistas a descrição de numerosas espécies algumas delas de rara beleza. No entanto, não é a partir dessas espécies que são produzidos metais ou materiais utilizáveis na indústria. Do ponto de vista químico, estes minerais distribuem-se por um variado número de grupos entre os quais destacamos: fosfatos, fluoretos, carbonatos, boratos, uranatos, silicatos (Zr, Th, TR), óxidos, niobo-tantalatos e sulfuretos metálicos.

Fersman (1931) foi um dos primeiros a tratar em detalhe a “extensão cronológica” dos minerais não essenciais, assumindo que os magmas pegmatiticos evoluem numa vasta gama de temperaturas. A evolução é, por isso, função de um arrefecimento progressivo e foi subdividida por aquele autor em dez fases que simbolizou por letras de A a J, abrangendo não só o período pegmatítico como também o pneumatolítico e o hidrotermal. Embora esta sistematização tenha sido alvo de críticas por não ter sido baseada num número suficiente de critérios objetivos, ela foi baseada na presença ou não de determinados minerais que aquele autor considerou como tipomorfos. Por exemplo a espodumena cristalizaria sobretudo na fase F (pneumatolítica) a cerca de 500ºC. Outros minerais como o berilo e a turmalina apresentam uma extensão mais vasta e variações das suas características.

2.2.1.3. Variação do tamanho e relações texturais nos pegmatitos.

Uma das mais intrigantes características dos pegmatitos é a tremenda variação do tamanho dos cristais (desde milímetros a vários metros) e distribuição irregular do tamanho do grão. Normalmente aceita-se que o tamanho do cristal, em rochas ígneas, indique os rácios de crescimento do cristal e a história do arrefecimento magmático. Os cristais pequenos são o resultado de um crescimento rápido, de um magma rapidamente

arrefecido, originando texturas de grão-fino (afanítica). Os cristais grandes resultam de um processo de crescimento lento, num magma de arrefecimento lento, dando origem a texturas de grão-grosseiro (fanerítico). A morfologia variada do cristal e a relação textural entre minerais são frequentemente observados nos pegmatitos. Simmons & Webber (2008) assumem que as relações texturais dos minerais nos pegmatitos refletem o grau de subarrefecimento, taxa de nucleação e de crescimento.

Os autores afirmam, que é exigido um forte subarrefecimento para explicar a característica textural de muitos pegmatitos, incluindo as morfologias dos cristais dendríticos e esqueléticos, alongadas, por vezes, em cristais em forma de cunha, e o desenvolvimento de estrutura em pente, ao longo dos contactos entre o pegmatito e a rocha encaixante. Formas de cristal mais alongadas são favorecidas por condições de rácios rápidos de arrefecimento, taxas maiores de subarrefecimento, rácios de crescimento mais elevados e poucos locais de nucleação. Formas tabulares e equigranulares são favorecidas por rácios de arrefecimento mais lento, taxas mais pequenas de subarrefecimento, rácios de crescimentos mais baixos e abundantes pontos de nucleação.

As relações texturais são mais usadas para apoiar a ideia de cristalização rápida. A avaliação quantitativa do rácio de arrefecimento de alguns pegmatitos permite concluir, que os pegmatitos arrefecem num período de dias a meses em vez de milhões de anos.

2.2.1.4. Classificação de pegmatitos

Os Pegmatitos têm uma grande variedade de características. Assim, várias propostas de classificação têm sido feitas, tendo em conta parâmetros diferentes tais como: petrogénese, paragénese, associações minerais, geoquímica, profundidade de formação, enriquecimento em elementos raros e relação com metamorfismo e plutões graníticos. Isolando ou combinando estes vários parâmetros, é possível produzir grupos, classes, tipos e subtipos de pegmatitos. Normalmente, cada variante reflete o conhecimento e os diferentes interesses dos investigadores. Por exemplo, hoje em dia, uma das classificações mais usadas é a de Ĉerný (1991). O esquema de Ĉerný usa critérios petrológicos, paragénicos e geoquímicos e subdivide os pegmatitos por duas famílias petrogenéticas: a dos pegmatitos com lítio, césio e tântalo (LCT); os pegmatitos com nióbio, ítrio e flúor (NYF). A classificação de Ĉerný & Ercit (2005) contem cinco classes,

dez subclasses, trinta tipos e sete subtipos (Quadro VIII). Esta baseia-se mais especificadamente na profundidade a que se deu a intrusão do magma pegmatítico e na relação dos pegmatitos com o metamorfismo e com os plutões graníticos.

Não há, porém, uma classificação ideal que reúna todas as características relevantes dos pegmatitos, especialmente aquela que se concentra na ligação genética com o processo de geração do magma e o regime tectónico (Simmons et al., 2003). Martin & de Vito (2005) estabelecem que os pegmatitos graníticos LCF e NYF são ambos resultantes da cristalização fracionada, mas que este processo atua sobre magmas que apareceram por diferentes mecanismos. Consideram os pegmatitos LCT como *orogénicos*, por isso formados num cenário de colisão, em contraste, os pegmatitos NYF que são *anarogénicos*, formados num cenário de extensão.

Quadro IX - Classificação por classes dos pegmatitos graníticos (Ĉerný & Ercit, 2005).(REE – Terras Raras; HREE – Terras Raras pesadas; LREE- Terras Raras leves, U – Urânio; B – Boro; Be – Berilo; Li – Litio; REL – Elementos Raros) em London, (2008).

Classe	Subclasse	Tipo	Subtipo
Abissal (*AB*)	AB-HREE AB-LREE AB-U AB-Bbe		
Moscovítica (*MS*)			
Moscovítica--Elementos Raros (MSREL)	MSREL-REE MSREL-Li		
Elementos Raros (REL)	REL-REE	Allanite-Monazite Euxenite Gadolinite	
	REL-Li	Berilo	Berilo-Columbite Berilo-Columbite-Fosfato
		Complexo	Espodumena Petalite Lepidolite Elbaíte Ambligonite
		Albite-Espodumena	
		Albite	
Miarolítica (*MI*)	Mi-REE	Topázio-Berilo Gadolinite-Fergusonite	
	Mi-Li	Berilo-Topázio Mi-espodumena Mi-petalite Mi-lepidolite	

2.2.1.5. Zonalidade dos pegmatitos e sua estrutura

A distribuição dos minerais e, em particular, dos minerais úteis não é aleatória, nem à escala do corpo pegmatítico individual, nem à do campo pegmatítico. Isto é, pode ser observável não só uma zonalidade, no campo, desde os corpos dominantemente pegmatiticos àqueles em que a componente hidrotermal está mais representada, como um zonamento interno do próprio corpo pegmatítico.

Zonalidade à escala do corpo pegmatítico individual

Zonamento Interno

Uma das características mais interessantes dos pegmatitos é devida à existência frequente de uma estruturação interna e a uma distribuição zonal dos minerais o que implica, estruturas zonadas quando se observa, local ou pontualmente, um pegmatito.

Os pegmatitos podem ser caracterizados por mudanças nas texturas e mineralogia e a sua composição inicial pode ser alterada por fenómenos de substituição tardia na evolução pegmatítica. A importância destes fenómenos de substituição foi principalmente reconhecida por especialistas americanos (p.e. Landes e Cameron) e russos (Fersman e Vlassov) (Routhier,1963).

A terminologia mais normalmente usada para descrever as diferentes zonas de um pegmatito foi proposta por Cameron et al., (1949). No que diz respeito aos aspetos mineralógicos e texturais, estes autores consideraram três unidades principais num pegmatito zonado: a) zonas de cristalização primária, b) zonas de substituição e c) preenchimento de fraturas em fendas de dilatação.

a) Zonas de cristalização primária surgem através das variações na distribuição espacial do tamanho do grão, hábito dos cristais e associação mineral. Para esta zona de cristalização primária, definiram quatro subzonas diferentes:

1) Zona de bordadura - caracterizada por uma faixa ou camada com uma espessura de alguns centímetros que envolve o corpo pegmatítico. As principais fases de minerais são normalmente quartzo, feldspato potássico e moscovite. Turmalina, apatite, granada e berilo ocorrem em proporções menores. Esta zona não representa a composição global do pegmatito. Contudo, há casos em que as

margens arrefecidas (que potencialmente foram cristalizadas antes do sub-arrefecimento significativo e das mudanças composicionais acontecerem) podem mostrar a química global de um pegmatito;

2) Zona de contacto (“Wall zone”) geralmente com uma espessura até um metro e com granularidade mais grosseira do que a zona de bordadura. Tem um desenvolvimento mineralógico descontínuo e assimétrico. As fases minerais principais são normalmente: quartzo, feldspato potássico pertítico, moscovite e turmalina. Biotite, fosfatos, granada, berilo e colombo-tantalite podem ocorrer, mas em menores proporções;

3) A zona intermédia (exterior, mediana, interna e na margem junto do núcleo). É mais comum na parte mais grossa do corpo pegmatítico. Pode ser simétrica ou assimétrica e pode ter tamanhos variáveis de cristais. A mineralogia típica consiste na plagioclase, feldspato potássico pertítico, quartzo, moscovite e podem também ocorrer biotite, lepidolite, ambligonite ou espodumena;

4) A Zona do núcleo é a unidade mais interna de um pegmatito. A sua textura e mineralogia pode variar muito, mas a tendência consiste em ser monominerálica, com quartzo maciço, embora combinações com pertite, albite ou montebrasite possam ocorrer.

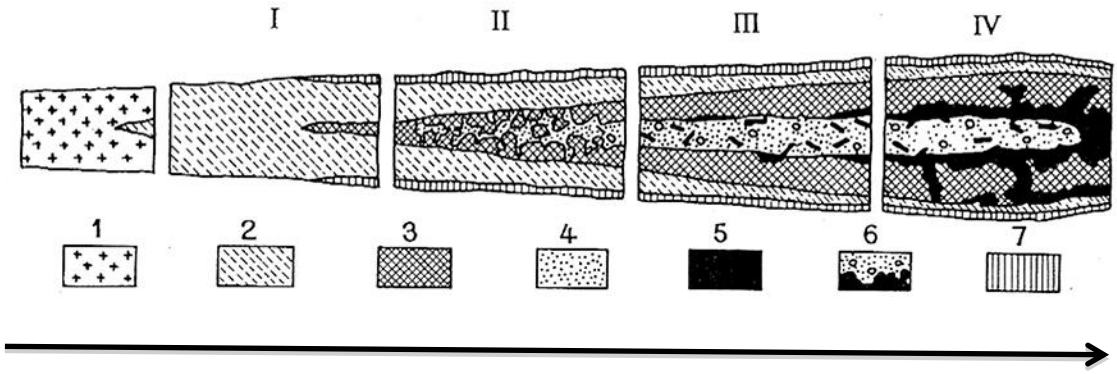
O modelo de zonamento não é observável em todos os pegmatitos. De facto, a maior parte dos pegmatitos descritos na literatura, não tem todas as zonas ou estas apresentam-se incompletas.

b) Zonas de substituição. Ocorrem, frequentemente, no núcleo e nas zonas intermédias de um pegmatito. Representam um processo pelo qual um material pegmatítico original é completamente modificado para uma composição mono-minerálica, de grão fino, ou por um conjunto mineralógico diferente. Estes efeitos são devidos a metassomatismo e podem ser extensivos e afetar uma unidade inteira, ou podem ser seletivos e só substituir espécies minerais, individuais.

c) Preenchimento de fraturas, em contraste com o metassomatismo penetrante é facilmente identificável. Não é muito frequente e é, de uma maneira geral,

volumetricamente insignificante. O exemplo mais vulgar é o preenchimento de fraturas por quartzo que, partindo do núcleo, atravessam e cortam outras zonas. Contudo, o preenchimento de fraturas por moscovite, turmalina, feldspato potássico e lepidolite, também têm sido descritos.

Vlassov (1953) distinguiu quatro "grupos de paragenéticos" correspondentes a outros tantos estádios da evolução dos pegmatitos (fig. 29).



Aumento do número de minerais e do número de estádios.

Legenda:

1- granito; 2- pegmatito com textura gráfica; 3- zonas com microclina e oligoclase e com microclina espodumena; 4- massas de quartzo (núcleo e bordaduras de quartzo tardio); 5- zona de substituição: cleavlandite, moscovite, berilo, tantalite, espodumena, etc.; 6- cristais de minerais de metais raros: espodumena, berilo, etc.; 7- moscovite.

Fig. 29 - Aumento da diferenciação, do processo de substituição e da concentração de associações com metais raros. Esquema dos tipos texturo-paragenéticos de pegmatitos graníticos (Vlassov, 1953)

Grupo **I**: quartzo e feldspato associados com uma textura granular ou gráfica, é o pegmatito gráfico e granular e representa a maior parte de todos os campos pegmatiticos; Grupo **II**: mais interior no pegmatito, é de grão mais grosseiro e constituído por grandes cristais, centimétricos a métricos, de microclina e ortose; Grupo **III**: quartzo isola-se na parte interna em grandes blocos (estrutura em blocos); Grupo **IV**: conjunto de minerais formados por substituição no contacto do núcleo quartzoso com a zona da microclina; os corpos pegmatíticos deste tipo são menos numerosos, mas importantes, pois são fonte de metais raros. Nos feldspatos potássicos desenvolve-se, entretanto, albite e a moscovite (albitização e moscovitização). Forma-se também o berilo, apatite manganesífera, granadas manganesíferas, fosfatos de lítio e de manganês, nióbio-tantalatos, cassiterite e

minerais uraníferos. A substituição dá-se, não no núcleo do pegmatito, mas sim no contacto do quartzo com o feldspato e substituindo este último.

Nos pegmatitos dos grupos **II** e **III** os fenómenos de substituição foram menos acentuados, mas mesmo assim podem ocorrer minerais úteis como o berilo, a cassiterite, a espodumena e os nióbio-tantalatos.

Zonamento Regional do corpo pegmatítico

A zonalidade pode manifestar-se à escala do campo pegmatítico. Os pegmatitos, além dos zonamentos a nível interno e local, podem possuir zonamentos que se avaliam a nível da região onde se encontram inseridos.

A variação zonal da mineralização dos pegmatitos desde há muito que está referida e foi apresentada de um modo muito explícito por Fersman (1934). Segundo este autor os pegmatitos com TR, Th (monazite), Nb, Ta, Zr, U e Ti são os mais profundos e os mais internos. Depois seguem-se os pegmatitos com mica, os pegmatitos com berilo, os pegmatitos com lítio, os de estanho e por último com Li, P e Mn.

Varlamoff (1959) afinou o esquema de Fersman, principalmente, tendo como objectivo a sua aplicação em prospeção de pegmatitos. Os campos pegmatíticos mais densos situam-se no apex dos maciços graníticos, podendo o contacto granito-rocha-encaixante situar-se por cima, no meio ou abaixo das zonas dos pegmatitos. Os grupos **I** e **II** de Vlassov são os que se encontram mais abaixo e muitas vezes enraizados no granito. Os grupos III e IV, mais evoluídos encontram-se mais longe dos contactos.

Vários outros autores têm abordado o conceito de zonamento regional (*eg.* Trueman & Ĉerný, (1982); Ĉerný, (1991)) referem padrões de zonamento regional, especialmente para pegmatitos com elementos-raros. Estes autores, por exemplo, para os pegmatitos do tipo LCT (Li, Cs, Ta) propõem um modelo de zonamento regional dos diferentes tipos e subtipos de pegmatitos, normalmente observável em relação a um determinado maciço ou plutão granítico que assumem, constituído pelo granito parental dos pegmatitos.

Os pegmatitos menos fracionados estão localizados junto do plutão e os mais fracionados mais longe do mesmo. Os pegmatitos com enriquecimento em; H_2O, F, B, P, Li, Rb, Cs e

Be têm mais capacidade para migrarem, pois têm baixa viscosidade e são, por isso, capazes de ter maior mobilidade.

Simmons & Weber (2008) destacam que, se os magmas pegmatíticos menos fracionados saem primeiro, de um plutão fracionado, como proposto por Ĉerný (1991), isso implicaria a remoção de constituintes que deviam permanecer no magma pegmatítico de modo a atingir altos níveis de concentração, necessárias à formação dos pegmatitos mais evoluídos. Estes autores também questionam como é que elementos tais como: Li, Cs, Ta, etc, podem permanecer no plutão, para serem libertados mais tarde, e como podem os pegmatitos evoluídos sair do plutão e não deixar vestígios da sua passagem.

2.2.1.6. A Origem dos Pegmatitos

A origem do pegmatito tem sido alvo de já antigas e sempre polémicas discussões. As diferenças de opinião surgem, nomeadamente, quando se tenta explicar a presença dos minerais graníticos comuns em coexistência com elementos exóticos, a grande variedade no tamanho do grão, a distribuição espacial e/ou regional dos pegmatitos e a coexistência de texturas mineralógicas diferentes.

A origem magmática versus uma não magmática para os pegmatitos é o tema ainda muito controvérso.

Como referência histórica, Landes (1933) refere uma divisão de duas teorias divergentes sobre a origem dos pegmatitos: aquífero e ígneo. Define uma teoria aquífera que agrupa todas as teorias em que as rochas vizinhas, mais do que os magmas, são consideradas como sendo a origem dos elementos contidos nos pegmatitos. As teorias ígneas incluem todas aquelas em que os minerais pegmatíticos são considerados de origem magmática, por cristalização direta ou por precipitação de soluções hidrotermais. No trabalho deste autor é possível encontrar uma extensa revisão sobre todas as teorias acerca da origem dos pegmatitos. O autor defende os pegmatitos como subproduto de cristalização de grandes corpos de magmas intrusivos.

A maior parte dos investigadores favorecem ainda a origem magmática, explicando os pegmatitos como produtos de magmas graníticos de cristalização fracionada. Contudo, em certos casos, as origens metamórficas, envolvendo recristalização, anatexia ou substituição, estão claramente indicadas pelas relações de campo e dados geoquímicos.

Mais recentemente, Shearer et al., (1992) e Roda-Robles (1993) propuseram um modelo misto onde os processos não só magmáticos como de *anetexia* são tomados em conta: os pegmatíticos serão o resultado de uma combinação de percentagem diferente de fusão parcial seguida de cristalização fracionada dessa melt fusão. Simmons & Webber (2008) sugeriram que talvez, em alguns casos, as melts fusões pegmatíticas, mais distantes do plutão, não sejam dela derivados, pela cristalização fracionada prolongada, mas são melts fusões parciais de grau muito baixo, geradas no halo termal do plutão.

2.2.2. O pegmatito da Mina de "Chão de Castanheiro"

2.2.2.1. Algumas notas históricas sobre as concessões mineiras em estudo

A exploração do pegmatito de Mesquitela teve início no século passado junto à povoação do mesmo nome, estendendo-se progressivamente a noroeste, seguindo à superfície afloramentos, para exploração de berilo, quartzo, feldspato e moscovite. Os pegmatitos ocorrem em filões e em bolsadas irregulares. Os filões são geralmente de média dimensão com afloramentos em oito pontos distintos.

Nos documentos mais antigos consultados, a exploração teve a sua origem oficial, porque uma Senhora de grande sensibilidade para a importância dos recursos minerais, de seu nome Eugénia Maria Telles de Malafaya, residente em Lourosa da Comenda, distrito de Viseu, descobriu por exame de trabalhos antigos, em Janeiro de 1931, glucínio e outros minerais, existentes no lugar de Cubos, freguesia e concelho de Mangualde.

José Rodrigues Carolino (pai) regista a descoberta, em 1932, da formação que viria a dar lugar á concessão mineira designada por Chão de Castanheiro. A partir dos respectivos registos desencadeia-se o processo das duas concessões mineiras que viriam, uma, a designar-se **Chão do Castanheiro**, cujo ponto de partida é a esquina poente-sul da inicial casa do próprio proprietário, correspondendo aos poços nº1, nº2 e nº3, e a outra a designação de **Cubos** .

O primeiro plano de lavra da mina de "Chão de Castanheiro" foi elaborado em Dezembro de 1933 (fig. 36 e 37) com base nos estudos do Engº Rogério A. Cavaca onde este já fazia a transcrição de parte do trabalho de tese do Professor de Mineralogia e Petrologia do Instituto Superior Técnico, Amílcar de Jesus.

Em 1935 era Director Geral da Repartição de Minas e Serviços Geológicos o Engº Luiz de Castro e Sola e Diretor Técnico da mina, António Couto Martins. A este último sucedeu o Engenheiro de Minas D. Luiz de Saldanha Oliveira e Sousa em Maio de 1938. Este revê o Plano de Lavra para a Mina de Chão de Castanheiro em Janeiro de 1940.

Mais tarde, José Rodrigues Carolino (pai), compra a propriedade denominada Regada, a António Marques que engloba grande parte dos terrenos abrangidos por uma nova concessão mineira, desta vez denominada Mina de Glucínio – Cubos, freguesia e concelho de Mangualde, correspondendo ao que viriam a ser os poços: nº4, nº5, nº6, nº7 e nº8 (fig. 36 e 37).

Em 11 de Novembro de 1943, em escritura notarial, em Lisboa, José Rodrigues Carolino (pai) cede o direito ao uso de exploração à Sociedade Zickermann representada por Gustav Zickermann e a operar em Portugal desde 1895. Ficou estabelecido que as contribuições e lucros de guerra ficariam a cargo da Sociedade Zickermann. A produção de feldspato ficaria para José Carolino (pai) e as 50 primeiras toneladas de berilo ou glucínio para a Sociedade Zickermann. Testemunharam várias pessoas, nomeadamente, o Professor Amílcar de Jesus.

Em 6 de Fevereiro de 1947 é feito o pedido de “suspensão da lavra”, nas duas concessões por falta de mercado para o berilo.

Em Janeiro de 1958, é elaborado novo Plano de Lavra para a mina pelo Engº D. Luiz de Saldanha Oliveira e Sousa.

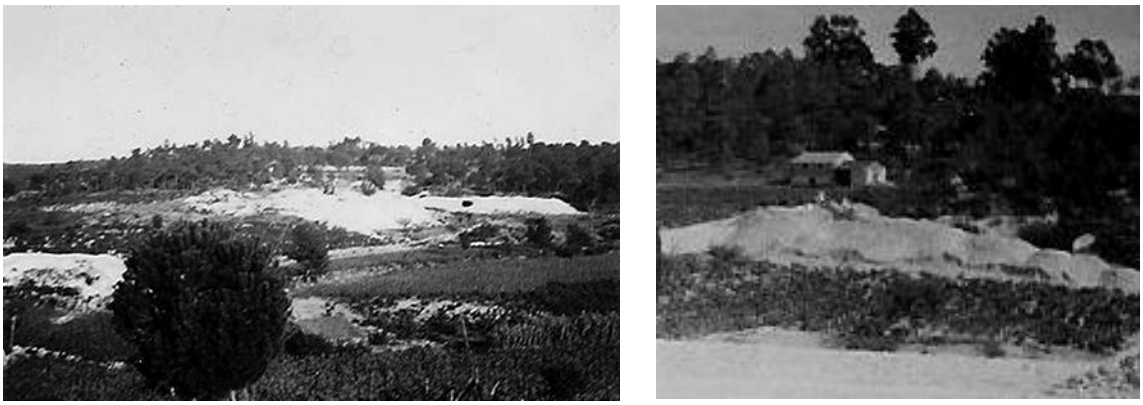


Fig. 30 - a) Imagem geral da propriedade da Regada com as escombreiras dos poço 3,4 e 5. b) Escombreira do poço 4

Os sucessivos poços serviam de prospeção e desenvolvimento dos afloramentos dos filões e das apófises e a numeração dos mesmos segue a sequência do seu surgimento.

Os trabalhos mineiros incrementados mais junto à povoação de Mesquitela, originaram os trabalhos subterrâneos referentes aos poços nº1 e nº2, seguindo-se os restantes nº 3, nº4, nº5 e nº6, dentro da propriedade Regada, atravessada pela ribeira de Almeidinha, todos na freguesia de Mesquitela, Concelho de Mangualde.

Por último os poços nº7 e nº8 junto ao lugar de Cubos com a mesma designação da concessão mineira, mas na freguesia e concelho de Mangualde. O campo pegmatítico foi explorado nas duas concessões contíguas.

Mais tarde, por simplificação de terminologia, todo o campo passa a adotar uma, das duas designações existentes (Chão de Castanheiro e Cubos). Opta-se, então, pela designação Cubos, que não é freguesia, mas pertence, à freguesia e concelho de Mangualde. Desta forma, pedreiras e lugares com designações de Rochel, Regada ou Chão do Castanheiro surgem associados a este campo pegmatítico.

2.2.2.2. Sobre os métodos de exploração mais tradicionais

A exploração apeada era o método utilizado, pois a mecanização era rudimentar (fig.31). Na década de 40, aquando do período áureo do volfrâmio, houve um forte incremento de exploração mineira. Com os acontecimentos que envolveram toda a europa, começaram a ser intensificados os trabalhos de exploração de outros minérios como o berilo e a cassiterite, dado que no pegmatito de Mangualde o volfrâmio era raro, embora se tenha norteado as intenções da sua exploração durante algum tempo. O berilo era, então, o

principal minério e a ganga era constituída por feldspato, quartzo e moscovite. A litiofilite, ainda que em menor expressão, também contribuiu para as transações comerciais do concessionário da época.



Fig. 31 - Explorações iniciais de minérios em Mangualde

Graças ao apoio dado pelos alemães surgiram, como preciosos auxiliares do processo de extração, os primeiros compressores (fig. 32).



Fig. 32 – Compressor

O minério era içado para a superfície através de planos inclinados ou guindastes a funcionar com sarilhos (fig.33 e 34).



Fig. 33 - Exemplos de sarilhos usados na época (poço7)

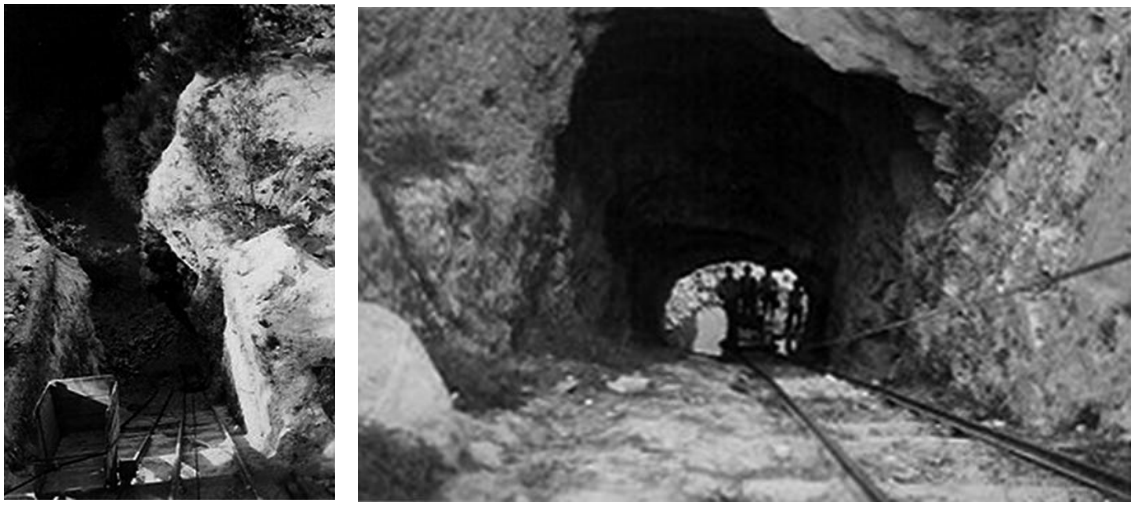


Fig. 34 - Planos inclinados

Todo o minério extraído era transportado, como se pode verificar pelas guias de trânsito existentes, para a estação de Caminho de Ferro de Bodiosa - Viseu onde, na época, funcionava, também, uma separadora para o estanho.

Com o final da guerra, iniciou-se uma forte exploração dos minerais não metálicos. Inicialmente, o tratamento constava de escolha manual, muitas vezes tarefa destinada às mulheres. Posteriormente deu lugar a sistemas de tratamento com britadeiras e moinhos de bolas ou de barras, onde a rocha era fragmentada para dimensões de 20mm ou

inferiores. Nos anos 70, as partículas finas eram recolhidas em filtros de desempoeiramento e ensacadas.

A exploração era também subterrânea em galerias desenvolvidas com utilização de equipamentos mais modernos de exploração que não existiam no início da mesma. Estabeleceu-se a lavra subterrânea também numa tentativa de ligação em profundidade das diferentes “apófises” identificadas à superfície. Chegaram a existir oito poços existindo, por vezes, ligações entre eles nomeadamente do poço 2 para o 3, do 4 para o 5, do poço 7 para o 8 e por fim, uma tentativa não conseguida do poço 6 para o poço 7.

Muito mais tarde, depois do refundamento do poço 6, foi experimentada uma exploração, utilizando meios mecânicos de extração local, mas sem êxito.



Fig. 35 - a) e b) - Lavra mineira, Poços 3 e 4 respetivamente

Atualmente, os vestígios da antiga exploração mineira são ainda significativos. A recuperação ambiental, por parte dos atuais decisores da empresa concessionária está em curso. Os trabalhos subterrâneos dos poços 7 e 8 foram preenchidos com escombro.

Também, os poços 1, 2, 4 e 6 se encontram preenchidos com água que, durante anos, se foi acumulando por escorrência ou derivada das nascentes existentes nos mesmos.

O poço 5 está preenchido, sobretudo por água poluída da ribeira de Almeidinha já que a estação de tratamento se encontra a jusante da formação. No entanto, já se encontra vedado por questões de segurança.

Apesar de habitualmente as escombreiras impedirem o desenvolvimento de vegetação e de reposição de sucessão ecológica, devido ao tipo de estéreis semelhante à composição do granito, esta zona apresenta tendência para a reposição do ecossistema natural, constituído essencialmente por pinheiro bravo, carvalhos e outra vegetação espontânea

de médio porte (medronheiro), não evidenciando problemas de estabilidade. Hoje em dia, com a legislação em vigor e as novas exigências ambientais, os poços 7 e 8 estão a ser entulhados dada a proximidade das residências e da urbanização ao redor das suas escombreiras.

Com a reciclagem de estéreis das várias escombreiras existentes e com a venda para aterros fora do perímetro mineiro resta, apenas, uma escombreira anexa ao poço 3 pelo que este é o único que para já preserva o acesso a trabalhos subterrâneos e permite a visualização de estrutura pegmatítica.

2.2.2.3. Morfologia do pegmatito

O mapa mais antigo a que tivemos acesso data de Dezembro de 1933 e diz respeito a uma planta de pedreiras e perfis existente nos arquivos da DGEG (fig.36). Dessa planta constam já cinco poços do nº1 ao nº 5, estando também assinalada uma pequena escavação já a NW da ribeira de Almeidinha. Os poços definem, no seu conjunto, uma orientação NW-SE em que os trabalhos de exploração estão todos situados nos afloramentos das apófises pegmatíticas encaixadas em granitos.

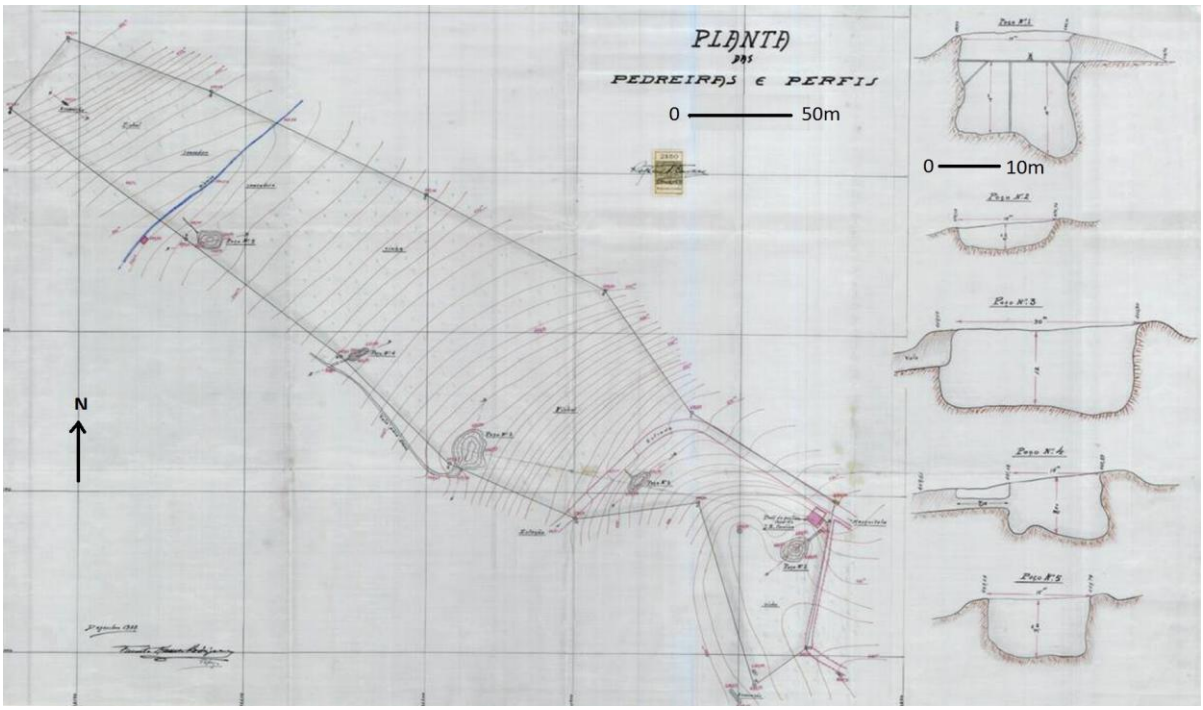


Fig. 36 - Mapa de 1933 com perfis dos poços 1,2,3,4 e 5

Como se pode verificar no mapa e perfis da fig. 36, o poço 1 atingia uma profundidade máxima de 15m e verifica-se no perfil NE-SW, que exibe um diâmetro de 16m. Posteriormente foi refundado até 20m e a partir dele foi realizada uma curta galeria de reconhecimento para SW e uma outra virada ao poço 2.

Se a este documento juntarmos as importantes informações que constam da monografia elaborada por Amílcar de Jesus (1933) pode deduzir-se que as massas pegmatíticas só foram reconhecidas por trabalhos nas suas zonas mais superficiais facto que, segundo aquele autor, já impedia uma correta avaliação quer sob "o número e porte individual das formações de pegmatito, em virtude da grande irregularidade que as caracteriza".

Com efeito, a abertura de poços só foi possível onde as estruturas afloravam e tinham possança que a permitisse. O mesmo autor refere ainda que a inclinação das estruturas é também variável - "ora se aproxima da horizontal, ora tende para a vertical".

Isto é, no seu conjunto o pegmatito que foi explorado é constituído por um conjunto de apófises com direção média N60ºW.

O poço 2 foi escavado junto à estrada de acesso ao centro da freguesia de Mesquitela. Tinha apenas 4m de profundidade, tendo posteriormente sido refundado até 8 metros com um diâmetro de 10 metros. A partir dele iniciou-se uma galeria seguindo o pegmatito na direção do poço 1, N20ºW com o comprimento de 14 metros.

O poço 3 é o que revela, no perfil, uma maior cavidade de exploração, nomeadamente, um diâmetro de 30m em secção NS e uma profundidade de 12metros.

A NW do poço 3 estão assinalados os poços 4 e 5. Pelo menos em 1933 os trabalhos neles desenvolvidos eram de pequena dimensão pois, em profundidade, não excediam os 9 metros e no diâmetro 15 metros.

De referir que o poço 4 tem, no seu maior eixo, uma orientação NE - SW e nele o pegmatito ocorria sob uma capa granítica.

No mapa dos anos 60 na figura 37, já aparecem assinalados os poços a W da ribeira de Almeidinha, mais concretamente, os poços 6 e 7.

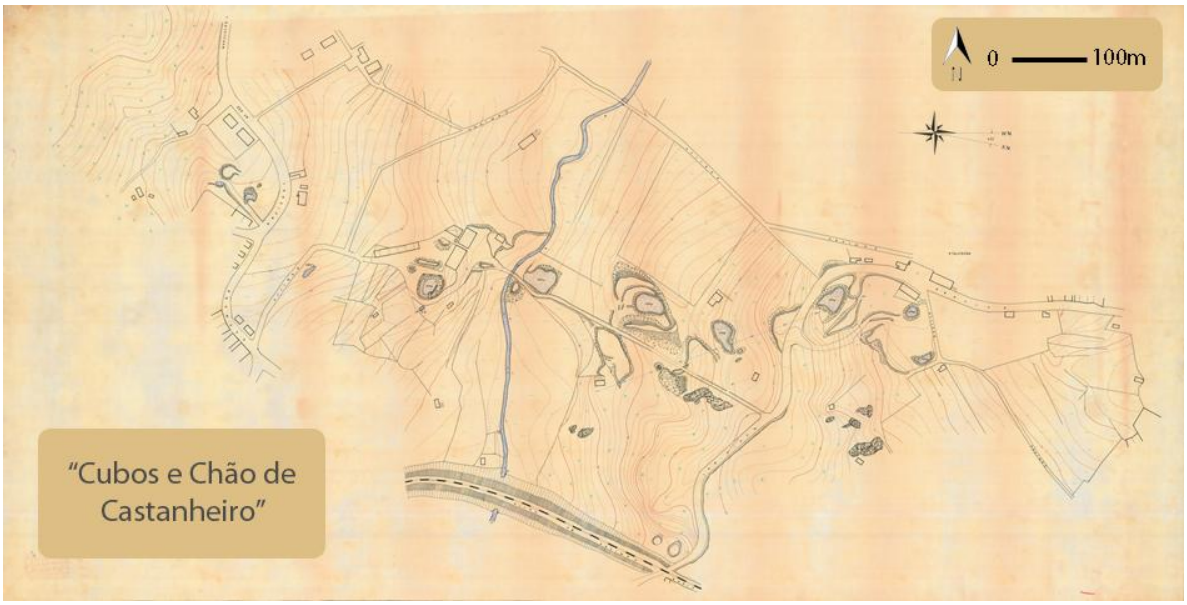


Fig. 37 - Mapa dos anos 60 com o conjunto de todos os poços (1a 8)

A existência de levantamentos topográficos recentes, abrangendo a área dos poços 1, 2 e 3 (fig.39) bem como um perfil passando pelos três poços (fig. 38), permite concluir que há continuidade da estrutura entre o Poço 1 e o Poço 2 com a ocorrência do "Cabeço do Seixo", zona rica em quartzo, entre os dois, o mesmo não se verificando entre os Poços 2 e Poço 3.

Com efeito, a ligação que existe, entre ambos, não foi feita em pegmatito.

O perfil mostra a existência de trabalhos mineiros subterrâneos a este do Poço 3.

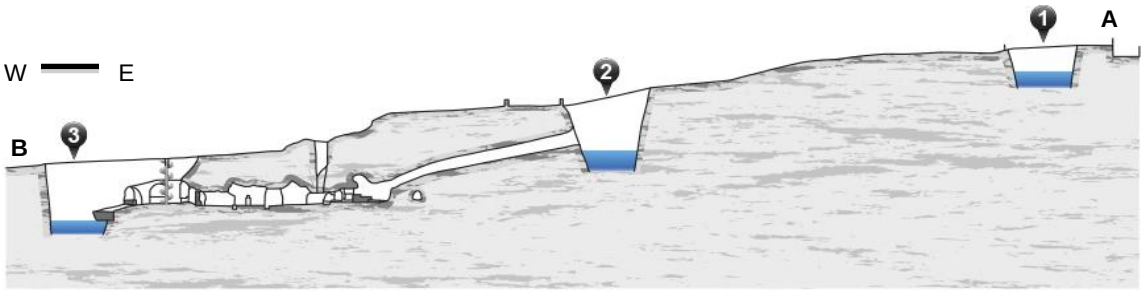


Fig. 38 - Perfil AB passando pelo Poço 1 (P1), Poço 2 (P2) e Poço 3 (P3) (visível galeria de passagem entre P2 e P3). No poço 3 pode visualizar-se o acesso ao nivel -1 por escada em caracol.

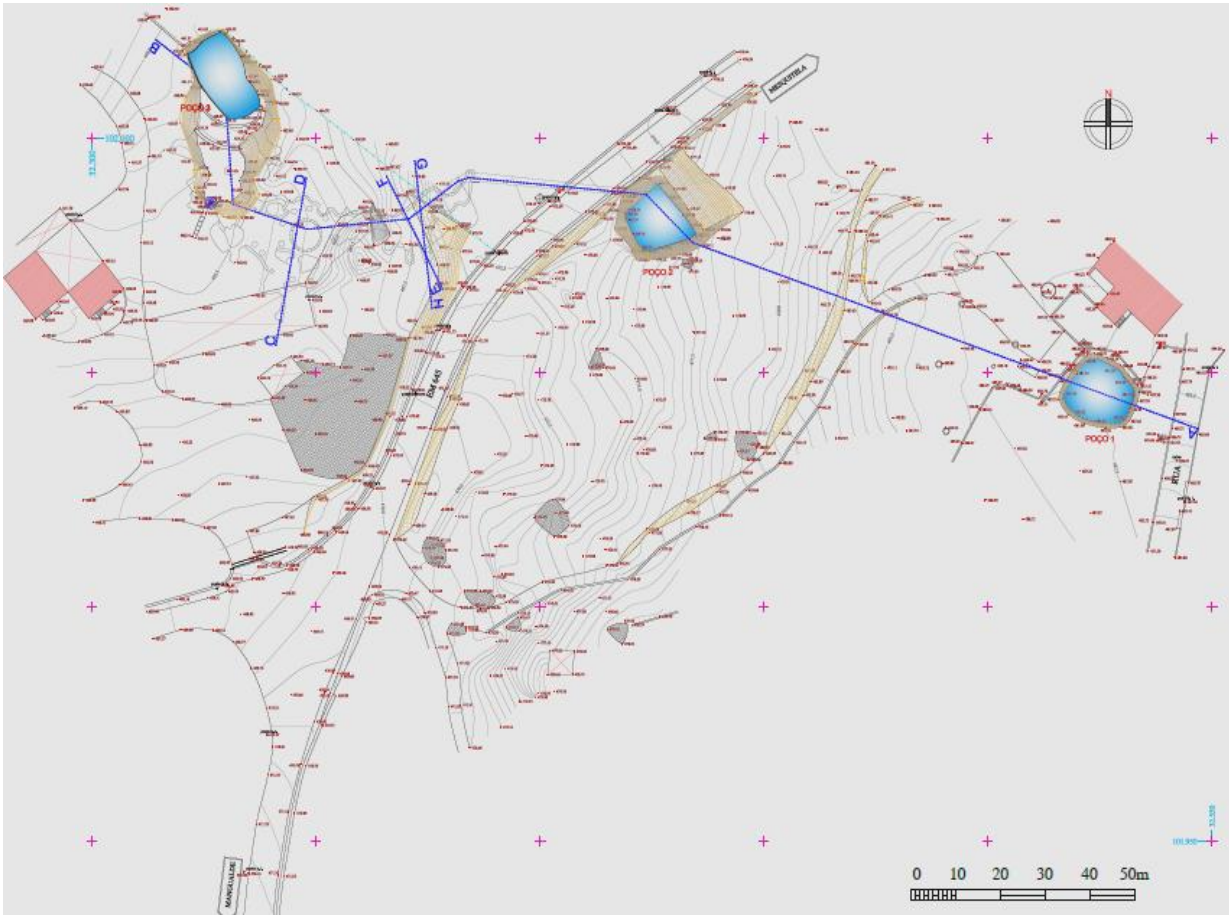


Fig. 39 - Topografia atual da concessão mineira de “Chão de Castanheiro” (poços 1,2 e 3)

Com base na fotografia Google e em trabalho de campo elaboraram-se as figuras 40 e 41.

Pode observar-se o alinhamento da estrutura pegmatítica bem como várias falhas ou alinhamentos de fractura, nomeadamente as que designamos por **F1** e **F2**: F1 – Falha de Mesquitela e F2 – Falha da ribeira de Almeidinha.

A primeira afetou a estrutura entre o poço 2 e o poço 3, a segunda separa o setor este (poços 1, 2, 3, 4 e 5) do setor oeste (poços 6, 7 e 8).

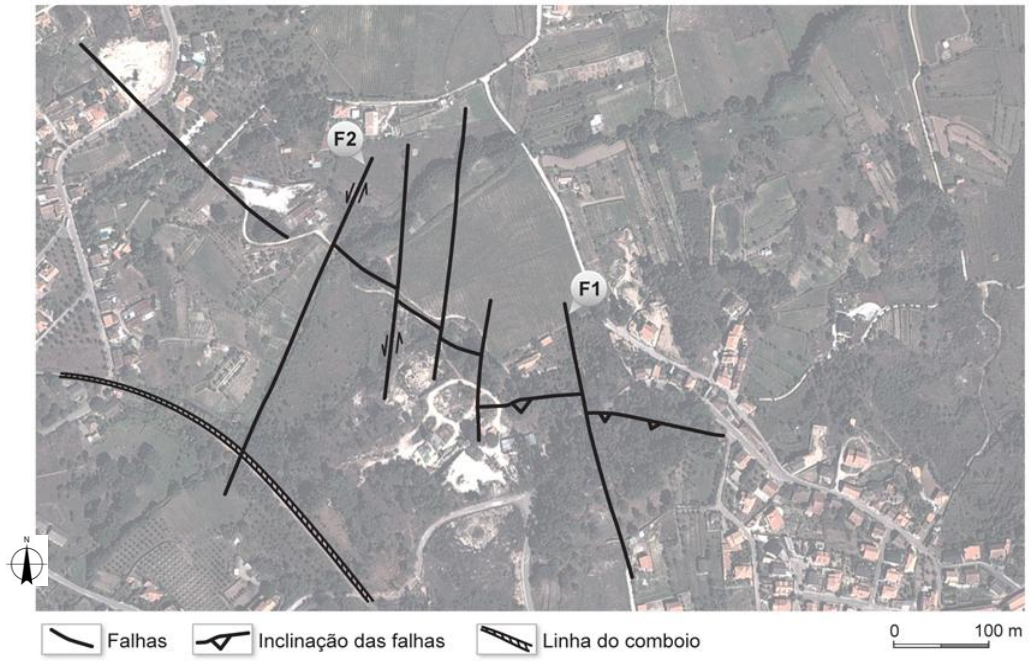


Fig. 40 - F1- Falha de Mesquitela e F2 – Falha da ribeira de Almeidinha.

A falha F1 é a responsável pela não ligação do poço 2 ao poço 3 que antes referimos. Situação idêntica pode ter-se repetido no poço 6, razão pela qual a tentativa de ligação, em pegmatito, do poço 7 para o 6 não se tenha verificado, surgindo, no entanto, pegmatito noutra direção a partir do poço 6.

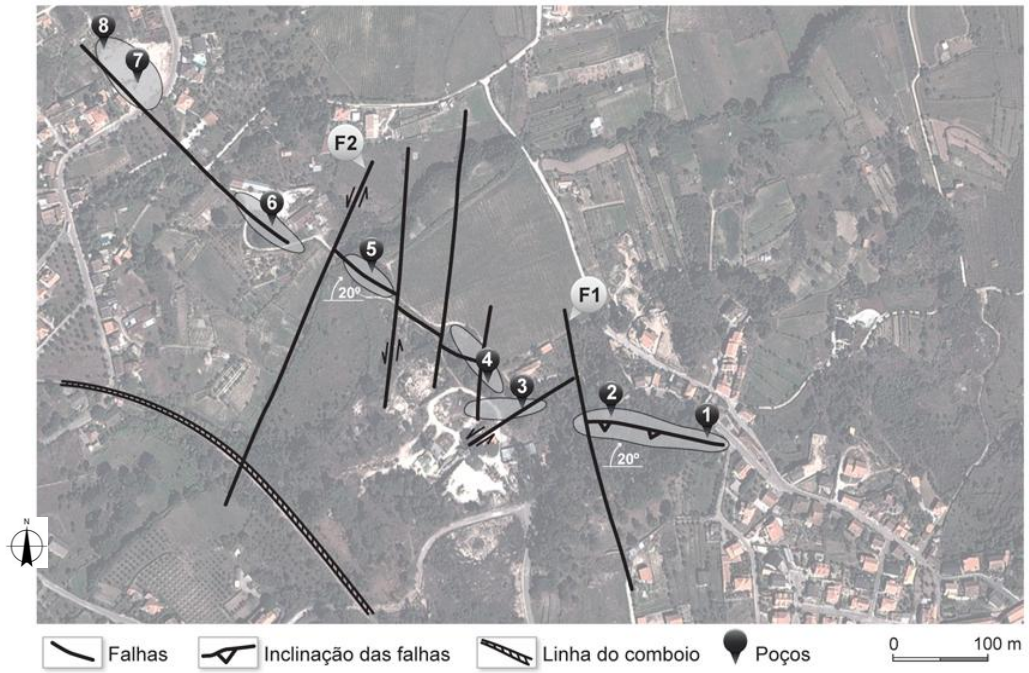


Fig. 41 - Representação interpretativa do campo pegmatítico granítico de Mesquitela

Das observações por nós efetuadas, depois de feitas sanjas e encontrar rocha fresca, construímos o seguinte registo esquemático referente à formação pegmatitica no poço 2 (fig.42). A galeria A está ligada à superfície por um poço vertical, aberto no próprio filão de feldspato que, por sua vez, comunica com uma outra galeria, a uma cota muito mais baixa C, bem ao nível da água, existente em época de verão (fig. 43).

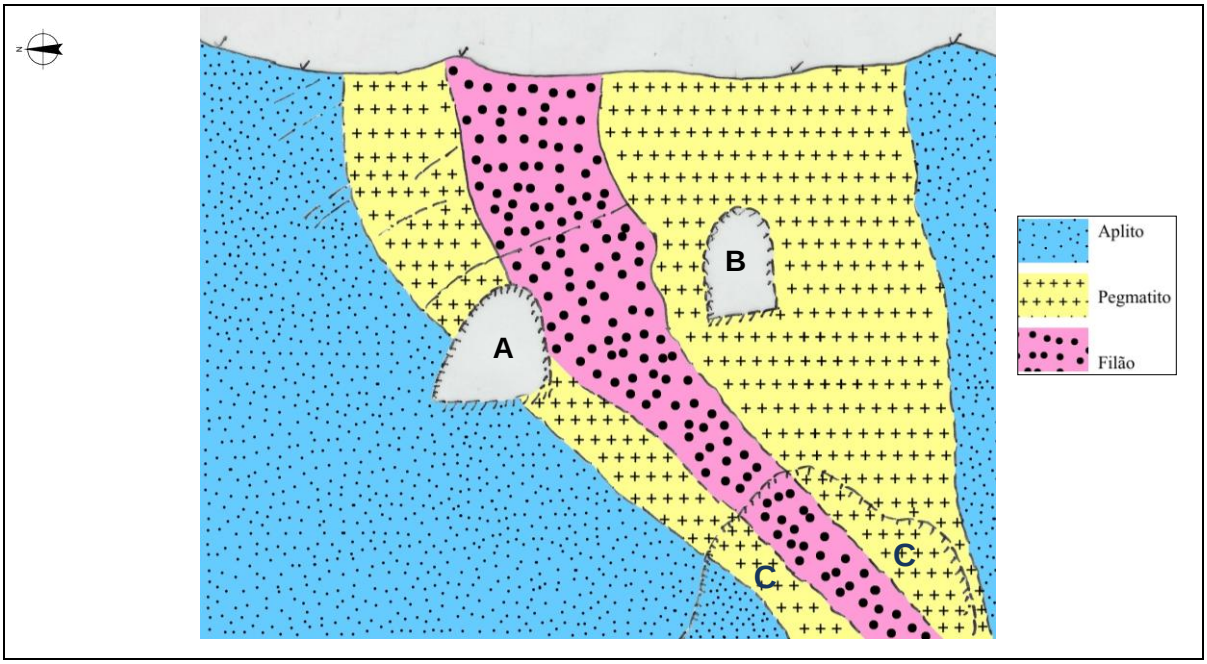


Fig. 42 - Esquema observável das zonas da formação, na antiga mina de “Chão de Castanheiro”, num dos taludes do poço 2.



Fig. 43 - Poço 2, junto à estrada de acesso à Mesquitela.

A galeria C foi aberta numa zona em que o pegmatito não se apresenta bem diferenciado relativamente à rocha encaixante.

Outras galerias laterais, nos outros taludes, caracterizam o método de exploração deste poço 2 em que esta incidiu sobre uma estrutura subvertical. De referir que a estrutura pegmatítica, de direção NW-SE, com uma inclinação média da ordem dos 60º para Norte, era essencialmente constituída por quartzo, feldspato Na e K este por vezes exibindo intensa caulinização. Na figura 43 pode ver-se o estado atual do poço 2.

Terminada que está há longos anos a exploração mineira, ficou o espaço, hoje vazio, com pouca água, em tempo de verão, o que pressupõe a não existência de nascentes próprias.

No extremo oposto da formação pegmatitica, o poço 8 está agora entulhado, bem como parte do poço 7. Neste último pode observar-se que o pegmatito tem um desenvolvimento subvertical mas exibe um forte diclasamento sub-horizontal, atravessado por uma estrutura vertical N-S que corresponde a um "filão" com moscovite e quartzo dominantes como se ilustra nas fotografias seguintes (figs.44 a),b). O poço nº 8 funcionou mais como "respiro" do poço nº7.



a) b)

Fig. 44 - Poço 7 : a) exibindo filão vertical de moscovite, no lado direito da imagem; b) estruturação sub-horizontal.

2.2.2.4. Uma Visita ao Poço 3

A nossa particular atenção incidiu sobre o poço 3, uma vez que, até há pouco tempo, era o único onde eram, acessíveis, magníficos trabalhos subterrâneos em muito boas condições de segurança e que correspondem às cotas mais profundas exploradas no campo pegmatítico.

Amílcar de Jesus (1933) refere, relativamente à estrutura pegmatítica no poço 3, que apófises partem em direção à superfície, frequentemente com várias ramificações. Admite o mesmo autor que, no que diz respeito aos afloramentos da propriedade "Regada", poderá haver uma massa de maior vulto resultado da união, em profundidade, da formação observada à superfície".

O poço 3 é peculiar por patentear e padronizar um método de exploração subterrânea por câmaras e pilares, com o seu primeiro piso a desenvolver-se a uma profundidade média de cerca de 20m. Não está inundado e exibe à superfície a chaminé de ventilação, ainda visível na área mineira. Abaixo do primeiro piso, desenvolveu-se ainda um segundo piso na direção principal da formação, mas, atualmente, encontra-se inundada.

O poço 3 em 1937 apresentava já uma profundidade de 13 metros e a partir dele foram traçadas duas galerias. Uma seguia para Poente com 5 metros de comprimento através do pegmatito e outra com 2 metros para Nascente.

Verificou-se, na altura, que a lavra a céu aberto implicava grande despesa na remoção do estéril de cobertura. Foi então que se optou pelo método subterrâneo de "câmara e pilares abandonados", próprios para explorações de minérios pouco ricos e bastante duros. As câmaras tinham 4 metros de lado por 3 a 4m de altura. Os pilares tinham secção de 2 x 2 metros. Foi estabelecida uma galeria principal usada para rolagem do escombro, bem como galeria de avanço da frente. Partindo da galeria principal estabeleciam-se câmaras mais pequenas igualmente de exploração. O pegmatito tinha uma possança média de 4 metros. O desmonte foi manual com recurso a explosivos dada a sua dureza. Admitiu-se, na altura, o uso de martelos perfuradores acionados a ar comprimido.

Como referimos, o poço 3 foi o que permitiu acesso a trabalhos subterrâneos. A comunicação com a superfície (nível 0) pode, ainda agora, ser feita através de escada em caracol situada ao lado onde, no principio da exploração, estava um plano inclinado por onde saía o minério explorado para a superfície a caminho da linha de escolha manual

(separação do berilo, litiofilite, feldspato de 1ª, pois o feldspato de 2ª (com mais teor em Fe) ia para a escombreira juntamente com o quartzo e rochas encaixantes.

Uma vez no nível -1 o acesso aos trabalhos é feito por uma pequena galeria de reconhecimento a nascente da grande sala 1 do nível -1, isto porque existem hoje, várias "salas" resultantes da exploração por câmaras e pilares (figs.45 e 46) devido ao facto da estrutura pegmatitica revelar uma atitude sub-horizontal. Os pilares ou colunas estão assinalados com A, B, C, D, E e F na figura 45.

O percurso, ainda possível, pelas galerias e salas do nível -1 permite observar em detalhe a estrutura do pegmatito, a sua relação com as rochas encaixantes, a visualização de sistemas de fraturas existentes e a distribuição da mineralização.

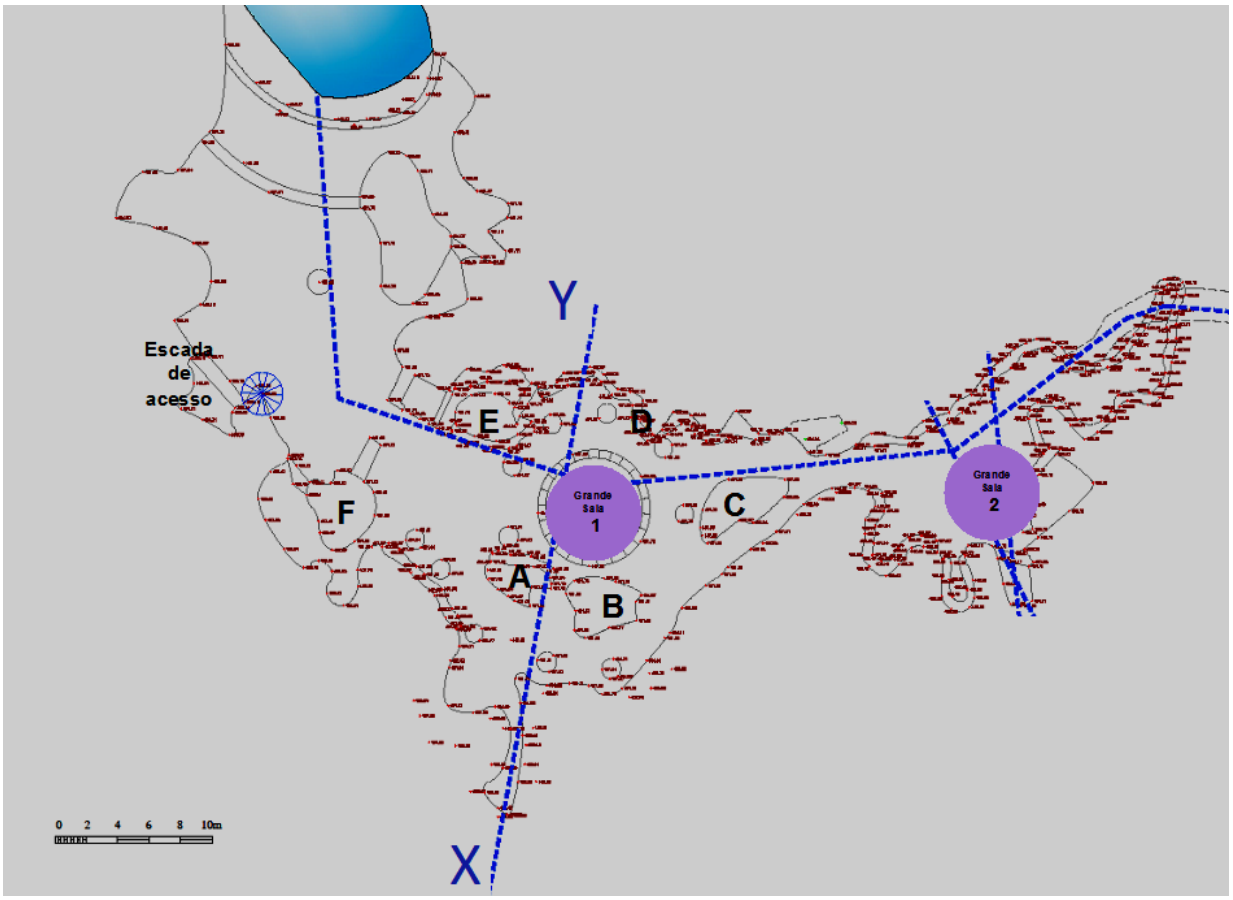


Fig. 45 - Planta dos trabalhos subterrâneos do nível-1 do Poço 3, Com as letra A, B, C, D, E e F (a negrito) estão assinalados os pilares existentes correspondentes a antigas colunas da exploração em câmaras e pilares.

Localização de perfil: X Y (transversais). O lago corresponde ao acesso ao nível -2, agora inundado.

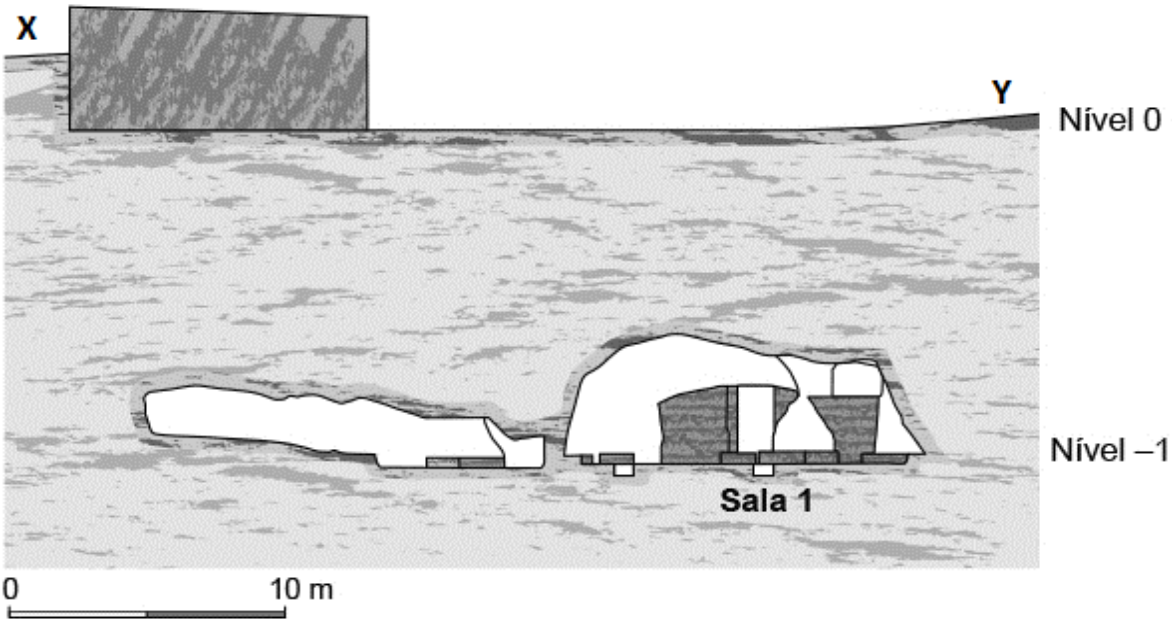


Fig. 46 - Perfil XY (Norte-Sul) passando por uma galeria de reconhecimento e pela Sala 1, piso -1.

Passamos de seguida a descrever um trajeto de visita à mina que permite fazer várias observações sobre a estrutura e mineralogia do pegmatito de “Chão do Castanheiro” no nivel -1.

O contacto do pegmatito com a rocha encaixante, de natureza granítica, é franco e a estrutura pegmatitica é recortada, quer por sistemas de fraturas subverticais, quer sub-horizontais (figs. 46 e 47).

Na figuras 49 e 50 estão visiveis algumas das colunas (A e B) da Sala 1, e, em redor, galerias de reconhecimento (muito mais baixas). É nessas colunas que se pode observar o pegmatito com uma estrutura sub-horizontal. No teto ocorre o granito encaixante. Na figura 50 pode observar-se na Coluna C a estrutura pegmatítica cortada por uma falha E-W, 90º.

Na figura 52 vê-se o hasteal, junto à coluna D. onde está bem patente o contacto do pegmatito com o encaixante aplito+granito (Contacto Norte da estrutura pegmatítica).



Fig. 47 - Encosto Norte do pegmatito. Perspectiva, de dentro da sala 1, para a escada de caracol. À direita da foto, a coluna E e à esquerda a coluna F



Fig. 48 - Sala 1, colunas A e B. Na coluna B é bem visível estrutura pegmatitica e fraturação sub-horizontal.



Fig. 49 - Perspetiva da Sala 1, com colunas de suporte (A e B) e, em redor, galerias de reconhecimento (muito mais baixas). As colunas são de pegmatito. No teto ocorre granito pelo que a estrutura é, no essencial, sub-horizontal.

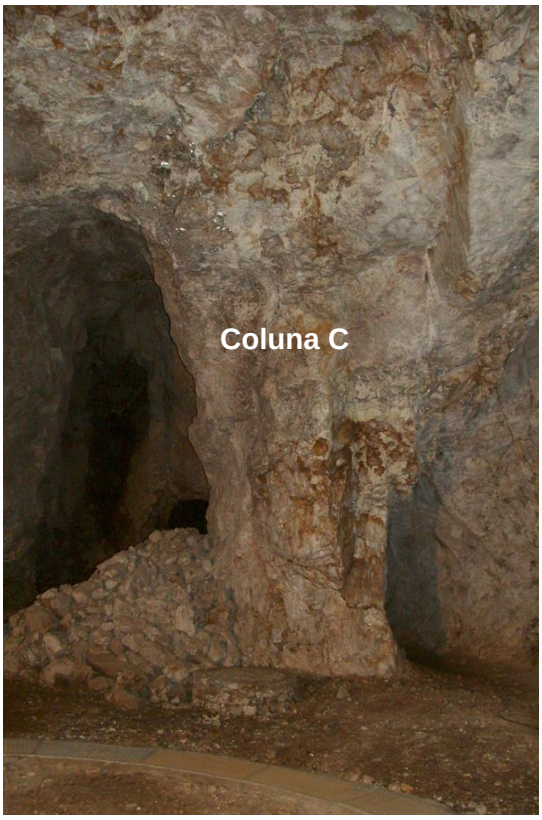


Fig. 50 - Coluna C da Sala 1. Observa-se bem a estrutura pegmatítica e falha E-W, 90º.



Fig. 51 - Coluna E, já na saída da sala1, exibindo no seu sopé algumas ferramentas manuais da época.



Fig. 52 - Hasteal da sala 1, junto à coluna D. Contacto do pegmatito com o encaixante aplito+granito (Contacto Norte da estrutura pegmatítica).

A visita permite observar a estrutura do pegmatito na zona do poço 3. Para o nível -1 do poço 3, foi elaborado um mapa geológico simplificado onde se assinalaram, também, falhas existentes (fig. 53). No mapa estão, também, esquematicamente representadas as zonas do corpo pegmatítico presentes nas diferentes colunas, bem como os seus contactos com a rocha encaixante podendo concluir-se pela forma lenticular alongada segundo um eixo maior Este-Oeste.

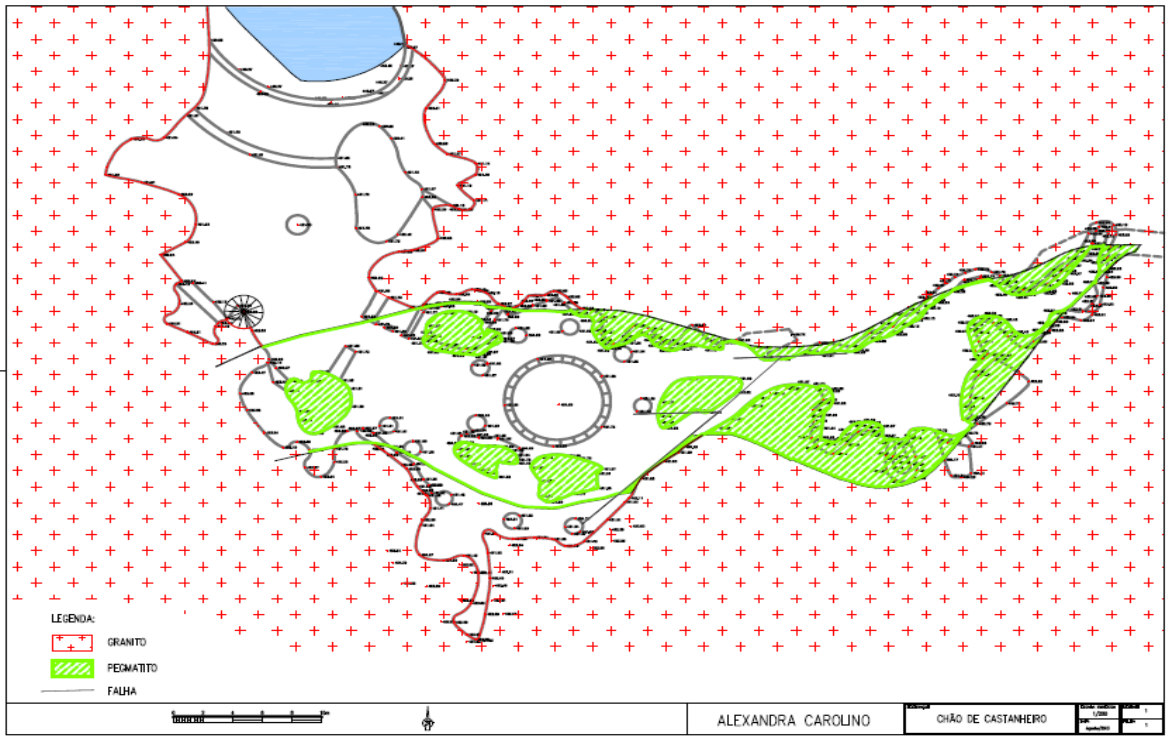


Fig. 53 - Mapa geológico simplificado do nivel -1 da formação no poço 3.

No perfil da figura 54 pretende-se fazer uma proposta de interpretação, decorrente dos dados compilados ao longo do estudo efetuado, nesta zona específica do poço 3 uma vez que todos os outros poços atualmente são inacessiveis. A proposta interpretativa, representada esquemáticamente em corte transversal para o piso -1, na sala 1 apresenta a estrutura pegmatitica com uma atitude sub-horizontal, ao contrário do que é habitualmente considerado da análise dos afloramentos e do que é ainda visível noutros poços (p.e poço 2 e poço 7), com forma ovoide achatada. Isto é a estrutura pegmatitica é no sector do poço 3 descontinua relativamente às estruturas reconhecidas nos outros poços em que a sua atitude é considerada como subvertical como já descrevemos atrás.

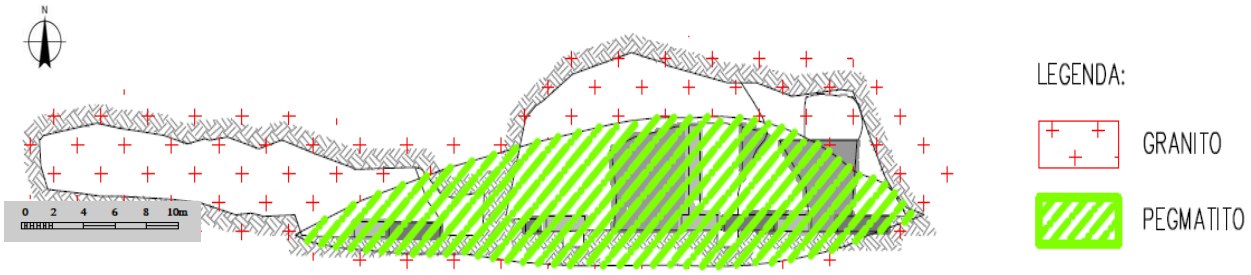


Fig. 54 - Representação do resultado da interpretação e compilação dos dados, do estudo efetuado, para o poço 3.

2.2.2.5. Mineralogia do pegmatito no poço 3

A composição média da estrutura, face aos dados existentes, aponta para 55% de estéril, 40% feldspato e quartzo e 5% de berilo, cassiterite e outros. O destino dos materiais explorados era para o feldspato, a indústria de porcelana e para o quartzo, a indústria vidreira. Mais tarde também a exportação.

A sua constituição é assim predominantemente de quartzo e feldspatos, com algum berilo associado. Destacam-se ainda, pela sua importância económica e mineralógica, os minerais de natureza mangano-litinífera, apesar de, neste momento, a sua exploração se encontrar parada. Com efeito, o campo pegmatítico de Mangualde e o poço 3 em particular, tem a especificidade de apresentar uma fase fosfatada importante, dada pela presença de minerais tais como: litiofilite, triplite, “mangualdite”, metatriplite, neopurpurite, pseudopalaíte, strengite, fluorfosfato de Mg e Ca e torbernite.

É de salientar que os sulfuretos ocorrem sempre em quantidades muito pequenas e que a cassiterite, quando presente, se associa preferencialmente ás zonas do pegmatito mais ricas em litiofilite.

A visita aos trabalhos subterrâneos do poço 3 permite observar os principais minerais bem como as suas relações mútuas.

O quartzo+feldspato potássico e moscovite aparecem quer a constituir o essencial do pegmatito quer em fraturas e cavidades no seio do granito encaixante (fig. 55 a 59 a), b)).



Fig. 55 - Aspeto da mineralogia principal quartzo + feldspato potássico + moscovite. Podem observar-se dois tipos de feldspato: o branco e o vermelho.



Fig. 56 - Quartzo + Feldspato + Moscovite, no granito encaixante à entrada da galeria de acesso à sala1,(encosto Norte do pegmatito).



Fig. 57 - Pequeno geode de quartzo no granito encaixante à entrada, da galeria de acesso à sala 1.



Fig. 58 - Pormenor da figura anterior, no teto da galeria.

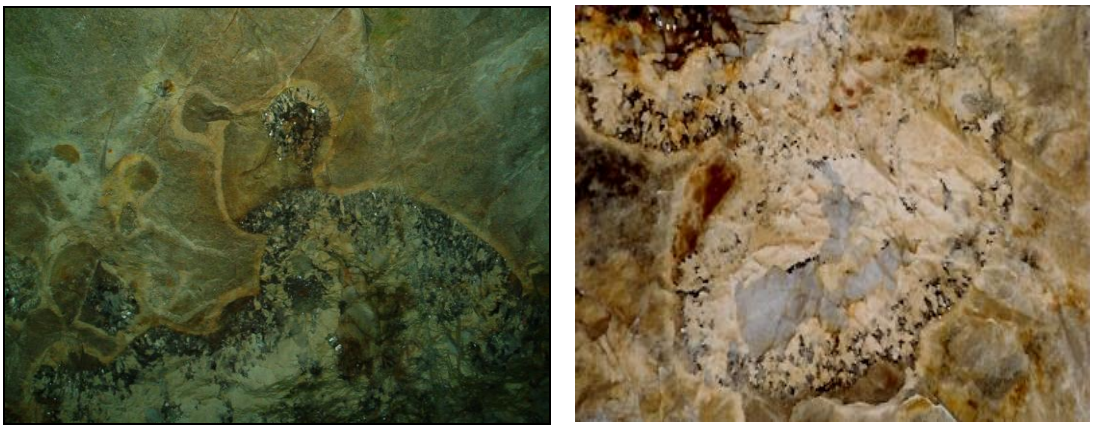


Fig. 59 a) e b) - Aspetos das orlas de contacto com o granito.

A moscovite tem diversos modos de ocorrência. Ocorre associada aos minerais principais no seio dos pegmatitos (fig. 60 e 61), ou a definir finas orlas principalmente em torno dos feldspatos (fig. 62 a 64), conferindo, ao conjunto, um aspeto zonado, sugerindo, neste caso, ser o último mineral a cristalizar. Estes fatos sugerem haver mais do que uma geração de moscovite.

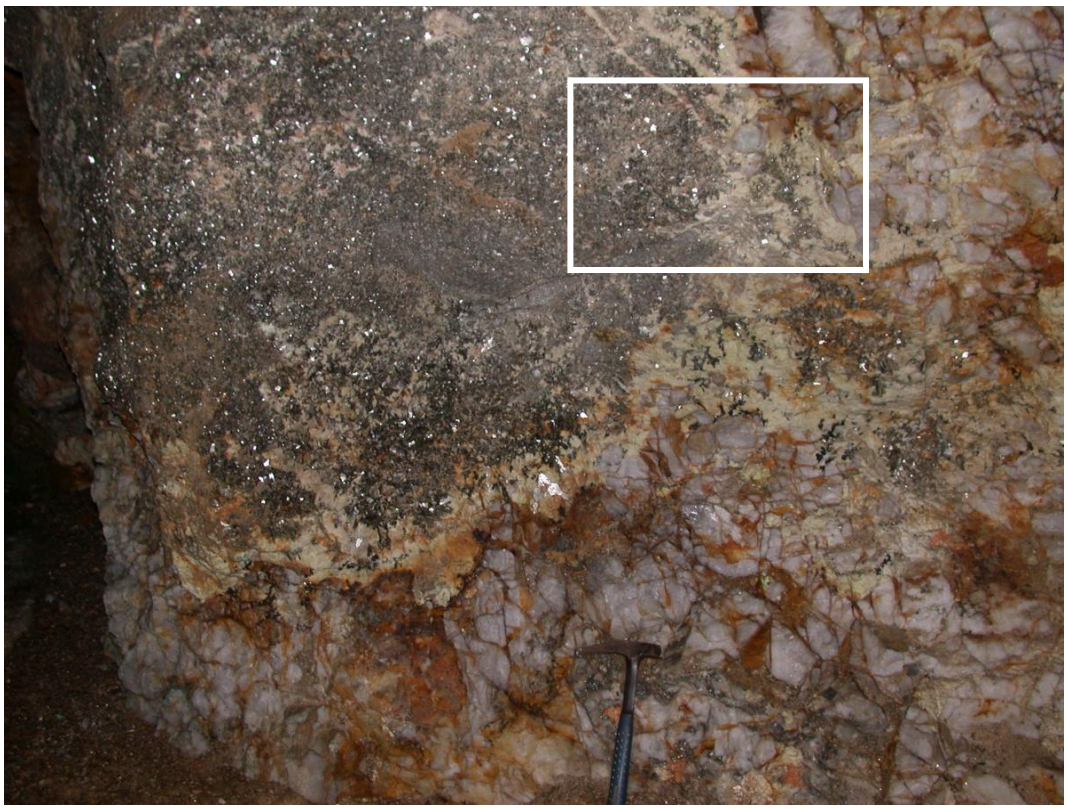


Fig. 60 -- Massa de moscovite associada a quartzo no seio do pegmatito, (junto à coluna G na sala 2).

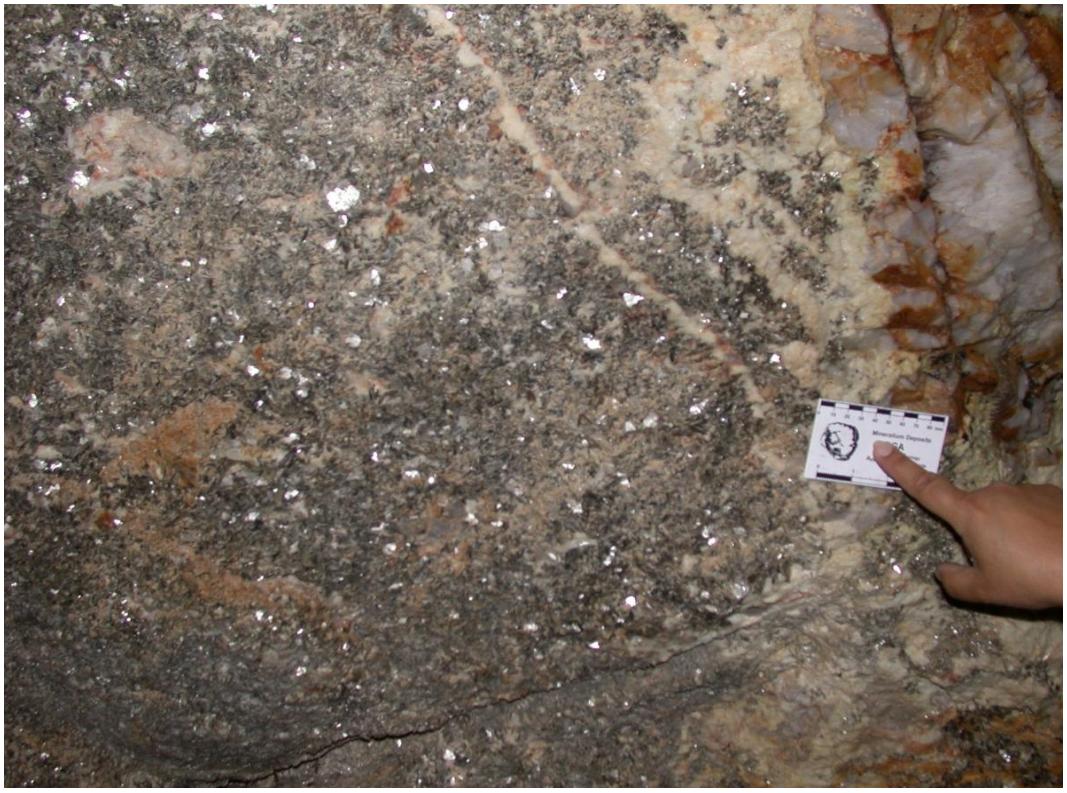


Fig. 61 - Detalhe da figura anterior.



Fig. 62 - Pegmatito com orla de moscovite no seio de aplito+granito.



Fig. 63 - Visível estrutura horizontal no pegmatito em contacto com zona onde é visível zonamento sublinhado por moscovite mais tardia.



Fig. 64 - Moscovite contornando feldspato potássico observável na sala 2 piso -1.

A Litiofilite ocorre em cavidades do pegmatito e principalmente associada a quartzo (Fig. 65 a 67).



Fig. 65 - Aspeto da coluna A, sendo visível fraturação sub-horizontal e cavidade com litiofilite (Li).



Fig. 66 - Litiofilite em cavidades do pegmatito junto ao encosto sul da estrutura pegmatítica.



Fig. 67 - Detalhe da fotografia anterior onde se pode observar aspeto da cavidade com Litiofilite. Podem ainda observar-se dendrites de óxidos de manganês sobre feldspato rosa. Outros minerais: feldspato branco e quartzo leitoso.

O berilo também se pode observar no seio do pegmatito associado aos minerais essenciais (fig. 68).



Fig. 68 - Os cristais de berilo (Be) e sua posição relativa à moscovite, quartzo e feldspato.

No aplito encaixante são, por vezes, observáveis pequenas granadas de cor vermelha (fig. 69).



Fig. 69 - Em zonas do pegmatito onde há circulação de água, verifica-se a deposição de sulfatos de cobre resultantes da alteração de sulfuretos presentes.

Os sulfuretos são raros, contudo em algumas zonas ocorrem pontualmente minerais resultantes da sua alteração (fig. 70).



Fig. 70 - Sala 2. Pegmatito com neoformações de minerais supergénicos de cobre.

C – Mineralogia

1 - Mineralogia do pegmatito de “Chão de Castanheiro”

Como temos vindo a referir, na antiga mina de “Chão de Castanheiro” em Mesquitela - Mangualde, o corpo pegmatítico tem como minerais essenciais: quartzo, feldspato potássico com albite subordinada e moscovite. O berilo é o mineral acessório principal e deve também referir-se pela sua especificidade a litiofilite.

No Quadro IX apresenta-se a longa lista de minerais até hoje referidos para o pegmatito de “Chão de Castanheiro”.

No presente estudo, foram realizados estudos petrográficos e mineralógicos, utilizando análises de difração de raios (DRX), microscópio eletrônico de varrimento (MEV-EDS), microssonda eletrônica nos laboratórios do CGUP, CEMUP e LNEG de modo a caracterizar os feldspatos potássicos e o fosfato primário.

O feldspato potássico, o mineral mais importante, ocorre normalmente como feldspato branco (FB), mas também foi observado o feldspato vermelho (FV) (fig. 71).

O estudo microscópico dos dois revelaram a presença de uma ortoclase pertítica com albitização tardia (fig. 72). Contudo, o FV mostrou um aspecto alterado que não afeta as placas de albite mais tardia (fig. 73).

A análise química, por fluorescência de raios X, dos dois feldspatos (Quadro XI) revelou, que FV tem valores mais elevados de Fe total e LOI (0,26 e 1,01%) do que FB (0,04 e 0,5%).

Para K_20 e Na_2O as diferenças são pequenas 12,38 e 2,42 para FV e 11,43 e 3,06 para FB.

FV e FB têm 1230 e 2320 ppm de Rb respetivamente. Contudo, FV e FB têm conteúdos anómalos em U (24 e 34 ppm), Sn (17 e 24 ppm) e W (12 ppm em FV) - Quadro X.

Quadro X - Minerais referidos na bibliografia publicada.

		Duparc	Jesus	Neves	Oen	Michele	Bertelli	Gramaccioli	Pereira
		1925	1934	1958	1970	1969	1982	1986	1994
Albite,	silicato		x						
Alluaudite	fosfato FA						x		x
Apatite,	fosfato						x		x
Arrojadite	fosfato FA							x	
Arsenopirite	sulfureto		x						
Autunite	fosfato					x	x		x
Barbosalite	fosfato FA AE								x
Barrandite									x
Beraunite	fosfato FH AE						x	x	
Berilo	silicato	x	x			x			x
Bermanite	fosfato FH AE			x		x	x	x	
Bismuto nativo					x				
Brandãosite (Granada)	silicato		x						
Bornite	sulfureto				x				
Cacoxenite	fosfato						x		x
Calcopirite	sulfureto		x		x				
Cassiterite.	oxido		x						
Columbite	oxido					x			x
Cyrilovite	fosfato						x	x	
Dufrenite	fosfato FH AE								x
Eosferite	fosfato FH AE								x
Esfalerite	sulfureto		x		x				x
Fairfieldite	fosfato						x	x	x
Ferrisicklerite	fosfato						x		x
Fosfoferrite	fosfato						x	x	x
Fosfosiderite	fosfato			x			x	x	x
Fosfuranilite									x
Hagendorfite	fosfato						x		
Hexastanite	sulfureto				x				
Heterofilite	silicato		x						
Heterosite	fosfato						x		x
Hureaulite	fosfato FH			x		x	x	x	x
Isokite	fosfato FH AE						x	x	x
Jansite	fosfato FH AE						x	x	x
Kesterite	sulfureto				x				
Kryszhanovskite	fosfato								x
Landesite									x
Laueite	fosfato FH AE						x	x	x
Leucofosfite	fosfato FH AE						x	x	x
Litiofilite	fosfato FA		x			x	x		x
Mangualdite	fosfato FA		x						
Mawsonite	sulfureto				x				

...

Quadro X (continuação) - Minerais referidos na bibliografia publicada.

		Duparc 1925	Jesus 1934	Neves 1958	Oen 1970	Michele 1969	Bertelli 1982	Gramaccioli 1986	Pereira 1994
Mesquitelite	silicato		x						
Metastrengite	fosfato					x			
Metatriplite	fosfato		x						
Mitridatite	fosfato FH AE						x	x	x
Molibdenite	sulfureto		x						
Montgomeryite	fosfato FH AE								x
Moscovite.	silicato	x	x						
Mullerite = monazite	silicato		x						
Neopurpurite	fosfato		x						
Ortose	silicato	x	x						
Overite	fosfato FH AE						x		
Pirite	sulfureto		x						
Pseudolaueite	fosfato FH AE						x	x	x
Pseudopalaíte	fosfato FH		x						
Purpurite	silicato					x			
Quartzo,	silicato	x	x			x			
Reddingite	fosfato FH							x	
Rittmannite	fosfato								x
Robertsite									x
Rockbridgeite	fosfato			x		x	x	x	x
Segelerite	fosfato						x	x	x
Sicklerite	fosfato								
Stewartite	fosfato FH AE			x		x	x	x	x
Stanite	sulfureto				x				
Strengite	fosfato		x				x	x	x
Stibioluzonite	sulfureto				x				
Strunzite	fosfato FH AE						x	x	x
Switzerite	fosfato FA AE								x
Tavorite	fosfato						x		x
Tenantite	sulfureto				x				
Torbernite	fosfato		x			x			x
Triplite	fosfato		x			x	x		x
Tiploidite									x
Turmalina	silicato		x						
Uranocircite.	fosfato						x		x
Varulite	fosfato							x	x
Vivianite FH	fosfato FA			x		x	x	x	x
Whiteite	fosfato FH								x
Wittichenite	sulfureto				x				



Fig. 71 - Observa-se dois tipos de feldspato: o branco e o vermelho.

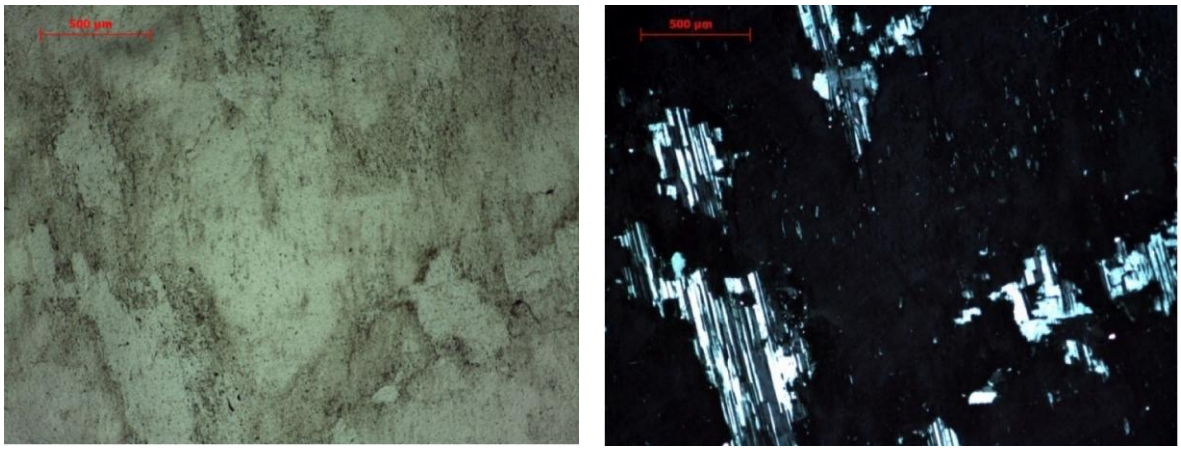


Fig. 72 - Imagens ao microscópio polarizante do Feldspato potássico branco (FB) em nicois // e em nicois X.

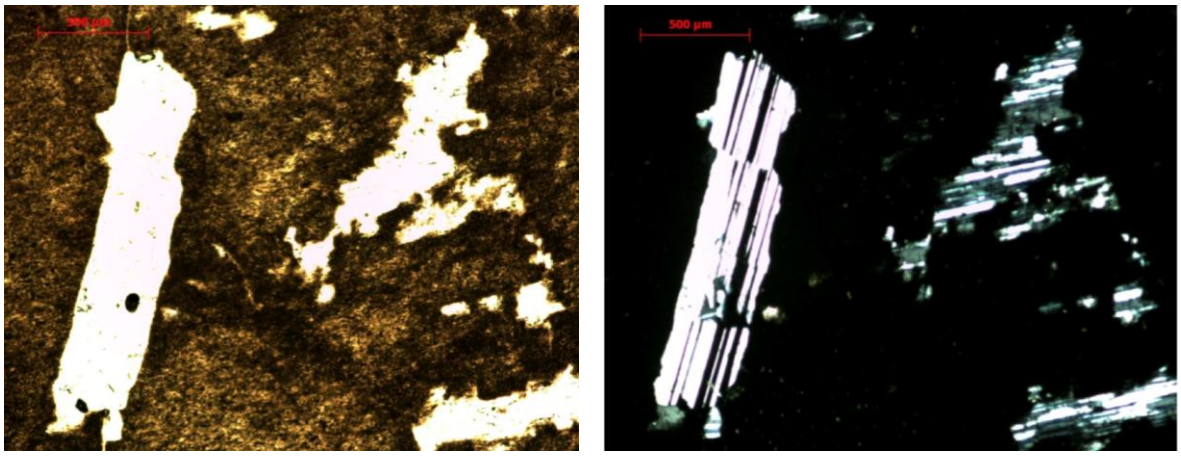


Fig. 73 - Imagens ao microscópio polarizante do Feldspato potássico vermelho (FV) em nicois // e em nicois X.

Quadro XI - Composição dos feldspatos potássicos: FB- feldspato branco; FV- feldspato vermelho.

Elementos	FB	FV
SiO_2	65,53	64,33
Al_2O_3	18,69	18,63
Fe total (Fe_2O_3)	0,04	0,26
MnO	<0,02	0,03
CaO	0,12	0,39
MgO	<0,01	<0,01
Na_2O	3,06	2,42
K_2O	11,43	12,38
TiO_2	<0,04	<0,04
P_2O_5	0,43	0,38
P.Rubro	0,50	1,01

Quadro XII - Composição, elementos menores dos feldspatos potássicos: WF- feldspato branco; RF- feldspato vermelho

Ref[a]	Rn	Sr	Y	Ba	Sn	W	U	Cu	Zn	Pb	Ga
FB	2320	7	9	17	24	<6	34	<6	13	44	18
FV	1230	47	4	55	17	12	24	20	9	19	16

Fosfatos

Pelo seu interesse mineralógico e económico devemos também realçar a ocorrência de vários fosfatos Li-Mn, como fases acessórias, sendo a litiofilite a fase de fosfato principal e a mais abundante, descrita pela primeira vez por Amílcar de Jesus (1934) a partir da zona de Cabeço do Seixo (situado entre o Poço 1 e o Poço 2). Depois disso, muitos outros fosfatos foram descritos como presentes no pegmatito de Mesquitela, embora considerados como minerais secundários conforme consta em referências já citadas no capitulo de “trabalhos anteriores”. No Quadro XII apresenta-se a longa lista de fosfatos, constantes da bibliografia, a maioria deles resultantes da alteração da litiofilite.

De notar que, no mesmo quadro, se refere a composição, bem como a classificação adotada por Gramaccioli (1986) e por Moore (1973).

Quadro XIII – Fosfatos da formação de Mangualde

	Jesus 1934	Neves 1958	Oen 1970	Michele 1969	Bertelli 1982	Gramaccioli 1986	Pereira 1994	Composição	Gramaccioli	Moore
Alluaudite					x		x	(Na,Ca)(Fe,Mn,Mg)	FA	A II
Apatite,					x		x			
Arrojadite						x		CaNaK (Fe,Mn) (OH,F)	FA	A I
Arsenopirite	x									
Autunite				x	x		x			
Barbosalite							x	Fe,Fe OH	FA AE	B I
Barrandite							x			
Beraunite					x	x		Fe,Fe (OH)	FH AE	B I
Bermanite		x		x	x	x		Mn,Mn (OH)	FH AE	B I
Cacoxenite					x		x	Fe (OH) H2O		B I
Cyrilovite					x	x		Na,Fe (OH)	FH AE	B I
Dufrenite							x	Ca,Fe(OH)	FH AE	B I
Eosferite							x			
Fairfieldite					x	x	x	Ca(Mn,Fe)	FH	
Ferrisicklerite					x		x	(Li) (Fe,M)	FA	
Fosfoferrite					x	x	x	(Fe,Mn)	FH	B II a
Fosfosiderite		x			x	x	x	Fe	FH	B I
Hagendorfite					x			(Na,Ca)(Fe,Mn)	FA	
Heterosite					x		x	Fe,Mn	FA	A II
Hureaulite		x		x	x	x	x	Mn,Fe	FH	B II a
Isokite					x	x	x	Ca,Mg,F	FA AE	
Jansite					x	x	x	(Mg,Mn,Fe) Ca Mn Fe (OH)	FH AE	
Kryszhanovskite							x	Fe	FH	
Laueite					x	x	x	Mn,Fe (OH)	FH AE	B I
Leucofosfite					x	x	x	K,(Fe,Al) (OH)	FH AE	B I
Litiofilite- Trifilite	x			x	x		x	Li(Mn, Fe)	FA	A I
Mangualdite	x									
Metastrengite				x						
Metatriplite	x									
Mitridatite					x	x	x	Ca,Fe, O	FH AE	B I
Montgomeryite							x	Ca, Mg, Al (OH)	FH AE	
Neopurpurite	x									
Overite					x			Ca,Mg,Al (OH)	FH AE	
Pseudolaueite					x	x	x			B I
Pseudopalaíte	x								FH	
Purpurite				x				Mn,Fe	FA	A II
Reddingite						x		(Mn,Fe)		B II a
Rittmannite							x	MnMnFeAl2(OH)		
Rockbridgeite		x		x	x	x	x	(Fe,Mn) Fe OH	FA AE	B I
Segelerite					x	x	x	Ca, Mg,Fe (OH)		
Sicklerite								Ca,Mg,Fe (OH)	FH AE	
Stewartite		x		x	x	x	x	Mn Fe (OH)	FH AE	B I
Strengite	x				x	x	x	Fe	FH	B I
Strunzite					x	x	x	Mn,Fe(OH)	FH AE	B I
Switzerite							x	(Mn,Fe)	FH	B II a
Tavorite					x		x	Li Fe OH	FA AE	B I
Torbernite	x			x			x			
Triplite	x			x	x		x			A I
Uranocircite.					x		x			
Varulite						x	x	(Ca,Na) (Mn,Fe)	FA	
Vivianite FH		x		x	x	x	x	Fe	FH	
Whiteite							x	(Ca, Fe, Mn)MgAl(OH)	FH AE	

Neste trabalho realizamos o estudo do fosfato primário, de cor castanha, em amostra de mão, colhido no nível -1 do Poço 3.

O seu estudo petrográfico revelou um mineral incolor a amarelo pálido, muito rico em inclusões fluídas, com birrefringência na cor cinzenta. Este mineral é atravessado por um mineral castanho com maior birrefringência (fig. 74).

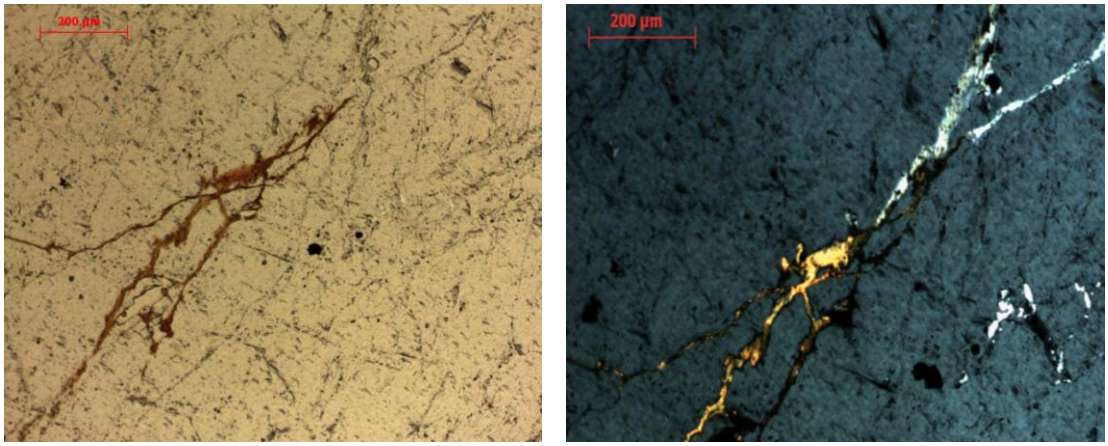


Fig. 74 - Imagens ao microscópio polarizante do fosfato principal em nicois // e em nicois X

A análise DRX da amostra, no seu conjunto, mostrou um espetro com picos de litiofilite e trifilite (Fig. 75).

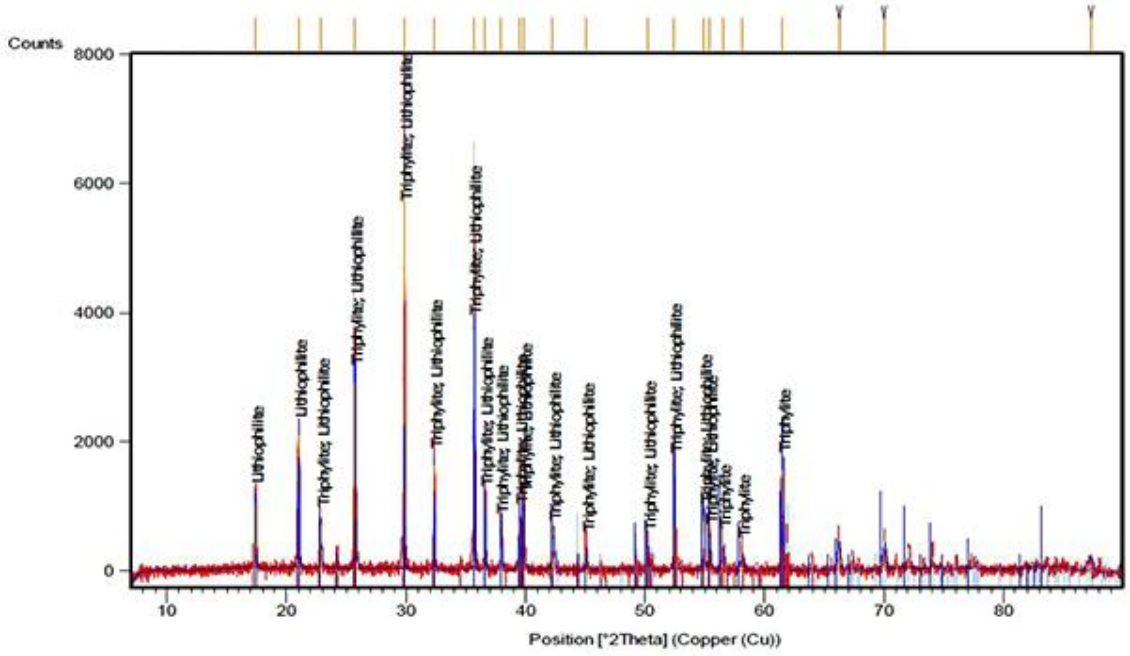


Fig. 75 - DRX do fosfato estudado.

A análise FRX, da amostra total, revelou escassez de Rb (<3 e Pb (8ppm); Sr e Ba com 20 e 30 ppm e um teor elevado em Zn (1311ppm) - Quadro XIII.

Quadro XIV – Composição, elementos menores do fosfato principal.

Ref[a]	Rb	Sr	Y	Ba	Sn	W	U	Cu	Zn	Pb	Ga
L	<3	20	<3	30	<6	<6	<6	13	1311	8	<5

As análises EDS, revelam uma fase de composição diferente (Fe,Mn,Mg,Ca,K,Cl) (Z2) compatível com uma fase de fosfato mais tardio que corta o fosfato principal de composição (Fe,Mn) (Z1) (fig.76 e 77).

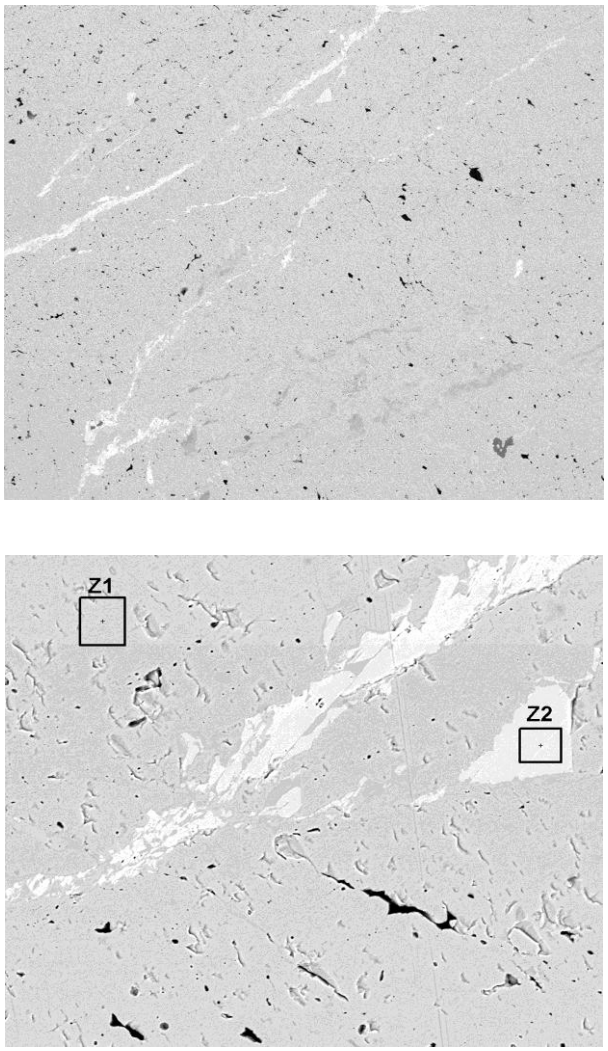


Fig. 76 - Imagens ao microscópio polarizante do fosfato principal em nicois // e em nicois X.

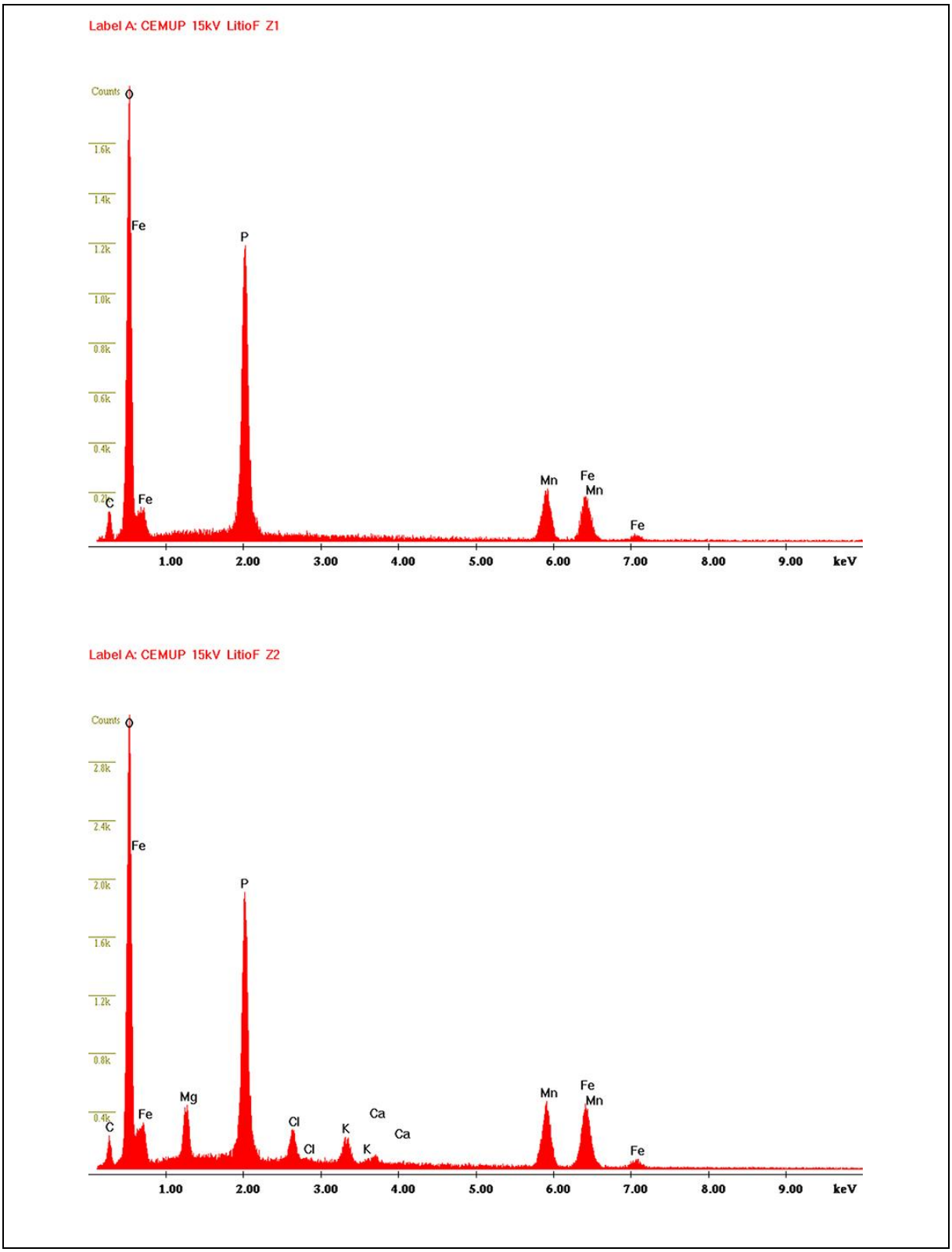


Fig. 77 - Análise por EDS de Z1 - fosfato primário e de Z2 fosfato mais tardio.

Merecem referência especial os minerais que foram especificamente descritos por Amílcar de Jesus (1934) para a formação pegmatítica de Mangualde. Referimo-nos à Mangualdite e à Mesquitelite (figs. 78 e 86), respetivamente.

A Mangualdite foi descrita como sendo um mineral de cor verde azeitona, fratura concoidal, risca branca a esverdeada. Ocorria no poço 7 e num dos poços da propriedade denominada Regada. À análise feita por Amílcar de Jesus (1934) correspondeu a seguinte fórmula $P_2O_{5.3}O((Mn,Fe)(Ca,Mg)$.

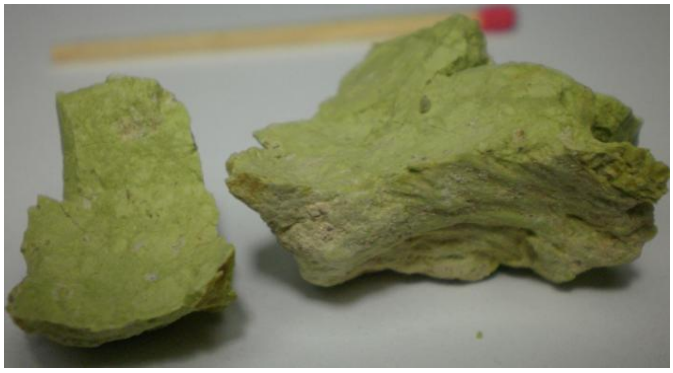


Fig. 78 – Mangualdite

Hoje em dia, as amostras mais procuradas correspondem a microminerais de que apresentamos, alguns exemplos, nas figuras seguintes (fig.79 a 86).

Estas imagens subentendem amostras colhidas na formação e tratadas à escala de cerca de 1,8 mm.

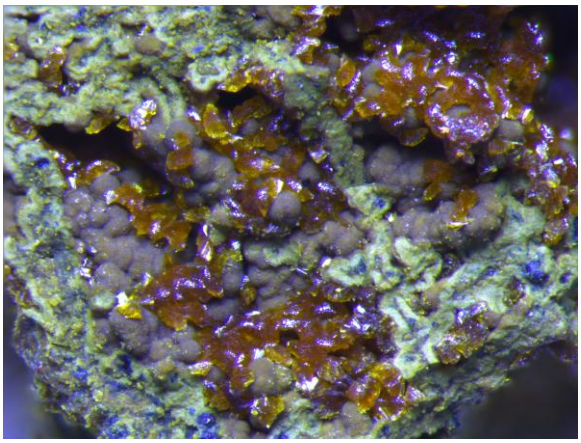


Fig. 79 - Whitmoreite em esferas redondas amarelas em Mitridatite. Foto de Fernando Barriga.



Fig. 80 - Hureaulite. Foto de Fernando Barriga.



Fig. 81– Robertsite e mitridatite. Foto de Fernando Barriga.



Fig. 82 - Leucophosphite. Foto de Fernando Barriga.

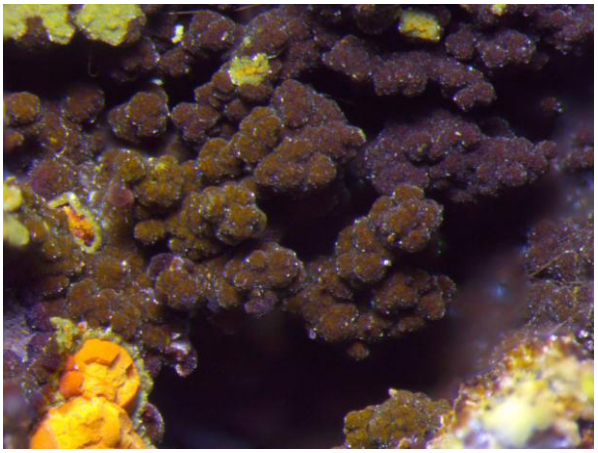


Fig. 83 - Robertsite da Regada com a cor castanha exterior. Foto de Fernando Barriga.

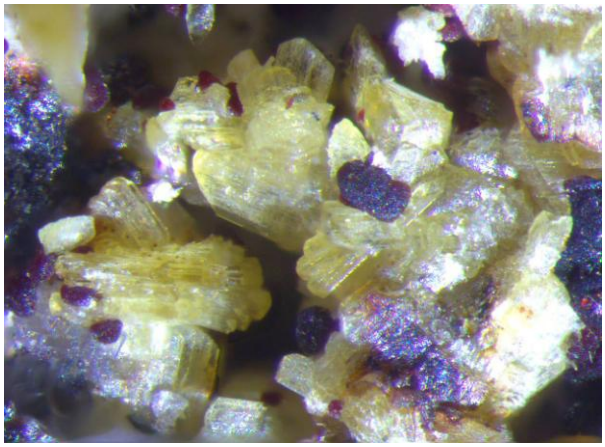


Fig. 84 - Jahnsite de Mangualde com cor amarela pálida. Foto de Fernando Barriga.

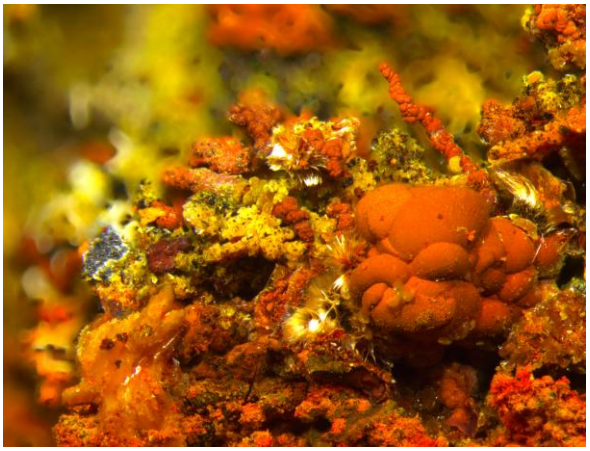


Fig. 85 - Whitmoreite, Diadochite e Mitridatite. Foto de Fernando Barriga

Mesquitelite

A Mesquitelite deriva da alteração do feldspato, possui cor rosa-pálida e ocorreu, principalmente, no poço 1. Desfaz-se facilmente em contacto com a água. Deixa-se riscar pela unha. Da análise do mineral feita por Jesus (1934) pode deduzir-se a formula: $9SiO_2.20_3Al2.O(Mg,Ca).5OH_2$ A mesquitelite tem menos 1 SiO_2 havendo apenas uma alteração quantitativa relativamente à formula da montmorilonite. Considera-se, pois, uma variedade da mesma, no grupo dos silicatos.



Fig. 86 - Mesquitelite

2 - Zonamento mineralógico do pegmatito de “Chão de Castanheiro”

De poço para poço, existem diferenças mineralógicas, em particular no que diz respeito à abundância de biotite, granada, sulfuretos e minerais supergénicos de urânio.

Os sulfuretos ocorrem em toda a estrutura conhecida em quantidades muito pequenas e a cassiterite, quando presente, ocorre preferencialmente nas zonas do pegmatito mais ricas em litiofilite.

Quanto aos minerais mais comuns da formação há, genericamente, a referir o seguinte relativamente às fases minerais que ocorrem além do quartzo, feldspato potássico e moscovite:

Poço nº 1, havia turmalinas negras, “feldspato sódico”, “mesquitelite”, muito berilo, e rara cassiterite. Neste poço foi também explorado o berilo (glucínio). Há referência a um mineral muito denso e negro considerado em relatório (1940-1942) e descrito como pertencente ao grupo das Terras Raras. Pereira (1994) refere a ocorrência de petalite branca e arroxeada.

Poço nº 2, muita mica branca principalmente no centro da exploração;

Poço nº 3 havia berilo, litiofilite em nódulos, sulfuretos e escassa cassiterite;

Poço nº 4 havia granito mais aplítico. Neste poço os minerais de urânio, existiam em maiores concentrações (Pereira, 1994). De referir que, na área deste poço, o granito se encontra muito alterado nomeadamente devido à existência de uma falha.

Poço nº 5 havia quartzo de 2ª e de 3ª qualidade este com muito ferro, além de muita água que vinha da Ribeira de Almeidinha;

Poço nº 6 o feldspato potássico de 1ª qualidade era mais abundante e foi exportado para Manchester (Inglaterra) para fabrico de porcelana;

Poço nº 7 além do feldspato potássico de 1ª qualidade, há assinalar a ocorrência biotite e granadas;

Entende-se, por feldspatos de 1ª qualidade o feldspato potássico com mais baixo teor em ferro, dado que, se este estiver presente, confere coloração inadequada à pasta cerâmica.

“Feldspato sódico” é um feldspato potássico mais rico em sódio e é mais “farinhento” do que ele, devido á maior alteração que exibe.

Á escala local à descrição da zonalidade do pegmatito no poço 2 (fig. 42 e 43) . Foi descrita por Michele (1969) que refere, com base nas várias visitas que efetuou, que se pode observar na parede sudoeste e partindo do granito, a existência de salbanda orientada, em que se observa a seguinte sucessão:

1) orla aplítica branca-rosada com cerca de 2cm;
2) zona com cerca de 20 cm de pegmatito de grão fino com muita moscovite e quartzo;
3) zona com cerca de 300-350cm de pegmatito grosseiro com quartzo cinzento e fumado, ortose pertítica cor rosada e plagioclase branca;

4) zona com cerca de 800cm de pegmatito grosseiro com veios de quartzo e ortose e bolsas de agregados de moscovite e nichos de urânio, fosfatos de Li, Mn, e columbite.

Segundo o mesmo autor, o zonamento não aparenta ser simétrico e justifica afirmando que, após a zona 4, se encontra a salbanda granítica sem repetição do zonamento precedente.

Bertelli (1982) reafirma que o filão de Mangualde tem estrutura claramente zonada, ainda que sem forma uniforme e simétrica em todo o seu desenvolvimento. Partindo do exterior em direcção ao núcleo, considera 4 zonas:

1) zona aplítica esbranquiçada (com cerca de 3 metros);
2) zona pegmatítica de grão fino com prevalência de mica, quartzo, feldspato;
3) zona pegmatítica de grão grosso com ortoclase rosa, mica subordinada e quartzo;
4) zona pegmatítica grão muito grosseiro com quartzo, ortoclase pertítico, bolsas micáceas e nódulos de fosfatos.

Pereira (1984) refere, também, que na região do contacto do pegmatito se encontram encraves de granito de duas micas e que a moscovite constitui orlas que, as zonas atrás referidas, ou constitui grandes bolsadas, na zona central.

O zonamento, embora com desenvolvimento irregular, que observamos na soleira do poço 3, foi:

- zona de contacto – zona de granito fino e/ou aplito, esbranquiçada com possança variável (desde alguns centímetros até alguns metros);
- zona de bordadura – zona pegmatítica de grão fino, com feldspatos, mica e quartzo predominantes;
- zona intermédia – zona pegmatítica de grão grosseiro com feldspato rosado, muito quartzo, berilo, nódulos fosfatados e moscovite;
- núcleo – zona pegmatítica de grão extremamente grosseiro com quartzo maciço, ortoclase pertítica, bolsadas de moscovite e nódulos fosfatados.

A zona, com mais interesse do ponto de vista económico, foi a intermédia pela existência de grandes massas de feldspato e de cristais de berilo.

D - Conclusões

Todos os granitoides da região de Mangualde às quais se encontam espacialmente associados os pegmatitos correspondem a rochas de composição granítica. O granito regional é um granito biotítico porfiroide de grão grosseiro ou médio a grosseiro (Granito de Mangualde) com composição de quartzo-monzonito de quimismo metaluminoso. Contudo este granito está associado a um conjunto de granitos que na sua maioria correspondem a granitos peraluminosos e que são granitos com duas micas.

Os estudos petrográficos e geoquímicos revelam uma diferenciação em que os granitos mais evoluídos são granitos de duas micas. Os granitos biotíticos (biotite>>moscovite) de grão médio porfiróide (Alcafache) e os biotítico-moscovíticos (biotite>moscovite)de tendência porfiróide (Fagilde e Cunha Baixa) possuem características geoquímicas idênticas e há uma continuidade na tendência de diferenciação destes para com os granitos de grão médio de duas micas (moscovite>biotite) (Senhora do Castelo). Com composição e diferenciação intermédia surgem as fácies do granito de Santo António e o granito de Mesquitela (Sondagem S5), de referir que este granito foi intersectado em profundidade a muro do pegmatito do “Chão de castanheiro”.

Os dados relativos à geoquimica de elementos maiores sugerem caracteristicas diferentes entre os granitos biotíticos de Mangualde e de Albergaria que não é suportado pelos valores relativos a elementos menores, nomeadamente, Terras Raras.

Os pegmatitos estudados, são pegmatitos granítoicos que possuem zonamento interno caracterizado por mudanças nas texturas e mineralogia e com uma mineralogia inicial que tudo indica ter sido alterada por fenómenos de substituição tardia na evolução pegmatítica.

Utilizando a terminologia proposta por Cameron et al., (1949) observamos nos pegmatitos de Mesquitela zonas de cristalização primária, zonas de substituição e preenchimento de fraturas.

Na zona de cristalização primária podemos observar: a subzona de bordadura caracterizada por uma camada com uma espessura de alguns centímetros de um material com textura aplitica. As principais fases de minerais são normalmente quartzo,

feldspato potássico e moscovite; a subzona de contacto (“Wall zone”) com granularidade mais grosseira com quartzo, feldspato potássico e moscovite; uma subzona intermédia mais comum na parte onde o pegmatito é mais grosso com plagioclase, feldspato potássico, quartzo e moscovite e por vezes também com biotite e granada e um núcleo essencialmente de quartzo maciço.

Consideramos como zonas de substituição zonas que ocorrem na subzona intermédia do pegmatito e caracterizada principalmente pela ocorrência de berilo e de fosfatos de lítio.

O preenchimento de fraturas é em geral marcado por quartzo e moscovite,

Se considerarmos a classificação proposta por Vlassov (1953) nos pegmatitos estudados temos essencilamente representados o Grupo **I** com quartzo e feldspato associados com uma textura granular, o Grupo **II** de grão mais grosseiro e constituído por grandes cristais, centimétricos a métricos, de feldspato potássico e quartzo e o Grupo **IV** caracterizado pelo conjunto de minerais formados por “substituição” como o berilo, fosfatos de lítio e de manganês, cassiterite e minerais uraníferos.

Tendo em conta a mineralogia e quimismo dos pegmatitos de Mangualde estes foram classificados por Jesus (1935) como pegmatitos mangano litiníferos. A sua relação com granitos orogénicos sincolisionais faz com que pertençam ao grupo dos pegmatitos *orogénicos*, por isso formados num cenário de colisão, e do tipo LCT pois possuem lítio (Ĉerný, 1991). De acordo com a classificação de Ĉerný & Ercit (2005) podem ser classificados como sendo da *classe* REL; *subclasse* REL-Li, *tipo* berilo; *sub-tipo* - berilo-fosfato com *assinatura geoquímica* - Be, P (Li, F+/- Sn,B) e por isso apresentando como *minerais típicos* - berilo, litiofilite.

No que diz respeito aos fosfatos que contribuíram para a grande divulgação desta formação, dentro do grupo dos colecionadores nacionais e estrangeiros, hoje em dia, só resta a possibilidade de, poder-se observar os microminerais para continuar a satisfazer a curiosidade de colecinadores e de muitos clubes de mineralogistas.

Os poços definem, no seu conjunto, uma orientação NW-SE em que os trabalhos de exploração estão todos situados nos afloramentos das apófises pegmatíticas encaixadas em granitos, com apófises de direção média N60ºW.

A nossa particular atenção incidiu sobre o poço 3 dado ser, actualmente o único acessivel. O poço 3 é ainda peculiar, pois permite o acesso a trabalhos mineiros onde se pode observar e padronizar um método de exploração subterrânea específico por câmaras e pilares com o seu primeiro piso, a desenvolver-se a uma profundidade média de cerca de 20m. Não está inundado e exibe, à superfície, a chaminé de ventilação, ainda visível na área mineira. Abaixo do primeiro piso, desenvolveu-se ainda um segundo piso na direção principal da formação, mas, atualmente, encontra-se totalmente preenchido por água.

Demonstramos que o “Poço 3” corresponde a uma zona representativa do jazigo e do modo de exploração da antiga concessão mineira e que, espaços como este, podem ser fonte de promoção de cultura científica.

Será assim possível propor, a quem de direito, um “Geosítio” para o “Poço 3“ bem como o estabelecimento futuro de um “Centro de interpretação de pegmatitos graníticos”, integrado numa rede, o mais alargada possível, de circuitos geológicos da beira interior e deste modo contribuir para a sensibilização do investimento em potencialidades locais nesta zona de interior de Portugal, contribuindo para a economia local, fomentando, nomeadamente entre outras, a prática do pedestrianismo, bem como contribuir para a reconversão dos espaços outrora industriais, ou na caraterização geral da paisagem agrária, fomentando a fixação de investigadores e de jovens quadros universitários.

E - Bibliografia

Azevedo M. R. 1996. Hercynian granitoids from the Fornos de Algodres Area (Northern Central Portugal). PhD. Imperial College, London.

Azevedo M. R. & J. Nolan. 1998. Hercynian late-post-tectonic granitic rocks from the Fornos de Algodres area (Northern Central Portugal). Lithos, 44, 1-20.

Bertelli L., G. Bottoni, V. De Michele & P. Orlandi. 1982. I fosfati della Pegmatite di Mangualde (Portogallo). *Riv. Mineral. Italiana*, 3, 67-82.

Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa: Folha 17-A, Viseu (2010) e 17 – B, Fornos de Algodres.

Carta Geológica de Portugal na escala de 1/500000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa: (1992).

Carta Militar de Portugal na escala de 1:25000. Instituto Geográfico do Exército, Lisboa:

- Folha 190, Mesquitela (Mangualde) (1999).

Carta Militar de Portugal na escala de 1:50 000 Folha 17-I Fornos de Algodres,(2005).

Carvalho A.M. Galopim de Dicionário de Geologia Lisboa 2011, 486.

Clark A. M. & P. C.Tandy. 1990. Thirty-Sixth List of New Mineral. *Mineralogical Magazine,* 54, 661-671.

Ĉerný, P. (1982) The Tanco pegmatite at Bernic Lake, Manitoba. In Granitic pegmatites. In Science and Industry. Mineralogical Association of Canada, Short course Handbook, 8, 527-543.

Ĉerný, P.(1991) Rare-element granite pegmatites. I. Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. Geoscience Canada18, 68-81.

Cooper M. P. & S. K. Howell. 1992. *UK Journal of Mines & Minerals*, 1-10 (1986-1992).

Correia Neves J. M. 1956. Bermanite de Mangualde. *Memórias e Notícias,* 45.

Correia Neves J. M. 1958. Novos Minerais dos Pegmatitos de Mangualde (Portugal). *Memórias e Notícias,* 46, 56-67.

Correia Neves J. M. 1960. Pegmatitos com berilo, columbite-tantalite e fosfatos da Bendada (Sabugal, Guarda). *Memórias e Notícias*. 50, 1-172.

Correia Neves J. M. 1966. Novos dados sobre a mineralogia do pegmatito de Mangualde". Rev. Estudos Gerais da Universidade de Moçambique, série II, Geologia.,13, 101-105.

Cortez J. A. S.. 1965. Métodos de Exploração por desabamento. *Estudos, Notas e Trabalhos*, 17 (Fasc. 1-2).

Cotelo Neiva J. M. 1942. Subsídio para o Estudo Cristalográfico do Quartzo das Pegmatites Portuguesas" *Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências do Porto*, 26, 1-9.

Cotelo Neiva J. M.. 1943. A idade dos granitos portugueses. *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, 3, 49-69.

Cossato,Y.M.F.&Orlandi,P.1987.Nuovi dati sui fosfati della pegmatite de Mangualde(Portigallo)Rendiconti Soc.Ital Miner.Petr.,42.263-270.

Deans T. 1958. Isokite from Mangualde, Portugal. *Mineralogical Magazine,* 31, 819-820.

Dias, G., Leterrier, J., Mendes, A., Simões, P.P., Bertrand, J.M. (1998) - U-Pb zircon and monazite geochronology of postcollisional Hercynian granitoids from the Central Iberian Zone (Northern Portugal). Lithos, 45, pp. 349-369.Dias 2001

Dias G., Noronha F.,. Almeida A, Simões, P. P. Martins H. C. B.,. Ferreira N., 2010. Geocronologia e Petrogénese do plutonismo Tardi-Varisco (NW de Portugal): Síntese e inferências sobre os processos de acreção e reciclagem crustal na Zona Centro-Ibérica. In: J .M. Cotelo Neiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha, M. Magalhães Ramalho (Edts.). "Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História". Associação Portuguesa de Geólogos, Volume I, Geologia Clássica, Capítulo II - Petrologia e Geoquímica, 143-160.

Dunn P.J.,J.D.Grice & W. C.Metropolis.1988.Zodacite, the Mn analogue of montgomeryite, from Mangualde, Portugal. *American Mineralogist,* 73:1179-1181.

Duparc L. 1925. Uber die Wolfram-und Uran-Erzlagerstatten von Viseu in Portugal *Tschermaks Miner. U. Petrog. Mitteilungen,* 33:100-136.

Duparc L. & M. Gysin. 1927. Notices mineralogiques les mineraux de 1a pegmatites de Mangualde . *Schweiz. Min. Petr. Mitl.,* 7, 32-34.

Figueiredo M. O., S. Furtado & J. C. Waerenborgh. 1984. Decomposição Térmica da Vivianite de Mangualde. *Memórias e Notícias*, 98, 83-99.

Ferreira, N., Iglesias, M., Noronha, F., Pereira, E., Ribeiro, A., Ribeiro, M.L. (1987a) - Granitóides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In: Bea, F., Carnicero, A., Gonzalo, J.C., López Plaza, M. and Rodriguez Alonso, M.D. (eds.) Geologia de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico. Ed. Rueda, Madrid, 37-51.

Ferreira,N.& Santos,T.B.2010.Notícia Explicativa da Folha 17-A Viseu,66p..

Furtado M. S. X. 1987. Contribuição para o estudo da mineralogia dos fosfatos complexos do pegmatito de Mangualde. Tese doutoramento UTL.

Gramaccioli C. M. 1981. Mangualde. *Lapis*, 6 (7-8), 27-30.

Gramaccioli C. M. 1986. Conoscere I Minerali – I fosfati. *Instituto Geográfico de Agostini – Novara*.

Grice, J.D., P.J. Dunn & R.A. Ramik 1990. Jahnsite-(CaMnMn), a new member of the whiteite group from Mangualde, Beira, Portugal. Amer.Mineral., 75, 401–404

I.S.T. Comissão do Centenário do Instituto Superior Técnico (1911/2011) Dezembro de 2010. A Génese do Técnico Alfredo Bensaude.

Jesus A. M. 1931. Estudo de alguns casos de pneumatólise corrosiva ocorridos em Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 17, 31-56.

Jesus, A. M. 1934. Pegmatites manganolitiniferas da região de Mangualde. Com. dos Servo Geol. de Portugal, XIX, 65-200.

Jesus A. M. 1935. Pegmatites mangano-litiníferas da região de Mangualde. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 19, 3-150.

London, D. (2008). Pegmatites. Canadian mineralogista Spcial pubication nº10, 347.

Lima A. M. C. 2000. Estrutura, Mineralogia e Génese dos Filões Aplitopegmatitos com Espodumena da Região Barroso-Alvão. Tese de doutoramento FCUP.

Marzoni Fecia di Cossato, Y. & P. Orlandi. 1987. Nuovi dati sui fosfati della pegmatite de Mangualde (Portugallo). *Rend. Soc. It. Min. Petr.,* 42, 263-270.

Marzoni Fecia di Cossato, Y., P. Orlandi & M. Paser. 1989. Manganese-bearing beraunite from Mangualde, Portugal: mineral data and struture refinement. *Canadian Mineralogist* 27: 441-446.

Marzoni Fecia di Cossato, Y., P. Orlandi & G. Vezzalini. 1989. Rittmanite, a new mineral species of the witheite group from the Mangualde granitic pegmatite, Portugal. *Can. Mineral*, 27, 447-449.

Mascle Luís Carlos Gama Pereira As grandes Estruturas Geológicas Fundação Calouste Gulbenkian Lisboa 2002, 389.

Mateus A. & F. Noronha. 2010. Sistemas Mineralizantes Epigenéticos na Zona Centro-Ibérica; Expressão da Estruturação Orogénica Meso-A Tardi-Varisca. Ciências Geológicas-Ensino e Investigação e sua história. Volume II, Geologia Aplicada.

Meireles C.A.P. 2011.Litoestratigrafia do Paleozoico do Sector a Nordeste de Bragança (Trás-os-Montes). Tese de doutoramento FCUP e UA.

Michele,Vicenzo de 1969. Visita ad alcuni giacimenti pegmatítico del Portugallo. Natura – Soc. It.SC. Nat., Museu Civ. Stª Nat. E Acquario Civ., Milano – 60, 169-175.

Miller,O.Q.P. A Geologia da Região de Arouca E Paiva Associação da Defesa do Património Arouquense, Arouca 2007, 140.

Moore P.B.(1973)-Pegmatite Phosphates:descriptive mineralogy and cristal chemistry – The Mineralogical Record, Vol.4,n.3, 103-130,Maj-June 1973.

Moura A.Casal Granitos e Rochas Similares de Portugal Porto 2000, 179.

Neiva J.M. Cotelo. 1944. Jazigos Portugueses de Cassiterite e de Volframite Tese de Doutoramento, Porto,251.

Neves, J.M.Correia. 1958. Bermanite de Mangualde". Separata de Memórias e Notícias, 45.

Neves, J.M. Correia.1958. Novos Minerais dos pegmatitos de Mangualde (Portugal). Memórias e Notícias,46

Neves, J.M. Correia.1958. Novos Minerais dos Pegmatitos de Mangualde (Portugal). Memórias e Notícias, 50.

Neves, J.M. Correia.1960. Pegmatitos com berilo, columbite-tantalite e fosfatos da Bendada (Sabugal, Guarda). Memórias e Notícias, 50.

Oen I. S. 1958. The geology petrology and ore deposits of the Viseu region, northern Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 41, 199.

Oen I. S. 1959. On Some Sulphide Minerals in the Beryllium-lithium Pegmatite of Mangualde, North Portugal. *Neues Jb. Miner. Abh.,* 93, 192-208.

Oen I. S. 1970. Paragenetic Relations of Some Cu-Fe-Sn Sulfides in the Mangualde Pegmatite, North Portugal. *Mineral Deposita* (Berl.), 5, 59-84.

Palache C., H. Berman & C. Frondel. 1951. The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana Yale University 1837-1892, Seventh edition, Volume II" John Wiley and 849-852.

Pereira M. F C. 1994. Estudo Mineroquímico Interpretativo da Evolução da Alteração de Fosfatos de Manganês: triplite de Mesquitela (Mangualde). Tese de Mestrado DG UA.

Pereira M. F. C. & M. O. Figueiredo. 1995. Megacristais de triplite de Mesquitela, Mangualde: caracterização mineroquímica dos processos de alteração – IV Congresso Nacional de *Geologia.* Universidade do Porto - Faculdade de Ciências, Museu e Laboratório Mineralógico e geológico. Memória nº 4, 659-663.

Popp,J.H. 2004 Geologia Geral Rio de JaneiroLTC – Livros Técnicos e Ciêntíficos Editora S.A., 376.

Routhier,P.1963Les Gisements Metalliféres – Géologie et Principes de Recherche – Tome I. Éditeurs Masson et Cie ,881.

Sant'Ovaia H., P. Olivier, N. Ferreira, F. Noronha & D. Leblanc. 2010. Magmatic structures and kinematics emplacement of the Variscan granites from Central Portugal (Serra da Estrela and Castro Daire areas). *J. Structural Geology*, 32, 1450-1465.

Sant'OvaiaH.,H.Martins,F.Noronha.2013. Granitos Variscos portugueses oxidados e reduzidos e sua associação com mineralizações hidrotermais de W e Sn: resultados de suscetibilidade magnética. Comunicações Geológicas (2013) 100, 1, 33-39

Simmons W., Webber K, 2008. Pegmatite genesis: state of the art. Eur. Journal Mineralogy, 20 (4), 421-438.

Simmons W., Webber K, Falster A,.Nizamoff,J.. 2003.Pegmatology: Pegmatite Mineralogy Petrology and Petrogenesis. Rubellite Press New Orleans,176.

Simões L. M. F., M. M. Godinho & L. J. P.F. Neves. 1994. An introduction to the geology of the Mangualde region (Central Portugal). *Memórias e Notícias*, 117, 63-80.

Thadeu D. 1965. Carta Mineira de Portugal na escala de 1/500 000. *Notícia Explicativa. Serviços Geológicos de Portugal*. Lisboa, 46.

Vieira R. A. C. 2010. Aplitopegmatitos com Elementos Raros da Região entre Almendra (V. N. de Foz-Côa) e Barca d'Alva (Figueira de Castelo Rodrigo). Campo Aplitopegmatítico da Fregeneda-Almendra. Tese de doutoramento FCUP, 275p..

Vila, R.C.1970. Geologia Prática Barcelona.Edições Omega,S.A.,895.

LA.Westerveld J., L. J. G. Schermerhorn, ,R. B. Kluiving, D. Sluyk, I. S. Oen, C.C.Welter & C.L. D. Cohen. 1956. Roches éruptives, gites métallifères et Métamorphisme entre Mangualde et le Douro dans le nord du Portugal. *Bol. Soc. Geol., Portugal* 12, 101-127.

Zussman J. Howie R.A., Deer, W.A. Minerais constituintes das Rochas Uma Introdução Fundação Calouste Gulbenkian Lisboa 2010,727.

F - Referências URL URL 1 – http://www.

Sites consultados

http://www.lneg.pt/MuseuGeologico/

http://geoportal.lneg.pt/geoportal/mapas

http://www.igeo.pt

http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1c_p42_image.html

http://www.e-escola.pt

http://hdl.handle.net/10216/52262

http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/

http://hdl.handle.net/10216/52262

http://www.mindat.org/min-4021.html

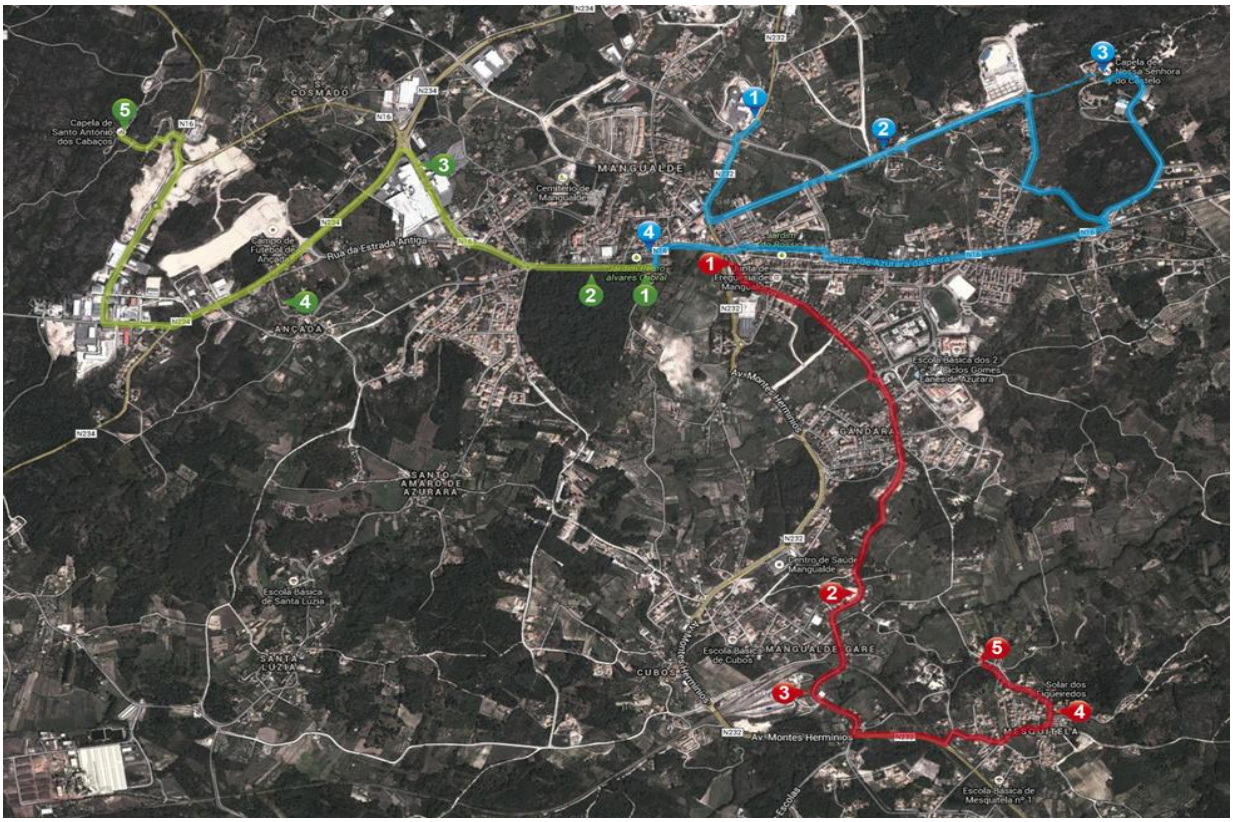
http://rop.ineti.pt/rop/images/intro/it2.html

http://www.tvciencia.pt/tvccat/pagcat/tvccat02.asp?varcota=CDI-4615-1960&zoom=1

http://www.igeo.pt/Frameset-egeo.htm

Anexos

Anexo A – Circuítos Geológicos por Mangualde



De mãos dadas com a geologia por Mangualde

GEOTURISMO na zona de Mangualde - 2 circuitos

Ponto de reunião – Junto à entrada do Quartel dos Bombeiros de Mangualde

(Possibilidades de apresentação do programa no auditório dos Bombeiros – Mangualde)

Sugestão das cartas militares de portugal para servirem de suporte: 190 Mesquitela (Mangualde) à escala 1/25 000 e 17-I Fornos de Algodres, à escala 1:50 000. Carta geológica de portugal na escala 1/50 000 – 17- A Viseu com a sua Notícia Explicativa.

PROGRAMA

um dia inteiro ou meio-dia

Iº Circuito – Período da manhã

1ª paragem

- ✓ Observação, nas "lages da igreja", das soleiras de aplito pegmatito e facies de grão médio porfiríode com lineação magmática (N60ºE) associada, espacialmente, a uma fácies com raros megacristais. O granito biotítico de grão fino corta o granito biotítico, granito porfiroide de Mangualde.

2ª paragem

- ✓ Partindo da Escola de Bombeiros de Mangualde, segue-se para a avenida da Senhora do Castelo.

3ª paragem

- ✓ Observação do contacto do granito biotítico (granito porfiroide de grão médio a grosseiro, de Mangualde e Santo André) com o granito de duas micas (granito de grão médio de tendência porfiroide, da Senhora do Castelo.

  As observações mais evidentes recaiem sobre a zona da quinta das Campas, junto à estação Arqueológica da Raposeira (a meio da Avenida da Senhora do Castelo) e nos recentes taludes, de parte, da ciclovia.
- ✓ Subida ao monte do Santuário da Senhora do Castelo à cota de 629 metros (por estrada ou pelo escadório monumental).
- ✓ Observação do granito edificado, granito de duas micas e leitura global da paisagem granítica.
- ✓ Regresso ao centro da cidade.



Contacto entre o granito biotítico porfiroide de grão médio a grosseiro e o granito de duas micas de grão médio de tendência porfiroíde da Senhora do Castelo.

4ª paragem

Percurso do granito edificado histórico. Destacam-se alguns pontos de erosão do granito nos edifícios da cidade, nomeadamente nas portas de acesso ao edificio dos paços do concelho e na frontaria do Palácio dos Condes de Anadia.

- ✓ Observação de formas de erosão e contacto entre o granito de duas micas, de grão médio a fino porfiroide (granito de Santo António dos Cabaço) e o granito biotítico (granito porfiroide de Mangualde e Santo André).

(Esta paragem é junto ao talude, após a fábrica de carros da PSA – Citroene, direção Coimbra).

5ª paragem

- ✓ Já em direção a Santo António dos Cabaços, vamos, para tal, usar o trajeto que contempla o novo acesso através da zona industrial da cidade.



Contacto Granito de duas micas de grão médio a fino porfiroide, por baixo do granito biotítico porfiroide de grão médio a grosseiro de Mangualde

IIº Circuito – Período da tarde

Saída do centro da cidade de Mangualde *(junto ao edifício da câmara municipal de Mangualde).*

Segue-se pela estrada antiga para a estação de caminho de ferro de Mangualde (linha da Beira Alta).

1ª paragem

- ✓ poço 7/poço 8, ao Km 26 da estrada Mangualde cidade / Mangualde estação de caminho de ferro.

Observação da escombreira.

2ª paragem

- ✓ talude da gare.

Observação e interpretação.

3ª paragem

- ✓ entrada na povoação de Mesquitela.

Observação dos lisos e primeiros sinais de granito com pegmatito.

4ª paragem

- ✓ largo dos eucaliptos, já na R. Direita da povoação de Mesquitela.

Observação do talude do poço 2, bem como outros acessos.

Final do programa

Sugestões de prolongamento da

Visita à geologia

da

zona de Mangualde

Ainda no concelho visita à recuperação ambiental das Minas da Cunha Baixa - Minas de Urânio.

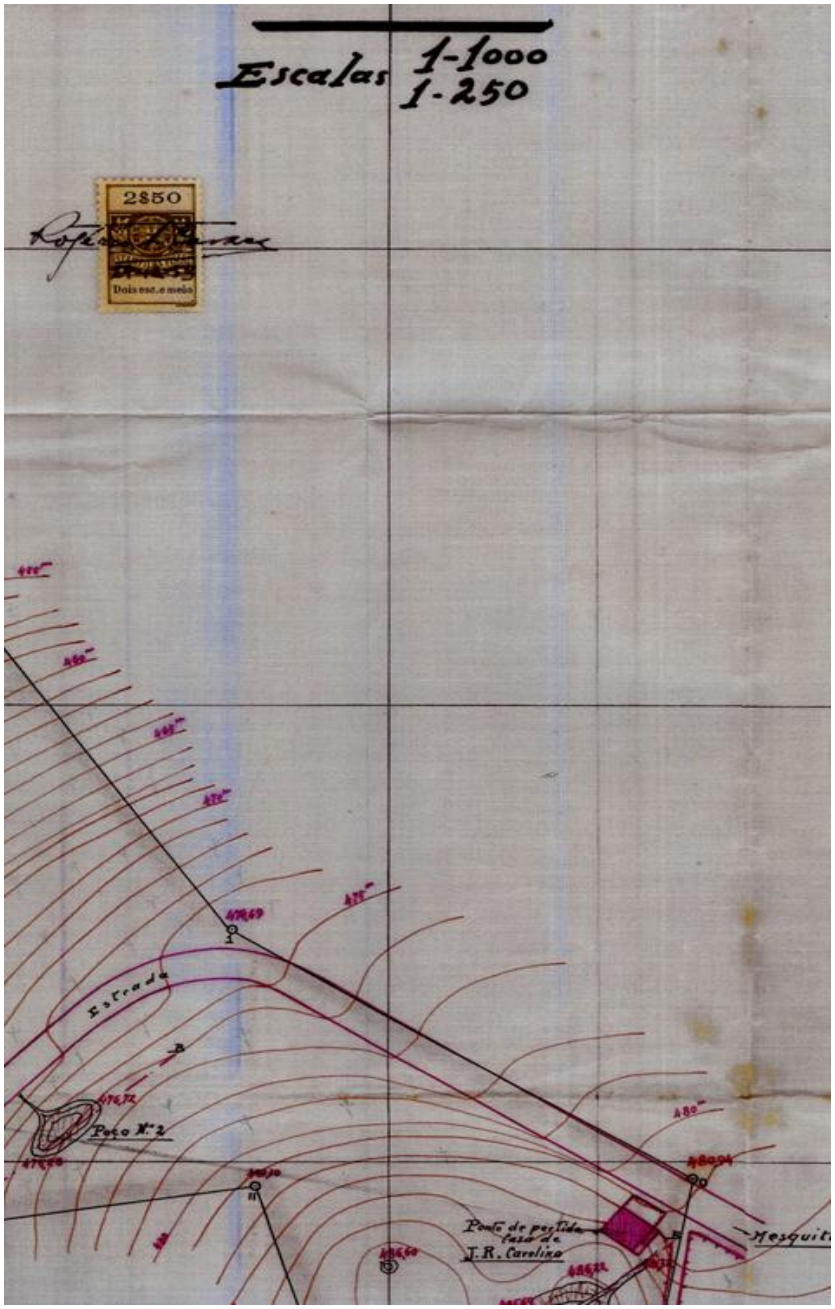
Leitura da paisagem granitica na zona do marco geodésico da Srª do Bom Sucesso, à cota de 766 metros, em Chãs de Tavares – Mangualde.

Seguindo pela estrada de Coimbra possibilidade de visita às termas de Alcafache e observação da recuperação ambiental das minas de Urânio da Urgeiriça. Penacova – observação da "Biblioteca do Mondego".

Seguindo pela estrada para Viseu - visita ao centro de interpretação Galopim de Carvalho - museu do quartzo, no monte de Santa Luzia e à mina da Queiriga em Vila Nova de Paiva.

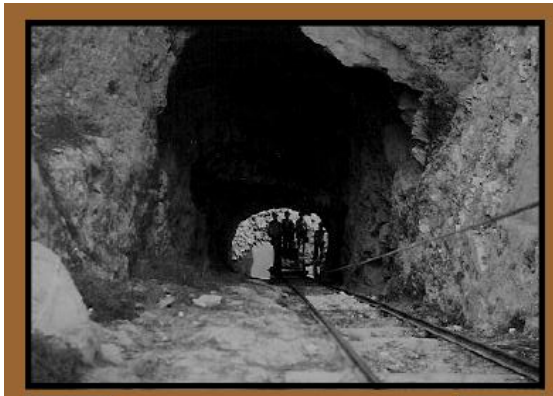
Seguindo pela estrada para Gouveia/Seia (distrito da Guarda) - visita ao Centro de Interpretação Ambiental da Serra da Estrela. Ao Parque Natural da Serra da Estrela onde destacamos, entre outros pontos de interesse geológico para um circuito granitico, o vale glaciar e a imagem da cabeça de velho nomeadamente escolhida para capa do livro de Wallace Spencer Pitcher, professor emeritus de geologia da Universidade de Liverpool intitulado "The Nature and Origin of Granite", segunda edição.

Anexo B – Localização do ponto de partida da demarcação da concessão mineira de “Chão de Castanheiro” – Mesquitela.



Anexo C – Prosta de desdobrável sobre “Pegmatito Granítico” da Concessão Mineira de “Chão de Castanheiro”, Mesquitela.





Plano inclinado na mina



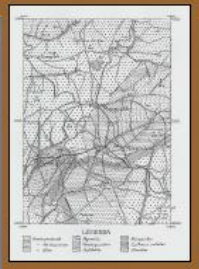


Mapas da Região de Mangualde



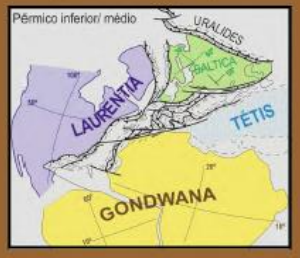








(Mário de Jesus, 1933)



O nosso passado

e as suas ligações a outros setores





Roteiro Geológico

- Pegmatito da Mesquitela – **Mangualde**
- Minas da Cunha Baixa — **Mangualde**
- Termas de Alcafache – **Mangualde**
- Mina do Companheiro — **Penalva do Castelo**

Recuperação Ambiental — **Urgeiriça**

Parque Natural da Serra da Estrela — **Gouveia**

Centro de Interpretação Ambiental da Serra da Estrela — **Seia**

Biodiversidade local



Coordenadas Google:

40º 35´12 .84" N

elev. 464 metros

Mesquitela

- Porto (Aeroporto)
- Braga
- Aveiro
- Coimbra
- Lisboa
- Londres
- Paris
- Berlim
- Bratislava
- Barcelona
- Milão; Pisa; Modena