

UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Mestrado em Engenharia Geológica

**Estudo Geológico e Geotécnico da Pedreira do
Monte das Flores - Évora**

Dissertação de Mestrado apresentada por:

João Manuel Bernardes de Jesus Rosa

Orientação: Prof. Doutor Ruben Varela Martins

Co-Orientação: Prof. Doutor Joaquim Luís Galego Lopes

Prof.^a Doutora Isabel Maria Ratola Duarte

Dr.^a Ana Catarina Vieira Gata Esperança

Évora | 2013

UNIVERSIDADE DE ÉVORA



Mestrado em Engenharia Geológica

Estudo Geológico e Geotécnico da Pedreira do Monte das Flores - Évora



Dissertação de Mestrado apresentada por:

João Manuel Bernardes de Jesus Rosa

Orientação: Prof. Doutor Ruben Varela Martins

Co-Orientação: Prof. Doutor Joaquim Luís Galego Lopes

Prof.^a Doutora Isabel Maria Ratola Duarte

Dr.^a Ana Catarina Vieira Gata Esperança

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador e coorientadores, cuja (co)orientação foi essencial para o desenvolvimento e finalização da presente dissertação. Ao Professor Doutor Ruben Sílvio Varela dos Santos Martins, agradeço o facto de me ter proposto um desafio extremamente prático e concreto. O seu empenho no sentido de criar uma equipa interdisciplinar foi essencial para a prossecução deste trabalho. Os seus ensinamentos ao longo do tempo passado nesta Academia garantidamente terão os seus resultados no futuro.

Ao Professor Doutor Joaquim Luís Galego Lopes, expresso o meu reconhecimento por me ter introduzido e aprofundado novos conceitos, despertando um novo gosto pelo mundo da Geologia, tendo sempre bastante paciência e dedicação ao longo da elaboração desta dissertação.

À Professora Doutora Isabel Maria Ratola Duarte, os ensinamentos e sugestões realizadas foram cruciais, o incentivo, a preocupação, a disponibilidade e amizade demonstradas.

À Doutora Ana Catarina Vieira Gata Esperança, no apoio a toda a logística que envolveu a realização do presente trabalho. Os seus conselhos e ensinamentos durante os dias de campo em que trabalhámos juntos revelaram-se fundamentais e imprescindíveis para a execução desta dissertação.

À Professora Doutora Patrícia Sofia Martins Moita, os preciosos ensinamentos sobre Geologia Regional, Geoquímica e Petrografia. Os seus conselhos e sugestões foram uma contribuição valiosa para a minha formação pessoal e profissional.

Ao Professor Doutor António Bastos de Pinho, deixo o meu sincero agradecimento pelo permanente apoio ao longo desta dissertação. Sem a sua colaboração, disponibilidade e persistência não teria sido possível.

Ao Professor Doutor António Alberto Chambel Gonçalves Pedro, um muito obrigada por todo o trabalho desenvolvido para a elaboração deste estudo. A sua disponibilidade, dedicação e conhecimento no mundo da hidrogeologia foram essenciais para concluir esta dissertação.

Expresso um profundo agradecimento ao Professor António Manuel de Carvalho Soares Correia e ao Engenheiro João Rocha pelo contacto e conhecimentos transmitidos no universo da geofísica.

O meu profundo agradecimento à Sandra Velez pelos ensinamentos no laboratório, a sua paciência e dedicação foram claramente uma mais-valia para a execução da parte laboratorial abordada neste estudo.

À Tecnovia S.A., pelo apoio prestado em todas vertentes e pelas facilidades concedidas no acesso à informação da exploração.

Não poderia deixar de agradecer ao Centro Tecnológico da Pedra Natural de Portugal, com quem tive o enorme prazer de colaborar ao longo de nove meses. Agradeço a todos aqueles com quem tive oportunidade de trabalhar e destaco o Engenheiro Nuno Bonito, a Engenheira Filomena Dores e o Arquiteto António Pliz, sem eles muito do trabalho a nível de AutoCad e ArcGIS não teria sido possível.

Ao Departamento de Geociências e à Universidade de Évora em geral, que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

Aos colegas de Universidade, em particular o Alexandre, o Emanuel e o Tiago, quero agradecer os momentos que passámos no campo, onde existiu um grande espírito de companheirismo e entreaajuda.

Um especial agradecimento ao colega e amigo Rui Sardinha pelo apoio e conselhos transmitidos ao longo deste estudo.

À Diana agradeço todo o apoio, paciência, amor e amizade demonstrada. Não menos importante, obrigada por acreditares nas minhas capacidades, às vezes, mais do que eu próprio. Agradeço a tua compreensão nestes últimos meses em que não fui a pessoa mais agradável de se estar ao lado. Obrigada!

Por último, desejo expressar a minha gratidão aos meus pais, que sempre me deram a liberdade para fazer as minhas escolhas, por me apoiarem em tudo o que me rodeia e por me permitirem obter esta ferramenta. À minha irmã, que vejo como uma conselheira, um muito obrigada. Da mesma forma, agradeço às minhas sobrinhas, que sem se aperceberem, foram uma forma de motivação. À minha madrinha, que sempre esteve presente, expresso a minha gratidão pelos conselhos dados. De um modo geral, agradeço à Família e Amigos, sem eles nada disto seria possível, que ao longo

desta etapa foram essenciais e extremamente pacientes para a concretização deste objetivo.

A todos vós, um muito obrigado, é confortante estar rodeado por pessoas como vocês.

RESUMO

O estudo geológico e geotécnico realizado na “Pedreira do Monte das Flores” – Évora, propriedade da empresa Tecnovia, Sociedade de Empreitadas S.A., teve como objetivo fundamental proceder à atualização do processo de homologação da “Pedreira do Monte das Flores”, como fornecedora de balastro ferroviário.

Tendo por base a norma IT.GEO.001 – Fornecimento de Balastro e Gravilha, facultada pela REFER, o trabalho levado a cabo consistiu:

- no estudo da fraturação ao longo do maciço rochoso;
- na realização de um estudo petrográfico;
- numa campanha de prospeção geofísica efectuada na área para onde se pretende expandir a corta de exploração;
- na realização de análises geoquímicas em amostras devidamente seleccionadas;
- numa campanha hidrogeológica em toda a área licenciada;
- numa classificação geotécnica do maciço rochoso.

Os resultados demonstram que a rocha existente na exploração é um granito, que possui boas características geotécnicas para aplicação industrial. Não obstante algumas zonas mais superficiais do maciço rochoso serem, previsivelmente, constituídas por um granito mais alterado o que, no entanto, não compromete a qualidade referida anteriormente.

Palavras-chave: Pedreira; Fraturação; Estudo Petrográfico; Geofísica; Hidrogeologia; Geoquímica; Classificação Geotécnica.

ABSTRACT

The geological and geotechnical study conducted at the Monte das Flores quarry - Évora, exploited by Tecnovia, Sociedade de Empreitadas S.A., aimed, fundamentally, at the updating of the homologation process of “ Monte das Flores Quarry” as a supplier of railway ballast.

Based on the IT.GEO.001 norm – Supply of Ballast and Gravel, provided by REFER –, the work carried out was:

- the study of fracturing throughout the rock mass;
- conducting a petrographic study;
- a geophysical prospecting campaign where it is intended to increase the exploitation area;
- it was made a geochemical analyzes on a properly selected samples;
- a hydrogeological campaign at the whole licensed area;
- a geotechnical classification of the rock mass.

The results show that the rock on quarry is a granite with a good geotechnical characteristics for industrial applications. However, some rock mass superficial areas, are expected to be a deteriorated. In spite of that, the quality mentioned above is not compromised

Key-words: Quarry; Fracturing; Petrographic Study; Geophysical; Hydrogeology; Geochemistry; Geotechnical Classification.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE GERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABELAS.....	XVIII
SIMBOLOGIA.....	XXI
ABREVIATURAS.....	XXIV
ANEXOS.....	XXVII
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	
1. Localização geográfica e acessibilidades.....	7
CAPÍTULO 2	
2. Enquadramento geológico e geomorfológico.....	11
2.1. Geologia.....	11
2.2. Litoestratigrafia.....	12
2.3. Geomorfologia	14
2.4. Recursos minerais.....	15
2.5. Sismicidade.....	15
CAPÍTULO 3	
3. Metodologia do estudo.....	19
CAPÍTULO 4	
4. Geologia de pormenor - Estudo da fraturação	29
4.1. Metodologia - zona A.....	30
4.1.1. Atitude das fraturas.....	33
a) Diagramas de rosetas.....	34
b) Projeção esterográfica.....	36
4.1.2. Espaçamento entre fraturas.....	38
4.1.3. Abertura e preenchimento das fraturas.....	38
4.1.4. Água nas discontinuidades.....	40
4.2. Metodologia - zona B.....	41
4.3. Resultados.....	42
a) Zona A.....	42
b) Zona B.....	50

4.4. Análise comparativa.....	57
a) <i>Scanline 1 vs Scanline 2</i>	57
b) <i>Scanline 3 vs Scanline 4</i>	58
c) Estereograma da pedreira.....	58
d) Zona A vs zona B.....	59
CAPÍTULO 5	
5. Prospecção geofísica.....	63
5.1. Metodologia dos trabalhos de prospecção geofísica.....	64
5.2. Perfis de tomografia de resistividade elétrica.....	65
5.3. Resultados obtidos nas sondagens elétricas verticais.....	67
5.4. Conclusões.....	73
CAPÍTULO 6	
6. Estudo hidrogeológico.....	77
6.1. Pontos de água.....	77
6.2. Balanço hídrico na pedreira principal.....	79
6.3. Água subterrânea disponível.....	81
6.3.1. Lagoas nas pedreiras.....	81
6.3.2. Poços.....	82
a) Fórmula de Thiem.....	84
b) Tempos e volumes de extração.....	85
c) Análise comparativa.....	86
6.4. Aspetos físico-químicos da água.....	87
6.5. Conclusões.....	90
CAPÍTULO 7	
7. Amostragem.....	93
CAPÍTULO 8	
8. Estudo petrográfico de pormenor	97
8.1. Metodologia.....	97
8.2. Descrição petrográfica.....	100
CAPÍTULO 9	
9. Análise geoquímica.....	107
9.1. Metodologia.....	109
9.2. Geoquímica de rocha total - Resultados.....	109
9.3. Análise macroelementar.....	113
9.4. Classificação modal.....	115

9.5. Análise oligoelementar.....	116
CAPÍTULO 10	
10. Classificação geotécnica do maciço rochoso.....	121
10.1. Metodologia.....	122
10.2. Resultados.....	130
10.3. Zonamento geotécnico.....	136
CAPÍTULO 11	
11. Discussão dos resultados e conclusões gerais.....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	151
ANEXOS.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

- Figura 1 – Modelo digital da área onde se realizou o estudo. (Nota: A opção de colocar a escala gráfica no interior da cavidade prende-se pelo facto da mesma variar consoante a perspetiva do ponto de observação. Neste caso, recorrendo ao levantamento topográfico efetuou-se a medição de um ponto conhecido.). 3

CAPÍTULO 1

- Figura 2 – Excerto da Carta Militar de Portugal, folha nº 459 e 460, à escala 1/25000, com a delimitação da área arrendada pela empresa. 7

CAPÍTULO 2

- Figura 3 – Divisão do Maciço Ibérico. Segundo: Julivert *et al.* (1974) e Quesada (1991), *in* Moita (2008). 12
- Figura 4 – Excerto da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000, folha nº 40A. 13
- Figura 5 – Delimitação das Zonas Sísmicas do Território Continental de Portugal segundo o Regulamento de Segurança e Ação para Estruturas e Pontes-RSAEP. 15
- Figura 6 – Representação da Carta de Intensidades Sísmicas Observadas em Portugal Continental (1901-1972). Escala de Wood-Newmann. 16

CAPÍTULO 3

- Figura 7 – Delimitação da zona A e da zona B. 21
- Figura 8 – Zona de exploração com áreas circundantes, onde é localizada a campanha de sondagens realizada pela empresa Tecnasol, no âmbito do estudo Geológico realizado na pedreira pela Universidade do Porto. 22

CAPÍTULO 4

- Figura 9 – Localização das *scanlines* efetuadas ao longo das frentes de desmonte, na “Pedreira do Monte das Flores. 31
- Figura 10 – Fotografia da frente de desmonte onde foram efetuadas as *scanlines* 1 e 2, com a orientação NW-SE. Pode ser observada nesta fotografia a camada superficial de alteração, obtida através da observação visual no terreno e posterior tratamento de imagem. 32
- Figura 11 – Fotografia da frente de desmonte onde foram efetuadas as *scanlines* 3 e 32

4, com a orientação NE-SW. Pode ser observada nesta fotografia a camada superficial de alteração, obtida através da observação visual no terreno e posterior tratamento de imagem.

- Figura 12 – Ângulos a considerar na definição da orientação de um plano de 33
descontinuidade dado por N60°E, 30°SE: (a) vista isométrica; (b) vista em
planta. (Lima & Menezes, 2008).
- Figura 13 – Representação da metodologia adotada para a projeção das rosetas de 35
fraturação na planta da “Pedreira do Monte das Flores”. Neste exemplo os
diagramas obtidos para as rosetas 1 e 2, mostram a direção preferencial
de 39 e 23 diaclases, respetivamente.
- Figura 14 – Projeção estereográfica de um plano com direção NNE-SSW e inclinação 36
para SE. (Fossen, 2010).
- Figura 15 – Redes de projeção equatorial: A - rede de Wulff (de igual ângulo); B - rede 37
de Schmidt (de igual área).
- Figura 16 – Representações esquemáticas da abertura e preenchimento (ISRM, 39
1978b *in* Campos et al., 1992).
- Figura 17 – Método utilizado para efetuar a medição dos afloramentos rochosos. 41
- Figura 18 – A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 125 diaclases 43
observadas ao longo da *scanline* 1; B) Diagrama de densidade (em
percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo
da *scanline* 1. Atente-se que, pelo método utilizado (“dip direction”), a
direção dos planos é perpendicular aos pontos de maior concentração de
pólos, esta observação é válida para as figuras similares que à frente se
apresentam.
- Figura 19 – Histograma de frequências com direção preferencial de 125 diaclases 44
identificadas na *scanline* 1.
- Figura 20 – A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 82 diaclases 45
observadas ao longo da *scanline* 2; B) Diagrama de densidade (em
percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo
da *scanline* 2.
- Figura 21 – Histograma de frequências com direção preferencial das diaclases 46
identificadas na *scanline* 2.
- Figura 22 – A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 104 diaclases 47
observadas ao longo da *scanline* 3; B) Diagrama de densidade (em
percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo

	da scanline 3.	
Figura 23 –	Histograma de frequências com direção preferencial das diaclases identificadas na scanline 3.	47
Figura 24 –	A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 104 diaclases observadas ao longo da scanline 4; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo da scanline 4.	48
Figura 25 –	Histograma de frequências com direção preferencial das diaclases identificadas na scanline 4.	49
Figura 26 –	Localização geográfica dos afloramentos cartografados na zona B.	51
Figura 27 –	Pedreira Ornamental - P.O..	52
Figura 28 –	Pedreira do Caracol - CRC.	53
Figura 29 –	Vestígios de entalhes.	54
Figura 30 –	Vestígios de guilhação.	54
Figura 31 –	Afloramento de granito denominado “Afloramento do Porro”.	55
Figura 32 –	A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 37 diaclases observadas na zona B; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas na zona B.	56
Figura 33 –	A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 207 diaclases observadas ao longo das scanlines 1 e 2; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo das scanlines 1 e 2.	57
Figura 34 –	A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 208 diaclases observadas ao longo das scanlines 3 e 4; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo das scanlines 3 e 4.	58
Figura 35 –	A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 415 diaclases observadas na área de corta da pedreira do Monte das Flores; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas na área de corta da pedreira.	59
Figura 36 –	A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 452 diaclases observadas na zona A e B; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas na zona A e B.	60

CAPÍTULO 5

Figura 37 –	Localização dos dois perfis de tomografia de resistividade elétrica (P1 e P2) e das seis sondagens elétricas verticais.	63
Figura 38 –	Resistivímetro ABEM 1000.	65
Figura 39 –	Modelo da distribuição de resistividade elétrica real ao longo do perfil tomográfico P1. As resistividades elétricas foram obtidas por inversão.	65
Figura 40 –	Modelo da distribuição de resistividade elétrica real ao longo do perfil tomográfico P2. As resistividades elétricas foram obtidas por inversão.	66
Figura 41 –	Modelo da SEV 1, obtido por inversão.	67
Figura 42 –	Modelo da SEV 2 obtido por inversão.	68
Figura 43 –	Modelo da SEV 3 obtido por inversão.	69
Figura 44 –	Modelo da SEV 4 obtido por inversão.	70
Figura 45 –	Modelo da SEV 5 obtido por inversão.	71
Figura 46 –	Modelo da SEV 6 obtido por inversão.	72

CAPÍTULO 6

Figura 47 –	Localização dos pontos de água.	78
Figura 48 –	Representação do efeito da escavação da pedreira sobre o nível freático original, com a criação de um cone de rebaixamento.	81
Figura 49 –	Medição da coluna de água nas lagoas da “Pedreira do Monte das Flores”.	81
Figura 50 –	Esquema das medições efetuadas nos poços.	82
Figura 51 –	Sonda de nível SEBA Hydrometrie.	83
Figura 52 –	Equipamento WTW Multiline F/SET-2.	87

CAPÍTULO 7

Figura 53 –	Localização da amostragem.	94
-------------	----------------------------	----

CAPÍTULO 8

Figura 54 –	Serra elétrica para corte da amostra inicial.	98
Figura 55 –	Corte da talisca com o auxílio da serra Discoplan-TS.	98
Figura 56 –	Mó de desgaste.	99

Figura 57 –	Desgaste da lâmina delgada.	99
Figura 58 –	Diferentes fases de passagem da amostra de rocha a lâmina delgada. (A - Amostra de mão de onde foi cortada a talisca; B - Talisca de rocha, com aproximadamente 0,5 cm de espessura, e lâmina de vidro onde vai ser colada a talisca; C - Colagem da talisca à lâmina de vidro; D - Amostra já colada na lâmina de vidro; E - Amostra já depois de ser desgastada; F - Lâmina delgada já finalizada, depois de polida e com lamela de vidro; G - Lâmina finalizada). Escala: Bússula com 100 mm de comprimento.	100
Figura 59 –	Diagrama Classificativo de Streckeisen (1976).	101

CAPÍTULO 9

Figura 60 –	Localização das amostras alvo de análise geoquímica.	108
Figura 61 –	Diagrama TAS ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (%) vs SiO_2 (%)) de Cox et al. (1979) adaptado, para rochas plutônicas, por Wilson (1989), aplicado aos granitos na “Pedreira do Monte das Flores”. A linha que separa os campos alcalinos e subalcalinos é de Miyashiro (1978).	113
Figura 62 –	Diagrama $R1=4\text{Si}-11(\text{Na}+\text{K})-2(\text{Fe}+\text{Ti})$ vs $R2=6\text{Ca}+2\text{Mg}+\text{Al}$ de De la Roche et al. (1980), aplicado aos granitos na “Pedreira do Monte das Flores”.	114
Figura 63 –	Diagrama classificativo de Barker (1979) para rochas granitóides (>10% volume de quartzo), aplicado aos granitos da “Pedreira do Monte das Flores”.	115
Figura 64 –	Diagrama classificativo dos granitos amostrados na “Pedreira do Monte das Flores”, utilizando composições normativas no diagrama de Streckeisen & Le Maitre (1979), para rochas plutônicas onde $Q' = \text{Quartzo} / (\text{Quartzo}+\text{Ortoclase}+\text{Albite}+\text{Anortite})$ e $\text{ANOR} = 100 \times \text{Anortite} / (\text{Ortoclase}+\text{Anortite})$.	116
Figura 65 –	Diagrama multielementar. Normalização manto primitivo segundo Sun e McDonough (1989).	117
Figura 66 –	Diagrama multielementar para elementos terras raras. Normalização manto primitivo segundo Sun e McDonough (1989).	117

CAPÍTULO 10

Figura 67 –	Realização do ensaio de compressão uniaxial.	123
Figura 68 –	Equipamento utilizado, no ensaio de carga pontual.	125

Figura 69 –	Princípio de aplicação da força no provete, no ensaio de carga pontual.	125
Figura 70 –	Realização do ensaio com o martelo de Schmidt.	127
Figura 71 –	Perfis típicos de rugosidade e respetivo valor de JRC (Barton & Choubey, 1977).	128
Figura 72 –	Ábaco para estimativa do valor de resistência à compressão uniaxial, baseada nos resultados obtidos para a dureza de Schmidt (Miller, 1965).	129
Figura 73 –	Provetes da amostra MTF-1 antes do ensaio.	132
Figura 74 –	Provetes da amostra MTF-1 após ensaio.	133
Figura 75 –	Zonamento geotécnico e localização da amostragem realizada.	140

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 4

Tabela 1 –	Orientação e localização das <i>scanlines</i> realizadas nas frentes de 30 desmonte, na “Pedreira do Monte das Flores”.	
Tabela 2 –	Espaçamento entre fraturas (ISRM, 1981).	38
Tabela 3 –	Designação da abertura de uma descontinuidade (ISRM, 1978b)	40
Tabela 4 –	Efeitos da presença de água num maciço rochoso	41

CAPÍTULO 5

Tabela 5 –	Valores do modelo da SEV 1, obtido por inversão.	68
Tabela 6 –	Valores do modelo da SEV 2, obtido por inversão	68
Tabela 7 –	Valores do modelo da SEV 3, obtido por inversão.	69
Tabela 8 –	Valores do modelo da SEV 4, obtido por inversão.	71
Tabela 9 –	Valores do modelo da SEV 5, obtido por inversão.	71
Tabela 10 –	Valores do modelo da SEV 6, obtido por inversão.	72

CAPÍTULO 6

Tabela 11 –	Tipo de pontos de água na “Pedreira do Monte das Flores”.	79
Tabela 12 –	Características dos poços existentes na “Pedreira do Monte das Flores”.	83
Tabela 13 –	Cálculo dos rebaixamentos teóricos a produzir no aquífero no caso de exploração das captações subterrâneas tradicionais (poços) na zona da “Pedreira do Monte das Flores”, com base nos dados obtidos, utilizando a Fórmula de Thiem.	85
Tabela 14 –	Cálculo dos rebaixamentos teóricos a produzir no aquífero no caso das explorações subterrâneas tradicionais (poços) na zona da “Pedreira do Monte das Flores”, baseado nos tempos e volumes de extração, de acordo com a realidade da maioria das captações em poços tradicionais no Alentejo, tendo em consideração a área afeta a área arrendada, exceto a cavidade (707000 m ²).	86
Tabela 15 –	Parâmetros físico-químicos medidos <i>in situ</i> nos pontos de água dentro da área afeta à “Pedreira do Monte das Flores”.	89

CAPÍTULO 7

Tabela 16 –	Amostragem efetuada na “Pedreira do Monte das Flores”.	93
-------------	--	----

CAPÍTULO 8

Tabela 17 –	Síntese dos resultados das observações das lâminas delgadas.	103
-------------	--	-----

CAPÍTULO 9

Tabela 18 –	Amostras sujeitas a análise e razão da sua escolha.	107
-------------	---	-----

Tabela 19 –	Dados de geoquímica de rocha total para os elementos maiores.	110
-------------	---	-----

Tabela 20 –	Dados de geoquímica de rocha total para elementos traço.	111
-------------	--	-----

Tabela 21 –	Outros dados geoquímicos determinados.	112
-------------	--	-----

CAPÍTULO 10

Tabela 22 –	Resultados obtidos no ensaio de compressão uniaxial.	131
-------------	--	-----

Tabela 23 –	Resistência à compressão uniaxial da rocha (ISRM, 1981).	133
-------------	--	-----

Tabela 24 –	Comparação entre os valores de resistência à compressão uniaxial do granito da “Pedreira do Monte das Flores” e de granitos similares que ocorrem em pedreiras da região de Évora.	134
-------------	--	-----

Tabela 25 –	Estimativa dos valores de compressão uniaxial, a partir dos resultados no ensaio de carga Pontual.	134
-------------	--	-----

Tabela 26 –	Resultados obtidos no ensaio do martelo de Schmidt.	135
-------------	---	-----

Tabela 27 –	Cálculo dos valores de JCS, σ'_n e \emptyset_{pico} , para as amostras estudadas.	136
-------------	---	-----

Tabela 28 –	Espaçamento entre fraturas (ISRM, 1981).	137
-------------	--	-----

Tabela 29 –	Ângulo de atrito das fraturas (ISRM, 1981).	138
-------------	---	-----

Tabela 30 –	Zonamento Geotécnico.	139
-------------	-----------------------	-----

SIMBOLOGIA

- A - alumínio (análise geoquímica)
- área da secção inicial, transversal à aplicação da força (ensaio de compressão uniaxial)
- área mínima de secção transversal de um plano que passa pelos pontos de contacto das ponteiros cónicas (ensaio de carga pontual)
- Al - albite (estudo petrográfico de pormenor)
- An - anortite (estudo petrográfico de pormenor)
- b - bloco (ensaio de carga pontual)
- C - cálcio (análise geoquímica)
- CE - condutividade elétrica (estudo hidrogeológico)
- d - profundidade da base de cada uma das camadas (prospecção geofísica)
- diametral (ensaio de carga pontual)
- D - diâmetro do poço (estudo hidrogeológico)
- distância entre ponteiros do equipamento antes da rotura do provete (ensaio de carga pontual)
- D' - distância entre ponteiros do equipamento após a rotura do provete (ensaio de carga pontual)
- D_e - diâmetro equivalente do provete (ensaio de carga pontual)
- E - módulo de deformabilidade (ensaio de compressão uniaxial)
- Eh - potencial redox (estudo hidrogeológico)
- Eu - Europium (análise geoquímica)
- F - força aplicada na rotura (ensaio de compressão uniaxial)
- fator de correção da grandeza (ensaio de carga pontual)
- h - espessura de cada camada (prospecção geofísica)
- altura do poço (estudo hidrogeológico)
- altura do provete (ensaio de compressão uniaxial)

- h_c - altura do bordo do poço em relação à cota natural do terreno (estudo hidrogeológico)
- h_n - distância entre o bordo e o nível de água subterrânea no poço NHE (estudo hidrogeológico)
- h_t - profundidade referente ao bordo do poço (estudo hidrogeológico)
- i - irregular (ensaio de carga pontual)
- I_s - resistência à carga pontual não corrigida (ensaio de carga pontual)
- $I_{s(50)}$ - índice de resistência à carga pontual corrigido (ensaio de carga pontual)
- JCS - “joint wall compression strength” (ensaio do martelo de Schmidt)
- JRC - “joint roughness coeficiente” (ensaio de martelo de Schmidt)
- K - potássio (análise geoquímica)
- L - espessura da camada (classificação geotécnica)
- N - número da camada no modelo das sondagens elétricas verticais (prospecção geofísica)
- sódio (análise geoquímica)
- NHE - nível hidrostático (estudo hidrogeológico)
- Or - ortoclase (estudo petrográfico de pormenor)
- P - força aplicada na rotura do provete (ensaio de carga pontual)
- pH - potencial de hidrogénio (estudo hidrogeológico)
- ppm partes por milhão (análise geoquímica)
- Q - caudal (estudo hidrogeológico)
- r_1 - raio de influência do poço (estudo hidrogeológico)
- r_w - raio do poço (estudo hidrogeológico)
- r_w - raio do poço (estudo hidrogeológico)
- S - coeficiente de armazenamento (estudo hidrogeológico)
- s_1 - rebaixamento à distância R (raio de influência) do poço (estudo hidrogeológico)

- s_w - rebaixamento do poço (estudo hidrogeológico)
- T - transmissividade (estudo hidrogeológico)
- temperatura da água (estudo hidrogeológico)
- V - volume (estudo hidrogeológico)
- W - distância perpendicular a D (ensaio de carga pontual)
- Δ_{ym} - quartzodiorito e granodiorito de grão médio, não porfiróide (enquadramento geológico)
- \bar{l} - largura (ensaio de compressão uniaxial)
- Δ_s - rebaixamento máximo (estudo hidrogeológico)
- \perp - perpendicular (ensaio de carga pontual)
- \emptyset_{pico} - ângulo de atrito de pico (ensaio de martelo de Schmidt)
- \emptyset_r - ângulo de atrito residual (ensaio de martelo de Schmidt)
- ν - coeficiente de Poisson (ensaio de compressão uniaxial)
- α - azimute da direção (estudo da fraturação)
- ρ - resistividade elétrica real (prospeção geofísica)
- σ'_n - tensão efetiva normal (ensaio de martelo de Schmidt)
- σ_c - resistência à compressão uniaxial
- Ψ - ângulo medido no sentido descendente a partir da horizontal (estudo da fraturação)

ABREVIATURAS

b	- bloco
BGD	- “Basic Geotechnical Description of Rock Masses”
C	- charca
CE	- Comissão Europeia
CIPW	- Cross, Iddings, Pirsson e Washington
CRC	- Caracol
EIA	- Estudo de Impacte Ambiental
EN	- estrada nacional
<i>et al.</i>	- et alii (e outros)
ETRL	- elementos de terras raras leves
F.P.	- feldspato potássico
Fig.	- Figura
FUS-ICP	- “Fusion inductively coupled”
FUS-MS	- “Fusion mass spectrometry”
GPS	- “Global Positioning System”
ISRM	- “International Society for Rock Mechanics”
IT	- Instrução Técnica
LD	- lagoa de decantação
LNEG	- Laboratório Nacional de Energia e Geologia
LOI	- “Loss On Ignition”
LPdr	- lagoa de pedreira
LT	- lagoa temporária
MTF	- Monte das Flores
nº	- número inteiro
nd	- não determinado

NP	- Norma Portuguesa
P	- perfil - poço - plagioclase
P.O.	- Pedreira Ornamental
PARP	- Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística
Q	- quartzo
R	- ratios (Análise geoquímica)
REE	- total de terras raras
Ref.	- Referência
REFER, EP	- Rede Ferroviária Nacional
RSAEP	- Regulamento de Segurança e Acção para Estruturas e Pontes
S.A	- Sociedade Anónima
s.d.	- Sem data
s.s.	- em sentido estrito
SEV	- sondagem elétrica vertical
TAS	- total alcalis <i>versus</i> sílica
TRE	- tomografia de resistividade elétrica
UE	- Universidade de Évora
ZCI	- Zona Centro Ibérica
ZG	- zona geotécnica
ZOM	- Zona de Ossa Morena
ZSP	- Zona Sul Portuguesa

ANEXOS

- Anexo 1 –** Levantamento topográfico da exploração, à escala 1/2000
- Anexo 2 –** Dados recolhidos na cartografia geológica
- Anexo 3 –** Dados utilizados na projecção estereográfica
- Anexo 4 –** Dados das direcções para a obtenção das rosetas de fraturação e planta da cavidade com a projecção das mesmas
- Anexo 5 –** Dados relativos às atitudes das fraturas identificadas com maior importância na cavidade da pedreira e planta da cavidade com a projecção das mesmas
- Anexo 6 –** Cortes geológicos da exploração, à escala 1/2000
- Anexo 7 –** Características dos pontos de água identificados na área da “Pedreira do Monte das Flores
- Anexo 8 –** Amostragem
- Anexo 9 –** Descrição petrográfica das lâminas delgadas
- Anexo 10 –** Resultados obtidos na análise geoquímica
- Anexo 11 –** Folhas do ensaio de compressão uniaxial
- Anexo 12 –** Folhas do ensaio de carga pontual realizado na “Pedreira do Monte das Flores”
- Anexo 13 –** Folhas do ensaio do martelo de Schmidt

INTRODUÇÃO

A Administração da empresa Tecnovia S.A., através da Doutora Ana Catarina Vieira Gata Esperança, contactou o Departamento de Geociências da Universidade de Évora, tendo em vista a realização de um estudo geológico e geotécnico na “Pedreira do Monte das Flores” - Évora. Este estudo decorreu em conformidade com as Instruções Técnicas da Rede Ferroviária Nacional - REFER, e tem como finalidade o fornecimento de balastro.

O citado estudo constituiu-se como fundamento para a realização da dissertação de Mestrado intitulada “Estudo Geológico e Geotécnico da Pedreira do Monte das Flores - Évora”, contando com a colaboração dos seguintes elementos:

- Professor Doutor Ruben Sílvio Varela Santos Martins, Prof. Auxiliar da UE;
- Professor Doutor Joaquim Luís Galego Lopes, Prof. Auxiliar da UE;
- Professora Doutora Isabel Maria Ratola Duarte, Prof. Auxiliar da UE;
- Professora Doutora Patrícia Sofia Martins Moita, Prof. Auxiliar da UE;
- Professor Doutor António Alberto Chambel Gonçalves Pedro, Prof. Auxiliar da UE;
- Professor Doutor António Bastos de Pinho, Prof. Auxiliar da UE;
- Elementos do corpo técnico e operário da Tecnovia S.A. e do Departamento de Geociências da UE;
- No apoio à logística que envolveu o respetivo trabalho é de realçar toda a colaboração prestada pela Doutora Ana Catarina Gata.

O principal objetivo do estudo foi proceder à atualização do processo de homologação da “Pedreira do Monte das Flores”, como fornecedora de balastro ferroviário. Para tal, foi utilizada como referência a Instrução Técnica da REFER – IT.GEO.001 (2008).

Tratou-se de um estudo com uma forte componente prática onde foram abordadas diversas áreas do conhecimento. Apesar da sua vasta abrangência, norteou-se por um propósito bem definido, isto é, visou a caracterização geológica e geotécnica do maciço rochoso presente na “Pedreira do Monte das Flores”.

Sucintamente foi efetuado(a): i) o estudo da fraturação ao longo do maciço rochoso, de modo a identificar a(s) família(s) de fratura(s) com maior incidência na região; ii) uma caracterização macroscópica e microscópica do maciço rochoso; iii) uma campanha geofísica na área para onde está prevista a expansão da exploração, com o objetivo de determinar a espessura da camada de alteração e, por outro lado, tentar averiguar a qualidade das formações rochosas aí existentes; iv) uma campanha hidrogeológica, a fim de efetuar um reconhecimento sobre os volumes de água existentes e disponíveis na área concessionada, isto é, avaliar a exploração do ponto de vista da sustentabilidade hídrica para a lavagem do balastro; v) uma análise geoquímica para o estudo de elementos maiores e traço; vi) uma classificação geotécnica do maciço rochoso onde se desenvolve a exploração.

Na Figura 1 pode ser observado o modelo digital da área arrendada onde foi realizado o respetivo estudo. Este foi obtido a partir do levantamento topográfico, recorrendo à fotografia aérea da região e aos *software* AutoCAD e ArcGIS.

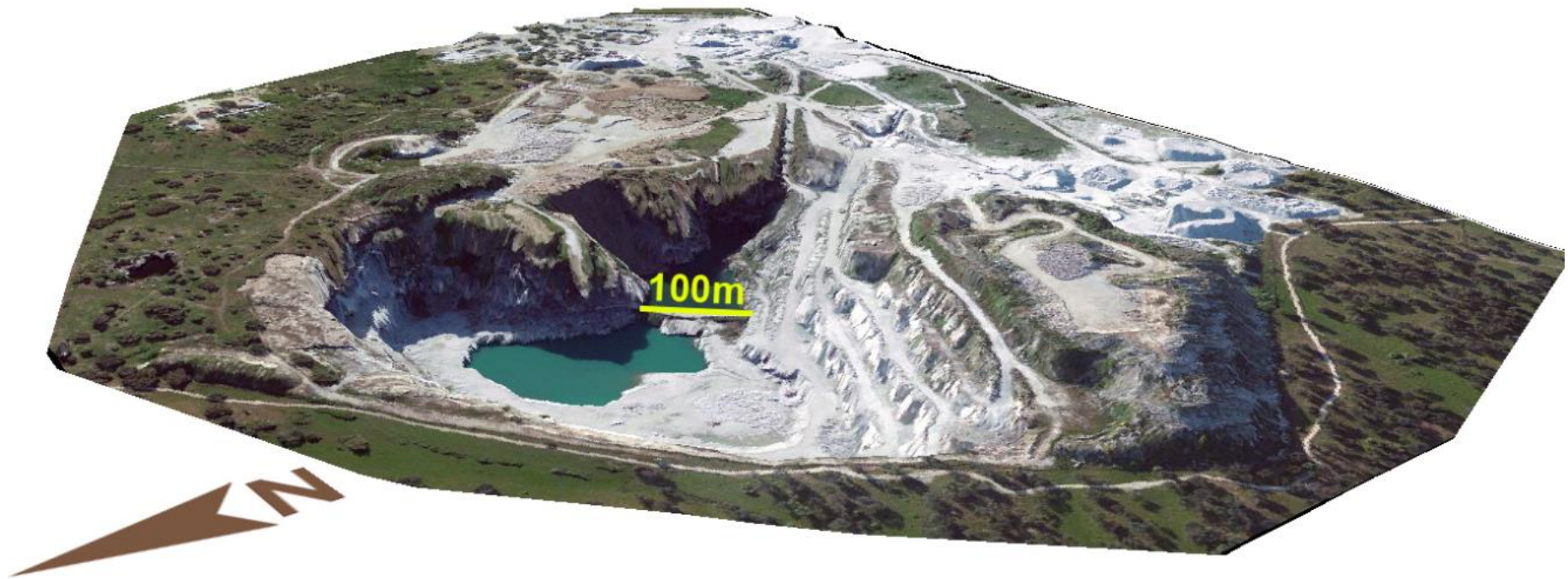


Fig. 1 - Modelo digital da área onde se realizou o estudo. (Nota: A opção de colocar a escala gráfica no interior da cavidade prende-se pelo facto da mesma variar consoante a perspetiva do ponto de observação. Neste caso, recorrendo ao levantamento topográfico efetuou-se a medição de um ponto conhecido.).

CAPÍTULO 1

Localização geográfica e acessibilidades

1. Localização geográfica e acessibilidades

A “Pedreira do Monte das Flores” localiza-se na região do Alentejo, sub-região do Alentejo Central e, mais especificamente, no concelho de Évora, freguesia de Horta das Figueiras.

O município é delimitado a Norte pelo município de Arraiolos, a Nordeste pelo município de Estremoz, a Leste pelo município do Redondo, a Sudeste pelo município de Reguengos de Monsaraz, a Sul pelo Concelho de Portel, a Sudoeste pelo município de Viana do Alentejo e a Oeste pelo Concelho de Montemor-o-Novo.

A “Pedreira do Monte das Flores” encontra-se na Herdade do Monte das Flores, a cerca de 5 km para Sudoeste de Évora (Figura 2). Possui uma área arrendada no total de 96,9 ha, detendo 70,70 ha concessionados para exploração.

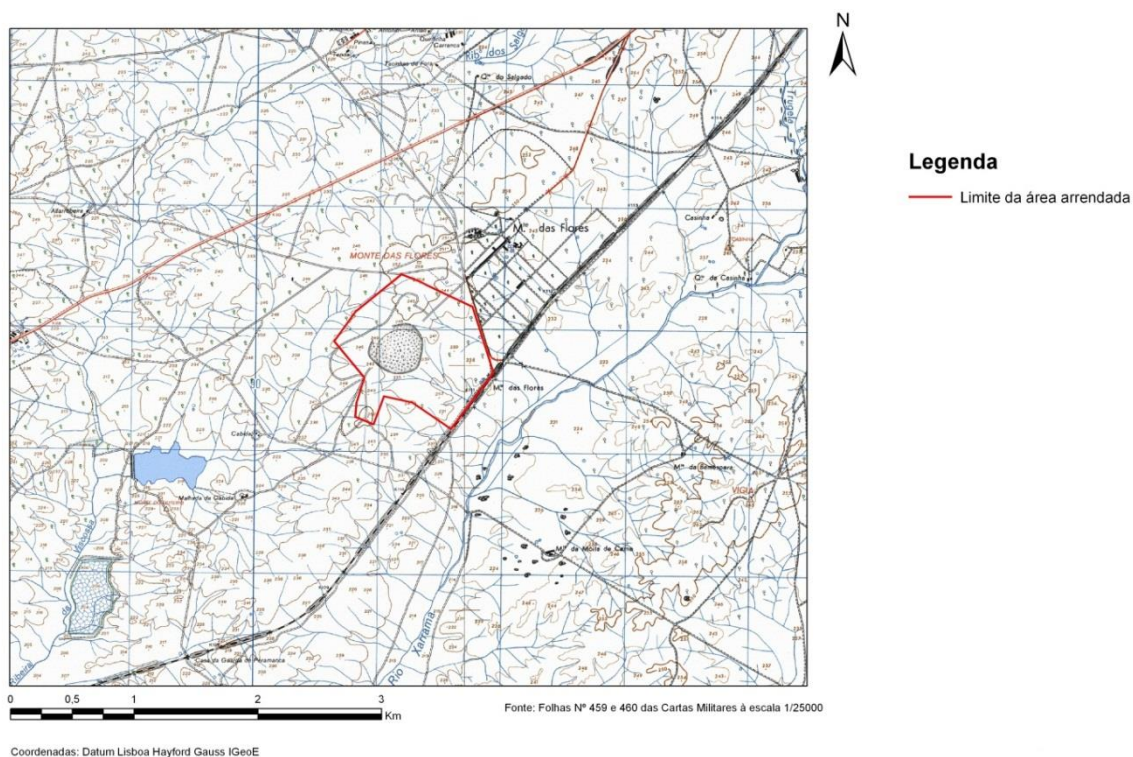


Fig. 2 - Excerto da Carta Militar de Portugal, folha nº 459 e 460, à escala 1/25000, com a delimitação da área arrendada pela empresa.

Relativamente às acessibilidades, a pedreira em análise encontra-se servida por bons acessos. Conta-se com o desvio ferroviário ao km 111,1 do ramal Casa Branca -

Évora, com a Estrada Nacional 380, que faz ligação da cidade de Évora à localidade de Alcáçovas e, ainda, com um caminho particular asfaltado que liga toda a área da pedreira à estrada nacional já referida.

Tendo em conta o que foi dito, a localização geográfica desta pedreira afigura-se como uma mais-valia para a exploração visto que, para além de se localizar estrategicamente nas proximidades de uma das principais cidades alentejanas, possui excelentes condições de expedição dos seus produtos, não só através da comum via rodoviária mas também através da linha ferroviária. Esta última, é bastante vantajosa uma vez que permite uma maior otimização do transporte do agregado, pois recorrendo a menos meios é possível efetuar o transporte de maiores quantidades de material.

CAPÍTULO 2

Enquadramento geológico e geomorfológico

2. Enquadramento geológico e geomorfológico

Neste capítulo apresenta-se uma breve síntese das principais características da Zona de Ossa-Morena, enquanto parte integrante do Maciço Ibérico e, em particular, do Maciço de Évora, de modo a enquadrar a área estudada no seu contexto geológico e geomorfológico.

2.1. Geologia

O território onde a “Pedreira do Monte das Flores” se insere pertence ao Maciço Ibérico. Este constitui o setor mais ocidental e contínuo da Cadeia Orogénica Varisca na Europa, correspondendo a um extenso afloramento de rochas proterozóicas e paleozóicas. Aqui, os eventos tectonotérmicos alpinos fizeram-se sentir de forma atenuada, permitindo a preservação da história geológica ante mesozóica (Moita, 2008).

A diversidade geológica evidenciada pelo Maciço Ibérico levou Lotze (1945) à elaboração de uma subdivisão em seis zonas principais, distinguidas com base em critérios estratigráficos, estruturais e metamórficos (Dallmeyer & Garcia, 1990). São elas: Zona Cantábrica, Zona Oeste-Astúrico-Leonesa, Zona Galaico-Castelhana, Zona Lusitana-Alcudiana, Zona de Ossa-Morena (ZOM) e Zona Sul Portuguesa (ZSP). Mais tarde, esta classificação foi ligeiramente alterada por sistematização por Julivert *et al.* (1974) (Figura 3), englobando as Zonas Galaico-Castelhana e Lusitana-Alcudiana na, atualmente aceite, Zona Centro-Ibérica (ZCI). Deste modo, em termos paleogeográficos, estratigráficos e estruturais, a área da pedreira enquadra-se na Zona de Ossa-Morena, correspondendo esta a uma entidade geológica com características estratigráficas, estruturais e petrológicas próprias, diferentes das unidades contíguas, ou seja, constitui um terreno tectonoestratigráfico (Moita, 2008). É fundamentalmente constituída por litótipos ígneos e metamórficos de idade precâmbrica e paleozóica (Andrade *et al.*, 1976). Do ponto de vista destas unidades geológicas, a região onde está inserida a pedreira encontra-se dominada pelas formações de rochas eruptivas, tratando-se de um afloramento de quartzodiorito e granodiorito de grão médio, não porfiróide (EIAPMF, 2003a; EIAPMF, 2003b; Moita, 2008).

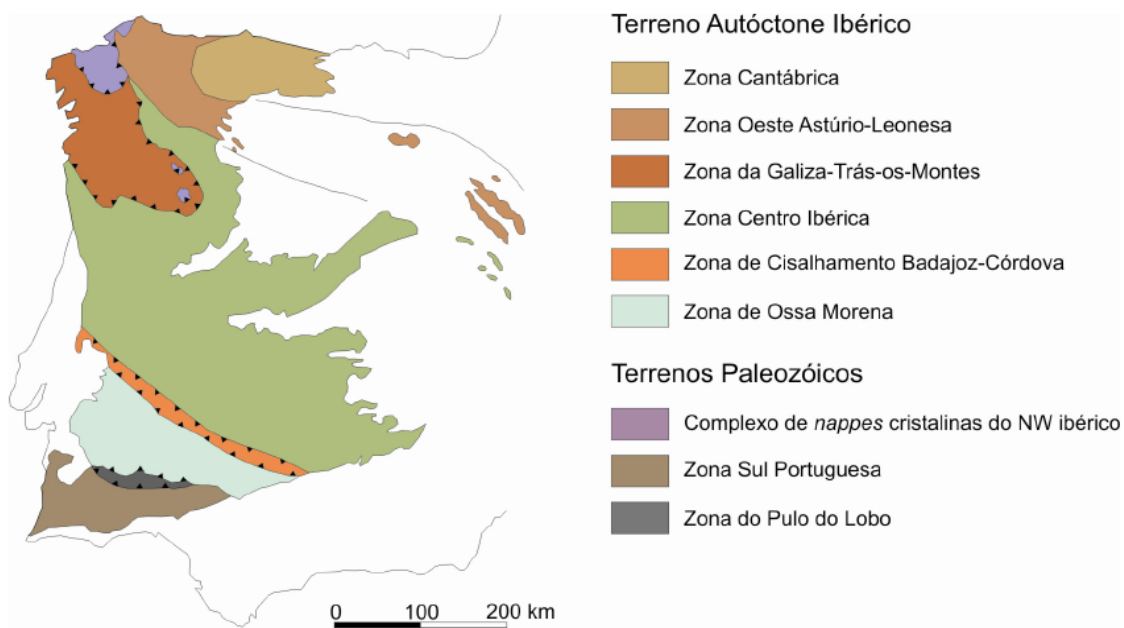


Fig. 3 - Divisão do Maciço Ibérico. Segundo: Julivert *et al.* (1974) e Quesada (1991), *in* Moita (2008).

2.2. Litoestratigrafia

A caracterização do meio geológico foi realizada tendo por base o reconhecimento de superfície da área em estudo, tendo sido a componente geológica da região da pedreira suportada por uma cartografia de base constituída pela Carta Geológica de Portugal, à escala 1/50000, Folha nº 40-A (Carvalhosa *et al.*, 1969) e respetiva notícia explicativa publicada pelo Instituto Geológico e Mineiro.

Procedendo à localização da exploração na Carta Geológica, recorrendo ao *software* ArcGIS, verifica-se que na área em estudo ocorrem principalmente quartzodioritos e granodioritos de grão médio, não porfiróides - $\Delta\gamma m$.

Na região onde está inserida a “Pedreira do Monte das Flores” estão representadas várias unidades geológicas de diferente estratigrafia e litologia associada. No entanto, na área de implantação da pedreira, apenas se encontra representada uma unidade geológica de rochas eruptivas que, como referido anteriormente, corresponde a quartzodioritos e granodioritos de grão médio, não porfiróides, onde os minerais mais representativos constituintes da rocha são, o feldspato potássico, a plagioclase e o quartzo, sem evidenciarem qualquer simetria à vista desarmada. São ainda visíveis cristais de biotite e, por vezes, surgem raros megacristais, em geral com contornos

arredondados, de feldspato potássico. É de notar, no entanto, que, com menor expressividade que a unidade anterior, surgem depósitos de cobertura (Figura 4) (EIAPMF, 2003a; Ferbritas, 2008).

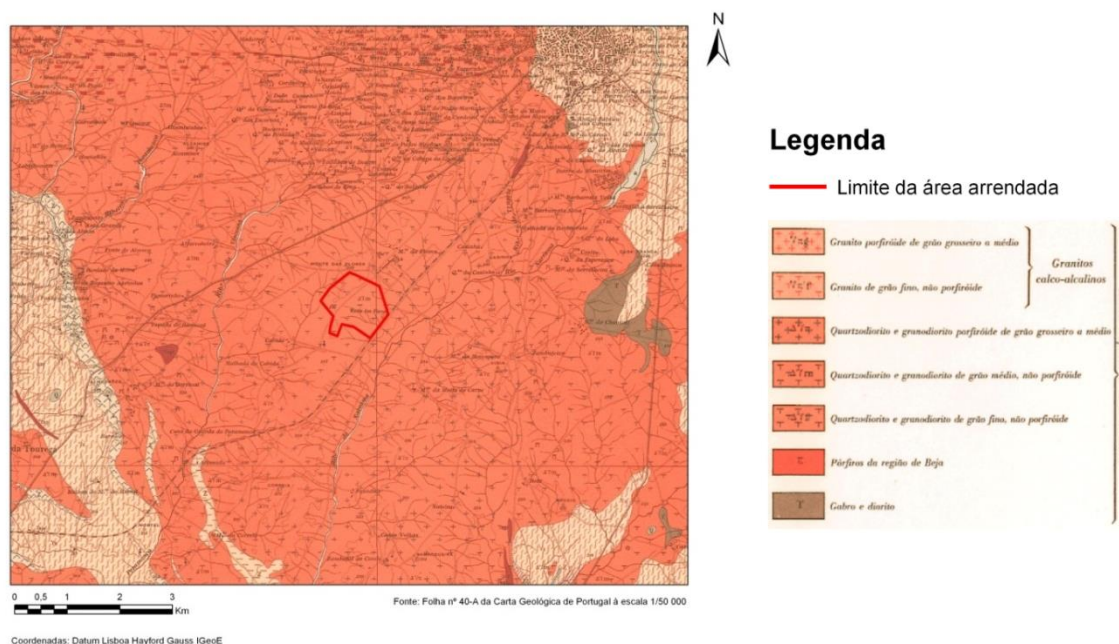


Fig. 4 - Excerto da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000, Folha nº 40-A.

As rochas graníticas são certamente mais representadas na região. Manifestam-se especialmente por maciços granitóides não porfirídeos, predominantemente de grão médio ou grosseiro, formados nos estágios finais da Orogenia Hercínica (EIAPMF, 2003a; Ferbritas, 2008).

Estes maciços ocorrem, em geral, com um estado de alteração muito avançado próximo da superfície, transformados em saibros, até profundidades que podem variar entre os 4-5 metros. O perfil de alteração característico, observável nas frentes de desmonte da “Pedreira do Monte das Flores”, revela uma estruturação que compreende a existência dos seguintes horizontes, do topo para a base:

- horizonte esquelético de terra vegetal, de cor acastanhada;
- horizonte de saibro granítico, esbranquiçado, em que é possível identificar a presença de grãos de feldspatos, sugerindo um processo de meteorização mecânica sobrejacente a um processo de meteorização química (as espessuras são variáveis em função do tipo de transição para a rocha sã);

- rocha sã, constituída por blocos graníticos intactos que se individualizam entre o material de alteração sobrejacente (PARP, 2004; Ferbritas, 2008).

2.3. Geomorfologia

Do ponto de vista geomorfológico, a região enquadra-se na denominada peneplanície do Alentejo, com altitudes a variar entre os 220 e 230 m, apresentando uma morfologia suave, com relevos baixos e aplanados, ligeiramente alterada devido à erosão, onde esporadicamente se evidenciaram locais um pouco mais acidentados, constituindo relevos residuais (EIAPMF, 2003a; PARP, 2004; Ferbritas, 2008).

A amplitude altimétrica registada na área ocupada pela pedreira varia entre os 233 e 249 metros no seu extremo Norte. Na zona envolvente, o ponto mais alto corresponde ao marco geodésico do Monte das Flores com uma altitude de 259 metros, situa-se a cerca de um quilómetro para Nordeste da pedreira e a Sul da EN380 (EIAPMF, 2003a; PARP, 2004; Ferbritas, 2008).

Na direção N-S observam-se os principais desníveis altimétricos, estando estes relacionados com as linhas de água mais importantes (EIAPMF, 2003a; PARP, 2004; Ferbritas, 2008).

A área em estudo insere-se na bacia do Sado, estendendo-se pelas regiões situadas a Oeste, a Sudoeste e a Sul da cidade de Évora. Os principais cursos de água existentes são as ribeiras das Alcáçovas e de Xarrama (EIAPMF, 2003a; PARP, 2004; Ferbritas, 2008).

Por ser tratar de um contacto entre três importantes bacias hidrográficas, Tejo, Guadiana e Sado, a sua interpretação deve ser cuidadosa, no entanto, verifica-se na generalidade que as linhas de água apresentam uma fraca densidade de drenagem e um regime de escoamento do tipo efémero, com orientações variáveis. A drenagem natural é assegurada a Sul pelo rio Xarrama, afluente do rio Sado (EIAPMF, 2003a).

Em síntese, numa escala regional, a impressão dominante da paisagem geomorfológica da área em estudo é conferida por apresentar um carácter particularmente regular da topografia aplanada refletindo, em parte, a homogeneidade litológica e estrutural dos terrenos interessados, associado a uma litologia com componente ígnea (EIAPMF, 2003a; PARP, 2004).

2.4. Recursos minerais

No que diz respeito aos recursos minerais metálicos, na região compreendida pela Carta Geológica, Folha nº 40-A, destacam-se as antigas minas de ferro das Herdades da Defesa e Sala, Nogueirinha e do Montinho, localizadas numa faixa mineralizada que se alonga até Montemor-o-Novo. As mineralizações consistem, normalmente, em magnetite e pirite, além de hematite (Carvalhosa *et al.*, 1969).

Quanto aos recursos minerais não metálicos destaca-se a exploração de calcários cristalinos (mármore), utilizados na construção civil e no fabrico de cal. Dignos de referência são também os granitos provenientes de diversas pedreiras da região, de onde se extrai a pedra para a construção civil e cantaria (Carvalhosa *et al.*, 1969).

2.5. Sismicidade

O local em estudo apresenta sismicidade moderada, pertencendo à zona B na escala de risco sísmico (Regulamento de Segurança e Ação para Estrutura de Edifícios e Pontes), constante do Decreto-Lei nº 235/83, de 31 de maio, no qual, para efeitos de quantificação da ação dos sismos, considera o país dividido em quatro zonas: A, B, C, e D, por ordem decrescente de sismicidade (Figura 5). A influência dessa sismicidade é traduzida por um coeficiente de sismicidade (α), que assume, para a referida zona B, o valor de 0,7 (PARP, 2004 e Ferbritas, 2008).

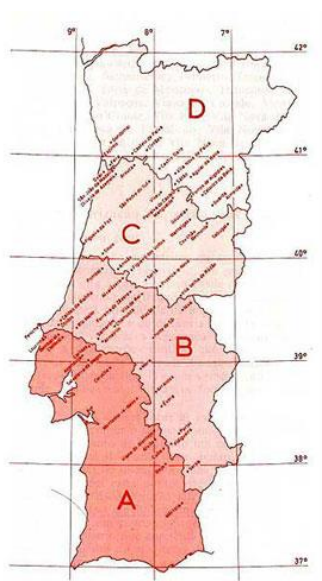


Fig. 5 - Delimitação das Zonas Sísmicas do Território Continental de Portugal segundo o Regulamento de Segurança e Ação para Estruturas e Pontes-RSAEP.

No que respeita aos efeitos decorrentes dos sismos, a região está inserida na placa Euro-Asiática e relativamente próxima da fronteira de placas Açores-Gibraltar. Considerando as intensidades sísmicas máximas observadas em Portugal Continental geradas na zona focal de Açores-Gibraltar, a área situa-se na zona de intensidade sísmica de Grau VI da Escala Internacional (escala de Wood-Newmann - Carta de Isossistas de Intensidade Máxima (Figura 6) (Ferbritas, 2008; PARP, 2004).

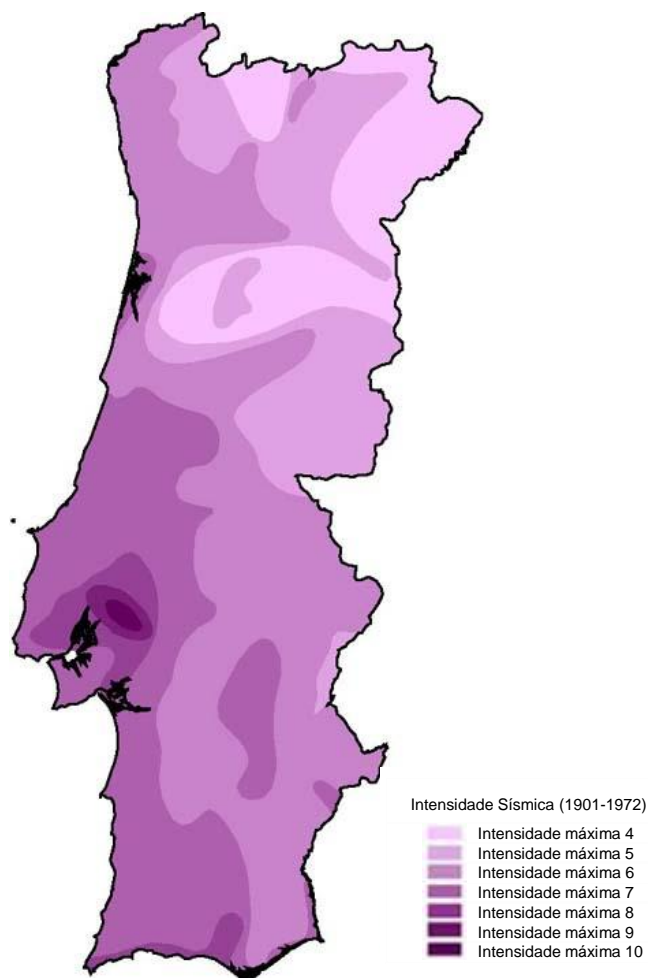


Fig. 6 - Representação da Carta de Intensidades Sísmicas Observadas em Portugal Continental (1901-1972). Escala de Wood-Newmann.

CAPÍTULO 3

Metodologia do estudo

3. Metodologia do estudo

Neste capítulo é dada uma perspetiva da metodologia utilizada para a realização do presente estudo, bem como os diferentes critérios analisados ao longo do mesmo.

Assim, numa fase inicial procedeu-se à recolha da informação existente relativa à exploração, uma vez que esta já tinha sido alvo de estudos anteriores. Todos esses documentos foram disponibilizados pela Tecnovia para apoio da presente dissertação, dos quais se destacam os seguintes elementos:

- Levantamento topográfico;
- *Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da “Pedreira do Monte das Flores”, realizado em junho de 2003;*
- *Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP) da Pedreira do Monte das Flores, realizado em junho de 2004;*
- Estudo Geológico das ocorrências de granodiorito na zona do Monte das Flores realizado pela Universidade do Porto em outubro de 1972 (Madureira & Cortez, 1972);
- *Estudo mineralógico e petrográfico de uma amostra - “Pedreira do “Monte das Flores” - Évora”; realizado em outubro de 2010.*

Além da documentação facultada pela empresa, foram ainda consultados os seguintes elementos:

- Relatório de Campo: *Expansão da Área de Corta da “Pedreira do Monte das Flores”* (Alves, 2011);
- Relatórios realizados pelos alunos de Licenciatura em Engenharia Geológica, da Universidade de Évora, que efetuaram estágio na respetiva pedreira, ao abrigo do Modelo 3G (Vieira *et al.*, 2011);
- Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000, Folha nº 40-A (Carvalhosa *et al.*, 1969) e respetiva notícia explicativa publicada pelo Instituto Geológico e Mineiro.

De modo a operacionalizar, clarificar e simplificar a leitura do estudo, optou-se por dividir as frentes de trabalho em duas zonas distintas (Figura 7):

- a) **Zona A** - local da exploração, com uma área aproximadamente de 182668 m²;
- b) **Zona B** - área virgem para onde se prevê o alargamento da corta - com uma área de aproximadamente de 91690 m².



Fig. 7 - Delimitação das zonas A e B.

A zona B foi definida tendo em conta três aspetos:

- a Oeste, a exploração encontra-se limitada por uma escombreira (Figura 8) com um volume bastante elevado, sendo viável a sua remoção apenas a médio/longo prazo;

- a Norte, a pedreira encontra-se no limite da concessão (Figura 8), sendo por isso impossível o seu alargamento nesta direção;

- a Sul, verifica-se que espessura de alteração é muito elevada, podendo atingir 15 metros de altura, informação retirada da consulta da campanha de sondagens mecânicas realizadas em 1972, pela empresa Tecnasol - injeções, sondagens e fundações, Lda., no âmbito do Estudo Geológico efectuado pela Universidade do Porto (Madureira & Cortez, 1972). De modo a confirmar a localização exata desses trabalhos de prospeção, recorreu-se ao *software* AutoCAD e ArcGIS projetando-se, na atual planta da pedreira, as sondagens realizadas (Figura 8). Verificou-se que estas incidem no flanco Sul-Sudeste da cavidade, onde parte do maciço já foi desmontado e o restante corresponde, como referido, a rocha com elevadas espessuras de alteração, portanto de qualidade inferior.

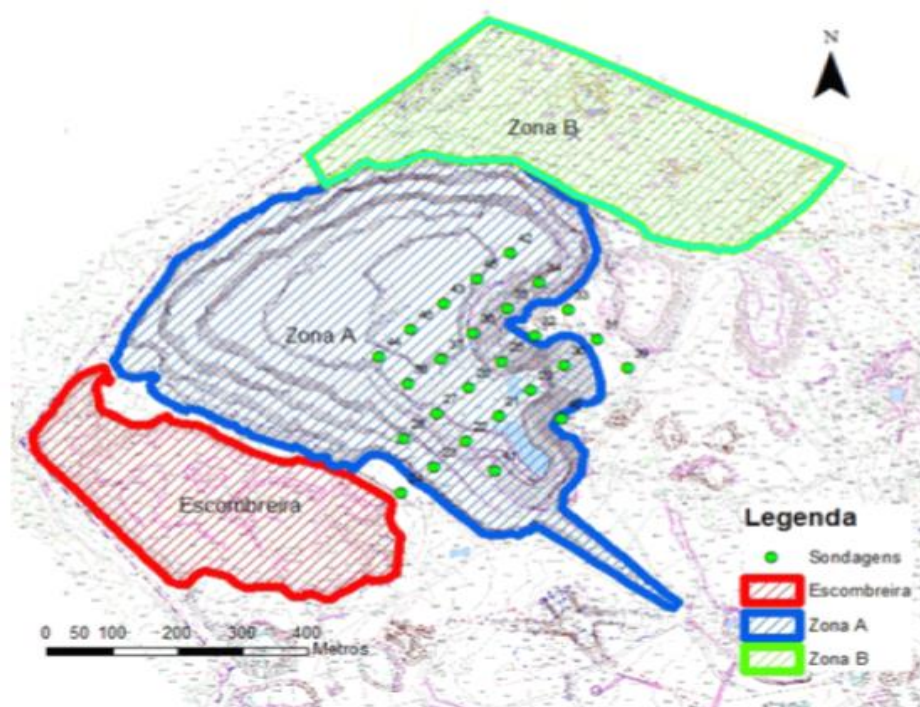


Fig. 8 - Zona de exploração com áreas circundantes, onde é localizada a campanha de sondagens realizada pela empresa Tecnasol, em 1972, no âmbito do estudo Geológico realizado.

Nas frentes de desmonte da exploração - zona A - foi efetuado um levantamento geológico de pormenor, com vista à obtenção de uma caracterização detalhada de todo o maciço rochoso.

Para tal, a metodologia adotada consistiu na realização de dois perfis geológicos perpendiculares entre si, tendo sido realizadas duas *scanlines* em cada perfil. Foram observados e registados os seguintes parâmetros: orientação, abertura e preenchimento das fraturas, percolação de água nas frentes de desmonte, localização dos acidentes geológicos com maior relevância, alteração e variações macroscópicas do granito, existência de encraves e, quando possível, tipo de movimento das formações.

Com o auxílio da ferramenta Excel, foi efetuado um tratamento inicial estatístico dos dados levantados no campo de modo a determinar o espaçamento entre fraturas, definir uma amplitude média para cada classe, no que diz respeito à direção das fraturas e, determinar número de observações efetuadas por classe.

Posteriormente, recorrendo ao *software* RockWorks 15, foi efetuado um tratamento dos dados relativos à orientação das fraturas, visando a obtenção das principais famílias existentes na pedreira.

Por fim, utilizando o AutoCAD, foi realizado um mapeamento de cariz geológico onde se efetuou na planta da exploração a projeção dos acidentes geológicos com maior relevância, das rosetas de fraturação ao longo dos perfis realizados e dois cortes geológicos perpendiculares.

Em relação à zona B, foi conduzida uma campanha de cartografia de afloramento à escala 1/1000, onde se efetuou o varrimento de toda a área. Foi tida em consideração a observação macroscópica de todos os afloramentos e a verificação de anisotropias ao longo dos mesmos (fraturação, veios, encraves). Por solicitação da Tecnovia, foi ainda efetuado um registo de todos os afloramentos que possuíam vestígios de possíveis atividades antropogénicas.

Tal como na área atual de exploração, na zona B foi realizado um tratamento em Excel dos dados relativos à orientação das fraturas e posteriormente projetados no *software* RockWorks dando uma perspetiva das famílias que predominam na área de estudo. De modo a complementar esta campanha, foram realizados trabalhos de geofísica, nos

quais se efetuaram dois perfis de tomografia de resistividade elétrica e seis sondagens elétricas verticais.

Após esta caracterização inicial, tiveram lugar amostragens em locais previamente definidos pretendendo-se, assim, obter um conhecimento mais pormenorizado do maciço existente na área concessionada. Com este propósito, recorreu-se à análise petrográfica, geoquímica de rocha total e caracterização geotécnica do maciço rochoso.

Do ponto de vista hidrogeológico, foi realizado o levantamento e avaliação dos recursos existentes na área afeta à pedreira. Esta campanha visou avaliar a sustentabilidade da exploração no que diz respeito à disponibilidade de água, pois esta é imprescindível para a lavagem do balastro. Os trabalhos consistiram em avaliar e referenciar todos os pontos de água existentes na área da pedreira - poços e lagoas -, dos quais foram retirados dados que permitissem, posteriormente, determinar o nível hidrostático (NHE) e o volume da massa de água armazenada nesses mesmos pontos. Foi ainda feita colheita de água em cada local e recolhida informação sobre alguns parâmetros físico-químicos, nomeadamente pH, condutividade elétrica, potencial de redução e temperatura.

Ainda em relação à hidrogeologia, procedeu-se ao levantamento da profundidade das duas lagoas existentes no fundo da pedreira (zona A) e na lagoa existente na zona prevista para a expansão da área de corta (zona B).

Por último, foi feita uma descrição geotécnica do maciço rochoso. A classificação que se considerou mais adequada para o estudo foi a Descrição Geotécnica Básica (“Basic Geotechnical Description” - BGD), proposta pela Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISRM, 1981). O principal objetivo desta é verificar a possibilidade de efetuar um zonamento geotécnico do maciço, tendo por base o reconhecimento geológico de superfície e a amostragem efetuada em locais selecionados, para a realização dos seguintes ensaios de caracterização mecânica: resistência à compressão uniaxial, executado segundo a NP EN 1926 (2008); o ensaio de carga pontual, realizado segundo a Norma proposta pela ISRM (1985); e, o ensaio de martelo de Schmidt (do tipo L), feito segundo a Norma proposta pela ISRM (1978a).

Em suma, os trabalhos desenvolvidos para o estudo geológico e geotécnico da “Pedreira do Monte das Flores” foram:

- levantamento geológico de pormenor;

- estudo hidrogeológico;
- estudo geofísico;
- caracterização petrográfica;
- geoquímica de rocha total;
- caracterização geotécnica do maciço rochoso.

CAPÍTULO 4

Geologia de pormenor - Estudo da fraturação

4. Geologia de pormenor - Estudo da fraturação

Em Geologia de Engenharia, o termo “descontinuidade” é utilizado de modo genérico, referindo-se a uma qualquer estrutura planar de origem mecânica ou sedimentar com resistência nula ou muito baixa (Vallejo *et al.*, 2002). Nesta conceção, falhas, diaclases, superfícies de estratificação e de xistosidade ou contactos litológicos constituem diferentes tipos de descontinuidades. Quanto às rochas graníticas, as descontinuidades mais comuns são as diaclases e, por isso, neste tipo de materiais é usual recorrer aos termos “estudo do diaclasamento” ou “estudo da fraturação”, em detrimento de “estudo das descontinuidades”.

As propriedades geotécnicas dos maciços rochosos são fortemente condicionadas pela presença de descontinuidades, em particular as diaclases no caso dos granitos. A existência deste tipo de estruturas confere um comportamento em termos de deformabilidade, resistência ao corte e permeabilidade substancialmente diferente da rocha sã que constitui esses maciços.

A fraturação consiste numa rede de descontinuidades físicas produzidas na rocha quer por tensões compressivas, quer por descompressão, em que os movimentos gerados são de reduzida mobilidade. Esta é uma variável extremamente importante para reconhecer, sistematizar e estudar em profundidade, pois é um fator preponderante na exploração e aproveitamento de uma determinada litologia enquanto rocha ornamental ou industrial.

Com efeito, o conjunto de fraturas que afeta um determinado maciço rochoso controla, não só as propriedades mecânicas, como também a estabilidade dos taludes naturais e de escavação influenciando, assim, a orientação das frentes de exploração e os métodos a adotar para a extração do material.

No caso da atividade da “Pedreira do Monte das Flores”, esta assenta na extração de rocha para produção de agregados sendo a orientação e o espaçamento médio entre fraturas, parâmetros a ter em conta num correto dimensionamento da pega a fogo. O objetivo passa precisamente por uma otimização da quantidade de explosivo utilizada, de modo a que no final do desmonte se obtenha o material com a dimensão desejada e uma correta definição das frentes de desmonte.

A metodologia e o conjunto de parâmetros geológico-geotécnicos utilizados na descrição quantitativa das diaclases do granito nos dois locais estudados seguem as recomendações e classificações da ISRM, publicada em 1978 (ISRM, 1978b).

Como já foi referido, os trabalhos desenvolvidos organizaram-se em duas frentes de trabalho distintas, zonas A e B (Figura 7).

4.1. Metodologia - zona A

Os trabalhos consistiram na realização de quatro *scanlines* ao longo das frentes de desmorte, sendo efetuado um levantamento das fraturas existentes na cavidade da pedreira.

Além das atitudes dos planos, foram ainda registadas diversas características, tais como: a distância de interseção da fratura com a respetiva *scanline*, de modo a determinar posteriormente o espaçamento médio entre fraturas; a abertura e preenchimento das fraturas; níveis de alteração; sentido do movimento da formação (quando possível); filões de quartzo; níveis pegmatíticos e ocorrência de água nas frentes de desmorte.

Quanto à orientação, localização e comprimento aproximado das *scanlines* anteriormente citadas, encontram-se expressas na Tabela 1 e na Figura 9. Além desta informação, podem ser observadas nas Figuras 10 e 11 as duas frentes de exploração onde foram efetuadas as respetivas *scanlines*.

Tabela 1 – Orientação e localização das *scanlines* realizadas nas frentes de desmorte, na “Pedreira do Monte das Flores”.

<i>Scanline</i>	Orientação	Localização (Piso)	Comprimento (m)
1	NW-SE	1	450
2	NW-SE	2	300
3	NE-SW	1	450
4	NE-SW	2	480

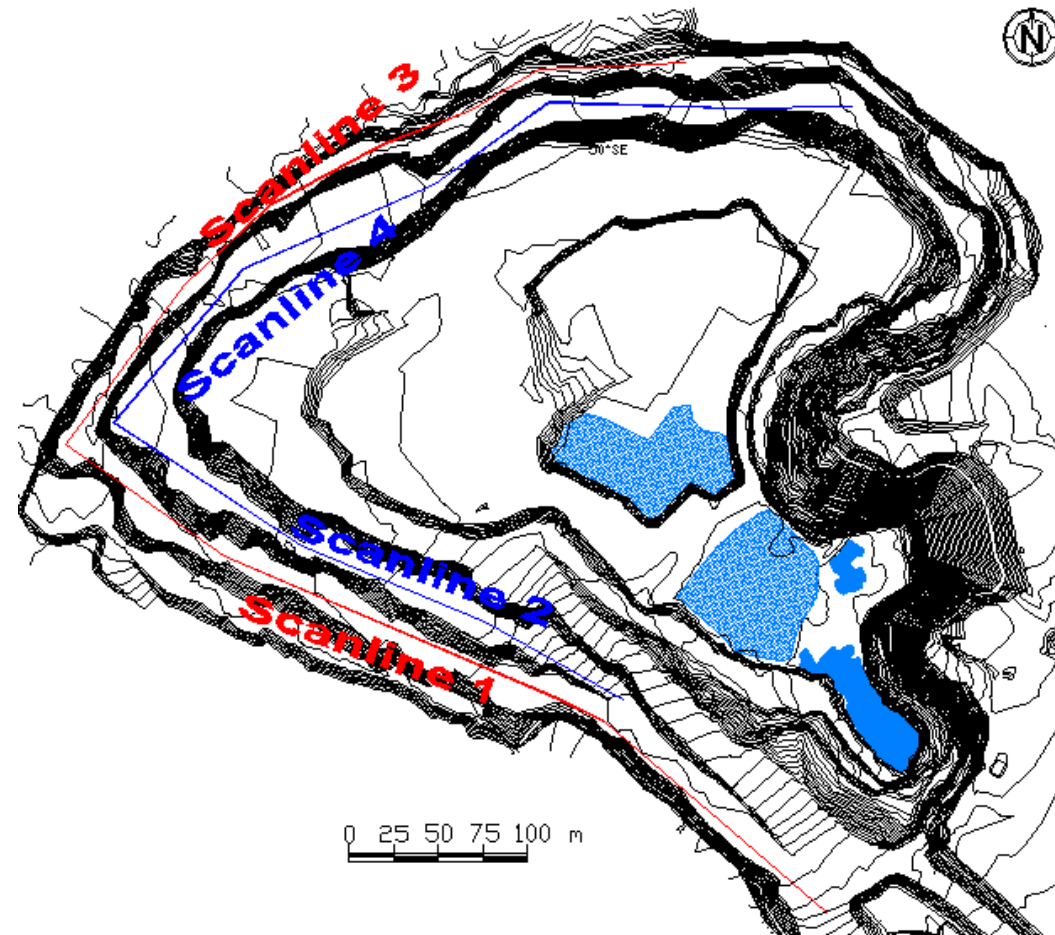


Fig. 9 - Localização das scanlines efetuadas ao longo das frentes de desmorte, na "Pedreira do Monte das Flores".



Fig. 10 - Fotografia da frente de desmonte onde foram efetuadas as *scanlines* 1 e 2, com a orientação NW-SE. Pode ser observada nesta fotografia a camada superficial de alteração, obtida através da observação visual no terreno e posterior tratamento de imagem.



Fig. 11 - Fotografia da frente de desmonte onde foram efetuadas as *scanlines* 3 e 4, com a orientação NE-SW. Pode ser observada nesta fotografia a camada superficial de alteração, obtida através da observação visual no terreno e posterior tratamento de imagem.

É de salientar que a recolha de dados foi, de certo modo, condicionada pela grande instabilidade e perigo associado às frentes de desmonte, tendo sido efetuado o levantamento das orientações, na maioria dos casos, por mirada e a uma distância considerada segura da frente (aproximadamente a cinco metros, dependendo da situação).

4.1.1. Atitude das fraturas

Para ser feito um estudo das discontinuidades é necessário realizar uma análise da direção e inclinação das fraturas existentes, ou seja, determinar a sua atitude.

De acordo com Lima e Menezes (2008), a orientação ou atitude de uma diaclase no espaço é definida pela inclinação ou mergulho da linha de maior declive (*dip*) do respetivo plano onde está contida (Figura 12), por intermédio do ângulo medido no sentido descendente a partir da horizontal (ψ) e pelo azimute da direção dessa mesma linha (*dip direction*), sendo medido a partir do Norte no sentido dos ponteiros do relógio (α).

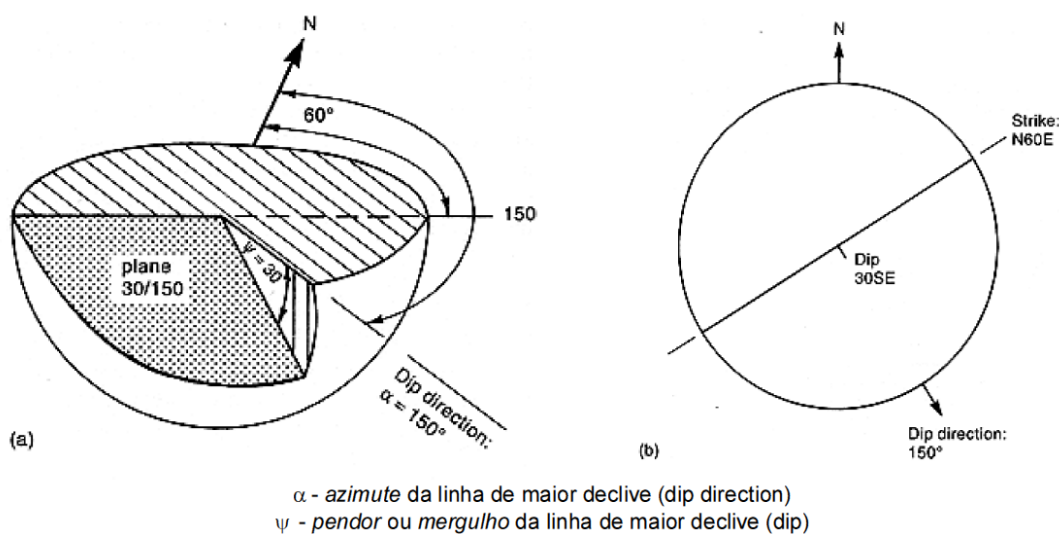


Fig. 12 - Ângulos a considerar na definição da orientação de um plano de descontinuidade dado por N60°E, 30°SE: (a) vista isométrica; (b) vista em planta. (Lima & Menezes, 2008).

Quando são realizados tratamentos estatísticos de superfícies planares é frequente utilizar a representação dos dados relativos à orientação na forma azimutal, isto é, o ângulo medido no plano e no sentido horário desde o Norte magnético até à linha horizontal contida no plano da descontinuidade em estudo. Também se regista o pendora desse plano, que representa o declive máximo do mesmo, sendo obviamente medido

no plano vertical perpendicular à sua direção. O sentido da inclinação é definido pela “regra da mão direita”, ou seja, colocando a mão direita sobre o plano, sendo a direção dada pelo indicador e o sentido da inclinação pelo polegar. Tendo em conta o plano retratado na Figura 12, segundo esta nomenclatura, a atitude do plano é $240^{\circ}/30^{\circ}$.

É usual também proceder à representação da orientação das fraturas através dos valores do azimute da reta de nível (*strike*), medido a partir do Norte para Este ou Oeste de modo a não ultrapassar 90° e, pela inclinação da reta de maior declive. Neste caso, o plano marcado na figura anterior teria a designação $N60^{\circ}E, 30^{\circ}SE$. Este modo de leitura é designado de “leitura por quadrantes”.

Há ainda outro método de obter a orientação planar de uma descontinuidade designado por “dip direction”. Neste caso, cada plano é definido pela inclinação da linha de maior inclinação do plano e a direção pelo azimute de mergulho da mesma. Segundo esta convenção o mesmo plano teria a seguinte designação: $30^{\circ}, 150^{\circ}$.

Para a representação dos dados de orientação foram utilizados os dois últimos métodos referidos, sendo posteriormente efetuado um tratamento estatístico dos mesmos em Excel, possibilitando a obtenção de algumas conclusões através dos histogramas obtidos. É de referir que, após um tratamento inicial dos dados obtidos, foi considerada uma amplitude de 30 graus para a direção de cada família de diaclases.

As atitudes das fraturas foram inseridas no *software* RockWorks 15, a partir do qual foi possível obter rosetas de fraturação, projeções estereográficas dos pólos dos planos das diaclases e respetivos diagramas de densidades permitindo, assim, identificar as principais famílias de fraturação.

a) Diagramas de rosetas

Na realidade, um diagrama de roseta não é mais que um histograma de forma circular de 0° a 360° , em que o número de medições para cada família de fraturas é dado pelo comprimento do respetivo setor, medido a partir do centro do círculo (Figura 13). Ou seja, as direções são representadas pela circunferência do diagrama (Norte nos 0° , Sul nos 180° , no sentido dos ponteiros do relógio), sendo o comprimento da pétala, desde o centro até à periferia, diretamente proporcional ao número de dados. No entanto, existe a desvantagem de não proporcionar qualquer informação relativa à inclinação dos planos. A sua utilização em maciços fraturados é pertinente desde que se constate

visualmente a predominância de fraturas verticais, o que se constata para a maioria “Pedreira do Monte das Flores”.

Na planta da pedreira, cada roseta é representativa dos dados referentes à direção das fraturas registadas em bitolas com um comprimento aproximado de 50 metros. De forma a simplificar a sua interpretação, optou-se por desenhar, recorrendo ao AutoCAD, um círculo no centro de cada bitola, designado por um número, que corresponde a uma roseta de fraturação (Figura 13).

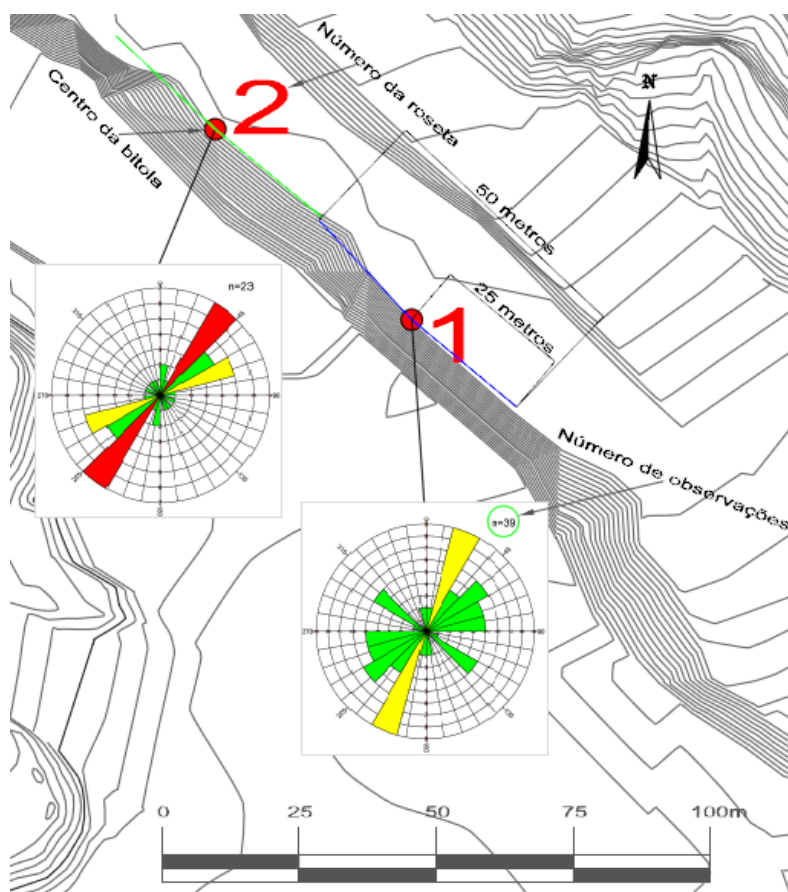


Fig. 13 - Representação da metodologia adotada para a projeção das rosetas de fraturação na planta da “Pedreira do Monte das Flores”. Neste exemplo os diagramas obtidos para as rosetas 1 e 2, mostram a direção preferencial de 39 e 23 diaclases, respetivamente.

Quanto ao contraste de cores existente nas rosetas (Figura 13) este representa a distribuição dos dados obtidos, onde a cor verde significa uma distribuição regular, o amarelo ligeiramente anómala e o vermelho medianamente anómala, ou seja, esta convenção é uma medida da dispersão da direção das descontinuidades observadas no espaço compreendido por cada bitola.

b) Projeção estereográfica

A projeção estereográfica é um método rápido, simples e eficaz utilizado na resolução de problemas geométricos em geologia estrutural. Esta técnica permite projetar linhas e planos, determinar a orientação da linha de interseção de dois planos, determinar o ângulo entre duas linhas e o ângulo entre dois planos, medir o ângulo entre uma linha e um plano, rodar linhas e planos no espaço em torno de um eixo vertical, horizontal ou inclinado. As bases deste tipo de análise e as suas aplicações práticas são descritas por diversos autores como Hoek & Bray (1981) e Priest (1985).

Os fundamentos deste tipo de projeção encontram-se representados na Figura 13. Supondo um plano que passa no centro da esfera (Figura 14 (a)). O plano que intersesta a superfície da esfera é um círculo, designado por círculo máximo. Usualmente, na geologia, recorre-se ao hemisfério inferior da esfera (Figura 14 (b)), sendo o seu plano de projeção, um plano horizontal que passa pelo centro da esfera e a intersesta num círculo horizontal, designado de *círculo primitivo*. Para obter a projeção é necessário conectar o zénite da esfera com o círculo maior (linhas vermelhas da Figura 14 (c)), obtendo-se na superfície horizontal a projeção estereográfica do plano (Figura 14 (d)).

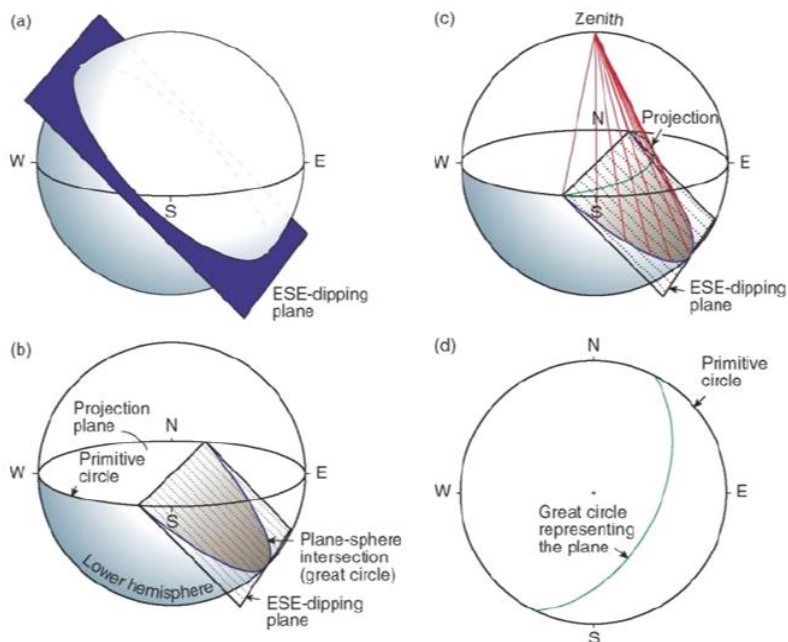


Fig. 14 - Projeção estereográfica de um plano com direção NNE-SSW e inclinação para SE. (Fossen, 2010).

Visto a amostra de dados de orientação das fraturas ser relativamente elevada, considerou-se mais adequado representar os pólos dos planos (linhas perpendiculares aos planos) que figuram na projeção estereográfica como pontos localizados no quadrante diametralmente oposto à inclinação do plano.

Para a realização da projeção estereográfica é recorrente a utilização de dois tipos de rede: a de Wulff (rede de igual ângulo) e a de Schmidt (rede de igual área) (Figura 15). Quando o objetivo principal é efetuar uma avaliação da concentração de dados estruturais em torno de determinadas orientações e desenhar diagramas de igual concentração, é usual utilizar a rede de Schmidt.

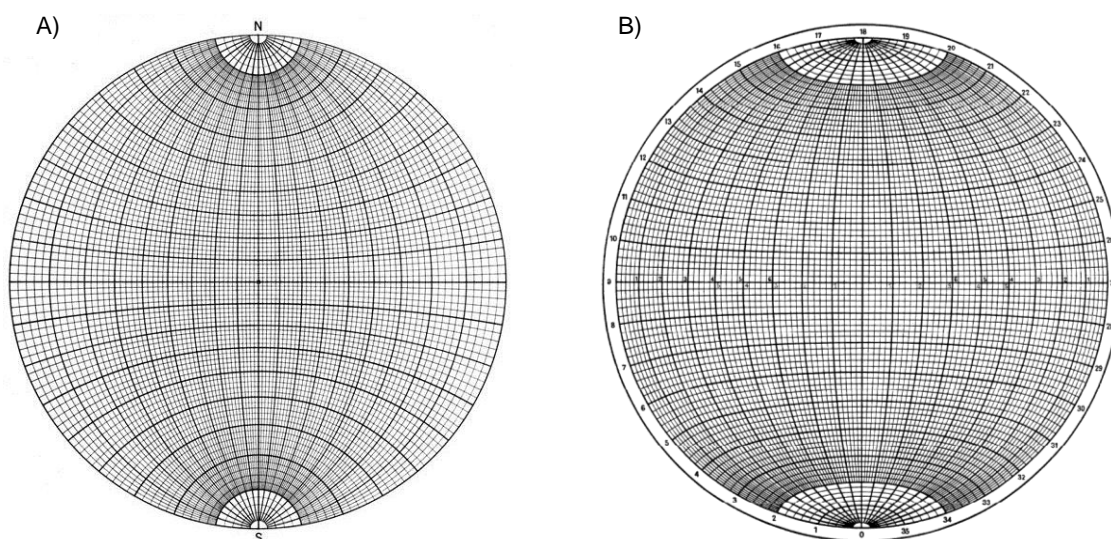


Fig. 15 - Redes de projeção equatorial: A - rede de Wulff (de igual ângulo); B - rede de Schmidt (de igual área).

Apesar da projeção dos dados poder ser feita manualmente, existem, na atualidade, diversos programas informáticos que permitem um tratamento estatístico dos mesmos. No presente estudo, como referido anteriormente, foi utilizado o *software* RockWorks 15.

A representação dos dados de orientação em diagramas como os descritos anteriormente permite a definição das famílias principais num dado maciço rochoso, bem como a determinação da sua importância relativa. Denomina-se por família de diaclases o conjunto destas estruturas com, aproximadamente, a mesma orientação.

De modo a caracterizar corretamente o maciço rochoso foram efetuados o maior número de medições de atitudes possíveis para que, no final, se obtivesse um conjunto de dados representativo da região alvo de estudo.

4.1.2. Espaçamento entre fraturas

De um modo geral, o espaçamento entre fraturas corresponde à distância, medida na perpendicular, entre duas descontinuidades consecutivas da mesma família. Este é um parâmetro de extrema importância aquando da definição da blocometria de uma dada exploração de rocha ornamental.

No entanto, tendo em conta que a laboração na “Pedreira do Monte das Flores” assenta essencialmente na produção de agregados britados, o cálculo do espaçamento foi efetuado entre fraturas consecutivas, independentemente de serem ou não da mesma família.

A relevância dada à determinação deste parâmetro assenta na sua influência face ao comportamento global do maciço rochoso, podendo alterar a sua resistência, a deformabilidade e a permeabilidade. Assim, um espaçamento pequeno traduz-se numa perda de “coesão” do maciço rochoso.

Após a obtenção do valor médio do espaçamento, este pode ser classificado de acordo com a Tabela 2 (ISRM, 1981).

Tabela 2 – Espaçamento entre fraturas (ISRM, 1981).

Classes		Intervalo (cm)	Classificação	
F ₁	F ₁₋₂	> 200	Muito afastadas	Afastadas
F ₂		60 – 200	Afastadas	
F ₃		20 – 60	Medianamente afastadas	
F ₄	F ₄₋₅	6 -20	Próximas	Próximas
F ₅		< 6	Muito próximas	

4.1.3. Abertura e preenchimento das fraturas

A abertura é definida como a distância que separa as paredes adjacentes de uma dada descontinuidade (Figura 16-A).

O preenchimento da descontinuidade, tal como o nome indica, diz respeito ao material que ocupa o espaço correspondente à abertura (Figura 16-B). Este material poderá ser muito diversificado, como por exemplo, materiais brandos argilosos, matéria orgânica, óxidos de ferro ou material rochoso de natureza igual ou diferente da rocha envolvente. Normalmente tem origem na alteração/deterioração do próprio maciço rochoso, ou no transporte feito pela água de infiltração e posterior deposição.

Relativamente à abertura das descontinuidades, esta pode variar consoante o local de estudo. Ou seja, é recorrente identificar diaclases com maiores aberturas junto da superfície topográfica do maciço e, à medida que se avança em profundidade, estas diminuem, podendo mesmo encontrarem-se totalmente fechadas (Figura 16-C). Este facto resulta da descompressão a que o maciço rochoso está sujeito próximo da superfície, como consequência dos desmontes a fogo, da meteorização e da erosão.

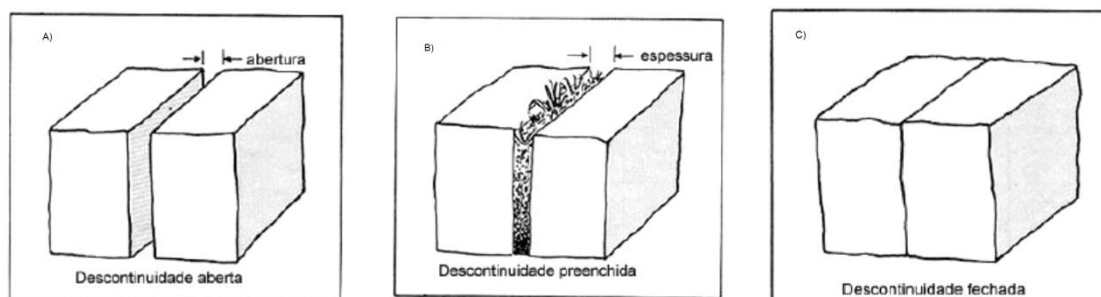


Fig. 16 - Representações esquemáticas da abertura e preenchimento (ISRM, 1978b *in* Campos et al., 1992).

Neste caso, a metodologia adotada foi a de quantificar uma abertura média.

As aberturas nas fraturas podem ter origem a partir de diversos processos geológicos, entre os quais, movimentos gerados por tensões de tração, processos de crioclastia, arrastamento de materiais de enchimento (por exemplo a argila), entre outros.

A abertura de uma dada descontinuidade condiciona vários aspetos, nomeadamente, a resistência ao deslizamento, pois quanto maior a abertura, menor será o contacto entre as paredes da descontinuidade, o que poderá provocar concentração de tensões, conduzindo a esmagamentos pontuais da aspereza das paredes da descontinuidade.

Segundo a ISRM (1978b), consoante o valor da abertura, são atribuídas as designações presentes na Tabela 3.

Tabela 3 – Designação da abertura de uma descontinuidade (ISRM, 1978b)

Abertura (mm)	Designação
<0,1	Muito fechadas
0,1-0,25	Fechadas
0,25-0,5	Parcialmente fechadas
0,5-2,5	Abertas
2,5-10	Moderadamente largas
>10	Largas
10-100	Muito largas
100-1000	Extremamente largas
>1000	Cavernosas

O tipo de preenchimento numa dada descontinuidade, quando existe, será um fator a ter em conta em termos de resistência ao corte. Isto é, uma fratura que se encontra preenchida por um material de origem pétreo, por vezes mais resistente e menos deformável do que o material envolvente, conferirá uma maior resistência ao corte, quando comparada com uma fratura preenchida por material argiloso, com maior deformabilidade e menor resistência.

4.1.4. Água nas descontinuidades

A percolação da água num maciço rochoso ocorre sobretudo através das descontinuidades, no caso das rochas porosas através dos poros do material rochoso. A sua presença vai contribuir para uma redução da estabilidade, resultado da pressão exercida pela água nas paredes das descontinuidades, diminuindo as tensões efetivas e de corte.

Os principais efeitos negativos, resultado da existência de água num maciço rochoso encontram-se expressos na Tabela 4.

Tabela 4 – Efeitos da presença de água num maciço rochoso.

Motivo	Consequências
Presença de água	Reduz a estabilidade dos taludes pela diminuição da resistência ao deslizamento ao longo das superfícies de rotura.
Variações do teor de água	Aceleração na alteração da rocha com um correspondente decréscimo da resistência ao deslizamento das descontinuidades
Preenchimento das descontinuidades	Ao gelar, a água vai aumentar de volume podendo assim provocar a fraturação da rocha - crioclastia - originando o aparecimento de blocos de menores dimensões. Se eventualmente a formação de gelo for na superfície poderá obstruir os caminhos de drenagem, o que vai aumentar as pressões da água no interior do talude.
Erosão do solo mais superficial e preenchimento das descontinuidades pela circulação de água	Aumento da abertura das descontinuidades e consequentemente diminuição das condições de estabilidade.

4.2. Metodologia - zona B

A Nordeste da “Pedreira do Monte das Flores”, local provável de expansão da exploração, foi realizada uma campanha de cartografia geológica superficial. Numa área com aproximadamente 91690 m² fez-se um varrimento de toda a zona com vista a realizar uma avaliação macroscópica de modo a tentar aferir a qualidade, dimensão (Figura 17) e alguns aspetos litológicos dos afloramentos presentes.

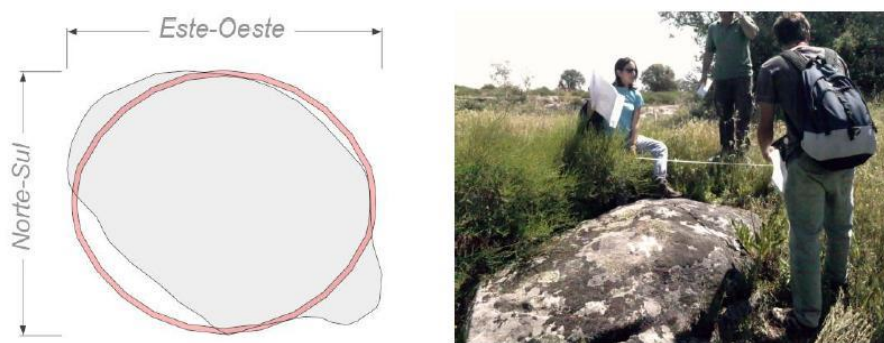


Fig. 17 - Método utilizado para efetuar a medição dos afloramentos rochosos.

Quanto à análise macroscópica, procedeu-se à identificação da litologia presente em cada afloramento, bem como a superfície de alteração, planos de fraturação e vestígios de intervenção humana, particularmente, incisões com vista à separação de blocos.

De modo a complementar esta campanha, foi posteriormente realizada amostragem em locais pré-definidos para análise microscópica, geoquímica e caracterização geotécnica, com o objetivo de conhecer de forma mais pormenorizada as características texturais, alteração e composição mineralógica dos materiais rochosos identificados no campo.

Para a execução deste trabalho, foram utilizados os seguintes materiais:

- Bússola, para a medição das direções e inclinações de possíveis fraturas, ou outros planos geológicos;
- GPS, para o registo de coordenadas geográficas de cada um dos afloramentos;
- Fita-métrica, para a medição dos afloramentos;
- Caderno de campo, onde foram registados todos os dados do levantamento cartográfico, nomeadamente, as coordenadas geográficas, as suas dimensões e observações, tais como fraturas, falhas e vestígios de entalhes ou furação;
- Mapa de campo à escala 1/1000 da área em estudo, onde foram marcados os afloramentos.

Por fim, foi realizado um tratamento estatístico dos dados relativos à orientação das fraturas identificadas, tentando definir uma atitude preferencial nesta área de estudo.

4.3. Resultados

Todos os dados obtidos quer das *scanlines* realizadas na zona A, quer do trabalho de campo realizado na zona B, foram devidamente tratados, podendo ser consultados no Anexo 2.

As atitudes das fraturas foram inseridas sob a forma de inclinação/azimute da inclinação, seleccionando a opção em “dip direction”, no *software* RockWorks 15. No que diz respeito à projeção estereográfica, como anteriormente referido, foi utilizada a rede de Schmidt, de igual área, no hemisfério inferior.

a) Zona A

Os dados de campo referentes a esta região podem ser consultados no Anexo 2 A), onde são referidas diversas características do maciço rochoso. No Anexo 3 A)

encontram-se os valores das atitudes utilizados na projeção estereográfica para as diferentes *scanlines* realizadas.

Scanline 1

Esta *scanline* foi realizada segundo a orientação NW-SE ao longo do Piso 1 da pedreira, com aproximadamente 450 metros de comprimento (Figura 9 e 10). Neste, foram consideradas duas famílias principais de fraturação - NE-SW, sub-vertical e NNE-SSW, sub-vertical - podendo este resultado ser confirmado através do estereograma da Figura 18, ocorrendo uma densidade de planos idêntica em ambas as orientações.

Notam-se ainda algumas fraturas sub-horizontais (“fraturas de levante”), possivelmente associadas à descompressão sofrida pelo maciço, resultado da diminuição da pressão litostática junto da superfície.

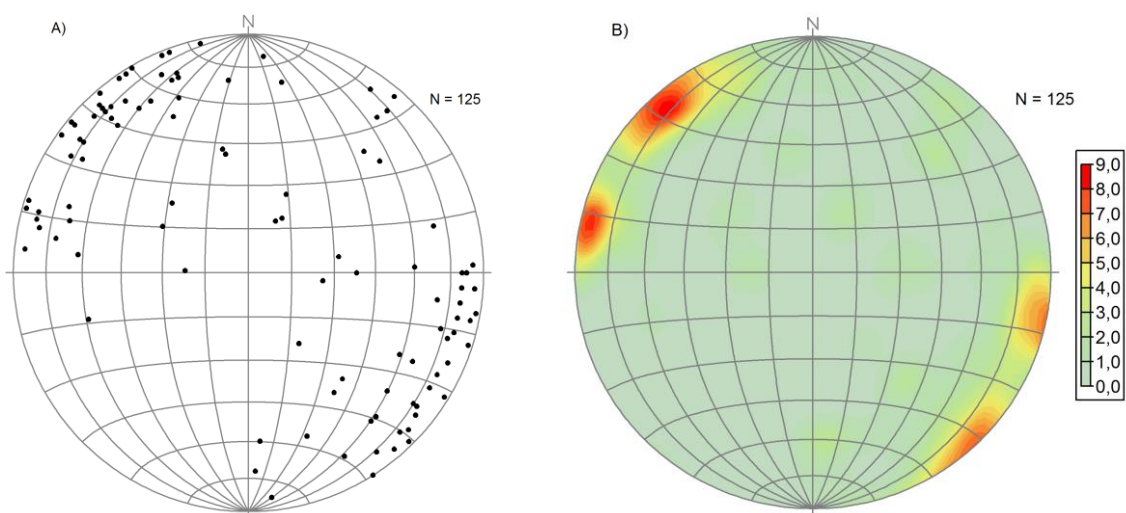


Fig. 18 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 125 diaclases observadas ao longo da *scanline* 1; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo da *scanline* 1. Atente-se que, pelo método utilizado (“dip direction”), a direção dos planos é perpendicular aos pontos de maior concentração de pólos, esta observação é válida para as figuras similares que à frente se apresentam.

Através da observação do histograma seguinte (Figura 19), verificou-se que os resultados obtidos são bastante idênticos aos da projeção estereográfica no que diz respeito à direção preferencial das fraturas. Isto é, o maior número de observações

apresenta uma direção que varia entre 180-210° e 210-240°, correspondendo à família NNE-WSW e NE-SW, respetivamente.

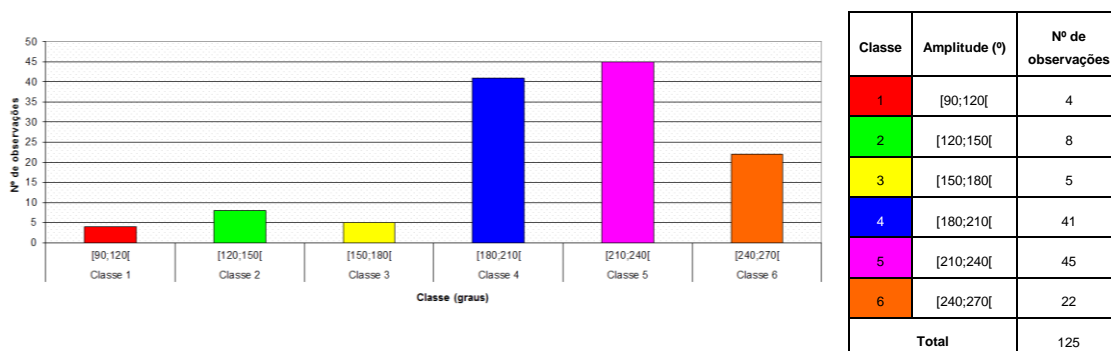


Fig. 19 - Histograma de frequências com direção preferencial de 125 diaclases identificadas na *scanline* 1.

Em relação ao espaçamento médio entre fraturas, verificou-se uma variação entre 170 e 290 cm. Assim, segundo a ISRM (1981), as descontinuidades são consideradas afastadas (Classe F_{1-2}). É ainda importante referir que existe alguma dispersão de valores, traduzindo alguma irregularidade no que diz respeito a este parâmetro.

Quanto à abertura das fraturas verifica-se que, quando existe, varia entre os 5 e 10 mm, inserindo-se na classe das moderadamente largas, segundo a ISRM (1978b). Pontualmente, foram observadas descontinuidades com aberturas médias entre os 15 e 25 mm.

A maior parte das fraturas encontra-se preenchida por fragmentos de rocha da mesma natureza da envolvente (quartzo, feldspato, clorite) e por materiais argilosos, encontrando-se mesmo a ocupar a totalidade do espaço correspondente à abertura.

Associado às aberturas, ocorre um aumento da percolação de água e conseqüentemente, um aumento do grau de alteração devido à ação dos agentes erosivos.

Foram cartografadas algumas zonas de esmagamento, bastante fraturadas, preenchidas por material alterado. Notou-se a presença de encraves de textura porfírica, cor mesocrata, constituídos por minerais de biotite, feldspatos, quartzos e anfíbolos.

Identificaram-se em algumas falhas critérios de movimento, no entanto, admite-se que possam ser suscetíveis de discussão. Ainda assim, foram observadas falhas normais, inversas e de desligamento esquerdo.

Scanline 2

Este perfil foi realizado segundo a orientação NW-SE ao longo do Piso 2 da pedreira, com um comprimento aproximado de 300 metros (Figura 9 e 10). Para esta região foi definida uma família principal de fraturação, com uma atitude NNE-WSW, sub-vertical (Figura 20).

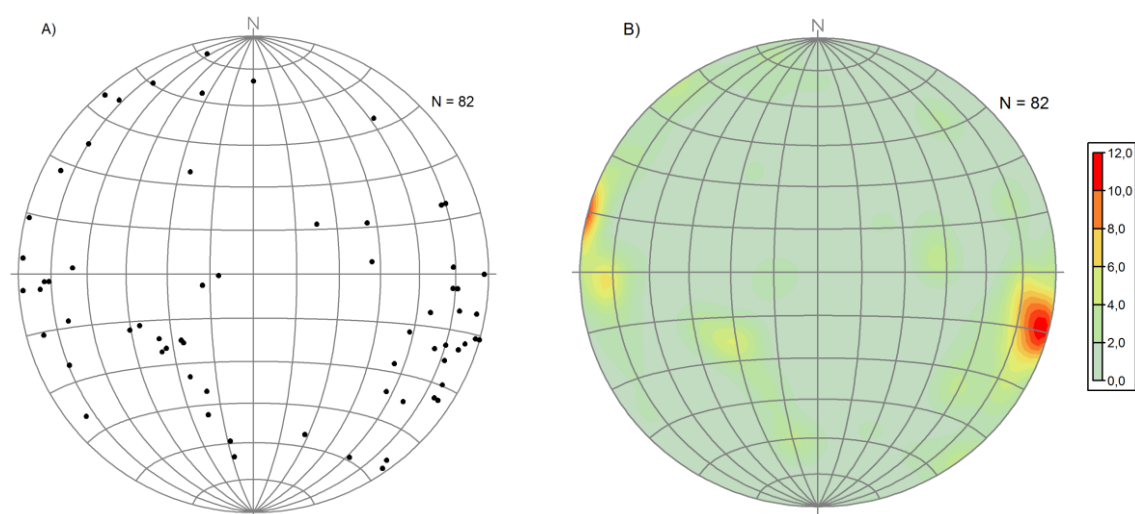


Fig.20 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 82 diaclases observadas ao longo da *scanline* 2; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo da *scanline* 2.

Apesar de na Figura 20 ser pouco perceptível, identificou-se uma outra família de fraturas com alguma importância, cuja atitude é NW-SE, 45°N.

O histograma seguinte (Figura 21), tal como na *scanline* anterior, vem de certa forma confirmar os dados obtidos na projeção estereográfica, relativamente à direção preferencial. Verifica-se que o maior número de observações se concentra na classe dos 180-210°, correspondendo à família NNE-WSW.

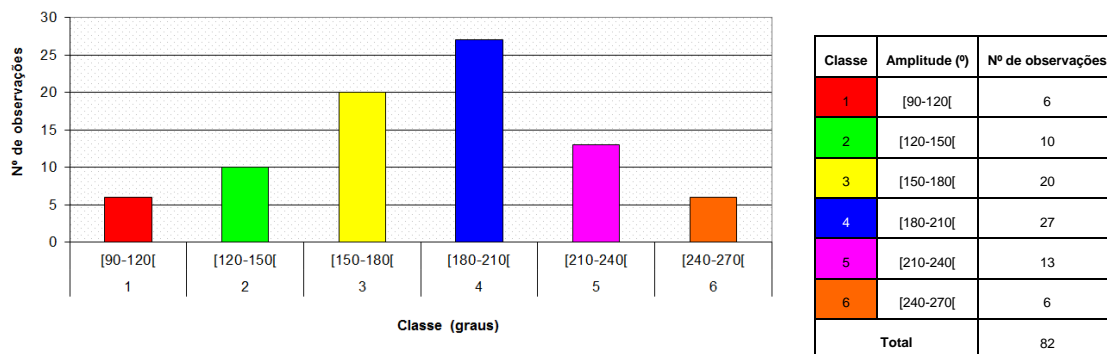


Fig. 21 - Histograma de frequências com direção preferencial das diaclases identificadas na *scanline* 2.

O espaçamento médio entre fraturas observado para este piso da pedreira varia entre os 180 e 270 cm, no entanto, por vezes verificou-se que este valor era superior. Tendo em conta o valor médio deste parâmetro, segundo a ISRM (1981), as descontinuidades classificam-se como afastadas (Classe F_{1-2}).

No que concerne à abertura média das fraturas, constatou-se de que esta é da ordem dos 6 mm, inserindo-se na classe das moderadamente largas de acordo com a ISRM (1978b).

Ao longo do perfil verificou-se que a abertura das fraturas, quando presente, encontrava-se preenchida por material da mesma natureza da envolvente e por materiais argilosos.

Foram identificadas locais em que o grão da rocha, aparentemente, apresentava um grão mais fino quando comparado com o restante da área de estudo.

Observaram-se zonas de esmagamento preenchidas por material bastante fraturado e alterado. No que diz respeito ao movimento das formações, tornou-se complicado, na maioria das situações, verificar a sua presença.

Scanline 3

O perfil foi realizado segundo a orientação NE-SW ao longo do Piso 1 da pedreira, com um comprimento aproximado de 450 metros (Figura 9 e 11). Para esta região foi definida uma família principal de fraturação - NW-SE, 30°NE - e uma família secundária - NE-SW, sub-vertical (Figura 22).

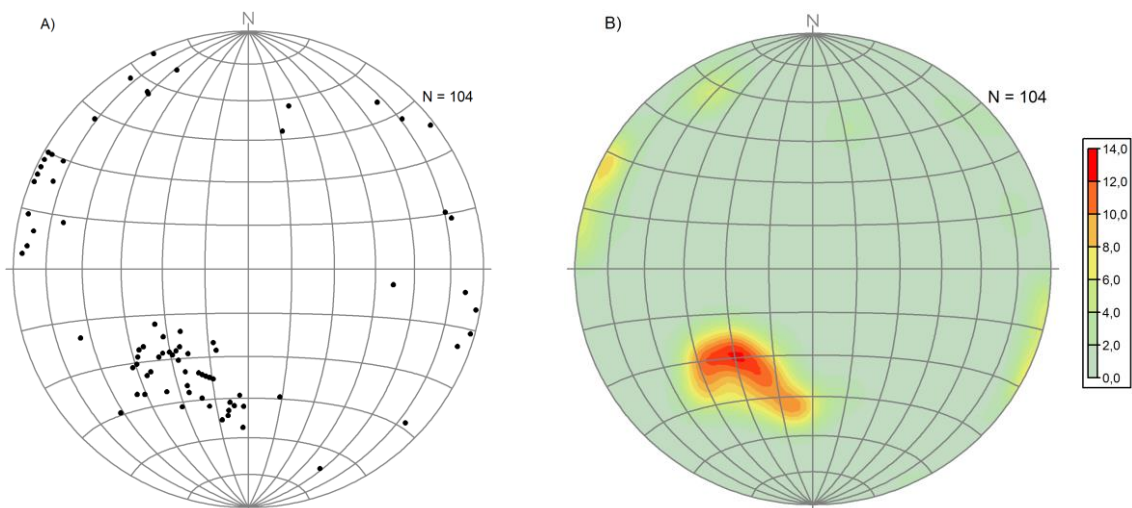


Fig. 22 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 104 diaclases observadas ao longo da *scanline* 3; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo da *scanline* 3.

Através do histograma seguinte (Figura 23) verifica-se que o maior número de observações, no que diz respeito à direção, pertence à classe 115-145°, correspondendo à família NW-SE, 30°NE, corroborando desta forma a análise realizada através dos estereogramas.

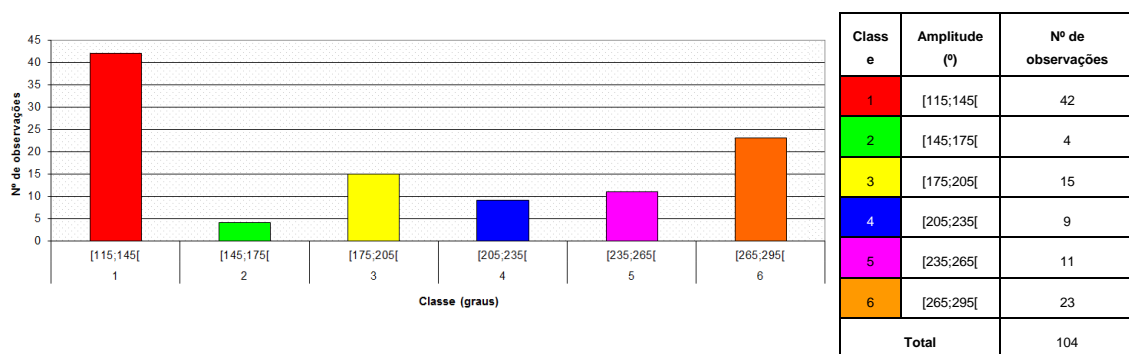


Fig. 23 - Histograma de frequências com direção preferencial das diaclases identificadas na *scanline* 3.

Quanto ao espaçamento médio entre fraturas, este oscila entre os 290 e 390 cm, sendo classificadas, segundo a ISRM (1981), de afastadas (Classe F_{1-2}).

A abertura média observada das fraturas ao longo deste perfil é da ordem dos 7 mm que, segundo a ISRM (1978b), são consideradas de moderadamente largas.

Tal como nos perfis anteriores, foram identificadas fraturas preenchidas por fragmentos de rocha da mesma origem da envolvente e por materiais argilosos. No que diz respeito a critérios de movimento das formações, foram identificadas falhas normais, inversas e de desligamento (esquerdo).

Associado a alguns planos de fraturação ocorre uma maior percolação de água quando comparado com as *scanlines* 1 e 2. A circulação de água é, eventualmente, responsável pela tonalidade avermelhada em determinados locais neste flanco da pedreira, devido à alteração dos óxidos de ferro.

Foram ainda observadas zonas de esmagamento preenchidas por material bastante fraturado e alterado.

Scanline 4

A *scanline* em análise foi realizada segundo a orientação NE-SW ao longo do piso dois da pedreira, com um comprimento aproximado de 480 metros (Figura 9 e 11). Para esta região foi definida uma família principal de fraturação - NW-SE, 30°NE - e uma família secundária - NE-SW, sub-vertical (Figura 24).

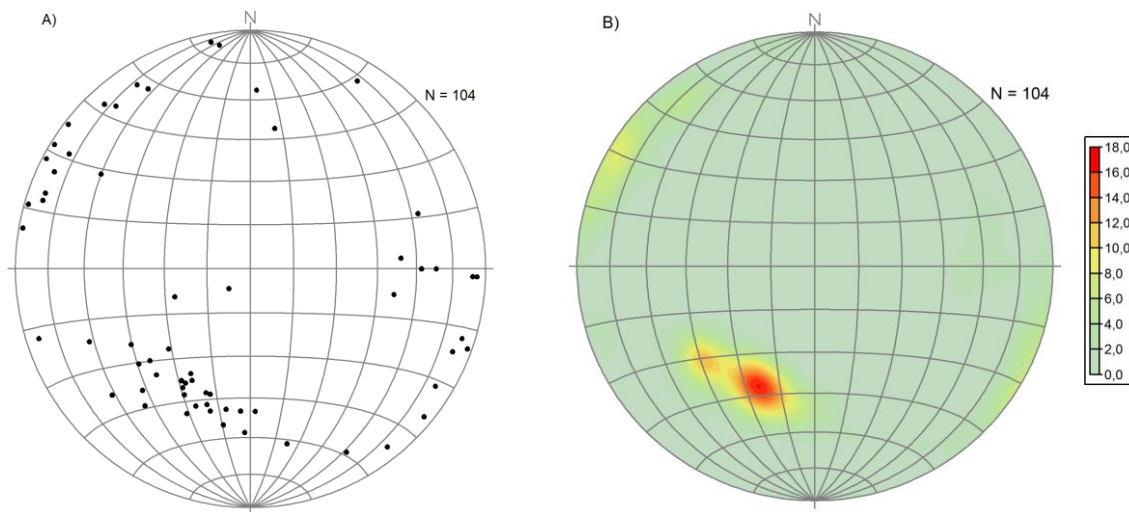


Fig. 24 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 104 diaclases observadas ao longo da *scanline* 4; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo da *scanline* 4.

Tal como nas *scanlines* anteriores, recorrendo ao histograma com a distribuição das orientações preferenciais das descontinuidades (Figura 25), atesta-se os dados

obtidos através da projeção estereográfica. Isto é, o maior número de observações apresenta uma direção que varia entre 95-125° e 185-215°, correspondendo à família principal - NW-SE, 30°NE - e secundária - NE-SW, sub-vertical, respetivamente.

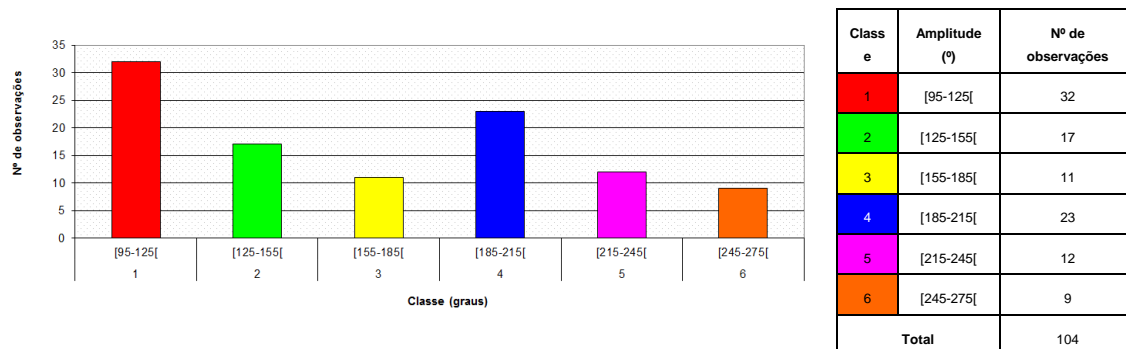


Fig. 25 - Histograma de frequências com direção preferencial das diaclases identificadas na scanline 4.

Em relação ao espaçamento médio entre fraturas, este oscila entre os 180 e 360 cm, sendo as mesmas classificadas, segundo a ISRM (1981), como afastadas (Classe F₁₋₂).

A abertura média observada nas fraturas deste perfil é da ordem dos 5 mm, que segundo a ISRM (1978b), são consideradas de moderadamente largas.

Nesta scanline, tal como nas anteriores, a maioria das fraturas encontra-se preenchida por fragmentos de rocha da mesma natureza da envolvente e por materiais argilosos.

Verificou-se a presença de água associada a alguns planos de fratura que, uma vez mais, está intimamente ligada à tonalidade avermelhada desta frente de desmonte, resultado da alteração dos óxidos de ferro.

Quanto a critérios de movimento verificou-se, uma vez mais, dificuldades para a recolha desta informação.

No que diz respeito à projeção das rosetas de fratura na planta da pedreira, esta pode ser consultada no Anexo 4, bem como as direções utilizadas para cada uma. No Anexo 5, pode ser consultada a planta onde se encontram projetadas as fraturas com maior importância na cavidade da pedreira e respetivas atitudes.

Quanto aos cortes geológicos, estes constam no Anexo 6, tendo-se realizado os cortes AA' e BB' segundo as orientações NW-SE e NE-SW, respetivamente (vide planta do levantamento topográfico - Anexo 1).

b) Zona B

Os dados registados no trabalho de campo podem ser consultados no Anexo 2 B), onde se identifica cada afloramento por um número, associando-se a sua descrição macroscópica. No Anexo 3 B) encontram-se os valores das atitudes utilizados na projeção estereográfica para esta zona.

Após um tratamento inicial dos dados obtidos, recorrendo ao *software* AutoCAD e ArcGIS, procedeu-se à georreferenciação de cada afloramento cartografado na região B. Posteriormente, foram projetados por cima da fotografia aérea de forma a dar uma perspetiva da sua distribuição e densidade no local. Optou-se por uma elipse para a sua representação gráfica, cujo menor diâmetro corresponde à medição N-S e o maior diâmetro corresponde à medição E-W (Figura 26).

O resultado do levantamento de todos os afloramentos rochosos pode ser observado no mapa da Figura 26.

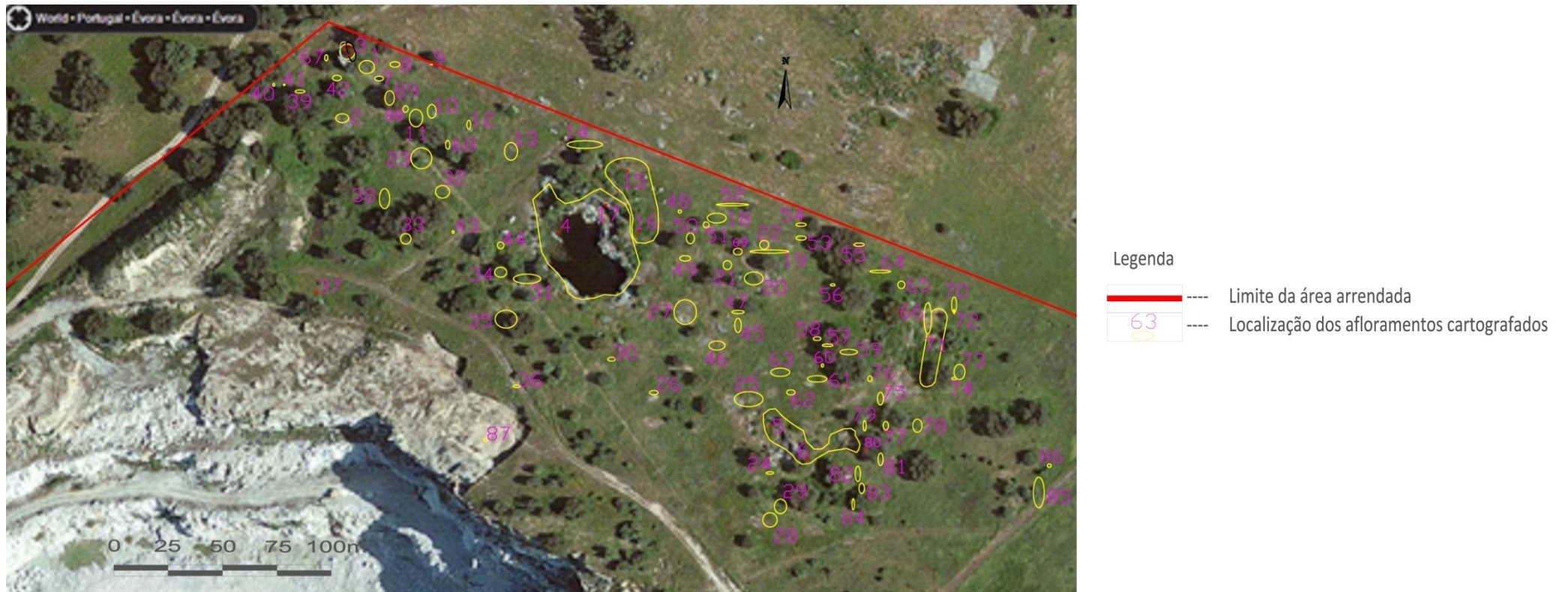


Fig. 26 - Localização geográfica dos afloramentos cartografados na zona B.

A cartografia geológica realizada permitiu verificar que a litologia predominante na área de estudo é o granito sendo, na sua maioria, homogéneo e relativamente são, variando apenas pontualmente a sua granularidade e aspeto macroscópico.

A maioria dos afloramentos apresenta uma camada superficial de alteração, constituída por matéria orgânica e uma espessura de alguns centímetros de rocha alterada. Deve referir-se que este fenómeno é muito ténue, sendo bastante provável encontrar, em profundidade, um granito extremamente homogéneo e são. Além da capa de alteração presente em alguns afloramentos, é visível um fenómeno de disjunção esferoidal, característico da alteração de rochas granitóides, que se assemelha a uma “casca de cebola”.

Nesta área de estudo foram identificados dois locais que correspondem, provavelmente, a antigas explorações de rocha ornamental, revelando-se excelentes locais de estudo para a avaliação da qualidade do maciço rochoso.

De forma a simplificar a identificação destes dois locais, designou-se um deles por “Pedreira Ornamental - P.O.”, estações 4 e 14 e, o outro por “Pedreira do Caracol - CRC”, estações 5 e 6 (Anexo 2 B)).

Na P.O. (Figura 27) constatou-se novamente a homogeneidade do granito, de aspeto são, onde a alteração superficial é na ordem dos centímetros, resultado da intempérie e da circulação de água.



Fig. 27 - Pedreira Ornamental - P.O..

Em relação à CRC (Figura 28), observou-se no topo uma capa superficial com tom amarelado, o que evidencia um maior grau de alteração (meteorização do granito), apresentando uma granulometria aparentemente inferior à restante bancada. Na base encontra-se o granito são, idêntico ao aflorante na restante área de estudo. Ainda no mesmo local, como consequência da alteração, observa-se a rubefação do feldspato, que confere à rocha uma tonalidade rosa.



Fig. 28 - Pedreira do Caracol - CRC.

Na maioria dos afloramentos rochosos identificados existem vestígios de exploração antiga, evidenciados através de marcas ao longo da rocha. É necessário fazer uma distinção entre os dois tipos de marcas visíveis na área: entalhes e guilhações. Alguns dos entalhes possuem formas retangulares, mostrando alguma esquadria, outros revelam formas trapezoidais (Figura 29). Estes entalhes eram feitos na pedra com o intuito de, posteriormente, serem colocadas cunhas de madeira que, após embebidas em água, aumentariam o seu volume, provocando a fraturação da rocha pela zona de fraqueza, artificialmente criada.



Fig. 29 - Vestígios de entalhes.

Relativamente ao outro tipo de marcas verificadas no local - guilhação - evidenciam uma exploração mais recente e mecanizada (Século XX). É perceptível a existência de uma furação paralela com recurso a martelos pneumáticos e barrenas integrais, realizando-se posteriormente uma guilhação ao longo do alinhamento criado na rocha (Figura 30).



Fig. 30 - Vestígios de guilhação.

Foi ainda identificado na área um afloramento denominado de “Afloramento do Porro” (Figura 31), que se julga possuir gravuras pertencentes ao Neolítico. Por se tratar de suposto material arqueológico e, por se julgar estarmos na presença de um povoado pré-histórico no local, foi conduzida uma campanha arqueológica em toda a zona B, de modo a conhecer a zona do ponto de vista arqueológico e de identificar eventuais constrangimentos à exploração.



Fig. 31 - Afloramento de granito denominado “Afloramento do Porro”.

A identificação dos afloramentos e blocos dispersos permitiu concluir que existe uma grande densidade de entalhes no local, verificando-se que muitos deles distam menos de um metro entre si. Por vezes, surgem afloramentos à superfície com dimensões consideráveis, acompanhando o relevo do terreno, conferindo algum impacto visual.

Através dos trabalhos de campo é possível considerar que o maciço rochoso aflora muito próximo da superfície, tratando-se de um granito homogêneo, com um aspeto bastante são, pouco alterado e reduzida fraturação.

Sempre que foi perceptível a existência de fraturas ou planos de anisotropia nos afloramentos, identificaram-se e mediram-se as suas orientações. Numa fase mais

avançada do estudo, procedeu-se à projeção das atitudes das fraturas no *software* RockWorks 15, de modo a identificar a(s) suposta(s) família(s) de fraturação com maior incidência no local.

Visto tratar-se de uma zona virgem do ponto de vista da extração, a recolha de dados de atitudes foi condicionada devido à fraca exposição de afloramentos. Foram encontradas algumas dificuldades na perceção das direções e inclinações das fraturas, pelo que, a análise da fraturação desta área teve que ser realizada e comentada com alguma cautela.

O resultado da projeção estereográfica desta área de estudo pode ser observado na Figura 32, na qual estão projetados os pólos dos planos das fraturas identificadas.

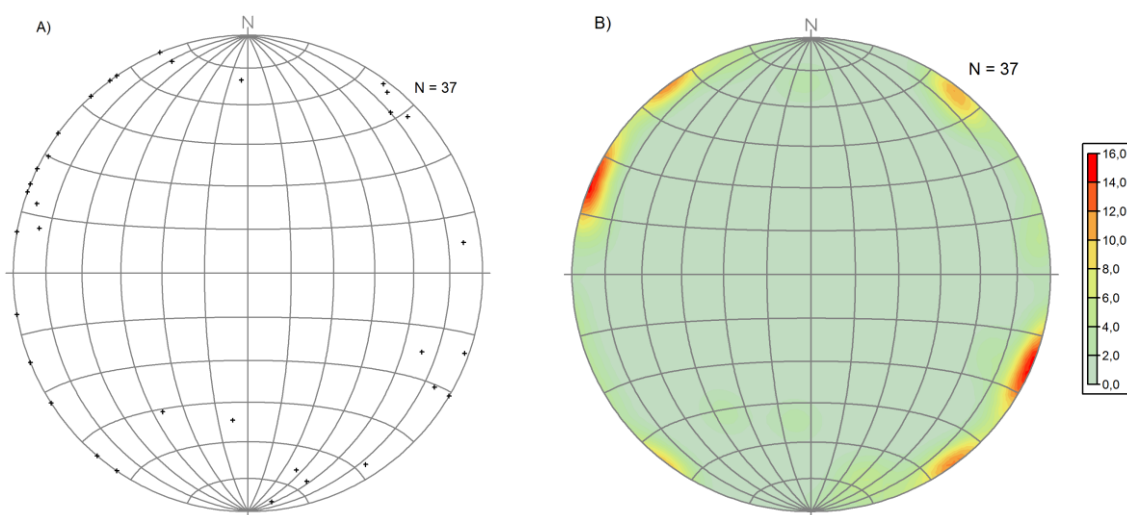


Fig. 32 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 37 diaclases observadas na zona B; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas na zona B.

Ao efetuar uma análise do estereograma da Figura 32, verifica-se que nesta zona predomina uma família principal de fraturação - NNE-SSW, sub-vertical, e duas famílias secundárias - NW-SE, sub-vertical e NE-SW, sub-vertical.

Como já foi referido, deve ser frisado que esta interpretação poderá ser suscetível de discussão, dada a escassez de dados relativos à atitude das fraturas.

4.4. Análise comparativa

De seguida será realizada uma análise a algumas relações feitas entre os diversos estereogramas obtidos, tendo como principal objetivo uma melhor definição das principais atitudes verificadas na área de estudo.

a) *Scanline 1 vs Scanline 2*

As *scanlines* 1 e 2 foram realizadas no mesmo flanco da pedreira, tendo sido feita a projeção dos pólos das diaclases de modo a verificar a família de fraturação com maior incidência nesta frente de desmonte. A projeção referida pode ser observada na Figura 33.

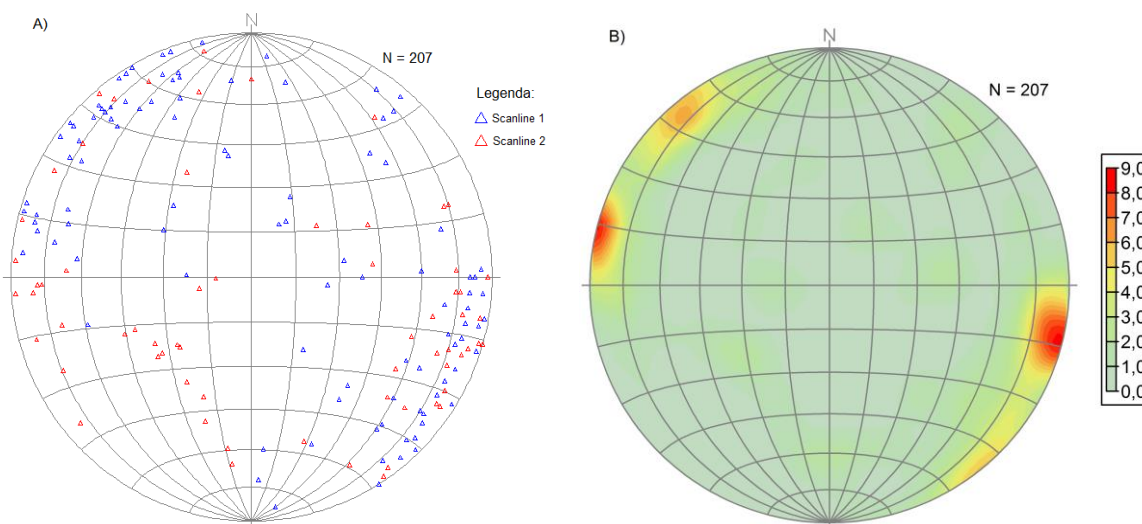


Fig. 33 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 207 diaclases observadas ao longo das *scanlines* 1 e 2; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo das *scanlines* 1 e 2.

Nesta frente de exploração é perceptível a existência de uma família principal de fraturação - NNE-WSE, sub-vertical, e uma família secundária - NE-SW, sub-vertical, sendo ainda reconhecidas algumas fraturas sub-horizontais. Apesar de, como já referido, existirem duas famílias bem definidas, constata-se que existe alguma dispersão dos dados, percebendo-se, no entanto, uma relação média entre a *scanline* 1 e a *scanline* 2.

b) Scanline 3 vs Scanline 4

Neste flanco da pedreira foi também efetuada a projeção dos pólos das atitudes das fraturas identificadas nas *scanlines* 3 e 4. O resultado obtido pode ser observado na (Figura 34).

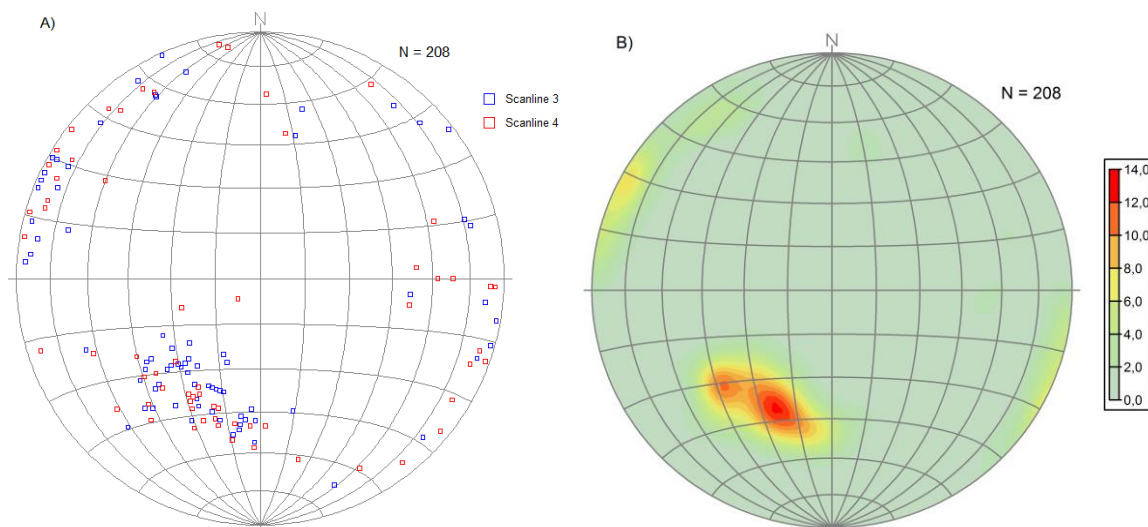


Fig. 34 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 208 diaclases observadas ao longo das *scanlines* 3 e 4; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas ao longo das *scanlines* 3 e 4.

Para esta frente da exploração verifica-se a existência de uma família principal de fraturação - NW-SE, 30-40°W, e uma família secundária - NE-SW, NE, verificando-se que existe uma forte relação entre a *scanline* 3 e a *scanline* 4.

c) Estereograma da pedreira

Na Figura 35 pode ser observada a projeção estereográfica obtida para a área de corta da “Pedreira do Monte das Flores”, onde foram inseridos no *software* todos os dados das atitudes verificadas nas *scanlines* realizadas.

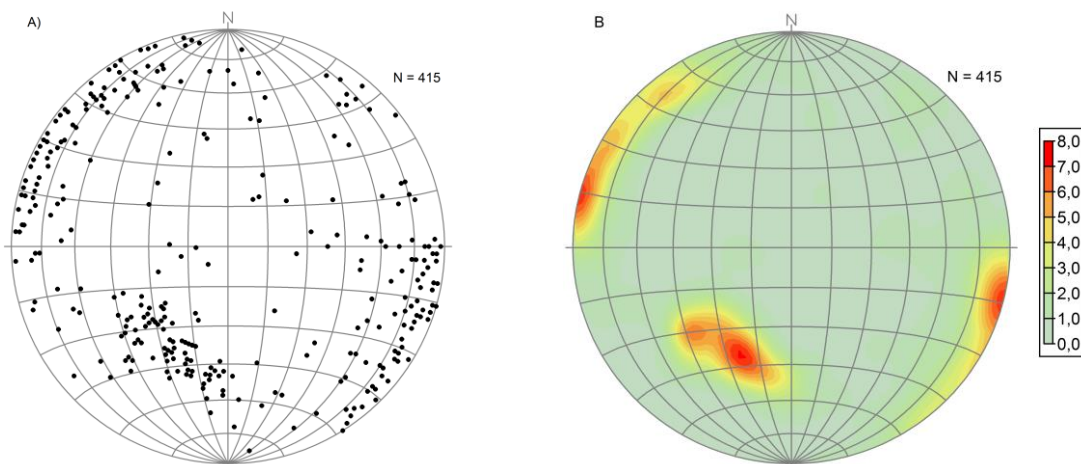


Fig. 35 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 415 diaclases observadas na área de corta da pedreira do Monte das Flores; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas na área de corta da pedreira.

Esta projeção, de certa forma, corrobora os resultados verificados nos estereogramas anteriores, sendo observável a existência de duas famílias principais de fraturação, com as atitudes NNE-SSW, sub-vertical; e NW-SE, 30-45°NE, denotando-se ainda uma família secundária com a atitude NE-SW, sub-vertical.

d) Zona A vs zona B

Esta projeção pretende verificar a existência de alguma relação entre a zona A e a zona B. Deste modo, foi efetuada uma projeção estereográfica das orientações das fraturas de cada uma das zonas estudadas.

O resultado obtido pode ser observado na Figura 36.

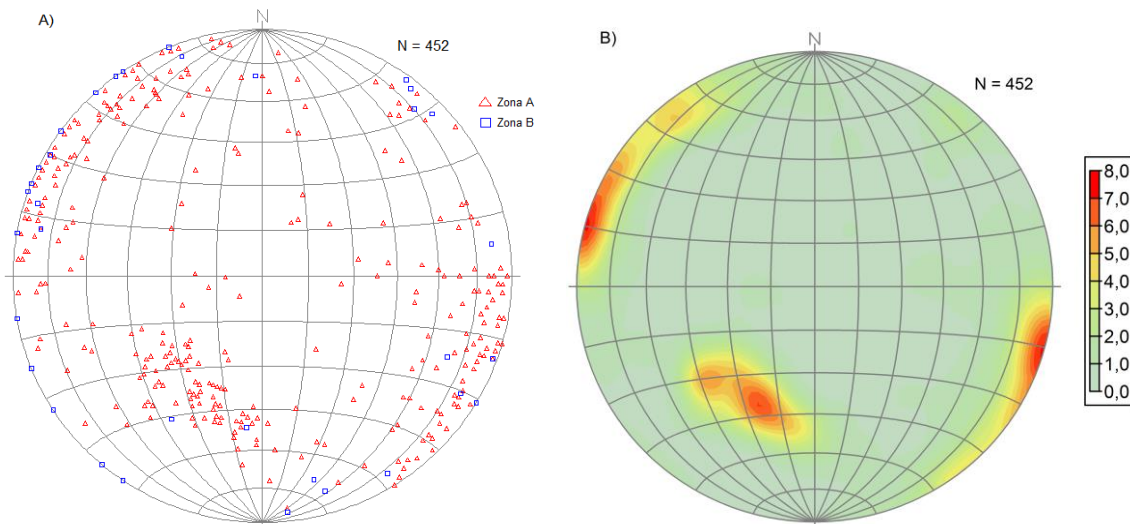


Fig. 36 - A) Estereograma com a projeção dos pólos dos planos de 452 diaclases observadas na zona A e B; B) Diagrama de densidade (em percentagem) dos pólos dos planos das diaclases observadas na zona A e B.

Considerando que a maior parte da zona B não apresenta o maciço descoberto, exceto nas pequenas pedreiras atrás referidas, a recolha de dados ficou condicionada e, por isso, a análise da fraturação foi menos detalhada. No entanto, parece existir uma relação entre a zona A e a zona B, pelo que as famílias detetadas em ambas as zonas possuem orientações semelhantes, prolongando-se em profundidade.

CAPÍTULO 5
Prospecção geofísica

5. Prospeção geofísica

Por solicitação da Tecnovia à empresa Epicentro-Geofísica Aplicada, foi realizado um estudo geofísico na zona B (Rocha, 2011).

Neste capítulo será dada uma perspetiva geral do estudo referido e serão tecidas algumas conclusões retiradas do mesmo.

O objetivo dos trabalhos foi tentar determinar a espessura da camada de alteração na área para onde está prevista a expansão da pedreira e tentar verificar a qualidade das formações rochosas aí existentes.

Os trabalhos realizados tiveram como base métodos geoelectricos que consistiram na realização de:

- dois perfis de tomografia de resistividade elétrica de 280 m, com uma distância entre eléctrodos consecutivos de 10 m;
- seis sondagens elétricas verticais, com distâncias máximas de 100 m entre os eléctrodos de injeção de corrente.

Na Figura 37 está representada a localização dos dois perfis tomográficos (1 e 2) e das seis sondagens elétricas verticais realizadas na respetiva área.

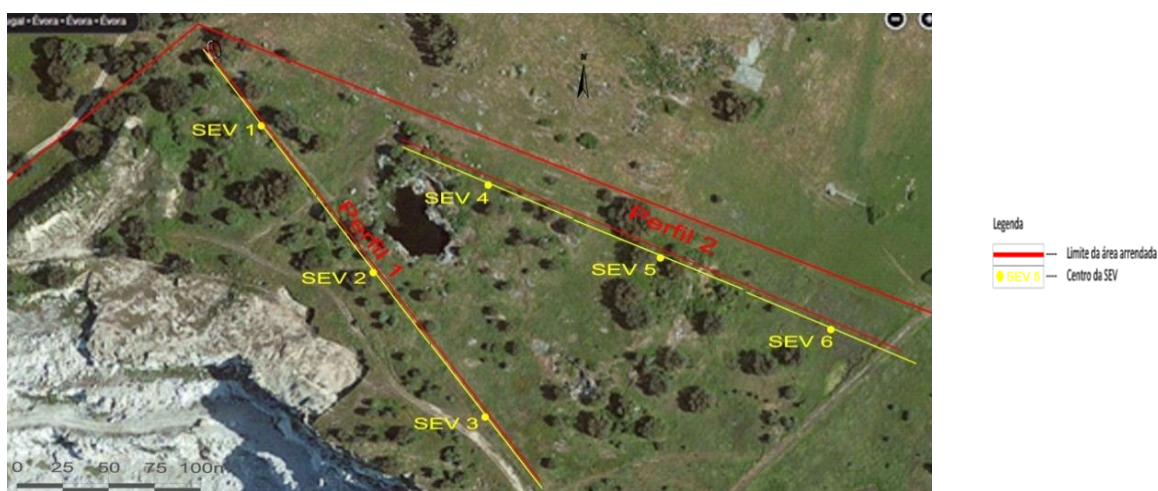


Fig. 37 - Localização dos dois perfis de tomografia de resistividade elétrica (P1 e P2) e das seis sondagens elétricas verticais.

5.1. Metodologia dos trabalhos de prospeção geofísica

Os dois métodos geoelectricos utilizados ao longo da campanha de prospeção geofísica foram: tomografias de resistividade eléctrica (TRE) e sondagens eléctricas verticais (SEVs).

Através das tomografias de resistividade eléctrica é possível obter cortes verticais de resistividade eléctrica real, ao longo de uma dada direcção e com uma profundidade de investigação que varia consoante a distância entre os eléctrodos de injeção de corrente. No presente caso, pretendeu-se detetar um contraste de resistividade eléctrica real, no qual as resistividades altas estão associadas a rocha sã e as resistividades baixas correspondem a solos de cobertura, rocha alterada, ou ainda blocos de rocha isolados.

As SEVs têm como objetivo determinar a resistividade eléctrica em profundidade, em particular, nos extremos dos perfis de TRE onde estas não dão informação quanto a este parâmetro, em virtude da metodologia de aquisição de dados. Por outro lado, permitem obter algum detalhe quanto às formações mais superficiais, que não serão reconhecidas com as tomografias de resistividade eléctrica.

São diversas as metodologias e configurações para realizar uma SEV. Para o caso em estudo foi escolhida a configuração Schlumberger, onde os eléctrodos de corrente (A e B) e os de potencial (M e N) são colocados segundo uma dada direcção, de tal modo que, a distância AB seja sempre superior ou igual a cinco vezes a distância MN. Além do referido, os eléctrodos são colocados simetricamente em relação ao centro da sondagem, no sentido de tentar determinar a distribuição da resistividade eléctrica aparente das formações, ao longo da vertical do centro da SEV.

Para a realização dos trabalhos de campo foi utilizado um resistímetro ABEM 1000 (Figura 38).



Fig. 38 - Resistivímetro ABEM 1000.

5.2. Perfis de tomografia de resistividade elétrica

Os dois perfis apresentam uma orientação NW-SE, distanciados cerca de 50 m e praticamente paralelos entre si (Figura 37).

Nas Figuras 39 e 40, podem observar-se os modelos geoelectricos obtidos por inversão dos valores de resistência elétrica medidos (sobre esta temática recomenda-se a leitura de Menke, 1989), para os dois perfis de tomografia de resistividade elétrica (P1 e P2). Para cada tomografia foram realizadas 126 leituras de resistência elétrica, para diferentes distâncias dos quatro eléctrodos.

Durante a realização das tomografias de resistividade elétrica encontraram-se alguns problemas de estabilidade das leituras (em particular para o perfil de tomografia P2) que poderão estar relacionados com as elevadas resistividades elétricas das formações rochosas superficiais e, em certas ocasiões, com correntes parasitas resultantes, provavelmente, de equipamentos elétricos, nomeadamente, sistemas de bombagem em poços localizados próximo da zona em estudo.

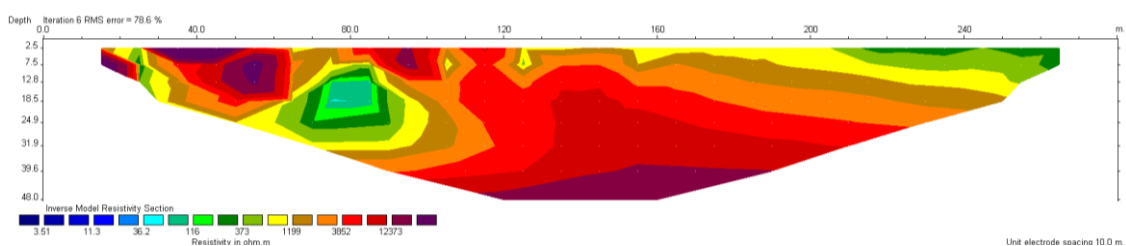


Fig. 39 - Modelo da distribuição de resistividade elétrica real ao longo do perfil tomográfico P1. As resistividades elétricas foram obtidas por inversão.

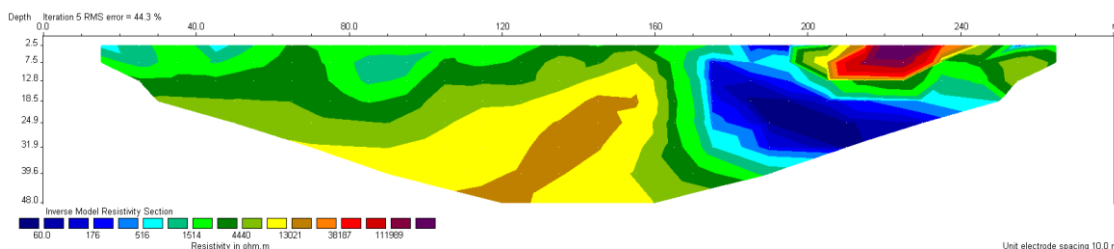


Fig. 40 - Modelo da distribuição de resistividade elétrica real ao longo do perfil tomográfico P2. As resistividades elétricas foram obtidas por inversão.

Os modelos geoeletricos correspondentes às duas tomografias de resistividade elétrica indicam que a área em questão apresenta valores de resistividade muito elevados, consistentes com a existência de granitos/granitóides pouco alterados, localizados próximos da superfície. Em particular, no perfil de tomografia P2, os valores da resistividade elétrica são, em média, bastante mais elevados do que no perfil de tomografia P1.

No perfil tomográfico P1, à distância dos 80 m da origem das leituras e entre os 10 e 22 m de profundidade (aproximadamente), foram registadas resistividades elétricas mais baixas (na ordem de 50 e 300 $\Omega.m$), correspondendo, possivelmente, a uma zona do maciço mais fraturado, associado a uma maior percolação de água. Este fenómeno ocorre de igual modo, à distância aproximada de 220 m da origem das leituras, à superfície.

O perfil tomográfico P2, como já referido, apresenta valores médios de resistividade mais elevados em superfície e em profundidade quando comparados com o perfil P1. No entanto, o código de cores visível no modelo (Figura 40) pode induzir em erro, visto que a zona eletricamente muito resistiva, entre 210 e 240 m, à superfície, corresponde aos pontos onde as leituras realizadas pareciam ser influenciadas por correntes parasitas intensas e sem origem conhecida. Entre a distância de 160 e 170 m ocorre uma mudança brusca de resistividade, sendo plausível associar esse fenómeno a um acidente geológico como, por exemplo, a existência provável de uma falha sub-vertical.

Quanto à zona de cobertura mais superficial, as duas tomografias de resistividade elétrica não dão informação detalhada visto que, como resultado do programa de inversão, apenas permitiram obter um modelo geoeletrico a partir de 2,5 a 3 m de profundidade. No entanto, essa informação foi obtida para as regiões centrais e

extremas de cada um dos perfis de tomografia, através das seis sondagens elétricas verticais realizadas.

5.3. Resultados obtidos nas SVE's

Através das sondagens elétricas verticais pretendeu-se verificar a variação da resistividade elétrica em profundidade relativamente ao centro da SEV, isto é, na vertical de um dado ponto à superfície.

Em cada tomografia de resistividade elétrica foram feitas três sondagens elétricas verticais: uma no centro da tomografia e as outras duas próximas das extremidades (Figura 37).

As Figuras 41, 42 e 43 e as Tabelas 5, 6 e 7, dizem respeito aos valores obtidos nas SEVs 1, 2 e 3, realizadas, respetivamente, ao longo do perfil de tomografia de resistividade elétrica P1.

Quanto à sua interpretação, os resultados de campo estão representados pela curva a preto, com os pontos de leitura representados por círculos. O modelo geoelectrico está representado a azul, e a curva teórica correspondente a esse modelo a vermelho.

O modelo geoelectrico também se encontra representado em termos numéricos, onde **N** é o número da camada no modelo, **p** é a resistividade elétrica real (em $\Omega.m$) para cada uma das camadas, **h** é a espessura de cada camada e **d** é a profundidade da base de cada uma das camadas.

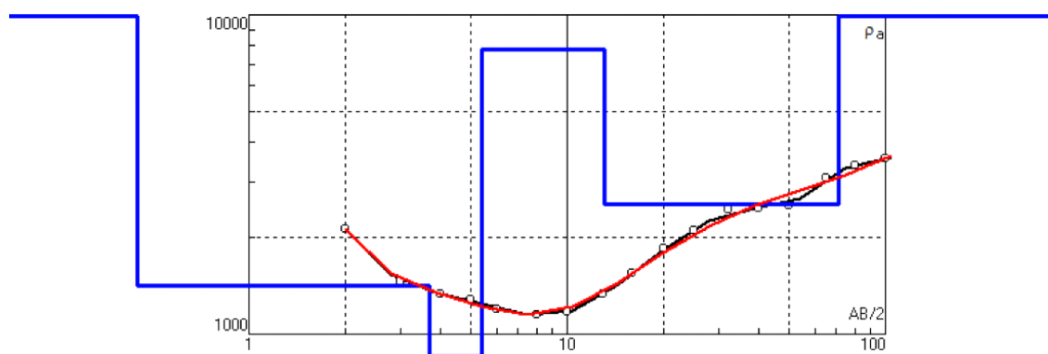


Fig. 41 - Modelo da SEV 1, obtido por inversão.

Tabela 5 – Valores do modelo da SEV 1, obtido por inversão.

N	ρ ($\Omega.m$)	h (m)	d (m)
1	17316	0,4	0,4
2	1411	3,2	3,6
3	301	1,7	5,4
4	7790	7,7	13,1
5	2543	58,3	71,4
6	59753	-	-

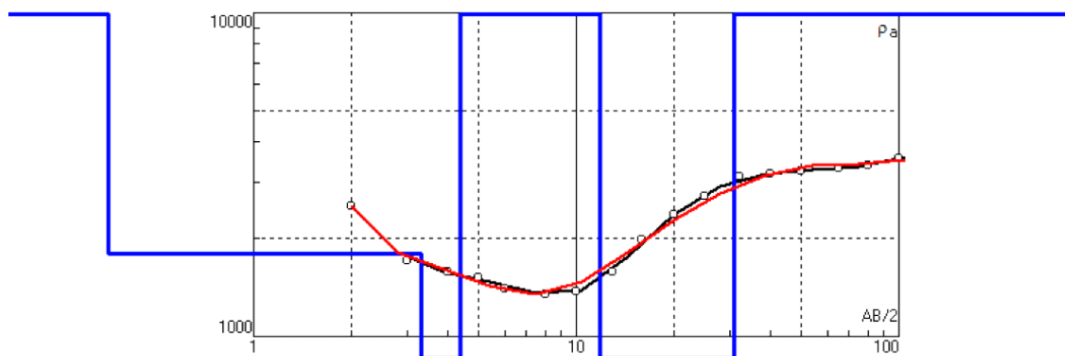


Fig. 42 - Modelo da SEV 2 obtido por inversão.

Tabela 6 – Valores do modelo da SEV 2, obtido por inversão

N	ρ ($\Omega.m$)	h (m)	d (m)
1	85565	0,4	0,4
2	1809	3,0	3,3
3	207	1,1	4,4
4	18439	7,4	11,8
5	661	19,0	30,8
6	35403	-	-

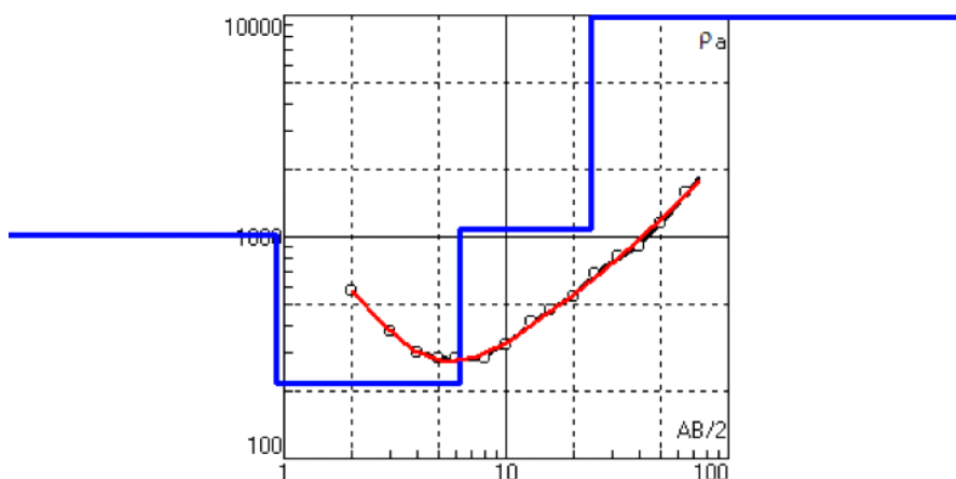


Fig. 43 - Modelo da SEV 3 obtido por inversão.

Tabela 7 – Valores do modelo da SEV 3, obtido por inversão.

N	ρ ($\Omega.m$)	h (m)	d (m)
1	1027	0,9	0,9
2	217	5,3	6,9
3	1086	17,7	23,9
4	130000	-	-

Para as SEVs realizadas ao longo do perfil P1, verificou-se que:

- A SEV 2 (Figura 42) realizada no centro do perfil P1 confirma a informação obtida e interpretada para a zona central do modelo geoelectrico da tomografia de resistividade eléctrica. Isto é, resistividades eléctricas bastante elevadas, mesmo para profundidades relativamente pequenas, na ordem de 3 m. A partir de 31 m de profundidade, as resistividades eléctricas são muito elevadas, dando indicação de que as formações serão sãs e provavelmente pouco fissuradas.

- Para as SEVs 1 e 3 (Figura 41 e 43, respetivamente) realizadas nos extremos NW e SE do perfil P1, dão o mesmo tipo de informação da SEV 2, no entanto, a profundidade de rocha sã e pouco fissurada começa aparentemente a cerca de 70 m de profundidade no extremo NW e a 24 m no extremo SE. Uma interpretação possível

é que o limite superior da rocha sã e pouco fissurada diminui de profundidade de NW para SE.

É de realçar que nas três SEVs realizadas existe um limite de resistividades elétricas mais baixas, que varia entre 200 e 300 $\Omega.m$, localizando-se de NW para SE a 5 m, 4 m e 6 m de profundidade. Isto poderá significar que este nível está associado a uma camada de granito mais fraturado, com maior quantidade de água nas fraturas. Abaixo deste nível verifica-se que as resistividades medidas retornam a valores muito elevados.

As Figuras 44, 45 e 46 e as Tabelas 8, 9 e 10, dizem respeito aos valores obtidos nas SEVs 4, 5 e 6, realizadas, respetivamente, ao longo do perfil de tomografia de resistividade elétrica P2.

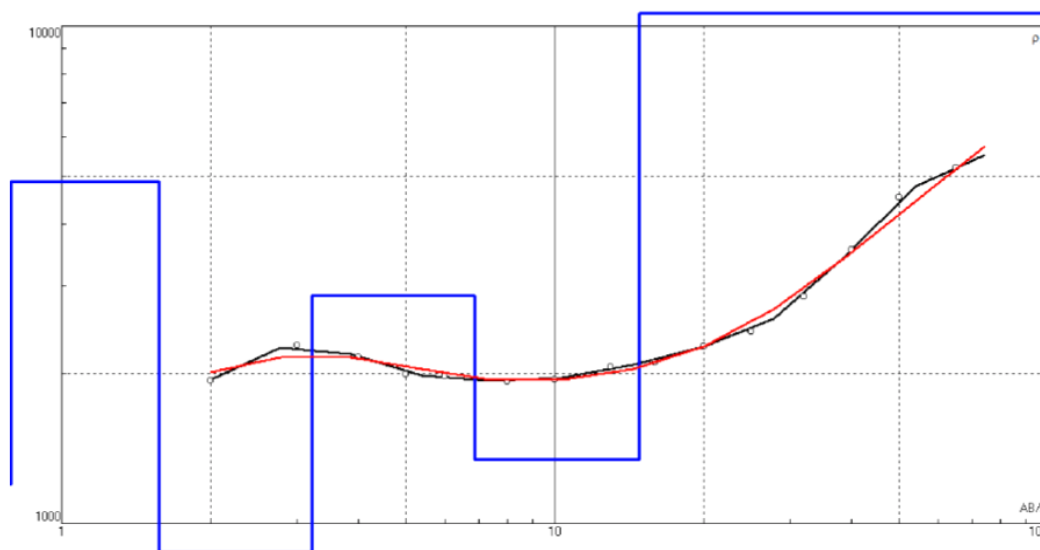


Fig. 44 - Modelo da SEV 4 obtido por inversão.

Tabela 8 – Valores do modelo da SEV 4, obtido por inversão.

N	ρ ($\Omega.m$)	h (m)	d (m)
1	1199	0,7	0,7
2	4871	0,9	1,6
3	877	1,7	3,2
4	2872	3,6	6,9
5	1341	8,0	14,8
6	19926	-	-

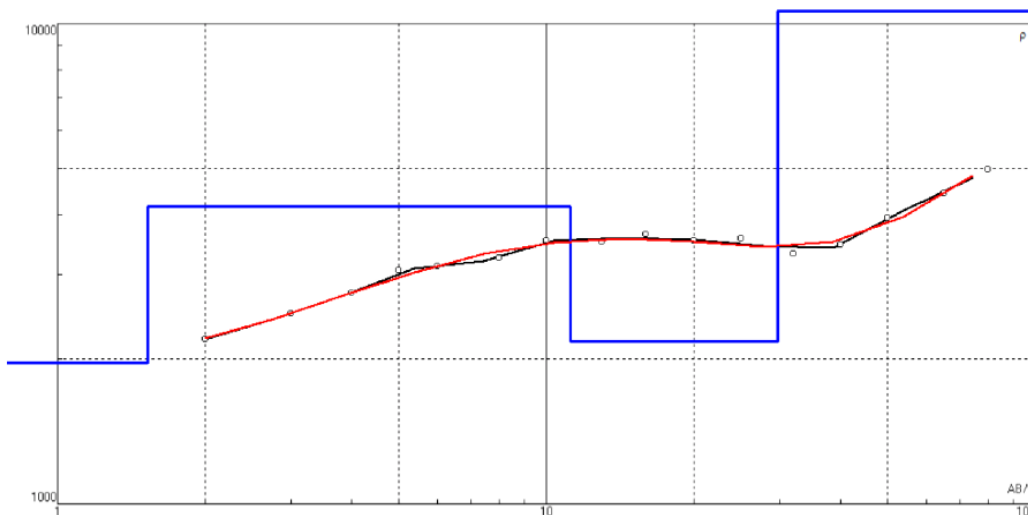


Fig. 45 - Modelo da SEV 5 obtido por inversão.

Tabela 9 – Valores do modelo da SEV 5, obtido por inversão.

N	ρ ($\Omega.m$)	h (m)	d (m)
1	1961	1,5	1,5
2	4152	9,6	11,2
3	2184	18,5	29,7
4	14359	-	-

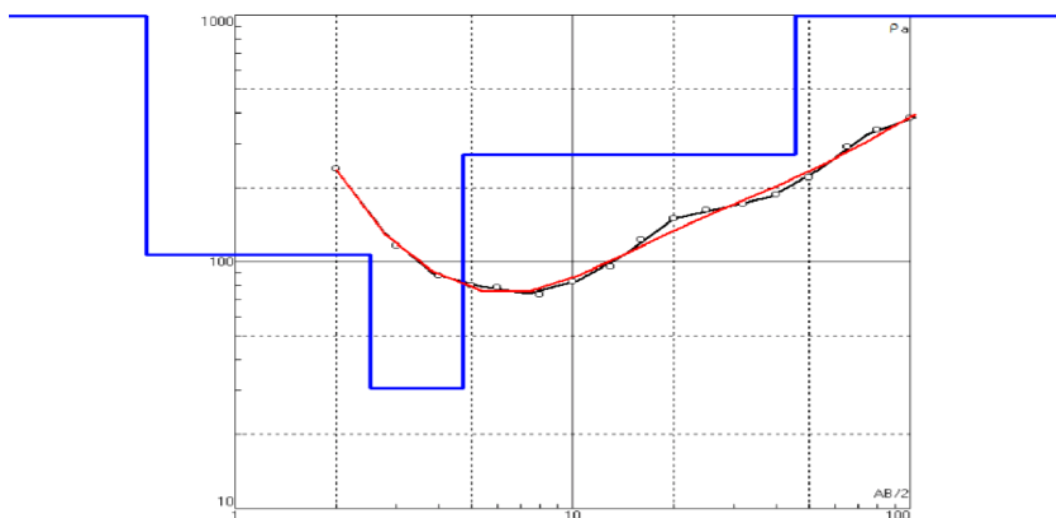


Fig. 46 - Modelo da SEV 6 obtido por inversão.

Tabela 10 – Valores do modelo da SEV 6, obtido por inversão.

N	ρ ($\Omega.m$)	h (m)	d (m)
1	1502	0,5	0,5
2	107	2,0	2,5
3	31	2,2	4,8
4	272	41,1	45,8
5	3700	-	-

Para as SEVs realizadas ao longo do perfil P2, verifica-se que:

- A SEV 5 (Figura 45), realizada no centro do perfil P2, confirma a informação obtida e interpretada para a zona central do modelo geoelectrico da tomografia de resistividade eléctrica. Ou seja, resistividades eléctricas muito elevadas mesmo para profundidades relativamente pequenas, na ordem de 3 m. A partir de 30 m de profundidade as resistividades eléctricas são muito elevadas, dando novamente a indicação de que as formações rochosas serão sãs e provavelmente pouco fissuradas.

- A SEV 4 (Figura 44), no setor NW de P2, indica que a rocha mais sã deverá estar a uma profundidade aproximada de 15 m.

- A SEV 6 (Figura 46), na parte SE do perfil, indica que a zona será mais fraturada que a região NW, com presença de água a preencher as descontinuidades naturais do maciço rochoso. Verifica-se que os valores de maior resistividade (na ordem dos 1500 Ω .m) estão próximos da superfície e à medida que se investiga profundidades maiores, observa-se que os mesmos decrescem para valores entre 30 e 270 Ω .m, até aos 46 m. Abaixo deste nível, verifica-se que as resistividades medidas retornam valores muito elevados, na ordem de 3700 Ω .m.

5.4. Conclusões

A área afeta ao estudo geofísico é caracterizada por resistividades extremamente elevadas ultrapassando, em muitas situações, a dezena de milhar de Ω .m. Tal facto está normalmente associado a rochas relativamente sãs com reduzido grau de fraturação ou pouco fissuradas.

Foi ainda possível verificar que a zona NW apresenta valores de resistividade elétrica mais elevados do que a região SE, existindo mesmo a possibilidade de que nesta última região ocorra uma massa rochosa mais fissurada ou fraturada (local onde a SEV 6 foi realizada). Assim, é expectável assumir que a região NW, em termos de qualidade da rocha, seja melhor quando comparada com a região SE.

Através das SEVs efetuadas em ambos os perfis, existe a indicação de que, possivelmente, o limite entre rocha sã e rocha mais alterada incline para SE.

Os trabalhos realizados não permitiram determinar com rigor a espessura da possível camada de alteração, no entanto com o reconhecimento geológico efetuado é possível afirmar-se que esta possui possanças variáveis, entre escassos centímetros e a dezena de metros. Tal facto é sustentado pela cartografia realizada na área total afeta ao estudo, tendo sido verificada a existência de uma grande quantidade de afloramentos na zona B, quer naturais, quer por rocha exposta nas cavidades correspondentes à Pedreira Ornamental (P.O.), Pedreira do Caracol (CRC), bem como no flanco NE da pedreira principal (zona A), correspondendo ao flanco de alargamento da corta. Além disso, aquando da introdução dos eléctrodos de corrente e de potencial utilizados, verificou-se a existência de rocha a alguns centímetros da superfície e cobertas apenas por um horizonte de solo com uma espessura muito reduzida.

CAPÍTULO 6
Estudo hidrogeológico

6. Estudo hidrogeológico

A fim de realizar um reconhecimento dos volumes de água existentes e disponíveis na área da “Pedreira do Monte das Flores” foi efetuado, em maio de 2011, um inventário dos pontos de água existentes na área arrendada pela empresa - 96,90 ha.

Foram incluídos neste levantamento os pontos de água de origem subterrânea e superficial, pequenas depressões de acumulação de água e poços de alimentação de água utilizada nos processos de produção (águas industriais).

6.1. Pontos de água

Foram inventariados 22 pontos de água onde, sempre que possível, se procedeu à identificação de vários parâmetros:

- dimensão superficial;
- profundidade;
- nível de água (nível piezométrico, no caso de águas subterrâneas);
- dados físico-químicos.

Na Figura 47 pode observar-se a localização dos pontos de água identificados, encontrando-se na Tabela 11 o tipo de ponto de água e a designação adotada.

No total foram identificados sete poços tradicionais, dez charcas de pequena profundidade, definidas como estruturas de perímetro irregular contendo água em pelo menos uma parte do ano, uma lagoa de decantação perto da zona de lavagem do balastro, duas lagoas de pedreira (uma na zona A e outra na zona B) e duas lagoas temporárias localizadas na zona B. As folhas de campo para o registo das características dos pontos de água, bem como a tabela resumo das mesmas, podem ser observadas no Anexo 7.

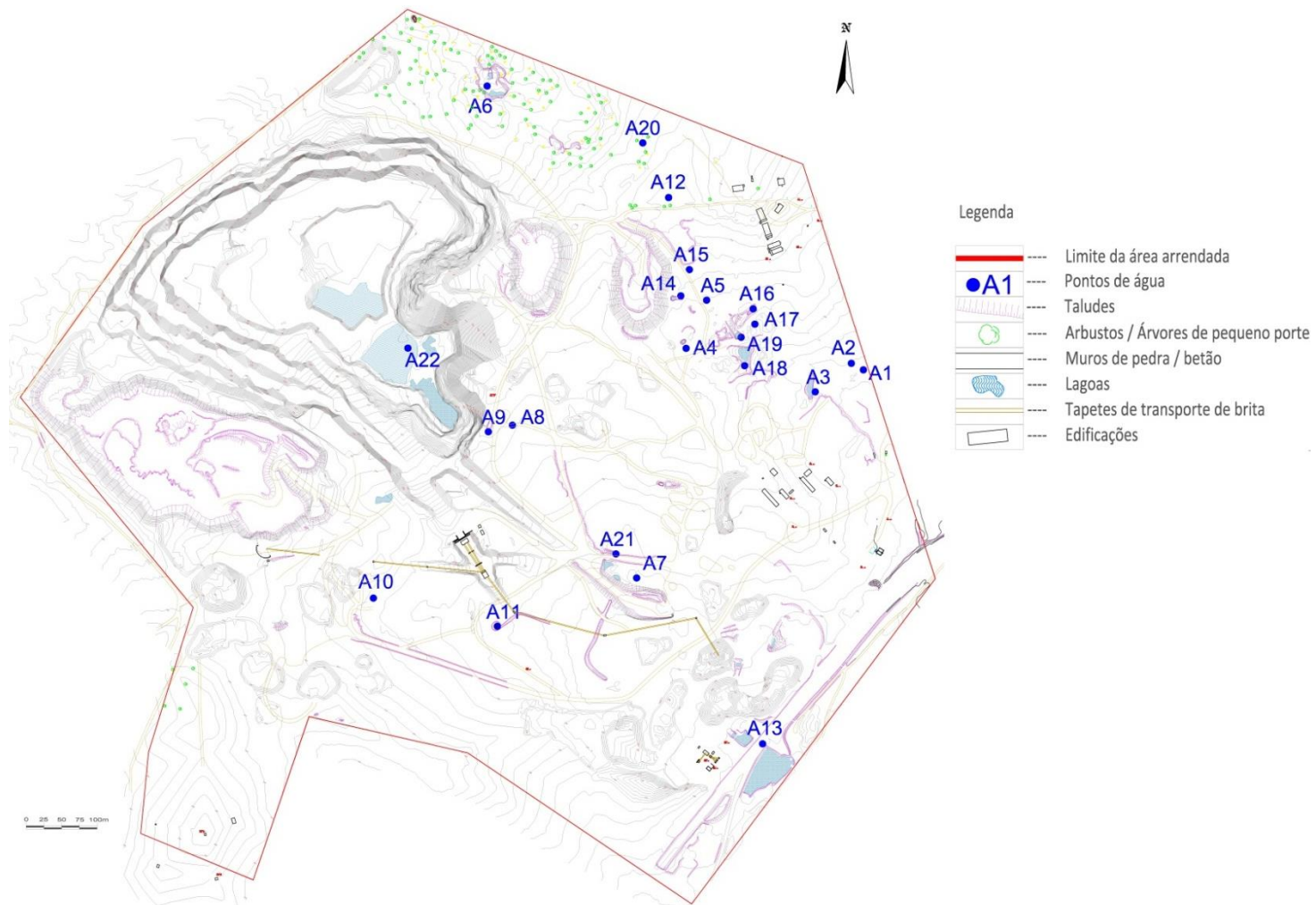


Fig. 47 - Localização dos pontos de água.

Tabela 11 – Tipo de pontos de água na “Pedreira do Monte das Flores”.

Ponto de água	Tipo	Designação
A1	Poço	P
A2	Poço	P
A3	Charca	C
A4	Charca	C
A5	Poço	P
A6	Lagoa de Pedreira	LPdr
A7	Poço	P
A8	Poço	P
A9	Charca	C
A10	Poço	P
A11	Poço	P
A12	Lagoa Temporária	LT
A13	Lagoa de Decantação	LD
A14	Charca	C
A15	Charca	C
A16	Charca	C
A17	Charca	C
A18	Charca	C
A19	Charca	C
A20	Lagoa Temporária	LT
A21	Charca	C
A22	Lagoa de Pedreira	LPdr

6.2. Balanço hídrico na pedreira principal

Segundo Chambel (1990), a precipitação média na região do Monte das Flores é de 740 mm (média aproximada dos valores médios de precipitação média anual obtidos para as estações de Évora e de Évora-Mitra no período 1955-1985) e, sabendo que a área da depressão causada pela exploração da pedreira corresponde a 182668 m², pode calcular-se em 135000 m³ o volume anual médio de água que se espera entrar diretamente na zona da exploração a partir da precipitação. Com a evaporação anual

esperada de 1000 mm (Rodrigues *et al.*, 2008) na superfície da lagoa do fundo da pedreira e, considerando uma área total de exposição de 25000 m² que engloba a totalidade das duas lagoas que existiam em maio de 2011 na parte mais baixa da pedreira, a evaporação cifrar-se-á em 25000 m³. Desse modo, o balanço final, caso a água ficasse toda retida na base da zona de exploração, seria de um volume anual renovável dentro da pedreira, de 110000 m³. No entanto, como existem interações permanentes com as águas subterrâneas a partir da lagoa existente na base da pedreira, podendo esse balanço ser positivo ou negativo, consoante a época do ano e a pluviosidade, não é possível, sem estudos muito aprofundados, conhecer o balanço global mais correto dentro da pedreira. De facto, a água de precipitação poderá recarregar o aquífero a partir da lagoa na base da pedreira e nas zonas laterais onde as fraturas se encontram expostas ou, em certas ocasiões, o próprio aquífero poderá fornecer água à lagoa. Este é o cenário mais provável dada a cota a que se encontra o fundo de pedreira.

As necessidades de água nas linhas de produção de agregados levam a que o fundo da pedreira seja utilizado como reservatório, possibilitando a sua utilização racional. Assim, a quantidade de água que existe em cada momento na lagoa, sofre grandes flutuações no tempo, em função das necessidades da empresa.

Partindo dos valores medidos, conclui-se que o volume de água encontrado em maio de 2011 dentro da pedreira (22577 m³) corresponderia a uma fração próxima dos 20% do balanço total de água, resultante da diferença entre a água que entra por precipitação na pedreira, por ano (médio), e a que evapora anualmente.

Por outro lado, deve ser considerado que, numa escavação deste tipo, com o rebaixamento do nível freático provocado pelo aprofundamento da pedreira, se cria um cone invertido de rebaixamento nos níveis de água subterrânea (Figura 48), que colocam as águas em movimento para o fundo da pedreira, por aumento do gradiente hidráulico nas proximidades da mesma. Num meio de permeabilidade reduzida, com valores característicos de transmissividade (T) muito baixos, provavelmente até cerca de 1 m²/dia (Krásny, 1997; Holland, 2012) e, coeficientes de armazenamento (S) que tipicamente não deverão ser superiores a 0,001 (Domenico & Mifflin, *in* Batu, 1998), o escoamento deverá ser de reduzida dimensão. No entanto, atendendo à grande volumetria da pedreira, mesmo um valor de T reduzido pode levar a um lento, mas grande, afluxo de água subterrânea, proveniente das proximidades da mesma.

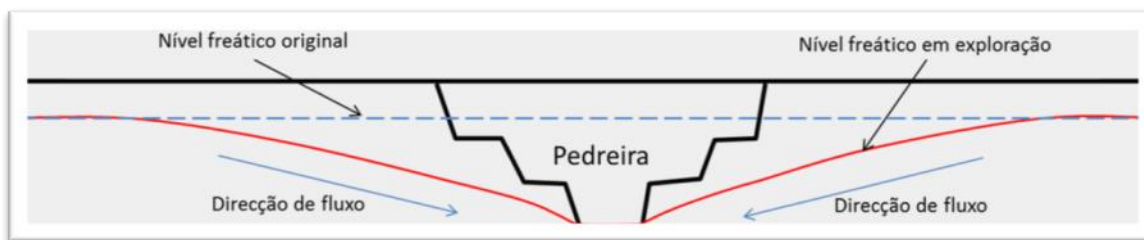


Fig 48 - Representação do efeito da escavação da pedreira sobre o nível freático original, com a criação de um cone de rebaixamento.

6.3. Água subterrânea disponível

De modo a reconhecer os volumes que poderão ser extraídos anualmente de cada captação, utilizam-se métodos diferenciados, conforme o tipo de captação. No presente estudo, em função dos dados disponíveis, considerou-se o método de Thiem o mais adequado (para informações detalhadas relativamente a este método recomenda-se a leitura do livro *Groundwater and wells* de Driscoll, 1986).

6.3.1. Lagoas nas pedreiras

Devido ao facto das lagoas na área de estudo apresentarem formas de base irregular, foi efetuada uma medição da coluna de água em vários pontos das mesmas, de modo a calcular a sua volumetria total. Para o efeito recorreu-se a uma pequena jangada e uma fita métrica com um peso na extremidade (Figura 49). Em cada ponto de leitura foram registadas as coordenadas recorrendo a um GPS de mão. Posteriormente, com o auxílio do *software* AutoCAD, cada leitura foi georreferenciada no mapa topográfico da pedreira, sendo inserido o respetivo valor de cota do fundo.



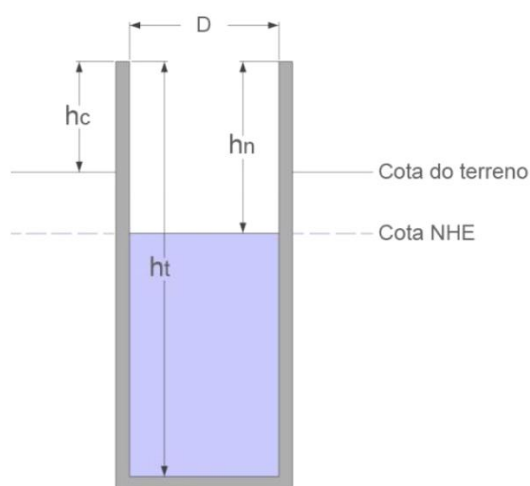
Fig. 49 - Medição da coluna de água nas lagoas da “Pedreira do Monte das Flores”.

Como foi explicado no secção 6.2., na lagoa da zona A o volume medido foi, em maio de 2011, de 22577 m³, com um volume anual mínimo explorável avaliado em 110000 m³.

Na pedreira localizada na zona B, correspondente ao ponto A6 (Tabela 11, Figura 47 e Anexo 7), foi medido na lagoa, em maio de 2011, um volume de 861 m³. Para esta, calcula-se em 4300 m³ por ano o volume explorável, baseado na experiência das charcas de rega no Alentejo, onde se sabe que é possível utilizar, durante o verão, o equivalente a dois ou três volumes de água dessa mesma charca. Isto significa que, à medida que se dá o rebaixamento por exploração, a recuperação de níveis e reposição de volumes permite a renovação total de água por duas ou três vezes durante o tempo de rega (3 a 4 meses ao longo do ano). Visto que o funcionamento desta instalação assenta na produção de inertes e a utilização da água é feita ao longo de todo o ano, de forma contínua e racional, foi considerada uma renovação anual de cinco vezes o volume total desta lagoa, podendo contar-se com um volume anual próximo de 4300 m³.

6.3.2. Poços

Ao longo dos trabalhos de campo foram identificadas e registadas algumas características dos poços existentes na área de estudo. As medições efetuadas (Figura 50) tiveram como objetivo obter o volume da massa de água existente dentro de cada poço.



D - diâmetro do poço;

h_c - altura do bordo do poço em relação à cota natural do terreno;

h_n - distância entre o bordo e o nível de água subterrânea no poço NHE;

h_t - profundidade referente ao bordo do poço;

NHE - nível hidrostático.

Fig. 50 - Esquema das medições efetuadas nos poços.

A recolha de dados foi feita com recurso a uma sonda de nível de água SEBA Hydrometrie, KLL0777084, com 50 m de comprimento (Figura 51).



Fig. 51 - Sonda de nível SEBA Hydrometrie.

Em relação às cotas do terreno, estas foram retiradas para cada ponto de água, tendo como base o mapa topográfico da área.

A cota do nível hidrostático (NHE) em cada poço foi determinada através da seguinte equação:

$$Cota\ NHE = Cota\ do\ terreno\ natural - (h_n - h_c) \quad (equação\ 1)$$

Para a obtenção do volume da massa de água nos poços, aplicou-se a fórmula do volume do cilindro:

$$V = \pi \times r^2 \times h \Leftrightarrow V = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (h_t - h_n) \quad (equação\ 2)$$

Na Tabela 12 estão representados os valores das medições e resultados obtidos nos poços identificados.

Tabela 12 – Características dos poços existentes na “Pedreira do Monte das Flores”.

Ponto de água	A1	A2	A5	A7	A8	A10	A11
D (m)	2,60	3,70	3,10	3,20	6,50	2,00	3,35
h_c (m)	0,89	1,22	1,41	0,00	0,80	1,18	1,18
h_n (m)	1,07	1,50	1,90	2,30	2,01	1,00	1,73
h_t (m)	3,64	7,69	7,40	6,52	6,00	4,20	9,50
Cota do terreno	231,57	231,95	237,00	231,79	238,88	236,71	233,07
Cota do NHE (m)	231,39	231,67	236,51	229,49	236,87	236,51	232,52
Volume de água (m³)	13,64	66,55	41,51	33,94	132,40	10,05	68,48

Os cálculos da renovação de água nos poços da área de intervenção da “Pedreira do Monte das Flores” foram efetuados com base nalgumas suposições baseadas na realidade local e nos dados recolhidos no campo. Foram utilizados dois métodos: um baseado nas características hidrogeológicas das formações (parâmetros hidráulicos), com recurso à fórmula de Thiem e, o outro, baseado no conhecimento da exploração de captações deste tipo no Alentejo (tempos de extração).

a) Fórmula de Thiem

De modo a perceber a quantidade de água renovável anual que cada poço permite explorar anualmente, utilizou-se a equação de Thiem:

$$Q = \frac{2\pi T (S_w - S_1)}{\ln(r_1/r_w)} \quad (\text{equação 3})$$

onde:

Q - caudal (m³/dia);

T - transmissividade (m²/dia);

s_w - rebaixamento do poço (m);

s₁ - rebaixamento à distância R (raio de influência) do poço (m);

r_w - raio do poço (m);

r₁ - raio de influência do poço (R).

A fim de determinar o caudal de exploração (Q) foram utilizados como dados de transmissividade (T) os valores de 1 m²/dia e de 2 m²/dia, característicos de meios hidrogeológicos fraturados de baixa permeabilidade (Krásny, 1997; Holland, 2012). Por se tratar da parte alterada superficial do aquífero, como rebaixamento máximo (Δ_s) foi utilizado o valor de dois terços da altura total de água em cada poço. Trata-se, portanto, de uma estimativa grosseira dos valores de extração, não comprovados por qualquer ensaio de caudal. A estimativa é feita para uma utilização diária das captações e supondo que as condições de acesso de água ao poço se mantêm a longo prazo, o que não é fácil de comprovar.

Tendo em conta as condições anteriormente citadas, considerando uma área de infiltração com 707000 m² (área total do terreno arrendado, exceto a cavidade) e admitindo para a zona de exploração de água (zona superficial alterada que inclui a

captação dos poços artesanais a profundidades entre 5 e 10 metros a partir do nível do solo) três valores de coeficiente de armazenamento distintos, $S=0,01$; $0,05$ e $0,10$ (Domenico & Mifflin, *in* Batu, 1998), calcula-se que os rebaixamentos causados anualmente por um caudal de extração nos poços, para os dois valores de T admitidos e um raio de influência de 25 metros, são os indicados na Tabela 13.

Tabela 13 – Cálculo dos rebaixamentos teóricos a produzir no aquífero no caso de exploração das captações subterrâneas tradicionais (poços) na zona da “Pedreira do Monte das Flores”, com base nos dados obtidos, utilizando a Fórmula de Thiem.

Área afeta ao estudo (m ²)	707000	707000	707000
Coefficiente de armazenamento	0,10	0,05	0,01
Volume de água (m ³ por metro vertical do aquífero)	70700	35350	7070
Método de Thiem			
Rebaixamento (m), para $T = 1 \text{ m}^2/\text{dia}$	0,27	0,54	2,72
Caudal de exploração = 19240 m ³ /ano			
Rebaixamento (m), para $T = 2 \text{ m}^2/\text{dia}$	0,54	1,09	5,44
Caudal de exploração = 38480 m ³ /ano			

Considerando os três coeficientes de armazenamento e os dois valores de transmissividade supracitados resultam seis cenários para o rebaixamento esperado (0,27 m, 0,54 m, 2,72 m, 0,54 m, 1,09 m e 5,44 m). Perante os resultados obtidos, admite-se que os dois valores intermédios poderão ser os que mais se adaptarão à realidade local, com rebaixamentos esperados entre os 0,54 e 1,09 metros, tendo em conta um coeficiente de armazenamento igual a 0,05.

b) Tempos e volumes de extração

Outro exercício que poderá servir para aferir o volume que se espera retirar de cada captação, utilizando os conhecimentos que se têm da região em causa, baseia-se no facto de grande parte das captações tipo poço, nesta região do Alentejo, ao ser-lhes retirado o volume armazenado, demorarem entre um a dois dias a recuperar por completo os níveis originais. Logo, neste caso, este tipo de poços apenas permitem retirar o mesmo volume de água de dois em dois ou de três em três dias. Com base

nesses cálculos, os volumes máximos anuais que se esperaria retirar do aquífero são os indicados na Tabela 14, determinados do mesmo modo, para três valores distintos de $S=0,01$; $0,05$ e $0,10$ (Domenico & Mifflin, *in* Batu, 1998).

Tabela 14 – Cálculo dos rebaixamentos teóricos a produzir no aquífero no caso das explorações subterrâneas tradicionais (poços) na zona da “Pedreira do Monte das Flores”, baseado nos tempos e volumes de extração, de acordo com a realidade da maioria das captações em poços tradicionais no Alentejo, tendo em consideração a área arrendada, exceto a cavidade (707000 m^2).

Área afeta ao estudo (m^2)	707000	707000	707000
Coefficiente de armazenamento	0,1	0,05	0,01
Volume de água (m^3 por metro vertical do aquífero)	70700	35350	7070
Tempos e volumes de extração			
Rebaixamento (m) , para uma extração de $\frac{2}{3}$ do volume de água de cada poço de			
2 em 2 dias	0,63	1,26	6,31
Caudal de exploração = $44600 \text{ m}^3/\text{ano}$			
Rebaixamento (m) , para uma extração de $\frac{2}{3}$ do volume de água de cada poço,			
de 3 em 3 dias	0,42	0,84	4,21
Caudal de exploração = $29735 \text{ m}^3/\text{ano}$			

Perante estes seis cenários, admite-se o valor intermédio de rebaixamento como o mais adequado à realidade, sendo de esperar rebaixamentos entre os $0,84$ e $1,26$ metros, para um coeficiente de armazenamento igual a $0,05$.

c) Análise comparativa

A comparação das duas análises efetuadas mostra que existe alguma consonância entre o que é previsível extrair, com base no conhecimento do funcionamento dos poços da região e, o valor obtido através de fórmulas hidráulicas. Caso a água estivesse a ser extraída na zona rochosa, fraturada do aquífero, o mais provável seria considerar-se a situação de $S=0,01$ ou até bastante inferior, (segundo Domenico & Mifflin, *in* Batu, 1998 é na ordem dos 10^{-3} a 10^{-7}), o que representaria grandes rebaixamentos nos poços. Contudo, o facto destes se encontrarem a captar na zona

alterada superficial, leva a considerar que os valores mais elevados de coeficiente de armazenamento corresponderão melhor a essa área do aquífero. Assim, valores de rebaixamento anual admitidos entre 0,54 e 1,26 metros, em ano de precipitação média, para um coeficiente de armazenamento intermédio de 0,05, parecem ajustar-se bem ao estudo realizado, isto para uma extração total anual entre 19240 m³ e 44600 m³, respetivamente.

6.4. Aspetos físico-químicos da água

Relativamente aos aspetos físico-químicos foram analisados localmente, recorrendo ao equipamento de campo de marca WTW Multiline F/SET-2 (Figura 52), os seguintes parâmetros:

- Condutividade Elétrica (CE)
- Temperatura (T)
- pH
- Potencial redox (Eh)



Fig. 52 - Equipamento WTW Multiline F/SET-2.

A análise dos resultados presente na Tabela 15 mostra que, como seria de esperar, a temperatura da água dos poços mais resguardados das variações da temperatura atmosférica é mais baixa (entre 17 °C e 21 °C) que a registada em charcas e lagoas (23 °C e 25 °C). Estas, mais sujeitas à variação das temperaturas atmosféricas diárias em maio. A única exceção é a charca A3, com 18 °C, o que indicia uma origem subterrânea, com uma circulação rápida da água dentro da charcas, parecendo as restantes, na sua maioria, reter fundamentalmente águas de precipitação.

Quanto à condutividade elétrica (CE), os poços apresentam águas pouco mineralizadas (valores de CE entre 180 µS/cm e os 350 µS/cm), com uma exceção, para o poço A7, com 510 µS/cm. Trata-se de águas menos mineralizadas do que o esperado para esta região do Alentejo, o que poderá estar relacionado com a pouca alterabilidade das rochas da área do Monte das Flores. As charcas apresentam valores entre 300 µS/cm e 350 µS/cm, enquanto que as águas das duas lagoas de pedreira apresentam valores entre 120 µS/cm e 150 µS/cm. Estes últimos valores

indicam águas que apresentam pouco contacto com o solo, com uma componente subterrânea provavelmente importante, mas com muita água que entra diretamente através da precipitação e que não atravessa sequer camadas de solo. As temperaturas relativamente elevadas nessas duas lagoas indicam um tempo longo de permanência da água nestes depósitos.

Tabela 15 – Parâmetros físico-químicos medidos *in situ* nos pontos de água dentro da área afeta à “Pedreira do Monte das Flores”.

Ponto	Coordenadas (Datum- Lisboa)		Tipo	Designação	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T ($^{\circ}\text{C}$)	pH	Eh (mV)	Observações
	M (m)	N (m)							
A1	216132,77	173235,52	Poço	P	187	18,0	6,44	32	-
A2	216115,80	173244,74	Poço	P	208	19,9	7,01	0	-
A3	216065,01	173204,55	Charca	C	352	18,0	6,43	33	-
A4	215883,22	173265,87	Charca	C	308	23,6	7,07	-5	-
A5	215912,15	173333,76	Poço	P	-	-	-	-	Não há acesso para recolha de água
A6	215625,76	173626,14	Lagoa de Pedreira	LPdr	152	24,8	9,30	-136	-
A7	215813,61	427058,04	Poço	P	510	17,5	7,05	-4	-
A8	215638,78	173157,46	Poço	P	209	19,7	7,25	-15	-
A9	215604,88	173148,15	Charca	C	123	24,8	8,32	-78	Água extraída da pedreira principal
A10	215443,04	172913,49	Poço	P	350	20,2	6,65	20	-
A11	215617,52	172873,74	Poço	P	336	19,3	6,15	49	-
A12	215858,58	173478,58	Lagoa Temporária	LT	-	-	-	-	Sem água em maio de 2011
A13	215990,90	172707,95	Lagoa de Decantação	LD	-	-	-	-	Parâmetros não foram medidos
A14	215875,80	173339,86	Charca	C	314	23,8	6,34	38	-
A15	215887,84	173376,88	Charca	C	-	-	-	-	Parâmetros não foram medidos
A16	215977,58	173321,56	Charca	C	-	-	-	-	Parâmetros não foram medidos
A17	215980,04	173299,98	Charca	C	-	-	-	-	Parâmetros não foram medidos
A18	215965,62	173241,36	Charca	C	313	23,6	6,38	36	Tem ligação à A17
A19	215960,70	173281,44	Charca	C	296	23,9	6,34	37	-
A20	215822,09	173555,60	Lagoa Temporária	LT	-	-	-	-	Sem água em maio de 2011
A21	215784,47	172975,82	Charca	C	-	-	-	-	Parâmetros não medidos
A22	215491,50	173266,00	Lagoa de Pedreira	LPdr	123	24,8	8,32	-78	Valores medidos no ponto A9 - água presente no ponto A9 é bombeada do ponto A22

Em relação ao pH, a Tabela 15 mostra valores relativamente idênticos para os poços e charcas, que variam entre 6 e 7,30, ou seja, valores ligeiramente ácidos a neutros, perfeitamente naturais nesta região do Alentejo. As exceções correspondem às duas lagoas das pedreiras, onde a pedreira P.O. (Ponto A6) apresenta um pH de 9,30 e, a

lagoa A22, um valor de 8,32, os dois muito básicos, também dentro dos parâmetros normais para esta região. Desconhece-se a razão desses valores, mas parecem estar ligados ao facto de serem escavações dentro da rocha pouco alterada e também, possivelmente, ao facto de serem lagoas permanentes, com muito mais tempo de exposição solar e interação com fatores biológicos.

Quanto ao potencial redox (Eh), como seria de esperar reflete aproximadamente os valores de pH, sendo positivos quando o pH é ácido, próximo de zero quando o pH é próximo da neutralidade e, fortemente negativo no caso de águas fortemente básicas.

6.5. Conclusões

Em função do trabalho e da análise efetuada ao local em estudo e aos dados recolhidos, as disponibilidades hídricas totais dentro da área de intervenção da pedreira serão, em anos médios, de:

- um mínimo de 110000 m³ dentro da pedreira principal;
- até um máximo de 44600 m³ que podem ser retirados dos poços;
- cerca de 4300 m³ podem ser retirados da antiga pedreira ornamental (P.O.) - ponto A6;

Em suma, é expectável uma reserva mínima de aproximadamente 158900 m³ de água na área da pedreira, dependendo da frequência das extrações. Estas deverão ser programadas anualmente, tendo sempre em conta a época do ano e a disponibilidade hídrica local.

Deve ser referido que as reservas determinadas são estimativas, pois para um valor mais concreto do que será possível explorar, é aconselhável a realização de ensaios de caudal.

CAPÍTULO 7

Amostragem

7. Amostragem

Para a caracterização petrográfica, geoquímica e classificação geotécnica do granito existente na área da “Pedreira do Monte das Flores”, foi levada a cabo uma campanha de amostragem, onde se recolheram dez amostras. Os locais desta amostragem foram previamente definidos, de modo a dar uma perspetiva global de toda a área pertencente à exploração, bem como analisar alguns aspetos em particular.

A Tabela 16 e a Figura 53 apresentam a referência de cada uma das amostras, a localização geográfica e a razão que conduziu à sua amostragem. No Anexo 8 podem ser observadas fotos das amostras de forma a dar uma ideia do seu aspeto macroscópico.

Tabela 16 – Amostragem efetuada na “Pedreira do Monte das Flores”.

Referência	Localização		Justificação da amostragem
	Coordenadas Datum 73		
	M (m)	N (m)	
MTF-1	015120,312	-126687,894	Amostra que pretende mostrar aspeto típico de rubefação. Amostra <i>in situ</i> .
MTF-2	015088,692	-126663,957	Amostra de granito com suposta mineralogia mais grosseira comparativamente com o restante piso/pedreira. Amostra <i>in situ</i> .
MTF-3	015255,750	-126679,840	Amostra de granito representativo da região. Foram recolhidos dois provetes. Amostra <i>in situ</i> .
MTF-4	015480,890	-126614,660	Representa o granito normal. Poderá ter o grão mais fino ou é apenas pó na superfície da rocha. Amostra <i>in situ</i> .
MTF-5	015492,800	-126509,790	Amostra de granito normal e representativo. Amostra <i>in situ</i> .
MTF-6	015523,649	-126345,817	Amostra de granito normal e representativo. Recolha de carote.
P.O.	015614,676	-126345,817	Flanco norte da pedreira. Amostra de granito mais representativo da respetiva pedreira. Amostra <i>in situ</i> .
CRC-1	015698,769	-126442,334	Flanco W da pedreira. Amostra de granito félsico, com tonalidade amarelada (granito alterado). Variedade com menos minerais félsicos e com aspeto amarelado. Esta tonalidade deve-se à meteorização/alteração. Amostra <i>in situ</i> .
CRC-2	015698,769	-126442,334	Flanco W da pedreira. Amostra de granito félsico e são. Ocorre junto ao filão pegmatítico, com um aspeto tabular (filão?), muito quartzoso e, possivelmente com menos minerais máficos e grão mais fino comparativamente à restante zona. Amostra <i>in situ</i> .
CRC-3	015698,769	-126442,334	Zona centro/Este. Amostra de suposto granito mais representativo da área, amostrado mais na base da pedreira do caracol. Amostra <i>in situ</i> .

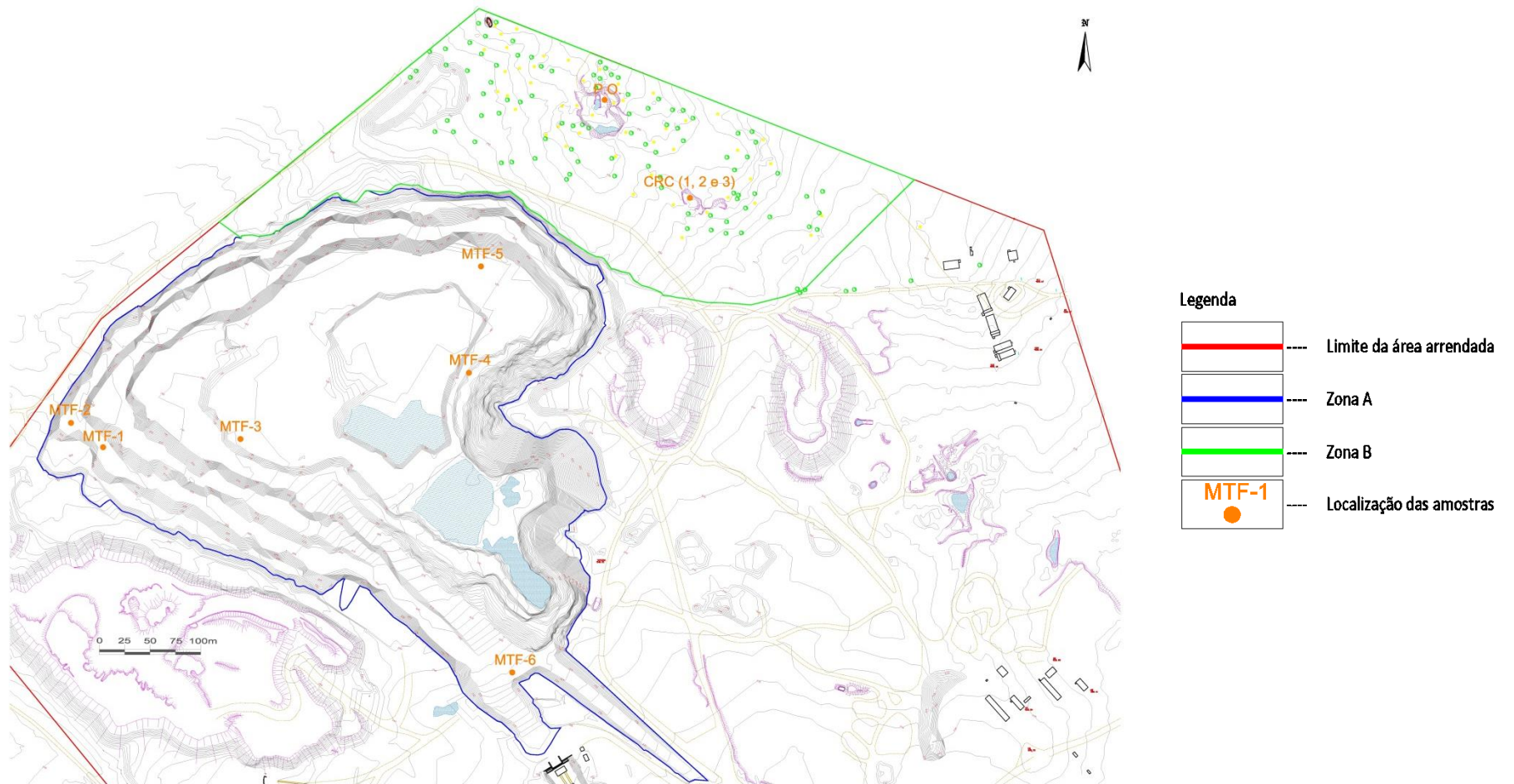


Fig. 53 - Localização da amostragem.

CAPÍTULO 8

Estudo petrográfico de pormenor

8. Estudo petrográfico de pormenor

Ao longo deste capítulo será feita uma exposição e análise das características petrográficas das amostras de granito colhidas na área concessionada da exploração recorrendo-se, para tal, à lâmina delgada.

O estudo petrográfico teve como objetivo a classificação e descrição do tipo de granito existente, bem como a verificação de alguns processos de alteração sofridos pela rocha.

No final do presente capítulo, será apresentada uma tabela que reúne os principais aspetos petrográficos das rochas em questão.

No Anexo 9 pode ser consultada uma descrição detalhada de cada uma das lâminas, acompanhada de fotografias obtidas no microscópio petrográfico.

8.1. Metodologia

A realização das lâminas delgadas decorreu segundo a NP EN 12407 (2007). As diferentes amostras sujeitas a análise petrográfica foram submetidas a uma preparação prévia, tendo sido utilizados para o efeito diferentes equipamentos:

- *Charriot* munido de disco diamantado de 500 mm de diâmetro de marca Cedima, de forma a reduzir o tamanho da amostra de campo até à dimensão da amostra de mão;
- Serra de precisão Discoplan-TS (marca Struers), possuindo acoplada uma mó de desgaste;
- Placas de vidro e placa de aquecimento;
- Pós abrasivos de carbonato de silício com granulometria de 240, 400, 800 e 1000 mesh;
- Verniz protetor;
- Cola Araldite;
- Microscópio petrográfico.

É de realçar que para o correto manuseamento desses mesmos equipamentos, as amostras devem possuir uma dimensão adequada.

De seguida é feita a descrição das diferentes fases de execução:

1. O processo iniciou-se com o auxílio do *charriot* Cedima (Figura 54), dada a necessidade de reduzir as amostras de campo à dimensão aproximada de uma mão fechada (Figura 58-A).



Fig. 54 - Serra elétrica para corte da amostra inicial.

2. Depois das amostras apresentarem a dimensão desejada, com o auxílio da serra de precisão Discoplan-TS (Figura 55), foi cortada uma talisca (Figura 58-B) correspondendo a um pedaço de rocha em forma de paralelepípedo com, aproximadamente, 0,5 cm de espessura.

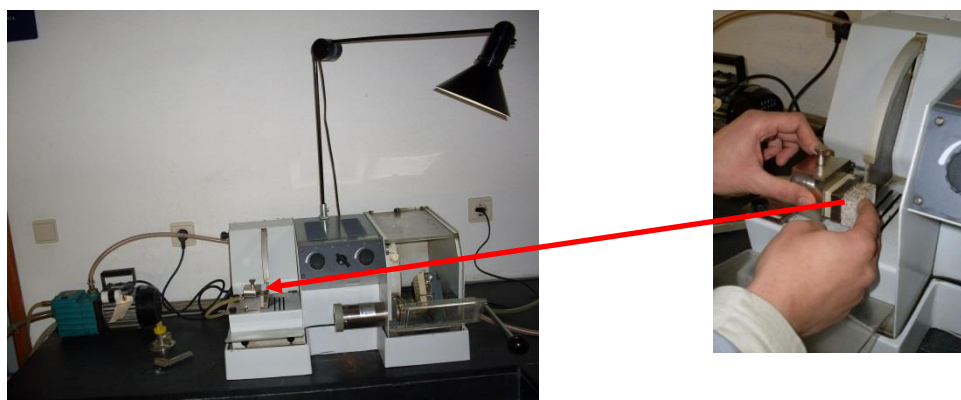


Fig. 55 - Corte da talisca com o auxílio da serra Discoplan-TS.

3. De seguida, procedeu-se ao desgaste de uma das faces da lâmina de vidro utilizando, para tal, a mó de desgaste da serra Discoplan-TS (Figura 56). Este desgaste é feito de modo a aumentar o atrito entre a lâmina de vidro e a talisca, melhorando, desta forma, a aderência vidro/rocha.

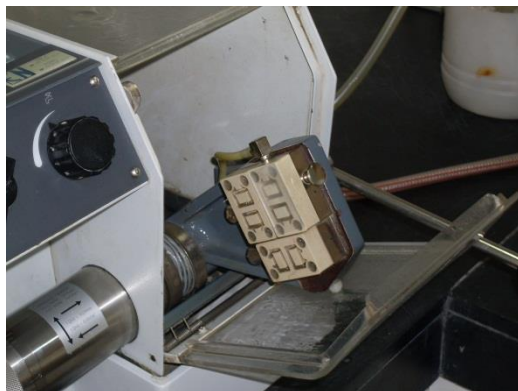


Fig. 56 - Mó de desgaste.

4. Desgaste da superfície da talisca com os diferentes pós abrasivos, de modo a criar uma superfície plana que será colada à lâmina de vidro (Figura 57).

Nesta fase não foi dada grande importância à sequência dos pós abrasivos utilizados contudo, optou-se primeiramente pelo pó com granularidade de 1000 mesh, seguindo-se o de 800, 400 e 240 mesh, sucessivamente.



Fig. 57 - Desgaste da lâmina delgada.

4. Colou-se a talisca à lâmina de vidro com cola Araldite, tendo sido necessárias três horas de secagem. De seguida, através da serra de precisão Discoplan-TS, cortou-se a talisca de modo a reduzir a sua espessura até aproximadamente ter 50 microns (Figura 58-C, 58-D e 58-E).

5. Desgaste final da lâmina delgada, utilizando os diferentes pós abrasivos. Nesta fase o processo de desgaste iniciou-se com o pó de granulometria de 1000 mesh, seguindo-se o de 800, 400 e 240 mesh. A utilização do tipo de pó variou consoante a evolução do desgaste da lâmina, recorrendo-se ao microscópio petrográfico de modo a controlar a cor dos minerais e a espessura de toda a lâmina. O desgaste era dado por terminado quando era atingida a espessura desejada, entre 25 e 30 microns (Figura 58-F).

6. Por fim, colocou-se a laca protetora na lâmina (Figura 58-G).

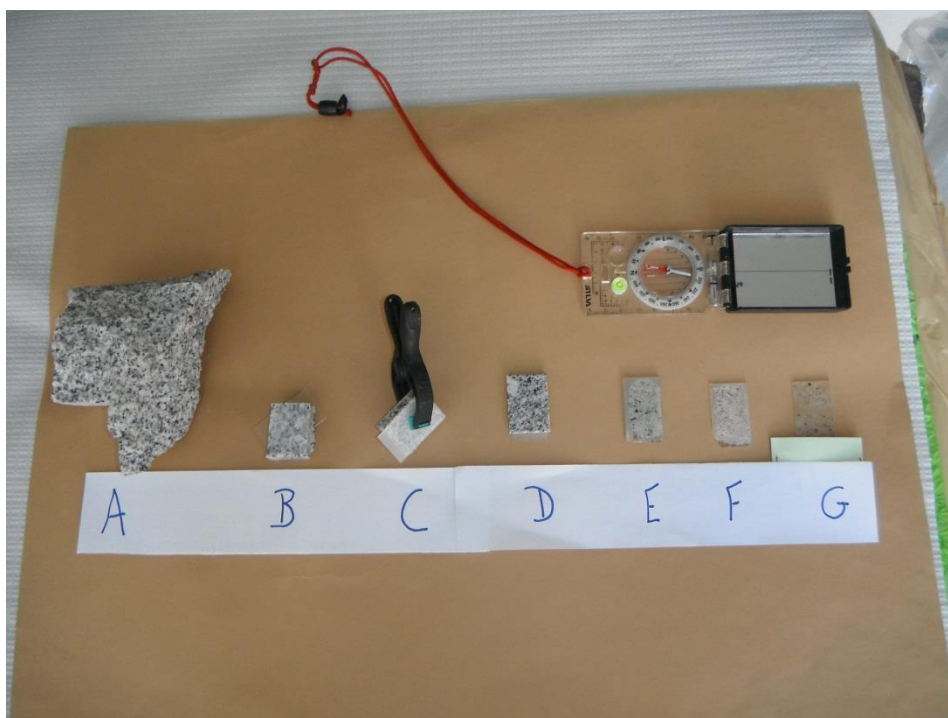


Fig. 58 - Diferentes fases de passagem da amostra de rocha a lâmina delgada. (A - Amostra de mão de onde foi cortada a talisca; B - Talisca de rocha, com aproximadamente 0,5 cm de espessura e lâmina de vidro onde foi colada a talisca; C - Colagem da talisca à lâmina de vidro; D - Colagem na lâmina de vidro; E - Desgaste da lâmina; F - Lâmina delgada com desgaste final; G - Lâmina protegida com laca). Escala: Bússola com 100 mm de comprimento.

8.2. Descrição petrográfica

Após a observação de todas as lâminas delgadas, foi possível tecer algumas considerações e estabelecer comparações em relação às diferentes amostras. De um modo geral, os granitos amostrados (MTF-1, MTF-2, MTF-3, MTF-4, MTF-5, MTF-6,

P.O., CRC-1, CRC-2 e CRC-3) evidenciam características petrográficas muito semelhantes entre si (Tabela 17), com exceção das variedades mais alteradas (MTF-1 e CRC-2) ou de granularidade fina (CRC-2). Deste modo, apresenta-se uma descrição geral que pretende ser representativa do granito existente na área concessionada à empresa Tecnovia.

À escala macroscópica, a rocha apresenta uma tonalidade clara (leucocrata), devido à baixa percentagem de minerais máficos (biotite), que oscila entre 5% e 15% e pela elevada percentagem de minerais félsicos (quartzo, feldspato e plagioclase), que varia entre 85% e 95%.

Quanto à composição modal, as rochas analisadas apresentam como mineralogia primária essencialmente quartzo (35-45%), feldspato potássico (25-30%) e plagioclase (20-25%). Quanto à mineralogia acessória, os minerais que foram observados com maior frequência foram a apatite e o zircão. Em relação aos minerais secundários ocorre moscovite e clorite observando-se, ocasionalmente, calcite e epídoto.

De acordo com o diagrama classificativo de Streckeisen (1976) (Figura 59) e, atendendo à composição modal obtida, é possível classificar as rochas analisadas como granitos.

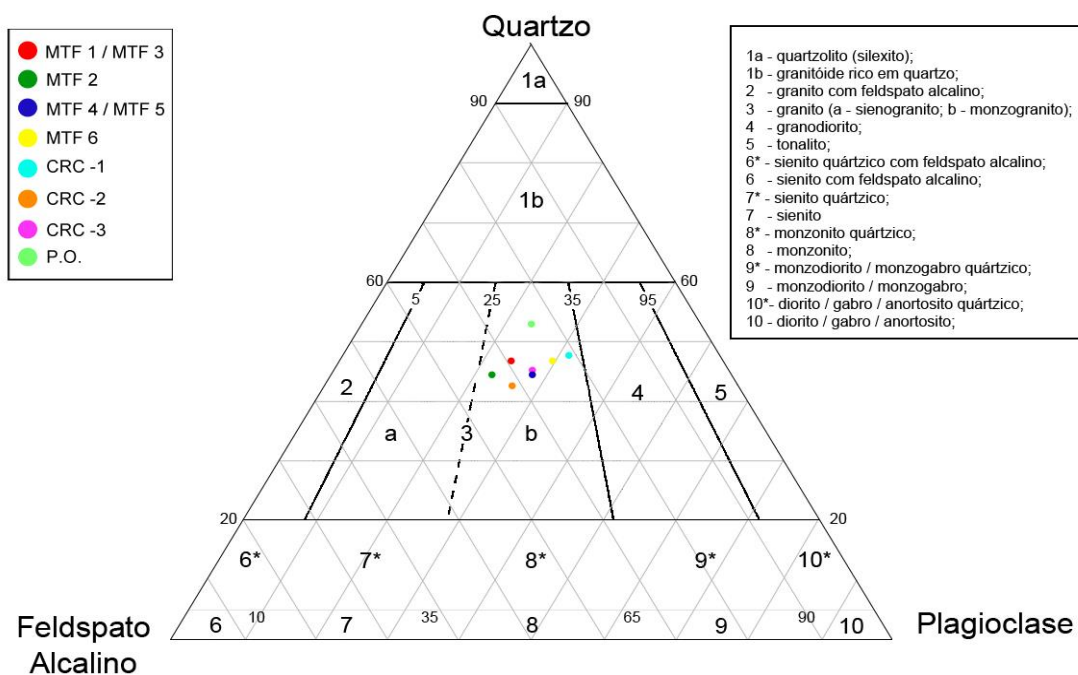


Fig. 59 - Diagrama Classificativo de Streckeisen (1976).

As rochas amostradas (ver Anexo 9 para descrição detalhada) apresentam, na sua generalidade, uma textura hipidiomórfica, com uma granularidade que vai de média a grosseira.

A amostra que revelou maiores diferenças texturais foi a CRC-2, que ocorre sob a forma de um filão sub-horizontal, sem expressão cartográfica, apresentando uma granularidade bastante fina.

A amostra CRC-2 revela também, macroscopicamente, um tom amarelado. No entanto não exhibe microscopicamente uma alteração significativa que a individualize das restantes amostras.

A variedade litológica que se destaca à escala macroscópica pela sua tonalidade rosada é a amostra MTF-1 (vide Anexo 8). Esta, apesar de apresentar uma composição mineralógica idêntica às restantes amostras, revela um elevado grau de sericitização dos feldspatos e rubefação dos feldspatos alcalinos.

A clorite é, de um modo geral, rara ou incipiente, ocorrendo quer associada à biotite - substituindo-a, quer constituindo pequenos cristais isolados.

A moscovite de origem secundária, pouco abundante, ocorre texturalmente sobre a biotite e/ou clorite.

Apesar da generalidade das amostras se encontrarem extremamente sãs, pode ocorrer uma sericitização muito fraca que, quando existente, concentra-se no núcleo dos cristais de plagioclase.

Na Tabela 17 é efetuada uma exposição das características observadas, em lâmina delgada, de cada uma das amostras.

Tabela 17 – Síntese dos resultados das observações das lâminas delgadas.

Ref.	Localização	Mineralogia primária félsica (%)	Biotite (%)	Acessórios observados	Secundários	Evidências de alteração	Textura	Classificação
MTF-1	Piso 1	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	10-15	Apatite	Moscovite, clorite e calcite sob a forma de veios	Sericitização intensa nos feldspatos; Rubefação intensa dos feldspatos alcalinos.	Hipidiomórfica. Granularidade média a grosseira.	Granito
MTF-2	Piso 1	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Zircão e apatite	Moscovite e clorite	Sericitização e turvação residual incipiente.	Hipidiomórfica. Granularidade média a grosseira.	Granito
MTF-3	Piso 4	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Apatite e zircão	Moscovite e clorite	Sericitização.	Hipidiomórfica a xenomórfica. Granularidade média, com cristais de quartzo bem desenvolvidos e cristais de plagioclase com dimensões mais reduzidas. Cristais poiquilíticos de feldspato potássico.	Granito
MTF-4	Piso 4 - Lado Este da pedreira	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Zircão	Moscovite e clorite	Sericitização residual.	Hipidiomórfica. Granularidade média.	Granito
MTF-5	Piso 4 - Zona Oeste da pedreira	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Zircão	Moscovite e epidoto	Sericitização e turvação, associados à zona central dos cristais de plagioclase.	Hipidiomórfica. Granularidade fina a média.	Granito
MTF-6	Piso 1 - Junto a acesso ao de fundo de pedreira	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	10-15	Zircão e apatite	Clorite e epidoto	Sericitização, relativamente mais intensa em alguns cristais de plagioclase.	Hipidiomórfica. Granularidade média a grosseira.	Granito

Nota: Q - quartzo; F.P. - Feldspato potássico; P - Plagioclase

(continuação)

Ref.	Localização	Mineralogia primária félsica (%)	Biotite (%)	Acessórios observados	Secundários	Evidências de alteração	Textura	Classificação
P.O.	Flanco Norte da "Pedreira Ornamental"	40-45 Q 25-30 F.P. 20-25 P	10-15	Zircão e apatite	Moscovite e clorite.	Ligeira turvação e sericitização da plagioclase, sendo mais evidente nos cristais de menores dimensões.	Hipidiomórfica. Granularidade média a grosseira; cristais de maiores dimensões de plagioclase que aparecem dispostos em agregados, sendo o quartzo o mineral mais abundante da rocha.	Granito - Idêntico à amostra MTF-3 e MTF-5.
CRC-1	Flanco Oeste da "Pedreira do Caracol"	40-45 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Zircão	Moscovite e epidoto.	Ligeira turvação e sericitização dos cristais de plagioclase, associadas essencialmente ao centro dos cristais. Cor amarelada em amostra de mão.	Hipidiomórfica a xenomórfica. Granularidade média. Localmente, no seio da matriz de granularidade fina, ocorrem agregados de granularidade média.	Granito de grão fino - poderá ser considerado um microgranito.
CRC-2	Flanco Oeste da "Pedreira do Caracol"	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Zircão	Moscovite e clorite.	Sericitização e turvação residuais.	Hipidiomórfica e inequigranular. Granularidade fina.	Granito
CRC-3	Flanco centro/Este da "Pedreira do Caracol"	35-40 Q 25-30 F.P. 20-25 P	5-10	Zircão	Moscovite e clorite.	Sericitização e turvação elevadas. Ligeira turvação e sericitização dos cristais de plagioclase, associadas essencialmente ao centro dos cristais.	Cor amarelada em amostra de mão. Hipidiomórfica e equigranular. Granularidade média a grosseira.	Granito

Nota: Q - quartzo; F.P. - Feldspato potássico; P - Plagioclase

CAPÍTULO 9
Análise Geoquímica

9. Análise Geoquímica

Neste capítulo será feita uma exposição das características geoquímicas do granito existente na área da “Pedreira do Monte das Flores”.

As amostras selecionadas (vide Capítulo 7) para análise foram a MTF-1, MTF-3 e P.O. (Tabela 18). Esta escolha não aconteceu de forma aleatória. Pelo contrário, foi realizada tendo como principais objetivos controlar a rubefação verificada ao longo dos planos de falha/fraturação na zona de exploração (MTF-1) e comparar o granito são, colhido na pedreira (MTF-3), com o granito são da zona possível de expansão da mesma (P.O.).

Tabela 18 – Amostras sujeitas a análise e razão da sua escolha.

Amostra	Justificação da amostragem
MTF-1	Granito com rubefação, colhido na zona em exploração.
MTF-3	Granito são, colhido na zona em exploração.
P.O.	Granito são, colhido na zona de expansão da corta da pedreira.

A localização das amostras supracitadas encontra-se na Figura 60.

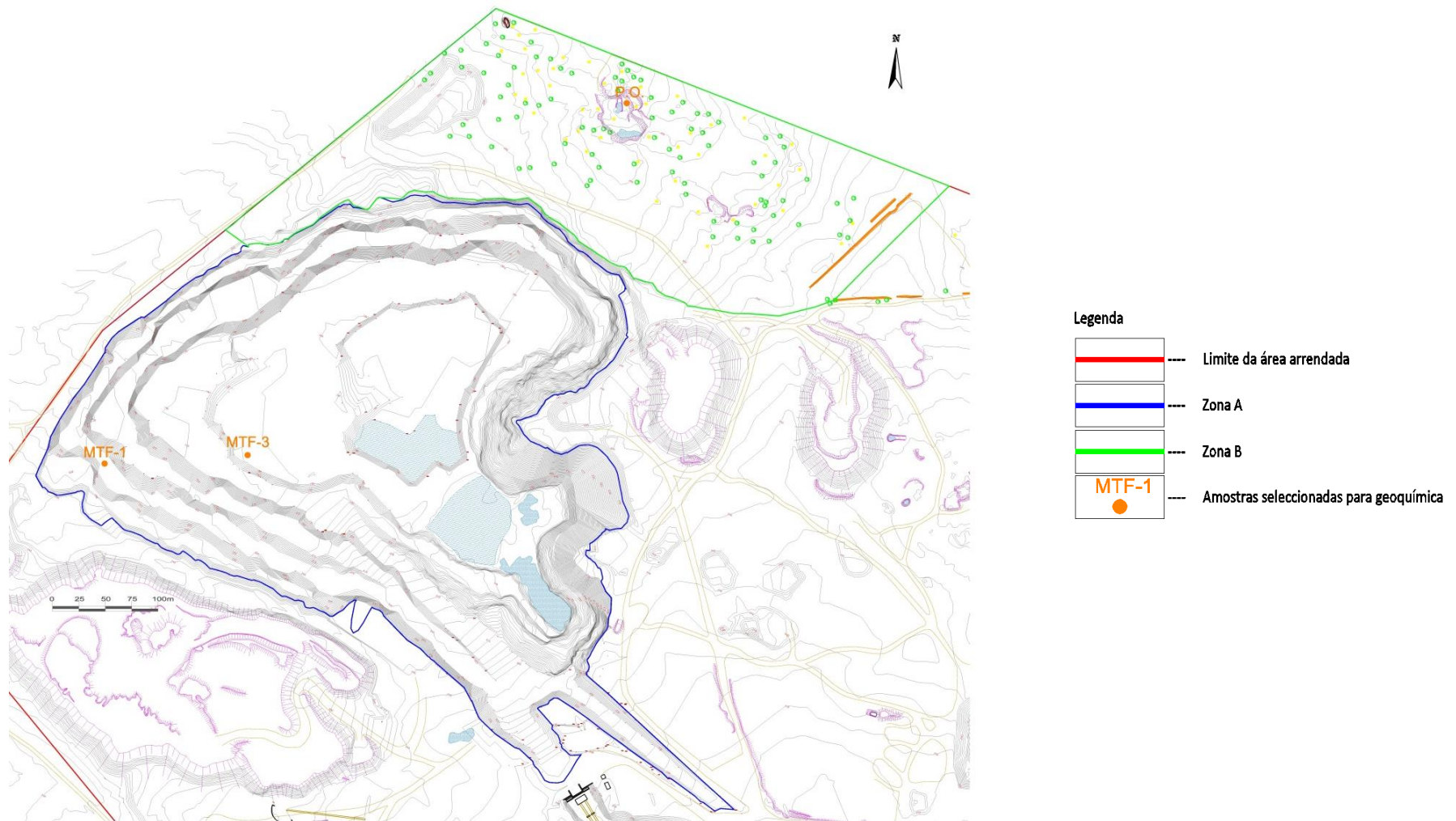


Fig. 60 - Localização das amostras alvo de análise geoquímica.

9.1. Metodologia

O material colhido foi fragmentado com recurso a uma marreta e a uma prensa hidráulica, rejeitando-se as partes exteriores, expostas ao ar. Posteriormente, esse material foi moído com o auxílio de um moinho de maxilas (marca Retsch) até uma dimensão próxima dos 5 mm³. O material daqui resultante foi quarteado até se obter cerca de 125 gramas, que foram reduzidas a pó num moinho de ágata (de marca Siebtechnik), a uma dimensão inferior aos 200 mesh. No fim de cada moagem o moinho era devidamente limpo com álcool etílico, evitando-se assim possíveis contaminações entre as diferentes amostras.

9.2. Geoquímica de rocha total - Resultados

Para análise da rocha total (elementos maiores e traço) as amostras foram enviadas para o *Activation Laboratories Ltd.* (Ancaster, Canadá) e a referência selecionada foi 4LITHO Major Elements Fusion ICP(WRA)/Trace Elements Fusion ICP/MS(WRA4B2) (vide Anexo 10 de modo a consultar a folha completa de resultados).

Nas Tabelas 19, 20 e 21 podem ser observados os dados obtidos através da geoquímica de rocha total, para elementos maiores em percentagem e para elementos traço em ppm, respetivamente.

Os métodos analíticos utilizados para efetuar a presente análise geoquímica foram o FUS-ICP e o FUS-MS, sendo respetivamente Fusion inductively coupled plasma e Fusion mass spectrometry. Para uma explicação detalhada das técnicas usadas dever-se-á proceder à consulta do *site* da *Activation Laboratories Ltd.* (s.d.).

Para o tratamento de dados utilizou-se como ferramenta a folha de cálculo CIPW (Hollocher, s.d.).

Tabela 19 – Dados de geoquímica de rocha total para os elementos maiores.

Método Analítico	Elemento Químico	Limite de deteção	MTF-1 (%)	MTF-3 (%)	P.O. (%)
FUS-ICP ¹	SiO ₂	0,01	74,14	72,51	73,21
	Al ₂ O ₃	0,01	14,45	15,40	15,23
	Fe ₂ O ₃ (T)	0,01	1,75	1,82	1,68
	MnO	0,001	0,04	0,04	0,04
	MgO	0,01	0,60	0,56	0,52
	CaO	0,01	0,42	1,94	1,88
	Na ₂ O	0,01	4,48	4,18	4,09
	K ₂ O	0,01	3,20	3,08	3,36
	TiO ₂	0,001	0,23	0,24	0,22
	P ₂ O ₅	0,01	0,09	0,09	0,10
	LOI ²		1,42	0,59	0,49
	Total	0,01	100,80	100,40	100,80
	TOTAL			99,38	99,81

¹ FUS-ICP - Fusion inductively coupled plasma.

² LOI - Loss On Ignition.

Tabela 20 – Dados de geoquímica de rocha total para elementos traço.

Método Analítico	Elemento Químico	Limite de deteção	MTF-1 (ppm)	MTF-3 (ppm)	P.O. (ppm)
FUS-ICP ¹	Sc	1,00	4,00	4,00	4,00
	Be	1,00	3,00	4,00	3,00
	V	5,00	12,00	15,00	14,00
FUS-MS ³	Cr	20,00	20,00	20,00	< 20,00
	Co	1,00	3,00	2,00	2,00
	Ni	20,00	< 20,00	< 20,00	< 20,00
	Cu	10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00
	Zn	30,00	60,00	60,00	70,00
	Ga	1,00	18,00	20,00	20,00
	Ge	0,50	< 1,00	2,00	1,00
	As	5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
	Rb	1,00	155,00	133,00	139,00
	Sr	2,00	166,00	232,00	227,00
	Y	0,50	11,00	11,00	10,00
	Zr	1,00	108,00	115,00	96,00
	Nb	0,20	5,00	5,00	4,00
	Mo	2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
	Ag	0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	In	0,10	< 0,20	< 0,20	< 0,20
	Sn	1,00	4,00	5,00	10,00
	Sb	0,20	0,70	5,60	1,00
	Cs	0,10	8,40	9,60	9,70
	Ba	3,00	441,00	443,00	446,00
	La	0,05	19,40	19,50	18,20
Ce	0,05	39,50	39,30	36,50	
Pr	0,01	4,22	4,24	3,98	
Nd	0,05	15,30	15,20	14,10	
Sm	0,01	3,00	3,20	2,80	

(continuação)

Método Analítico	Elemento Químico	Limite de deteção	MTF-1 (ppm)	MTF-3 (ppm)	P.O. (ppm)
FUS-MS ³	Eu	0,005	0,65	0,72	0,68
	Gd	0,01	2,20	2,40	2,10
	Tb	0,01	0,30	0,40	0,30
	Dy	0,01	1,90	1,90	1,70
	Ho	0,01	0,30	0,30	0,30
	Er	0,01	0,90	1,00	0,80
	Tm	0,005	0,14	0,14	0,12
	Yb	0,01	0,90	0,90	0,80
	Lu	0,002	0,14	0,15	0,13
	Hf	0,10	2,90	3,10	2,40
	Ta	0,01	0,70	0,90	0,80
	W	0,50	< 1,00	< 1,00	< 1,00
	Ti	0,05	0,90	0,70	0,70
	Pb	5,00	6,00	23,00	24,00
	Bi	0,10	< 0,40	< 0,40	< 0,40
	Th	0,05	7,70	7,10	6,30
U	0,01	2,80	2,90	2,30	

³ FUS-MS - Fusion mass spectrometry.

Tabela 21 – Outros dados geoquímicos determinados.

		MTF-1	MTF-3	P.O.
A/CNK ⁴		1,25	1,12	1,10
A/NK ⁵		1,33	1,51	1,47
FeO(T) ⁶	calculado	1,57	1,64	1,51
REE (Total de terras raras)	TOTAL	88,85	89,35	82,51

⁴ A/CNK - Relação [(Alumínio) / (Cálcio x Sódio x Potássio)], ou seja, $[(Al_2O_3)/(CaO+Na_2O+K_2O)]$, segundo Shand (1947).

⁵ A/NK - Relação [(Alumínio) / (Sódio x Potássio)], ou seja, $[(Al_2O_3)/(Na_2O+K_2O)]$.

⁶ FeO (T) - Óxido de ferro total, na forma de ferro II (Fe^{2+}).

9.3. Análise macroelementar

As três amostras analisadas apresentam concentrações elevadas em sílica (SiO_2), correspondendo a rochas graníticas, o que vai ao encontro da classificação petrográfica obtida (vide Tabela 17).

Do ponto de vista macroelementar as três rochas analisadas correspondem, quando projetadas no diagrama TAS (Total alcalis *versus* sílica) (Figura 61), adaptado para rochas plutónicas (Wilson, 1989), a granitos s.s..

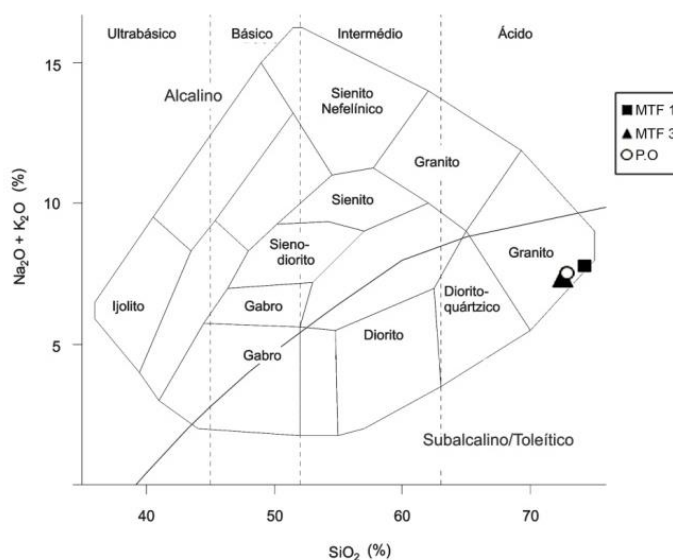


Fig. 61 - Diagrama TAS ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (%) vs SiO_2 (%)) de Cox *et al.* (1979) adaptado, para rochas plutónicas, por Wilson (1989), aplicado aos granitos na “Pedreira do Monte das Flores”. A linha que separa os campos alcalinos e subalcalinos é de Miyashiro (1978).

Quando aplicada a classificação De la Roche *et al.* (1980) para rochas plutónicas (Figura 62), verificou-se que as amostras também se projetam no campo dos granitos.

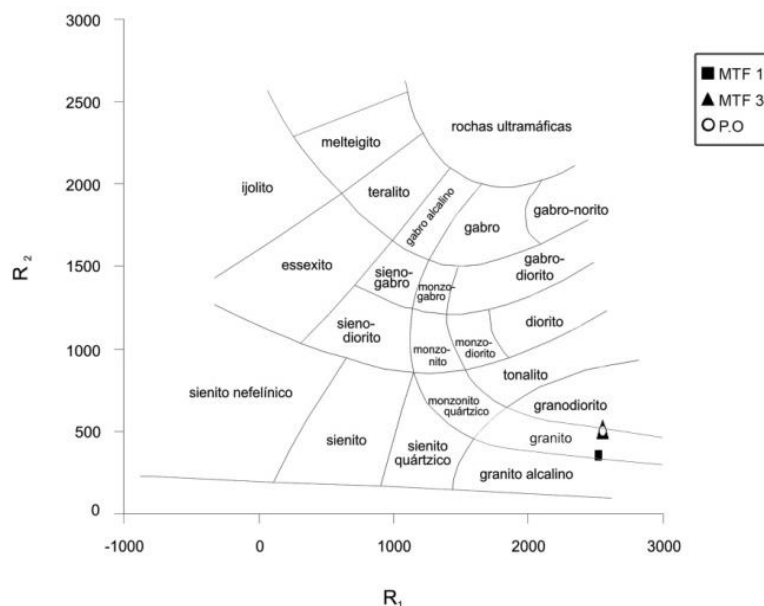


Fig. 62 - Diagrama $R_1=4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)$ vs $R_2=6Ca+2Mg+Al$ de De la Roche *et al.* (1980), aplicado aos granitos na “Pedreira do Monte das Flores”.

Como já foi referido, as amostras MTF-3 e P.O. exibem concentrações muito semelhantes em termos macroelementares. Contudo, a amostra MTF-1 revela algumas diferenças nas concentrações dos elementos maiores, nomeadamente, em SiO_2 , CaO e LOI (Loss On Ignition ou perda ao rubro). Nesta amostra, a concentração mais elevada em SiO_2 é acompanhada por uma menor concentração de CaO e maior LOI. Elementos como o Fe, Mg, Mn e Ti mostram valores muito próximos se for tido em conta a dispersão verificada no total das amostras.

O valor mais elevado de LOI na amostra MTF-1 está de acordo com o facto da amostra corresponder a um granito “ruborizado” e este parâmetro traduzir, genericamente, o grau de alteração de uma rocha. Este mecanismo de rubefação do granito, apresentando um tom rosado a avermelhado dos feldspatos alcalinos, está presente na “Pedreira do Monte das Flores”, invariavelmente associado, geométrica e espacialmente, a planos de fratura e/ou falha. Este mecanismo de rubefação traduz um processo de alteração hidrotermal devido à interação com águas superficiais (Massart *et al.*, 2010). O tom avermelhado dos feldspatos alcalinos ($(K,Na)AlSi_3O_8$) reflete a presença de cristais sub-microscópicos de hematite (Putnis *et al.*, 2007), por vezes associado a minerais de argila (Hall *et al.*, 1989). Os valores mais baixos de LOI apresentados por MTF-3 e P.O. traduzem o aspeto são destas amostras, sem qualquer evidência de rubefação.

9.4. Classificação modal

Com base na análise química das rochas procedeu-se ao cálculo da composição normativa CIPW segundo Hollocher (s.d.). Os resultados obtidos encontram-se expressos nas Tabelas 19, 20 e 21. Para o cálculo de Fe^{3+} foi usado o parâmetro 0,5 de Midlemost (1989).

A classificação de Barker (1979) (Figura 63), usada para rochas plutónicas félsicas com mais de 10% de quartzo, confirma que as amostras correspondem a granitos s.s. A diferença observada traduz a menor concentração em CaO da amostra MTF-1.

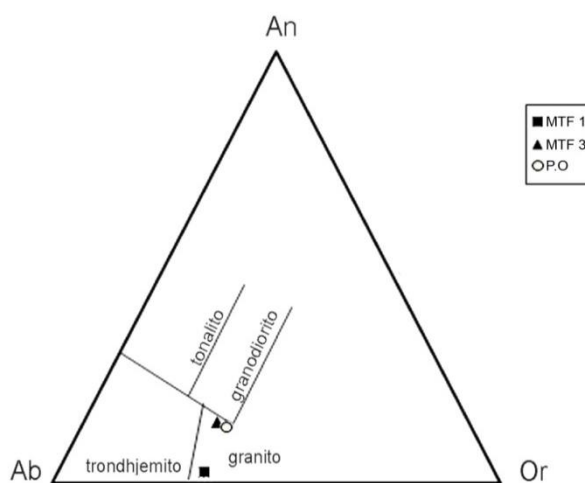


Fig. 63 - Diagrama classificativo de Barker (1979) para rochas granitóides (>10% volume de quartzo), aplicado aos granitos da “Pedreira do Monte das Flores”.

A classificação Q'-ANOR (Streichisen & Le Maitre, 1979) (Figura 64), baseada na composição normativa, corrobora os resultados anteriores da análise petrográfica, isto é, as amostras correspondem a granitos. No entanto, é pertinente referir de que a amostra MTF-1 projeta-se no campo dos granitos alcalinos, refletindo uma vez mais, a concentração mais baixa em CaO.

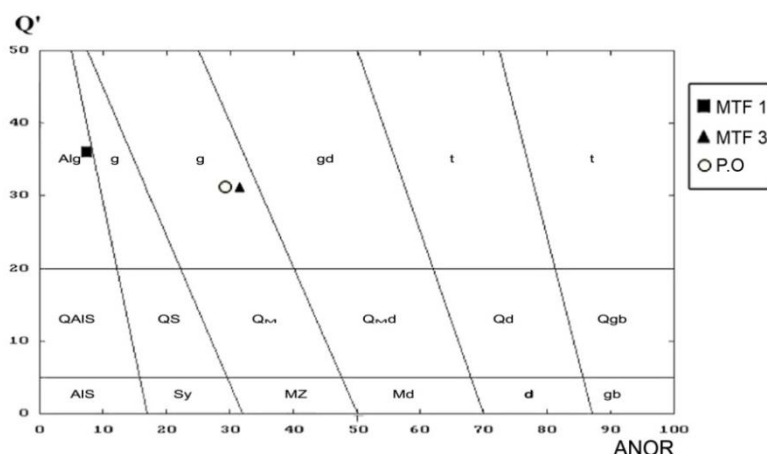


Fig. 64 - Diagrama classificativo dos granitos amostrados na “Pedreira do Monte das Flores”, utilizando composições normativas no diagrama de Streckeisen & Le Maitre (1979), para rochas plutónicas onde $Q' = \text{Quartzo} / (\text{Quartzo} + \text{Ortoclase} + \text{Albite} + \text{Anortite})$ e $ANOR = 100 \times \text{Anortite} / (\text{Ortoclase} + \text{Anortite})$.

9.5. Análise oligoelementar

A composição em termos de elementos menores mostra a forte semelhança entre os três granitos amostrados. Os perfis multielementares (Figura 65) e de elementos de terras raras (lantanídeos) (Figura 66) mostram um forte paralelismo entre si [respetivamente para as amostras MTF-1, MTF-3 e P.O.: $(\text{Th}/\text{Nb})_N$: 12,92; 11,91 e 13,21; $(\text{Th}/\text{Zr})_N$ 9,39; 8,14 e 8,65], confirmando a forte semelhança geoquímica. Os perfis de elementos de terras raras mostram um ligeiro enriquecimento em ETRL - Elementos de terras raras leves - (La_N/Lu_N de 4,74 a 5,82) e com anomalias negativas em Eu (Europium) muito baixas (respetivamente para as amostras MTF-1, MTF-3 e P.O.: $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,841; 0,864; 0,902$).

As diferenças a assinalar dizem respeito aos elementos Rb e Sr. Sendo que o primeiro é mais elevado e o segundo é mais baixo na amostra MTF-1, comparativamente às amostras MTF-3 e P.O. (vide Tabela 20). Provavelmente, estas diferenças estão relacionadas com a remobilização do Sr, associado ao Ca, que é também inferior na amostra MTF-1. Poderão traduzir uma substituição de feldspato-plagioclase por feldspato-alcalino referido em mecanismos de rubefação (Putnis *et al.*, 2007).

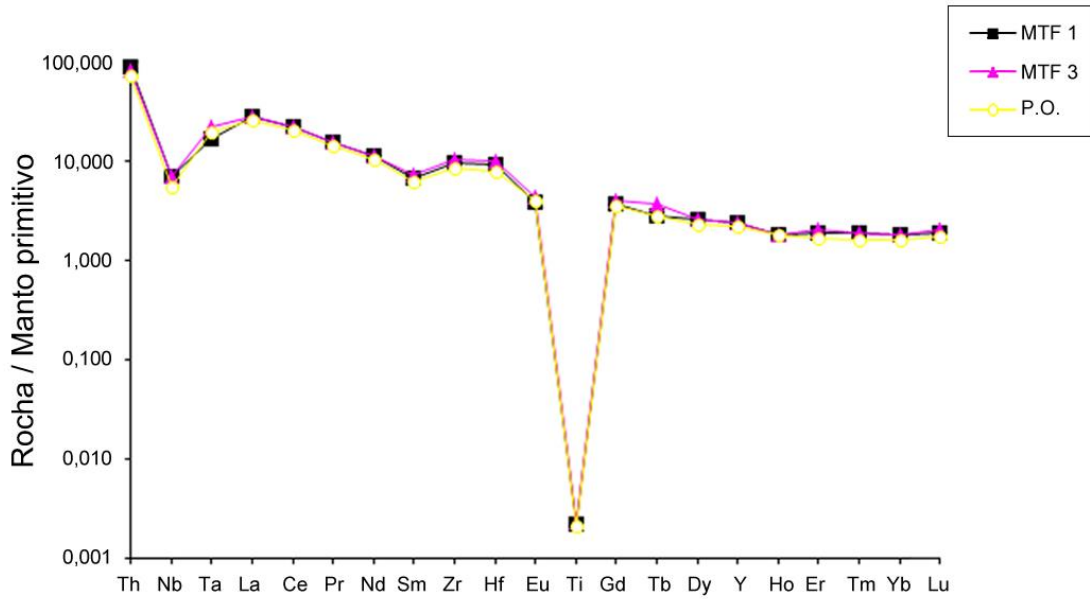


Fig. 65 - Diagrama multielementar. Normalização manto primitivo segundo Sun e McDonought (1989).

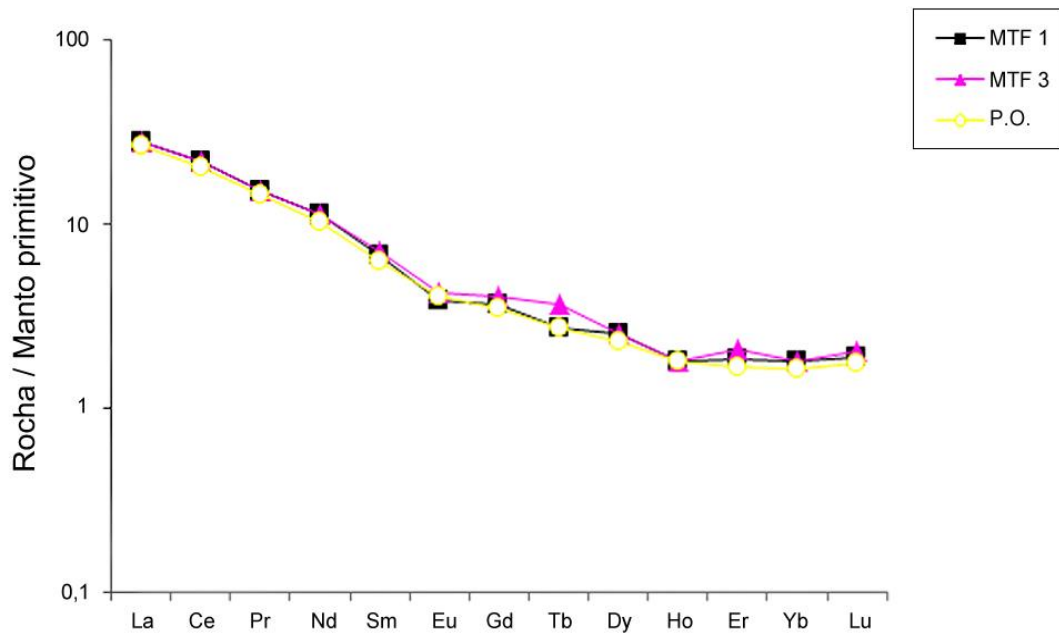


Fig. 66 - Diagrama multielementar para elementos terras raras. Normalização manto primitivo segundo Sun e McDonough (1989).

CAPÍTULO 10

Classificação geotécnica do maciço rochoso

10. Classificação geotécnica do maciço rochoso

No presente capítulo é feita uma descrição geotécnica do maciço rochoso que ocorre na “Pedreira do Monte das Flores”. Por se tratar de um sistema de classificação generalista, neste trabalho foi utilizada a Descrição Geotécnica Básica (“Basic Geotechnical Description” - BGD), proposta pela Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISRM, 1981).

Considerou-se a BGD como a classificação mais adequada para as formações geológicas em estudo pelo facto de se tratar de um código de linguagem que permite a descrição do maciço rochoso, em particular, do seu comportamento mecânico, de forma não ambígua, por ser uma classificação baseada em medições muito simples e não apenas na observação direta do maciço rochoso ou de amostras provenientes de furos de sondagem, e, ainda, por conter informação, tanto quanto possível, quantitativa, que permite a resolução de problemas práticos. Assim, com a finalidade de efetuar a caracterização do comportamento mecânico do maciço rochoso, a BGD tem em consideração as seguintes características:

a) A designação da rocha, acompanhada de uma descrição geológica simplificada, a qual deve incluir a estrutura geológica do maciço, o seu grau de fraturação, descrição macroscópica da rocha e o grau de alteração do maciço rochoso. Esta descrição é bastante útil pois fornece uma informação importante, nomeadamente no que respeita à sua influência no comportamento mecânico do maciço.

b) Duas características estruturais do maciço rochoso: a espessura de camadas e o espaçamento entre as fraturas. Estes dois parâmetros são considerados pelo facto de: i) terem uma influência considerável no comportamento mecânico do maciço rochoso, ii) a sua avaliação quantitativa não ser, em regra, difícil; e, iii) serem aspetos morfológicos essenciais para a descrição do maciço.

c) Duas características mecânicas: a resistência à compressão uniaxial do material rochoso e o ângulo de atrito das descontinuidades. A consideração destes dois parâmetros nesta classificação justifica-se pois: i) desempenham um papel fundamental no comportamento mecânico do maciço rochoso; ii) através dos seus valores é, em regra, possível deduzir outras características mecânicas, nomeadamente, quando analisados tendo em consideração o tipo de rocha e a caracterização geológica; iii) a sua determinação pode ser obtida recorrendo a ensaios simples ou ainda através da experiência técnica do especialista; e, iv) o seu significado

ser não ambíguo para todos os especialistas envolvidos em estudos de maciços rochosos.

10.1. Metodologia

O principal objetivo da aplicação desta classificação foi o de efetuar um zonamento geotécnico do maciço rochoso em estudo, baseado no reconhecimento geológico de superfície realizado (vide Capítulo 4) e na amostragem efetuada em locais selecionados (vide Capítulo 7), para a posterior realização de ensaios laboratoriais de caracterização mecânica.

Quanto ao tipo de rocha e às características estruturais do maciço, estas foram obtidas através do reconhecimento geológico de superfície, onde foi reunida a informação relativa à litologia, à alteração do maciço rochoso e ao espaçamento entre fraturas. Toda esta informação foi ainda complementada pela consulta da carta geológica da região e planta da área de estudo, respetivamente às escalas de 1/50000 e de 1/1000. Obviamente, tratando-se de um maciço rochoso ígneo, não foi aplicada a característica estrutural relativa à espessura de camadas (L), considerando o seu valor nulo (L_0).

Com o objetivo da determinação das características mecânicas, ou seja, a resistência à compressão uniaxial e o ângulo de atrito das fraturas, foi realizada uma campanha de ensaios laboratoriais e de campo que se descrevem de seguida.

Pelo facto de se verificar uma grande proximidade geográfica entre as amostras CRC-1 e CRC-2 e devido à reduzida representatividade da amostra CRC-2, optou-se por agrupar a amostra CRC-1 com a amostra CRC-2, atribuindo-lhes um único local de amostragem, denominado por CRC-1/2.

O ensaio de resistência à compressão uniaxial foi efetuado segundo a NP EN 1926 (2008), com o objetivo de determinar a resistência à compressão uniaxial ou tensão de rotura da rocha.

Aparenta tratar-se de um ensaio relativamente simples e de fácil realização, mas na realidade isso não se verifica. Tal facto já foi anteriormente analisado por diversos autores, tendo-se concluído que os resultados do ensaio podem ser influenciados por fatores internos e externos, dificultando a interpretação dos dados obtidos. Além dos fatores internos (composição mineralógica, a relação dimensional entre os tamanhos

do grão e do provete, a porosidade, as descontinuidades e a alteração) existem fatores externos que condicionam de forma significativa os resultados obtidos, tais como: a geometria do provete (forma, relação altura/diâmetro, dimensão); velocidade de deformação aplicada durante o ensaio; condições ambientais (temperatura, humidade relativa, etc.); atrito entre os pratos da prensa e os topos do provete (Pinho, 2003).

A sua execução consiste em aplicar a um provete de rocha com geometria regular, previamente preparado segundo as especificações da Norma, uma força axial compressiva entre os pratos de uma prensa, até o levar à rotura (Figura 67).



Fig. 67 - Realização do ensaio de compressão uniaxial.

Sendo um ensaio utilizado para o estudo da resistência e deformabilidade das rochas, permite determinar, além da resistência à compressão uniaxial (σ_c), outros parâmetros, tais como, as constantes elásticas do material rocha (módulo de deformabilidade, E, e coeficiente de Poisson, ν) (Pinho, 2003).

O valor da tensão na rotura é definido como sendo a resistência à compressão uniaxial da rocha, dado pela seguinte equação:

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad (\text{equação 4})$$

onde:

σ_c - resistência à compressão uniaxial (MPa);

F - força aplicada na rotura (kN);

A - área da secção inicial, transversal à aplicação da força (m²).

Por motivos de natureza logística e por limitações do tempo para a realização do presente trabalho, não foi possível a execução do ensaio em amostras provenientes de todos os locais de amostragem. Além disso, pelas mesmas razões, não foi efetuado o ensaio em dez provetes por cada amostra, como sugere a Norma.

Contudo, os resultados obtidos e a homogeneidade do granito estudado que se verificou, quer no exame macroscópico, quer na análise petrográfica e geoquímica, tornam viável a possibilidade da reprodutibilidade das suas características. Após tratamento dos resultados obtidos em laboratório, chegou-se a um valor médio para a resistência à compressão uniaxial. Foi efetuada uma análise comparativa com os resultados obtidos em ensaios realizados em granitos da região de Évora, os quais permitiram corroborar os resultados obtidos deste estudo.

Uma vez que não foi efetuado o ensaio de compressão uniaxial em todos os locais amostrados, como complemento à campanha desenvolvida na zona B (locais de amostragem: P.O., CRC-1, CRC-2 e CRC-3), que visou a determinação desse parâmetro, foi ainda realizado o ensaio de carga pontual nas amostras CRC-1/2 e CRC-3, segundo a Norma proposta pela ISRM (1985).

O ensaio de carga pontual é um ensaio-índice empregue na classificação da resistência de materiais rochosos, podendo ser executado tanto em laboratório como no campo. Através desta técnica é obtida a resistência à carga pontual, $I_{s(50)}$, valor parâmetro que é um índice de resistência que possibilita prever determinados parâmetros com ele relacionados, sendo o caso da resistência à tração e à compressão uniaxial (Pinho, 2003).

O equipamento utilizado foi do tipo portátil, o que permite a sua utilização quer no laboratório, que no campo (Figura 68).



Fig. 68 - Equipamento utilizado, no ensaio de carga pontual.

O princípio da técnica do ensaio consiste em colocar o provete entre duas ponteiros cónicas de metal duro. De seguida, é medida a distância D entre as ponteiros, sendo posteriormente aplicada uma força pontual crescente, comprimindo a amostra, de modo a provocar a sua rotura entre 10 e 60 segundos, por desenvolvimento de fissuras de tração paralelas ao eixo da carga, como mostra a Figura 69.

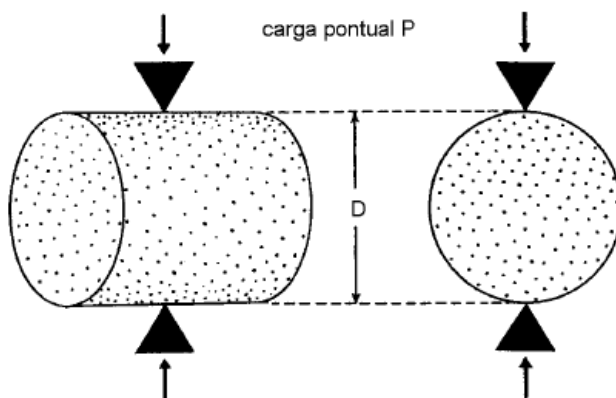


Fig. 69 - Princípio de aplicação da força no provete, no ensaio de carga pontual.

Após a rotura do provete verifica-se a validade do ensaio, isto é, o plano de rotura a passar pelos dois pontos de aplicação da carga e, por fim, regista-se o valor marcado nos manómetros da força máxima aplicada, em kN.

O valor de resistência à carga pontual não corrigida - I_s - é determinada por P/D_e^2 , em que, P é a força aplicada na rotura e D_e é o diâmetro equivalente do provete. No presente estudo, por se tratar de um ensaio axial, de blocos e massas irregulares, o valor de D_e^2 é dado pela seguinte equação:

$$D_e^2 = \frac{4 \times A}{\pi} \quad (\text{equação 5})$$

onde:

$A = W \times D$ (mínima área de secção transversal de um plano que passa pelos pontos de contacto das ponteiras cónicas).

O índice de resistência à carga pontual corrigido - $I_{s(50)}$ - é definido como o valor de I_s que teria sido determinado num ensaio diametral com um $D=50$ mm ou próximo desse valor. Pelo motivo de I_s variar consoante o valor de D , é necessário efetuar a sua correção quando a amostra possui um diâmetro diferente de 50 mm, para obter um valor normalizado, de modo a ser utilizado para classificar a resistência do material rochoso. Esta correção foi feita a partir da equação que a seguir se apresenta:

$$I_{s(50)} = \frac{F}{I_s} \quad (\text{equação 6})$$

onde F é o fator de correção da grandeza, tendo sido determinado pela equação seguinte:

$$F = \left(\frac{D_e}{50}\right)^{0,45} \quad (\text{equação 7})$$

Ao realizar este ensaio é recomendada a execução de pelo menos 10 ensaios, ou mais se a amostra for anisotrópica ou heterogénea, de modo a efetuar uma aproximação mais fidedigna ao resultado final.

Após realização dos ensaios e tratamento dos resultados foi calculado o valor médio de $I_{s(50)}$, tendo sido desprezados os dois valores mais elevados e os dois mais baixos, dos 10 ensaios válidos, nas amostras CRC-1/2 e CRC-3. De modo a obter o valor de

compressão uniaxial a partir do ensaio de carga pontual foi adotada uma correlação proposta por Broch e Franklin (1972), para maciços de rochas ígneas granitóides de grande resistência, que é dada pela equação 8

$$\sigma_c = 22 \times I_{s(50)} \quad (\text{equação 8})$$

onde:

σ_c : valor estimado para a resistência à compressão uniaxial;

$I_{s(50)}$: valor médio de resistência à carga pontual corrigido.

O ensaio com o martelo de Schmidt (do tipo L) foi executado segundo a Norma proposta pela ISRM (1978a). É recomendado por Taylor e Spears (1981) e Martin (1986), por ser o ensaio índice mais simples e rápido na caracterização de materiais (Pinho, 2003).

Trata-se de um ensaio expedito, que deve ser efetuado numa superfície lisa e afastado das descontinuidades, pois estas podem ser responsáveis por uma eventual dispersão de resultados (Figura 70).



Fig. 70 - Realização do ensaio com o martelo de Schmidt.

Neste contexto, a realização deste ensaio índice teve como objetivo fazer a estimativa do valor de resistência à compressão uniaxial da amostra MTF-2, na qual não foi possível realizar ensaios de compressão uniaxial, assim como, estimar o valor de

resistência à compressão uniaxial dos planos das discontinuidades do maciço rochoso (JCS), nos diferentes locais de amostragem selecionados. O parâmetro JCS, assim como, o coeficiente de rugosidade da discontinuidade (JRC) e a tensão efetiva normal (σ'_n), foram necessários para obter o ângulo de atrito das diaclases (ϕ_{pico}), através da equação seguinte, proposta pela ISRM (1978b):

$$\phi_{\text{pico}} = JRC \times \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma'_c} \right) \times \phi_r \quad (\text{equação 9})$$

onde:

ϕ_{pico} - ângulo de atrito de pico;

JRC - “joint roughness coefficient” - rugosidade mais comum verificada ao longo dos planos das discontinuidades;

JCS - “joint wall compression strength” - resistência à compressão uniaxial do plano das discontinuidades;

σ'_n - tensão efetiva normal;

ϕ_r : ângulo de atrito residual.

O valor de JRC, segundo a ISRM (1978b), é obtido tendo em conta a rugosidade típica verificada ao longo dos planos das discontinuidades, como se indica na Figura 71.

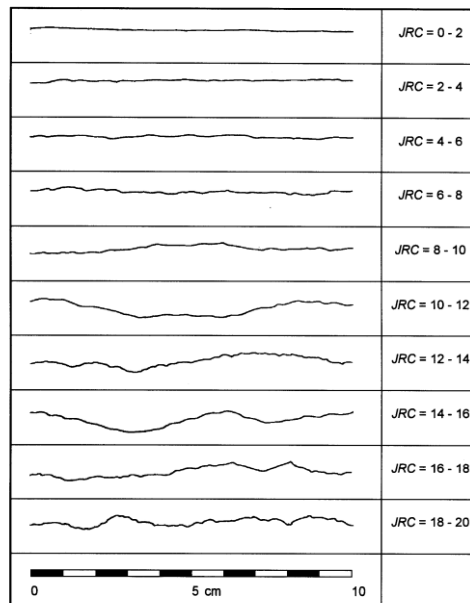


Fig. 71 - Perfis de rugosidade típicos e respetivo valor de JRC (Barton & Choubey, 1977).

Desta forma, tendo em conta com o observado na área em estudo, o valor adotado de JRC foi igual a 8.

A estimativa do valor de JCS foi baseada no valor obtido para a dureza de Schmidt e no peso volúmico da rocha, como se mostra na Figura 72 (Miller, 1965). O valor do peso volúmico da rocha foi obtido tendo em conta o conhecimento da litologia da região e a consulta da base de dados *online* do LNEG (Leite & Moura, s.d.) adotando-se, para este tipo de material rochoso, o valor de 27 kN/m³.

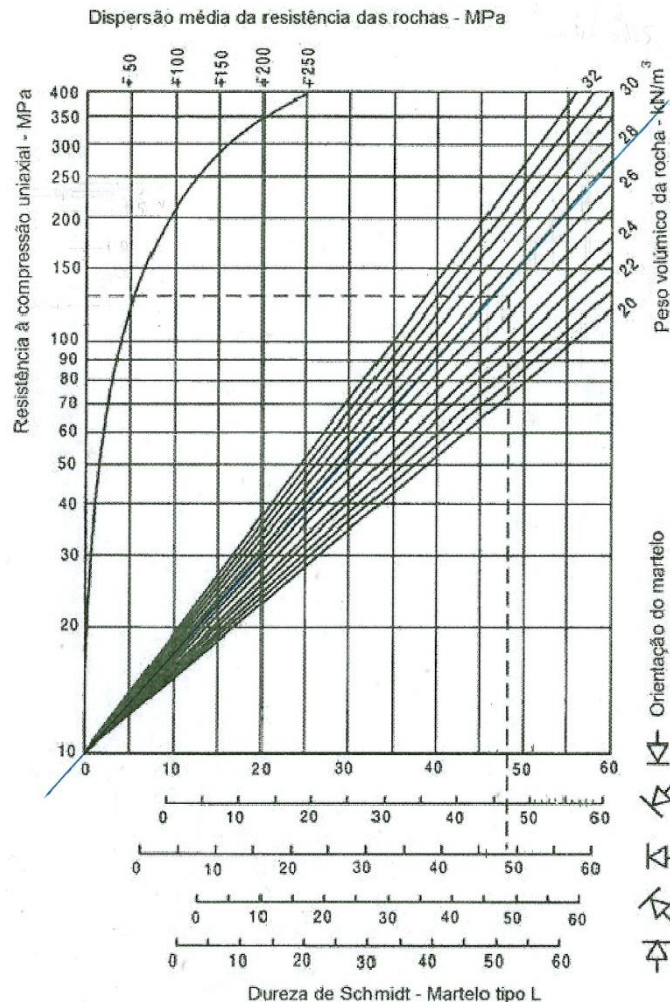


Fig. 72 - Ábaco para estimativa do valor de resistência à compressão uniaxial, baseada nos resultados obtidos para a dureza de Schmidt (Miller, 1965).

O valor da tensão efetiva normal (σ'_n) é determinado tendo em conta a profundidade média em que foi efetuada cada amostragem e o valor aproximado da massa volúmica aparente do granito em estudo. Quanto à profundidade da colheita, esta variou consoante a amostragem realizada e, o valor da massa volúmica aparente, foi obtido de acordo com o conhecimento das propriedades físicas do granito da região em estudo, tendo sido baseado na consulta da base de dados *online* do LNEG (Leite & Moura, s.d.) adotando-se, para este tipo de material rochoso, o valor de 2700 kg/m³.

O ângulo de atrito residual para uma rocha do tipo do granito em estudo, segundo Barton e Choubey (1977), pode variar entre 25° e 35°, tendo sido adotado o valor de 30°.

10.2. Resultados

Atendendo aos resultados apresentados na Tabela 22, verifica-se que os provetes das amostras colhidas na zona A, exceto no caso das amostras MTF-5 e MTF-6, apresentam uma resistência à compressão uniaxial ligeiramente inferior, quando comparados com os provetes das amostras da zona B (amostra P.O.). Isto deve-se, possivelmente, ao facto do maciço rochoso da zona A, se encontrar mais afetado pelos desmontes a fogo realizados ao longo dos anos e pela inevitável exposição à erosão. De facto, o maciço apresenta, assim, uma micro-fraturação promovida por este tipo de desmonte, que explica o comportamento menos resistente do material rochoso constituinte das amostras ensaiadas. No Anexo 11 pode ser consultada a folha de ensaio de cada uma das amostras, bem como as fotografias dos provetes antes e após o ensaio.

Tabela 22 – Resultados obtidos no ensaio de compressão uniaxial.

Ref.	Provete	Altura - h (mm)	Largura - \bar{L} (mm)	Área – A (mm ²)	Força na rotura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - σ_c (MPa)
MTF-1	1	52,18	53,40	2786,41	204,2	73,28
	3	53,20	52,98	2818,54	291,7	103,49
	4	52,93	53,10	2810,58	304,1	108,20
MTF-3	1	52,28	53,60	2802,21	238,9	85,25
	2	51,77	52,64	2725,17	239,6	87,92
MTF-4	2	48,78	49,23	2401,44	225,5	93,90
	3	52,57	52,07	2737,32	124,7	45,56
MTF-5	1	53,32	52,67	2808,36	209,7	74,67
	2	51,05	50,36	2570,88	347,0	135,05
	3	51,23	51,97	2662,42	350,6	131,68
MTF-6	2	48,65	51,36	2498,66	314,4	125,83
P.O.	1	52,03	53,91	2804,94	334,8	119,36
	2	54,38	51,66	2809,27	333,5	118,71
	3	53,16	54,52	2898,28	303,7	104,79

A análise da Tabela 22 revela que as amostras MTF-5 e MTF-6, pertencendo à zona A, apresentam valores superiores (exceto a amostra MTF-5, provete 1) aos que se registaram nos provetes da amostra P.O.. Isto pode ser explicado pelo facto da amostra MTF-6 se localizar numa frente de desmonte que foi abandonada há alguns anos e a amostra MTF-5 se situar num flanco da pedreira relativamente recente, ou seja, ambas as amostras se encontram em áreas da zona A menos perturbadas pelas vibrações transmitidas ao terreno pelo desmonte com explosivos. No entanto, esta conclusão poderá ser suscetível de discussão, uma vez que o número de provetes é reduzido, em particular na amostra MTF-6. É ainda de registar que o provete 1 da amostra MTF-5 revelou um dos piores valores de resistência à compressão uniaxial, o que poderá complicar as conclusões retiradas.

Outro fator que pode ainda explicar a elevada resistência à compressão uniaxial da amostra MTF-5 é esta encontrar-se na frente de pedreira próxima da zona B, onde foram obtidos valores elevados para a resistência à compressão (amostra P.O.).

Quanto às oscilações nos valores de resistência à compressão uniaxial dos provetes pertencentes às amostras MTF-3, MTF-4 e MTF-5, estes podem ser explicados não só pelo motivo anteriormente referido (micro-fraturação induzida pelos desmontes a fogo), mas também pela descompressão do próprio maciço e pelo facto de se localizarem nos pisos inferiores da pedreira (quarto piso, cota 185 metros) sendo por isso, mais afetadas pela concentração das tensões induzidas pelos pisos superiores no fundo da exploração, o que favorece uma maior intensidade de micro-fraturas no material rochoso. Ainda em relação à amostra MTF-4, esta foi recolhida num flanco da exploração abandonado há alguns anos pois constatou-se que o granito teria uma qualidade inferior, corroborando de certo modo os resultados obtidos na campanha de sondagens mecânicas, realizada pela Universidade do Porto (vide Figura 8).

A amostra MTF-1 foi selecionada de modo a verificar o comportamento do material de preenchimento das descontinuidades. Apesar de ter sido verificado nos provetes da amostra MTF-1 evidências de fenómenos de alteração primária ou deutérica do granito (sericitização dos feldspatos) obtiveram-se valores elevados para a resistência à compressão uniaxial, comprovando que o material rochoso, apesar da sua tonalidade rosada, não sofreu qualquer fenómeno de alteração meteórica ou secundária, tratando-se assim de uma rocha sã a pouco alterada, muito dura, (vide Figura 73 e 74).



Fig. 73 - Provetes da amostra MTF-1 antes do ensaio.



Fig. 74 - Provetes da amostra MTF-1 após ensaio.

Quanto aos provetes da amostra P.O., apresentam valores de compressão elevados, não apenas por serem provenientes de uma zona menos perturbada pelos processos de desmonte a fogo, mas também por serem constituídos por um granito, naturalmente, mais são.

A média dos valores de resistência à compressão uniaxial obtida para a totalidade da amostragem é de aproximadamente de 100 MPa. Deste modo, como se pode verificar na Tabela 23, constata-se que, segundo a BGD (ISRM, 1981), o granito da “Pedreira do Monte das Flores” apresenta, em regra, uma resistência à compressão elevada (classe S₂).

Tabela 23 – Resistência à compressão uniaxial da rocha (ISRM, 1981).

Intervalos (MPa)	Símbolos		Designação	
> 200	S ₁		muito elevada	
60 - 200	S ₂	S ₁₋₂	elevada	elevada
20 - 60	S ₃	S ₃	média	moderada
6 - 20	S ₄		baixa	
< 6	S ₅	S ₄₋₅	muito baixa	baixa

Por fim, ao comparar o valor médio de resistência à compressão uniaxial do granito da “Pedreira do Monte das Flores” com granitos similares que ocorrem na região de Évora (Tabela 24), verifica-se que o valor obtido, em termos médios, foi muito idêntico aos restantes, validando os resultados obtidos nos ensaios realizados neste estudo.

Tabela 24 – Comparação entre os valores de resistência à compressão uniaxial do granito da “Pedreira do Monte das Flores” e de granitos similares que ocorrem em pedreiras da região de Évora.

Designação	Localização	Resistência à compressão Uniaxial (MPa)
Granito - cinzento	Évora - Monte das Flores	100,51
Granito - Branco Vimeiro	Évora - Vimeiro	145,83
Granodiorito - Branco/ Preto do Barrocal	Évora - Senhora da Tourega	111,60
Granodiorito - Cinzento Escuro	Évora - S. Vicente do Pigeiro	136,31

Na Tabela 25 são apresentados os resultados obtidos no ensaio de carga pontual para as amostras CRC1/2 e CRC-3. Como já referido na fase introdutória do presente capítulo, este ensaio foi executado por não ser possível a realização do ensaio de compressão uniaxial em todos os locais amostrados. No Anexo 12 pode ser consultada a folha de ensaio de cada uma das amostras, bem como as fotografias dos provetes antes e após o ensaio.

Deste modo, através da equação 8, foi estimado o valor para a resistência à compressão uniaxial das amostras supracitadas.

Tabela 25 – Estimativa dos valores de compressão uniaxial, a partir dos resultados no ensaio de carga Pontual.

Referência	$I_{s(50)}$ (KN/mm)	σ_c (MPa)
CRC-1/2	11,50	253
CRC-3	5,8	128

Como os valores de resistência à compressão uniaxial nas amostras CRC-1/2 e CRC-3 foram alcançados através de um ensaio índice, nomeadamente de carga

pontual, não são valores característicos, mas sim representativos de uma ordem de grandeza acerca da resistência à compressão uniaxial. Por esta razão, não é aconselhável efetuar qualquer comparação entre os valores obtidos nestas amostras e os obtidos através do ensaio de resistência à compressão uniaxial.

Na Tabela 26 são apresentados os resultados do ensaio do martelo de Schmidt. A realização deste ensaio teve como objetivo determinar o valor médio da dureza de Schmidt para cada amostra, de modo a poder correlacionar com o ábaco da Figura 72 e, posteriormente, determinar o valor JCS, que será necessário para a determinação do ângulo de atrito de pico (ϕ_{pico}). No Anexo 13 podem ser consultados os dados obtidos no campo.

Tabela 26 – Resultados obtidos no ensaio do martelo de Schmidt.

Referência	Dureza de Schmidt
MTF-1	52,61
MTF-2	58,41
MTF-3	57,92
MTF-4	57,09
MTF-5	55,0
MTF-6	57,65
P.O.	49,57
CRC-1/2	43,83
CRC-3	47,20

Ao observar a Tabela 26, verifica-se que as amostras localizadas na zona B demonstram uma tendência para apresentar valores inferiores, no que diz respeito à dureza de Schmidt, quando comparados com os das amostras situadas na zona A.

O valor do ângulo de atrito das diaclases (ϕ_{pico}) foi determinado a partir da equação 9, onde se considerou um ângulo de atrito residual (ϕ_r) igual a 30 ° e um perfil típico de rugosidade com um valor de JRC igual a 8, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Cálculo dos valores de JCS, σ'_n e ϕ_{pico} , para as amostras estudadas.

Referência	JCS - MPa	σ'_n - KPa	$\phi_{\text{pico}}(^{\circ})$
MTF-1	210	54000	11
MTF-2	232	54000	11
MTF-3	232	151524	7
MTF-4	225	162000	7
MTF-5	210	175500	7
MTF-6	232	40500	12
P.O.	165	10800	15
CRC-1/2	125	6210	16
CRC-3	135	6210	17

10.3. Zonamento geotécnico

Com a informação recolhida através do reconhecimento geológico de superfície e com os dados obtidos através da realização dos ensaios de resistência à compressão uniaxial, de carga pontual e com o martelo de Schmidt, foi efetuado um zonamento geotécnico tendo em conta os locais amostrados.

Como já foi citado no início do Capítulo 10, o maciço rochoso foi classificado de acordo com a Descrição Geotécnica Básica, classificação proposta pela Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas. Esta tem em consideração as seguintes características: a designação da rocha com uma descrição geológica simplificada (aspetos geológico-estruturais do maciço rochoso nomeadamente o estado de fraturação e de alteração do maciço rochoso e a descrição das características mineralógicas e físicas por exame macroscópico da rocha), duas características estruturais do maciço rochoso (espessura de camadas e o espaçamento entre fraturas) e duas características mecânicas (resistência à compressão uniaxial da rocha e o ângulo de atrito das descontinuidades).

Quanto à litologia, a área onde esta inserida a “Pedreira do Monte das Flores”, segundo a Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Folha nº40-A, conta com

formações de rochas eruptivas, tratando-se de um afloramento de quartzodiorito e granodiorito de grão médio, não porfiróide.

Através da análise macroscópica, a rocha apresenta uma cor leucocrata, uma textura hipidiomórfica e uma granularidade que vai de média a grosseira.

Recorrendo à análise microscópica, constatou-se que, na generalidade, as amostras recolhidas apresentam-se extremamente sãs, no entanto, poderá ocorrer uma ligeira sericitização (vide Tabela 17, Capítulo 8). Tal informação foi comprovada aquando da análise geoquímica realizada, na qual as amostras estudadas correspondem a rochas graníticas.

Relativamente à espessura entre camadas (L), tratando-se de um maciço rochoso ígneo, esta característica não pode ser aplicada, considerando-se o seu valor nulo (L_0).

Através do levantamento geológico verificou-se que o espaçamento médio entre fraturas varia entre os 170 cm e os 390 cm, o que, segundo a Tabela 28 (ISRM, 1981), se insere na classe F_{1-2} , sendo classificadas como afastadas.

Tabela 28 – Espaçamento entre fraturas (ISRM, 1981).

Classes		Intervalo (cm)	Classificação	
F ₁	F ₁₋₂	> 200	Muito afastadas	Afastadas
F ₂		60 – 200	Afastadas	
F ₃		20 – 60	Medianamente afastadas	
F ₄	F ₄₋₅	6 -20	Próximas	Próximas
F ₅		< 6	Muito próximas	

Segundo a BGD (ISRM, 1981) e de acordo com os valores obtidos para o ângulo de atrito de pico (Tabela 27) relativo às fraturas, nos diferentes locais de amostragem, verificou-se que estes são muito baixos, sendo, em regra, inferiores a 15°, correspondendo à classe A₅ (Tabela 29). No entanto, as amostras situadas na zona B, apresentam um ângulo de atrito ligeiramente mais alto, situando-se no intervalo entre 15°-25°, correspondendo à classe A₄ (Tabela 29).

Tabela 29 – Ângulo de atrito das fraturas (ISRM, 1981).

Intervalos (°)	Classe		Designação	
> 45	A ₁		muito elevado	
		A ₁₋₂		elevado
35 - 45	A ₂		elevado	
		A ₃		moderado
25 - 35	A ₃		médio	
		A ₄₋₅		baixo
15 - 25	A ₄		baixo	
		A ₅		muito baixo
< 15	A ₅		muito baixo	

A média dos valores de resistência à compressão uniaxial obtida para a totalidade da amostragem é cerca de 100 MPa. Segundo a BGD (ISRM, 1981), o granito da “Pedreira do Monte das Flores” apresenta, em regra, uma resistência à compressão elevada (classe S₂).

Na Tabela 30 está resumida a amostragem efetuada na “Pedreira do Monte das Flores”, bem como o zonamento efetuada, em função das diferentes características verificadas.

Tabela 30 – Zonamento Geotécnico.

Referência	Amostragem	Caracterização	Zonamento
MTF-1	Amostra que pretende mostrar aspeto típico de rubefação.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₅	
MTF-2	Amostra de granito com suposta mineralogia mais grosseira comparativamente com o restante piso/pedreira.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₁ *; A ₅	
MTF-3	Amostra de granito representativo da região.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₅	ZG1
MTF-4	Representa o granito normal. Poderá ter o grão mais fino ou é apenas pó na superfície da rocha.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₅	
MTF-5	Amostra de granito normal e representativo.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₅	
MTF-6	Amostra de granito normal e representativo.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₅	
P.O.	Amostra de granito mais representativo da respetiva pedreira.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₄	
CRC-1/2	Amostra de granito félsico, com tonalidade amarelada (granito alterado). Variedade com menos minerais félsicos e com aspeto amarelado. Esta tonalidade deve-se à meteorização/alteração.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₁ **; A ₄	ZG2
CRC-3	Amostra de suposto granito mais representativo da área.	L ₀ ; F ₁₋₂ ; S ₂ ; A ₄	

* Valor retirado do ensaio de martelo de Schmidt.

** Valor retirado do ensaio de carga pontual.

Através do estudo realizado é possível concluir que se está perante um maciço rochoso com uma qualidade bastante homogénea em termos das suas características geológicas e geotécnicas. Ainda assim, diferenciam-se duas zonas, ZG1 e ZG2 (Figura 75), com base em pequenas diferenças nos valores da resistência à compressão uniaxial e do ângulo de atrito das fraturas.

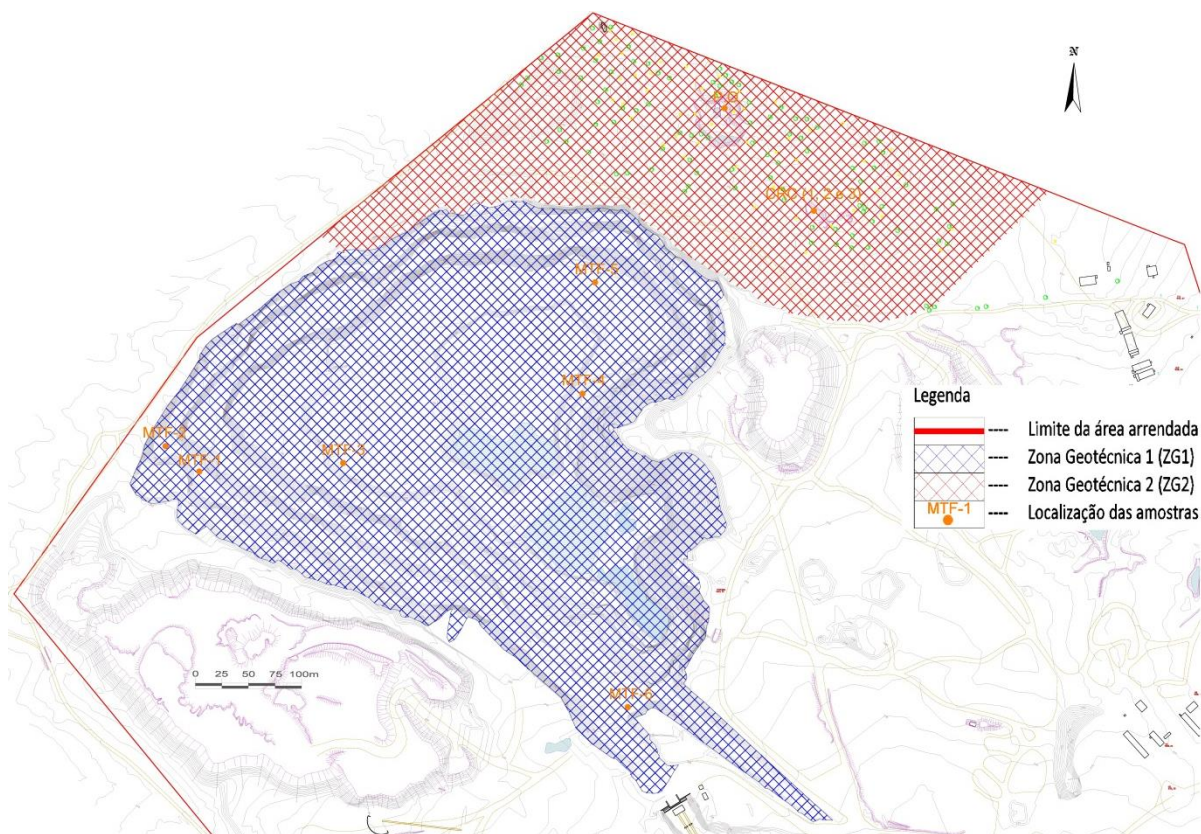


Fig. 75 - Zonamento geotécnico e localização da amostragem realizada.

Na área de amostragem A poderia ser ainda considerada uma sub-zona, pois o valor da resistência à compressão uniaxial da amostra MTF-2 foi superior às restantes amostras inseridas no mesmo zonamento (ZG1). Igualmente, na área de amostragem B poderia ser definida mais uma sub-zona, visto o valor obtido para a resistência à compressão uniaxial da amostra CRC-1/2 ter sido superior às restantes amostras localizadas na ZG2. É de notar, contudo, que o parâmetro em análise nestas amostras foi determinado através de ensaios índice (martelo de Schmidt, na amostra MTF-2, e ensaio de carga pontual na amostra CRC-1/2), sendo que o valor obtido permite apenas uma estimativa, podendo contar com alguma dispersão. Por esta razão, e pela localização geográfica das amostras MTF-2 e CRC-1/2 considerou-se pertinente não efetuar uma distinção.

A fim de obter uma maior consistência dos resultados, dada por um maior número de dados, passíveis de tratamento estatístico, deveria recorrer-se a um número necessariamente superior de amostragens. O facto de muitos parâmetros terem sido determinados através de ensaios índice pode ter influenciado os valores obtidos condicionando, assim, as conclusões retiradas.

CAPÍTULO 11

Discussão dos resultados e conclusões gerais

11. Discussão dos resultados e conclusões gerais

Para a aplicação do balastro em obras de engenharia ferroviária é essencial a realização de uma caracterização geológica e geotécnica de modo a aferir o seu comportamento em obra, assim como, para tirar o máximo proveito das suas propriedades. Assim, no caso particular do granito existente na área estudada, realizaram-se as seguintes tarefas:

- i) Cartografia geológica, tendo sido feita uma avaliação *in situ* do maciço rochoso nas zonas A e B;
- ii) Campanha de prospeção geofísica na zona B, onde foram realizadas duas tomografias de resistividade elétrica e seis sondagens elétricas verticais;
- iii) Estudo hidrogeológico na área afeta à exploração;
- iv) Análise petrográfica de amostras colhidas em diferentes locais;
- v) Análise geoquímica de amostras devidamente selecionadas e;
- vi) Classificação geotécnica do maciço rochoso, através de ensaios físicos e mecânicos em provetes de rocha.

O referido estudo enquadra-se no processo de atualização da homologação da “Pedreira do Monte das Flores”, explorada pela empresa Tecnovia, Sociedade de Empreitadas, S.A, como fornecedora de balastro ferroviário. Para tal, foi utilizada como referência a Instrução Técnica da REFER – IT.GEO.001 (2008), para fornecimento de balastro e gravilha para construção, renovação e conservação de linhas férreas.

De seguida, é feita uma abordagem às principais conclusões obtidas a partir dos estudos efetuados.

i) Através da cartografia geológica realizada verificou-se que a litologia predominante na área em estudo se apresenta bastante monótona, sendo constituída por um granito, na sua maioria, homogéneo e relativamente são, variando apenas, pontualmente, a sua granularidade e textura.

Em termos particulares, observaram-se algumas estruturas geológicas secundárias, tais como, fraturas, planos de falha, raros níveis pegmatíticos e veios de material de origem ígnea, nomeadamente, quartzo.

Com o reconhecimento geológico verifica-se que na zona A (cavidade) predominam duas famílias principais de fraturação, com as atitudes NNE-SSW, vertical e NW-SE, 30-45°NE, denotando-se ainda uma família secundária com a atitude NE-SW, sub-vertical. Relativamente à zona B (área prevista para a expansão da corta), predomina uma família principal de fraturação, com a atitude NNE-SSW, sub-vertical e duas famílias secundárias, com atitudes NW-SE e NE-SW, ambas sub-verticais. No entanto, admite-se que os resultados obtidos para a região B são suscetíveis de discussão, dada a escassez de dados relativos à atitude das fraturas. Contudo, as famílias de fraturas identificadas nas duas zonas possuem orientações idênticas, pelo que parece existir alguma relação entre as zonas A e B reflectindo, assim, uma tendência regional.

No que diz respeito à cartografia realizada na zona A, verificou-se ao longo das frentes de desmonte um espaçamento médio entre fraturas de 170 a 390 cm, sendo classificadas, segundo a ISRM (1981), como afastadas. A abertura média observada nas fraturas, dependendo do piso, pode considerar-se adequado o intervalo 5 e 10 mm, inserindo-se, segundo a ISRM (1978b), na classe das moderadamente largas. Relativamente ao preenchimento, quando existente, verifica-se que as fraturas encontram-se preenchidas por fragmentos de rocha da mesma origem da envolvente e por materiais argilosos. Quanto a critérios de movimento, apesar das dificuldades sentidas na recolha de dados, foram identificadas falhas normais, inversas e de desligamento (esquerdo). Verificou-se ao longo das frentes de desmonte a presença de água associada aos planos de fraturação que é, eventualmente, responsável pela tonalidade avermelhada observada em determinadas zonas da pedreira, evidenciando uma maior alteração da rocha (alteração dos óxidos de ferro).

Os trabalhos realizados na zona B permitiram verificar que a maioria dos afloramentos identificados apresenta uma camada superficial de alteração, constituída por matéria orgânica e uma espessura de poucos centímetros de rocha alterada. No entanto, este fenómeno é muito ténue, sendo provável encontrar-se a pequena profundidade um granito muito homogéneo e são. Verificou-se em alguns afloramentos o fenómeno de disjunção esferoidal, característico da alteração de rochas granitóides, assemelhando-se a uma “casca de cebola”.

A maioria dos afloramentos rochosos cartografados evidencia a presença de dois tipos de marcas - entalhes e guilhações, sugerindo explorações antigas, bem como a P.O. e a CRC onde ainda são visíveis blocos antigos de grandes dimensões. Estas observações permitem mostrar a boa qualidade do granito aflorante.

Através dos trabalhos de campo realizados na zona B, verificou-se uma elevada densidade de afloramentos e blocos em que, muitos deles, distam menos de um metro entre si. Deste modo, é sensato afirmar que na respetiva área, o maciço possivelmente aflora muito próximo da superfície, tendo o granito um aspeto bastante homogéneo, são, pouco alterado e com reduzida fraturação.

ii) A campanha de prospeção geofísica permitiu concluir que a área afeta ao estudo (zona B) é caracterizada por resistividades extremamente elevadas ultrapassando, em muitas situações, a dezena de milhar de $\Omega.m$. Este facto está normalmente associado a rochas relativamente sãs com reduzido grau de fraturação ou pouco fissuradas.

Verificou-se que a zona NW da área estudada apresenta valores de resistividade elétrica mais elevados do que a região SE, existindo mesmo a possibilidade de que nesta última região ocorra uma massa rochosa mais fissurada ou fraturada (ponto onde a SEV 6 foi realizada). Deste modo, poderá assumir-se que a região NW, em termos de qualidade da rocha, seja melhor quando comparada com a região SE. Com a realização das sondagens elétricas verticais ao longo dos perfis, existe a indicação de que, possivelmente, o limite entre rocha sã e rocha mais alterada incline para SE.

Os trabalhos realizados não permitiram determinar com rigor a espessura da possível camada de alteração, existindo uma forte probabilidade desta poder variar entre escassos centímetros e a dezena de metros.

iii) Com a campanha hidrogeológica verificou-se que as disponibilidades hídricas, em anos médios, são, no mínimo, de 110000 m³ no interior da cavidade (ponto de água A22), um máximo de 44600 m³ podem ser retirados dos poços e cerca de 4300 m³ da pedreira P.O. (ponto de água A6). Em suma, podem ser retirados por ano, aproximadamente, 158900 m³ de água por ano, consoante a frequência das extrações.

Deve ser referido que as reservas determinadas são estimativas pois, para um valor mais concreto do que será possível explorar, é aconselhável a realização de ensaios de caudal.

A análise dos resultados presente na Tabela 15 mostra que, como seria de esperar, a temperatura da água dos poços mais resguardados das variações da temperatura atmosférica é mais baixa (entre 17 °C e 21 °C) do que a registada em charcas e lagoas (23 °C e 25 °C).

Na área estudada verificou-se que as águas são menos mineralizadas do que o esperado para a região considerada, podendo este facto estar relacionado com a pouca alterabilidade das rochas existentes.

O pH, de um modo geral, mostra que os valores medidos são os normais para a região, ou seja, ligeiramente ácidos a neutros.

iv) A análise petrográfica permitiu constatar que as rochas amostradas apresentam, na sua generalidade, uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade que vai de média a grosseira.

A variedade litológica que se destaca macroscopicamente é a amostra MTF-1 devido à tonalidade rosada que, apesar do elevado grau de siricitização dos feldspatos, apresenta uma composição mineralógica idêntica às restantes amostras.

Quanto à composição modal, as rochas analisadas apresentam como mineralogia primária essencialmente quartzo (35% - 45%), feldspato potássico (25% - 30%) e plagioclase (20% - 25%). Os minerais secundários observados com maior frequência são a moscovite, a clorite e o epídoto, sendo que, pontualmente, foram identificados minerais de calcite. Quanto à mineralogia acessória, foram identificados minerais de apatite e zircão.

Desta forma, segundo Streckeisen (1976), as amostras analisadas, provenientes dos locais amostrados, classificam-se como granitos.

v) A análise geoquímica realizada às amostras revela elevadas concentrações em sílica (SiO_2), correspondendo a rochas graníticas. Do ponto de vista macroelementar, as três rochas analisadas correspondem, quando projetadas no diagrama TAS (Cox *et al.*, 1979) adaptado para rochas plutónicas por Wilson (1989) e no diagrama R1-R2 (De la Roche *et al.*, 1980), a granitos s.s..

Verifica-se que as amostras MTF-3 e P.O. exibem concentrações muito semelhantes em termos macroelementares. Porém, a amostra MTF-1 revela algumas diferenças nas concentrações dos elementos maiores, nomeadamente em SiO_2 , CaO e LOI (perda ao rubro). Nesta amostra, a concentração mais elevada em SiO_2 é acompanhada por uma menor concentração de CaO e maior LOI.

O valor mais elevado de LOI na amostra MTF-1 está de acordo com o facto da amostra corresponder a um granito “ruborizado” e de, este parâmetro, traduzir,

genericamente, o grau de alteração de uma rocha. Quanto aos valores mais baixos de LOI, apresentados por MTF-3 e por P.O., traduzem o aspeto são destas amostras, sem qualquer evidência de rubefação.

Ao recorrer à classificação de Barker (1979) verificou-se, uma vez mais, que as amostras analisadas correspondem a granitos s.s., sendo de realçar a concentração de CaO menor na amostra MTF-1 que nas restantes.

Através da projeção dos granitos amostrados no diagrama classificativo de Streickeisen e Le Maitre (1979), baseada na composição normativa, verificou-se uma vez mais que as amostras estudadas correspondem a granitos, sendo de realçar que a amostra MTF-1 projeta-se no campo dos granitos alcalinos refletindo, novamente, a concentração mais baixa em CaO.

Quanto à composição em termos de elementos menores, verifica-se uma forte semelhança geoquímica entre as amostras analisadas, com um ligeiro enriquecimento em elementos de terras raras leves e com anomalias negativas em Eu. As diferenças a assinalar dizem respeito à remobilização do Rb e Sr, sendo que o primeiro é mais elevado e o segundo mais baixo na amostra MTF-1, comparativamente às amostras MTF-3 e P.O..

vi) Através da classificação geotécnica é possível concluir que se está perante um maciço rochoso com uma qualidade bastante homogénea em termos das suas características geológicas e geotécnicas. Ainda assim, diferenciam-se duas zonas, ZG1 e ZG2, com base em pequenas diferenças nos valores da resistência à compressão uniaxial e do ângulo de atrito das fraturas.

A ZG1 é a mais representativa pois abrange um maior número de amostras, correspondendo-lhe a MTF-1, MTF-2, MTF-3, MTF-4, MTF-5 e MTF-6. Quanto à análise dos parâmetros estudados, verifica-se que a zona em questão apresenta boas características geotécnicas, com um índice de fraturação baixo, resistência à compressão uniaxial elevada e um ângulo de atrito das fraturas muito baixo.

A ZG2 é bastante similar à ZG1, correspondendo-lhe as amostras P.O., CRC-1/2 e CRC-3, tendo sido definida pelo facto do ângulo de atrito das fraturas ser ligeiramente superior nesta região.

Contudo, poderiam ainda ser definidas duas sub-zonas: uma na área de amostragem A, onde o valor da resistência à compressão uniaxial foi superior na amostra MTF-2, comparativamente às amostras localizadas na ZG1 e, outra, na área de amostragem B, visto que o valor para a resistência à compressão uniaxial na amostra CRC-1/2 foi superior às restantes amostras localizadas na ZG2. No entanto, este parâmetro, nestas duas amostras, foi determinado através de ensaios índice, podendo existir alguma dispersão, pelo que se considerou mais sensato não efetuar essa distinção relativamente ao zonamento realizado.

De forma a obter uma maior representatividade e consistência nos resultados, deveria recorrer-se a um maior número de locais de amostragens, pois alguns dos parâmetros em análise foram determinados por intermédio de ensaios índice, podendo de alguma forma influenciar/condicionar as conclusões retiradas.

Todos os trabalhos realizados no âmbito desta dissertação fazem parte das condições para homologação da “Pedreira do Monte das Flores”, constantes na secção 2.2.3 da Norma IT.GEO.001, onde é requerido o estudo geológico e geotécnico da pedreira que se pretende homologar. No entanto, não foram realizados alguns ensaios, nomeadamente o de Los Angeles e o de Micro-Deval, que deveriam ter sido efetuados nos diferentes tipos texturais de rocha ocorrentes na pedreira.

Porém, os resultados obtidos a partir dos estudos realizados revelaram um maciço granítico bastante competente e são, com particular interesse na zona B, onde ocorre um material pétreo cujas características evidenciam um elevado potencial para a produção de agregados britados e de balastro, com vista à aplicação na construção e manutenção de linhas férreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTIVITION LABORATORIES LTD. (s.d.) – 4Litho – Lithium Metaborate/Tetraborate Fusion – ICP and ICP/MS. Acedido a: 16/06/2013, 14:30H. Disponível em: <http://www.actlabs.com/page.aspx?page=516&app=226&cat1=549&tp=12&lk=no&menu=64>
- ALVES, T. (2011) – *Expansão da Área de Corta da “Pedreira do Monte das Flores”*. (Relatório de Campo – Trabalho de Final de Curso). Universidade de Évora, Departamento de Geociências.
- ANDRADE, A. A. S.; FERREIRA PINTO, A. F. & CONDE, L. E. N. (1976) – Sur la géologie du Massif de Beja: observations sur la transversale d’Odivelas. *Comum. Serv. Geol. Portugal*, vol. 55, pp. 171-202.
- BARKER, F. (1979) – Trondhjemite: Definition, environment and hypotheses of origin. *In: F. Barker (Editor), Trondhjemite, dacites and related rocks*. Elsevier, Amsterdam, pp. 1-12.
- BARTON, N. & CHOUBEY, V. (1977) – The shear strength of rock joints in the theory and practice. *Rock Mechanics*, vol. 10, nº1-2, pp. 1-54.
- BATU, V. (1998) – *Aquifer Hydraulics: A Comprehensive Guide to Hydrogeologic Data Analysis*. John Wiley & Sons, New York, 727 p.
- BROCH, E. & FRANKLIN, J. A. (1972) – The point-load strength test. *Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr.*, vol. 9, pp. 669-697.
- CAMPOS, T.M.P., ANDRADE, M.H.N. & VARGAS Jr., E.A. (1992) – Unsaturated colluviums over rock slide in a forest site in Rio de Janeiro. *6th International Symposium on Landslides*, pp. 1357-1364.
- CARTA MILITAR DE PORTUGAL (1975) – Folha nº 460, à escala 1/25000, levantada, desenhada e publicada pelo Serviço Cartográfico do Exército. Série M 888, Edição 2-S.C.E.P..
- CARTA MILITAR DE PORTUGAL (1976) – Folha nº 459, à escala 1/25000, levantada, desenhada e publicada pelo Serviço Cartográfico do Exército. Série M 888, Edição 2-S.C.E.P..

- CARVALHOSA, A. B.; CARVALHO, A. M. G.; ALVES, C. A. M. & PINA, H. L. (1969) – Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000. *Notícia explicativa da folha nº40-A, Évora. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 26 p.
- CHAMBEL, A. (1990) – Hidrogeologia da Região de Évora. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 126 p.
- CHAMBEL, A. (2011) – *Hidrogeologia – Cálculo de recursos hídricos exploráveis*. (Relatório Técnico). Universidade de Évora, Departamento de Geociências.
- COX, K.; BELL, J.; PANKHURST, R. (1979) - *The interpretation of igneous rocks*. George Allen & Unwin (London), 450 pp.
- DALLMEYER, R. & GARCÍA, E. (1990) – *Pre-Mesozoic geology of Iberia*. Springer-Verlag, Berlin, 416 p.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANDCLAUDE, P. & MARCHAL, M. (1980) – A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses – its relationships and current nomenclature. *Chem. Geol.*, vol. 29, pp. 183-210.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1966) – *Minerais constituintes das rochas – uma introdução* (L. Conde, Trad.). Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 558 p.
- DISCROLL, F. G. (1986) – *Groundwater and wells*. Johnson Screens, U.S.A., 1089 p.
- DUARTE, I. M. R. (2002) – Solos residuais de rochas granitóides a sul do Tejo – Características geológicas e geotécnicas. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Geociências, Univ. Évora, Évora, 373 p.
- EIAPMF (2003a) – Estudo de Impacte Ambiental da Pedreira do Monte das Flores. (Relatório Técnico). MYOSOTIS, Consultoria Ambiental Lda.
- EIAPMF (2003b) – Estudo de Impacte Ambiental da Pedreira do Monte das Flores. (Resumo não Técnico). MYOSOTIS, Consultoria Ambiental Lda.
- FERBRITAS (2008) – *Projecto de Instalação de Aterro de Resíduos Inertes na Pedreira do Monte das Flores* (Pedreira de Évora nº 4366), 34 p.
- FOSSON, H. (2010) – *Structural Geology*. Cambridge University Press, New York, 480 pp.

- HALL, A. M.; MELLOR, A. & WILSON, M. J. (1989) – The clay mineralogy and age of deeply weathered rock in north-east Scotland. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., Supplementband, vol. 72, pp. 97-108.
- HOEK, E. & BROWN, E. T. (1997) – Practical Estimatites of Rock Mass Strength, *Int. J. Rock Mechanics and Mining Sciences*, Pergamon, vol. 34, nº8, pp. 1165-1186.
- HOEK., E. & BRAY, E.T. (1981). Empirical strength criterion for rock masses. *J. Geotech. Engng Div., ASCE*, 106(GT9), pp. 1013-1035.
- HOLLAND, M. (2012) – Evaluation of factors influencing transmissivity in fractured hard-rock aquifers of the Limpopo Province. *International Conference on Groundwater Special Edition*, vol. 38, nº 3, pp. 379-390.
- HOLLOCHER, K. (s.d.) – *Calculation of a CIPW norm from a bulk chemical analysis*. Disponível em: http://minerva.union.edu/hollochk/c_petrology/norms.htm
- ISRM (1978a) – Suggested methods for determining Hardness and abrasiveness of rocks. *Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr.*, vol.15, pp. 89-97.
- ISRM (1978b) – Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. *Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr.*, vol.15, pp. 319-368.
- ISRM (1981) – Basic geotechnical description of rock masses. Int. Society of Rock Mechanics, Comission on Classification of Rocks and Rock Masses. *Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr.*, 18, pp. 85-110.
- ISRM (1985) – Suggested method for determinig point load strength. *Int. J. Rock Mechanics Min. Sci. Geomech. Abstr.*, 22, pp. 54-60.
- IT.GEO.001 (2008) – *Fornecimento de Balastro e Gravelha* (v. 03). Rede Ferroviária Nacional – REFER, EP.
- JULIVERT M.; FONTBOTÉ, J.; RIBEIRO A. & CONDE L. (1974) – Memória explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. *Inst. Geol. Min. España*, Madrid, 101 p.
- KRÄSNY, J. (1997) – Transmissivity and permeability distribution in hard rock environment: a regional approach. *Proc. of Rabat Symposium S2 Hard Rock Hydrosystems*, IAHS Publication, Oxfordshire, vol. 241, pp. 81-90.
- LEITE, M. R. M. & MOURA, A. C. (s.d.) – *Rochas Ornamentais Portuguesas*. Acedido a: 14/06/2013, 17:20H. Disponível em: <http://rop.ineti.pt/rop/>

- LIMA, C. & MENEZES, J. E. (2008). *Textos de apoio de Geologia de Engenharia*. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~geng/ge/apontamentos/Cap_4_GE.pdf
- LOPES, J. C. & LOPES, L. (2010) – *Estudo mineralógico e petrográfico de uma amostra - “Pedreira “Monte das Flores”, Évora”*. (Relatório Técnico). Universidade de Évora, Departamento de Geociências.
- LOPES, J. L. G. (2003) – *Contribuição para o conhecimento tectónico-estratigráfico do nordeste alentejano transversal: Terena – Elvas. Implicações económicas no aproveitamento de rochas ornamentais existentes na região (mármore e granitos)*. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Geociências, Univ. Évora, Évora, 557 p.
- LOTZE, F. (1945) – Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch*, vol. 6, pp. 78-92.
- MADUREIRA, C. N. & CORTEZ, J. A. S. (1972). *Estudo geológico da Pedreira do Monte das Flores*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Laboratório de Metalurgia e Mineração.
- MARTIN, R. P. (1986) – Use of index tests for engineering assessment of weathered rocks. *Proc. 5th Int. Congress, Int. Assoc. Engineering Geology*, Buenos Aires, Th. 5, 2.1.4., pp. 433-450.
- MARTINS, R. S. V. S. (2007) – *Investigação científica e tecnológica de matérias-primas minerais de Santiago do Cacém (Alentejo) e das suas potencialidades para a indústria cerâmica*. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Geociências, Univ. Évora, Évora, 457p.
- MASSART, B.; PAILLET, M.; HENRION, V.; SAUSSE, J.; DEZAYES, C.; GENTER, A. & BISSET, A. (2010) – Fracture Characterization and Stochastic Modeling of the Granitic Basement in the HDR Soultz Project (France). *Proc. World Geothermal Congress 2010*, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.
- MENKE, W. (1989) – *Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory*. Academic Press, London, 289 p.
- MIDDLEMOST, E. A. K. (1989) – Iron oxidation ratios, norms and the classification of volcanic rocks. *Chem. Geol.*, vol. 77, pp. 19-26.

- MILLER, R. P. (1965) – *Engineering classification and index properties for intact rock*. PhD thesis, University of Illinois.
- MIYASHIRO, A. (1978) – Nature of alkalic volcanic rocks series. *Contrib. Min. Petrol.*, vol. 66, pp 91-104.
- MOITA, P. (2008) – *Granitóides no SW da Zona de Ossa-Morena (Montemor-o-Novo-Évora): Petrogénese e processos geodinâmicos*. Dissertação de Doutoramento (não publicada). Universidade de Évora, Évora. 351 p.
- NP EN 12407 (2007) – *Métodos de ensaio para pedra natural. Estudo Petrográfico: documentos impressos*. Instituto Português da qualidade, 2007.
- NP EN 1926 (2008) – *Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação da Resistência à Compressão uniaxial: documentos impressos*. Instituto Português da qualidade, 2008.
- PARP (2004) – *Plano Ambiental de Recuperação Paisagística da Pedreira de Monte das Flores* (Pedreira de Évora, nº4366). (Relatório Técnico). MYOSOTIS, Consultoria Ambiental, Lda.
- PINHO, A. B. (2003) – *Caracterização geotécnica de maciços rochosos de baixa resistência – O flysch do Baixo Alentejo*. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Geociências, Univ. Évora, Évora, 272 p.
- PRIEST., S. D. (1985) – *Hemispherical projection methods in rock mechanics*. George Allen and Unwin, 124 p.
- PUTNIS, A.; HINRICHS, R.; PUTNIS, C.V.; GOLLA-SCHINDLER, U. & COLLINS, L. (2007) – Hematite in porous red-clouded feldspars: evidence of large-scale crustal fluid-rock interaction. *Lithos*, vol. 95, pp. 10-18.
- QUESADA, C. (1991) – Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. *Tectonophysics*, vol:185, nº3-4, pp. 225-245.
- ROCHA, J. P. M. (2011) – *Prospecção Geofísica no Monte das Flores – Évora*. (Relatório Técnico). Epicentro – Geofísica Aplicada, Lda.
- RODRIGUES, C. M.; RODRIGUES, R. R. & SALGADO, R. (2008, setembro) – *Estimativa da Evaporação em Albufeiras do Sul de Portugal pelo Modelo FLAKE*. Apresentado na 6ª Assembleia Luso Espanhola Geodesia e Geofísica, Tomar, Portugal.

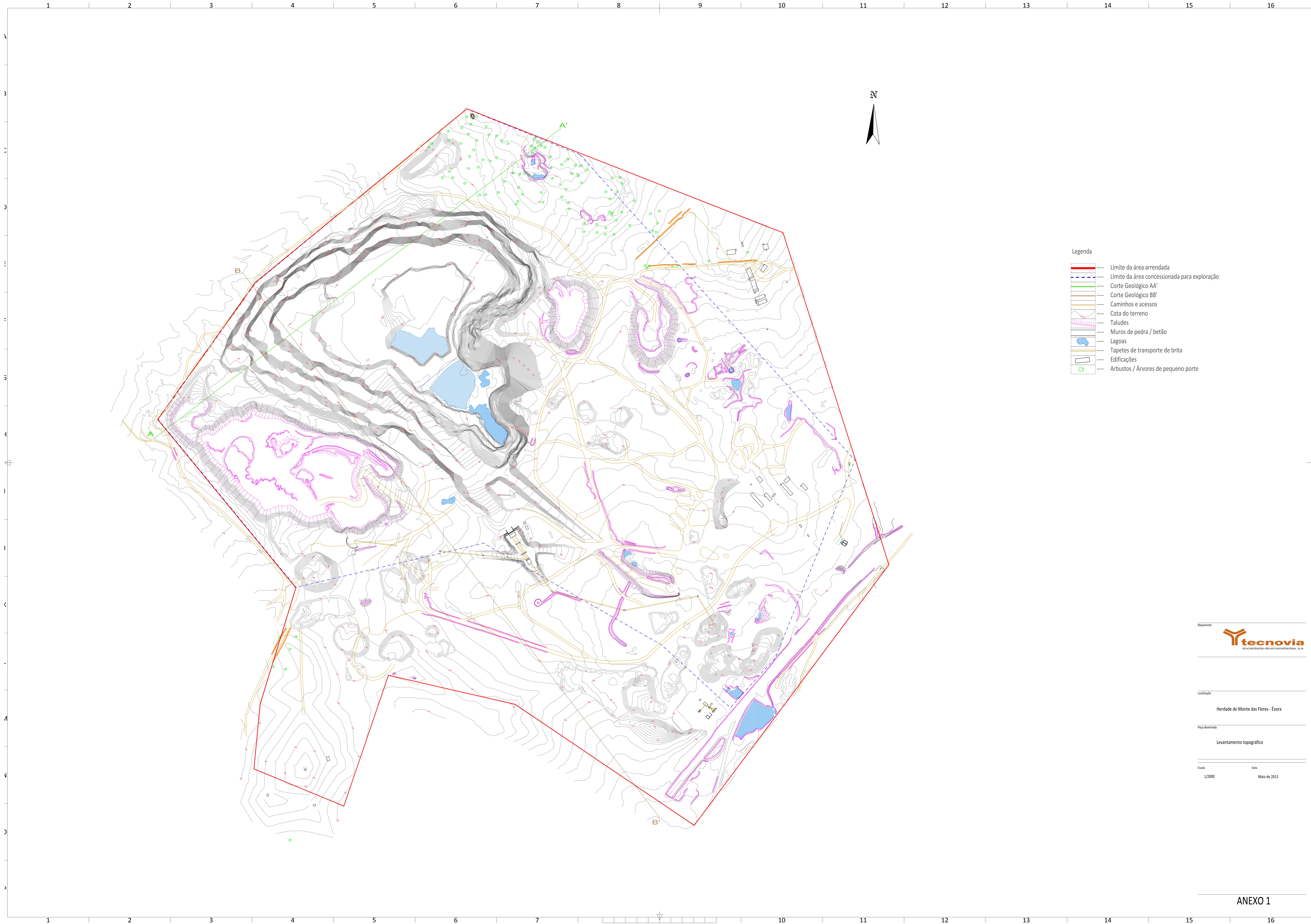
- SHAND, S. (1947) – *Eruptive rocks: Their genesis composition, classification and their relation to ore-deposits*. John Willey & Sons, New York, 488 p.
- STRECKEISEN, A. (1976) – To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev.*, vol. 12, pp. 1-33.
- STREICKEISEN, A. & LE MAITRE, R. (1979) – A chemical approximation to the modal QAPF classification of igneous rocks. *Neues Jahrb Mineral Abh*, vol. 136, pp. 169-206.
- SUN, S. & MCDONOUGH, W. (1989) – Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: A. Saunders & M. Norry.(Editors), *Magmatism in ocean basins. Geol. Soc. London Spec. Pub.*, vol. 42, pp. 313-345.
- TAYLOR, R. K. & SPEARS, D. A. (1981) – Laboratory investigation of mudrocks. *Quarterly Journal Engineering Geology*, London, vol.14, pp. 291-309.
- TECNASOL – INJECCÕES, SONDAgens E FUNDAÇÕES, LDA. (1972) – *Prospecção geológica*. Lisboa.
- VALLEJO, L. I. G.; FERRER, M.; ORTUÑO, L. & OTEO., C. (2002) – *Ingeniería Geológica*. Pearson Educación, Madrid, 744 p.
- VIEIRA, A.; BRANCO, E. & GUERREIRO, J. (2011) – *Exploração de Agregados do Monte das Flores*. (Relatório de Estágio ao abrigo do Modelo 3G). Universidade de Évora, Departamento de Geociências, Exploração de Georrecursos.
- WILSON, M. (1989) – *Igneous Petrogenesis: a global tectonic approach*. Chapman & Hall, London, 466 p.

LEGISLAÇÃO CONSULTADA


- Decreto-Lei nº 253/83 (31 de Maio de 1983) – Documento normativo nuclear para a verificação da segurança e acções para estruturas de edifícios e pontes.

ANEXOS

ANEXO I



- Legenda
- Limite da área arrendada
 - Limite da área concessionada para exploração
 - Corte Geológico AA'
 - Corte Geológico BB'
 - Caminhos e acessos
 - Cota do terreno
 - Taludes
 - Muros de pedra / betão
 - Lagoas
 - Tapetes de transporte de brita
 - Edificações
 - Arbustos / Árvores de pequeno porte

Requerente

associação de engenharia, Lda

Localização
 Herdade do Monte das Flores - Évora

Peça desenhada
 Levantamento topográfico

Escala
 1/2000

Data
 Maio de 2013

ANEXO II

5 bYI c`& `8 UXcg'fYWt` \]Xcg'bUWUfrc[fUZU[Yc`O£]WU

A) Zona A

Scanline 1

Piso: 1

Orientação: NW-SE

Coordenadas

Latitude Longitude

Início 38°31'29,54" N 7°57'19,32" W

Fim 38°31'38,68" N 7°57'35,82" W

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
0,8	110	70	1,0	-	-	Cavalgamento esquerdo	-
1,4	169	42	-	-	-	-	-
1,5	221	79	-	-	-	Desligamento direito	-
1,6	268	85	-	-	-	-	-
2,1	298	80	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
2,6	298	62	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
2,8	150	89	-	Quartzo / feldspato	Minerais primários	Falha normal	Família de 6 fraturas.
3,1	150	89	-	Quartzo / feldspato	Minerais primários	Falha normal	Família de 6 fraturas.
3,1	224	60	-	-	Feldspato alterado	-	Família de 6 fraturas.
3,4	224	60	-	-	Feldspato alterado	-	Família de 6 fraturas.
4,1	328	90	-	-	-	-	-
4,4	160	78	-	-	-	-	-
4,8	316	82	-	-	-	-	-
6,1	278	80	-	Feldspato alterado	Feldspato alterado	-	-
6,5	310	66	-	Quartzo / clorite	Feldspato alterado / Quartzo	Desligamento esquerdo	Presença de estrias.
7,0	124	74	-	Quartzo	Feldspato alterado	-	-
7,3	158	76	-	Feldspato alterado	Quartzo / clorite	-	-
7,4	158	88	0,5	Quartzo / clorite	Feldspato alterado	-	-
7,5	288	78	-	Quartzo / clorite	-	-	-
8,0	286	74	1,5	Quartzo	-	-	-
14,2	320	86	1,5	Matéria orgânica	Feldspato alterado	-	-
14,7	132	36	-	-	-	-	-
15,4	288	88	-	-	-	-	-
18,3	Encraves com textura porfírica; cor mesocrata; com biotite, feldspato, quartzo, anfíbolos na sua composição mineralógica.						
18,7	135	82	1,0	-	Feldspato alterado	-	-
19,3	318	70	0,5	-	Feldspato alterado	Falha normal	-

(continuação)

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
19,6	212	22	-	-	-	-	-
20,0	324	52	-	-	-	-	-
20,7	Encraves com textura porfírica; cor mesocrata; com biotite, feldspato, quartzo, anfíolas na sua composição mineralógica.						
22,2	294	82	1,0	Quartzo	Feldspato alterado / clorite	Desligamento direito	-
25,1	220	86	2,0	-	Feldspato alterado	-	-
27,9	208	20	-	-	-	-	-
28,4	118	34	-	-	-	-	-
32,7	356	60	-	-	-	-	-
33,9	356	60	-	-	-	-	-
34,5	356	60	-	-	-	-	-
36,9	102	80	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
40,6	Encraves com textura porfírica; cor mesocrata; com biotite, feldspato, quartzo, anfíolas na sua composição mineralógica.						
44,2	Fenómeno de esmagamento.						
45,9	358	72	2,0	-	Feldspato alterado	-	-
46,8	16	130	0,5	Veio de quartzo.			-
49,1	Encraves com textura porfírica ; cor mesocrata; com biotite, feldspato, quartzo, anfíolas.						
50,3	Encraves com textura porfírica ; cor mesocrata; com biotite, feldspato, quartzo, anfíolas.						
50,8	256	70	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
52,7	286	80	5,0	-	Minerais argilosos	Falha normal	Preenchimento das estrias com feldspato rosa.
52,7	74	60	-	-	-	Falha normal	Presença de encraves.
54,1	206	30	-	-	-	-	-
55,2	332	76	1,0	-	-	-	-
56,9	160	88	1,5	-	-	-	-
60,5	130	88	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
62,8	340	62	-	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
64,6	126	88	-	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
65,9	100	72	-	-	-	-	-
68,4	158	68	0,5	Quartzo	Minerais argilosos	-	-
71,2	128	78	0,5	Quartzo	Minerais argilosos	-	-
75,6	128	78	1,0	Feldspato alterado / quartzo	Minerais argilosos	-	-
78,8	146	88	2,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
84,7	138	84	1,0	-	Feldspato / quartzo / clorite	-	-
84,8	302	88	4,0	-	Feldspato alterado	-	-
86,7	168	88	-	-	Feldspato alterado	-	-
87,7	160	76	-	-	-	Falha normal (?)	Preenchimento das estrias com quartzo e feldspato.
88,2	308	80	-	-	Feldspato alterado	-	-
89,7	Presença de filonetes de quartzo						
89,9	138	80	1,5	-	Feldspato alterado / clorite	-	-

(continuação)

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
20,5	308	78	1,5	Quartzo	Feldspato alterado	Desligamento esquerdo	-
92,6	270	38	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
94,3-95,5	Esmagamento com bastante fracturação e alteração para feldspato rosa						
94,5	138	76	-	-	Feldspato alterado	-	-
95,3	230	62	2,5	Feldspato alterado	-	Falha normal	Preenchimento das estrias com quartzo.
104,6	318	50	1,0	-	Feldspato alterado	-	-
109,3	314	84	1,5	Veios de quartzo (?)	Feldspato alterado / quartzo	-	-
109,9	154	62	1	-	Feldspato alterado / quartzo	-	-
110,1	108	88	1	-	Feldspato alterado / quartzo	Falha normal	-
111,4-112,7	Esmagamento com bastante fracturação e alteração para feldspato rosa						
113,5	314	84	-	-	-	-	-
114,4	318	50	0,5	-	Minerais argilosos	-	Encontra-se bastante alterado.
117,8	276	26	-	-	-	Falha normal	-
118,8	106	82	1,0	Feldspato alterado	Clorite	-	-
119,1	106	82	1,0	Feldspato alterado	Clorite	-	-
119,5	106	82	1,0	Feldspato alterado	Clorite	-	-
119,8	106	82	1,0	Feldspato alterado	Clorite	-	-
123,7	140	80	0,5	Feldspato alterado	-	-	-
126,5	140	80	0,5	Feldspato alterado	-	-	-
126,7	274	80	-	-	-	-	-
130,0	282	80	0,5	-	Feldspato alterado / quartzo	-	Presença de uma família de fracturação.
130,0	140	80	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	Desligamento esquerdo	-
132,4	140	88	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	Desligamento esquerdo	-
132,4	282	80	0,5	-	Feldspato alterado / quartzo	-	Presença de uma família de fracturação.
137,0	310	82	-	-	Feldspato alterado	-	-
137,1	174	70	-	-	-	Falha normal	-
137,3	298	68	0,5	-	Feldspato Alterado	-	-
142,1	Fenómeno de esmagamento.						
142,8	324	82	-	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	Presença de estrias ao longo da fratura.
151,7	Filonetes de quartzo						
146,6	324	82	-	-	Feldspato alterado	-	-
155,8	270	82	-	-	-	-	-
161,0	Encraves com textura porfíritica; cor mesocrata; com biotite, feldspato, quartzo, anfíbolos.						
161,2	270	80	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
190,2	104	82	-	-	-	-	-
190,3	280	88	1,5	Filão aplítico	-	Falha inversa	-
191,0-192,3	342	84	0,5	-	Feldspato alterado	-	Zona de esmagamento; família de fracturação.
202,8	128	80	-	-	Clorite / quartzo Leitoso	Desligamento esquerdo	-

(continuação)

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
213,2	148	88	0,5	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	Preenchimento das estrias com quartzo leitoso.
216,6	138	72	0,5	-	Oxidação dos minerais	-	-
218,6	156	80	1,0	-	-	-	-
224,3	92	22	1,0	-	-	-	-
224,5	92	22	1,0	-	-	-	-
226,1	184	80	-	-	-	Falha normal	Preenchimento das estrias com quartzo leitoso e feldspato rosa.
231,2	354	84	-	-	Quartzo / clorite	-	-
235,1-236,3	Ocorrência de veios de quartzo.						
248,1	123	79	-	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
248,8-249,9	-	-	-	Bastante alterado	Feldspato alterado	-	Zona de esmagamento; não foi possível medir a atitude da família de fracturação.
256,4	320	70	-	-	-	-	-
261,8	324	30	0,5	-	Minerais argilosos	-	-
274,4	138	82	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
275,0	96	62	-	-	-	-	-
287,1-288,4	Zona de esmagamento.						
290,3	260	32	1,0	-	-	-	-
294,5	144	78	-	-	Quartzo / feldspato alterado	-	Família de fracturação.
297,9	144	78	-	-	Quartzo / feldspato alterado	-	Família de fracturação.
310,4	316	88	-	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
310,9	316	88	-	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
311,0	214	82	-	-	-	-	-
327,0	146	72	3,0	Preenchida (material n.o)	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
341,8	220	74	-	-	-	-	-
354,1	130	86	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
361,7-362,5	90	86	< 0,5	-	Clorite	-	Zona de esmagamento.
363,8	190	70	< 1,0	-	Feldspato Alterado	-	-
365,2	268	60	< 0,5	-	Clorite / Feldspato Alterado	-	-
367,0	282	86	< 1,0	-	Feldspato alterado	-	-
373,1	274	86	> 1,0	Granito bastante fraturado	Clorite	-	-
382,2	96	85	< 1,0	-	Alguma clorite	-	-
383,2	96	85	-	-	-	-	-
383,8	96	85	-	-	-	-	-
384,3	96	85	-	-	Clorite / feldspato alterado	Falha normal	-
385,0	96	85	-	-	-	-	-

(continuação)

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações	
	Direção	Inclinação						
387,3	106	88	-	-	-	-	-	
409,8	106	88	< 0,5	-	-	-	-	
432,7-434,3	288	74	Zona de esmagamento.					-
439,7	158	68	-	-	Clorite / feldspato alterado	-	Zona de esmagamento.	
440,2	278	70	1,0	-	Clorite	-	-	
440,7	152	82	-	-	Clorite / feldspato alterado	-	Zona de esmagamento.	
441,8	168	44	1,0	Granito bastante fraturado	Clorite / feldspato alterado	-	-	
444,7	150	72	-	-	-	-	-	
449,8	106	68	< 1,0	-	-	-	-	

Scanline 2**Piso: 2****Orientação: NW-SE****Coordenadas****Latitude****Longitude****Início** 38°31'33,41" N 7°57'24,08" W**Fim** 38°31'38,59" N 7°57'34,32" W

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
2,5	288	84	< 0,5	-	Clorite / feldspato alterado	-	-
4,1	78	18	< 0,5	-	-	-	Grão da rocha aparentemente mais fino.
4,5	268	74	-	-	Clorite / feldspato alterado	-	Grão da rocha aparentemente mais fino.
14,8	88	12	-	-	-	-	Grão da rocha aparentemente bem desenvolvido.
17,2	Presença de encraves com aproximadamente 6 cm de diâmetro.						
17,6	282	66	-	-	Feldspato alterado	-	Grão da rocha aparentemente mais fino.
27,0	342	60	-	-	Clorite	Movimento normal - Desligamento Esquerdo	-
27,7-35,0	88	78	< 0,5	-	A topo da bancada observam-se óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Família de 7 fraturas. Grão da rocha aparentemente bem desenvolvido.
31,7	50	40	-	-	Clorite	Falha normal	Presença de quartzo leitoso a preencher as estrias, ao longo do plano de falha.
36,2	50	82	-	-	Feldspato alterado	-	-
37,2	302	60	-	-	Óxidos de ferro / clorite	-	-
48,2	246	44	-	-	Clorite	-	Grão da rocha de tamanho médio; presença de quartzo leitoso a preencher as estrias ao longo do plano de falha.
49,0	294	78	-	-	Muito alterado para clorite / feldspato Alterado	-	Grão da rocha de tamanho médio.
49,1	310	72	-	-	-	-	Grão da rocha de tamanho médio/pequeno.
50,0	152	80	-	-	Clorite	-	Grão da rocha aparentemente mais fino.
63,4	22	44	-	-	-	Falha normal	Presença de quartzo leitoso a preencher as estrias ao longo do plano de falha. Grão da rocha aparentemente mais fino.
74,8	114	82	< 0,5	-	Feldspato alterado / clorite	-	Filão de aplítico.
85,6	76	70	1,0	Quartzo Leitoso	Bastante alterado para clorite / feldspato alterado	-	Grão da rocha de tamanho médio.
86,6	48	34	> 1,0	Quartzo Leitoso	Clorite / feldspato alterado / alguns óxidos de ferro	Falha normal	Grão da rocha de tamanho médio/pequeno.
87,8	180	70	-	-	Clorite / óxidos de Ferro	-	Grão da rocha de tamanho médio.
102,8	148	42	0,5	Caulinite	Clorite	-	-

(continuação)

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
106,5	290	60	-	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	Falha normal, com desligamento esquerdo	Zona de esmagamento com material bastante alterado.
107,5	46	34	-	-	Clorite	-	-
108,2	6	66	-	-	Clorite	-	-
124,6	326	88	-	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	Falha Normal	Caixa de falha (aproximadamente de 20 cm) preenchida com material muito alterado (feldspatos e óxidos de ferro).
125,1	140	88	-	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	Falha Normal	Caixa de falha (aproximadamente de 10 cm) preenchida com material muito alterado - feldspatos e óxidos de ferro.
142,6	264	42	< 0,5	-	-	-	-
143,6	264	42	< 0,5	-	-	-	-
144,4	32	42	-	-	Clorite	Falha Normal	-
144,5	264	42	< 0,5	-	-	-	-
149,1	270	88	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-
150,0	250	74	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-
151,6	94	88	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-
152,8	304	84	-	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
156,5	300	82	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-
157,6-161,0	88	76	< 0,5	-	-	-	Família de fracturação com 5 fraturas.
161,1	86	80	-	-	-	-	-
161,2	300	78	-	-	Clorite ao longo do veio de quartzo	-	Veio de quartzo - clorite ao longo do veio.
163,8	66	48	-	-	-	-	-
167,4	286	90	-	-	Clorite	-	-
168,0	86	88	-	-	-	-	-
168,3	74	82	-	-	-	-	-
169,7	142	82	1,0	Minerais argila	Feldspato alterado / clorite	-	-
174,2	292	72	1,0	-	Feldspato alterado / clorite	Falha normal	-
176,3					Encraves com 4 a 5 cm de diâmetro.		
176,6	164	68	-	-	-	-	-
177,7	92	66	-	-	Clorite	-	Material muito alterado ao longo do plano de fratura.
177,7	248	80			Filão de quartzo.		
178,6	232	28	-	-	Clorite	-	-
184,7	274	74	-	-	-	-	-
184,9					Encraves com aproximadamente 7 cm de diâmetro.		
185,8	274	76	-	-	-	-	Presença de quartzo ao longo do plano de fratura.

(continuação)

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
189,0-190,7	8	60	-	-	Feldspato alterado / clorite	-	Família de 4 fraturas. Presença de microfraturas ao longo do plano de falha, com "auréola" de feldspato alterado.
191,2	324	86	< 1,0	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
200,2	64	76	-	-	-	-	-
202,0	304	82	-	-	Feldspato alterado / clorite	-	-
204,8-206,9	311	64	-	-	Feldspato alterado / clorite	-	Zona de esmagamento com família de fracturação.
205,1	250	76	< 1,0	-	-	-	-
222,8	Presença de encaves com aproximadamente 4 a 5 cm de diâmetro.						
223,2-227,5	280	86	-	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	-	Zona de esmagamento com família de fracturação.
225,0	50	42	-	-	-	-	-
229,7	290	76	1,5	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	-	-
232,2	128	78	< 1,0	Caulinite	-	-	Presença de microfraturas preenchidas com feldspato alterado.
240,1-450,0	286	88	-	Caulinite	Feldspato alterado	-	Diaclases.
244,8-249,6	218	72	-	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	-	Família de fracturação.
255,5	290	82	-	-	Feldspato Alterado / Clorite	-	Presença de água ao longo da fracturação.
262,5-264,0	104	88	< 0,5	Caulinite	Bastante clorite / algum feldspato alterado	-	Presença de água ao longo das fraturas.
267,9	286	88	< 0,5	Caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-
268,3	286	88	< 0,5	Caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-
270,8-274,8	Rocha com tom mais avermelhado, deve-se possivelmente à alteração provocada pela circulação de água.						
271,0-271,8	118	82	-	-	-	Falha normal (?)	Zona de esmagamento com caixa de falha preenchida com material alterado.
271,4-272,5	168	84	-	-	Óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Zona de esmagamento com caixa de falha preenchida com material bastante alterado (desfaz-se com facilidade com a mão). Ocorrência de um veio de quartzo.
271,5	66	44	-	-	-	-	-
272,1	18	52	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-
275,3	56	40	< 0,5	Quartzo	Óxidos de ferro	-	-
275,6	332	76	-	-	Clorite	-	-
278,8-287,0	280	78	-	-	-	-	-
293,4-300,0	280	78	-	-	Clorite	-	Família de diaclases; zona de esmagamento.

Scanline 3

Piso: 1

Orientação: NE-SW

Coordenadas

Latitude

Longitude

Início 38°31'38,68"N 7°57'35,82"W

Fim 38°31'44,82"N 7°57'24,87"W

Interseção (m)	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
2,9	24	40	1,0	Quartzo	Feldspato alterado	-	Ocorrência de fluxo de água ao longo da fracturação.
5,9	24	40	< 0,5	-	-	-	-
6,5	120	80	-	-	Clorite	Falha inversa	Preenchimento das estrias com quartzo.
7,4	34	52	< 1,0	Caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-
7,6	44	52	> 1,0	Caulinite	Feldspato alterado / clorite	-	-
10,6	20	40	1,0	Caulinite	Feldspato alterado / clorite	-	-
13,6	48	32	< 0,5	-	-	-	-
14,7	104	86	1,0	-	Feldspato alterado / clorite / alteração dos óxidos de ferro	Falha normal	Ocorrência de água ao longo da fratura.
16,5	120	86	-	-	Clorite	Falha inversa	Preenchimento das estrias com quartzo.
16,6	26	48	< 0,5	Granito bastante fraturado	Feldspato alterado	-	-
18,1	46	44	< 0,5	-	Clorite	Falha normal	Estrias preenchidas com quartzo leitoso e clorite.
22,0	28	46	0,5	-	-	-	-
24,5	286	88	< 0,5	-	Clorite	-	-
24,6	44	40	< 0,5	-	Clorite / óxidos de Ferro	Falha normal	Estrias preenchidas com quartzo leitoso / ocorrência de água ao longo da fratura.
26,2	36	36	< 0,5	-	Feldspato alterado	Falha normal	Ocorrência de água ao longo da fratura.
30,4	60	38	< 0,5	-	Feldspato alterado / clorite / quartzo	Falha normal	Ocorrência de água ao longo da fratura.
31,8	18	40	< 0,5	-	-	-	-
32,0	18	40	-	-	-	-	-
34,0	Ocorrência de rocha com tom avermelhado devido à presença de óxidos de ferro.						
37,1	112	88	-	-	Clorite	-	-
39,8	94	86	< 0,5	Quartzo	Clorite	-	-
24,5-40,4	Presença de água na frente de exploração						
40,4	54	46	-	-	Clorite	-	-
47,9	226	80	-	-	Óxidos de ferro (?)	-	-
50,5	256	78	< 0,5	-	Óxidos de ferro	-	Estrias preenchidas com quartzo leitoso.
51,2	54	48	-	-	Óxidos de ferro	Desligamento direito	Zona de deslizamento.
54,3	8	47	-	-	Óxidos de ferro	Falha normal	Falha.
56,2	Continuação da rocha com tom avermelhado.						

(continuação)

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
57,3	38	40	< 0,5	Quartzo	Clorite	-	Estrias preenchidas com quartzo leitoso / ocorrência de água ao longo da fratura.
59,1	120	88	< 0,5	Quartzo	Clorite	Desligamento esquerdo	-
60,6	340	78	1,0	-	Óxidos de Ferro	-	-
60,8	38	40	< 0,5	Quartzo	Clorite	-	Estrias preenchidas com quartzo leitoso / ocorrência de água ao longo da fratura.
69,1	42	38	< 0,5	-	Clorite	-	-
72,2	118	88	-	-	Clorite / óxidos de ferro	Desligamento esquerdo	Preenchimento das estrias com quartzo leitoso.
72,4	26	40	< 0,5	-	Clorite	Desligamento esquerdo	Preenchimento das estrias com quartzo leitoso.
72,5	314	82	-	-	Clorite	Desligamento direito	Estrias preenchidas com quartzo leitoso / ocorrência de água ao longo da fratura.
73,1	32	42	< 0,5	-	-	-	-
74	46	42	< 0,5	-	-	-	Ocorrência de fluxo de água na fracturação.
74,0	160	78	< 0,5	-	Clorite / alteração do feldspato	Falha inversa	Sulcos da fratura preenchidos com suposta calcite (?).
77,1	42	70	< 0,5	Quartzo	Feldspato alterado	Falha normal	-
85,4	194	60	-	-	-	Falha normal	-
87,6	22	40	-	-	Clorite	Desligamento esquerdo	-
88,6	42	36	-	-	Clorite	Desligamento esquerdo	-
97,6	114	88	-	-	Clorite	-	Veios de quartzo com inclinação aparente de 60°.
100,4	50	52	-	-	Clorite / óxidos de ferro	-	-
111,5	254	76	> 1,0	Caulinite	-	-	-
113,6	50	52	0,5	Caulinite	Óxidos de ferro	-	Além do preenchimento da fratura por caulinite, observa-se ao longo da fratura depósitos de óxidos de ferro, resultado da escorrência de água ao longo da fratura.
128,3	2	48	-	-	-	-	-
135,2	68	66	-	-	-	-	Material bastante alterado junto ao plano de fratura.
137,3	104	70	-	-	Clorite / óxidos de ferro	Falha inversa	-
139,9	52	38	-	-	-	-	Filão aplítico de quartzo, em forma Y, com aproximadamente 8 cm.
141,9	20	48	2,0	-	Óxidos de ferro	-	-
146,6	46	42	< 0,5	Quartzo	Pouco alterado para feldspato	-	-
148,5	40	58	< 0,5	-	Feldspato pouco alterado	-	Veio de pegmatito com espessura aproximada de 3 cm.
149,9	40	58	0,5	-	Pouco alterado / clorite	-	Existência de "grãos" de quartzo ao longo da fratura.
150,0	42	60	1,0	-	Clorite / feldspato alterado	-	"Crescimento" de "grãos" de quartzo ao longo da fratura.
153,1	42	60	0,5	-	-	-	Ocorrência de "grãos" de quartzo ao longo da fratura.
154,4	42	60	< 0,5	-	-	-	-
157,5	42	60	< 0,5	-	-	-	-
165,0	26	54	< 0,5	-	Clorite / óxidos de ferro	-	-

(continuação)

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
165,6	26	54	< 1,0	Quartzo	-	-	Ocorrência de água ao longo da fratura.
167,2	26	54	1,0	Caulinite / quartzo	Óxidos de ferro / clorite	-	Início de uma zona onde a rocha apresenta uma cor rosada - alteração dos feldspatos.
170,9	156	89	-	-	Clorite / óxidos de ferro	-	-
171,6	134	80	< 0,5	Quartzo	Óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Tom avermelhado da rocha acentua-se devido à alteração dos óxidos e feldspatos.
177,1	116	88	-	-	-	-	-
177,8	26	28	-	-	-	-	-
177,1-180,4	116	88	-	-	Clorite / óxidos de ferro	-	Rocha mais comum ao longo da pedreira - mais sã.
180,5	100	82	-	-	Clorite / óxidos de ferro	-	-
188,2-192,6	280	88	-	-	-	-	Família de fracturação.
188,9	44	50	< 0,5	Caulinite	Óxidos de ferro	-	-
192,3	36	36	< 0,5	Caulinite	Clorite / óxidos de ferro	-	-
192,7	150	74	-	-	-	-	-
194,3	150	74	-	-	-	-	-
195,4	150	74	-	-	-	-	-
196,7	150	74	-	-	-	-	-
200,0	42	40	< 0,5	Óxidos de ferro	Óxidos de Ferro / Feldspato Alterado	-	-
200,8	290	84	> 1,0	Óxidos de ferro	Feldspato Alterado / Clorite	-	-
201,7	148	84	-	-	Óxidos de ferro	-	Rocha mais sã.
202,3	52	50	-	-	Óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Rocha com tom avermelhado.
204,7	52	50	-	-	Óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Rocha com tom avermelhado.
205,8	52	50	-	-	Óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Rocha com tom avermelhado.
214,4	2	56	0,5	-	Óxidos de ferro	-	-
218,8	218	78	-	Feldspato alterado	Óxidos de ferro / clorite	-	-
223,5	50	54	-	-	Óxidos de ferro / clorite	-	Rocha bastante alterada.
229,2	10	54	< 0,5	Caulinite	Óxidos de ferro	-	Rocha bastante alterada.
229,5	10	54	< 0,5	Caulinite	Óxidos de ferro	-	Rocha bastante alterada.
239,8	8	52	< 0,5	-	Óxidos de ferro	-	-
242,7-243,3	194	50	-	-	Óxidos de ferro	-	Dendrites de manganês.
270,6	150	75	1,0	-	Óxidos de ferro	-	-
275,4	16	50	-	-	-	-	-
278,3	6	48	< 0,5	Caulinite	-	-	Rocha bastante alterada.
279,9	96	84	1,0	-	-	-	-
283,2	120	88	-	-	Feldspato alterado / quartzo	-	-
286,4	114	80	-	-	-	-	Rocha mais sã.
291,1	6	48	< 0,5	Caulinite	-	-	Rocha muito alterada.

(continuação)

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
292,6	280	88	-	-	-	-	-
296,5	6	48	< 0,5	Caulinite	-	-	Rocha bastante alterada.
278,8-300,0	Vegetação / ocorrência de água ao longo da fratura						
304,2	292	60	1,5	Feldspato alterado	Óxidos de ferro	Falha normal	Caixa de falha preenchida com brecha.
305,4	Ocorrência de veios de quartzo						
305,8	100	84	-	-	Óxidos de ferro	2 falhas conjugadas	Caixa de falha preenchida com brecha.
308,7	8	50	1,0	Quartzo	Feldspato alterado	-	Ocorrência de veios de quartzo.
309,5	276	52	-	-	Óxidos de ferro / feldspato rosa	Falha normal	-
309,7	22	30	-	-	-	-	-
310,8	232	88	1,5	-	Clorite / óxidos de ferro	-	-
313,1	278	52	-	Óxidos de ferro	Feldspato alterado	Falha normal	Caixa de falha com zona de esmagamento.
312,6	4	44	1,5	-	-	-	-
321,8	232	20	-	-	Feldspato alterado	-	Zona de esmagamento.
328,1	276	82	1,0	-	-	-	-
328,3	278	52	-	Óxidos de ferro	Feldspato alterado	Falha normal	Caixa de falha com zona de esmagamento.
346,4-450,0	346	46	-	-	Feldspato alterado	-	Família de fracturação.

Scanline 4**Piso: 2****Orientação: NE-SW****Coordenadas****Latitude****Longitude****Início** 38°31'38,59" N 7°57'34,32" W**Fim** 38°31'44,28" N 7°57'19,18" W

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
2,5	30	42	< 0,5	Quartzo	Clorite	-	Existência de estrias ao longo da fratura.
4,4	30	42	< 0,5	Quartzo	Clorite	-	Existência de estrias ao longo da fratura.
5,3	30	42	< 0,5	Quartzo	Clorite	-	Existência de estrias ao longo da Fratura.
9,0	58	50	< 1,0	Quartzo	Clorite	Desligamento direito	Ocorrência de água ao longo da fracturação.
17,7	48	48	> 0,5	Rocha alterada	-	-	Ocorrência de água ao longo da fratura.
21,9	30	42	-	Quartzo	Clorite	-	-
26,6	32	46	< 0,5	-	-	-	Ocorrência de água ao longo da fracturação.
50,5	66	64	< 0,5	Material alterado	Clorite / feldspato	-	Ocorrência de água.
63,5	20	46	< 0,5	-	Reduzida alteração do feldspato	-	Ocorrência de água.
63,9	20	46	< 0,5	Caulinite (?)	Clorite / feldspato	-	Ocorrência de água.
70,1	20	46	< 0,5	-	-	-	-
70,5-74,5	288	84	-	-	Feldspato / clorite / óxidos de ferro	-	Diaclases.
71,0	20	46	< 0,5	-	-	-	-
72,3	20	46	< 0,5	-	-	-	-
74,2	20	46	< 0,5	-	-	-	-
76,0	302	82	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	Ocorrência de água ao longo da fratura.
77,3	Ocorrência de água						
79,1	210	80	< 0,5	Material alterado	Feldspato alterado	-	-
80,0	10	50	-	-	-	-	-
83,0	10	50	-	-	-	-	-
88,9	Ocorrência de água.						
80,0-100,0	Rocha com tom avermelhado acentuado, devendo-se à alteração dos feldspatos. Existência de clorite em menor quantidade.						
107,0	Encrave (?)						
107,3	30	48	< 1,0	Quartzo / caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-
107,9	30	48	< 1,0	Quartzo / caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-
109,1	30	48	< 1,0	Quartzo / caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-
109,4	46	40	< 1,0	Quartzo	-	-	-
113,0	50	52	0,5	Caulinite	-	-	-
113,9	Ocorrência de água						
116,3	50	52	0,5	Caulinite	-	-	-
118,0-133,0	128	88	-	-	Clorite / óxidos de ferro	-	-

(continuação)

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações	
	Direção	Inclinação						
122,1	50	52	0,5	Caulinite	-	-	-	
125,0	50	52	0,5	Caulinite	-	-	-	
125,0-125,4	Ocorrência de filões de quartzo com espessuras entre 3 e 9 cm.							
132,9	270	62	10,0	Quartzo / caulinite	Óxidos de ferro / feldspato alterado	-	Falha.	
139,5	50	52	0,5	Caulinite	-	-	-	
141,1	50	52	0,5	-	-	-	-	
144,5	172	84	-	-	Clorite	-	-	
147,5	50	52	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-	
148,9	50	52	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-	
149,4	150	76	-	-	-	-	-	
152,5	50	52	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-	
154,8	50	52	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-	
155,1	48	68	Material bastante alterado - "espécie de filão alterado".				-	Ocorrência de água ao longo do plano de fratura.
158,5	28	50	-	-	-	-	-	
162,5	28	50	-	-	-	-	-	
175,0	272	84	-	-	-	-	-	
176,6	348	64	-	-	-	-	-	
177,8-180,8	100	88	-	-	-	-	Família de 8 fraturas.	
180,8	270	68	-	-	-	-	-	
181,8	292	82	-	-	-	-	-	
195,8	310	86	-	-	Feldspato alterado	-	-	
210,1	272	86	-	-	-	-	-	
211,0	252	64	-	-	-	-	-	
213,0	252	64	-	-	-	-	-	
230,8	280	52	-	-	Feldspato alterado	-	-	
256,8	170	86	-	-	-	-	Diaclase.	
257,6	182	64	0,5	-	Clorite / feldspato alterado	Falha normal	Ocorrência de água ao longo do plano de fratura.	
265,7	18	50	< 0,5	Quartzo / caulinite	Clorite	-	Ocorrência de água.	
270,3	358	50	-	-	-	-	Ocorrência de água.	
271,8	358	50	-	-	-	-	-	
277,4	22	52	0,5	Quartzo / caulinite	Clorite / feldspato alterado	-	-	
278,7	16	52	-	-	Clorite / feldspato alterado	-	-	
280,8	190	50	0,5	Quartzo / caulinite	Clorite	-	-	
280,8-287,1	Presença de água							
281,6	4	50	-	-	-	-	-	
282,5	42	58	< 0,5	-	Clorite / feldspato alterado	-	-	
288,8	2	58	-	-	-	-	-	
290,8	118	88	< 0,5	-	Feldspato alterado	-	-	

(continuação)

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
296,3	10	56	-	-	-	-	-
300,8	18	46	-	-	-	-	Ocorrência de água.
302,1	24	56	-	-	-	-	Ocorrência de água.
307,5	24	56	-	-	-	-	-
307,7	290	88	-	-	-	-	-
307,9	70	28	-	-	-	-	-
310,1	122	64	-	-	-	-	-
31,2	Presença de encrave.						
312,4	24	56	-	-	-	-	-
317,8	Ocorrência de água.						
319,5	106	88	-	-	Clorite	-	Ocorrência de água.
321,3-324,3	Ocorrência de água.						
325,3	Ocorrência de água.						
327,9	138	82	< 0,5	-	Clorite / Feldspato alterado	-	-
328,8	110	82	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	-
330,8	Ocorrência de água.						
330,8-331,6	108	82	-	-	Feldspato alterado	-	Família de 8 diaclases.
346,2	16	52	-	-	Feldspato alterado	-	-
350,8-367,8	Ocorrência de água, circulando em fraturas sub-horizontais. Nestes locais o maciço apresenta um tom mais avermelhado - alteração dos óxidos de ferro.						
360,6	30	46	< 1,0	Filão de Quartzo	Clorite / feldspato alterado	-	-
365,3	42	50	< 1,0	-	Feldspato alterado / óxidos de ferro	-	Ocorrência de água.
365,6	48	10	-	-	Clorite	-	-
368,7-371,9	116	82	< 0,5	Caulinite	Clorite	-	Família de 6 diaclases.
378,4	30	46	< 1,0	Filão de quartzo	Clorite / feldspato alterado	-	-
374,8-380,8	Ocorrência de água, circulando em fraturas sub-horizontais. Nestes locais o maciço apresenta um tom mais avermelhado - alteração dos óxidos de ferro.						
381,8	322	84	-	-	Feldspato alterado	Falha normal (?)	Falha.
382,4	122	88	-	-	-	-	-
386,2	122	88	0,5	-	Feldspato alterado	-	-
387,5	122	88	-	-	-	-	Fratura preenchida com quartzo.
388,7	122	88	-	-	-	-	Fratura preenchida com quartzo.
394,2	122	80	-	-	Clorite / feldspato alterado	-	-
395,4	122	80	-	-	Clorite / feldspato alterado	Falha normal (?)	-
395,8	Presença de encrave com aproximadamente 6 cm						
396,5	148	80	-	-	Clorite / feldspato alterado	-	-
410,0	38	62	< 0,5	-	Clorite / feldspato alterado	-	-
418,3	40	22	0,5	-	Feldspato alterado	-	Filão (pegmatito ou quartzo) a preencher a fratura.
410,0-430,8	Não foram efetuadas medições de atitudes de descontinuidades devido à elevada fracturação do maciço resultante do desmonte.						
430,8-439,5	Maciço bastante partido devido ao desmonte, não sendo possível definir planos de fracturação.						

(continuação)

Interseção	Atitude (°)		Abertura (cm)	Preenchimento	Alteração	Tipo de Movimento	Outras Observações
	Direção	Inclinação					
432,8	140	78	-	-	-	-	Zona de esmagamento.
453,8-463,5	140	78	< 0,5	-	Clorite	-	Família de 5 fraturas, com ocorrência de água.
457,4	266	54	-	-	-	-	Granito bastante alterado com uma cor amarelada - meteorização.
467,8	Ocorrência de água ao longo dos planos de fracturação. Rocha com tom mais avermelhado devido à alteração dos óxidos de ferro.						
468,1	Ocorrência de água ao longo dos planos de fracturação. Rocha com tom mais avermelhado devido à alteração dos óxidos de ferro.						
472,8	Ocorrência de água ao longo dos planos de fracturação. Rocha com tom mais avermelhado devido à alteração dos óxidos de ferro.						
476,3	28	44	-	-	Clorite	-	Presença de quartzo ao longo do plano de fratura.
477,8	332	76	< 0,5	-	Clorite / feldspato alterado	Falha normal	Ocorrência de água ao longo do plano de falha.
463,8-480,8	72	84	-	-	-	-	Família de fraturas, com ocorrência de água.

B) Zona B.

Estação	Largura (N-S) - metros	Comprimento (E-W) - metros	Altura (Espessura) - metros	Atitude (°)		Descrição/Observações
				Direção	Inclinação	
1	6,0	7,0	-	-	-	Bancada de granodiorito.
2	-	-	+/- 0,6-0,7m	N33°W	?	Inclinação do plano - 30°S (?). Filão de quartzo ao longo do afloramento.
				N40°E	?	
				N50°E	?	
				N50°W	?	
3	7,0	7,0	+/- 0,5	-	-	"Afloramento do porro" - arredondado, com uma capa de alterabilidade do tipo "casca de cebola". Constituição mineralógica: quartzo; feldspato; biotite; +/- moscovite.
4	Suposta pedreira ornamental - extremo NW. Filonete de quartzo que atravessa a formação.			N42°W	?	-
Entrada da suposta pedreira ornamental	Afloramento perto da pedreira ornamental (Limite W) onde se observam entalhes (vestígios). Dois entalhes a Este e um a Oeste.					
5	Suposta zona de exploração em forma de "caracol". A topo da bancada rocha mais alterada com tom amarelado - meteorização; Na base encontra-se o granito mais são. A capa superficial apresenta uma suposta granulometria inferior em relação à restante bancada; Nível pegmatítico no granito com cristais bem desenvolvidos (>1 cm).					
6	-	-	-	N23°E	86°S	Alteração do granito para um tom rosado; Veio de quartzo com 4 cm de espessura.
				290°	88°	
				354°	88°	
				216°	88°	
				290°	88°	
7	2,2	4,0	0,5	-	-	-
8	2,5	4,5	-	-	-	-
9	0,3	0,9	-	-	-	-
10	6,3	4,0	0,6	N31°E	82-90°W	Existência de barrenas e/ou entalhes.
11	8,0	6,1	-	N25°W	sub-vertical (?)	-
				N49°W	80°S	
				-	-	
12	1,7	4,1	-	-	-	Presença de entalhes.
13	9,1	5,9	0,9	N56°E	sub-vertical	Zona que idêntica à forma de um ovo.
14	3,5	16,2	-	N58°E	84°NW	Presença de entalhes.
				N52°E	?	
				N26°W	?	
15	12,4	20,0	Afloramento não contínuo mas que segue até ao topo Norte da pedreira ornamental. Tem início entre a vedação e a pedreira. Próximo de blocos soltos.			
16	Continuação do afloramento anterior					
17	-	-	-	N44°E	84°SE	Pedreira Ornamental (estação 4), flanco Norte.

(continuação)

Estação	Largura (N-S) - metros	Comprimento (E-W) - metros	Altura (Espessura) - metros	Atitude (°)		Descrição/Observações
				Direção	Inclinação	
18	4,5	8,7	-	N-S	sub-vertical	Vestígios de entalhes.
19	1,5	17,9	-	N50°E	?	Afloramento alargado com evidência de entalhes (paralelo à vedação).
20	5,9	8,6	1,1	-	-	Estação mais alta junto da árvore pequena. Associada a local onde possa ter ocorrido extração de blocos - entalhes e ou zona explorada com planos perpendiculares.
21	4,1	3,8	0,9	-	-	-
22	-	-	0,6-0,7	N50°W	sub-vertical	A atitude retirada não se sabe ao certo se representa fracturação.
23	-	-	-	N30°E	88° SE	Afloramento em forma de J, com vestígios de entalhes.
24	1,1	3,4	-	N80°W	?	
25	6,9	13,2	-	N78°W	?	-
26	4,7	3,9	-	N44°E	?	
27	11,3	10,3	-	N32°E	?	
28	6,6	6,6	-	-	-	Existência de guilhação, evidenciando uma possível extração recente. Presença de entalhes a Norte da oliveira.
29	6,6	5,6	-	-	-	Ligeira alteração em "casca de cebola".
30	1,8	3,5	-	N68°E	sub-vertical	Não é um afloramento contínuo, consideraram-se três blocos num só. Vestígios de entalhes.
31	4,3	12,5	-	N42°W	?	A atitude retirada não se sabe ao certo se representa fracturação.
32	5,8	6,5	-	-	-	Existência de entalhes a topo do afloramento. Considerou-se dois blocos isolados num só.
33	2,0	4,8	-	-	-	-
34	4,6	5,6	-	-	-	Consideraram-se três blocos num só
35	8,2	10,1	-	N55°W	?	Afloramento descontínuo, em que se considerou quatro blocos num só.
36	1,1	3,4	0,5	-	-	-
37				Um bloco individual - não é afloramento.		
38	9,2	4,7	0,7	-	-	-
39	1,4	4,5	1	-	-	Afloramento "agarrado" à árvore.
40	1,3	0,7	-	-	-	-
41	0,7	0,8	-	-	-	-
42	2,5	4,0	1,5	-	-	Zona onde eventualmente possa ter ocorrido extração de blocos; existência de barrenas.
43	0,7	1,1	-	-	-	-

(continuação)

Estação	Largura (N-S) - metros	Comprimento (E-W) - metros	Altura (Espessura) - metros	Atitude (°)		Descrição/Observações
				Direção	Inclinação	
44	3,1	3,0	0,8	-	-	-
45	6,5	2,9	1,0	-	-	Presença de entalhes.
46	4,1	7,4	-	-	-	-
47	1,5	5,6	-	-	-	Formas regulares que denunciam uma eventual extração.
48	1,4	1,3	-	-	-	-
49	2,4	5,0	0,4	-	-	-
50	5,0	3,7	-	-	-	Afloramento situado debaixo da árvore
51	2,7	2,7	1,1	-	-	Afloramento mais alto a Norte da estação 50, com entalhes a topo do afloramento.
52	1,0	14,7	-	-	-	-
53	2,2	4,6	-	-	-	Vestígios de entalhes (?).
54	1,3	4,6	-	-	-	Presença de entalhes.
55	1,5	4,8	0,8	-	-	Junto à vedação.
56	1,0	2,1	-	-	-	Laje pequena no meio do "mato" e abaixo do afloramento 20.
57	1,2	4,9	-	-	-	Afloramento com duas cavidades juntas uma à outra ("bolas), no meio do "mato".
58	1,7	3,5	-	-	-	Laje no meio do "mato".
59	2,5	8,0	-	N10°W	sub-vertical	Laje junto à árvore com tronco partido no meio do "planalto".
				N54°E	sub-vertical	
60	1,5	0,9	-	-	-	Laje no meio do "mato", situado a Norte do 1º perfil geofísico.
61	3,0	8,9	-	N20°E	sub-vertical	Laje relativamente mais alta, com entalhes em plano vertical extremamente bem definidos (a topo do afloramento).
				N56°W	sub-vertical	
62	2,4	3,8	-	-	-	-
63	3,8	8,7	-	-	-	-
64	1,2	9,6	-	-	-	Dois afloramentos junto à estação 55, apresentando entalhes compridos.
65	3,2	3,1	-	-	-	Dois blocos.
66	14,3	3,4	0,8	-	-	Dois blocos por baixo de árvore, com uma toca retangular no granito. No bloco do meio entalhes em plano deitado - extremamente bem definidos.
67	2,8	1,5	-	-	-	-
68	4,0	2,0	-	-	-	Filão de quartzo, com a atitude: E-W; 51°SE.
69	3,1	4,0	-	-	-	-
70	7,1	2,3	1,7	N8°W	82°W	Bancada a 15,40 m da vedação que delimita a propriedade. Afloramento em barreira alta. A altura do afloramento corresponde ao desnível do terreno.
				N88°E	70°S	
				N10°E	sub-vertical	

(continuação)

Estação	Largura (N-S) - metros	Comprimento (E-W) - metros	Altura (Espessura) - metros	Atitude (°)		Descrição/Observações
				Direção	Inclinação	
71	48,9	8,1	2,2	N12°E	80°E	Família de planos de fracturação com alguma expressão. Afloramento contínuo, no entanto estreito. Acompanha o relevo e demarca o desnível do terreno. Presença de uma barrena com bastante expressão.
				N76°E	74°N	
				N84°W	52°N	
				N18°E	84°E	
				N22°E	sub-vertical	
				N30°E	?	
				N36°E	?	
				N74°E	80°N	
				N58°W	58°N	
72	2,0	0,5	-	N26°E	sub-vertical	Afloramento na base da vertente.
73	7,0	5,0	1,8	N70°E	84°S	Situado debaixo de uma árvore. Afloramento entalhado.
				N48°E	sub-vertical	
74	1,1	2,2	-	-	-	Situa-se a 4m a Sul do afloramento 73, com vestígios de entalhes.
75	5,9	2,7	-	-	-	Em contacto com o 2º perfil dos trabalhos de geofísica
76	2,6	2,0	-	-	-	A 2m para Este do afloramento 75, ao lado do 2º perfil da geofísica.
77	3,9	2,4	1,1	-	-	Afloramento situado debaixo de árvores, com presença de entalhes.
78	5,9	4,2	2,0	N24°E	70°W	Acompanha o desnível do terreno, sendo atravessado pelo perfil da geofísica (estação 18).
79	4,7	1,4	0,3	-	-	Localiza-se a Norte da pedreira do caracol.
80	Na continuidade da pedreira do caracol, daí não se terem efetuado medições de afloramento.					
81	5,7	2,3	-	-	-	Acompanha o relevo e demarca o desnível do terreno.
82	7,0	2,4	2,6	-	-	Afloramento entalhado em forma de bola.
83	4,7	2,5	0,7	N54°E	sub-vertical	Localiza-se 4m para Este do afloramento 82.
84	5,1	1,1	1,0	N48°E	sub-vertical	Afloramento situado debaixo de uma árvore.
85	13,9	5,0	0,8	N20°E	?	Afloramento junto ao caminho, definindo ligeiramente o terreno. Vestígios de entalhes no flanco Norte do afloramento. Micro veio de quartzo com a atitude: N60°W, ?.
				N62°W	?	
				E-W	?	
86	1,6	1,7	-	-	-	-
87	Região decapada (extremo da exploração).					
88	3,1	2,5	0,6	-	-	Afloramento situado debaixo de uma árvore.
89	6,6	4,3	0,3	-	-	-

ANEXO III

5 bYI c'' . '8 UXcg'i h`]nUXcg'bUdfc^Y, ~c`YghYfYc[fzZ]WU

A) Atitude das fraturas identificadas nas *scanlines* realizadas na zona A - dados introduzidos no *software* RockWorks 15 para obtenção dos estereogramas com a projeção dos pólos dos planos e respetivos diagramas de densidade.

Scanline 1

Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)	
Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação
110	70	288	88	340	62	318	50	128	80	190	70	320	86
169	42	135	82	126	88	276	26	148	88	268	60	160	88
221	79	318	70	100	72	106	82	138	72	282	86	108	88
268	85	212	22	158	68	106	82	156	80	274	86	104	82
298	80	324	52	128	78	106	82	92	22	96	85	220	74
298	62	308	78	128	78	106	82	92	22	96	85		
150	89	294	82	146	88	140	80	184	80	96	85		
150	89	220	86	302	80	140	80	354	84	96	85		
224	60	208	20	138	84	274	80	123	79	96	85		
224	60	118	34	302	88	282	80	320	70	106	88		
328	90	356	60	168	88	140	80	324	30	106	88		
160	78	356	60	160	76	140	88	138	82	278	70		
316	82	356	60	308	80	282	80	96	62	168	44		
278	80	102	80	138	80	310	82	260	32	150	72		
310	66	358	72	270	38	174	70	144	78	106	68		
124	74	256	70	138	76	298	68	144	78	132	36		
158	76	286	80	230	62	324	82	316	88	130	88		
158	88	74	60	318	50	324	82	316	88	314	84		
288	78	206	30	314	84	270	82	214	82	280	88		
286	74	332	76	154	62	270	80	146	72	130	86		

Scanline 2

Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)	
Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação
288	84	140	88	8	60	66	44
78	18	264	42	8	60	118	82
268	74	264	42	324	86	18	52
88	12	32	42	64	76	168	84
282	66	264	42	304	82	56	40
342	60	270	88	311	64	332	76
88	78	250	74	250	76	280	78
50	40	94	88	311	64	280	78
88	78	304	84	280	86	280	78
50	82	300	82	50	42	280	78
302	60	88	76	280	86	6	66
246	44	88	76	290	76	326	88
294	78	86	80	128	78	274	74
310	72	66	48	286	88	274	76
152	80	286	90	218	72	118	82
22	44	86	88	218	72	168	84
76	70	74	82	286	88		
48	34	142	82	290	82		
180	70	292	72	104	88		
148	42	164	68	104	88		
290	60	92	66	286	88		
46	34	232	28	286	88		

Scanline 3

Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)	
Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação
24	40	8	47	20	48	150	74	8	50
24	40	38	40	46	42	42	40	276	52
120	80	120	88	40	58	290	84	22	30
34	52	340	78	40	58	148	84	232	88
44	52	38	40	42	60	52	50	4	44
20	40	42	38	42	60	52	50	276	82
48	32	118	88	42	60	52	50	346	46
104	86	26	40	42	60	2	56	346	46
120	86	314	82	26	54	218	78		
26	48	32	42	26	54	50	54		
46	44	46	42	26	54	10	54		
28	46	160	78	156	89	10	54		
286	88	42	70	134	80	8	52		
44	40	194	60	116	88	194	50		
36	36	22	40	26	28	194	50		
60	38	42	36	116	88	150	75		
18	40	114	88	100	82	16	50		
18	40	50	52	280	88	6	48		
112	88	254	76	44	50	96	84		
94	86	50	52	36	36	120	88		
54	46	2	48	280	88	114	80		
226	80	68	66	150	74	6	48		
256	78	104	70	150	74	280	88		
54	48	52	38	150	74	6	48		

Scanline 4

Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)		Atitude (°)	
Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação	Direção	Inclinação
24	40	8	47	20	48	150	74	8	50
24	40	38	40	46	42	42	40	276	52
120	80	120	88	40	58	290	84	22	30
34	52	340	78	40	58	148	84	232	88
44	52	38	40	42	60	52	50	4	44
20	40	42	38	42	60	52	50	276	82
48	32	118	88	42	60	52	50	346	46
104	86	26	40	42	60	2	56	346	46
120	86	314	82	26	54	218	78		
26	48	32	42	26	54	50	54		
46	44	46	42	26	54	10	54		
28	46	160	78	156	89	10	54		
286	88	42	70	134	80	8	52		
44	40	194	60	116	88	194	50		
36	36	22	40	26	28	194	50		
60	38	42	36	116	88	150	75		
18	40	114	88	100	82	16	50		
18	40	50	52	280	88	6	48		
112	88	254	76	44	50	96	84		
94	86	50	52	36	36	120	88		
54	46	2	48	280	88	114	80		
226	80	68	66	150	74	6	48		
256	78	104	70	150	74	280	88		
54	48	52	38	150	74	6	48		

B) Atitude das fraturas identificadas na zona B - dados introduzidos no *software* RockWorks 15 para obtenção dos estereogramas com a projeção dos pólos planos e respetivos diagramas de densidade.

Área prevista para a expansão da exploração:

Atitude (°)		Atitude (°)	
Direção	Inclinação	Direção	Inclinação
218	86	346	74
290	88	6	52
354	86	108	84
216	88	112	90
290	88	126	90
301	82	344	80
301	90	32	58
68	90	116	90
57	90	160	84
222	80	138	90
146	90	294	70
328	84	144	90
226	84	138	90
40	90	262	82
120	88	178	70
158	90	100	90
80	90	102	80
144	90		
110	90		
34	90		

ANEXO IV

5 bYI c' (. '8 UXcg'XUg'XjfY, " Yg'dUfU'cVhYb, ~c'XUg'fcgYfUg'XY'ZUhi fU, ~c

Direções das fraturas identificadas nas *scanlines* realizadas na zona A - dados introduzidos no software RockWorks 15 para obtenção das rosetas de fracturação.

Scanline 1

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
0-58,80	200	1	0-58,80	198	1	58,80-95,30	220	2
	259			225			250	
	131			228			216	
	178			122			190	
	208			234			248	
	208			218			218	
	240			204			218	
	240			130			236	
	134			118			212	
	134			208			228	
	238			266			212	
	250			266			258	
	226			266			250	
	188			192			218	
	220			268			228	
	214		166	180				
	248		196	228				
	248		196	140				
198	164	228	95,30-146,60	3				
196	116	224						
230	242	244						
222	250	198						
			58,80-95,30		2			

(continuação)

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
95,30-146,60	224	3	202,80-240,10	238	5	341,80-387,30	184	8
	228			228			186	
	186			246			186	
	196			182			186	
	196			182			186	
	196			94			186	
	196			264			196	
	230			213			196	
	230			230		387,30-449,80	188	9
	184		234	258				
	192		228	240				
	230		186	196				
	230		170					
	192		234	297,9-341,80	226	7		
	220		234		226			
	264		124		124			
208	236	236						
146,60-202,80	234	4	341,80-387,30	130	8			
	180			220				
	180			100				
	194			178				
	190		192					
218								

Scanline 2

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
0-50	198	17	100-150	230	19	150-200	98	20
	168			174			98	
	178			174			234	
	178			122		200-250	154	21
	192			174			214	
	252			180			221	
	178			160			160	
	140		184	221				
	178		214	190				
	140		210	140				
	212		178	190				
	156		178	200				
	204		176	218				
	220		156	196				
242	196	128						
50-100	112	18	150-200	176	20	250-300	200	22
	166			164			194	
	138			232			194	
	90			202			196	
238	254	196						
200	182	208						
100-150	136	19		142		184	258	
	96			184				
	236			184				

(continuação)

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
250-300	156	22
	208	
	108	
	258	
	146	
	242	
	190	
	190	
	190	
	190	

(continuação)

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
150-200	240	13
	132	
200-243,30	200	14
	238	
	142	
	142	
	142	
	92	
	128	
	140	
	100	
	100	
	98	
	104	
104		
243,30-296,50	240	15
	106	
	96	
	186	
	210	
	204	
	96	
	190	
	96	

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
296,50-350	98	16
	186	
	112	
	142	
	94	
	186	
	256	
	256	

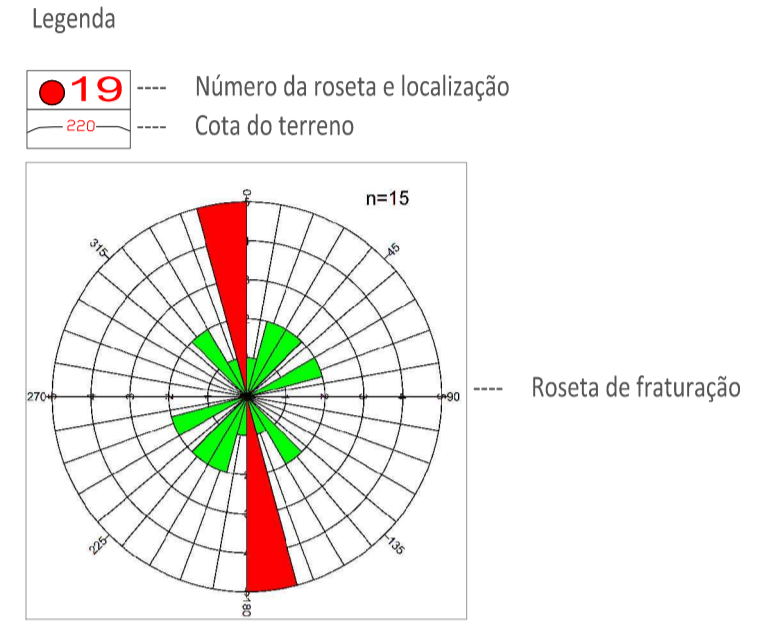
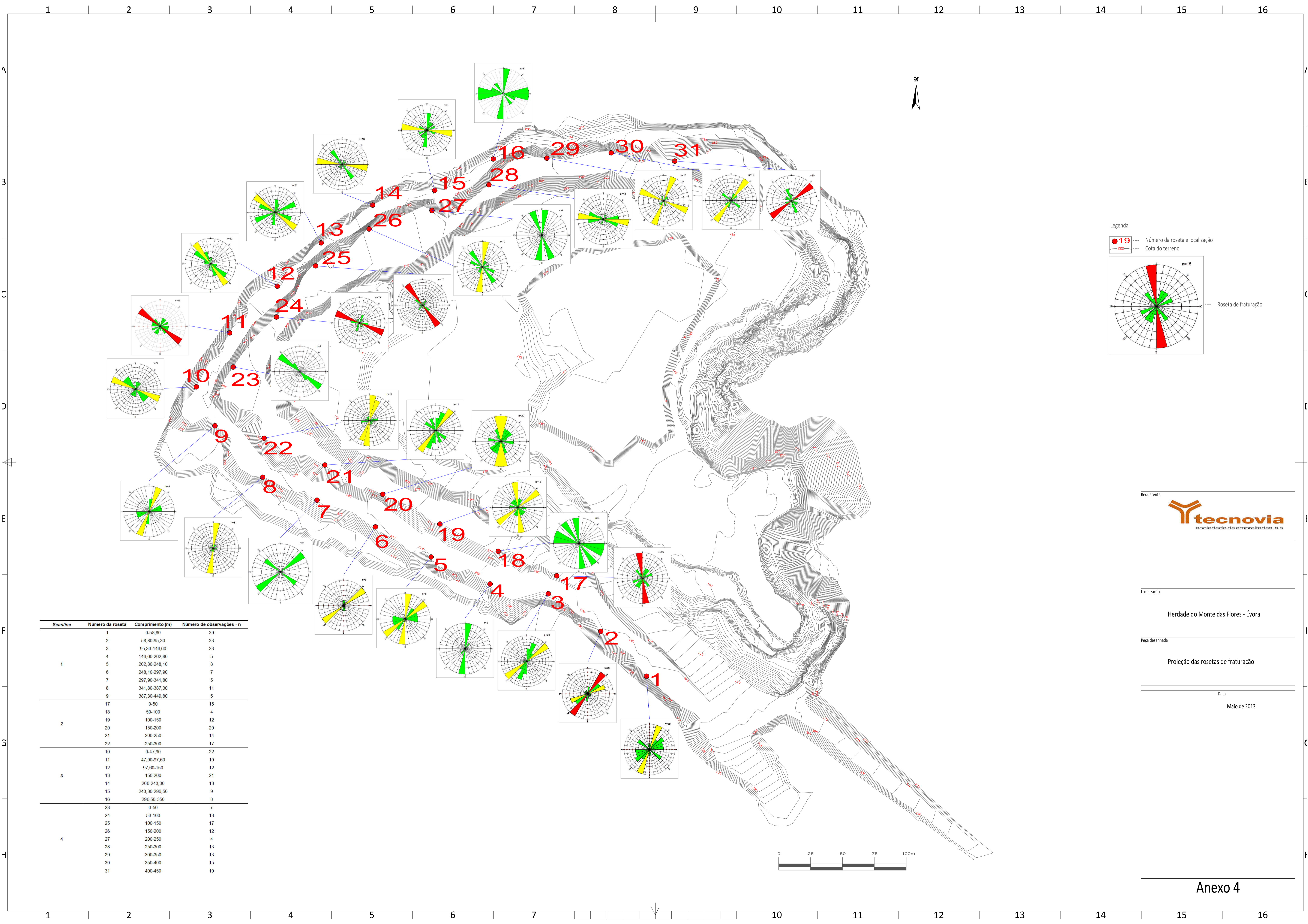
Scanline 4

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta	Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta				
0-50	120	23	100-150	140	25	200-250	162	27				
	120			218			200-250		162			
	120			140					190			
	148			140		250-300	260	28				
	138			180			92					
	120			218			108					
	122			140			268					
50-100	156	24		150-200			140		26	250-300	268	28
	110						140				112	
	110						262				106	
	110		140		100							
	198		140		94							
	110		240		132							
	110		140		92							
	110		138		208							
	198		118		100							
	212		118		300-350	108	29					
120	182	114										
100	258	114										
100	190	200										
100-150	120	25	150-200	190		26		300-350	160	29		
	120			180					212			
	120			202					114			
	136			220					196			
	140			190					228			
200-250	182	27	200-250	182		27		200-250	182	27		


(continuação)

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
300-350	200	29
	198	
	198	
	106	
350-400	120	30
	132	
	138	
	206	
	206	
	120	
	232	
	212	
	212	
	212	
	212	
	212	
	212	
238		
400-450	128	31
	230	
	230	
	230	

Comprimento (m)	Direção (0-360°)	Número da roseta
400-450	162	31
	118	
	242	
	162	
	230	



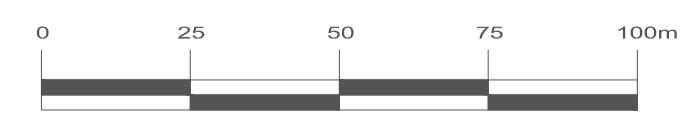
Scanline	Número da roseta	Comprimento (m)	Número de observações - n
1	1	0-58,80	39
	2	58,80-95,30	23
	3	95,30-146,60	23
	4	146,60-202,80	5
	5	202,80-248,10	8
	6	248,10-297,90	7
	7	297,90-341,80	5
	8	341,80-387,30	11
	9	387,30-449,80	5
2	17	0-50	15
	18	50-100	4
	19	100-150	12
	20	150-200	20
3	21	200-250	14
	22	250-300	17
	10	0-47,90	22
	11	47,90-97,80	19
	12	97,80-150	12
	13	150-200	21
4	14	200-243,30	13
	15	243,30-296,50	9
	16	296,50-350	8
	23	0-50	7
	24	50-100	13
	25	100-150	17
	26	150-200	12
	27	200-250	4
	28	250-300	13
29	300-350	13	
30	350-400	15	
31	400-450	10	

Requerente

 sociedade de emparelhadas, s.a

Localização
 Herdade do Monte das Flores - Évora

Peça desenhada
 Projeção das rosetas de fraturação

Data
 Maio de 2013



ANEXO V

5 bYl c') . '8 UXcg'fY'U'hj cg' { g'U'hj XYg'XUg'ZUhi fUg'jXYbhjZ'WUXUg'Wta 'a Ujcf'ja dcfh bVjU'bUWUj jXUXY'XU'dYXfY'jfU

Piso 1 - Orientação: NW-SE

Designação	Atitude		Observações
	Direção	Inclinação	
F1	N20°E	64°SE	-
F2	N64°E	70°SE	-
F3	N50°E	Sub-vertical	-
F4	N80°E	60°NW	-
F5	N12°E	70°SE	-
F6	N70°E	70°NW	-
F7	N30°E	70°NW	-
F8	N50°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 1 m de espessura.
F9	N20°E	70°NW	-
F10	N60°E	74°W	Zona bastante alterada com vegetação, ausência de pedra, família principal muito freável.
F11	N50°E	76°NW	-
F12	N12°E	80°E	-
F13	N50°W	40°NE	Faturas denominadas de "lisos".
F14	N60°E	82°E	Com clorite nas estrias, abatimento do flanco W.
F15	N16°E	76°NW	Zona de esmagamento com espessura 1,60 m - indícios de rubefação.
F16	N55°W	42°NE	Faturas denominadas de "lisos".
F17	N44°E	76°SE	Zona muito alterada, com 1,5 m de espessura - indícios de rubefação - existência de vegetação.
F18	N70°W	48°NE	Faturas denominadas de "lisos".
F19	N14°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 1,30 m de espessura.
F20	N10°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 2,80 m de espessura, material bastante alterado, prolongando-se provavelmente para o 2º piso.
F21 I	N16°E	Sub-vertical	Zona muito fraturada, sem alteração, com espessura aproximada de 20 m; fraturação incidente no outro perfil.
F21 F	N16°E	Sub-vertical	
F22	N60°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com material bastante alterado, sendo cortada pela família com a direção N10°E.
F23	N10°E	Sub-vertical	-
F24	N70°E	62°SE	-
F25	N10°E	70°W	-

Piso 1 - Orientação: NE-SW

Designação	Atitude		Observações
	Direção	Inclinação	
F26I	N20°E	Sub-vertical	Verifica-se esta família ao longo de 30 m.
F26F	N20°E	Sub-vertical	
F27	N50°W	48°NE	Local da pedreira com aspeto ferruginoso, com H ₂ O e vegetação.
F28	N60°W	45°NE	-
F29	N70°W	78°S	-
F30	N78°W	52°NE	-
F31	N80°W	54°S	-
F32	N44°E	Sub-vertical	-
F33	N55°E	Sub-vertical	Plano muito degradado com muitos óxidos de ferro, daí a sua tonalidade avermelhada.
F34	N55°E	Sub-vertical	
F35	N55°E	Sub-vertical	
F.A	N60°W	80°NE	-
F36	N4°E	Sub-vertical	Zona mais alterada (W4). Presença de água ao longo do piso.
F37	N24°E	66°NW	-
F38	N40°E	42°NW	-
F39	N28°E	80°NW	-
F40	N10°E	56°W	Zona de esmagamento com 2 m de espessura, tendo dois planos paralelos.
F41	N12°E	76°NW	-

Piso 2 - Orientação: NW-SE

Designação	Atitude		Observações
	Direção	Inclinação	
F42	N10°E	84°E	Zona com bastante fraturação, tendo uma espessura média de 5 m. Possivelmente é a continuação de uma fratura do piso superior. Contudo, no 2º piso a rocha encontra-se menos erodida. São "cortadas" pela família N70°W, 66°N (lisos).
F43	N70°W	66°N	Denominados os lisos.
F44	N40°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 1,5 m de espessura, zona alterada com rubefação.
F45	N44°E	80°NW	-
F46	N68°W	48°N	Fraturas denominadas de "lisos".
F47	N32°E	68°NW	Zona de esmagamento com 0,5 m de espessura - indícios de rubefação do material.
F48	N68°E	74°SE	Zona de esmagamento com material alterado ao longo da fratura e bastante partido; com espessura de 1 m.
F49	N34°E	80°NW	Fratura com rubefação do feldspato.
F50	N42°E	Sub-vertical	Fratura com alteração clorítica e alguma rubefação do feldspato.
F51	N56°E	80°SE	Fratura com rubefação do feldspato, dando a entender existir continuação no piso superior.
F52	N24°E	70°W	Fratura com rubefação do feldspato, dando a entender existir continuação no piso superior.
F53	N40°E	70°NW	Zona de esmagamento com cerca de 0,75 m de espessura.
F54	N8°E	78°W	Zona de esmagamento com cerca de 3,50 m de espessura, material bastante alterado.
F55	N12°E	Sub-vertical	Zona bastante fraturada, com alteração clorítica.
F56	N72°E	Sub-vertical	Fratura com rubefação do feldspato.
F57	N30°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 1,5-2 m de espessura.

Piso 2 - Orientação: NE-SW

Designação	Atitude		Observações
	Direção	Inclinação	
F58	N54°E	80°SW	-
F59	N10°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com cerca de 1 m de espessura.
F60	N74°E	Sub-vertical	-
F61	N4°W	70°W	Possivelmente é a mesma fratura F54 do piso dois, perfil NW-SE.
F62	N10°E	Sub-vertical	-
F63	N8°E	40°SE	-
F64	N80°E	70°S	-
F65	N70°E	70°SE	-
F66	N74°W	64°N	Entre a F66 e a F67 zona bastante fraturada com presença de água e vegetação.
F67	N70°E	Sub-vertical	-
F68	N40°E	Sub-vertical	Presença de filonetes aplíticos centimétricos, com aspeto mais sacaróide, paralelos à fraturação; zona de esmagamento.
F69	N-S	Sub-vertical	-
F70	N20°E	Sub-vertical	-
F.A	E-W	76°N	-

Piso 3 - Orientação: NW-SE

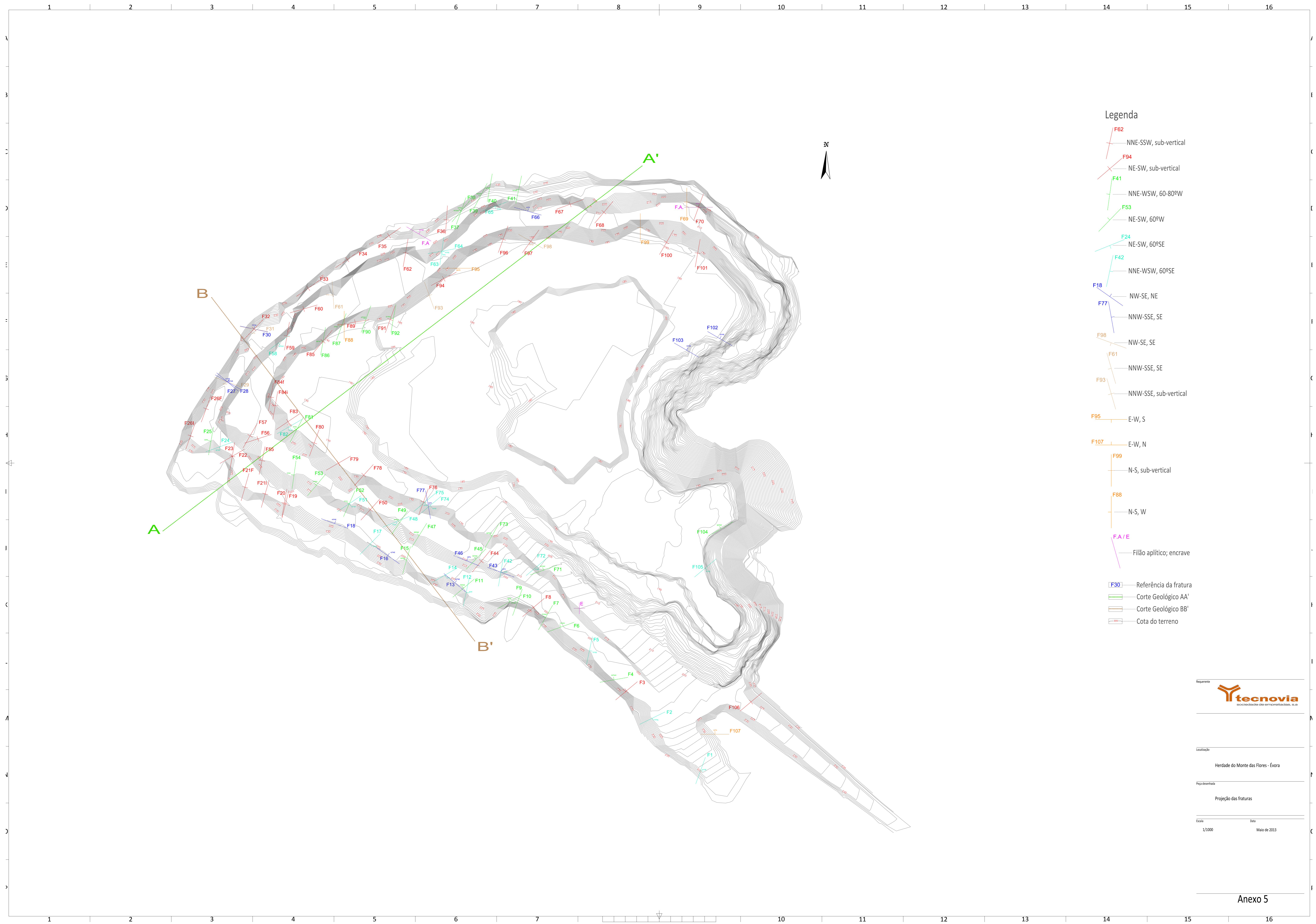
Designação	Atitude		Observações
	Direção	Inclinação	
E	-	-	Encraves com 10 cm de diâmetro no máximo.
F71	N70°E	60°NW	-
F72	N50°E	70°SE	Zona de esmagamento com cerca de 0,5 m de espessura.
F73	N30°E	64°NE	-
F74	N50°E	70°SE	Material bastante alterado com rubefação.
F75	N50°E	70°SE	Material bastante alterado com rubefação.
F76	N20°E	Sub-vertical	Material bastante alterado com rubefação.
F77	N40°W	64°E	Material bastante alterado com rubefação.
F78	N42°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 0,5 m de espessura.
F79	N60°E	Sub-vertical	Fratura com óxidos de ferro, zona de esmagamento com cerca de 1 m de espessura.
F80	N20°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 1,5 m de espessura, no entanto nos pisos acima dá a entender que a sua espessura aumenta.
F81	N28°E	70°W	Zona de esmagamento com 1,5 m de espessura.
F82	N60°E	74°SE	Fratura com rubefação, parece que une com a F68.
F83	N56°E	Sub-vertical	-
F84i	N10°E	Sub-vertical	Fraturação que se estende ao longo 8,5 m .
F84f	N10°E	Sub-vertical	

Piso 3 - Orientação: NE-SW

Designação	Atitude		Observações
	Direção	Inclinação	
F85	N40°E	Sub-vertical	-
F86	N10°E	66°W	Zona de esmagamento com 0,5 m de espessura; presença de água.
F87	N20°E	70°W	-
F88	N-S	60°W	Zona de esmagamento com 1 m de espessura.
F89	N80°E	Sub-vertical	Zona de esmagamento com 2 m de espessura.
F90	N20°E	60°NW	Zona de esmagamento com 1 m de espessura.
F91	N20°E	Sub-vertical	-
F92	N10°E	80°NW	Paralela à F88, zona de esmagamento com 1,5 m de espessura.
F93	N20°W	Sub-vertical	-
F94	N62°E	Sub-vertical	-
F95	E-W	60°S	-
F96	N20°E	Sub-vertical	-
F97	N36°E	Sub-vertical	-
F98	N60°W	50°SE	-
F99	N-S	Sub-vertical	Presença de H ₂ O ao longo das fraturas.
F100	N30°E	Sub-vertical	-
F101	N10°E	Sub-vertical	-

Frente de desmonte da pedreira abandonada, a NE

Designação	Atitude	
	Direção	Inclinação
F102	N60°W	50°NE
F103	N60°W	50°NE
F104	N60°E	62°NW
F105	N50°W	50°SE



Legenda

- F62 — NNE-SSW, sub-vertical
- F94 — NE-SW, sub-vertical
- F41 — NNE-WSW, 60-80°W
- F53 — NE-SW, 60°W
- F24 — NE-SW, 60°SE
- F42 — NNE-WSW, 60°SE
- F18 — NW-SE, NE
- F77 — NNW-SSE, SE
- F98 — NW-SE, SE
- F61 — NNW-SSE, SE
- F93 — NNW-SSE, sub-vertical
- F95 — E-W, S
- F107 — E-W, N
- F99 — N-S, sub-vertical
- F88 — N-S, W
- F.A / E — Filão aplítico; encrave
- F30 — Referência da fratura
- — Corte Geológico AA'
- — Corte Geológico BB'
- — Cota do terreno



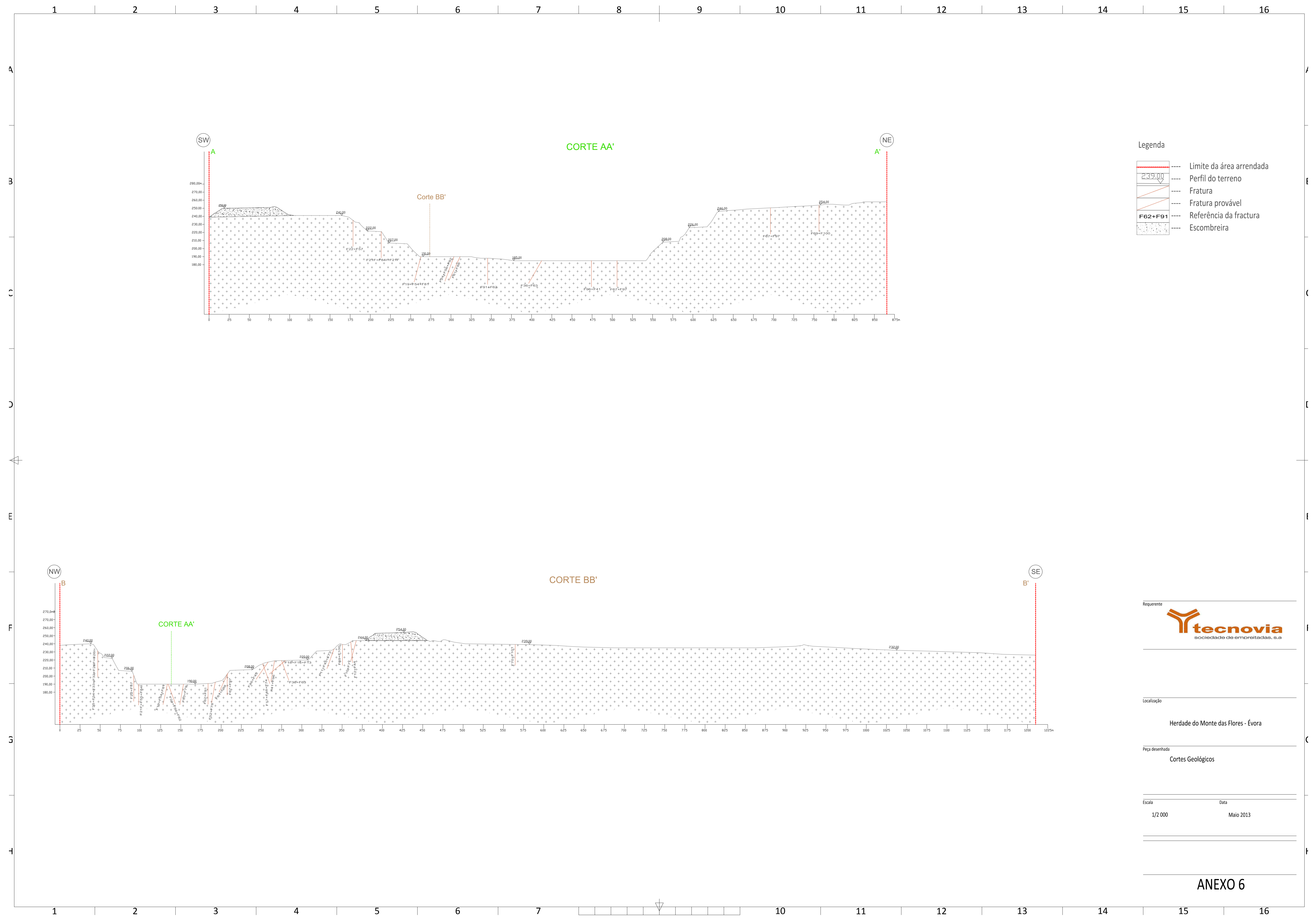
Requerente: **Herdade do Monte das Flores - Évora**

Localização: **Herdade do Monte das Flores - Évora**

Peça desenhada: **Projeção das fraturas**

Escala: **1/1000** Data: **Maio de 2013**

ANEXO VI



- Legenda
- Limite da área arrendada
 - Perfil do terreno
 - Fratura
 - Fratura provável
 - Referência da fractura
 - Escombreira

Requerente

tecnovia
sociedade de empretadas, s.a

Localização

Herdade do Monte das Flores - Évora

Peça desenhada

Cortes Geológicos

Escala

1/2 000

Data

Maio 2013

ANEXO 6

ANEXO VII

5 bYl c+. 7 UfUMYf ghWUg Xcg dcbhcg XYz[i U]XYbhZVUXcg bUzfYUXU~DYxfYjfUXc A cbhYXUg: `cfYg`

UNIVERSIDADE DE EVORA

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A1

TIPO Poço LUGAR fonte das flores FREGUESIA Horta das figueiras
CONCELHO ÉVORA DISTRITO ÉVORA DATA 17/05/2011
PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11	1,07**	187	6,44	18,0		32	

MEDIÇÕES

COTA DA REF.^a 231,57 m (1) REF.^a * _____

NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a 1,07 m

COTA DO NÍVEL DA ÁGUA 231,39 m EC _____

TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C

às _____ horas pH _____ DUREZA _____

TURBIDEZ O₂ livre _____

CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s

PROFUNDIDADE TOTAL 3,64 m em rela-
ção à cota de referência

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

COORDENADAS

MN 38°31'34,6"
PW 7°56'53,1"

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) Não há extracção

Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h

Diâmetro do Poço 2,60 (Min) m Utilização Nula

Observações A água apresenta uma cobertura de lismas

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

* Bordo do poço - 0,89 m acima do solo




DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A2

TIPO Poço LUGAR Fonte das Flores FREGUESIA Fonte das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.ª 2319 m (1) REF.ª *
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.ª 1,50 m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA 2318 m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
 PROFUNDIDADE TOTAL 7,69 m _____

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
 MN 38°31'34,9"
 PW 7°06'53,8"

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) Bomba
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço 3,70 m Utilização Domésticos (?)
 Observações _____

ESTRATRIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11	1,50	208	7,01	19,9		0	

* Bordo do poço - 1,22m acima do solo



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

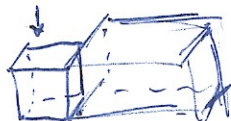
FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A 5

TIPO Poço LUGAR Monte das Flores FREGUESIA Monte das Figueiras
CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES

COTA DA REF.^a 237 m (1) REF.^a * _____
NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a 1,90 m
COTA DO NÍVEL DA ÁGUA 235,5 m EC _____
TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
às _____ horas pH _____ DUREZA _____
TURBIDEZ O₂ livre _____
CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
PROFUNDIDADE TOTAL 7,40 m _____

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO



COORDENADAS
MN 38° 31' 37,8"
PW 7° 57' 2,2"

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) Bomba submersível
Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
Diâmetro do Poço 3,10 m Utilização Abastecimento doméstico
Observações Não se efectuou parte química por não se ter acesso (Poço fechado)

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
<u>17</u>							

* Boidadura do poço



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A6

TIPO * LUGAR Ponte das Flores FREGUESIA Monte das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/11
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.^a 251 m (1) REF.^a _____
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ l/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

COORDENADAS
 MN 38° 31' 47,3"
 PW 7° 57' 14,0"

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
 Observações Pedreira Ornamental localizada na zona B

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11		152	9,30	24,8		-136	

* Lagoa da Pedreira - Pedreira Ornamental (P.O.)



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A7

TIPO poço LUGAR Monte das Flores FREGUESIA Monte das Figueiras
CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
COTA DA REF. 231,7 m (1) REF.ª *
NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.ª 2,30 m
COTA DO NÍVEL DA ÁGUA 229,4 m EC _____
TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
às _____ horas pH _____ DUREZA _____
TURBIDEZ O₂ livre _____
CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
PROFUNDIDADE TOTAL 6,52 m _____

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

COORDENADAS
MN 38° 31' 25,1"
PW 7° 57' 6,3"

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) motor externo
Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
Diâmetro do Poço 3,20 m Utilização Abastecimento Monte das Flores
Observações Poço localizado na interfeir. da área arborizada *2

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11	2,30	570	7,05	17,5		-4	

* Bordo de cimento ao nível do solo

*2 pela TECNOVIA que no eutauló e' explorado pela unidade agrícola do Monte das Flores (água limpa)



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A8

TIPO Poço LUGAR Monte das Flores FREGUESIA Horta das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.ª 238,8 m (1) REF.ª *
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.ª 2,01 m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA 236,8 m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m _____

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
 M N38° 31' 32,1"
 P W7° 57' 13,5"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
 TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço 6,50 m Utilização _____
 Observações Poço aparentemente não explorado

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11	2,01	209	7,25	19,7		-15	

* Tempo do furo ao nível do solo



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A9

TIPO * LUGAR Fonte das Flores FREGUESIA Horta das Figueiras
 CONCELHO _____ DISTRITO _____ DATA 17/05/2011
 PROPRIETÁRIO _____ Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES	ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO
COTA DA REF. ^a <u>241</u> m (1) REF. ^a _____	COORDENADAS <u>MN 38° 31' 31,8"</u> <u>PW 7° 57' 14,9"</u>
NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF. ^a _____ m	
COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____	
TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C	
às _____ horas pH _____ DUREZA _____	
TURBIDEZ O ₂ livre _____	
CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s	
PROFUNDIDADE TOTAL _____ m	

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____

Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h

Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____

Observações As análises químicas da água presente no fundo *2

ESTRATIGRAFIA		
Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11		123	8,32	24,8		-78	

* Charca que contém a água bombeada do fundo de pedreira (Ponto de Água Nº A 22)

*2 de pedreira foram efectuadas nesta charca pois a água é para aqui bombeada



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A10

TIPO Poço LUGAR Monte das Flores FREGUESIA Monte das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF. 236,7 m (1) REF.ª *
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.ª 1 m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA 236,51 m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
 PROFUNDIDADE TOTAL 4,20 m _____

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
 MN 38°31'24,2"
 PW 7°57'27,6"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
 TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço 2 m Utilização Desconhecida
 Observações Poço com presença de lismos. Supostamente *2

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11	1	350	6,65	20,2		20	

*Topo do muro do poço - 0,80m acima do solo
 *2 abandonado, no entanto, a informação dada indica que é explorado pela unidade agrícola do Monte das Flores, através de JOPER.



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A 12

TIPO * LUGAR Fonte das Flores FREGUESIA Horta das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17 05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.^a _____ m (1) REF.^a _____
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
MN 38° 31' 42,5"
PN 7° 57' 4,4"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
 TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
 Observações _____

ESTRATRIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES

* Lagoa temporária, sem água de momento, localizada na zona B.



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A 14

*TIPO Charca LUGAR Monte das fiores FREGUESIA Hoita das figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES	ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO
COTA DA REF. ^a _____ m (1) REF. ^a _____	COORDENADAS <u>MN 38° 31' 38"</u> <u>PU 7° 57' 37"</u>
NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF. ^a _____ m	
COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____	
TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C	
às _____ horas pH _____ DUREZA _____	
TURBIDEZ O ₂ livre _____	
CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ l/s	
PROFUNDIDADE TOTAL _____ m	

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____

Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h

Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____

Observações _____

ESTRATRIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11		314	6,34	23,8		38	

*A água encontra-se suja, apresentando uma tonalidade escura. No entanto não existem sinais de Lismas.



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A 17

TIPO W LUGAR fonte das flores FREGUESIA Monte das figueiras
CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
COTA DA REF.^a _____ m (1) REF.^a _____
NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
às _____ horas pH _____ DUREZA _____
TURBIDEZ O₂ livre _____
CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

COORDENADAS
M N38°31'36,7"
P W17°56'59,4"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
Observações _____

ESTRATIGRAFIA		
Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES

* Pequena charca eventualmente sem água durante todo o ano excepto em alturas de precipitação



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A18

TIPO * LUGAR Fonte das Flores FREGUESIA Haeta das figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/11
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.^a _____ m (1) REF.^a _____
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ l/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

COORDENADAS
 MN 38°31'34.8"
 PW 7°57'00.0"

OUTRAS OBSERVAÇÕES

TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
 Observações _____

ESTRATRIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11		313	6,38	23,6		36	

* Charca de dimensões consideráveis, com ligação à estação 17 através de um canal de terra. Observam-se marcas de prumos eventualmente serve para abastecimento de JOPER'S



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A19

*TIPO Charca LUGAR Monte das Flores FREGUESIA Monte das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17/05/2011
 PROPRIETÁRIO ECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.^a _____ m (1) REF.^a _____
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
MN 38° 31' 36.1"
PN 7° 57' 09.2"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
 TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
 Observações _____

ESTRATRIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES
17/05/11		296	6,34	23,9		37	

*Charca com presença de água escura perto das estações A17 e A18.



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A 20

TIPO * LUGAR fonte das flores FREGUESIA Horta das figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 13/05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.^a _____ m (1) REF.^a _____
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ 1/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
MN38°31'45,0"
PW07°57'59"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
 TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
 Observações _____

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES

* Suposta tona de lagoa nas alturas de maior precipitação - zona B



DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

Recursos Geológicos de Portugal

FICHA DE OBSERVAÇÕES DO PONTO DE ÁGUA Nº A21

TIPO * LUGAR Fonte das Flores FREGUESIA Horta das Figueiras
 CONCELHO Évora DISTRITO Évora DATA 17.05/2011
 PROPRIETÁRIO TECNOVIA Nº DA FOLHA DOS SCE _____

MEDIÇÕES
 COTA DA REF.^a _____ m (1) REF.^a _____
 NÍVEL DE ÁGUA EM RELAÇÃO À REF.^a _____ m
 COTA DO NÍVEL DA ÁGUA _____ m EC _____
 TEMP. ÁGUA _____ °C TEMP. AR _____ °C
 às _____ horas pH _____ DUREZA _____
 TURBIDEZ O₂ livre _____
 CAUDAL (medido/avaliado/por informação) _____ l/s
 PROFUNDIDADE TOTAL _____ m

ESBOÇO DA LOCALIZAÇÃO

 COORDENADAS
 M N38°31'26,2"
 P W7°57'3,5"

OUTRAS OBSERVAÇÕES
 TIPO DE EXTRACÇÃO (manual/bomba/aeromotor/nora) _____
 Rebaixamento Aproximado _____ m/h Recuperação Aproximada _____ m/h
 Diâmetro do Poço _____ m Utilização _____
 Observações _____

ESTRATIGRAFIA

Profundidades	Litologia	Idade
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____
_____ a _____	_____	_____

(1) Modo de obtenção _____ Rubrica _____

DATA	NHE (m)	CE (µs/cm)	pH	TEMP. (°C)	ANÁL.?	Eh (mV)	OBSERVAÇÕES

* Pequena charca perto da estação A7, junto à estrada, sentido vacilórios - fundo de pedreira. Junto a zona de aterro.

Características dos pontos de água identificados na área da “Pedreira do Monte das Flores”.

Ponto	Coordenadas - Datum Lisboa		Tipo	Designação	Diâmetro (m)	Profundidade (m)	NHE (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume de água (m ³)	Observações
	M (m)	N (m)									
A1	216132,77	173235,52	Poço	P	2,6	3,6	1,07	-	-	13,64	-
A2	216115,80	173244,74	Poço	P	3,7	7,7	1,50	-	-	66,56	-
A3	216065,01	173204,55	Charca	C	-	1	-	20	6	120,00	Considerando 1 m de profundidade (não foi medido).
A4	215883,22	173265,87	Charca	C	-	2,1	0,98	18	5	100,80	-
A5	215912,15	173333,76	Poço	P	3,1	7,4	1,90	-	-	41,51	-
A6	215625,76	173626,14	Lagoa de Pedreira	LPdr	-	-	-	-	-	861,00	Trata-se de uma pedreira antiga, de pequena extensão.
A7	215813,61	427058,04	Poço	P	3,2	6,5	2,30	-	-	33,94	-
A8	215638,78	173157,46	Poço	P	6,5	6	2,01	-	-	132,40	-
A9	215604,88	173148,15	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	Trata-se de uma escavação que recebe águas de extração da lagoa do fundo da pedreira principal - ponto A22.
A10	215443,04	172913,49	Poço	P	2,0	4,2	1,00	-	-	10,05	-
A11	215617,52	172873,74	Poço	P	3,4	9,5	1,73	-	-	68,49	-
A12	215858,58	173478,58	Lagoa Temporária	LT	-	-	-	-	-	nd	Sem água em maio de 2011.
A13	215990,90	172707,95	Lagoa de Decantação	LD	-	-	-	-	-	nd	-
A14	215875,80	173339,86	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	-
A15	215887,84	173376,88	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	-
A16	215977,58	173321,56	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	-
A17	215980,04	173299,98	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	-
A18	215965,62	173241,36	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	-
A19	215960,70	173281,44	Charca	C	-	-	-	-	-	nd	-

Nota: nd - não determinado; NHE - Nível hidrostático; P - Poço; C - Charca; LPdr - Lagoa de pedreira; LT - Lagoa temporária; LD - Lagoa de decantação.

(continuação)

Ponto	Coordenadas - Datum Lisboa		Tipo	Designação	Diâmetro (m)	Profundidade (m)	NHE (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume de água (m ³)	Observações
	M (m)	N (m)									
A20	215822,09	173555,60	Lagoa Temporária	LT	-	-	-	-	-	Nd	-
A21	215784,47	172975,82	Charca	C	-	-	-	11	6	Nd	-
A22	215491,50	173266,00	Lagoa de Pedreira	LPdr	-	-	-	-	-	22577,00	-

Nota: nd - não determinado; NHE - Nível hidrostático; P - Poço; C - Charca; LPdr - Lagoa de pedreira; LT - Lagoa temporária; LD - Lagoa de decantação.

ANEXO VIII

5 bYl c', .5 a cgfU, Ya

Amostras colhidas na "Pedreira do Monte das Flores".

Amostra

Referência



MTF-1



MTF-2



MTF-3



MTF-4

Amostra



Referência

MTF-5



MTF-6



P.O.



CRC-1

Amostra



Referência

CRC-2



CRC-3

ANEXO IX

Anexo 9: Descrição petrográfica das lâminas delgadas

No intuito de perceber a variação petrográfica na pedreira, elaboraram-se lâminas delgadas dos diferentes litótipos identificados macroscopicamente. Segue-se a descrição petrográfica das mesmas.

- **MTF-1 - Piso 1**: zona Sul da pedreira. Amostra que pretende mostrar aspeto típico de rubefação. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade média a grosseira, cor leucocrata, com uma percentagem de minerais máficos de aproximadamente 15% e de minerais félsicos próximo dos 85%.

Mineralogia primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 2,5 mm.

- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. Os cristais apresentam, algumas vezes, alteração para sericite, tendo por vezes pertites na sua constituição - exsoluções de plagioclase albítica em feldspato potássico. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 1,5 mm.

- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. É visível em alguns cristais, alteração para sericite, tendo alguns o desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. É também observável a turvação, isto é, uma alteração em alguns cristais para minerais de argila, dando um tom mais escuro ao cristal. De um modo geral, as plagioclases encontram-se bastante sericitizadas. A dimensão média dos minerais varia entre 0,5 mm e 2 mm.

- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos. Representa 10 a 15% do volume total da rocha, verificando-se uma ligeira substituição de alguns cristais de biotite para clorite. Incluídos nos cristais de biotite são visíveis halos pleocróicos, que resultam do decaimento radioativo do urânio dos cristais de zircão. A dimensão média dos cristais é de aproximadamente de 0,5 mm.

Mineralogia Acessória:

- Apatite: incolor, relevo baixo, com uma representação muito residual no volume total da rocha.

Mineralogia Secundária:

- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os cristais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos aos de biotite, sugerindo assim, que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média dos cristais é de aproximadamente 0,5 mm.

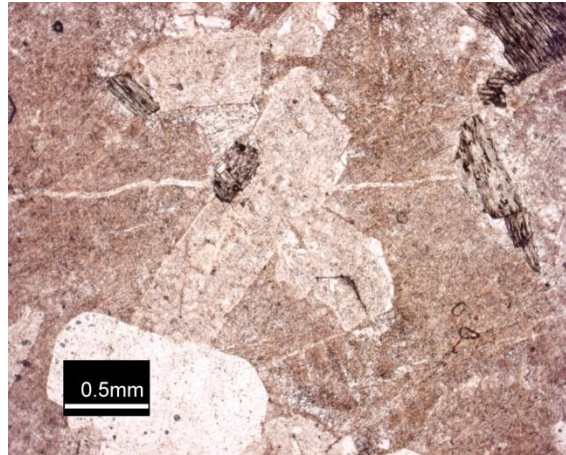
- Clorite: de cor verde, exhibe frequentemente tintas de interferência anómalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais ronda os 0,5 mm.

- Prenite: associado aos agregados de moscovite.

- Calcite: incolor, birrefringência elevada, ocorrendo maioritariamente sob a forma de veio.

De um modo geral, a rocha apresenta um elevado nível de alteração dos minerais para argila - turvação, sendo por isso considerada uma amostra de rocha alterada. É visível a presença de pequenos veios de calcite, bem como a de alguns minerais opacos, associados à clorite podendo, no entanto, representar fragmentos de biotite. A alteração da plagioclase e dos feldspatos potássicos são responsáveis pelo tom rosado da rocha. Nesta amostra, ocorre o fenómeno de blastese, que representa um crescimento de minerais, formando cristais de grandes dimensões.

De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra MTF-1 é um granito com rubefação.



Legenda: Nesta imagem, é visível o elevado nível de alteração que caracteriza a amostra. Ao centro, na horizontal, com cerca de 2,5 mm de diâmetro e espessura de 0,05 mm, encontra-se a ocorrência de um veio de calcite que interceta um fenocristal de feldspato potássico. No canto superior direito, é visível um cristal de biotite e no canto inferior esquerdo é observável um cristal de quartzo.



Legenda: Em nicóis cruzados é visível a alteração que caracteriza a amostra. Esta conduz ao crescimento de cristais de micas de maiores dimensões, como se pode observar no centro dos cristais de feldspato potássico, do lado direito.

- **MTF-2 - Piso 1**: zona Sul da pedreira. Pretende amostrar granito com suposta mineralogia mais grosseira em relação ao restante piso/pedreira. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, exibindo uma granularidade média a grosseira, de cor leucocrata, com percentagem de minerais máficos de aproximadamente 10% e de minerais félsicos próximo de 90%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 1 mm.
- Feldspato potássico: incolor, com cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. Por vezes, são visíveis minerais com alteração para sericite. Alguns cristais com presença de pertites, isto é, exsoluções de plagioclase albítica em feldspato potássico. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 1 mm.
- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. Observa-se, em determinados minerais, alteração para sericite, tendo alguns o desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. É visível a turvação, isto é, uma alteração de alguns cristais para minerais de argila, dando um tom mais escuro ao cristal. A dimensão média dos minerais varia entre 0,5 mm e 2 mm.
- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédrico, representando 5% a 10% do volume total da rocha. Verifica-se uma ligeira substituição de alguns minerais de biotite para clorite. Incluídos nos cristais de biotite são visíveis halos pleocróicos, que resultam do decaimento radioativo do urânio existente no zircão. A dimensão média dos minerais varia entre 0,5 mm e 1,5 mm.

Mineralogia Acessória:

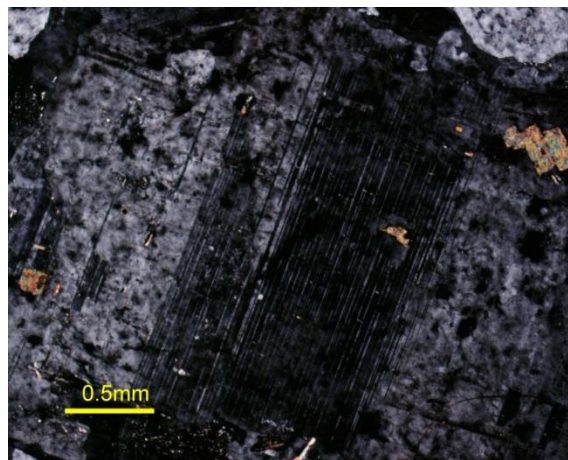
- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático, extinção reta. Cristais com dimensão média a rondar os 0,05 mm.
- Apatite: incolor, relevo baixo, com uma representação muito residual no volume total da rocha.

Mineralogia Secundária:

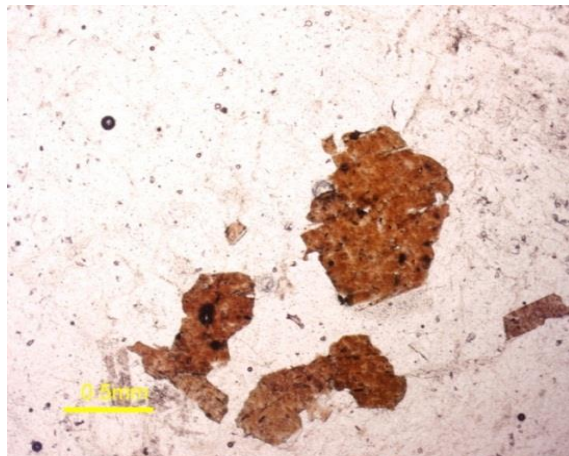
- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os minerais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos aos cristais de biotite, bem como associados à plagioclase sugerindo, então, que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 1 mm.

- Clorite: de cor verde, pleocróica, exibe frequentemente tintas de interferência anômalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais próxima é de 0,5 mm.
- Epídoto: relevo elevado, incolor, birrefrangência elevada, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Ocorre associado a cristais de quartzo e feldspato potássico.

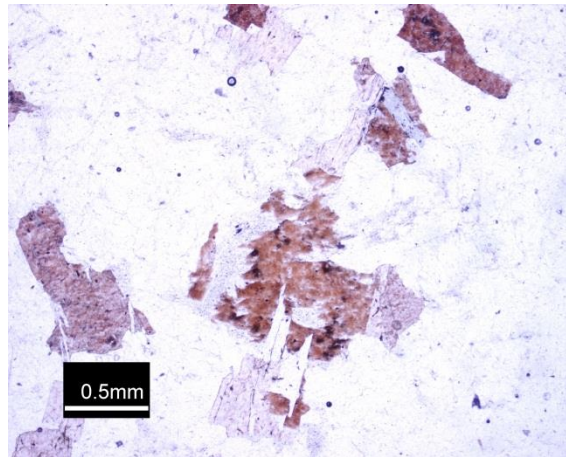
De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra MTF-2 é um granito.



Legenda: Presença de fenocristal de plagioclase com cerca de 5 mm de diâmetro, onde são visíveis as maclas polissintéticas.



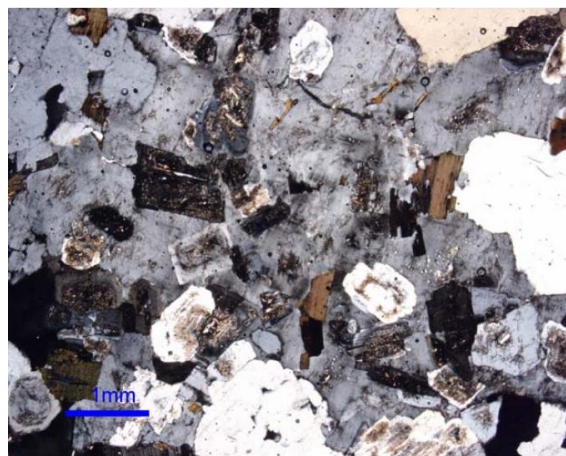
Legenda: No centro da imagem, presença de um cristal de biotite, de cor castanha, com cerca de 0,5 mm de diâmetro. No mineral são visíveis pontos pretos, representativos de halos pleocróicos da biotite, resultado do decaimento radioativo do urânio presente nos cristais de zircão.



Legenda: No centro da figura é possível observar um cristal de biotite, com cerca de 3 mm de diâmetro. Além dos halos pleocróicos referidos na imagem anterior, é possível observar o desenvolvimento de clorite, substituindo a biotite.

- **MTF-3 - Piso 4:** zona Sul da pedreira, amostra proveniente de desmonte. Pretende amostrar granito representativo da pedreira. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica a xenomórfica - cristais anédricos de quartzo; cristais subédricos e anédricos de feldspato potássico e de plagioclase; cristais subédricos de micas.

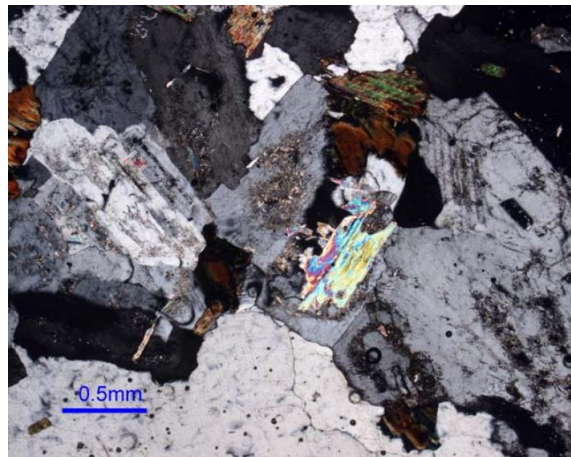


Legenda: Cristal anédrico e poecilítico de feldspato potássico que inclui cristais menores (subédricos) de biotite e plagioclase. Destaca-se a textura hipidiomórfica a xenomórfica - cristais anédricos de quartzo; cristais subédricos e anédricos de feldspato potássico; cristais de plagioclase euédricos e subédricos; e, cristais subédricos de micas.

Mineralogia primária:

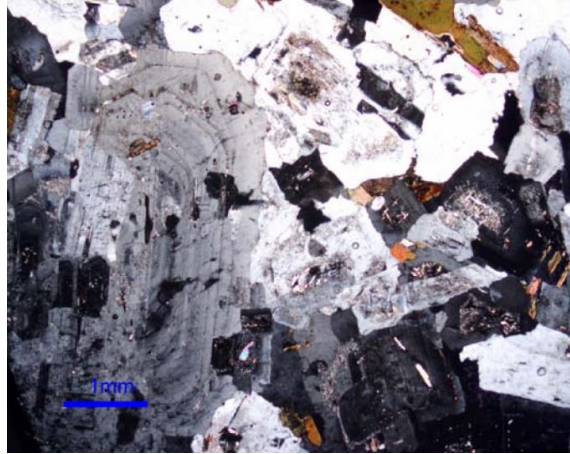
- Quartzo: incolor (cinza vítreo à escala macroscópica), com cristais anédricos geralmente bem desenvolvidos (sem faces visíveis - contornos irregulares). Representa 35% a 40% do volume total da rocha.

- Feldspato potássico: representa 25% a 30% do volume total da rocha. Cristais incolores (branco à escala macroscópica), anédricos ou subédricos (parcialmente limitados por faces), representados essencialmente através de cristais de ortoclase e microclina. Por vezes essas estruturas apresentam textura pertítica (exsolução de albite em ortoclase). Os maiores cristais incluem outros cristais de menores dimensões de outras espécies (textura poecilítica). É visível a alteração dos minerais para sericite (mica) devido a processos hidrotermais posteriores à cristalização desta fase mineralógica.



Legenda: Ao centro, ilustram-se os aspetos das micas em nicóis cruzados, sendo também visíveis diversos cristais de feldspato potássico, onde é observável a alteração para sericite (mica).

- Plagioclase: incolor (branca à escala macroscópica), sendo frequente cristais com geminações/maclas. Representa 20% a 25% do volume total da rocha. A sua análise microscópica indica composições sódico-cálcicas (possivelmente oligoclase). Ocorrem cristais com zonamento concêntrico. A alteração para sericite tem lugar também em alguns minerais desta fase.



Legenda: À esquerda, observa-se um fenocristal com cerca de 5 mm de comprimento, que apresenta crescimento concêntrico e alguma alteração para sericite. No entanto, esta ocorrência é mais evidente nos cristais de feldspato, também representados na imagem.

- Biotite: castanha, subédrica, representando 5% a 10% do volume total da rocha, pleocróica (em luz polarizada - NP a cor varia com a rotação da platina). Foram observados cristais parcialmente transformados para clorite (cloritização) e alguns para titanite, refletindo a ação tardia de fluidos hidrotermais.

Mineralogia Acessória:

- Apatite: incolor, relevo baixo, com uma representação muito residual no volume total da rocha.

- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefringência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha.

Mineralogia secundária:

Moscovite: subédrica, sendo uma fase mineralógica escassa (secundária) em que representa apenas 5% do volume total da rocha.

De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra MTF-3 é um granito.

- **MTF-4 - Piso 4:** flanco Este da pedreira, perto de filão pegmatítico com 10 cm de diâmetro, junto à lagoa. Nesta zona os valores do ensaio Los Angeles foram mais elevados (ano 1998). Representa o granito normal, tendo sido realizada análise

petrográfica de modo a verificar se este local apresenta grão mais fino que na restante pedreira ou se é apenas pó na superfície da rocha. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade média, de cor leucocrata, com percentagem de minerais máficos a variar entre os 5% a 10% e minerais félsicos próximo de 90% a 95%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 3 mm.
- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 35% do volume total da rocha. É visível, em alguns cristais, alteração para sericite. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 1,5 mm.
- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exhibe maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. É visível, em alguns cristais, alteração para sericite e, pode observar-se, pontualmente, o desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. A sua dimensão média varia entre 0,5 mm e 2 mm.
- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos. Representa 5% a 10% do volume total da rocha. Verifica-se uma ligeira substituição de alguma biotite para clorite. Incluídos na biotite são visíveis halos pleocróicos, que resultam do decaimento radioativo do urânio presente no zircão. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 1 mm.

Mineralogia Acessória:

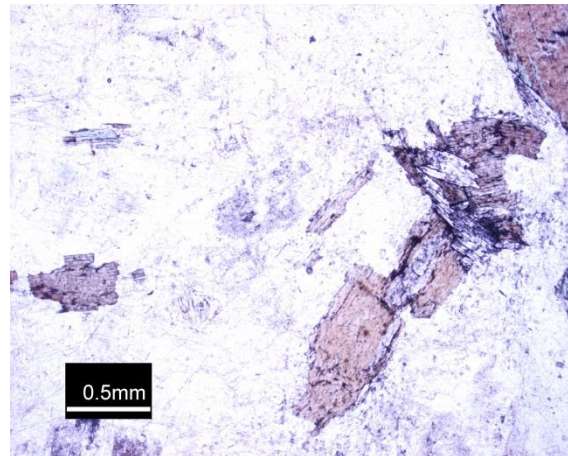
- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha. Exhibe um hábito prismático e uma extinção reta. Cristais com dimensão média a rondar os 0,05 mm.

Mineralogia Secundária:

- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os cristais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos aos de biotite, associados à plagioclase, sugerindo assim que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média dos cristais é aproximadamente de 0,5 mm.

- Clorite: de cor verde, pleocróica, exhibe frequentemente tintas de interferência anómalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 0,7 mm.

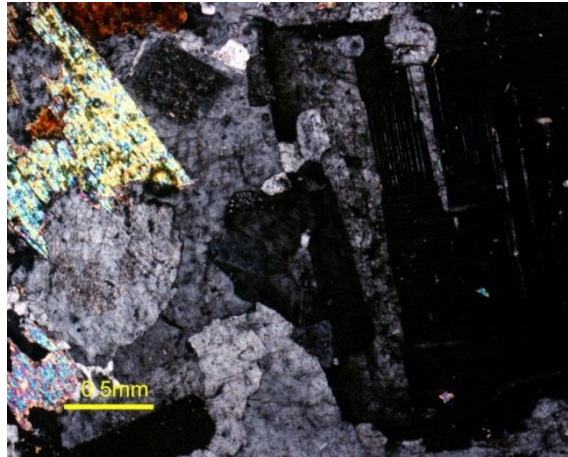
De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra MTF-4 é um granito.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis paralelos, além da alteração para clorite dos cristais de biotite, são visíveis os cristais de moscovite, incolores, a crescerem sobrepostos à biotite, de cor castanha, o que indica que se trata de uma mineralogia secundária.



Legenda: Em nicóis cruzados, é visível, ao centro, um cristal de biotite com cerca de 1 mm de comprimento, onde se destacam os halos pleocróicos.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis cruzados, é visível um fenocristal de plagioclase no canto inferior esquerdo, evidenciando as maclas polissintéticas. No canto superior esquerdo, pode observar-se um cristal de moscovite com elevada birrefringência.

- **MTF-5 - Piso 4**: flanco Oeste da pedreira. Amostra de granito representativo da pedreira, colhido em zona de desmonte. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade fina a média, de cor leucocrata, tendo uma percentagem de minerais máficos de aproximadamente 5% a 10% e de minerais félsicos próximo de 90% a 95%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 4 mm sendo visível, em alguns deles, pequenos veios de material com birrefringência elevada (deduz-se que seja calcite). A maioria dos cristais de quartzo encontram-se bem desenvolvidos.

- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. É visível em algumas destas estruturas alteração para sericite. Outro fenómeno observável é a existência de pertites nos feldspatos, isto é, exsoluções de plagioclase albitica em feldspato potássico. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 2 mm.

- Plagioclase (oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. São visíveis, pontualmente, cristais com alteração para sericite, tendo alguns desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. É visível a turvação, ou seja, alteração de alguns

cristais para minerais de argila, dando um tom mais escuro ao corpo cristalino. A dimensão média destas estruturas é de aproximadamente 0,5 mm.

- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos, representando 5% a 10% do volume total da rocha. Incluídos nos cristais de biotite, são visíveis halos pleocróicos que resultam do decaimento radioativo do urânio presente no zircão. A dimensão média dos cristais varia entre 0,2 mm e 1,5 mm.

Mineralogia Acessória:

- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático com uma extinção reta.

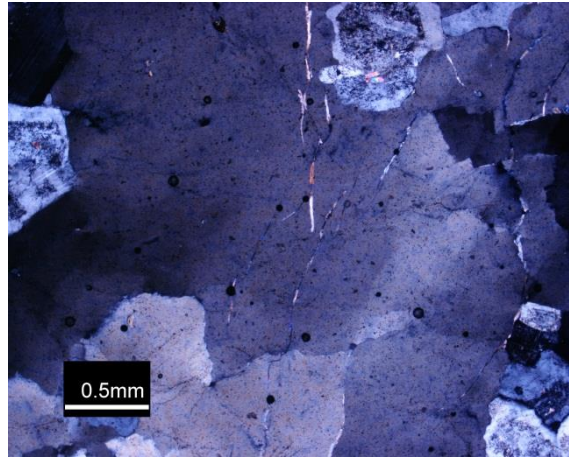
Mineralogia Secundária:

- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os cristais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos à biotite e associados à plagioclase sugerindo, então, que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média dos cristais é de aproximadamente de 0,5 mm.

- Epidoto: relevo elevado, incolor, birrefrangência elevada, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Ocorre associado a cristais de quartzo e feldspato.

A lâmina delgada, na sua generalidade, apresenta os cristais de feldspato potássico e de plagioclase fortemente sericitizados e com turvação.

De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra MTF-5 é um granito.



Legenda: No centro da imagem presença de veios de calcite, com birrefringência elevada, que intersejam um fenocristal de quartzo de tintas baixas, na ordem dos cinzentos, com cerca de 6 mm de diâmetro.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis paralelos, os cristais de plagioclase e feldspato potássico incolores, preenchidos por uma cor escura, indicativo de um elevado nível de alteração para sericite e turvação. No centro da imagem é ainda possível observar a alteração da biotite, de cor castanha, para clorite, de cor verde.

- **MTF-6 - Piso 1:** junto ao acesso para o fundo da pedreira. Amostra proveniente de carote, representativa do granito existente na pedreira. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade média a grosseira, de cor leucocrata, com percentagem de minerais máficos de aproximadamente 15% e de minerais félsicos próximo de 85%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 4 mm.
- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha sendo, por vezes, visível a alteração para sericite. Alguns cristais possuem pertites, exsoluções de plagioclase albítica em feldspato potássico. A sua dimensão varia entre 0,5 mm e 2 mm.
- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. É visível, em alguns minerais, a alteração para sericite, apresentando, por vezes desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 4 mm.
- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos, representando 10% a 15% do volume total da rocha. Verifica-se por vezes a substituição de algumas destas estruturas cristalinas para clorite. Incluídos nos cristais de biotite são visíveis halos pleocróicos, que resultam do decaimento radioativo do urânio presente no zircão. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 1 mm.

Mineralogia Acessória:

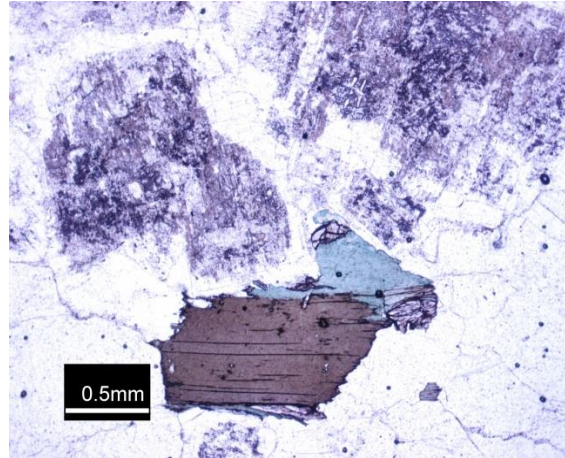
- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático e uma extinção reta.
- Apatite: incolor, relevo baixo, com uma representação muito residual no volume total da rocha.

Mineralogia Secundária:

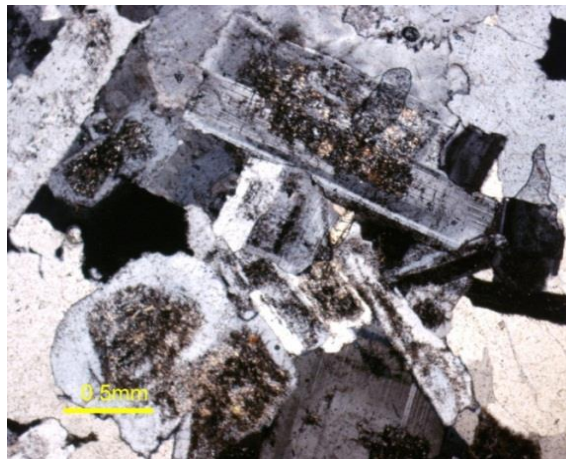
- Clorite: de cor verde, pleocróica, exhibe frequentemente tintas de interferência anómalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais é próxima dos 0,5 mm.
- Epidoto: relevo elevado, incolor, birrefrangência elevada, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Ocorre associado a cristais de quartzo e feldspato potássico. A dimensão média destas estruturas cristalinas é de aproximadamente 0,5 mm.

Na sua maioria, os cristais encontram-se alongados e bem desenvolvidos. A alteração para sericite é mais intensa no feldspato potássico comparativamente à plagioclase.

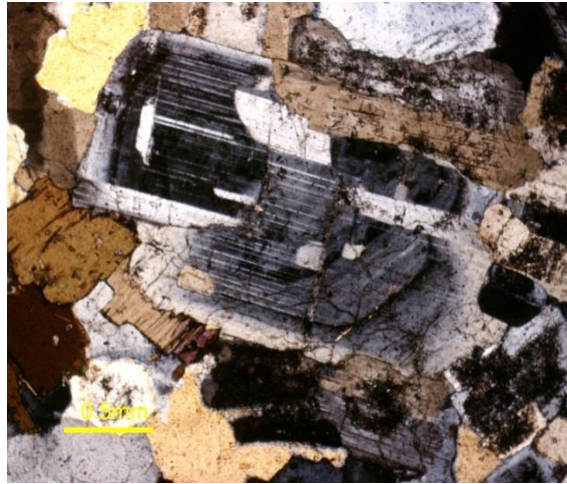
De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra MTF-6 é um granito.



Legenda: Em nicóis paralelos, além da substituição de cristais de biotite, de cor castanha, para clorite, de cor verde, é ainda visível a existência de manchas com cor escura, que evidenciam uma alteração para sericite e turvação.



Legenda: Em nicóis cruzados é visível um fenocristal alongado de plagioclase, com cerca de 2 mm de comprimento, no qual estão bem marcadas as maclas polissintéticas. Na maioria dos cristais de feldspato potássico e de plagioclase verifica-se a alteração para sericite e turvação.



Legenda: Nesta imagem é possível observar, no centro, um fenocristal de plagioclase com cerca de 3 mm de comprimento, estando bem demarcadas as suas maclas polissintéticas. Em redor dos cristais de feldspato potássico é visível a alteração para turvação, conferindo uma cor escura ao mineral.

- **P.O. - Flanco norte da “Pedreira Ornamental”**: situada na área possível de expansão da exploração. Amostra de granito mais representativo da respetiva pedreira, junto à lagoa, retirada de afloramento. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina equigranular, com uma granularidade média a grosseira, de cor leucocrata, com percentagem de minerais máficos de aproximadamente 15%, e de minerais félsicos próximo dos 85%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 40% a 45% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 1 mm e 3 mm.

- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. É visível em alguns cristais alteração para sericite. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 2 mm.

- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. É visível em alguns cristais alteração para sericite, tendo alguns o desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. É visível a turvação, isto é, alteração de alguns cristais para minerais de argila, dando um tom mais escuro à estrutura cristalina. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 2,5 mm.

- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos. Representa 10% a 15% do volume total da rocha. Verifica-se uma ligeira substituição de alguns cristais de biotite para clorite. Incluídos na biotite são visíveis halos pleocróicos que resultam do decaimento radioativo do urânio presente no zircão. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 1 mm.

Mineralogia Acessória:

- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático com extinção reta.

- Apatite: incolor, relevo baixo, com uma representação muito residual no volume total da rocha.

Mineralogia Secundária:

- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os cristais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos aos cristais de biotite, associados à plagioclase sugerindo, assim, que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média dos cristais é de aproximadamente 0,5 mm.

- Clorite: de cor verde, pleocróica, exibe frequentemente tintas de interferência anómalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais é próxima dos 0,5 mm.

Resumindo, nesta amostra, os cristais de maiores dimensões de plagioclase aparecem dispostos em agregados, sendo o quartzo o mineral mais abundante da rocha. A alteração para sericite está muito presente e, na maioria das vezes, é de verificar o crescimento de moscovite nas zonas de alteração dos cristais.

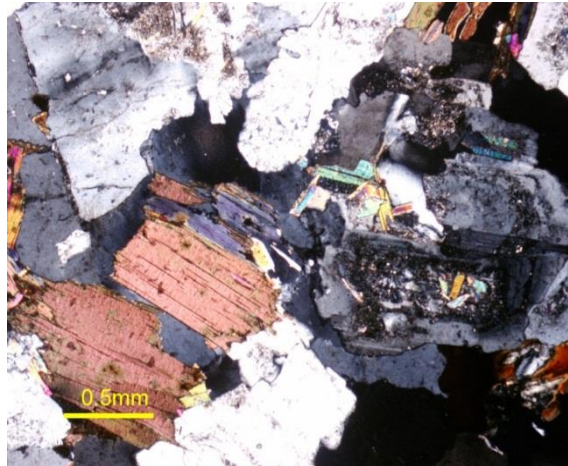
De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra P.O. é um granito.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis paralelos, são visíveis duas características importantes desta rocha. A primeira, ligeiramente do lado esquerdo, onde se observa um cristal de biotite (cor castanha) parcialmente alterado para clorite (cor verde). A segunda são as manchas escuras, que indicam uma alteração para sericite e turvação nos cristais de plagioclase e feldspato potássico.



Legenda: Sendo esta a mesma imagem anterior, mas em nicóis cruzados, é visível a alteração para sericite e turvação em alguns cristais de feldspato potássico. A extinção permanente da clorite foi uma das características observadas nesta amostra.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis cruzados, são visíveis diversos cristais de biotite com birrefringência elevada. As diferenças nas tintas devem-se sobretudo à disposição dos minerais na rocha quando foi realizada a lâmina delgada.

- **CRC-1 - Flanco W da “Pedreira do Caracol”**: situada na área possível de expansão da exploração. Amostra de granito félsico, com uma tonalidade amarelada, devido a alteração provocada pela meteorização. Possível variedade de granito com menos minerais félsicos. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade média, de cor leucocrata, com aproximadamente 5% de minerais máficos e 95% de minerais félsicos.

Mineralogia primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 40% a 45% do volume total da rocha. Dimensão média destas estruturas cristalinas varia entre 0,5 mm e 2 mm.

- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. É visível em algumas destas estruturas alteração para sericite. Dimensão média dos cristais a variar entre 0.5 mm e 1 mm.

- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. É visível em certos cristais alteração para sericite, tendo alguns o desenvolvimento de maiores dimensões para moscovite. É observável a turvação, ou seja, alteração de alguns cristais para minerais de argila, conferindo-lhes um tom mais escuro. A sua dimensão média varia entre 0,5 mm e 1,5 mm.

- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos. Representa 5% a 10% do volume total da rocha. A dimensão média destas estruturas cristalinas varia entre 0,2 mm e 0,7 mm.

Mineralogia Acessória:

- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite e disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático e extinção reta. A dimensão média destas estruturas é aproximadamente de 0,1 mm.

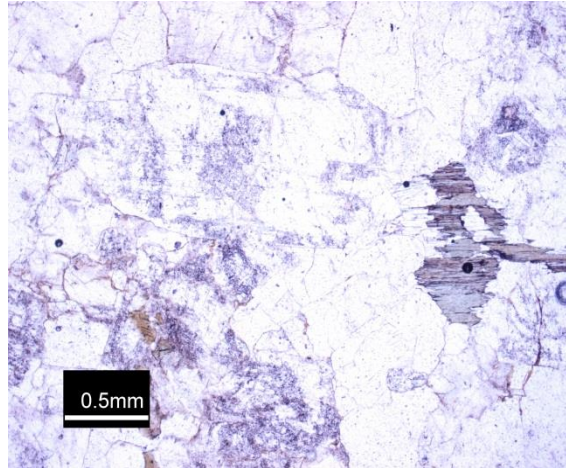
Mineralogia Secundária:

- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os seus cristais desenvolvem-se sobrepostos à biotite, associados à plagioclase, sugerindo assim que se trata de uma mineralogia secundária. A sua dimensão média varia entre 0,5 mm e 0,7 mm.

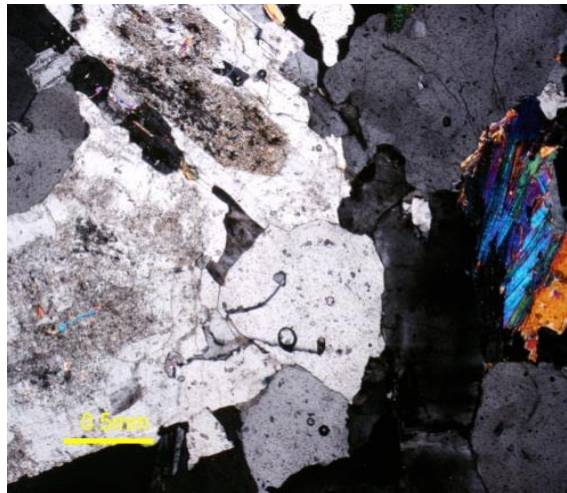
- Epídoto: relevo elevado, incolor, birrefrangência elevada, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Ocorre associado a cristais de quartzo e feldspato potássico. Algumas destas estruturas encontram-se bem desenvolvidas.

Nesta lâmina é de realçar que a quantidade de cristais de quartzo existentes na amostra é superior que nas restantes.

De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, considerou-se a amostra CRC-1 um granito. No entanto, de acordo com a observação da lâmina delgada levanta-se a hipótese de se poder estar perante um microgranito.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis paralelos, é visível do lado direito da imagem um cristal de biotite, de cor castanha, a sofrer alteração para clorite, de cor verde.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis cruzados, é visível do lado direito da imagem a birrefringência elevada de um cristal de biotite e, do lado esquerdo, a alteração para sericite num cristal de feldspato potássico, que causa o crescimento de micas de maiores dimensões, sendo exemplo disso a moscovite.

- **CRC-2 - Flanco W da “Pedreira do Caracol”**: situada na área possível de expansão da exploração. Amostra de granito félsico e são. Ocorre junto a filão pegmatítico, com um aspeto tabular (filão?) e muito quartzoso. Aparentemente, a rocha nesta zona apresenta menos minerais máficos e grão mais fino comparativamente à restante zona. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade fina a média, de cor leucocrata, com percentagem de minerais máficos de aproximadamente 5% e de minerais félsicos próximo dos 95%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média destas estruturas cristalinas é de aproximadamente 0,5 mm.
- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. É visível em alguns cristais alteração para sericite. A dimensão média destas estruturas cristalinas varia entre 0,1 mm e 0,3 mm, embora alguns atinjam os 0,5 mm e os 0,8 mm.
- Plagioclase (oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando cerca de 20% a 25% do volume total da rocha. É visível em algumas destas estruturas cristalinas alteração para sericite, tendo alguns o seu maior desenvolvimento para moscovite. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 0,7 mm.
- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos. Representa 5% a 10% do volume total da rocha. Verifica-se uma ligeira substituição de alguns cristais de biotite para clorite. A sua dimensão média varia entre 0,2 mm e 0,7 mm.

Mineralogia Acessória:

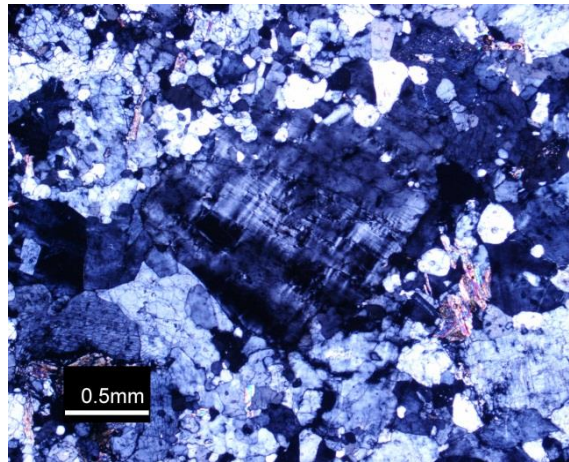
- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite e disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático com uma extinção reta.

Mineralogia Secundária:

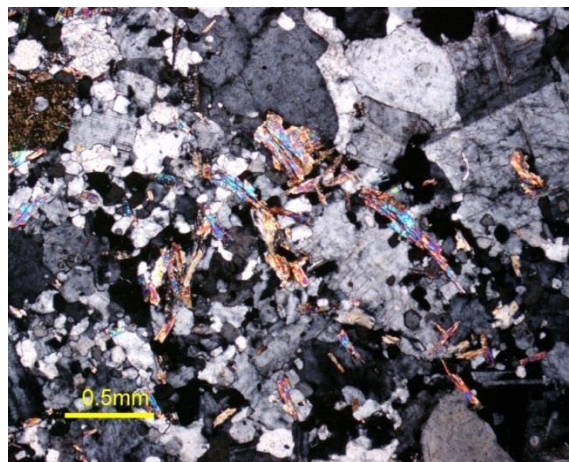
- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os cristais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos aos de biotite, associados à plagioclase, sugerindo que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média destas estruturas cristalinas é de aproximadamente 0,5 mm.
- Clorite: de cor verde, pleocróica, exhibe frequentemente tintas de interferência anómalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais ronda os 0,5 mm.

De um modo geral, a rocha apresenta uma quantidade de minerais máficos muito baixa. A dimensão média dos cristais da rocha é pequena indicando, por isso, uma textura mais fina. A alteração para sericite e para turvação é bastante residual, mostrando uma reduzida alteração e meteorização da respetiva rocha.

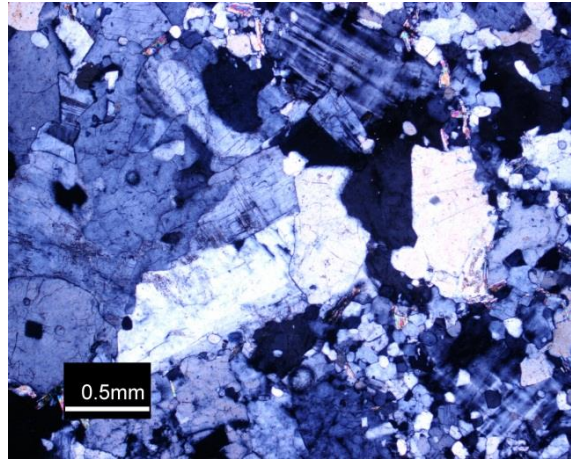
De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra CRC-2 é um granito.



Legenda: Ao centro, é visível um fenocristal de microclina com cerca de 1,5 mm de diâmetro, destacando-se as maclas polissintéticas entrecruzadas.



Legenda: Nesta imagem são visíveis os cristais de menores dimensões, dando a indicação que se trata de uma rocha com uma textura mais fina. É ainda evidente a elevada birrefringência.



Legenda: Nesta imagem, em nicóis cruzados, além de um cristal de microclina, onde são visíveis as maclas entrecruzadas, a topo da imagem, no centro, pode ainda observar-se a diferença textural da rocha, na qual ocorrem fenocristais de quartzo com cerca de 4 mm de diâmetro e, no canto inferior direito, cristais de dimensões na ordem dos 0,1 mm também de quartzo.

- **CRC-3 - Área centro/Este da “pedreira do caracol”**: situada na área possível de expansão da exploração. Amostra de suposto granito mais representativo, tendo sido recolhida na base da bancada. Amostra *in situ*.

A rocha apresenta uma textura hipidiomórfica, holocristalina e equigranular, com uma granularidade média a grosseira, de cor leucocrata, com percentagem de minerais máficos de aproximadamente 10% e minerais félsicos próximo dos 90%.

Mineralogia Primária:

- Quartzo: incolor, relevo baixo, sob a forma de cristais anédricos, representando 35% a 40% do volume total da rocha. Dimensão média dos cristais a variar entre 0,5 mm e 2 mm.

- Feldspato potássico: incolor, sob a forma de cristais anédricos a subédricos, ocupando 25% a 30% do volume total da rocha. Por vezes é visível a alteração para sericite. Alguns cristais possuem pertites, exsoluções de plagioclase albitica em feldspato potássico. A sua dimensão média varia entre 0,5 mm e 2 mm.

- Plagioclase (albite a oligoclase): incolor, sob a forma de cristais subédricos, exibindo maclas polissintéticas, representando 20% a 25% do volume total da rocha. É visível em alguns cristais alteração para sericite. É observável a turvação, ou seja, alteração de alguns cristais para minerais de argila, conferindo-lhes um tom mais escuro. A sua dimensão média varia entre 0,5 mm e 1,5 mm.

- Biotite: castanha, pleocróica, sob a forma de cristais subédricos. Representa cerca de 10% do volume total da rocha. Por vezes observa-se uma ligeira substituição de cristais de biotite para clorite. Incluídos nos cristais de biotite são visíveis halos pleocróicos que resultam do decaimento radioativo do urânio, presente no zircão. A dimensão média dos cristais varia entre 0,5 mm e 1 mm.

Mineralogia Acessória:

- Zircão: incolor, relevo elevado, birrefrangência elevada, com uma representatividade muito residual no volume total da rocha. Ocorre como inclusão nos cristais de biotite, bem como disperso na matriz da rocha. Exibe um hábito prismático com extinção reta.

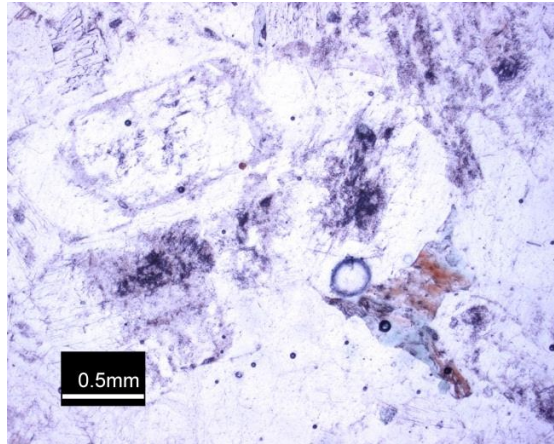
Mineralogia Secundária:

- Moscovite: incolor, com uma representação muito residual no volume total da rocha. Os cristais de moscovite desenvolvem-se sobrepostos à biotite, associados à plagioclase, sugerindo que se trata de uma mineralogia secundária. A dimensão média dos cristais é aproximadamente de 0,5 mm.

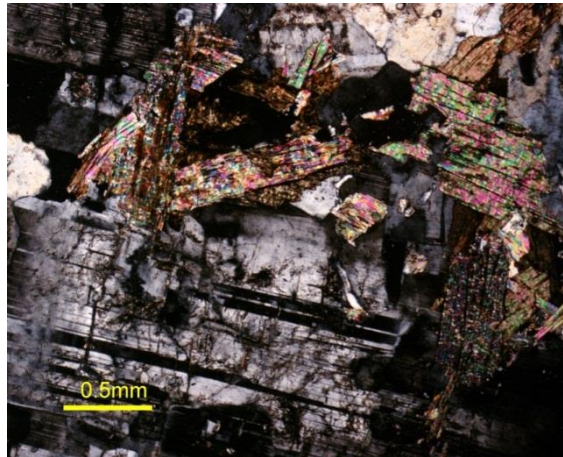
- Clorite: de cor verde, pleocróica, exibe frequentemente tintas de interferência anómalas, com uma representação muito residual no volume total da rocha. A dimensão média dos cristais é aproximadamente de 0,5 mm.

Esta amostra apresenta um grau de alteração para sericite e turvação elevado, indicando alguma alteração da rocha. Certos cristais de plagioclase encontram-se dispostos em agregados, registando uma elevada presença de moscovite no seio dos mesmos.

De acordo com Streckeisen (1976) e atendendo à composição modal obtida, a amostra CRC-3 é um granito.



Legenda: Em nicóis paralelos, são visíveis as manchas escuras que comprovam o elevado grau de alteração da rocha.



Legenda: Em nicóis cruzados, são visíveis alguns cristais de plagioclase com as maclas polissintéticas que lhe são características. Estão dispostas em agregados, sendo perceptível a presença de moscovite com elevada birrefringência no seio dos agregados.

ANEXO X

Quality Analysis ...



Innovative Technologies

Date Submitted: 03-Aug-11
Invoice No.: A11-8054
Invoice Date: 16-Aug-11
Your Reference:

TECNOVIA SOCIEDADE DE EMPREITADAS S.

Casal do Deserto
2740-135
Porto Salvo Lisboa
Portugal

ATTN: Catarina Gata

CERTIFICATE OF ANALYSIS

3 Pulp samples were submitted for analysis.

The following analytical package was requested: Code 4LITHO (1-10) Major Elements Fusion ICP(WRA)/Trace Elements Fusion ICP/MS(WRA4B2)

REPORT **A11-8054**

This report may be reproduced without our consent. If only selected portions of the report are reproduced, permission must be obtained. If no instructions were given at time of sample submittal regarding excess material, it will be discarded within 90 days of this report. Our liability is limited solely to the analytical cost of these analyses. Test results are representative only of material submitted for analysis.

Notes:

We recommend using option 4B1 for accurate levels of the base metals Cu, Pb, Zn, Ni and Ag. Option 4B-INAA for As, Sb, high W >100ppm, Cr >1000ppm and Sn >50ppm by Code 5D. Values for these elements provided by Fusion ICP/MS, are order of magnitude only and are provided for general information. Mineralized samples should have the Quant option selected or request assays for values which exceed the range of option 4B1. Total includes all elements in % oxide to the left of total.

CERTIFIED BY :

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Emmanuel Esemé". The signature is written in a cursive style with some loops and flourishes.

Emmanuel Esemé , Ph.D.
Quality Control

ACTIVATION LABORATORIES LTD.

1336 Sandhill Drive, Ancaster, Ontario Canada L9G 4V5 TELEPHONE +1.905.648.9611 or
+1.888.228.5227 FAX +1.905.648.9613
E-MAIL Ancaster@actlabs.com ACTLABS GROUP WEBSITE www.actlabs.com



Activation Laboratories Ltd. Report: A11-8054

Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3(T)	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total	Sc	Be	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Rb
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01		0.01	1	1	5	20	1	20	10	30	1	1	5	2
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS
MTF 1	74.14	14.45	1.75	0.035	0.60	0.42	4.48	3.20	0.228	0.09	1.42	100.8	4	3	12	20	3	< 20	< 10	60	18	< 1	< 5	155
MTF 3	72.51	15.40	1.82	0.043	0.56	1.94	4.18	3.08	0.236	0.09	0.59	100.4	4	4	15	20	2	< 20	< 10	60	20	2	< 5	133
PO 1	73.21	15.23	1.68	0.041	0.52	1.88	4.09	3.36	0.222	0.10	0.49	100.8	4	3	14	< 20	2	< 20	< 10	70	20	1	< 5	139

Activation Laboratories Ltd. Report: A11-8054

Analyte Symbol	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	In	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	2	2	4	1	2	0.5	0.2	1	0.5	0.5	3	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-ICP	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS
MTF 1	166	11	108	5	< 2	< 0.5	< 0.2	4	0.7	8.4	441	19.4	39.5	4.22	15.3	3.0	0.65	2.2	0.3	1.9	0.3	0.9	0.14	0.9
MTF 3	232	11	115	5	< 2	< 0.5	< 0.2	5	5.6	9.6	443	19.5	39.3	4.24	15.2	3.2	0.72	2.4	0.4	1.9	0.3	1.0	0.14	0.9
PO 1	227	10	96	4	< 2	< 0.5	< 0.2	10	1.0	9.7	446	18.2	36.5	3.98	14.1	2.8	0.68	2.1	0.3	1.7	0.3	0.8	0.12	0.8

Analyte Symbol	Lu	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	0.04	0.2	0.1	1	0.1	5	0.4	0.1	0.1
Analysis Method	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS
MTF 1	0.14	2.9	0.7	< 1	0.9	6	< 0.4	7.7	2.8
MTF 3	0.15	3.1	0.9	< 1	0.7	23	< 0.4	7.1	2.9
PO 1	0.13	2.4	0.8	< 1	0.7	24	< 0.4	6.3	2.3

Activation Laboratories Ltd. Report: A11-8054

Quality Control																								
Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3(T)	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Sc	Be	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Rb	Sr	Y
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	1	1	5	20	1	20	10	30	1	1	5	2	2	2
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-ICP	FUS-ICP
NIST 694 Meas	11.66	1.95	0.75	0.013	0.35	43.59	0.92	0.56	0.122	30.22			1691											
NIST 694 Cert	11.2	1.80	0.790	0.0116	0.330	43.6	0.860	0.510	0.110	30.2			1740											
DNC-1 Meas	46.16	18.33	9.81	0.148	9.94	11.39	1.87	0.22	0.489	0.07	31		151	270	57	250	100	70					144	17
DNC-1 Cert	47.15	18.34	9.97	0.150	10.13	11.49	1.890	0.234	0.480	0.070	31		148.0	270.0	57.0	247	100.0	70.0					144.0	18.0
GBW 07113 Meas	68.61	12.88	3.19	0.139	0.14	0.55	2.49	5.39	0.281	0.04	5	4	< 5										41	45
GBW 07113 Cert	72.8	13.0	3.21	0.140	0.160	0.590	2.57	5.43	0.300	0.0500	5.00	4.00	5.00										43.0	43.0
LKSD-3 Meas														80	31	50	30	140			25	75		
LKSD-3 Cert														87.0	30.0	47.0	35.0	152			27.0	78.0		
TDB-1 Meas																	330	160					21	
TDB-1 Cert																	323	155					23	
W-2a Meas	51.70	14.94	10.86	0.169	6.24	11.29	2.08	0.59	1.070	0.12	36	< 1	275	90	43	70	110	80	18	2	< 5	21	196	21
W-2a Cert	52.4	15.4	10.7	0.163	6.37	10.9	2.14	0.626	1.06	0.130	36.0	1.30	262	92.0	43.0	70.0	110	80.0	17.0	1.00	1.20	21.0	190	24.0
SY-4 Meas	49.19	20.71	6.20	0.106	0.48	7.82	6.96	1.64	0.287	0.12	< 1	3	5										1184	117
SY-4 Cert	49.9	20.69	6.21	0.108	0.54	8.05	7.10	1.66	0.287	0.131	1.1	2.6	8.0										1191	119
CTA-AC-1 Meas															< 1		70	< 30						
CTA-AC-1 Cert															2.72		54.0	38.0						
BIR-1a Meas	48.49	15.88	10.84	0.171	9.42	13.13	1.85	0.02	0.953	0.02	43	< 1	329	380	53	170	130	70	16		< 5		110	15
BIR-1a Cert	47.96	15.50	11.30	0.175	9.700	13.30	1.82	0.030	0.96	0.021	44	0.58	310	370	52	170	125	70	16		0.44		110	16
NCS DC86312 Meas																								
NCS DC86312 Cert																								
NCS DC70014 Meas															24	60	2600	7400	25					
NCS DC70014 Cert															26.2	70.9	2600.00	7400.00	25.2					
NCS DC70009 (GBW07241) Meas														30	4	< 20	960	100	17	11	71	518		
NCS DC70009 (GBW07241) Cert														30	3.7	2.8	960.000	100.000	16.5	11.2	69.9	500.00		
OREAS 100a (Fusion) Meas															17		170							
OREAS 100a (Fusion) Cert															18.1		169							
OREAS 101a (Fusion) Meas															47		430							
OREAS 101a (Fusion) Cert															48.8		434							
OREAS 101b (Fusion) Meas															45	< 20	420							
OREAS 101b (Fusion) Cert															47	9	416							
JR-1 Meas														< 20	< 1	< 20	< 10	30	17	3	15	252		
JR-1 Cert														2.83	0.83	1.67	2.68	30.6	16.1	1.88	16.3	257		
BCR-2 Meas	55.01	13.69	13.36		3.48	6.97	3.21	1.84	2.246	0.36	33		430										353	34
BCR-2 Cert	54.1	13.5	13.8		3.59	7.12	3.16	1.79	2.26	0.35	33		416										346	37
Method Blank Method Blank														< 20	< 1	< 20	< 10	< 30	< 1	< 1	< 5	< 2		

Activation Laboratories Ltd. Report: A11-8054

Quality Control																										
Analyte Symbol	Zr	Nb	Mo	Ag	In	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf		
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
Detection Limit	4	1	2	0.5	0.2	1	0.5	0.5	3	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.04	0.2		
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-ICP	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS		
NIST 694 Meas																										
NIST 694 Cert																										
DNC-1 Meas	35						1.3		105	3.8			4.9		0.59							2.0				
DNC-1 Cert	38						0.96		118	3.6			5.20		0.59							2.0				
GBW 07113 Meas	383								510																	
GBW 07113 Cert	403								506																	
LKSD-3 Meas			< 2	2.7		2	1.1	2.6		51.3	91.6		43.5	8.1	1.41		0.9	4.9				2.7	0.40			
LKSD-3 Cert			2.00	2.70		3.00	1.30	2.30		52.0	90.0		44.0	8.00	1.50		1.00	4.90				2.70	0.400			
TDB-1 Meas										16.5	39.2		23.9		1.95								3.2			
TDB-1 Cert										17	41		23		2.1								3.4			
W-2a Meas	91	7	< 2	< 0.5			0.7	1.0	173	10.7	24.1		13.2	3.4			0.7	3.9	0.8	2.4	0.37	2.1	0.32	2.5		
W-2a Cert	94.0	7.90	0.600	0.0460			0.790	0.990	182	10.0	23.0		13.0	3.30			0.630	3.60	0.760	2.50	0.380	2.10	0.330	2.60		
SY-4 Meas	542								345																	
SY-4 Cert	517								340																	
CTA-AC-1 Meas										> 2000	> 3000		1140	167	45.8	130	15.0					10.7	1.08			
CTA-AC-1 Cert										2176	3326		1087	162	46.7	124	13.9					11.4	1.08			
BIR-1a Meas	15	< 1					< 0.5		7		1.9		2.4	1.1	0.52	1.9						1.7	0.27	0.6		
BIR-1a Cert	18	0.6					0.58		6		1.9		2.5	1.1	0.55	2.0						1.7	0.3	0.60		
NCS DC86312 Meas										> 2000	180		1560			223	34.2	183	35.6	96.1	14.2	86.2	12.0			
NCS DC86312 Cert										2360.000	190.000		1600.000			225.0	34.6	183.00	35.70	96.2	15.1	87.79	11.96			
NCS DC70014 Meas			> 100	16.7				180		44.2	86.3		36.1	7.5	1.78	7.0	1.1	6.2	1.2	3.4	0.51	3.3	0.47			
NCS DC70014 Cert			270	16.7				180.000		45.3	87.0		39.9	8.0	1.8	7.4	1.1	6.7	1.3	3.5	0.57	3.3	0.50			
NCS DC70009 (GBW07241) Meas				1.5	1.3	> 1000		46.6		24.4	60.3	7.99	31.8	12.4		14.7	3.3	20.8	4.3	12.9	2.33	16.0	2.26			
NCS DC70009 (GBW07241) Cert				1.8	1.3	1701.000		41		23.7	60.3	7.9	32.9	12.5		14.8	3.3	20.7	4.5	13.4	2.2	14.9	2.4			
OREAS 100a (Fusion) Meas			23							262	462	46.7	148	24.2	3.56	22.8	3.7	22.7	4.9	14.5	2.36	15.1	2.13			
OREAS 100a (Fusion) Cert			24.1							260	463	47.1	152	23.6	3.71	23.6	3.80	23.2	4.81	14.9	2.31	14.9	2.26			
OREAS 101a (Fusion) Meas			20							801	1380	131	389	50.1	7.95		5.5	31.5	6.5	18.7	2.92	18.0	2.48			
OREAS 101a (Fusion) Cert			21.9							816	1396	134	403	48.8	8.06		5.92	33.3	6.46	19.5	2.90	17.5	2.66			
OREAS 101b (Fusion) Meas			20							792	1300	125	372	48.5	7.68		5.4	31.0	6.4	18.7	2.89	18.0	2.48			
OREAS 101b (Fusion) Cert			20.9							789	1331	127	378	48	7.77		5.37	32.1	6.34	18.7	2.66	17.6	2.58			
JR-1 Meas		15	3	< 0.5	< 0.2	3		22.1		21.0	48.8	5.82	23.8	5.9	0.29			1.1			0.70	4.8	0.70	4.4		
JR-1 Cert		15.2	3.25	0.031	0.028	2.86		20.8		19.7	47.2	5.58	23.3	6.03	0.30			1.01			0.67	4.55	0.71	4.51		
BCR-2 Meas	181								717																	
BCR-2 Cert	188								683																	
Method Blank Method Blank		< 1	< 2	< 0.5	< 0.2	< 1	< 0.5	< 0.5		< 0.1	< 0.1	< 0.05	< 0.1	< 0.1	< 0.05	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.05	< 0.1	< 0.04	< 0.2		

Quality Control							
Analyte Symbol	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	0.1	1	0.1	5	0.4	0.1	0.1
Analysis Method	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS	FUS-MS

NIST 694 Meas							
NIST 694 Cert							
DNC-1 Meas							
DNC-1 Cert							
GBW 07113 Meas							
GBW 07113 Cert							
LKSD-3 Meas	0.6					11.0	4.5
LKSD-3 Cert	0.700					11.4	4.60
TDB-1 Meas							
TDB-1 Cert							
W-2a Meas	0.5		< 0.1	9	< 0.4	2.3	0.5
W-2a Cert	0.500		0.200	9.30	0.0300	2.40	0.530
SY-4 Meas							
SY-4 Cert							
CTA-AC-1 Meas	2.6					23.8	4.1
CTA-AC-1 Cert	2.65					21.8	4.4
BIR-1a Meas				< 5			
BIR-1a Cert				3			
NCS DC86312 Meas						25.6	
NCS DC86312 Cert						23.6	
NCS DC70014 Meas				> 10000	80.3		
NCS DC70014 Cert				27200.00	80.3		
NCS DC70009 (GBW07241) Meas		2200				29.3	
NCS DC70009 (GBW07241) Cert		2200.00				28.3	
OREAS 100a (Fusion) Meas						52.6	138
OREAS 100a (Fusion) Cert						51.6	135
OREAS 101a (Fusion) Meas						36.2	421
OREAS 101a (Fusion) Cert						36.6	422
OREAS 101b (Fusion) Meas						37.0	394
OREAS 101b (Fusion) Cert						37.1	396
JR-1 Meas	1.8	2	1.6	20	0.6	27.4	9.1
JR-1 Cert	1.86	1.59	1.56	19.3	0.56	26.7	8.88
BCR-2 Meas							
BCR-2 Cert							
Method Blank Method Blank	< 0.1	< 1	< 0.1	< 5	< 0.4	< 0.1	< 0.1

ANEXO XI

Anexo 11: Folhas do ensaio de compressão uniaxial



RELATÓRIO DE ENSAIO

NP EN 1926:2008

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL		
Material:	Granito	Amostra: MTF-1
Origem:	Pedreira Monte das Flores - Évora	Data colheita: 26-05-2011
		Local colheita: Monte das Flores
Laboratório:	Ourique	
Requerente:	Tecnovia	
Descrição da amostra:	Zona Sul da pedreira. Amostra que pretende mostrar aspeto típico de rubefação. Amostra proveniente de desmonte (zona A).	

Nº de provetes ensaiados: 3

Provete	Massa (g)	Altura - h (mm)	Dimensão lateral - \bar{L} (mm)	Área da secção transversal - A (mm ²)	Carga de rutura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - R (MPa)	Velocidade do ensaio (KN/s)	Obs (anisotropia, etc.)
1	379,71	52,18	53,40	2786,41	204,20	0,07	0.60	
2	370,88	52,94	51,58	2730,65	51,80	0,02	0.60	
3	391,82	53,20	52,98	2818,54	291,70	0,10	0.60	
4	387,95	52,93	53,10	2810,58	304,10	0,11	0.60	

Nota: O ensaio realizado no provete 2 não foi considerado válido.

EQUIPAMENTO UTILIZADO (tipo/ref^a interna)

Equipamento: Máquina Universal de Ensaio / Marca: SEIDNER / Modelo: BETA/3000 D / Nº de série: 01404/
Referência Interna: L1466

Observações:

Ensaiado por: _____ Data: 01-06-2011	Validado _____ por: _____ Data: _____
---	--

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL		
Material:	Granito	Amostra: MTF-3
Origem:	Pedreira Monte das Flores - Évora	Data colheita: 26-05-2011
		Local colheita: Monte das Flores
Laboratório:	Ourique	
Requerente:	Tecnovia	
Descrição da amostra:	Zona Sul, calhau proveniente do desmonte. Amostra de granito mais representativo (zona A).	

Nº de provetes ensaiados: 3

Provete	Massa (g)	Altura - h (mm)	Dimensão lateral - \bar{L} (mm)	Área da secção transversal - A (mm ²)	Carga de rutura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - R (MPa)	Velocidade do ensaio (KN/s)	Obs (anisotropia, etc.)
1	385,00	52,28	53,60	2802,21	238,9	0,09	0,60	
2	370,52	51,77	52,64	2725,17	239,6	0,09	0,60	
3	370,11	53,18	50,44	2682,40	119,1	0,04	0,60	

Nota: O ensaio realizado no provete 3 não foi considerado válido.

EQUIPAMENTO UTILIZADO (tipo/refª interna)

Equipamento: Máquina Universal de Ensaio / Marca: SEIDNER / Modelo: BETA/3000 D / Nº de série: 01404/
Referência Interna: L1466

Observações:

Ensaiado por: _____

Data: 01-06-2011

Validado _____ por: _____

Data: _____

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL		
Material:	Granito	Amostra: MTF-4
Origem:	Pedreira Monte das Flores - Évora	Data colheita: 26-05-2011
		Local colheita: Monte das Flores
Laboratório:	Ourique	
Requerente:	Tecnovia	
Descrição da amostra:	Zona Sul da pedreira. Amostra que pretende mostrar aspeto típico de rubefação. Amostra proveniente de desmonte (zona A).	

Nº de provetes ensaiados: 3

Provete	Massa (g)	Altura - h (mm)	Dimensão lateral - \bar{L} (mm)	Área da secção transversal - A (mm ²)	Carga de rutura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - R (MPa)	Velocidade do ensaio (KN/s)	Obs (anisotropia, etc.)
1	298,09	48,04	49,03	2355,40	75,40	0,03	0,60	Anis.*
2	302,42	48,78	49,23	2401,44	225,50	0,09	0,60	
3	298,09	52,57	52,07	2737,32	124,70	0,05	0,60	

*Anis. - Presença de anisotropia no provete.

Nota: O ensaio realizado no provete 1 não foi considerado válido.

EQUIPAMENTO UTILIZADO (tipo/refª interna)

Equipamento: Máquina Universal de Ensaio / Marca: SEIDNER / Modelo: BETA/3000 D / Nº de série: 01404/
Referência Interna: L1466

Observações:

Ensaiado por: _____ Data: 01-06-2011	Validado _____ por: _____ Data: _____
---	--

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL		
Material:	Granito	Amostra: MTF-5
Origem:	Pedreira Monte das Flores - Évora	Data colheita: 26-05-2011
		Local colheita: Monte das Flores
Laboratório:	Ourique	
Requerente:	Tecnovia	
Descrição da amostra:	Zona W da pedreira. Amostra de granito normal e representativo em zona de desmonte (zona A)	

Nº de provetes ensaiados: 4

Provete	Massa (g)	Altura - h (mm)	Dimensão lateral - \bar{L} (mm)	Área da secção transversal - A (mm ²)	Carga de rutura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - R (MPa)	Velocidade do ensaio (KN/s)	Obs (anisotropia, etc.)
1	390,70	53,32	52,67	2808,36	209,70	0,07	0,60	
2	343,94	51,05	50,36	2570,88	347,20	0,14	0,60	
3	354,27	51,23	51,97	2662,42	350,60	0,13	0,60	
4	393,76	52,88	53,76	2842,83	111,70	0,04	0,60	

Nota: O ensaio realizado no provete 4 não foi considerado válido.

EQUIPAMENTO UTILIZADO (tipo/refª interna)

Equipamento: Máquina Universal de Ensaio / Marca: SEIDNER / Modelo: BETA/3000 D / Nº de série: 01404/
Referência Interna: L1466

Observações:

Ensaiado por: _____ Data: 01-06-2011	Validado _____ por: _____ Data: _____
---	--

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL		
Material:	Granito	Amostra: MTF-6
Origem:	Pedreira Monte das Flores - Évora	Data colheita: 26-05-2011
		Local colheita: Monte das Flores
Laboratório:	Ourique	
Requerente:	Tecnovia	
Descrição da amostra:	Junto a acesso ao de fundo de pedreira, lado direito. Recolha de carote (zona A).	

Nº de provetes ensaiados: 2

Provete	Massa (g)	Altura - h (mm)	Dimensão lateral - \bar{L} (mm)	Área da secção transversal - A (mm ²)	Carga de rutura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - R (MPa)	Velocidade do ensaio (KN/s)	Obs (anisotropia, etc.)
1	305,40	46,38	46,42	2152,96	124,80	0,06	0,60	
2	331,30	48,65	51,36	2498,66	314,40	0,13	0,60	

Nota: O ensaio realizado no provete 1 não foi considerado válido.

EQUIPAMENTO UTILIZADO (tipo/ref^a interna)

Equipamento: Máquina Universal de Ensaio / Marca: SEIDNER / Modelo: BETA/3000 D / Nº de série: 01404/
Referência Interna: L1466

Observações:

Ensaiado por: _____ Data: 01-06-2011	Validado _____ por: _____ Data: _____
---	--

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL

Material:	Granito	Amostra: P.O.
Origem:	Pedreira Monte das Flores - Évora	Data colheita: 26-05-2011
		Local colheita: Monte das Flores
Laboratório:	Ourique	
Requerente:	Tecnovia	
Descrição da amostra:	Amostra de granito mais representativo da respetiva pedreira - zona B. Amostrado no flanco norte da P.O., junto à lagoa. Retirada do afloramento.	

Nº de provetes ensaiados: 3

Provete	Massa (g)	Altura - h (mm)	Dimensão lateral - \bar{L} (mm)	Área da secção transversal - A (mm ²)	Carga de rutura - F (kN)	Resistência à compressão uniaxial - R (MPa)	Velocidade do ensaio (KN/s)	Obs (anisotropia, etc.)
1	382,05	52,03	53,91	2804,94	334,80	0,12	0,60	Anis.*
2	395,59	54,38	51,66	2809,27	333,50	0,12	0,60	
3	399,56	53,16	54,52	2898,28	303,70	0,10	0,60	Anis.*

*Anis.- Presença de anisotropia no provete

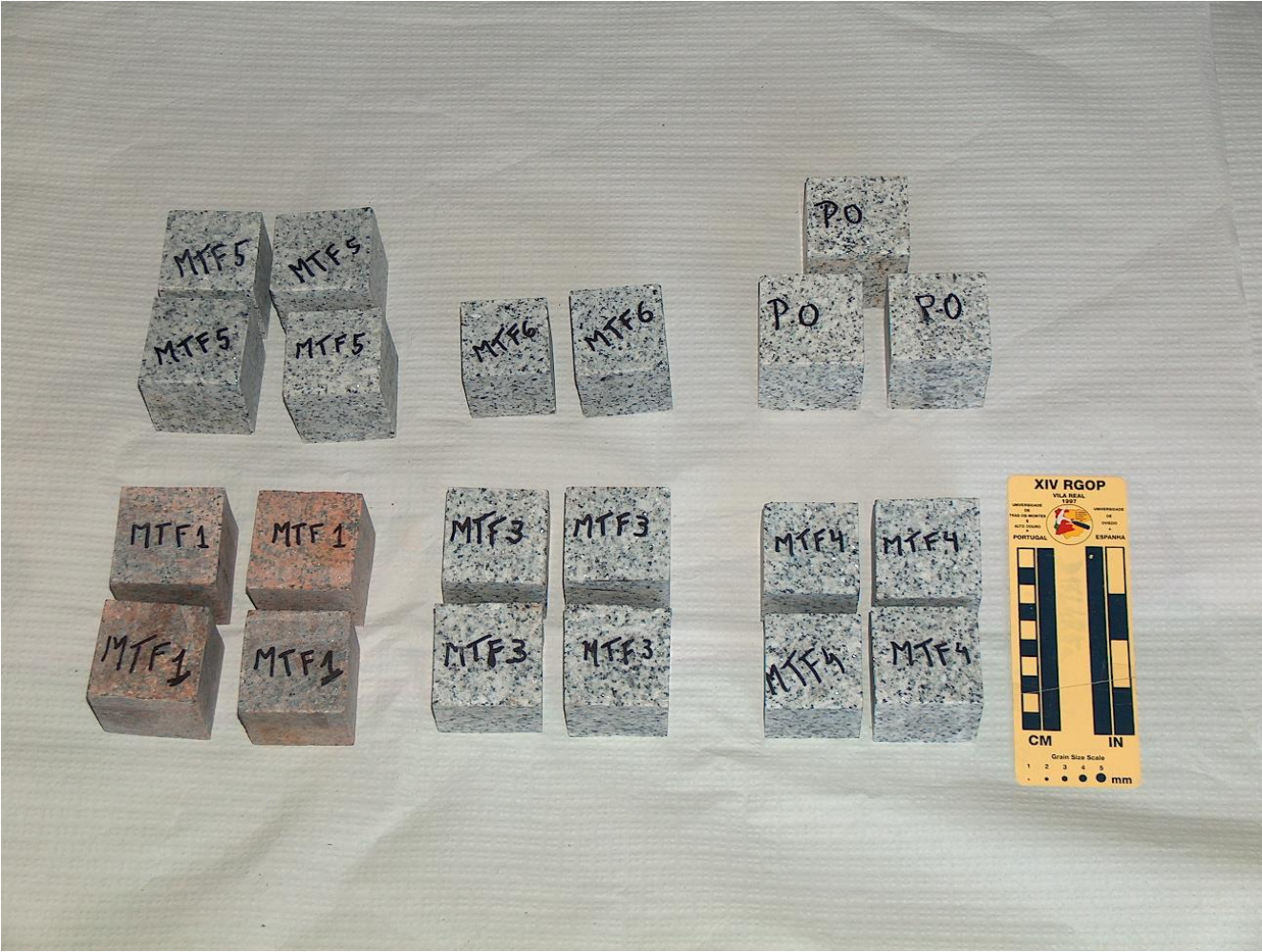
EQUIPAMENTO UTILIZADO (tipo/refª interna)

Equipamento: Máquina Universal de Ensaio / Marca: SEIDNER / Modelo: BETA/3000 D / Nº de série: 01404/
Referência Interna: L1466

Observações:

Ensaiado por: _____ Data: 01-06-2011	Validado _____ por: _____ Data: _____
---	--

Provetes antes do ensaio de carga pontual:



Amostra

Provetes após o ensaio

MTF-1



MTF-3



MTF-4



(continuação)

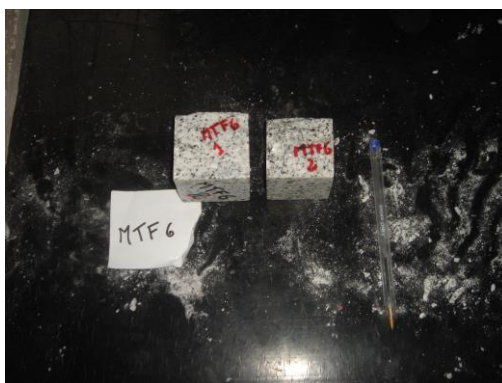
Amostra

Provetes após o ensaio

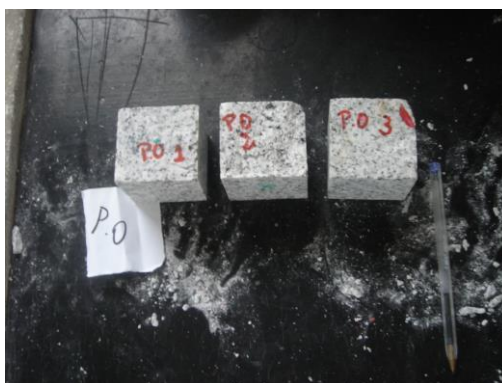
MTF-5



MTF-6



P.O.



ANEXO XII

Anexo 12: Folhas do ensaio de carga pontual realizado na “Pedreira do Monte das Flores”

Amostra CRC-1

Provete	Tipo	W (mm)	D (mm)	D/W (mm)	D' (mm)	P (kN)	A (mm ²)	De ² (mm ²)	De (mm ²)	Is (MPa)	F	Is ₅₀ (MPa)
1	b	46	39	0,85	35	29	1794	2284,19	47,79	12,70	0,98	12,44
2	b	39	43	1,10	38	28	1677	2135,22	46,21	13,11	0,97	12,66
3	b	45	40	0,89	35	26	1800	2291,83	47,87	11,34	0,98	11,12
4	b	48	42	0,88	37	24	2016	2566,85	50,66	9,35	1,01	9,41
5	b	46	42	0,91	38	24	1932	2459,90	49,60	9,76	1,00	9,72
6	b	42	38	0,90	33	27	1596	2032,09	45,08	13,29	0,95	12,68
7	b	36	36	1,00	32	23	1296	1650,12	40,62	13,94	0,91	12,69
8	b	35	37	1,06	32	24	1295	1648,85	40,61	14,56	0,91	13,25
9	b	46	41	0,89	37	23	1886	2401,33	49,00	9,58	0,99	9,49
10	b	36	21	0,58	17	16	756	962,57	31,03	16,62	0,81	13,41
11	b	38	21	0,55	17	18	798	1016,05	31,88	17,72	0,82	14,47
12	b	44	23	0,52	20	13	1012	1288,52	35,90	10,09	0,86	8,69
13	b	44	24	0,55	20	14	1056	1344,54	36,67	10,41	0,87	9,06

b - bloco

$$Is = P / De^2$$

$$De^2 = D^2 \text{ (para ensaios diametrais)}$$

$$De^2 = 4 A / \pi \text{ (para ensaios axiais, de blocos e massas)}$$

$$A \text{ (secção transversal passando pelos pontos de contacto)} = W \times D$$

$$F \text{ (Fator de correção de grandeza)} = (De / 50)^{0,45}$$

D - distância entre as ponteiros do equipamento antes da rotura do provete

W - distância perpendicular a D

De - Diâmetro equivalente

P - Força aplicada na rotura do provete

D' - distância entre as ponteiros do equipamento após a rotura do provete

Amostra CRC-3

Provete	Tipo	W (mm)	D (mm)	D/W (mm)	D' (mm)	P (kN)	A (mm ²)	De ² (mm ²)	De (mm ²)	Is (MPa)	F	Is ₅₀ (MPa)
1	b	52	53	1,02	50	21	2756	3509,05	59,24	5,98	1,08	6,46
2	b	48	43	0,90	40	14	2064	2627,97	51,26	5,33	1,01	5,39
3	b	53	49	0,92	45	16	2597	3306,60	57,50	4,84	1,06	5,15
4	b	49	48	0,98	44	15	2352	2994,66	54,72	5,01	1,04	5,22
5	b	49	42	0,86	39	13	2058	2620,33	51,19	4,96	1,01	5,01
6	b	48	41	0,85	38	16	1968	2505,74	50,06	6,39	1,00	6,39
7	b	48	37	0,77	34	15	1776	2261,27	47,55	6,63	0,98	6,49
8	b	48	38	0,79	35	16	1824	2322,39	48,19	6,89	0,98	6,78
9	b	36	30	0,83	27	15	1080	1375,10	37,08	10,91	0,87	9,54
10	b	36	29	0,81	27	10	1044	1329,26	36,46	7,52	0,87	6,53
11	b	29	29	1,00	22	6	841	1070,79	32,72	5,60	0,83	4,63
12	b	30	30	1,00	28	5	900	1145,92	33,85	4,36	0,84	3,66

b - bloco

$$Is = P / De^2$$

$$De^2 = D^2 \text{ (para ensaios diametrais)}$$

$$De^2 = 4 A / \pi \text{ (para ensaios axiais, de blocos e massas)}$$

$$A \text{ (secção transversal passando pelos pontos de contacto)} = W \times D$$

$$F \text{ (Fator de correção de grandeza)} = (De / 50)^{0,45}$$

D - distância entre as ponteiras do equipamento antes da rotura do provete

W - distância perpendicular a D

De - Diâmetro equivalente

P - Força aplicada na rotura do provete

D' - distância entre as ponteiras do equipamento após a rotura do provete

Amostra

Provetes antes do ensaio

Provetes após o ensaio

CRC-1



CRC-3



ANEXO XIII

Anexo 13: Folhas do ensaio do martelo de Schmidt

Dados obtidos através da realização do ensaio do martelo de Schmidt na “Pedreira do Monte das Flores”.

Calibração do martelo:

$$R = 75 \pm 2$$

Martelo do tipo L	Calibração
	72
	70
	72
	72
	72
	72
	72
	72
	72
	72
	72
	72
Média	71,82
Valor da correção	1,0443

Local de amostragem: MTF-1	
Inclinação do martelo	Valores medidos
✓	44
	46
	47
	50
	50
	50
	50
	50
	50
	50
	50
	50
	50
	52
	52
54	
55	
56	
Média	50,38
Dureza de Schmidt	53
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	210

Local de amostragem: MTF-2	
Inclinação do martelo	Valores medidos
✓	50
	51
	52
	52
	52
	52
	53
	54
	54
	54
	57
	58
	62
	62
	64
64	
-	
Média	55,93
Dureza de Schmidt	58
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	232

Local de amostragem: MTF-3	
Inclinação do martelo	Valores medidos
✓	50
	52
	52
	52
	52
	53
	56
	56
	58
	58
	58
	58
	58
	59
	60
-	
Média	55,47
Dureza de Schmidt	58
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	232

Local de amostragem: MTF-4	
Inclinação do martelo	Valores medidos
✓	48
	50
	50
	50
	52
	54
	54
	54
	54
	56
	58
	60
	60
	60
	60
-	
Média	54,67
Dureza de Schmidt	57
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	225

Local de amostragem: MTF-5	
Inclinação do martelo	Valores medidos
✓	48
	48
	48
	49
	50
	50
	52
	52
	53
	54
	54
	54
	54
	58
	58
62	
-	
Média	52,67
Dureza de Schmidt	55
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	210

Local de amostragem: MTF-6	
Inclinação do martelo	Valores medidos
✓	52
	52
	52
	53
	54
	54
	54
	54
	54
	54
	54
	56
	58
	58
	61
62	
-	
Média	55,20
Dureza de Schmidt	58
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	232

Local de amostragem: P.O.	
Inclinação do martelo	Valores medidos
	44
	44
	46
	46
	46
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	48
	49
	50
	50
	50
	50
	50
	50
	52
	52
	54
	54
	54
	54
	56
	56
	56
	Média
	49,57
	Dureza de Schmidt
	52
	Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)
	165

Local de amostragem: CRC-1/2	
Inclinação do martelo	Valores medidos
	38
	38
	38
	40
	40
	40
	41
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	42
	44
	44
	44
	44
	44
	44
	44
	44
	44
	46
	46
	46
	48
	50
	50
	52
	60
	Média
	43.83
	Dureza de Schmidt
	46
	Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)
	125

Local de amostragem: CRC-3	
Inclinação do martelo	Valores medidos
↓	40
	42
	42
	44
	44
	44
	44
	45
	46
	46
	46
	46
	48
	49
52	
Média	45,20
Dureza de Schmidt	47
Resistência à compressão uniaxial (MPa) - ábaco (Miller, 1965)	135

Cálculo dos valores de σ'_n e ϕ_{pico} , para as amostras estudadas:

AMOSTRA	COTA DE SUPERFICIE (m)	COTA DE AMOSTRAGEM (m)	PROFUNDIDADE (m)	σ'_n - KPa	ϕ pico (°)
MTF1	240	220	20,0	54000	11
MTF2	240	220	20,0	54000	11
MTF3	240	183,88	56,0	151524	7
MTF4	245	185	60,0	162000	7
MTF5	250	185	65,0	175500	7
MTF6	237	222	15,0	40500	12
P.O.	257	253	4,0	10800	15
CRC-1/2	251,5	249,2	2,3	6210	16
CRC-3	251,5	249,2	2,3	6210	17

Nota: σ'_n - Tensão efetiva normal; ϕ_{pico} - Ângulo de atrito de pico