



**Carlos Manuel dos
Santos Pereira**

**Compartimentação de maciços pela técnica de
amostragem linear: o caso da pedreira da Mimosa**



**Carlos Manuel dos
Santos Pereira**

**Compartimentação de maciços pela técnica de
amostragem linear: o caso da pedreira da Mimosa**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Minerais e Rochas Industriais (Área de Georrecursos), realizada sob a orientação científica do Doutor Helder I. Chaminé, Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Geotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto e investigador no Centro de Minerais Industriais e Argilas da Universidade de Aveiro e do Doutor José Lopes Velho, Professor Associado com Agregação do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor José António Ganilho Lopes Velho
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

Doutor Paulo Emanuel Talhadas Ferreira da Fonseca
Professor Auxiliar com Agregação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Doutor Helder Gil Iglésias de Oliveira Chaminé
Professor Coordenador do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto

agradecimentos

Uma palavra de agradecimento a todos quantos, ao longo deste período, de uma ou de outra forma, me incentivaram na elaboração do presente trabalho. Deste forma gostaria de expressar o meu agradecimento:

- Ao Prof. Doutor Helder I. Chaminé (ISEP; MIA-UA), expresseo o meu sincero reconhecimento pela forma dedicada e prestável como sempre me orientou cientificamente e me acompanhou, quer no terreno quer no gabinete, ao longo deste trabalho. Grato pela leitura minuciosa ao manuscrito original, o meu bem-haja.

- Ao Prof. Doutor José Lopes Velho (UA), pela gentileza em ter acedido a co-orientar esta tese e a leitura crítica ao manuscrito.

- Ao coordenador do curso de mestrado, Prof. Doutor F. T. Rocha (UA), por todo o apoio e esclarecimentos prestados.

- À MOTA-ENGIL, SA, na pessoa do Eng. Geotécnico António Vieira (ISEP) pela possibilidade que me proporcionou em realizar o trabalho de campo na pedreira da Mimosa, bem como na cedência de documentação vária.

- Ao Dr. José Teixeira (MIA-UA), pelo apoio no desenho vectorial de algumas ilustrações constantes neste trabalho.

- Ao Dr. Alberto Gomes (FLUP), pelo apoio e discussão dos aspectos geomorfológicos da área da Cabeça Santa (Penafiel).

- À Dra. Maria José Afonso (ISEP) pela leitura crítica ao manuscrito original.

- À Nancy Almeida e à Ana Pereira, pela leitura crítica e no apoio na finalização deste trabalho.

palavras-chave

Descontinuidades, técnica de amostragem linear, geotecnia, pedreira da Mimosa (Penafiel, NW de Portugal)

resumo

A amostragem ao longo de um perfil linear é uma aproximação rigorosa à recolha sistemática de informação respeitante às descontinuidades. Esta técnica é uma das formas mais expeditas de coligir dados relativos às descontinuidades.

Neste trabalho, apresentam-se e discutem-se os resultados da aplicação da técnica de amostragem linear de descontinuidades em superfícies expostas do maciço rochoso da pedreira granítica da Mimosa (Alto da Cabeça Santa, Penafiel; NW de Portugal). Na pedreira foram seleccionados diversos afloramentos, tendo-se recorrido às seguintes ferramentas: cartografia geológica, análise morfotectónica e modelação digital de terreno, geologia estrutural e geotecnia. É, igualmente, utilizada informação sobre a rede de fracturação regional, obtida através da análise morfoestrutural de mapas topográficos e mapas geológicos. São ainda referidos os métodos utilizados no tratamento dos dados de terreno com o objectivo de definir as famílias de descontinuidades e de caracterizar estatisticamente a sua atitude, espaçamento e extensão. Os resultados obtidos são comparados, à mega e macroescala, no sentido de averiguar a presença de um padrão de fracturação com dimensão multi-escala.

Esta abordagem conduziu a uma melhor compreensão da relevância, para estudos e projectos de geoengenharia, da caracterização a diferentes escalas da heterogeneidade geológica de massas rochosas. A aplicação desta técnica para a caracterização da compartimentação do maciço poderá contribuir para aperfeiçoar a gestão sustentável do georrecurso da pedreira da Mimosa.

keywords

Discontinuities, scanline sampling technique, geotechnics, Mimosa quarry (Penafiel, NW Portugal)

abstract

Sampling along a linear scanline is an accurate approach to the systematic collection of fracture information. In several geological and geotechnical situations it is, moreover, the easiest and fastest way to collect discontinuities' data. In this work, we present and discuss the results of a field survey of discontinuities performed by applying the scanline technique on free rock-mass faces from several granitic quarry outcrops (Northern Portugal).

This work presents the results of the structural geology, geomorphology and geotechnical studies of block delimitation of a granitic rock mass. For this characterisation, the scanline sampling technique of discontinuities has been applied to the study of free rock mass faces from Mimosa granitic quarry (Alto da Cabeça Santa, Penafiel; NW Portugal). For that purpose, the surrounding area of the open quarry, as well as selected granitic outcrops, were studied using the following tools: surface geological/geomorphological mapping, structural geology and geotechnics/geomechanics techniques. For our purpose, included several selected outcrops, were studied by using the following tools: surface geological mapping, morphotectonic and terrain digital modelling analysis, structural geology and geotechnics. So, a morphotectonic analysis of topographic map and geological survey has then been carried out. In addition, the evaluation methods of field data for discontinuities sets and the statistical characterisation of their orientation, spacing and extension are also presented. The results achieved at different scales are compared in order to detect the presence of a multiscale fracture network pattern.

This approach led us to a better understanding of the relevance for geoenvironmental studies and projects of the characterisation at different scales of the rock-masses' geological heterogeneity. The use of these techniques for understanding the rock mass block delimitation may contribute to improve the sustainable management of the georesources from Mimosa granitic quarry.

Índice Geral

1. Introdução geral	7
2. Objectivos e metodologias	13
3. Compartimentação de maciços rochosos	19
3.1. Considerações iniciais	21
3.2. Descrição de maciços rochosos	23
3.3. Noção de maciço rochoso	24
3.4. Descontinuidades	25
3.5. Tipos de descontinuidades	25
3.5.1. Introdução	25
3.5.2. Génese das descontinuidades: uma breve síntese	29
3.6. Caracterização geométrica das descontinuidades	31
3.6.1. Generalidades	31
3.6.2. Parâmetros do maciço rochoso	33
3.7. Características e parâmetros elementares para a classificação de maciços rochosos	39
3.8. Técnica de amostragem linear aplicada a superfícies de descontinuidades	56
3.8.1. Traços gerais	56
3.8.2. Tratamento estatístico das descontinuidades	58
3.9. Caracterização geomecânica	63
3.9.1. Esclerómetro portátil	63
3.9.2. Ensaio de desgaste <i>Los Angeles</i>	66
3.10. Cartografia geotécnica de maciços: Breves considerações	68
4. A pedreira da Mimosa: geologia, geotecnia e geomecânica	73
4.1. Enquadramento regional	75
4.2. Estudo da compartimentação do maciço da pedreira da Mimosa	84
4.2.1. Considerações iniciais	84
4.2.2. Descrição geológica local	84

4.2.3. Metodologia de estudo	87
4.2.4. Caracterização geológico-geotécnica	90
4.2.5. Caracterização geomecânica local	100
4.2.6. Esboço do zonamento geotécnico	105
5. Conclusões	109
6. Referências bibliográficas	113
Anexos	125
Anexo I. Fichas de levantamento geotécnico	127

Índice de Figuras

Figura 1.	Esquema para a investigação geológico-geotécnica de maciços rochosos de um dado projecto baseado na estratégia de decisão baseada na informação	11
Figura 2.	Planos de xistosidade em relação com os dobramentos	26
Figura 3.	Famílias de diaclases associadas a dobras	28
Figura 4.	Representação esquemática ideal de uma superfície de diaclasamento	30
Figura 5.	Principais tipos de diaclases num maciço magmático	31
Figura 6.	Exemplos de formas geométricas relacionadas com o padrão de fracturação	35
Figura 7.	Equipamento de campo básico para o levantamento pela técnica de amostragem linear aplicada a estudos geotécnicos e geomecânicos	39
Figura 8.	Representação esquemática das propriedades geológico-geotécnicas das descontinuidades	41
Figura 9.	Avaliação da atitude geológica de uma descontinuidade	42
Figura 10.	Exemplos de diagramas geológico-estruturais para a definição das famílias de descontinuidades	43
Figura 11.	Medição do espaço entre descontinuidades a partir de uma face exposta do maciço	45
Figura 12.	Blocos diagramas esquemáticos indicativos da continuidade de várias famílias de fracturas	47
Figura 13.	Diagramas que ilustram as definições de abertura de descontinuidades	48
Figura 14.	Diferentes tipos de abertura	48
Figura 15.	Representação esquemática do preenchimento de uma descontinuidade	50
Figura 16.	Ondulação e rugosidade de uma superfície de descontinuidade	52
Figura 17.	Classes dos perfis de rugosidade	53
Figura 18.	Esquema do dispositivo para levantamento de descontinuidades pela técnica de amostragem linear	57
Figura 19.	Ficha tipo de levantamento geológico-geotécnico e geomecânico de campo com aplicação da técnica de amostragem linear	59
Figura 20.	Medição dos semi-comprimentos	60

Figura 21. Esquemas representativos dos traços de discontinuidades que inteceptam uma linha de amostragem numa face exposta de rocha	62
Figura 22. Exemplo de aplicação do <i>martelo de Schmidt</i>	64
Figura 23. Ábaco de Miller para o cálculo da resistência a partir do <i>martelo de Schmidt</i>	65
Figura 24. Qualidade de vida criada pela interacção das áreas no subsolo com o ambiente à superfície	72
Figura 25. Enquadramento geográfico da área da pedreira da Mimosa	75
Figura 26. Panorâmica da área da pedreira da Mimosa	75
Figura 27. Imagens de satélite da área da pedreira da Mimosa	76
Figura 28. Esboço da carta de ocupação do solo da região de Peroselo	77
Figura 29. Esboço geomorfológico da região da Cabeça Santa	78
Figura 30. Mapa de declives da área de Cabeça Santa – Peroselo	79
Figura 31. Modelos digitais de terreno da área de Cabeça Santa – Peroselo	80
Figura 32. Enquadramento geotectónico regional dos granitos Variscos da zona Centro-Ibérica	82
Figura 33. Enquadramento geológico regional da área de Cabeça Santa	83
Figura 34. Esboço geológico local da pedreira da Mimosa	86
Figura 35. Aspectos geológicos e geotécnicos observados na pedreira da Mimosa	88
Figura 36. Localização esquemática, na base geológica local, dos dez (10) taludes (ou painéis) cartografados pela técnica de amostragem linear para a caracterização da compartimentação do maciço rochoso da pedreira da Mimosa	89
Figura 37. Histograma da frequência de diaclases vs classe de grau de alteração dos painéis estudados	90
Figura 38. Diagramas de projecção estereográfica implantados no esboço estrutural dos painéis cartografados	93
Figura 39. Diagramas de rosetas implantados no esboço estrutural dos painéis cartografados	94
Figura 40. Diagrama estrutural dos painéis amostrados da pedreira da Mimosa	96
Figura 41. Projecção das discontinuidades sub-horizontais da pedreira da Mimosa	96
Figura 42. Histograma da frequência de diaclases vs classes de espaçamento dos painéis estudados	97
Figura 43. Relação entre a resistência à compressão uniaxial (Mpa) e o ensaio <i>Los Angeles</i>	101

Figura 44. Aspectos do grau de fracturação e de alteração da pedraira da Mimosa 106

Figura 45. Esboço do zonamento geotécnico de superfície da área da pedraira da Mimosa 107

Índice de Quadros

Quadro 1.	Descrição dos principais tipos de diaclases em rochas magmáticas	31
Quadro 2.	Classificação do tamanho dos blocos de material-rocha com base no índice volumétrico (J_v)	37
Quadro 3.	Classificação de maciços rochosos em função do tamanho e forma dos blocos	37
Quadro 4.	Qualidade da rocha em função do valor de RQD	38
Quadro 5.	Graus de alteração propostos pela ISRM e GSE	44
Quadro 6.	Classificação do espaçamento entre descontinuidades	46
Quadro 7.	Descrição da continuidade	47
Quadro 8.	Abertura das descontinuidades	49
Quadro 9.	Classificação da rugosidade das descontinuidades	53
Quadro 10.	Terminologia para caracterização do estado de resistência	54
Quadro 11.	Descrição do grau de alteração meteórica	55
Quadro 12.	Classificação da resistência à compressão simples	65
Quadro 13.	Classificação de mapas geotécnicos em função da sua escala	71
Quadro 14.	Síntese das características geológicas e geomecânicas dos painéis estudados	95
Quadro 15.	Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para os painéis de 1 a 6	102
Quadro 16.	Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 7	102
Quadro 17.	Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 8	103
Quadro 18.	Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 9	103
Quadro 19.	Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 10	104

1

Introdução Geral

1. Introdução geral

As denominadas Engenharias das Ciências da Terra — Engenharia Geológica, Engenharia de Minas, Engenharia Geotécnica, Engenharia de Recursos Geológicos, entre outras — durante a sua actividade profissional, contactam necessariamente com os designados materiais geológicos, i.e., solos e/ou rochas. Estes materiais naturais, devido à sua natureza intrínseca e à diversidade de processos geológicos que envolvem a sua génese, apresentam uma variedade muito vasta de características e propriedades.

Os maciços rochosos e/ou terrosos suportam ou experimentam solicitações promovidas pelas estruturas de engenharia que afectam a sua segurança e desempenho (e.g., Terzaghi, 1965; Goodman, 1993; Brady & Brown, 2004; Hoek, 2007). Deste modo, para projectar e construir estruturas de engenharia seguras e económicas há a necessidade imperiosa de determinar e conhecer as características e as propriedades geológico-geotécnicas dos maciços onde estas são implantadas. Para tal, recorre-se à execução de ensaios de campo e de laboratório, bem como à sua interpretação e adequação ao problema a resolver, no sentido de atingir tal desiderato.

O estudo de cada um destes materiais (solos e/ou rochas) recorre, em regra, a ferramentas distintas, as quais constituem três disciplinas científicas que muitas vezes se dividem assumindo a designação de Mecânica dos Solos, de Mecânica das Rochas e de Geologia de Engenharia (e.g., Terzaghi & Peck, 1967; Mello Mendes, 1967-68; Rocha, 1981; Goodman, 1993; Hack et al., 2004; Boch, 2006). As distinções, geralmente imputadas a cada uma delas, baseiam-se sobretudo nos diferentes métodos de investigação, de classificação, de metodologias de ensaio, de interpretação, de modelação e, por fim, de projecto.

O objectivo de uma investigação de um dado local no âmbito da engenharia de maciços rochosos é criar e estabelecer parâmetros operacionais num quadro amplo a diversas escalas dos aspectos geométricos, mecânicos e construtivos e dos aspectos da segurança operacional de uma estrutura no maciço (Hoek, 2007). Actualmente, os métodos disponíveis para estabelecer, do ponto de vista geotécnico, a investigação de um local deverão incluir uma análise relativa à segurança, prazos de execução e custos envolvidos (Mazzoccola et al., 1997).

É fundamental o acompanhamento técnico sistemático de uma dada obra de engenharia para auxiliar a tomada de decisão, quer nos aspectos mais amplos do projecto, quer na resolução de problemas pontuais. Assim, em estudos de caracterização geotécnica e

geomecânica de maciços fracturados, a contribuição da geologia e da geomorfologia é de extrema importância nas várias fases de qualquer projecto de engenharia de maciços rochosos (e.g., Terzaghi, 1965; Rocha, 1981; Fookes, 1997; Vidal Romaní & Twidale, 1999). De facto, as ferramentas geológicas tradicionais — cartografia geológica, fotogeologia, geologia estrutural e hidrogeologia — quando aplicadas à prospecção geológico-geotécnica e geomecânica, perspectivadas num enquadramento geológico regional actualizado em que se valorizam os trabalhos geológico-geotécnicos à escala local baseados em critérios técnico-científicos (e.g., ISRM, 1978, 1981; Brown, 1991; CFCFF, 1996), serão uma ferramenta de excelência dentro dos seus limites de actuação e de competência em estudos de engenharia de maciços rochosos. Esta dicotomia (geologia fundamental *vs* prospecção geológica-geotécnica e geomecânica) tem sido amplamente abordada em trabalhos aplicados conforme está patente nas preocupações de outros autores (e.g., Dinis da Gama et al., 1992; Chaminé & Gaspar, 1995; Afonso et al., 1999; Chaminé et al., 2001; Espinha Marques et al., 2004; Lisboa & Oliveira, 2005; Martins et al., 2006). Além disso, em qualquer projecto geológico-geotécnico são importantes os pressupostos técnico-científicos referidos (figura 1), os quais deverão estar sempre perspectivados numa lógica de gestão económica racional para a sua concretização (Mazzocola et al., 1997).

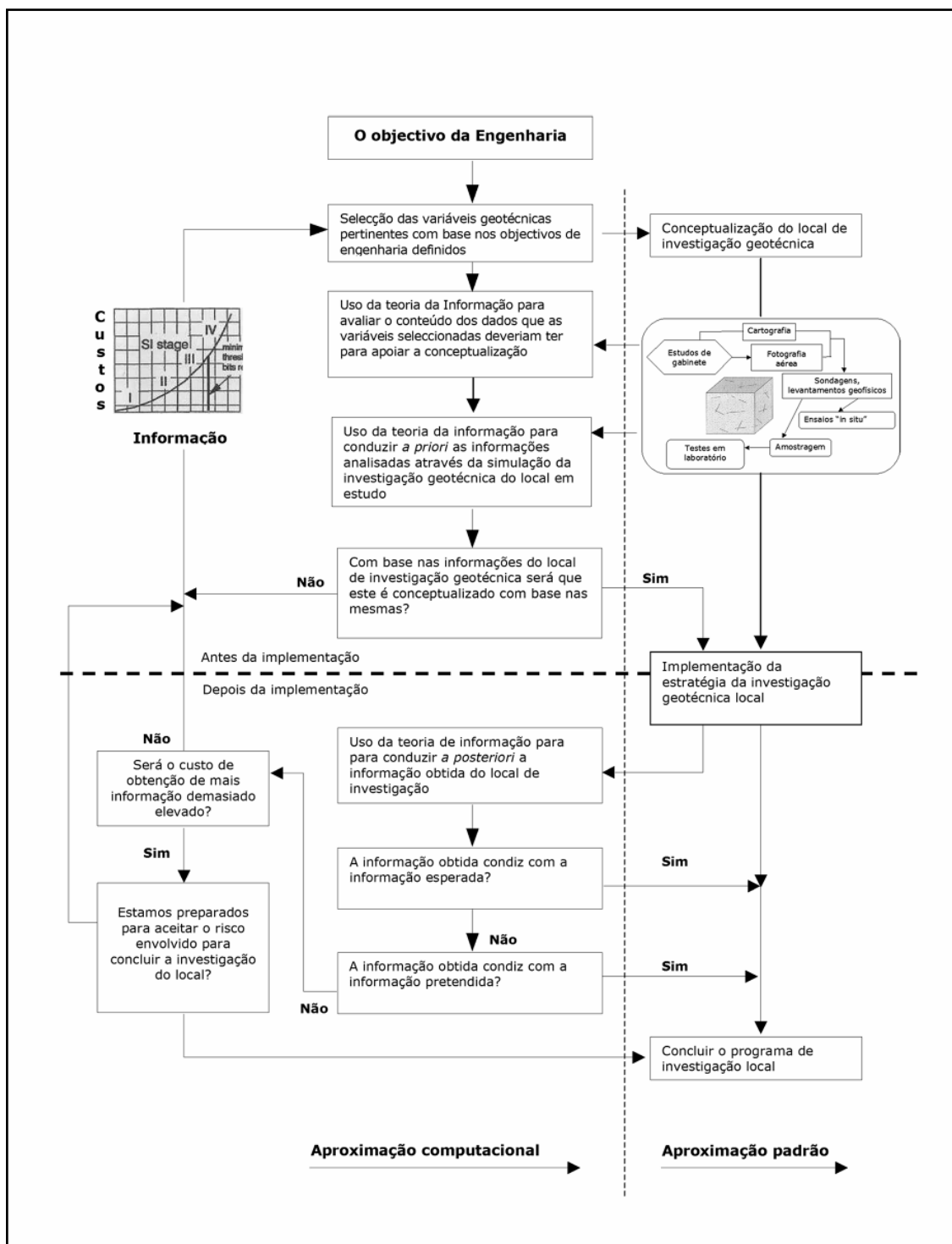


Figura 1. Esquema para a investigação geológico-geotécnica de maciços rochosos de um dado projecto baseado na estratégia de decisão baseada na informação (adaptado de Mazzocola et al., 1997).

2

Objetivos e metodologias

2. Objectivos e metodologias

Esta dissertação tem como objectivo geral apresentar um estudo geológico-geotécnico sobre a aplicação da técnica de amostragem linear em superfícies expostas em taludes rochosos. Além disso, pretende contribuir para a caracterização da compartimentação de maciços rochosos fracturados tendo em vista a avaliação da sua compartimentação na perspectiva de contribuir para uma gestão racional e sustentável dos georrecursos graníticos. Na impossibilidade, do ponto de vista prático, de se estudar exaustivamente a compartimentação de um dado maciço rochoso na totalidade da área envolvente de um dado georrecurso, opta-se, em regra, por realizar esse estudo a partir de uma amostragem que seja representativa de todo o maciço. Dado que a amostragem, do ponto de vista cartográfico, deve ser realizada, de preferência, sobre as superfícies expostas de taludes com características lineares (i.e., dispostos segundo direcções definidas, por exemplo, vias de comunicação, ferroviária ou rodoviária), adopta-se em muitas situações a técnica da amostragem linear (e.g., Priest & Hudson, 1981; Dinis da Gama, 1995; Chaminé et al., 2001; Brady & Brown, 2004).

O maciço que foi alvo deste estudo foi o da pedreira da Mimosa em Penafiel e encontra-se, actualmente, em fase de exploração pela empresa MOTA-ENGIL, SA. O georrecurso granítico em questão é explorado pela empresa para vários fins ligados à construção civil e obras públicas, tais como brita, “tout-venant”, enrocamento e balastro. O presente trabalho contempla, em traços gerais, três partes distintas, a saber: uma primeira parte, que corresponde à recolha e pesquisa bibliográfica (regional e local) e definição duma estratégia metodológica de trabalho no terreno e laboratório; uma segunda parte, referente ao trabalho de campo geológico-geotécnico, realizado na pedreira entre Maio de 2005 e Outubro de 2006 e, por fim, uma terceira parte, ligada ao processamento, análise e interpretação dos dados para uma caracterização geológico-geotécnica do maciço rochoso e a tentativa de estabelecimento dum modelo geomecânico conceptual.

Os principais objectivos deste estudo são os seguintes:

- O reconhecimento e a caracterização geológico-geotécnica (em termos de litologia, de fracturação e de grau de alteração) do maciço granítico da Mimosa com o intuito de se estabelecer a compartimentação, em grande, do material-rocha.

-
- A cartografia sistemática das descontinuidades de superfícies expostas de rocha pela técnica de amostragem linear e a caracterização geotécnica pela aplicação da “Basic Geotechnical Description of Rock Masses” (BGD) proposta pela ISRM (1981);
 - O cruzamento e a síntese de todos os dados geológicos, geomorfológicos, geotectónicos, hidrogeológicos e geomecânicos para o estabelecimento de uma síntese geológico-geotécnica do maciço;
 - Por fim, como objectivo complementar, delinearem-se alguns aspectos orientativos, em termos geomecânicos, que porventura poderão ser úteis ao desmonte do maciço na óptica de uma melhor optimização das pegadas de fogo.

O presente trabalho foi desenvolvido em duas etapas complementares, ou seja, numa primeira etapa referente ao trabalho de campo enquadrada na fase de reconhecimento e caracterização geológica do maciço e, numa segunda fase, ligada ao processamento, análise e interpretação dos dados para uma caracterização geotécnica e geomecânica do maciço rochoso. Assim, neste trabalho, são referidos, de uma forma sucinta, os métodos e as técnicas para tratamento dos dados de terreno, visando a definição das famílias de descontinuidades e a caracterização estatística da sua atitude (recorrendo, na medida do possível, à terminologia e às recomendações propostas pela ISRM, 1978, 1981, pela GSE, 1995 e pelo CFCFF, 1996). Apresentam-se, ainda, os resultados do estudo da rede de fracturação regional, com base na análise morfoestrutural de mapas topográficos e dos reconhecimentos geológicos/geomorfológicos locais. Comparam-se os resultados obtidos à mega e macro-escala no sentido de averiguar a presença de um padrão de fracturação com dimensão multi-escala. Por fim, discute-se a utilidade desta metodologia e das técnicas associadas para a conceptualização de um modelo geotécnico-geomecânico em meio fracturado.

Na digitalização dos mapas de cartografia regional e local, foi utilizado o programa “OCAD for Cartography version 8.0” e outros programas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), tais como, o “Golden Software Surfer (Surface Mapping System) version 8.0”. O “OCAD for Cartography version 8.0” é um programa de *Computer-Assisted Design* (CAD), em que a digitalização da informação a tratar se efectua em duas fases: a) rasterização, através de um digitalizador, da cartografia existente em vegetal indeformável; b) vectorização da imagem do mapa obtido por rasterização. Este processo pressupõe uma preparação cuidadosa, de acordo com determinadas regras, dos mapas a digitalizar. Para o tratamento de dados dos estudos geológico-estruturais recorreu-se à elaboração de diagramas de densidade de pólos (diagrama

de “Schmidt-Lambert”, projecção hemisfério inferior) e diagramas de rosetas. Para o efeito, utilizou-se o programa informático “*StereoNet for Windows version 3.03*”.

Para a presente investigação recorreu-se a equipamentos correntemente disponíveis no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, no Centro de Minerais Industriais e Argilas (MIA) da Universidade de Aveiro e no Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada (LABCARGA) do Departamento de Engenharia Geotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Os equipamentos indispensáveis para a execução dos trabalhos de campo foram, entre outros, a bússola com clinómetro, os mapas militares (escala 1/25.000 do Instituto Geográfico do Exército, IGeoE) e geológicos, o equipamento fotográfico, o martelo de geólogo e o esclerómetro portátil.

3
Compartimentação de maciços rochosos

3. Compartimentação de maciços rochosos

3.1. Considerações iniciais

Na engenharia de maciços rochosos, assim como nos diversos domínios de engenharia (minas, civil, geotecnia, geológica, etc.), a prática é normalmente antecedida pelo desenvolvimento de teorias relevantes. As escavações em maciços rochosos já eram executadas mesmo antes de se terem desenvolvido as diversas teorias e métodos de cálculo de suporte. Construíram-se, assim, castelos, catedrais, pontes e outras notáveis estruturas em rochas antes mesmo do aparecimento das teorias mais importantes da mecânica estrutural (Rocha, 1981; Hoek, 2007). A geomecânica ocupa-se do estudo dos materiais geológicos naturais e do seu comportamento, bem como dos meios em que eles ocorrem. Assim temos de ter sempre em atenção que esta depende essencialmente do equilíbrio que se consegue estabelecer entre o realismo das suas bases de carácter físico-naturalista e o rigor dos conhecimentos físico-matemáticos de que se serve (Terzaghi, 1965, Rocha, 1981; Brown, 1991).

Considera-se, normalmente, em Geologia o termo *rocha* como um agregado natural, formado por um ou mais minerais, que constitui parte essencial da crosta terrestre, sistematizando-se normalmente em três tipos fundamentais, a saber: rochas magmáticas ou ígneas, rochas sedimentares e rochas metamórficas. Uma vez que as rochas ocorrem em extensões consideráveis na crosta terrestre, pode-se, na maioria das vezes representá-las em mapas geológicos. As rochas são nitidamente individualizadas porque os minerais se agregam obedecendo a leis físico-químicas, dependendo das condições em que se forma determinado tipo de rocha. Porém, não é necessário que a rocha seja consolidada ou pouco consistente. As rochas arenosas e argilosas, por exemplo, podem ser consideradas como rochas desde que representem corpos independentes, individualizados e extensos (Goodman, 1993).

Do ponto de vista da mecânica das rochas, designa-se por material rochoso (ou, simplesmente, rocha) o material entre as superfícies de compartimentação de um maciço rochoso, *i.e.*, o material dos blocos, completamente separados ou não, que essas superfícies determinam (Rocha, 1981). Por isso, o estudo e caracterização de um maciço rochoso terá, em grande parte dos casos, que passar pela análise dos seus dois constituintes, por um lado, o material-rocha e por outro, as descontinuidades. Com efeito, o material rochoso não é

contínuo, apresentando tanto descontinuidades planares macroscópicas (falhas, fissuras, diaclases, etc.) como microscópicas. A anisotropia dos maciços rochosos provém, por um lado, da anisotropia da rocha e, por outro, das famílias de fracturas que interseptam os maciços. Esta última contribuição é, em regra, a mais relevante, não só no respeitante à deformabilidade mas também à ruptura dos maciços (Rocha, 1981; Hoek, 2007).

De um modo genérico, os materiais inertes constituintes da crosta terrestre são de dois tipos: as rochas e os solos. Terzaghi & Peck (1967) definiram *solo* como todo o agregado natural de partículas minerais separáveis por processos mecânicos de baixa intensidade, como a agitação em água. Assim, opõe-se à ideia de *rocha* (ou de material-rocha ou de material rochoso, *sensu* Rocha, 1981) a qual pode ser considerada como um agregado de minerais associados por forças coesivas permanentes constituindo a matriz rochosa. Surge, assim, uma gama de materiais naturais que tanto podem ser incluídos no grupo dos solos como no grupo das rochas. Desta forma, passou a definir-se um grupo de materiais, correspondente ao de rochas de baixa resistência ou rochas brandas (González de Vallejo et al., 2002).

A abordagem técnico-científica dos materiais rochosos evoluiu imenso, em Portugal e no estrangeiro, ao longo dos últimos cinquenta anos. Assim, para um Geólogo e/ou Engenheiro de Minas, dos anos 40-60 do Século XX, o maciço rochoso identificava-se apenas como “rocha” (*e.g.*, Mello Mendes, 1967-68; Oliveira, 1990; Aires-Barros, 1991). Ao estudar, por exemplo, um granito não se destringia, em regra, o material-rocha das descontinuidades, uma vez que “rocha” podia ser definida como uma massa mineral de características sensivelmente constantes. A sua atenção prioritária incidia particularmente na composição química do material e na caracterização mineralógica, de modo a determinar qual a natureza do magma que o originara, ou qual a génese dessa “rocha”. Além disso, o geólogo procurava fazer uma análise micropetrográfica e uma descrição litológica por via macroscópica. Determinava, ainda, a cor, a textura (granularidade) e a estrutura, a compacidade e a dureza do material. Acessoriamente, referia-se às características de cada um dos minerais (cor, textura, untuosidade ao tacto, brilho, risca, dureza, clivagem, fractura, etc.), considerando-os afinal como os principais componentes das suas “rochas”. No campo debruçava-se sobre a orientação das descontinuidades (da estratificação e da xistosidade) para definir essencialmente o modo de disjunção da rocha. O tipo de jazida estava intimamente relacionado com a génese desse maciço. Após este estudo aturado, o geólogo tradicional considerava que “a rocha” estava

caracterizada. As noções qualitativas abundavam e raramente se encontravam aspectos quantitativos.

Porém, a partir de meados dos anos 60 do Século XX, especialmente após a realização, em Lisboa, do I Congresso Internacional da Sociedade de Mecânica das Rochas, floresceu um novo domínio da geologia aplicada — a geologia de engenharia (*e.g.*, Rocha, 1981; Oliveira, 1990; Goodman, 1993; Rogers, 2002) — e amadureceu a Mecânica das Rochas e a Engenharia dos Maciços Rochosos (*e.g.*, Brady & Brown, 2004; Hoek, 2007), bem como uma nova perspectiva da geologia dinâmica, em particular, da geologia estrutural e da tectónica (*e.g.*, Ramsay & Huber, 1983, 1987; Davis & Reynolds, 1996).

O geotécnico ligado à engenharia dos maciços rochosos, procurará seguir uma orientação diferente. Aos conceitos preciosos introduzidos pelos geólogos estruturalistas e aplicados, num quadro mais quantitativo e dinâmico, ver-se-ão perante a necessidade de avançar no sentido de apoiar os estudos dos maciços rochosos para obras de engenharia civil e/ou mineiras (*e.g.*, Brady & Brown, 2004; Hoek, 2007). A determinação das características geomecânicas do maciço surgem como uma das prioridades em qualquer projecto de engenharia (Dinis da Gama, 1991). Estas duas posturas de investigação tornaram-se, assim, divergentes embora com áreas de sobreposição e complementares. O geotécnico assentará aliás grande parte da sua linguagem no vocabulário e nas noções básicas das Geociências mas evoluirá no sentido da resistência dos materiais e das Mecânicas dos Solos e das Rochas, posicionando-se, definitivamente, na linguagem e na *praxis* do engenheiro (Brown, 1991; Boch, 2006).

3.2. Descrição de Maciços Rochosos

A descrição e caracterização de maciços rochosos com fins geotécnicos tem como objectivo identificar e determinar as condições e propriedades, observáveis em trabalho de campo, que posteriormente permitam com estudos adicionais prever o comportamento do material-rocha perante escavações, fundações ou qualquer outro fim construtivo ou extractivo que implique uma modificação ao estado natural dos maciços rochosos. O comportamento de um maciço rochoso é definido em função das propriedades intrínsecas dos materiais que o constituem, assim como a estrutura e a resistência ao corte dos planos de descontinuidade que o afectam, bem como as condições geológicas, tectónicas e hidrogeológicas (Pereira, 1985).

A base de qualquer análise prática da mecânica das rochas é a compilação dos dados geológicos na qual deve constar a definição dos tipos de rocha, do tipo de descontinuidades e das propriedades físicas do material. Assim, até mesmo a análise mais sofisticada se pode tornar um exercício sem sentido se a informação geológica na qual é baseada for inadequada ou inexacta (Brady & Brown, 2004; Hoek, 2007).

O estudo geral do maciço deverá incluir a identificação, a descrição das condições gerais do afloramento e a caracterização dos vários aspectos geológico-geotécnicos, *i.e.*, o tipo de litologias e do material-rocha, o estado de alteração, o estudo das descontinuidades e as condições hidrogeológicas. A divisão em zonas geotécnicas mais ou menos homogéneas realiza-se a partir de critérios essencialmente litológicos, geológico-estruturais e geotécnicos básicos. A descrição de cada zona deve ser o mais objectiva e clara possível, recorrendo-se, normalmente, a uma terminologia recomendada (*e.g.*, ISRM, 1978, 1981; GSE, 1995; CFCFF, 1996).

O tamanho dos blocos é, em muitos aspectos da geomecânica, um dos parâmetros mais críticos da massa rochosa. Em termos de estabilidade, a inclinação e a abertura das descontinuidades do material-rocha são os parâmetros frequentemente necessários para a sua avaliação. A estimação do tamanho dos blocos é feita através de classificações empíricas dos maciços rochosos. O tamanho dos blocos pode ser considerado simplesmente a partir do produto de três parâmetros do maciço rochoso: orientação, afastamento e continuidade. Destes três parâmetros dos maciços rochosos a orientação e o afastamento são medidos de uma forma fácil e rotineira (Hoek, 2007).

3.3. Noção de maciço rochoso

Um maciço rochoso pode ser considerado como um meio sólido contínuo — o material-rocha — separado por planos de fraqueza, ou seja, as superfícies de descontinuidade (Rocha, 1981). Por isso, o estudo de um maciço rochoso terá em grande parte dos casos que passar pela análise dos seus dois constituintes: o material-rocha e as descontinuidades.

No estudo do comportamento mecânico das escavações, é imprescindível o conhecimento detalhado das propriedades geomecânicas das rochas, bem como das propriedades do maciço rochoso em questão (Brown, 1981; Brady & Brown, 2004; Hoek, 2007). Os maciços rochosos, para além de serem normalmente descontínuos e heterogéneos,

apresentam, geralmente uma marcada anisotropia. Esta é devida, por um lado, à anisotropia do material rochoso e, por outro lado, às famílias de descontinuidades que compartmentam os maciços. Esta última contribuição é em geral a mais relevante, não só no que diz respeito à deformabilidade mas também à resistência dos maciços rochosos (Rocha, 1981; Brown, 1991).

3.4. Descontinuidades

Designa-se por descontinuidade qualquer entidade geológica que interrompa a continuidade física de uma dada formação. Estas são muito importantes pois, ao seccionarem um maciço rochoso, vão influenciar as propriedades geomecânicas deste, uma vez que lhe conferem um comportamento, em termos de deformabilidade, permeabilidade e resistência ao corte, muito diferente daquele que apresenta o material que o constitui (Rocha, 1981; Brady & Brown, 2004).

3.5. Tipos de descontinuidades

3.5.1. Introdução

As descontinuidades podem ser de variados tipos, dependendo essencialmente da sua génese. Considerar-se-ão as seguintes (e.g., Rocha, 1981; Pereira, 1985; Goodman, 1993; Mandl, 2005): superfícies de estratificação, planos de xistosidade, fendas e cavidades por dissolução química, diaclases, falhas e filões.

As descontinuidades podem ser sistematizadas em vários tipos, considerando-se em geologia aplicada normalmente, as seguintes (e.g., ISRM, 1978; Goodman, 1993; González de Vallejo et al., 2002): i) Descontinuidades planares: planos de estratificação, de laminação, de xistosidade, e ainda as diaclases (ou juntas), falhas, diques, filões e discordâncias; ii) Descontinuidades lineares: lineação de intersecção de foliações e lineação mineral.

Superfícies de estratificação

Tratam-se de um modo geral, de descontinuidades singenéticas, ou seja contemporâneas da formação do sedimento. Assim, os planos de estratificação são as superfícies que limitam os

estratos em rochas sedimentares. Caracterizam-se por serem sistemáticos, com elevada continuidade e cujo espaçamento oscila, geralmente, entre poucos centímetros e vários metros. As superfícies de laminação são descontinuidades sistemáticas que aparecem em rochas sedimentares, correspondendo aos planos que limitam as lâminas ou níveis mais pequenos de uma sequência sedimentar.

Planos de xistosidade

São descontinuidades geralmente consideradas como perpendiculares à acção de elevadas tensões de compressão afectando formações geológicas (figura 2). Podem apresentar uma continuidade regional apreciável. Como o seu próprio nome indica, resultam de fenómenos tectónicos ocorridos a elevadas pressões e temperaturas.

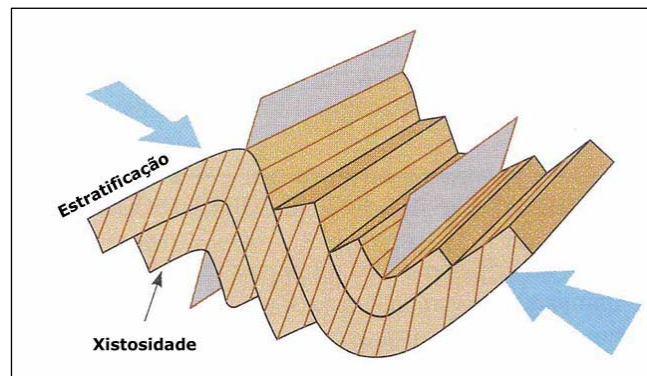


Figura 2. Planos de xistosidade em relação com os dobramentos. [As setas marcam a direcção de máxima compressão (adaptado de González de Vallejo et al., 2002)].

Fendas e cavidades por dissolução química

As fendas são descontinuidades em que a dimensão longitudinal é nitidamente superior à transversal. Estão, de um modo geral, preenchidas por cristalizações. Ocorrem essencialmente em maciços calcários ou siliciosos por aplicação de tensões de tracção ou de torção. Distinguem-se das diaclases por não serem tão regulares na sua distribuição no maciço, aparecendo de um modo geral isoladamente ou em zonas localizadas.

As cavidades por dissolução química são descontinuidades epigenéticas que resultam do alargamento por dissolução química de outras preexistentes. As suas dimensões podem ser

relativamente apreciáveis. Ocorrem em maciços calcários e noutros formados por depósitos químicos como os evaporitos.

Diaclases

São descontinuidades epigenéticas, ou seja, formadas posteriormente à formação do sedimento. Surgem, geralmente, na sequência de acções tectónicas ou resultam da descompressão do maciço, de processos de alteração ou por retracção do material. Neste tipo de descontinuidades não se verifica qualquer deslocamento apreciável de um bordo em relação ao outro, e muitas vezes não apresentam grande continuidade no maciço rochoso. A frequência do aparecimento de diaclases está relacionada com uma série de factores dos quais merecem particular destaque, a litologia (tipo de rocha, porosidade, resistência às acções mecânicas, etc.) e o jogo de forças actuantes e respectiva magnitude e posicionamento. Contudo, a própria geometria do maciço tem influência. Aliás, pode-se afirmar que no caso de formações sedimentares, a frequência das diaclases bem como o seu afastamento, são função da espessura dos estratos envolvidos.

As diaclases são os planos de descontinuidade mais frequentes nos maciços rochosos e correspondem, segundo a ISRM (1978), a superfícies que ocorrem no material-rocha ao longo das quais não existe rejeito entre os blocos. Tipicamente, as diaclases são planas (ou aproximadamente planas), e constituem estruturas planares não-penetrativas, características de um comportamento frágil ou semi-frágil das rochas. Estes planos de rotura ocorrem, assim, em rochas competentes e são típicos de uma resposta das rochas sujeitas a um estado de tensão, quando estas estão localizadas em níveis geológico-estruturais superiores (Sodré Borges, 2002). Atendendo à sua origem, distinguem-se vários tipos de diaclases (e.g., Davis & Reynolds, 1996; González de Vallejo et al., 2002): i) Diaclases de origem tectónica associadas a dobramentos e a falhas. No primeiro caso apresentam uma disposição característica (figura 3); as diaclases associadas a falhas dispõem-se, normalmente, paralelamente à superfície de falha e com uma frequência que diminui com o aumento da distância da origem da mesma; ii) Diaclases em rochas ígneas formadas por contracção durante ou depois do dobramento do corpo ígneo. Apresentam uma disposição característica em famílias ortogonais entre si.

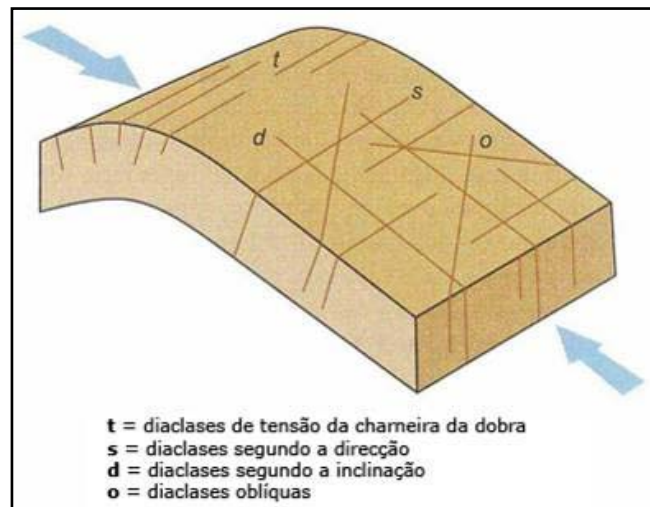


Figura 3. Famílias de diaclases associadas a dobras (adaptado de González de Vallejo et al., 2002).

Falhas

Trata-se de descontinuidades epigenéticas que se caracterizam por apresentarem frequentemente grande continuidade no maciço rochoso e por ter havido deslocamento relativo dos dois bordos um em relação ao outro. O plano de falha designa-se por espelho de falha e é frequente a ocorrência de estrias nas superfícies que deslizaram. Quando os dois bordos estão separados entre si definem uma caixa de falha que pode estar preenchida por outros materiais, muitas vezes resultantes da própria trituração da rocha que escorregou (brecha de falha). Designa-se por falha activa quando na actualidade esta apresenta evidências de movimento mensurável, e destas assumem particular relevância as que estão na origem de fenómenos de natureza sísmica. As falhas podem ser normais, inversas e de desligamento.

Filões

Merecem referência também os filões, intrusões ígneas ou massas minerais que preencheram o espaço das descontinuidades. O seu estudo terá que ser efectuado considerando o tipo de material constituinte e as características dos blocos da rocha encaixante.

3.5.2. Génese das descontinuidades: uma breve síntese

Em termos genéticos, as descontinuidades geram-se e propagam-se quando a pressão exercida sobre o maciço rochoso iguala a sua resistência mecânica. Vários são os mecanismos e fontes capazes de produzir elevadas pressões sobre a crosta terrestre. Entre esses podemos referir as pressões litostáticas (modificação dos estados de pressão exercidos pelos estratos de cobertura do substrato devido a levantamentos epirogénicos e fenómenos erosivos), a pressão dos geofluidos, as forças tectónicas, etc.

Do ponto de vista geotécnico, importa determinar a amplitude da abertura da diaclase e a sua variação ao longo do plano de diaclasamento (em particular, verificar se ocorrem, ou não, pontos de contacto entre as duas superfícies separadas pelo diaclasamento). Quando preenchida, a natureza do preenchimento tem de ser muito bem especificada (em particular, as suas características mecânicas). Se a diaclase não estiver preenchida, é importante, ainda do ponto de vista geotécnico, caracterizar a sua rugosidade (Sodré Borges, 2002): verificar se as suas paredes são lisas, estriadas ou polidas; se são planas, onduladas, ou denteadas. Destas características dependerá o comportamento mecânico das descontinuidades.

Na figura 4 ilustram-se dois tipos de estruturas típicas das superfícies de diaclasamento (Davis & Reynolds, 1996): as estruturas plumosas (*plumose structures* ou *hackle-marks*) e as *rib-marks*, cuja génese tem sido objecto de muita discussão, mas que não está ainda perfeitamente esclarecida, podendo diferentes mecanismos dar-lhes origem.

Diversos mecanismos têm sido avançados para explicar a formação de diaclases, como por exemplo a actuação de esforços de torção. Prevalece, contudo, a convicção de que as diaclases se repartem por dois tipos principais, quanto à sua origem (*e.g.*, Davis & Reynolds, 1996; Palmström, 1995; Sodré Borges, 2002): *diaclases de tracção* (ou de extensão) e *diaclases de corte* (ou de cisalhamento). Na discussão sobre a possibilidade de ocorrência dos dois tipos de diaclases, um dos argumentos fulcrais tem-se centrado à volta das estruturas plumosas observadas nos planos de diaclasamento.

Durante o levantamento tectónico do maciço, possíveis variações da pressão intersticial presente nas rochas desempenharão um papel fundamental na génese da fracturação (Mandl, 2005). Consoante o valor daquela pressão, assim a fracturação poderá ser por corte ou por tracção, podendo em situações-limite, oscilar, num mesmo local, entre os dois modos. Então, poderá observar-se uma típica fractura (veio) de tracção prolongar-se sob a forma de *tension*

gasbes dispostas em degrau, como é típico das zonas de cisalhamento frágil-dúctil (Sodré Borges, 2002).

As fracturas observadas numa rocha magmática são, na sua maioria, primárias: resultam da fracturação da crosta, mais ou menos rígida, do corpo ígneo, em resultado do movimento da massa central ainda fluida e, ainda, da sua expansão ou da sua retracção. Tais fracturas são, frequentemente, preenchidas por aplitos ou por minerais de origem hidrotermal, relacionados com o episódio magmático. Sendo primárias, não são, verdadeiramente, diaclases e deveriam, antes, ser descritas como veios. No entanto, não é de excluir a ocorrência de verdadeiras diaclases num maciço magmático: elas serão fracturas tardias (relativamente ao episódio magmático), pelo que serão, muito provavelmente, estéreis (ou o seu preenchimento não derivou, directamente, do mesmo episódio magmático), mas terão uma orientação estreitamente relacionada com a fracturação primária. Na figura 5, ilustram-se as “diaclases” dos tipos mais frequentemente observados num maciço magmático, ordenadas segundo a sua idade provável, da mais antiga para a mais recente. No quadro 1, resumiam-se as características dessas mesmas fracturas, segundo a mesma ordenação.

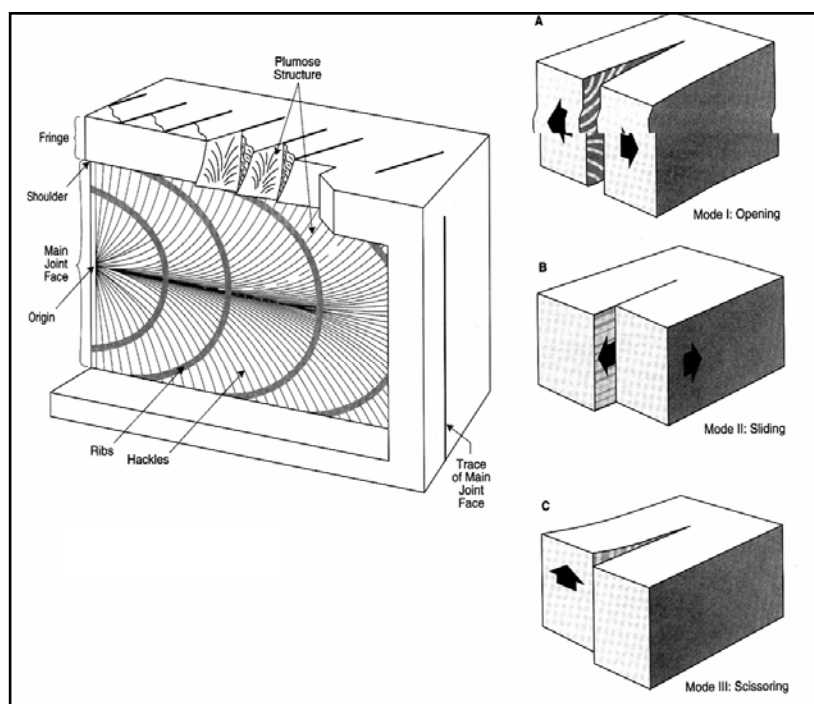


Figura 4. Representação esquemática ideal de uma superfície de diaclasamento [representando os principais elementos observáveis em faces expostas do maciço, como por exemplo, as estruturas plumosas (“plumose structure”) típicas em maciços graníticos (adaptado de Davis & Reynolds, 1996). Em A, B e C apresentam-se os 3 modos fundamentais de geração de estrias em diaclasamento, ou seja, em A abertura (“Opening”) perpendicular às paredes das superfícies de diaclases, em B deslizamento (“Sliding”) segundo uma direcção paralela à superfície de deslizamento e perpendicular à frente da fracturação, em C movimento “em tesoura” (“Scissoring”) paralelo à superfície de diaclasamento e à frente da fracturação].

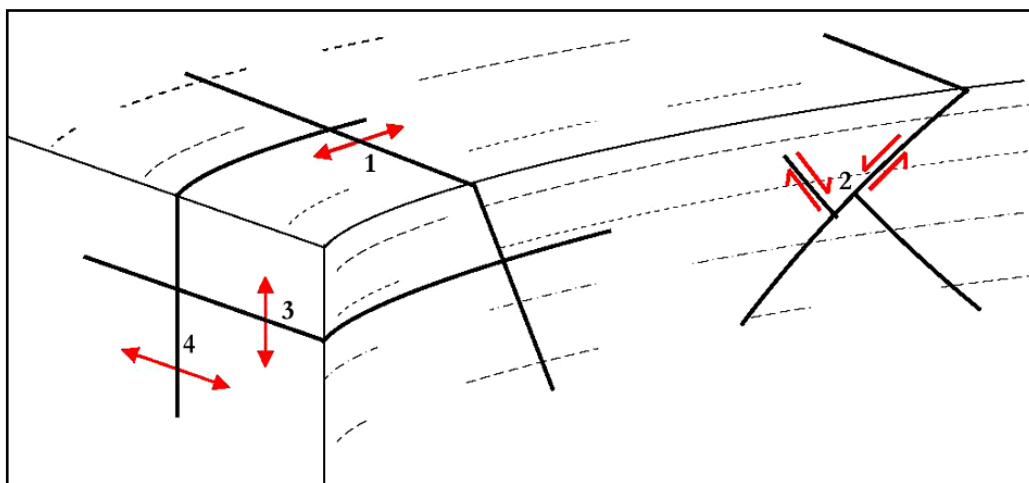


Figura 5. Principais tipos de diaclases num maciço magmático (Sodré Borges, 2002). 1. Diaclases cruzadas (provavelmente as mais antigas, em termos geológicos); 2. Diaclases diagonais; 3. Diaclases sub-horizontais; 4. Diaclases longitudinais (provavelmente, as mais recentes, pós-magmáticas).

Quadro 1. Descrição dos principais tipos de diaclases em rochas magmáticas (Sodré Borges, 2002).

DESIGNAÇÃO	ORIENTAÇÃO	PREENCHIMENTO	MECANISMO
Diaclases cruzadas <i>cross-joints, Q-joints</i>	Perpendiculares às linhas de fluxo	Preenchidas. Com estrias de deslizamento.	Tracção associada ao atrito entre a crosta e o magma fluido e, ainda, à possível expansão da intrusão.
Diaclases diagonais <i>diagonal-joints</i>	A 45°, ou mais, das linhas de fluxo	Preenchidas. Com estrias de deslizamento.	Por corte associado às tensões criadas pelo fluxo: tracção ao longo das linhas de fluxo; com pressão, perpendicularmente.
Diacl. sub-horizontais <i>flat-lying joints</i>	Sub-horizontais (nas zonas apicais de domos achatados ou em soleiras)	Preenchidas.	Talvez, por tracção resultante da retracção da massa interna da intrusão, ao arrefecer.
Diacl. longitudinais <i>longitudinal-joints, S-joints</i>	Paralelas às linhas de fluxo (seguem a sua direcção, mas não o seu mergulho)	Raramente preenchidas. Quando preenchidas, contém minerais estranhos à intrusão	Por tracção, devida a esforços gerados pelo arrefecimento, associados aos causados pela extensão lateral devida ao levantamento tectónico.

3.6. Caracterização geométrica das discontinuidades

3.6.1. Generalidades

A caracterização dos maciços torna-se uma tarefa complexa, devido à grande variedade de condicionantes e propriedades geológico-geotécnicas, especialmente se os materiais rochosos estiverem muito fracturados e/ou meteorizados. Em todas as descrições deve-se incluir todos os aspectos e parâmetros que possam ser observados, deduzidos e medidos nos afloramentos. A descrição dos maciços rochosos com fins geotécnicos necessita de atenções e

medidas adicionais às geológicas; assim se justifica a necessidade de estabelecer uma sistemática que uniformize critérios e facilite a comunicação entre todos os profissionais que tenham de realizar trabalhos semelhantes. Estas descrições podem implicar um certo grau de subjectividade que se deve evitar, na medida do possível, realizando observações sistemáticas e utilizando uma terminologia padronizada (ISRM, 1978, 1981), tendo em conta os seguintes aspectos:

- todos os factores devem ser examinados sistematicamente e numa sequência lógica;
- não se deve omitir nenhuma informação básica sobre o afloramento;
- as descrições devem caracterizar de uma forma precisa o maciço e permitir a dedução da informação mais relevante;
- o número de dados deve ser, se possível, estatisticamente representativo.

A caracterização de cada zona geotécnica deve realizar-se de uma forma objectiva e individualizada, e incluir o estudo da matriz rochosa, das discontinuidades e do conjunto do maciço, descrevendo tanto as suas propriedades intrínsecas como os factores externos que condicionam o seu comportamento.

A sistemática para a descrição dos afloramentos de maciços rochosos pode-se resumir nas seguintes etapas (ISRM, 1978, 1981):

- descrição das características gerais do afloramento: geologia estrutural, tipo de discontinuidades, composição mineralógica e textural do material-rocha, grau de alteração;
- divisão em zonas geotécnicas e descrição geral de cada zona: a divisão em zonas mais ou menos homogéneas realiza-se a partir de critérios fundamentalmente litológicos e geológico-estruturais. O número de zonas que se estabelece e a extensão das mesmas dependerá do grau de heterogeneidade dos materiais e estruturas que formam o maciço rochoso. Dever-se-á descrever as características gerais de cada zona;
- descrição pormenorizada de cada zona geotécnica: a descrição de cada zona é levada a cabo em separado e detalhadamente, o mais objectiva e clara possível, recorrendo-se, normalmente, a uma terminologia recomendada (e.g., Brown, 1981; GSE, 1995; CFCFF, 1996);

-
- descrição dos parâmetros geológicos e geométricos do maciço rochoso: a descrição dos parâmetros do maciço rochoso realiza-se a partir de dados recolhidos em cada estação geológico-geotécnica. Além disso, estabelecem-se parâmetros referentes ao número de famílias de descontinuidades, orientação e características representativas a cada uma delas, determinando a sua importância relativa, tamanho e forma dos blocos, grau de alteração, etc.;
 - caracterização global e classificação geomecânica do maciço rochoso com o objectivo de definir a qualidade e resistência do maciço, através da quantificação de parâmetros geológico-geotécnicos e modelação físico-matemática.

3.6.2. Parâmetros do maciço rochoso

Para a caracterização global do maciço rochoso a partir dos dados obtidos no estudo dos afloramentos, juntamente com a descrição dos seus componentes, da matriz-rochosa e das descontinuidades, devem ser considerados outros aspectos representativos do conjunto, tais como:

- O número de descontinuidades e de famílias presentes no maciço;
- Tamanho dos blocos e intensidade de fracturação;
- Grau de alteração.

Definir-se-á família de descontinuidade como o conjunto de todas as descontinuidades que apresentam idêntica orientação. De acordo com esta definição, uma falha, uma diaclase e/ou uma microfissura, poderão ser englobadas na mesma família, o que terá a sua lógica se se admitir que por um lado todas elas podem ter resultado dos efeitos produzidos pelos mesmos campos de tensão instalados no maciço, e por outro lado, que é no seu conjunto que elas influenciam o maciço rochoso e conseqüentemente a obra de engenharia (e.g., Rocha, 1981; Pereira, 1985). Contudo, existem descontinuidades que não poderão ser agrupadas nas famílias, ou por serem erráticas ou aleatórias, não possuindo a mesma orientação das restantes ou por apresentarem características físicas e mecânicas peculiares (Pereira, 1985). Nestes casos dever-se-á privilegiar o seu estudo individual de forma a analisar e ter em conta as suas implicações para o maciço rochoso.

A orientação média de uma família avalia-se mediante a projecção estereográfica ou pela construção de diagramas rosetas realizados com os dados das orientações medidas para cada descontinuidade. Actualmente existem programas informáticos para realizar este tipo de trabalho de uma forma rápida e exacta, como é o caso do programa geoinformático utilizado, “StereoNet for Windows version 3.03” da Geological Software[®] (1992-1995). O maciço pode classificar-se pelo número de famílias, variando entre maciços rochosos compactos, com apenas uma família de descontinuidades, e maciços com três ou mais famílias de descontinuidades.

A ISRM (1978) recomenda que se considerem os seguintes nove casos para análise do número de famílias de descontinuidades que ocorrem em determinada zona do maciço:

- Caso 1: maciço compacto, com algumas descontinuidades ocasionais dispostas aleatoriamente.
- Caso 2: uma família de descontinuidades.
- Caso 3: uma família de descontinuidades e ainda algumas descontinuidades ocasionais dispostas aleatoriamente.
- Caso 4: duas famílias de descontinuidades.
- Caso 5: duas famílias de descontinuidades e ainda algumas descontinuidades ocasionais dispostas aleatoriamente.
- Caso 6: três famílias de descontinuidades.
- Caso 7: três famílias de descontinuidades e ainda algumas descontinuidades ocasionais dispostas aleatoriamente.
- Caso 8: quatro ou mais famílias de descontinuidades.
- Caso 9: maciço de rocha esmagada, com o aspecto idêntico ao de um solo.

As famílias de descontinuidades podem ser representadas graficamente mediante a construção de bloco-diagramas, permitindo assim a visualização espacial da sua orientação relativa e do tamanho e forma dos blocos de matriz rochosa. As descontinuidades quando dispostas com uma certa regularidade designam-se por superfícies de compartimentação, i.e., são os planos de anisotropia planar de fraqueza estrutural (figura 6).

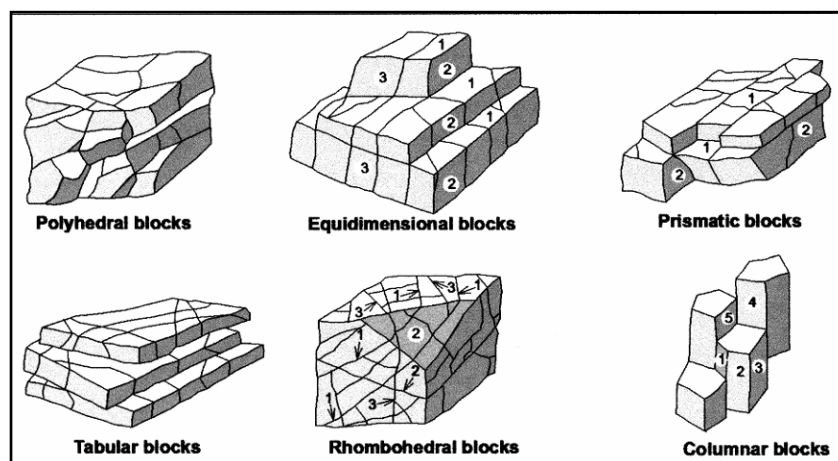


Figura 6. Exemplos de formas geométricas relacionadas com o padrão da fracturação (Palmström, 1995). “Polyhedral blocks” (Blocos poliédricos), “Equidimensional blocks” (blocos equidimensionais), “Prismatic blocks” (blocos prismáticos), “Tabular blocks” (blocos tabulares), “Rhombohedral blocks” (blocos romboédricos), “Columnar blocks” (blocos colunares).

O tamanho do *bloco unitário* é, em muitos aspectos da geotecnia, um dos parâmetros mais críticos a determinar para os maciços rochosos. No entanto, em vários casos, torna-se um parâmetro difícil de quantificar, sendo por vezes impossível a sua determinação por métodos expeditos. Como consequência, a estimativa do bloco unitário é tipicamente realizada e incorporada nas classificações dos maciços rochosos. Conceptualmente, a determinação deste parâmetro pode-se considerar como produto de três parâmetros geotécnicos simples (Rocha, 1981; Pereira, 1985): a orientação dos sistemas de descontinuidades, o espaçamento real (espaçamento perpendicular entre diaclases de uma mesma família) e a persistência. Dependendo da variação destes parâmetros, são duas as soluções possíveis: i) verifica-se o aparecimento de famílias de descontinuidades que conseguem delimitar um bloco unitário; ii) em alternativa a massa rochosa não possui uma fracturação que possibilite o aparecimento dos blocos. Dos três parâmetros referidos a orientação e o espaçamento são os mais fáceis de quantificar.

A importância depositada sobre a determinação do bloco unitário, pelas classificações de maciços rochosos, é significativa. O mesmo acontece na abertura de túneis e no desmonte de rocha, onde, no primeiro caso, este parâmetro geomecânico, determina em parte onde esta abertura poderá ocorrer ou não. No que diz respeito ao desmonte de rocha torna-se necessário o conhecimento do bloco unitário, uma vez que, com este parâmetro poder-se-á contribuir para a optimização do diagrama de fogo.

O tamanho dos blocos que formam o maciço rochoso condiciona de forma definitiva o seu comportamento, as suas propriedades resistentes e deformações. A dimensão e forma dos

blocos estão definidas pelo número de famílias de descontinuidades, a sua orientação, o seu espaçamento e continuidade. Assim, a forma do bloco unitário é determinada a partir da orientação das descontinuidades e do número de famílias; enquanto que a dimensão do bloco é determinada pelo seu espaçamento, continuidade e número de famílias das descontinuidades.

A descrição do tamanho do bloco pode-se realizar das seguintes formas (ISRM, 1978, 1981):

- Mediante o índice dimensional do tamanho dos blocos – I_b (“*Block Size Index*”), que representa as dimensões médias dos blocos tipo medidos nos afloramentos. Este índice, perde significado para mais de quatro famílias de descontinuidades, sendo, assim, dado pela média dos comprimentos dos três lados do sólido em questão. Por exemplo, no caso de uma rocha sedimentar (*e.g.*, arenito) com planos de estratificação perpendiculares entre si, o índice I_b , seria definido por:

$$I_b = (e_1 + e_2 + e_3) / 3$$

em que, e_n ($n=1, 2, 3$) são os valores médios para o espaçamento de cada uma das famílias de descontinuidades e n o número de famílias. Na prática, este índice é pouco utilizado visto ser de difícil determinação e bastante complexo.

- Mediante o parâmetro J_v (quadro 2), que representa o número total de descontinuidades que intersectam uma unidade de volume ($1m^3$) de maciço rochoso. Perante a dificuldade de observar tridimensionalmente um afloramento, o valor de J_v , só se pode determinar mediante a contagem de descontinuidades de cada família que intersecta um dado comprimento, medido perpendicularmente à direcção de cada uma das famílias:

$$J_v = 1/e_1 + 1/e_2 + 1/e_3$$

em que e_1, e_2, e_3 representam o espaçamento médio de cada família de descontinuidades. A distância a medir dependerá do espaçamento de cada família, variando normalmente entre 5 e 10 metros.

Quadro 2. Classificação do tamanho dos blocos de material-rocha com base no índice volumétrico (J_v), adaptado da ISRM (1978).

J_v	Tamanho dos blocos
<1	Blocos muito grandes
1 – 3	Blocos grandes
3 – 10	Blocos médios
10 – 30	Blocos pequenos
30 – 60	Blocos muito pequenos
>60	Rocha esmagada

Na prática, qualquer um destes índices é pouco utilizado privilegiando-se sempre o parâmetro espaçamento entre descontinuidades que em certa medida, constitui o elemento de base de ambos os critérios propostos. Para a descrição dos maciços recorre-se ainda ao seu aspecto macroscópico e qualitativo. Também para este caso a ISRM (1978) definiu seis tipos de maciço rochoso (compacto, em blocos, tabular, colunar, irregular e esmagado) que são apresentados no quadro 3.

Quadro 3. Classificação de maciços rochosos em função do tamanho e forma dos blocos (ISRM, 1978, 1981).

Classe	Tipo de maciço	Tamanho e características dos blocos
I	Compacto	Poucas descontinuidades ou espaçamento muito largo
II	Cúbico	Blocos aproximadamente equidimensionais
III	Tabular	Blocos com uma dimensão (normalmente segundo a horizontal) consideravelmente menor que as outras duas
IV	Colunar	Blocos com uma dimensão (normalmente segundo a vertical) consideravelmente maior que as outras duas
V	Irregular	Grandes variações no tamanho e forma dos blocos
VI	Esmagado	Blocos com dimensões bastante pequenas

O grau de fracturação expressa-se habitualmente pelo índice RQD (*Rock Quality Designation*) proposto por Deere et al. (1967). Apesar da sua utilidade prática, este índice não considera aspectos como a orientação, o espaçamento, os preenchimentos e outras condições das descontinuidades, logo não será suficiente para descrever as características da fracturação dos maciços rochosos.

O índice RQD pode estimar-se em afloramentos a partir de correlações empíricas como a de Palmström (1975) (*in* ISRM, 1981):

$$\text{RQD} = 115 - 3,3J_v \quad \text{para } J_v > 4,5$$

$$\text{RQD} = 100 \quad \text{para } J_v \leq 4,5$$

Por exemplo, para um maciço rochoso de qualidade aceitável com um RQD de 65%, o valor correspondente de J_v é de 15; no entanto para um maciço rochoso de qualidade má, com RQD de 30%, o J_v terá o valor 27.

O valor do índice RQD também se determina a partir da frequência do espaçamento das descontinuidades, λ , mediante a seguinte expressão que proporciona o valor teórico mínimo do RQD (Priest, 1993):

$$\text{RQD} \approx 100 \exp^{-0,1\lambda} (0,1\lambda + 1)$$

donde λ é a inversa do espaçamento médio das descontinuidades.

Segundo Deere et al. (1967), a qualidade mecânica de uma rocha é definida de acordo com a seguinte classificação do parâmetro RQD (quadro 4).

Quadro 4. Qualidade da rocha em função do valor de RQD.

	RQD (%)	Qualidade da rocha
1	< 25	muito fraca
2	25 – 50	fraca
3	50 – 75	razoável
4	75 – 90	boa
5	90 – 100	excelente

3.7. Características e parâmetros elementares para a classificação de maciços rochosos

A “*Basic Geotechnical Description of Rock Masses*” [BGD] (ISRM, 1981) surgiu com a necessidade de colmatar os seguintes aspectos:

- Criar uma normalização, ao nível da terminologia e das recomendações, que permitissem ao geotécnico (seja, com um perfil de Geólogo de Engenharia, de Engenheiro Geotécnico, de Engenheiro Geólogo, de Engenheiro Civil (ramo Geotecnia e Estruturas), de Engenheiro de Minas, etc.) transmitir uma caracterização geral de um dado maciço rochoso de modo a serem inteligíveis pelo espectro alargado das formações técnico-científicas supracitadas;
- Conter a maior quantidade possível de informação de interesse, para a descoberta de novas soluções, relacionadas com os problemas de engenharia de maciços rochosos;
- Sempre que possível utilizar, descrições simples e padronizadas, em vez, de observações isoladas e personalizadas.

A *International Society of Rock Mechanics* [Sociedade Internacional de Mecânicas das Rochas] (ISRM, 1978, 1981) recomenda que no estudo das discontinuidades se deve atender, principalmente, à determinação das suas principais características tais como a atitude, o espaçamento, a rugosidade, a abertura e o enchimento. A figura 7 apresenta o equipamento de campo básico para estudos de compartimentação de maciços rochosos recorrendo à técnica de amostragem linear aplicada a estudos geotécnicos e geomecânicos.

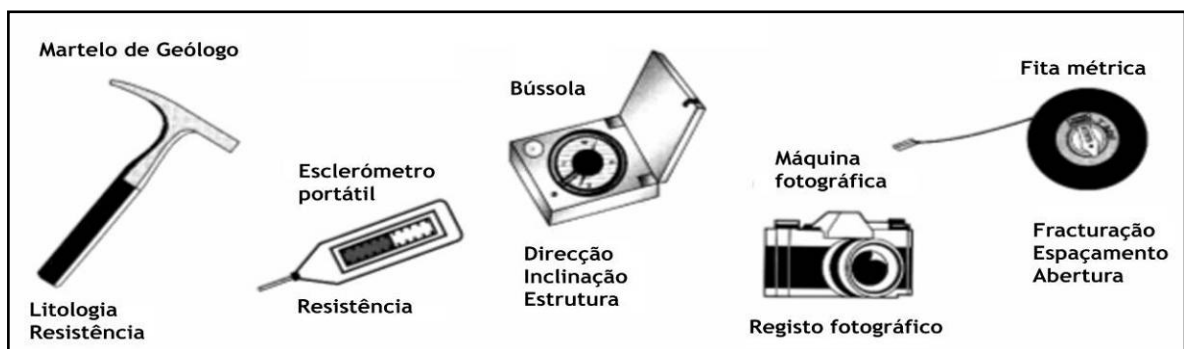


Figura 7. Equipamento de campo básico para o levantamento pela técnica de amostragem linear aplicada a estudos geotécnicos e geomecânicos (adaptado de González de Vallejo et al., 2002).

Na descrição das diferentes famílias de descontinuidades num maciço rochoso inclui-se as seguintes parâmetros geológico-geotécnicos (figura 8):

- atitude geológica (direcção/inclinação);
- espaçamento;
- continuidade ou persistência;
- rugosidade;
- resistência da parede das descontinuidades;
- abertura;
- enchimento;
- grau de alteração;
- percolação.

Alguns destes parâmetros, como a rugosidade, a abertura e o enchimento, determinam o comportamento mecânico e a resistência dos planos de descontinuidade. A descrição e medições destes parâmetros são realizados, em regra, no campo.

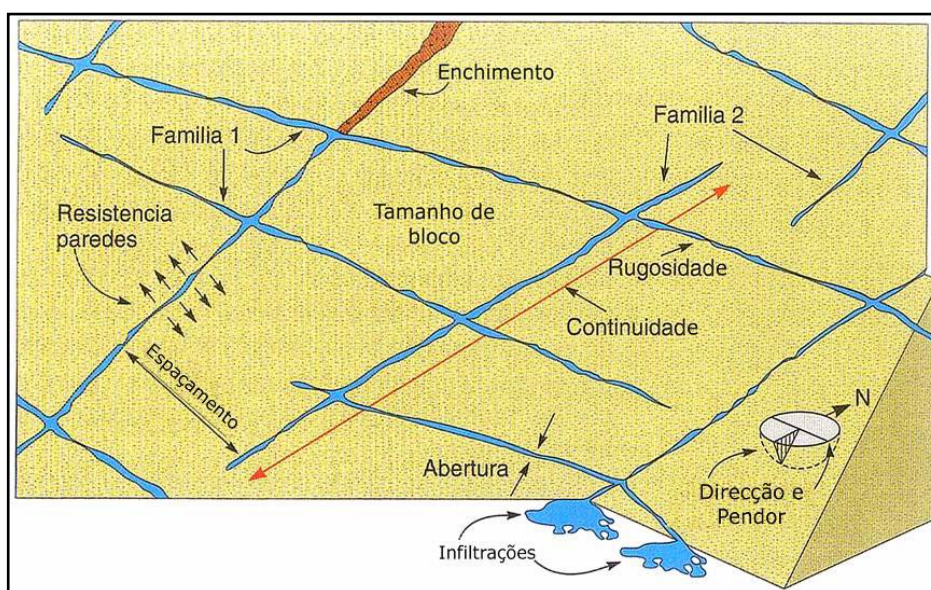


Figura 8. Representação esquemática das propriedades geológico-geotécnicas das descontinuidades (adaptado de González de Vallejo et al., 2002).

Seguidamente irá ser feita uma descrição de todos os parâmetros anteriormente referidos:

Atitude geológica

A orientação espacial de uma descontinuidade (figura 9), considerando que se trata de uma superfície que pode ser aproximada a um plano, é definida em geral, por dois parâmetros, a direcção (definida como o ângulo entre uma recta horizontal do plano e o Norte magnético) e a inclinação (definida como a amplitude angular entre a recta de maior declive e o plano horizontal). A medição da orientação das descontinuidades é feita com uma bússola (munida de um clinómetro).

Ao analisar a distribuição das descontinuidades num maciço rochoso verifica-se que de um modo geral elas apresentam uma certa regularidade, podendo, no entanto, existir vários conjuntos com orientações distintas. Assim podemos agrupar as descontinuidades com orientações idênticas em famílias.

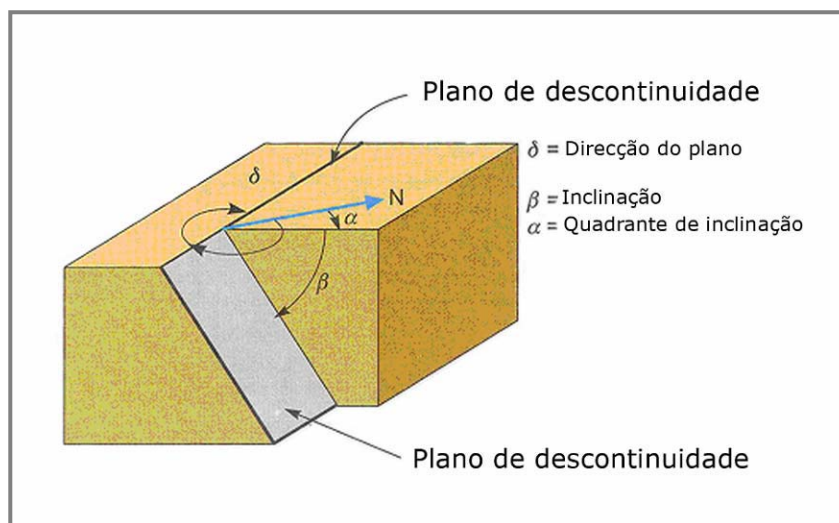


Figura 9. Avaliação da atitude geológica de uma descontinuidade (adaptado de González de Vallejo et al., 2002).

Após a medição das descontinuidades no campo, é efectuado o tratamento estatístico dos dados através de diagramas geológico-estruturais (ISRM, 1978; Hudson & Priest, 1983; Priest, 1993; Lisle & Leyshon, 2004), recorrendo usualmente à projecção estereográfica polar para produzir os diagramas designados de contorno estrutural. Este processo de tratamento permite o agrupamento das descontinuidades em famílias, bem como avaliar a representatividade das distintas famílias de descontinuidades que compartimentam o maciço rochoso. Existem, ainda, outros métodos de representação como, por exemplo, os diagramas de roseta (figura 10).

A representação gráfica da orientação das diferentes famílias de descontinuidades pode ser realizada mediante:

- Diagramas estruturais (nomeadamente os diagramas de contorno estrutural e os diagramas de rosetas), permitem uma visão geral das famílias e sua orientação. Os diagramas de rosetas permitem representar e visualizar as orientações das famílias principais (figura 10) Recorrendo à projecção estereográfica (em regra, hemisfério inferior e rede estereográfica de *Schmidt-Lambert*), pode-se representar os pólos e os planos estruturais das diferentes famílias.
- Símbolos em mapas geológicos, que indicam o valor médio da direcção e o valor de inclinação para os diferentes tipos de descontinuidades (juntas ou diaclases, falhas, xistosidades, etc.).

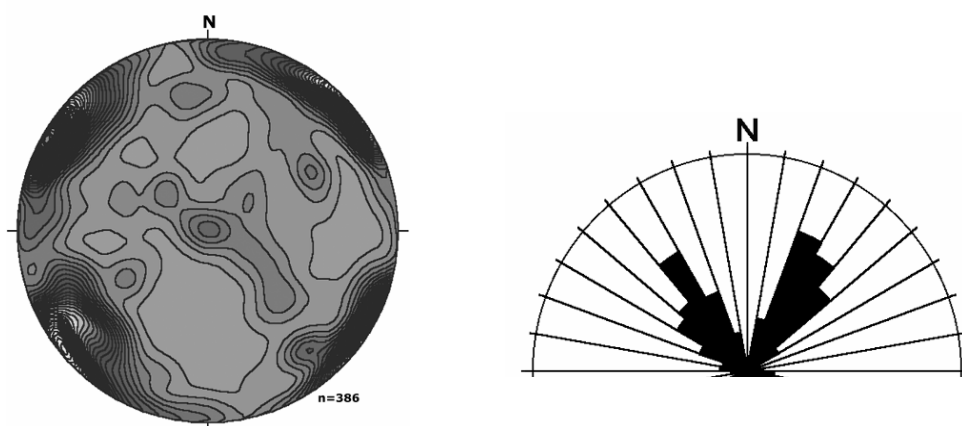


Figura 10. Exemplos de diagramas geológico-estruturais (diagramas de contorno estrutural e de rosetas) para a definição das famílias de descontinuidades.

Estado de alteração

A alteração de uma rocha consiste na sua desagregação e decomposição levadas a cabo por agentes físicos e químicos naturais, que transformam essa rocha noutro produto natural, agora em equilíbrio físico-químico com o meio ambiente.

A determinação do estado de alteração de um maciço rochoso ou do material-rocha, é também um factor importante a considerar. A evolução do grau de alteração do maciço rochoso realiza-se por observação directa do afloramento e comparação com os índices padrão recorrendo ao quadro 5. No geral, dever-se-á fragmentar um pedaço de rocha para se analisar o estado da matriz rochosa. Este aspecto pode também ser determinado de uma maneira quantitativa, recorrendo à medição de parâmetros como a resistência da rocha, a velocidade de propagação de ultrassons (*e.g.*, ensaios geofísicos de refacção sísmica) ou outros. A ISRM (1978, 1981) propôs que os graus de alteração a considerar fossem constituídos por 5 termos; no entanto, considera-se, frequentemente, a utilização de uma versão simplificada com 3 termos (quadro 5). Na versão simplificada, as três classes poderão ter as seguintes designações (ISRM, 1981):

- W_{1-2} – rocha sã a pouco alterada
- W_3 – rocha medianamente alterada
- W_{4-5} – rocha muito alterada a decomposta

Quadro 5. Graus de alteração propostos pela ISRM (1981) e GSE (1995).

Grau de alteração	Simbologia		Descrição
Sã ou não alterada	W_1	W_{1-2}	Não se observam sinais de alteração na matriz rochosa.
Ligeiramente alterada	W_2		Mudanças na cor original da matriz rochosa (descoloração).
Moderadamente alterada	W_3	W_3	Menos de metade do material rochoso está decomposto e/ou desagregado num solo, mantendo-se a petrofábrica original.
Muito alterada	W_4	W_{4-5}	Mais de metade do material rochoso está decomposto e/ou desagregado num solo; a rocha é muito friável.
Completamente alterada	W_5^*		Todo o material rochoso está muito decomposto e/ou desagregado num solo residual.

* por vezes, na bibliografia é referenciada o termo W_6 (ISRM, 1978; GSE, 1995), i.e., desagregação total do maciço podendo ser considerado como um autêntico solo residual.

Espaçamento

O espaçamento entre descontinuidades define-se como a distância entre dois planos de descontinuidade de uma mesma família, medida perpendicularmente aos respectivos planos. A medição deste parâmetro é realizada com o auxílio de uma fita graduada (métrica) e deve ser feita ao longo de uma distância, que seja suficientemente representativa da frequência de descontinuidades.

O espaçamento das descontinuidades, especialmente no caso das diaclases, condiciona:

- o tamanho individual dos blocos de rocha intacta. Se o maciço tiver uma fracturação muito apertada reúnem-se condições para que o seu comportamento se aproxime do evidenciado por materiais de natureza granular;
- em casos excepcionais, um espaçamento apertado pode modificar o tipo de rotura da massa rochosa, ou seja, de uma rotura planar para uma rotura circular;

- tal como no caso da atitude, a importância do espaçamento aumenta quando outras condições para a deformação estiverem presentes. Por exemplo, a reduzida resistência ao corte e um número suficiente de descontinuidades combinam-se para que um escorregamento possa ocorrer;
- o espaçamento individual de descontinuidades e a associação de várias famílias, influenciam fortemente a permeabilidade do maciço e as suas características de percolação. Em geral, pode-se afirmar que a condutividade hidráulica correspondente a uma determinada família de descontinuidades é inversamente proporcional ao espaçamento.

A figura 11 apresenta a proposta da ISRM (1981) para a medição do espaçamento entre descontinuidades, devendo seguir-se as recomendações que conduzem à sua avaliação.

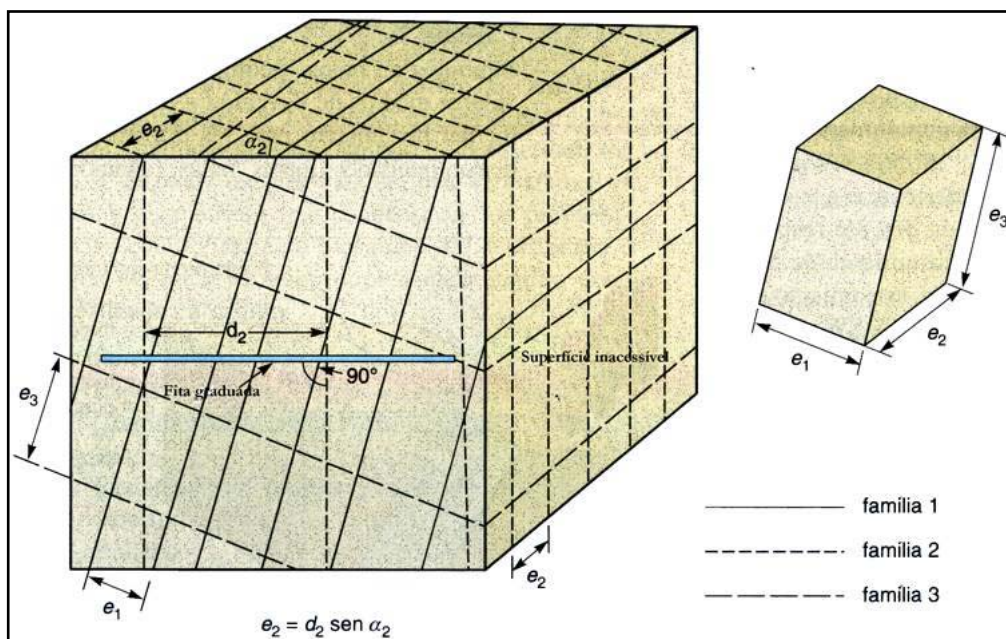


Figura 11. Medição do espaçamento entre descontinuidades a partir de uma face exposta do maciço (adaptado da ISRM, 1978, 1981; González de Vallejo et al., 2002).

A ISRM (1978, 1981) propõe que seja utilizada uma terminologia para caracterizar os maciços em função do espaçamento das descontinuidades (quadro 6).

Quadro 6. Classificação do espaçamento entre descontinuidades (adaptado da ISRM, 1978, 1981).

Intervalos (cm)	Simbologia		Designação	
>200	F ₁	F ₁₋₂	Muito Afastadas	Afastadas
60 – 200	F ₂		Afastadas	
20 – 60	F ₃	F ₃	Medianamente Afastadas	Medianamente Afastadas
6 – 20	F ₄	F ₄₋₅	Próximas	Próximas
<6	F ₅		Muito Próximas	

Continuidade ou persistência

A continuidade ou persistência de um plano de descontinuidades é medida segundo o seu traço no plano de observação. É um parâmetro de grande importância mas de difícil quantificação a partir da observação de afloramentos, onde se conseguem visualizar os traços dos planos de descontinuidade segundo uma inclinação aparente.

A continuidade das descontinuidades é muitas vezes determinante para definir as características mecânicas de potenciais superfícies de rotura. No caso de taludes rochosos e fundações de barragens é de enorme importância tentar avaliar o grau de continuidade das descontinuidades que apresentam orientação desfavorável à estabilidade. As diferentes famílias de descontinuidades devem ser classificadas relativamente à sua continuidade, podendo utilizar-se os termos contínua, sub-contínua e descontínua para as distinguir. A figura 12 ilustra de forma simplificada a aplicação dos diferentes termos.

A medição da continuidade realiza-se mediante a utilização de uma fita graduada. É importante destacar as famílias mais contínuas, uma vez que geralmente, serão estas que condicionam os planos de rotura do maciço rochoso.

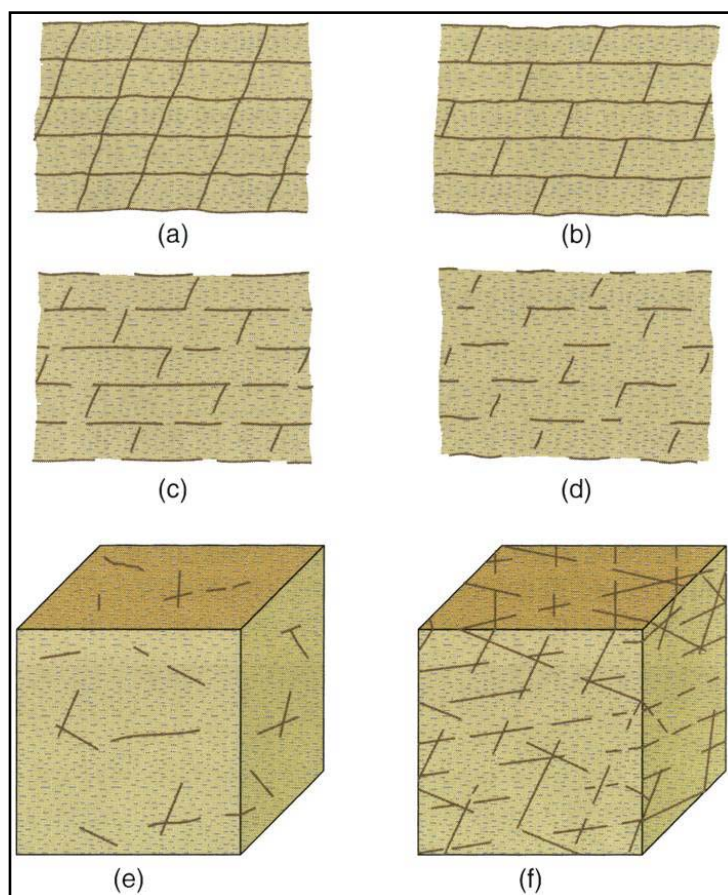


Figura 12. Blocos diagramas esquemáticos indicativos da continuidade de várias famílias de fracturas (adaptado da ISRM,1981; González de Vallejo et al., 2002).

A ISRM (1978, 1981) definiu o conceito de persistência, traduzido pelo comprimento das intersecções (L) da família de descontinuidades em estudo, numa superfície exposta e estabeleceu cinco termos (quadro 7).

Quadro 7. Descrição da continuidade (adaptado da ISRM, 1981).

Continuidade	Distância
Muito pouco contínuas	<1 m
Pouco contínuas	1 – 3 m
Continuidade média	3 – 10 m
Continuidade alta	10 – 20 m
Continuidade muito alta	>20 m

Abertura

A abertura de uma descontinuidade consiste na distância média entre duas paredes da descontinuidade, medida segundo a normal a essas superfícies (figura 13). A abertura das descontinuidades varia muito em função das diferentes zonas dos maciços rochosos, uma vez que à superfície esta pode ser elevada, mas em profundidade pode reduzir-se a poucas décimas de milímetro ou até mesmo encontrarem-se fechadas. É uma das características com grande interferência na deformabilidade, resistência ao corte e permeabilidade dos maciços rochosos. A sua influência na resistência ao corte das descontinuidades é importante, pois modifica as tensões efectivas que actuam nas suas paredes.

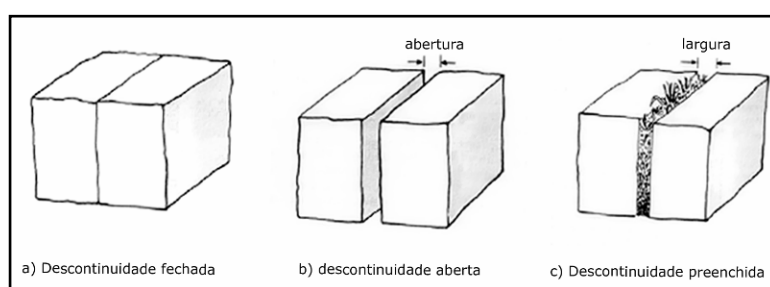


Figura 13. Diagramas que ilustram as definições de abertura de descontinuidades (adaptado da ISRM, 1978).

A sua medida realiza-se directamente com uma régua graduada (em milímetros). Quando a separação é muito pequena pode-se empregar um calibre que se introduz na abertura (figura 14).

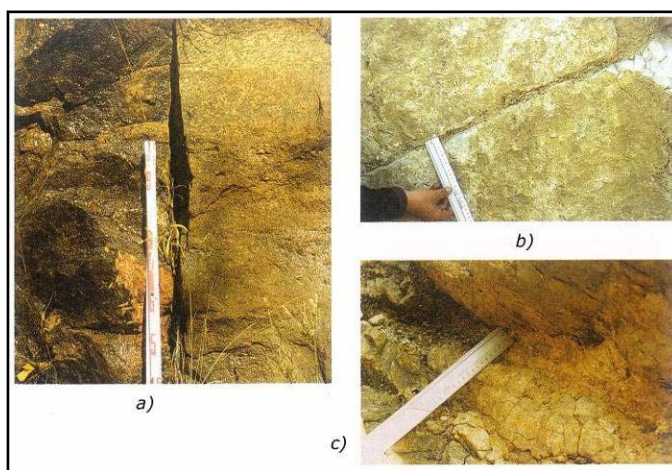


Figura 14. Diferentes tipos de abertura: a) descontinuidade com grande abertura sem enchimento; b) descontinuidade “plana a rugosa”, com abertura e enchimento argiloso; c) descontinuidade “ondulada-rugosa” com abertura muito grande e enchimento argiloso (adaptado de González de Vallejo et al., 2002).

A ISRM (1978, 1981) propôs que em termos de abertura de descontinuidades, os maciços sejam descritos como se apresenta no quadro 8, sendo cada família estudada por si e caracterizada pela média de aberturas após tratamento estatístico.

Quadro 8. Abertura das descontinuidades (adaptado da ISRM, 1978, 1981).

Abertura (mm)	Descrição	
<0,1	Muito fechadas	Fechadas
0,1 – 0,25	Fechadas	
0,25 – 0,5	Parcialmente abertas	
0,5 – 2,5	Abertas	Entreabertas
2,5 – 10	Medianamente largas	
>10	Largas	
10 – 100	Muito largas	Abertas
100 – 1000	Extremamente largas	
>1000	Cavernosas	

Enchimento

Estreitamente relacionado com a abertura, o preenchimento de uma descontinuidade pode definir-se como sendo uma camada de baixa resistência de material existente entre as paredes de uma descontinuidade. Em determinadas ocasiões as descontinuidades aparecem com enchimento de materiais brandos argilosos ou com material rochoso de natureza distinta das paredes da descontinuidade. As propriedades físicas e mecânicas do enchimento (como a resistência ao corte, a deformabilidade e a permeabilidade) podem ser muito variáveis, e controlam o comportamento da descontinuidade. A presença de enchimento governa o comportamento físico das descontinuidades, por esta razão devem ser registados todos os

aspectos que possam ser relevantes para a compreensão do desempenho destes materiais na mecânica estrutural dos sistemas de descontinuidades.

No caso de descontinuidades com preenchimento, duas situações podem ocorrer (Pereira, 1985; González de Vallejo et al., 2002):

- O material de enchimento é singenético, ou seja, contemporâneo da formação das descontinuidades. Ilustram esta situação, caixas de falha preenchidas com os restos das rochas trituradas pelo movimentação tectónica, ou com mineralizações alongadas segundo o esforço de corte desenvolvido;
- O material de enchimento é epigenético, posterior à formação da descontinuidade. O caso mais típico é o de diaclases situadas próximo da superfície que foram sendo preenchidas por material transportado pelas águas de escorrência ou de circulação no maciço, ou de filões de calcite que surgiram por deposição do carbonato de cálcio, ao longo das descontinuidades. Uma outra situação frequente ocorre quando o material de enchimento é o resultado da decomposição ou desagregação das rochas adjacentes à descontinuidade.

Generalizando, pode dizer-se que o material de preenchimento é predominantemente constituído por minerais (calcite, quartzo, etc.), rochas detríticas (clastos, conglomerados, brechas de falha, etc.) mas sobretudo por solos (argilas, areias, siltes, etc.) em maior ou menor grau de consolidação ou cimentação (figura 15).

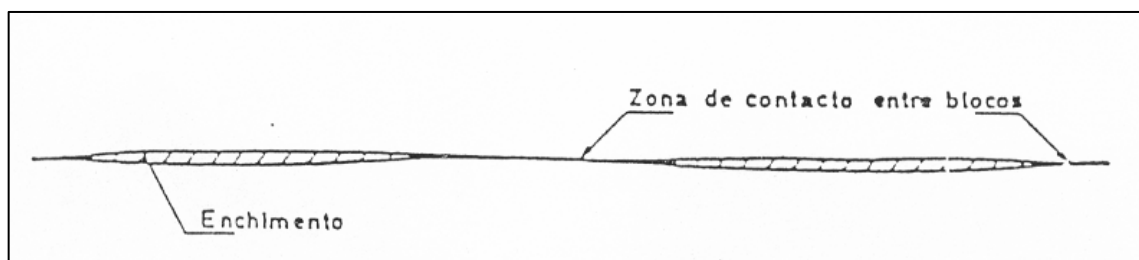


Figura 15. Representação esquemática do preenchimento de uma descontinuidade (adaptado da ISRM, 1978).

A ISRM (1978, 1981) propôs que em termos de enchimento a caracterização deve seguir a seguinte metodologia:

- A espessura do enchimento deve ser medida directamente com uma régua graduada;
- A descrição do enchimento inclui a identificação do material, descrição mineralógica e tamanho do grão;
- A resistência pode-se estimar mediante os índices de campo (estimativa aproximada e classificação da resistência à compressão simples dos solos e rochas a partir de índices de campo);
- Deve indicar-se o grau de humidade, e estimar-se qualitativamente a permeabilidade do material de enchimento.

A espessura do preenchimento mínima e máxima de descontinuidades preenchidas deve ser medida com um erro máximo de 10%. A diferença entre a espessura mínima e máxima pode dar indicações sobre se no deslocamento por corte ocorrido, as paredes são essencialmente alteradas ou intactas. No caso em que os preenchimentos são pouco espessos pode ser útil tentar medir a amplitude média da rugosidade das paredes e comparar com a espessura média do material de preenchimento.

A caracterização física e mecânica do material de enchimento revela-se do maior interesse, pois a sua permeabilidade e espessura condicionam as características de percolação da água nas descontinuidades. Neste contexto, os enchimentos argilosos apresentam-se desfavoráveis no que respeita à resistência ao corte e favoráveis em termos de percolação (ISRM, 1978, 1981; Pereira, 1985).

A ISRM (1978, 1981) recomenda ainda que se tomem em consideração os seguintes aspectos:

- Mineralogia do material de enchimento
- Granulometria ou tamanho das partículas
- Grau de alteração
- Resistência do material-rocha
- Deslocamentos provocados por cisalhamentos e/ou falhas
- Teor em água e a permeabilidade do maciço

Rugosidade e ondulação

A superfície que constitui as paredes das descontinuidades apresenta-se, em regra, irregular a várias escalas. A rugosidade aumenta a resistência ao corte, que decresce com o aumento da abertura das descontinuidades e, em geral, com a espessura de preenchimento. Pode também ser um indicador da movimentação dos planos de descontinuidades. A rugosidade pode ser obtida no campo através de diversos métodos, dependendo da exactidão pretendida. O método mais expedito e rápido é a comparação visual da descontinuidade com perfis padrão de rugosidade (ISRM, 1978, 1981), que caracterizam qualitativamente as paredes das descontinuidades em: denteadas, onduladas e planas.

Como se referiu, para efeitos de estudo as superfícies de descontinuidade podem ser muitas vezes assemelhadas a planos. Contudo, na natureza, a tectónica de dobramento deixou impressas as suas marcas no maciço, e as descontinuidades apresentam ondulações (figura 16). Consoante a direcção e intensidade dos sucessivos campos de tensões a que esteve submetida, a descontinuidade poderá apresentar várias ordens de ondulações.

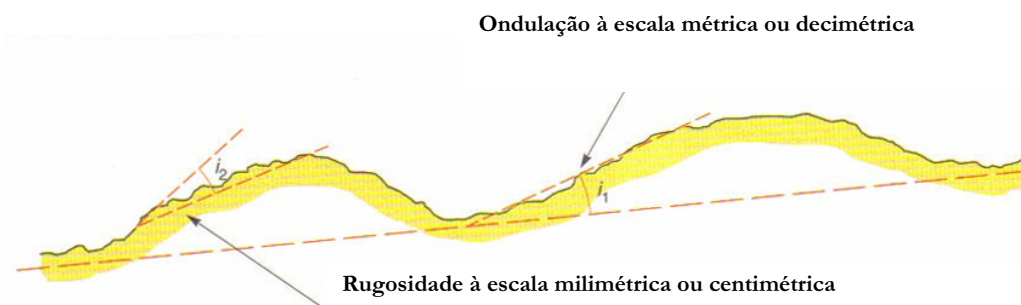


Figura 16. Ondulação e rugosidade de uma superfície de descontinuidade (adaptado da ISRM, 1978).

A ISRM (1978, 1981) considera que cada um dos três tipos de superfície de descontinuidade (denteada, ondulada ou plana) podem ser ainda subdivididos em três sub-classes: rugosa, lisa e estriada (quadro 9 e figura 17).

Quadro 9. Classificação da rugosidade das discontinuidades (adaptado da ISRM, 1981).

Classe	Descrição	Designação	Forma de perfil
I	Rugosa	R ₁₋₂ Pouco rugosa	Denteada
III	Lisa		
III	Estriada		
IV	Rugosa	R ₃ Medianamente rugosa	Ondulada
V	Lisa		
VI	Estriada		
VII	Rugosa	R ₄₋₅ Muito rugosa	Plana
VIII	Lisa		
IX	Estriada		

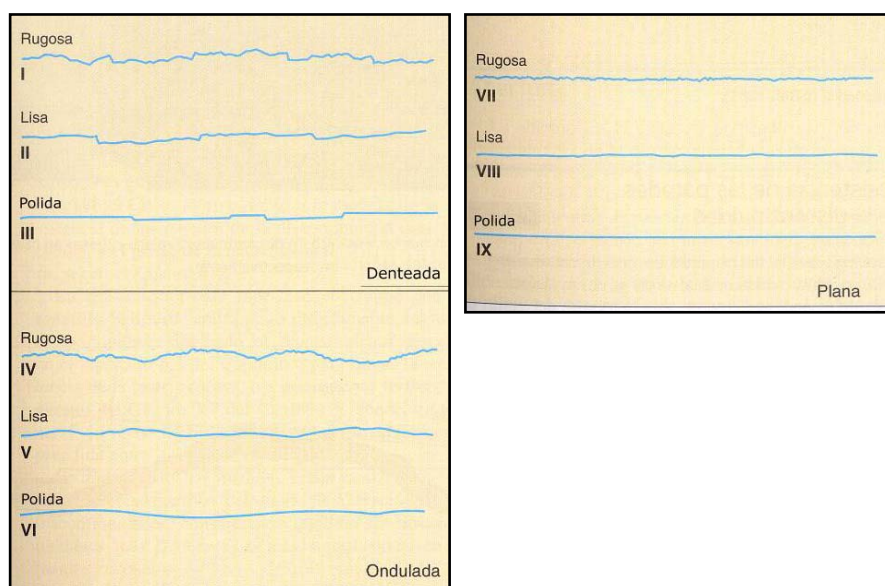


Figura 17. Classes dos perfis de rugosidade (adaptado da ISRM, 1981; González de Vallejo *et al.*, 2002).

Características das paredes do material-rocha que limitam a descontinuidade

As características das paredes dos blocos de material-rocha adjacentes à descontinuidade são outro aspecto a ter em conta, por serem condicionantes da sua resistência e das características de condutividade hidráulica. Em princípio, interessa conhecer a resistência e também a deformabilidade do material-rocha na zona contígua à descontinuidade, o que na

prática se torna inviável dada a sua fraca espessura. Por isso recorre-se a uma definição da resistência obtida por meio de correlações com outras propriedades. Assim é habitual analisar o estado de alteração, a dureza determinada com esclerómetro (e.g., *martelo de Schmidt*), ou simplesmente por resposta ao toque com o martelo de Geólogo.

No quadro 10 apresenta-se a terminologia proposta pela ISRM (1978) para caracterizar as paredes do material-rocha que limitam a descontinuidade.

Quadro 10. Terminologia para caracterização do estado de resistência (adaptado da ISRM, 1978).

Grau	Descrição	Características	Resistência à compressão uniaxial aproximada (MPa)
R ₀	Rocha muito branda	Marcada pela unha do polegar.	0,25 - 10
R ₁	Rocha branda (I)	Fragmentada com pancadas firmes percutidas com a ponta do martelo de geólogo. Pode ser cortada em fatias com um canivete.	1 – 5
R ₂	Rocha branda (II)	Pode ser cortada em fatias com um canivete com dificuldade. Marcas superficiais obtidas com pancadas firmes percutidas com a ponta do martelo de geólogo.	5 – 25
R ₃	Rocha razoavelmente resistente	Não pode ser esmigalhada ou cortada em fatias com canivete. Podem-se obter fragmentos de rocha com uma pancada seca do martelo de geólogo.	25 – 50
R ₄	Rocha resistente	Podem-se obter fragmentos dando mais de uma pancada seca com o martelo de geólogo.	50 – 100
R ₅	Rocha muito resistente	Para se obterem fragmentos são necessárias muitas pancadas com o martelo de geólogo.	100 – 250
R ₆	Rocha extremamente resistente	Apenas se obtêm lascas percutindo com o martelo de geólogo.	> 250

As rochas apresentam-se à superfície, normalmente, meteorizadas, e por vezes alteradas por processos hidrotermais. A meteorização (ou alteração meteórica; Aires-Barros, 1991) geralmente afecta as paredes das descontinuidades de um modo mais vincado que o interior da massa rochosa. Resulta daqui a necessidade de avaliar tanto o grau de alteração do maciço rochoso como do material-rocha que constitui a parede. O quadro 11 apresenta uma

metodologia qualitativa que permite descrever o grau de alteração meteórica do material rochoso e das descontinuidades.

Quadro 11. Descrição do grau de alteração meteórica (adaptado da ISRM, 1981; GSE, 1995).

Designação	Descrição
Fresca ou sã	Não se observa sinais de meteorização na matriz rochosa.
Descolorada	Observam-se mudanças na coloração da matriz rochosa.
Desintegrada	A rocha é friável, apesar dos grãos minerais não estarem decompostos, mantendo-se a petrofábrica original.
Decomposta	A maioria dos minerais estão decompostos e não se reconhece a petrofábrica original.

A reduzida espessura da parede rochosa da descontinuidade que afecta a resistência ao corte e deformabilidade pode ser ensaiada por intermédio de ensaios índice de referência. A resistência à compressão uniaxial pode ser estimada de modo expedito por intermédio do esclerómetro portátil, do ensaio de carga pontual (*point load test*), ou de outras metodologias qualitativas normalmente utilizadas nos levantamentos geológico-geotécnicos.

Os minerais de cobertura da parede afectam a resistência ao corte das descontinuidades, especialmente quando as paredes são planares e lisas. Neste caso, deve-se sempre que possível descrever o tipo de minerais que constitui a parede. Em caso de dúvidas devem-se colher amostras destas partículas minerais para ensaios laboratoriais. No caso de se utilizar o esclerómetro portátil deve referir-se que a heterogeneidade mineralógica de algumas rochas poderá afectar de forma substancial a previsão da sua resistência à compressão simples.

Percolação

A percolação de água através das massas rochosas resulta sobretudo do fluxo de água pela rede de descontinuidades (permeabilidade secundária). No caso de certos maciços rochosos de natureza sedimentar a permeabilidade primária do material rocha pode ser significativa, dado que uma parte da percolação ocorre pelos vazios da rocha.

A previsão da posição dos níveis freáticos, assim como dos caminhos de percolação e a pressão da água nos poros, dão-nos muitas vezes indicações da existência de potenciais problemas de estabilidade e de dificuldades construtivas. O levantamento geológico do maciço rochoso deve ser sempre precedido de recomendações relativas ao tipo de ensaios de permeabilidade que deve ser executado, de tal forma que os factores enunciados anteriormente sejam atendidos.

3.8. Técnica de amostragem linear aplicada a superfícies de descontinuidades

3.8.1. Traços gerais

Descreve-se, seguidamente, de uma forma sucinta a técnica de amostragem linear (designada pelos autores anglo-saxónicos por "*Scanline Sampling Technique*") de superfícies de descontinuidades ocorrentes numa face exposta de rocha (figura 18). Esta técnica está descrita, entre outros, por Priest & Hudson (1981), Hudson & Priest (1983), Dinis da Gama (1995), Chaminé & Gaspar (1995), Peacock et al. (2003), Brady & Brown (2004) e Peacock (2006). Em Portugal foi aplicada, por exemplo, mas em contextos geológico-geotécnicos distintos deste trabalho, por Lamas (1989), Dinis da Gama et al. (1992), Chaminé & Gaspar (1995), Lisboa & Oliveira (2003), Espinha Marques et al. (2004). Com esta técnica não se pretende efectuar o levantamento exaustivo de todas as descontinuidades ocorrentes numa dada face exposta de rocha, mas sim obter dados a partir dos quais se poderão extrapolar as características de compartimentação da zona em estudo. Será também objecto de estudo, a metodologia de tratamento dos resultados obtidos no terreno, com vista à definição de famílias de descontinuidades e sua descrição estatística.

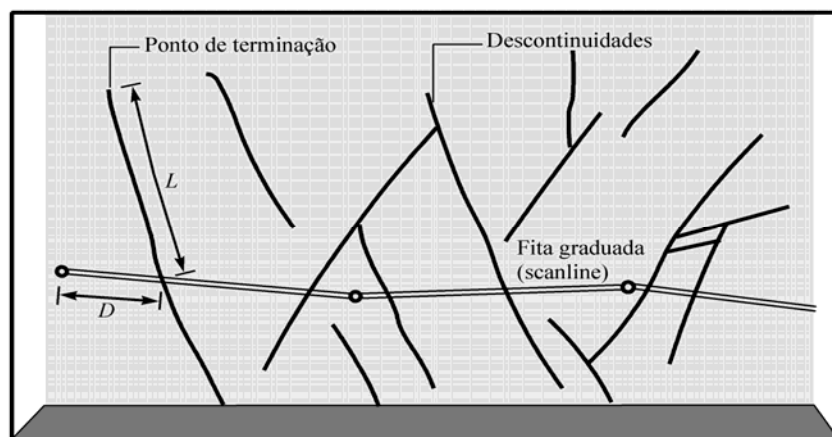


Figura 18. Esquema do dispositivo para levantamento de descontinuidades pela técnica de amostragem linear (adaptado de Brady & Brown, 2004). D – distância à origem da fita; L – semi-comprimento exposto.

A técnica de amostragem linear consiste, basicamente, na colocação de uma fita graduada em faces expostas do maciço rochoso e no registo de algumas características (geométricas e mecânicas) de todas as descontinuidades por ela intersectadas. Para cada descontinuidade que a linha de amostragem intersecte registam-se as seguintes grandezas:

- Distância à origem da fita graduada
- Semi-comprimento exposto, ou seja, o comprimento visível da intersecção da descontinuidade com a face exposta da rocha, apenas para um dos lados da fita graduada
- Tipo de terminação que apresenta a extremidade da descontinuidade (R – na rocha; D – noutra descontinuidade; O – obscura)
- Atitude da descontinuidade (direcção e inclinação) medida junto ao ponto de intersecção da linha de amostragem com a descontinuidade
- Curvatura (C), numa escala de 1 a 5, em que 1 representa superfícies planas e 5 superfícies muito curvas
- Rugosidade (R), numa escala de 1 a 5, representando 1 uma superfície lisa e 5 uma superfície muito rugosa

Além destas grandezas podem ser ainda eventualmente registadas outras características das descontinuidades, tais como abertura, tipo de preenchimento, presença de água e qualquer

outra característica que se entenda relevante. Todos os dados obtidos no trabalho de campo são registados numa ficha de levantamento (figura 19) de descontinuidades da qual constam para além das grandezas já mencionadas as seguintes:

- Número da linha de amostragem linear
- Localização da linha de amostragem linear
- Atitude da linha de amostragem linear
- Direcção do hasteal/galeria estudada
- Litologia(s)
- Data do levantamento
- Rubrica do responsável pelo levantamento

3.8.2. Tratamento estatístico das descontinuidades

Um dos principais problemas no estudo e caracterização de descontinuidades está relacionado com a sua amostragem. Muitos autores, entre os quais Priest & Hudson (1981), Hudson & Priest (1983), Priest (1993) e Peacock et al. (2003, 2006), debruçaram-se sobre a temática da sua descrição de uma forma estatística. Para o efeito foram desenvolvidos modelos estatísticos principalmente para as características geométricas das descontinuidades e foram mesmo avançados modelos para a descrição das características mecânicas. Nesta técnica é muito importante o conhecimento do espaçamento e extensão de um conjunto de descontinuidades de um dado maciço rochoso. Priest & Hudson (1981) estabeleceram uma análise estatística aprofundada das referidas características, que passaremos a analisar.

Espaçamento e frequência das descontinuidades

Para cada família, o espaçamento entre as descontinuidades será calculado por subtracção das distâncias à origem da fita graduada.

A expressão que traduz o valor médio do espaçamento é dada (Priest & Hudson, 1981):

$$X = (\sum xi) / n$$

onde, x_i é a medida do espaçamento obtida ao longo de uma linha de amostragem de comprimento L com n valores de espaçamentos.

Descontinuidade n°		Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração	Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações	
				Tipo													

GEOMECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° _____

Orientação: _____

do Perfil _____

da "Scanline" _____

Coordenadas do Ponto de Origem da Fita: _____

Data: ____/____/____

Localização: _____

Nome: _____

Rubrica: _____

Figura 19. Ficha tipo de levantamento geológico-geotécnico e geomecânico de campo, com aplicação da técnica de amostragem linear.

A frequência média das descontinuidades designa-se como a média do número de descontinuidades levantadas por unidade de comprimento ao longo de uma linha de amostragem, sendo por esta razão recíproca da média do espaçamento. A frequência média é, então, uma medida do “grau de fracturação” (Chaminé et al., 2001) da rocha ao longo de referida linha numa dada direcção.

Para uma amostra de grande dimensão vem $1/X = n/X \cong \lambda$, em que λ representa a frequência média das descontinuidades para uma dada população.

Extensão das descontinuidades

Como foi referido para cada descontinuidade será medido o seu semi-comprimento (Brady & Brown, 2004). Tal procedimento justifica-se visto as linhas de amostragem se situarem muito próximo do solo onde se está a fazer as leituras. Dado que as dimensões das faces expostas de rocha por vezes são limitadas, apenas se poderá medir os semi-comprimentos até um valor máximo C (figura 20).

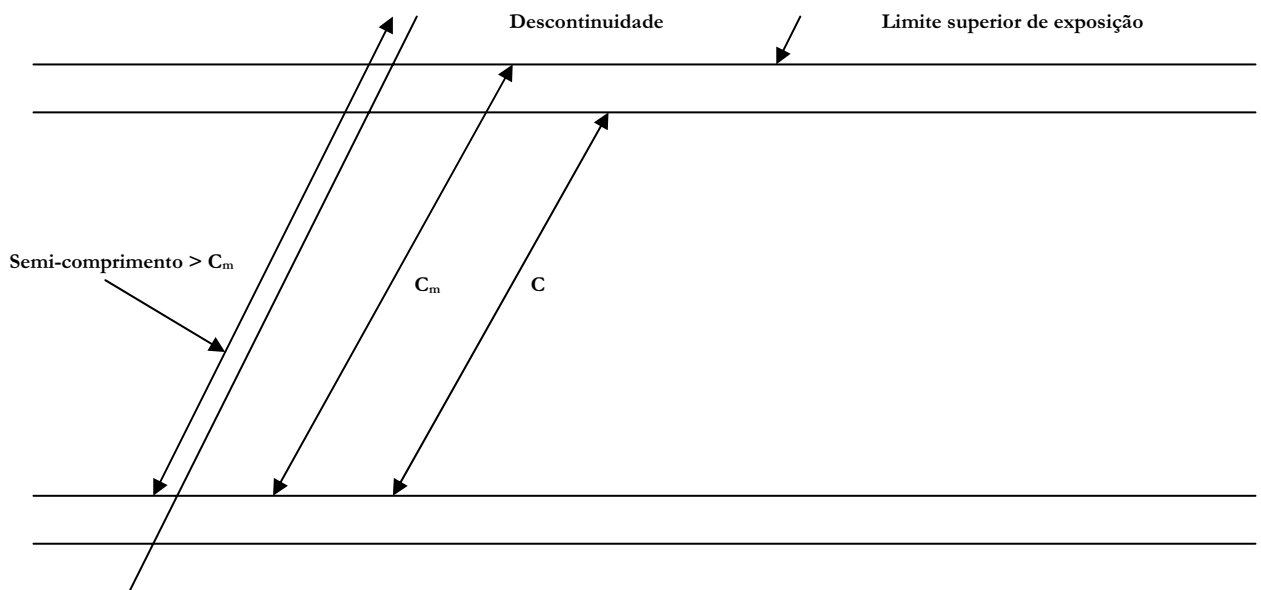


Figura 20. Medição dos semi-comprimentos (adaptado de Priest & Hudson, 1981). c_m – representa o valor do limite máximo observável do semi-comprimento; c – representa o valor de um semi-comprimento arbitrário, mas $< c_m$.

A partir das medições dos semi-comprimentos, pelo processo descrito, nas superfícies expostas da rocha obtêm-se os valores dos comprimentos médios para cada família. A utilização do referido método, elimina as restrições impostas por (figura 21):

- As descontinuidades mais extensas terem uma maior probabilidade de serem amostradas do que as menos extensas;
- Se medirem apenas semi-comprimentos;
- Haver um limite C para a medição dos semi-comprimentos;

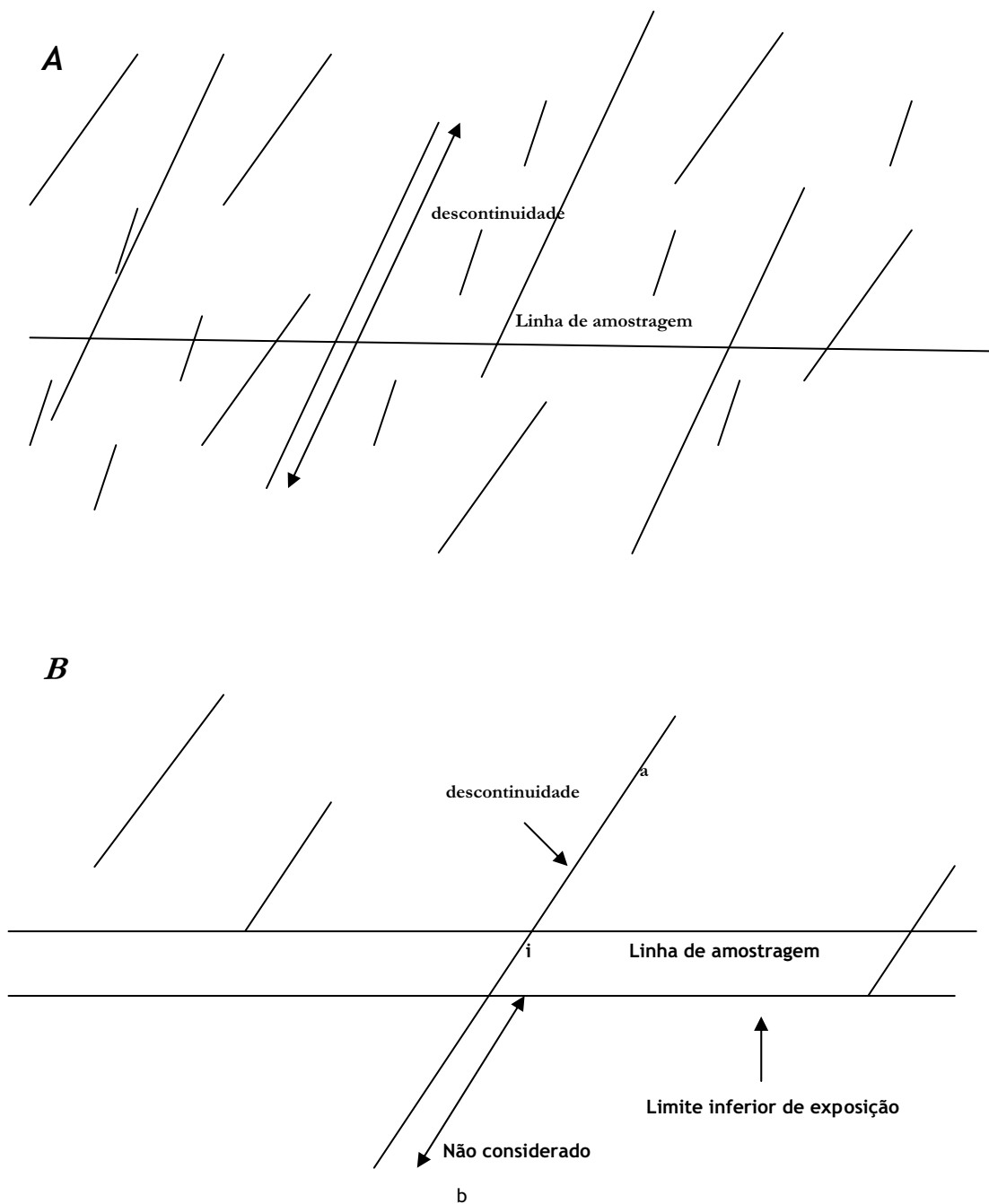


Figura 21. Esquemas representativos dos traços de descontinuidades que intersectam uma linha de amostragem numa face exposta de rocha (adaptado de Priest & Hudson, 1981) **A.** Caso duma linha de amostragem intersectada por uma família de descontinuidades que tendo vários limites de extensão produzem semi-comprimentos de vários tamanhos; **B.** Caso de uma descontinuidade aleatoriamente intersectada [ba] em que por a linha de amostragem se encontrar próxima do limite inferior de exposição apenas será, normalmente, possível medir o semi-comprimento [ia] cuja extremidade [a] é visível.

3.9. Caracterização geomecânica

3.9.1. Esclerómetro Portátil

No que diz respeito à resistência, embora as características de deformabilidade do maciço rochoso sejam essencialmente dependentes das discontinuidades, é de grande utilidade o seu conhecimento relativamente ao material-rocha, especialmente quando se trata de maciços de fraca qualidade geomecânica. O esclerómetro portátil (vulgo *Martelo de Schmidt*) foi desenvolvido em 1948 como ensaio de natureza não-destrutiva de dureza do betão (Schmidt, 1951), e foi usado, mais tarde, para calcular a resistência das rochas (Cargill & Shakoor, 1990). O *martelo de Schmidt* foi amplamente usado durante mais de 30 anos como um índice de dureza das rochas. É mundialmente conhecido por causa da sua simplicidade, rapidez, não-destrutibilidade e portabilidade. Assim, este aparelho tem sido usado em vários contextos no domínio das geociências (e.g., geologia aplicada, geomorfologia; *vide*, por exemplo, Day & Goudie, 1977; Kolaiti & Papadopoulos, 1993; Goudie, 2006) e da geotecnia (e.g., Cargill & Shakoor, 1990; Katz et al., 2000; Kahraman, 2001; Yassar & Erdogan, 2004; Aydin & Basu, 2005).

A determinação da resistência à compressão uniaxial é determinada, em geral, a partir de ensaios de laboratório ou de campo (e.g., ISRM, 1981; Cargill & Shakoor, 1990; Katz et al., 2000; Kahraman, 2001; Kahraman et al., 2002). A determinação do índice de resistência à carga pontual, recorrendo à determinação da dureza com o esclerómetro portátil ou *martelo de Schmidt* (Schmidt, 1951), pode conduzir à estimativa do valor da resistência uniaxial. Porém, outros autores descobriram uma série de aplicações específicas para este equipamento. Entre estas aplicações estão incluídas a avaliação de discontinuidades das rochas (Hucka, 1965), a avaliação e o controlo estrutural dos tectos de minas (ISRM, 1978), o desempenho e rendimentos de tuneladoras TBM (*Tunnel Boring Machine*) (Kolaiti & Papadopoulos, 1993) e a resistência das paredes de discontinuidades (Hart & Wang, 1995). Algumas destas investigações, ilustram o facto da necessidade de desenvolver correlações seguras entre os ensaios “in situ” e os ensaios laboratoriais, onde ambos utilizam o *martelo de Schmidt*, com vista a permitir que os investigadores possam prever os valores da resistência de rochas com base em resultados laboratoriais.

O *martelo de Schmidt* é projectado para níveis diferentes de energia de impacto, mas os modelos, geralmente, adoptados para a determinação das propriedades dos materiais rochosos

são os modelos L e N. O tipo L, tem uma energia de impacto de 0.735Nm, sendo o martelo mais utilizado em estudos de maciços rochosos; enquanto que o martelo do tipo N (2.207Nm) é o mais utilizado em estudo de betões.

A determinação da resistência à compressão uniaxial, do maciço rochoso em estudo, foi realizada com o auxílio de um esclerómetro portátil ou *martelo de Schmidt* (figura 22), que consiste num aparelho que permite um ensaio de campo que avalia a dureza do material-rocha através da medição do ressalto (“Rebound”, R) de uma massa de aço quando percutida sobre a superfície da rocha. Esta superfície deverá ser fresca e limpa, sem nenhum sinal de alteração e nem de fissuras. Na execução do ensaio, o aparelho deverá ser colocado perpendicularmente à superfície estrutural a ser ensaiada. Em função da dureza (ou resistência) da rocha, a massa de aço sofre maior ou menor ressalto, seguidamente, o valor do ressalto é registado numa escala do aparelho (10 – 100). A medição do ressalto correlaciona-se, geralmente, com a resistência do maciço, mediante o designado *ábaco de Miller* (figura 23), que tem em conta a densidade da rocha (que no caso dos granitóides apresentam uma densidade média 26kN/m^3) e a orientação do martelo em relação à superfície de rocha ensaiada (i.e., perpendicular à superfície de ensaio, e normalizada para as direcções sub-horizontal, 45° e subvertical).



Figura 22. Exemplo de aplicação do *martelo de Schmidt* (maciço granítico da Mimosa, Penafiel).

O valor estimado a partir do *martelo de Schmidt* deve ser obtido estatisticamente, de tal maneira que seja um valor representativo da resistência em causa. A ISRM (1981) recomenda a realização de 10 medições em cada superfície ensaiada, tomando como valor representativo a média dos 5 valores mais elevados. Com o valor médio obtido e conhecida a densidade do material-rocha, recorre-se ao *ábaco de Miller* obtendo-se o valor da resistência à compressão uniaxial, σ_c , para o material ensaiado. A ISRM (1981) sistematiza cinco termos de resistência à compressão (quadro 12).

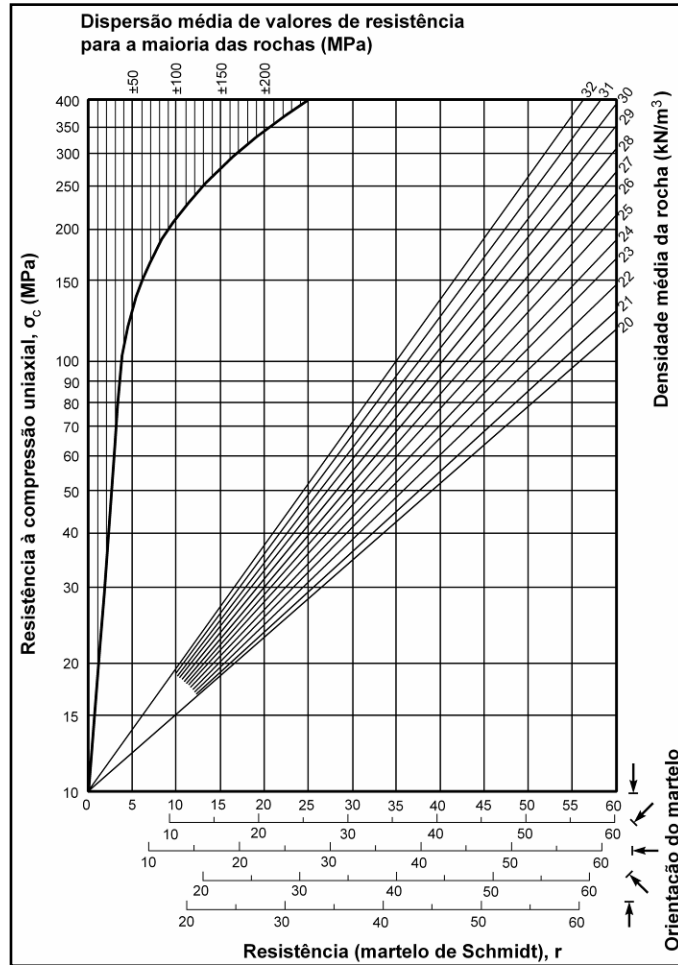


Figura 23. Ábaco de Miller para o cálculo da resistência a partir do *martelo Schmidt* (adaptado de González de Vallejo et al., 2002).

Quadro 12. Classificação da resistência à compressão simples (adaptado da ISRM, 1978, 1981).

Simbologia	Resistência à Compressão Simples		Designação	
	(σ_c, MPa)			
S ₁	> 200		Muito elevada	S ₁₋₂ Elevada
S ₂	60 a 200		Elevada	
S ₃	20 a 60		Média	
S ₄	6 a 20		Baixa	S ₄₋₅ Baixa
S ₅	< 6		Muito baixa	

3.9.2. Ensaio de desgaste *Los Angeles*

O Índice de desgaste é um valor que está relacionado com a resistência à abrasão por meios mecânicos e também com a capacidade resistente dos agregados. A sua principal importância reside na determinação das características dos agregados que irão ser utilizados em misturas betuminosas. A norma NP EN1907-2 (2002) — *Resistência à fragmentação: Coeficiente de Los Angeles. Marcação CE Directiva 89/106/CE* — estabelece o procedimento para determinar a resistência ao desgaste dos agregados de densidades normais. O método consiste, basicamente, em analisar por via granulométrica um agregado grosseiro, isto é, preparar uma amostra de agregado britado, com 5000g, passadas na fracção 10/14mm de modo a obter uma porção que será submetida ao ensaio de abrasão na máquina de *Los Angeles* e expressar a perda de material ou desgaste, como a percentagem de massa perdida durante o ensaio em relação à de massa da amostra inicial.

Equipamento necessário para o ensaio

- Máquina de Los Angeles: Tambor com cerca de 710 ± 6 mm de diâmetro interior e 510 ± 6 mm de comprimento montado horizontalmente sobre umas hastes verticais, onde uma das quais deve possuir um dispositivo que permita a acoplamento de um motor que promoverá a rotação da máquina. No corpo cilíndrico existe uma abertura para introduzir a amostra, que posteriormente será selado com uma tampa provida de dispositivos que permitam fixá-la firmemente com vista a garantir o isolamento do conjunto. A rotação do corpo cilíndrico deve compreender uma velocidade tal que lhe permita uma frequência compreendida entre 31 e 33 rotações por minuto.
- Balança: Com uma capacidade superior a 10 ± 1 kg e uma precisão igual ou maior a 0.1% da massa pesada.
- Peneiros: De chapa perfurada e de malha quadrada, com as aberturas de 14 mm e 10 mm.
- Estufa: Que permita a secagem da amostra a uma temperatura constante de 110 ± 5 °C.

-
- Esferas de aço : Carga abrasiva constituída por 11 esferas de aço, cada uma com um diâmetro compreendido entre 45mm e 49mm e uma massa compreendida entre 440g e 445g; a massa total da carga abrasiva deve estar compreendida entre 4690g e 4860g.

Procedimento

O ensaio deve ser efectuado sobre o agregado passado no peneiro de 14mm e retido no de 10mm. Peneirar a amostra laboratorial nos peneiros de 10mm, 12.5mm ou 11.2mm e 14mm para obter fracções separadas nos intervalos 10mm a 12.5mm ou 11.2mm (cerca de 2000g) e 12.5mm ou 11.2mm a 14mm (cerca de 3000g). Lavar separadamente cada fracção e secá-las na estufa a uma temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ até massa constante. Uma vez que o teor de humidade se mantenha constante, deixar arrefecer a amostra até à temperatura ambiente. Misturar as duas fracções para obter um a amostra laboratorial modificada de 10 a 14mm, conforme as proporções dadas em cima. Se necessário reduzir a amostra laboratorial modificada proveniente da mistura, de modo a que a massa da amostra para ensaio seja igual a $5000 \pm 5\text{g}$.

Para a execução do ensaio teremos de efectuar da seguinte maneira: i) Colocar, com precaução, a carga abrasiva na máquina, depois de introduzir a amostra. Colocar a tampa na abertura e fazer a máquina rodar 500 voltas, a uma velocidade constante de 31r.p.m. a 33r.p.m.; ii) Posteriormente, descarregar os materiais para um tabuleiro colocado debaixo do aparelho, e retirar as esferas; e, iii) Peneirar a amostra no peneiro de 1.6 mm, desprezando todo o material que passa através deste.

Análise de resultados

Seja m_i a massa da amostra, expressa em gramas, e m_f a massa do material retido no peneiro de 1.6 mm, também expressa em gramas, então a percentagem de perda por desgaste (LA) na máquina de *Los Angeles* será:

$$LA = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100\%$$

A percentagem de perda por desgaste (LA) apresentam-se arredondado ao número inteiro mais próximo.

3.10. Cartografia geotécnica de maciços: breves considerações

O primeiro passo no estudo de um afloramento de um dado maciço rochoso consta da sua identificação, reconhecimento e descrição geral. Posteriormente, leva-se a cabo a divisão em zonas — denominadas por zonas geotécnicas — e a descrição das mesmas (Oliveira, 1990; Zuquette & Gandolfi, 2004). É de extrema utilidade a realização de fotografias e desenhos esquemáticos do afloramento, onde se deverão indicar as características geológicas e geotécnicas básicas de cada zona. Em geral, num maciço rochoso dever-se-á estabelecer distintas áreas com diferentes aspectos e tipos de materiais rochosos, por exemplo, heterogeneidade litológica, elementos geológico-estruturais, grau de fracturação, grau de alteração, etc., o que permitirá uma divisão inicial por zonas ou, até mesmo, em sub-zonas (Zuquette & Gandolfi, 2004). Esta abordagem facilitará as posteriores descrições geológico-geotécnicas e a aplicação sistemática dos procedimentos técnicos julgados adequados.

Em determinadas ocasiões podem existir poucos afloramentos ou estes apresentarem pouca extensão o que dificultará a tarefa do estudo desse maciço. Nestas situações recomenda-se o seguinte (Ferrer & González de Vallejo, 1999; Carvalho & Chaminé, 2004):

- Identificação do afloramento: localização, situação geográfica, acessibilidade, extensão, características geométricas, etc.;
- Fotografias e esquemas de campo;
- Descrição geológica geral:
 - caracterização das unidades geológicas regionais e/ou locais;
 - descrição e caracterização das litologias;
 - descrição das macro- e meso-estruturas;
 - traços geológico-estruturais gerais do maciço;
 - identificação das zonas alteradas e meteorizadas, bem como das espessuras das mesmas;
 - presença de água, exurgências, etc.;
- Divisão em zonas e descrição geral de cada zona geotécnica: o estudo realizar-se-á com base em critérios litológicos e estruturais considerando os sectores mais ou menos homogéneos do afloramento; não é conveniente estabelecer demasiadas zonas;

-
- Identificação de zonas singulares: são aquelas zonas, com a existência de elementos estruturais não sistemáticos, que não se repetem no maciço e, por isso, têm influência nas suas propriedades e comportamento geomecânico; por exemplo, falhas, filões, zonas de brecha, cavidades, zonas de fluxo de água, etc. Estas zonas devem ser tratadas e descritas de forma individualizada.

Os mapas geotécnicos constituem um método em Geociências (e.g., Geologia de Engenharia, Engenharia Geológica, Engenharia Geotécnica) para representar, cartograficamente, informação geológica e geotécnica para fins de planeamento e de ordenamento do território e, bem assim, para o projecto, a construção e a manutenção de obras de engenharia (UNESCO, 1976; IAEG, 1981a,b, 2005). Estes incluem dados sobre as características e propriedades de superfície e de sub-superfície de uma determinada região que permitem avaliar o seu comportamento e previsão dos problemas geológico-geotécnicos.

Os mapas geotécnicos devem considerar os seguintes aspectos gerais de interesse na Engenharia geotécnica e geológica (González de Vallejo et al., 2002):

- Descrição e classificação geotécnica/geomecânica dos materiais terrosos e/ou rochosos
- Propriedades físicas e mecânicas dos materiais
- Condições hidrogeológicas
- Condições e processos geomorfológicos
- Processos geodinâmicos

Os mapas geotécnicos são de extrema importância para os seguintes campos (UNESCO, 1976; IAEG, 1981a,b, 2005; González de Vallejo et al., 2002; Zuquette & Gandolfi, 2004), a saber:

- **Planeamento do território** (regional, local e urbano): escalas pequenas ou médias; incluem informação sobre os factores com incidência construtiva, necessária para conhecer os problemas relacionados com fundações, escavações, estabilidade de terrenos, recursos naturais, reservas de água e armazenamento de resíduos

-
- **Obras de engenharia** (*e.g.*, estradas, caminhos de ferro, túneis e barragens): estudos prévios ou de viabilidade para selecção de traçados; informação e dados para o projecto e construção de uma obra

A cartografia geotécnica é constituída por uma série de cartas, a saber: i) Cartas de factores; e, ii) Cartas de síntese: Cartas de zonamento geotécnico; Cartas de aptidão.

Os mapas geotécnicos incluem, entre outras, informações várias (quadro 13) sobre os materiais geológicos, dados geomorfológicos e hidrogeológicos, dados quantitativos dos diferentes componentes do meio geológico, das propriedades físicas e mecânicas dos materiais e informações interpretativas para sua aplicação geotécnica (Zuquette & Gandolfi, 2004). Independentemente do tipo de mapa, estes devem incluir, entre outras, uma série de informação básica:

- Topografia, rede hidrográfica e toponímia
- Distribuição e descrição litológica estrutural das unidades geológicas
- Espessuras dos solos, formações superficiais e rochas alteradas
- Descontinuidades e dados geológico-estruturais
- Classificação geotécnica de solos e rochas
- Propriedades de solos e rochas
- Condições hidrogeológicas
- Condições geomorfológicas
- Processos dinâmicos
- Investigações prévias existentes
- Riscos geológicos

Quadro 13. Classificação de mapas geotécnicos em função da sua escala (González de Vallejo et al., 2002).

Tipo de mapa Geotécnico e Escala	Conteúdo	Método de elaboração	Aplicações
<p>Regional < 1:10.000</p>	<p>Dados geológicos, conjuntos litológicos, estruturas geotécnicas, características geomorfológicas regionais, grandes zonas afectadas por processos. Informações gerais de interesse geotécnico e interpretações.</p>	<p>Fotografia aérea, mapas topográficos e geológicos, recolha de informações, observações de campo.</p>	<p>Planificação e reconhecimentos preliminares, informações gerais sobre a região e tipos de materiais existentes.</p>
<p>Local Etapa de reconhecimento preliminar. 1:10.000 a 1:500</p>	<p>Descrição e classificação de solos e rochas, estrutura, geomorfologia, condições hidrogeológicas, processos geodinâmicos, localização de materiais para construção.</p>	<p>Fotografia aérea, percursos de campo, medidas e dados de campo.</p>	<p>Planificação e viabilidade de obras e reconhecimento detalhado.</p>
<p>Local Etapa de investigação <i>in situ</i>. 1:5.000 a 1:500.</p>	<p>Propriedades dos materiais e condições geotécnicas, aspectos importantes para a construção de uma obra concreta.</p>	<p>Os anteriores, mais dados sobre poços e sondagens, geofísica, ensaios <i>in situ</i> e de laboratório.</p>	<p>Detalhes sobre posições e problemas geológico-geotécnicos. Desenhos de obras.</p>

O zonamento geotécnico baseia-se na classificação de unidades geotecnicamente “homogéneas”, que podem abranger diferentes unidades geológicas; por sua vez, estas podem dividir-se em sub-unidades geotécnicas. O detalhe e o grau de homogeneidade dependem da escala, objectivos do mapa e dados disponíveis.

As unidades geotécnicas e a sua distribuição espacial estabelecem-se geralmente a partir da litologia, da origem e características geológicas dos materiais, determinadas a partir da informação e mapas geológicos existentes, da fotointerpretação, bem como de observações e levantamentos de campo. De acordo com a escala dos mapas e os dados disponíveis, as unidades definem-se com distinto grau de homogeneidade. Nos trabalhos que assim o requerem, as unidades cartográficas caracterizam-se com mais detalhe a partir de investigações *in situ*, ensaios em laboratório e análises de amostras. Assim, na sequência do reconhecimento geológico, dos resultados da campanha de prospecção "in situ" e do programa de ensaios de laboratório, pode-se zonar geotecnicamente o maciço rochoso que irá ser interessado pela obra

subterrânea. Os vários níveis de uma mesma unidade geológica ou as várias unidades geológicas são agrupadas ou separadas em função das respectivas características geotécnicas e definem-se zonas homogeneamente semelhantes sob o ponto de vista geotécnico.

O território pode ser dividido, independentemente do meio urbano ou não-urbano, o espaço sub-superficial e subterrâneo — designando genericamente por *Geo-espaço* (figura 24) — em função da profundidade a que se situam as obras de engenharia, a saber (Sousa, 2000 *in* Plasencia, 2003):

- Terra-espaço: geo-espaço próximo da superfície terrestre até cerca de 30m
- Lito-espaço: geo-espaço acessível pela superfície com profundidades entre 30 e 300m
- Geo-espaço remoto: geo-espaço relacionado com profundidades entre 300 e 3000m

Nesta abordagem integradora e multidisciplinar do espaço, dever-se-iam compilar e investigar todos os aspectos técnico-científicos relativos a um dado geo-espaço, desde a geografia até à biologia desse local ou região, passando necessariamente pela topografia, geomorfologia, geologia geral e aplicada, geotecnia, ciências de engenharia, etc. Toda esta informação deverá ser implantada numa base cartográfica georreferenciada baseada em Sistemas de Informação Geográfica.

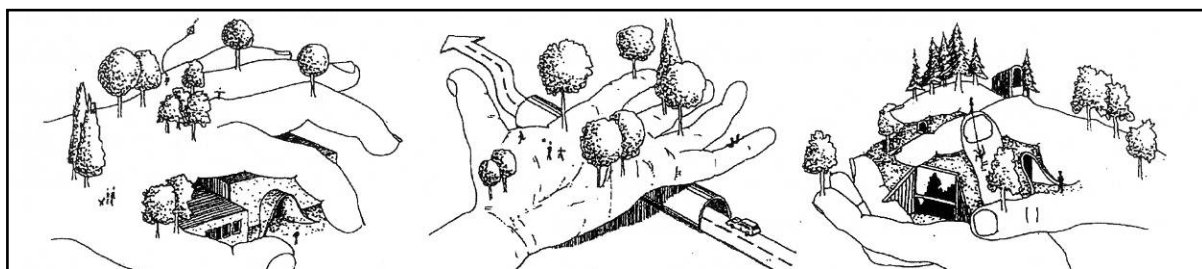


Figura 24. Qualidade de vida criada pela interação das áreas no subsolo com o ambiente à superfície (segundo Duffaut & Laube, 1995 *in* Plasencia, 2003).

4

A pedreira da Mimosa: geologia, geotecnia e geomecânica

4. A pedraira da Mimosa: geologia, geotecnia e geomecânica

4.1. Enquadramento regional

Geografia e geomorfologia regional

A pedraira da Mimosa insere-se na bacia hidrográfica do Rio Douro, estando compreendida entre os paralelos 40°20' e 40°10' de Latitude Norte e os meridianos 08°43' e 08°40' de Longitude Oeste. O maciço granítico em estudo situa-se no Lugar da Cabeça Santa, na Freguesia de Perozelo, Concelho de Penafiel, Distrito do Porto (Mota & Companhia, SA, 2003). A região localiza-se na folha n° 124 (Marco de Canavezes) da Carta Militar de Portugal, à escala 1/25000 (figura 25). A figura 17 ilustra um aspecto geral da Pedreira da Mimosa e a figura 27 representa imagens de satélite da área envolvente da pedraira da Mimosa.

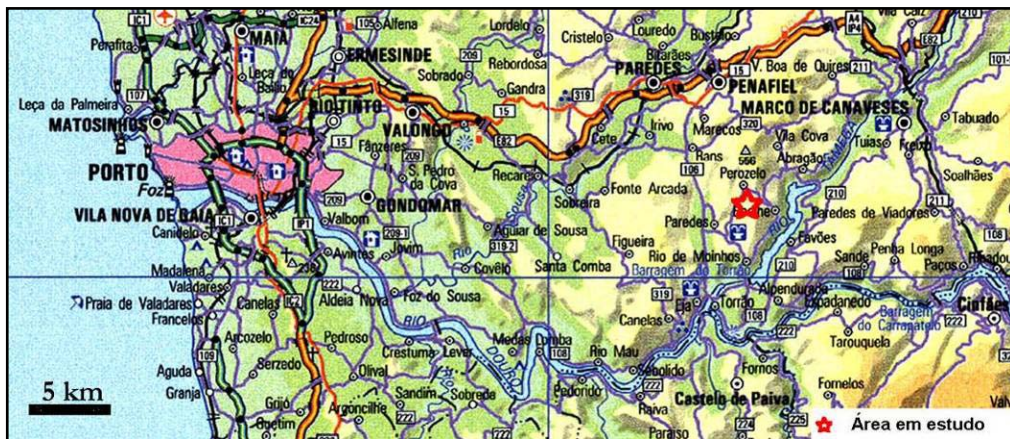


Figura 25. Enquadramento geográfico da área da pedraira da Mimosa (Perozelo, Penafiel, NW de Portugal).



Figura 26. Panorâmica da área da pedraira da Mimosa (Setembro de 2005).



Figura 27. Imagens de satélite da área da pedreira da Mímosa, PM (extraído de <http://earth.google.com>).

A figura 28 apresenta um esboço cartográfico da ocupação do solo da região de Perozelo. É dominada por áreas florestais (eucaliptos, folhosas e ocupação arbustiva e herbácea) nas zonas mais elevadas e por áreas agrícolas instaladas em vales com solos férteis mais ou menos aplanados com microclimas característicos que favorecem uma prática agrícola intensiva nomeadamente de vinha, de oliveira e de cereais de regadio. De notar a encosta Leste de Cabeça Santa ser dominada por explorações graníticas a céu-aberto.

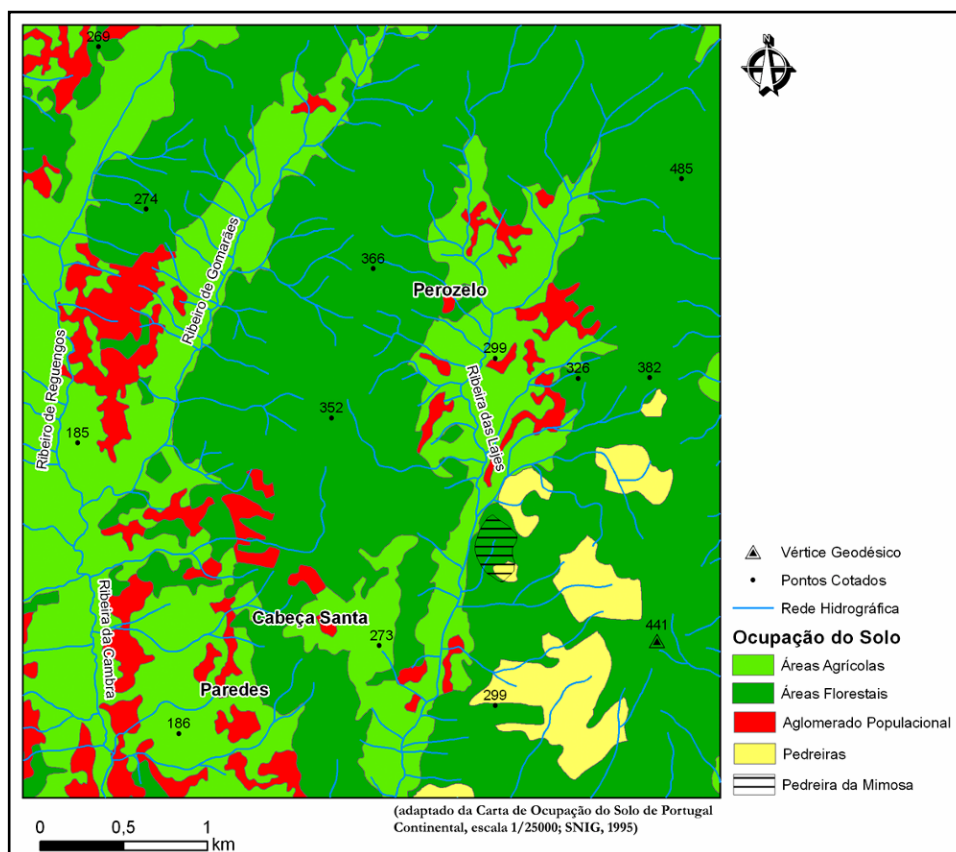


Figura 28. Esboço da carta de ocupação do solo da região de Perozelo (extraído e adaptado do SNIG, 1995).

A pedreira da Mimosa situa-se na vertente ocidental do maciço granítico de Cabeça Santa (figura 29), o qual assume uma orientação geral NNE-SSW. Este maciço apresenta, grosso modo, uma forma elipsoidal, alongada e constitui destacado relevo na região (441m). O bordo Oeste desta elevação constituirá uma importante escarpa de falha regional, a qual é bem patente na geometria alongada do corpo granítico, na deformação do material granítico junto a esse bordo e, sobretudo, no lineamento morfotectónico rectilíneo aproveitado pela Ribeira das Lajes.

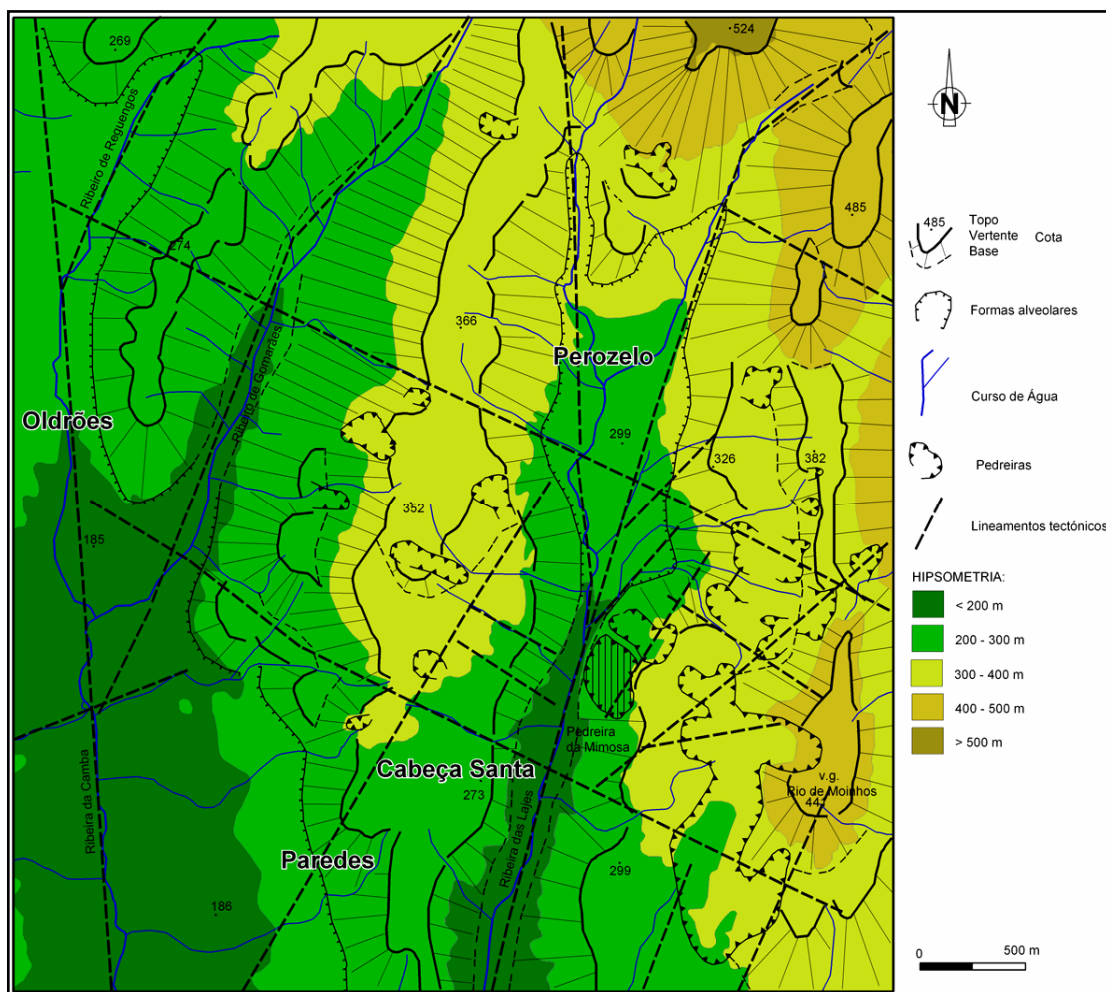


Figura 29. Esboço geomorfológico da região da Cabeça Santa (o perímetro da área ocupada pelas diversas pedreiras está de acordo com a Carta Militar de Portugal, folha 124, à escala 1/25.000, edição de 1998).

A morfologia local é marcada pela geometria dos acidentes tectónicos que serão os principais responsáveis pelo arranjo regional do relevo. Destaca-se um conjunto de falhas com direcções N-S a NNE-SSW que individualizam vários blocos montanhosos e que explicam o traçado rectilíneo da ribeira de Camba, assim como, o seu vale encaixado junto da foz. Este condicionamento tectónico também se manifesta na ocorrência de nascentes termais, com águas mineralizadas, o que em parte revela uma circulação lenta e profunda (Calado, 2001; Carvalho, 2006). Obliquamente a esta direcção temos lineamentos NW-SE que determinam a disposição em blocos escalonados de topo aplanado e que são quase exclusivamente entalhados pela rede hidrográfica secundária, a qual corresponde nalguns casos a vales de fractura alinhados, típicos do modelado granítico (Daveau, 1988).

Tal como noutras regiões graníticas do Norte de Portugal a morfologia desta área é marcada pela conservação de superfícies de aplanamento, separadas por vertentes acentuadas, quer se trate de flancos das elevações quer das vertentes dos vales (figuras 30, 31). Por isso, os cursos de água apresentam um traçado geométrico que resulta da sua adaptação às faixas de esmagamento de falhas (Brum Ferreira, 1979). Merece também alguma ênfase, as áreas deprimidas de fundo aplanado, de dimensão quilométrica e de fraca incisão pela rede hidrográfica, sendo o alvéolo de Perozelo e o corredor Oldrões-Paredes exemplos desse contexto geomorfológico. Estas formas comuns em substrato granítico correspondem a variações na natureza da rocha ou ao entrecruzamento de fracturas que facilitam a penetração de água e a alteração subsequente (Brum Ferreira, 1978). Os alvéolos estão quase sempre ligados à presença de rochas cristalinas e/ou cristalofilinas, o que sugere que a alteração diferencial terá sido determinante na geração destas formas.

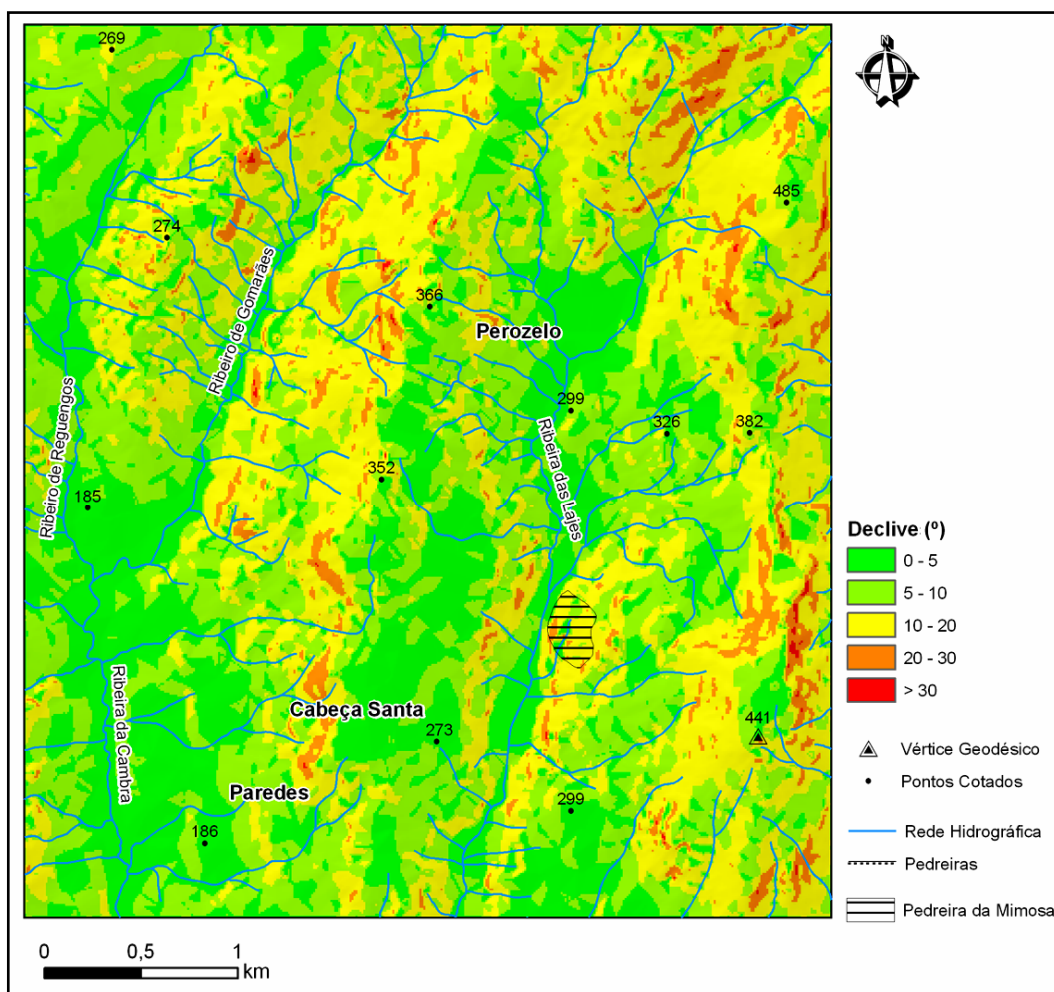


Figura 30. Mapa de declives da área de Cabeça Santa – Perozelo (Penafiel).

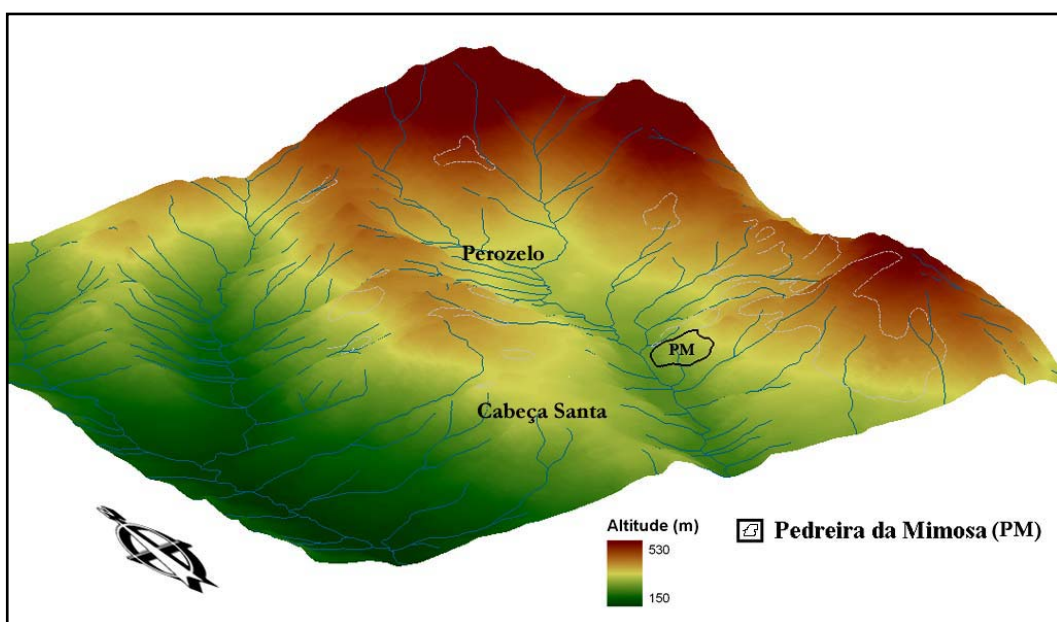
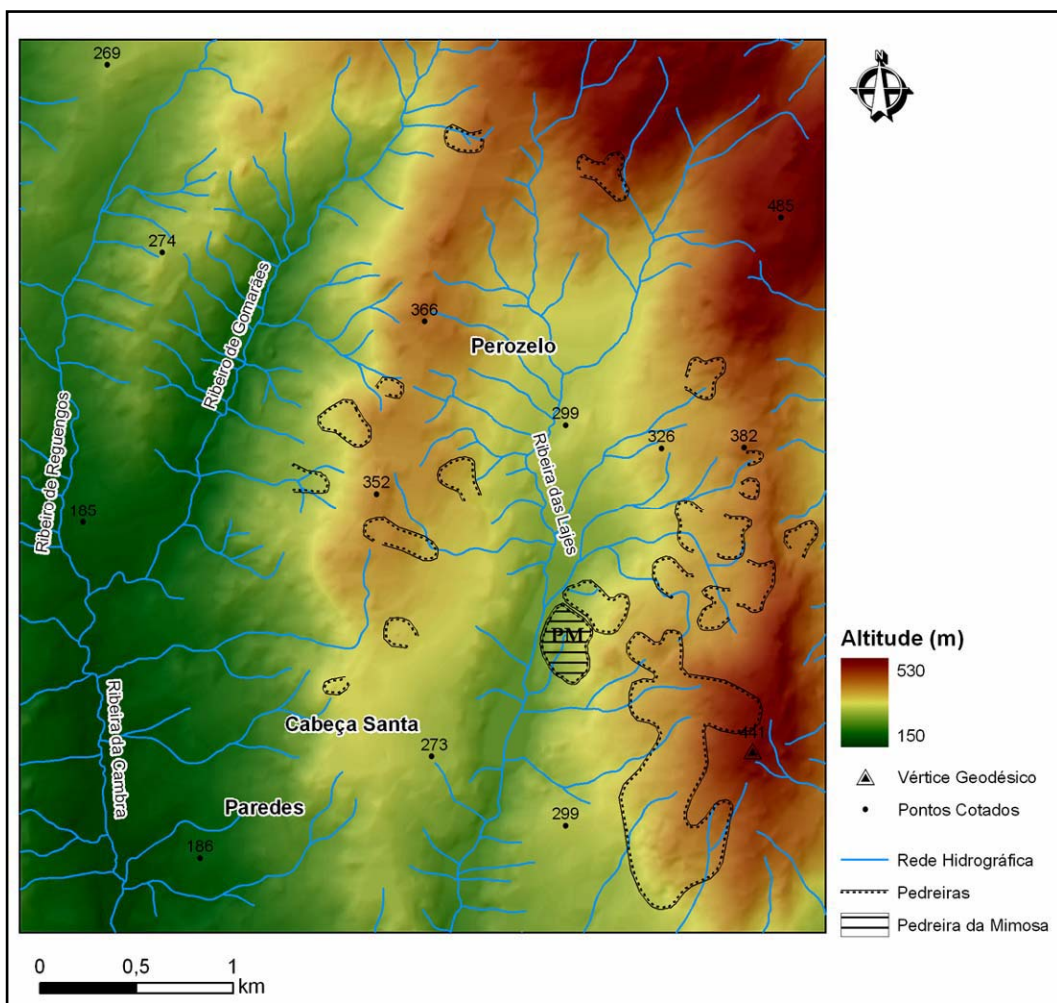


Figura 31. Modelos digitais de terreno da área de Cabeça Santa – Perozelo (Penafiel).

Geologia e tectónica regional

O maciço granítico de Penafiel faz parte de uma faixa de granitóides variscos, com orientação geral NW-SE, que se estendem desde o Alto Minho até às Beiras (figura 32). Do ponto de vista geotectónico insere-se na Zona Centro-Ibérica (ZCI) do Maciço Ibérico (Pereira et al., 1989; Dias et al., 2000). Segundo a sistematização de rochas graníticas da ZCI de Ferreira et al. (1987), baseada essencialmente na intensidade da deformação impressa nas suas texturas e no enquadramento geodinâmico, a distribuição espacial destes granitóides está relacionada com os megacisalhamentos dúcteis da ZCI (i.e., a ocidente do megacisalhamento de Vigo–Vila Nova de Cerveira–Peso da Régua e a oriente do megacisalhamento do Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão; Ferreira et al., 1987; Dias et al., 2000).

O material-rocha presente na pedreira da Mimosa é composto por granitos monzoníticos porfiróides, de duas micas essencialmente biotíticos associados a estruturas de idade Varisca ou Hercínica (Medeiros et al., 1980; Pereira et al., 1989). A área da pedreira (figura 33) é limitada a Norte por granitos porfiróides, de grão grosseiro de duas micas, essencialmente biotíticos que ocupam uma faixa de orientação NW-SE, a Sudeste por granitos monzoníticos de duas micas, essencialmente biotíticos e, finalmente, a Oeste por granodioritos e raros quartzodioritos biotíticos (Medeiros et al., 1980).

Da análise da Carta Neotectónica de Portugal Continental (Cabral & Ribeiro, 1988) constata-se que o sector em estudo se enquadra próximo a sistemas de mega-descontinuidades tectónicas com actividade neotectónica importante, com orientação geral NNE-SSW a N-S. A divisão regulamentar delimita o território português em quatro zonas potencialmente sísmicas que por ordem decrescente de risco sísmico, são designadas por A, B, C e D (segundo o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes, aprovado pelo Decreto-Lei nº235/83, de 31 de Maio, in RSAEEP, 2000), definindo o tipo de construção aconselhável em cada zona (RSAEEP, 2000 e, mais recentemente, no âmbito do Euro-código 8; Sousa Oliveira et al., 1999). O Concelho de Penafiel encontra-se incluído na zona D, onde se admite não serem de recear os efeitos dos sismos nas construções, muito embora se tenham já verificado alguns epicentros de sismos históricos e instrumentais (Ribeiro & Cabral, 1992; Cabral, 1995) nas proximidades da região. Contudo, a sismicidade da região Minhota é moderada, com sismos de magnitude inferior ao grau 5, mas com frequência acima da média para o território português (Soares de Carvalho, 1992; Cabral, 1995). Este facto denuncia que a

neotectónica se mantém activa, existindo mesmo indícios geomorfológicos que confirmam uma actividade tectónica recente para a região.

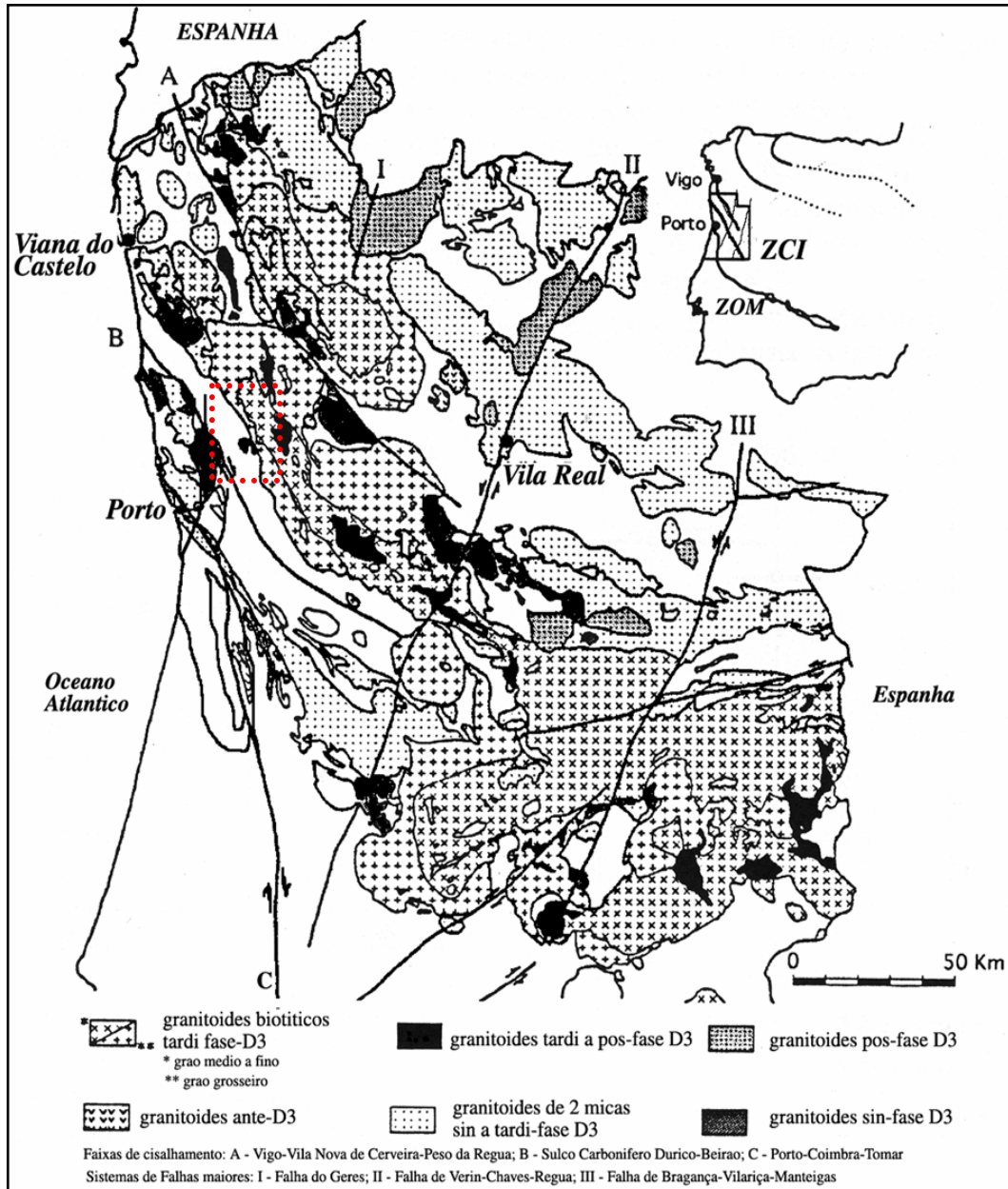


Figura 32. Enquadramento geotectónico regional dos granitos Variscos da zona Centro-Ibérica (ZCI), bem como a visualização das principais faixas de cisalhamento e sistemas de falhas regionais do NW de Portugal (adaptado de Dias et al., 2000). O rectângulo pontilhado a vermelho representa a região onde se localiza a Pedreira da Mimosas.

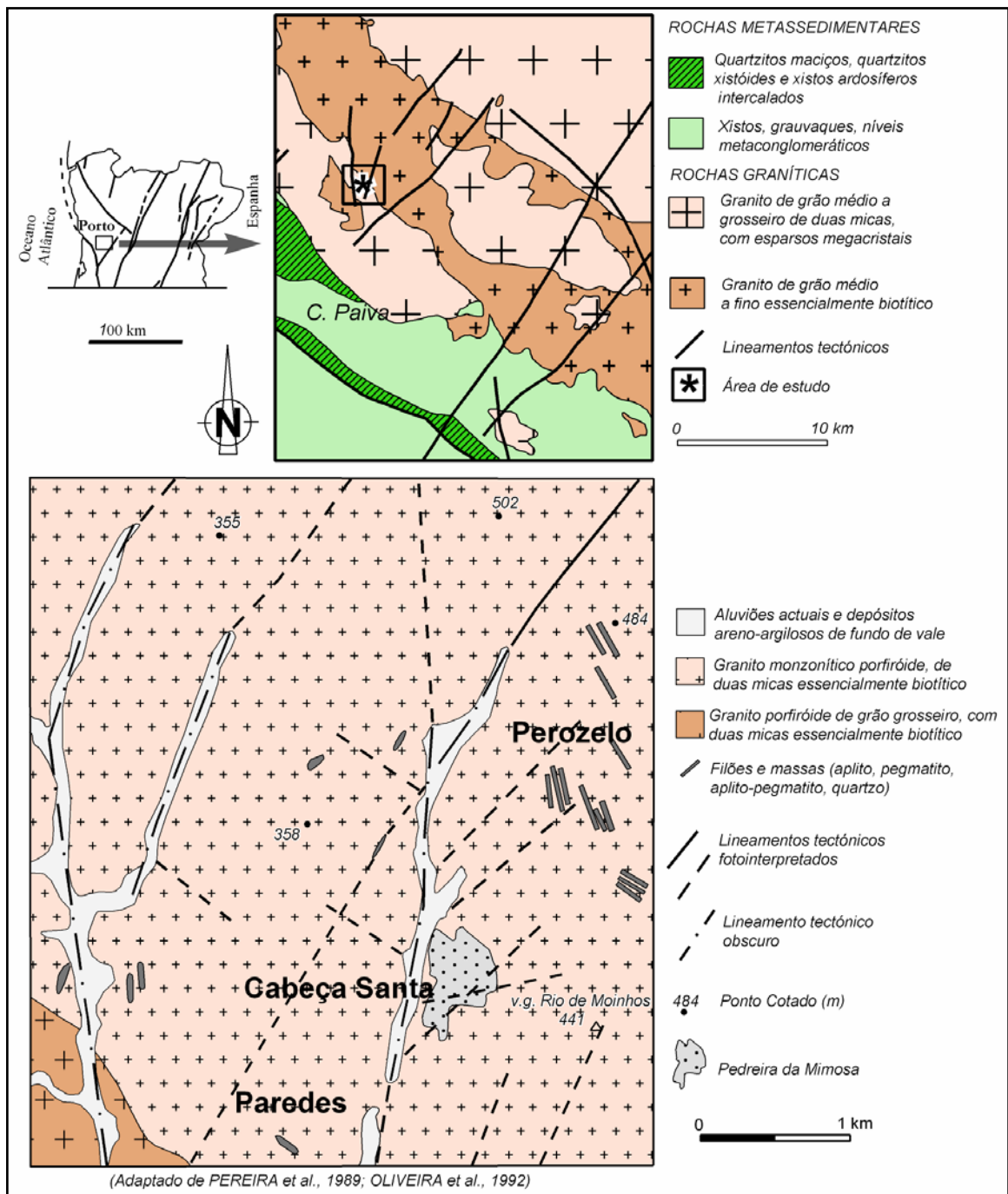


Figura 33. Enquadramento geológico regional da área de Cabeça Santa (Pedreira da Mimosa).

4.2. Estudo da compartimentação do maciço da Pedreira da Mimosa

4.2.1. Considerações iniciais

A região na qual se situa a pedreira da empresa MOTA-ENGIL SA, em Penafiel, é por excelência uma área onde predominam rochas graníticas. Tal como se referiu anteriormente o granito extraído desta pedreira, e de outras na região, destina-se essencialmente a obras de construção civil e a obras públicas. De um modo geral, pode-se considerar, numa abordagem meramente qualitativa, que o material-rocha da pedreira da Mimosa apresenta um grau de fracturação elevado a muito elevado (Santos Pereira, 2004; Santos Pereira et al., 2004), de tal modo que está vocacionada para a extracção de agregados para a construção civil e obras públicas. As características geológico-estruturais do maciço, resultantes da intensidade da deformação (frágil) e do grau de alteração (especialmente do bordo Oeste do maciço), acarretam fortes restrições à extracção deste litótipo granítico tendo em vista, por exemplo, o mercado de rocha ornamental.

De referir que esta pedreira antes de pertencer à empresa MOTA-ENGIL SA era propriedade de uma empresa com características artesanais, a qual se dedicava, fundamentalmente, à produção de cubos de granito para obras rodoviárias (Mota & Companhia, 2003). Na área envolvente regista-se uma grande proliferação de pedreiras, muitas delas actualmente em laboração, as quais são responsáveis por importantes repercussões sócio-económicas e ambientais na região (Mendes, 2000). O trabalho exploratório de Santos Pereira et al. (2004) enquadra de uma forma preliminar os principais constrangimentos geológicos e geotécnicos da pedreira em apreço e o estudo que, ora se apresenta, permite avançar com uma caracterização geológica/geomorfológica estrutural e um estudo geotécnico pormenorizado da compartimentação do maciço rochoso da pedreira da Mimosa.

4.2.2. Descrição geológica local

O enquadramento geológico local do maciço intrusivo da Mimosa (figura 34) é composto pela fácies de granito porfíroide de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico (Medeiros et al., 1980). Macroscopicamente, as rochas da unidade geológica em estudo apresentam uma granularidade grosseira, cor dominante cinzenta e, por vezes, apresentam uma foliação fluidal materializada pelos megacristais de feldspato e de

filossilicatos. Este litótipo apresenta uma boa homogeneidade textural, quer quanto à granularidade quer quanto à cor.

Tendo em conta a disposição do corpo granítico, de forma rectilínea e alongada, cujos limites estão, inequivocamente, controlados do ponto de vista tectónico ao longo de, pelo menos, duas dezenas de quilómetros, é possível presumir que a intrusão foi condicionada estruturalmente ao longo de lineamentos tectónicos profundos, tal como se pode depreender da análise do padrão da rede de fracturação regional e local. A deformação frágil do maciço caracteriza-se por um diaclasamento relativamente algo espaçado, apresentando as diaclases mais comuns a orientação média NE-SW e NW-SE.

O maciço em causa pode ser considerado, em termos de qualidade geológico-geotécnica, como muito fracturado e, em algumas zonas, com um grau de alteração muito acentuado. Por exemplo, nos painéis 1 e 3 observam-se nitidamente o evoluir do estado de alteração de uma zona onde a pedreira apresenta um estado do material-rocha relativamente são [W₁₋₂] (coincidente com o eixo do corpo granítico), para uma zona lateral do eixo da massa granítica muito tectonizada e com um grau de alteração evidente, podendo ser considerado, em alguns tramos do talude, um saibro granítico [W₄₋₅].

As diferentes características do granito da Mimosa são as seguintes (*segundo relatório inédito do IGM*; extraído de Mendes, 2000): i) textura ígnea, cristalina, granulometria uniforme, e com alguma orientação fluidal dos megacrístais; ii) densidade a rondar os 2,6g/cm³; iii) porosidade média de 0,5 a 1,5%; iv) velocidade de propagação das ondas longitudinais entre 4,6 e 7,0km/s; v) valor da resistência à compressão uniaxial de 1000 a 2500kgf/cm²; vi) coeficiente de permeabilidade entre 1,5 e 3x10⁻⁵ m/dia.

O território do município de Penafiel ocupa uma posição importante na Bacia Hidrográfica do rio Douro. Em termos hidrogeológicos regionais a área é constituída por um meio fracturado com uma aptidão aquífera variando entre 1 e 3l/s.km² (Pedrosa, 1999). No local da pedreira, a drenagem da escorrência superficial é condicionada pelos vários sistemas de fracturas e influenciada pela ausência de uma zona de alteração mais espessa, pelo que no processo de drenagem o escoamento superficial poder-se-á sobrepor à infiltração. Podem ainda se assinalar três pólos termominerais na região de Penafiel (Carvalho, 2006), a saber: Termas de S. Vicente, Termas de Entre-os-Rios e Caldas de Canavezes. Estas ocorrências sublinham o sistema de fracturação regional que corroboram o controlo estrutural profundo.

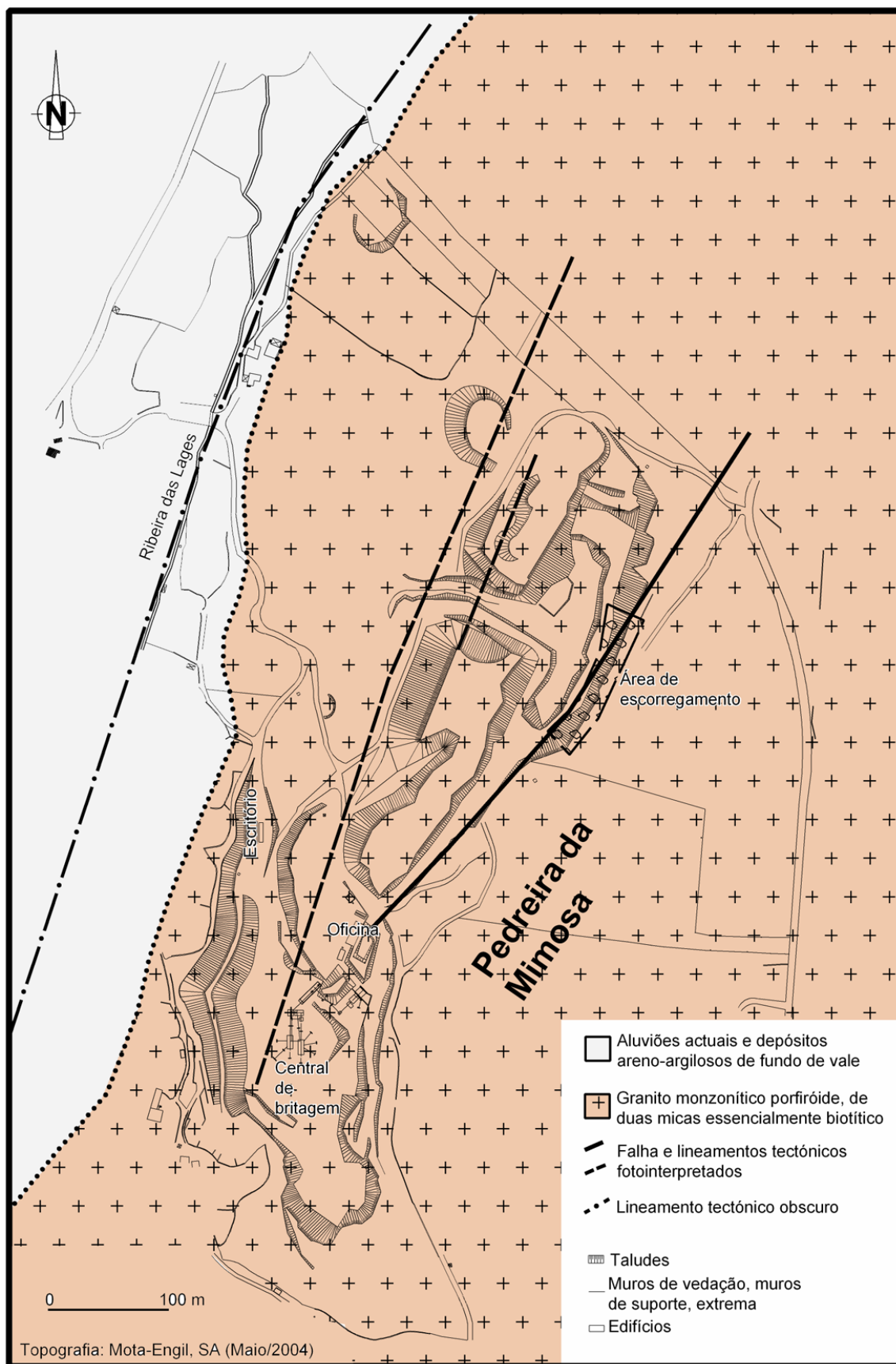


Figura 34. Esboço geológico local da Pedreira da Mimosa.

4.2.3. Metodologia de estudo

Tal como foi referido anteriormente a aplicação da técnica de amostragem linear em superfície expostas do material-rocha para a caracterização da compartimentação do maciço poderá, certamente, contribuir para uma melhor gestão do georrecurso da Pedreira da Mimosa, situada no Alto da Cabeça Santa (figura 35).

A técnica de amostragem linear, tal como foi descrita previamente, mantém-se na sua essência. Na sua aplicação à área do maciço granítico da pedreira da Mimosa optou-se pela colocação de uma fita graduada (em metros), nos taludes a serem cartografados, a, aproximadamente, 1.50m do solo. Para cada talude (ou painel) analisado, depois de colocada a fita graduada (a partir da origem de cada linha de amostragem), foram cartografadas de uma forma sistemática todas as discontinuidades (diaclasses e, mais raramente, falhas e/ou filões) que intersectam essa linha. Cada uma delas é descrita de forma sistemática e registada nas fichas de levantamento segundo a classificação geomecânica da BGD - *“Basic Geotechnical Description of Rock Masses”* (ISRM, 1981). Os parâmetros geológico-geotécnicos determinados para a caracterização das discontinuidades do maciço foram, essencialmente, os seguintes: a atitude, o espaçamento, a continuidade ou persistência, o preenchimento e a rugosidade. Procedeu-se, também, a uma caracterização preliminar das condições hidrogeológicas do maciço.

Os dados recolhidos no terreno, referentes à técnica de amostragem linear, foram submetidos a um tratamento adequado para posterior interpretação e análise, permitindo a definição de diversas famílias de discontinuidades. Para o estabelecimento das famílias das discontinuidades, recorreu-se aos diagramas de roseta e à projecção estereográfica (com rede de igual-área). A partir dos dados recolhidos, foi possível elaborar diagramas de roseta (i.e., proporcionais à frequência das discontinuidades) e um estereograma de contorno estrutural do conjunto total das atitudes das discontinuidades, bem como estereogramas parciais para os taludes cartografados.

O levantamento das atitudes das discontinuidades foi efectuado em dez painéis/taludes (figura 36) distribuídos com diversas orientações, de modo a caracterizar, na medida do possível, toda a área do maciço (longitudinal e transversalmente) de exploração da Mimosa. Contudo, foram encontradas dificuldades do ponto de vista operacional no levantamento de um maior número de diaclasses devido, por um lado, a uma instabilidade permanente dos taludes.

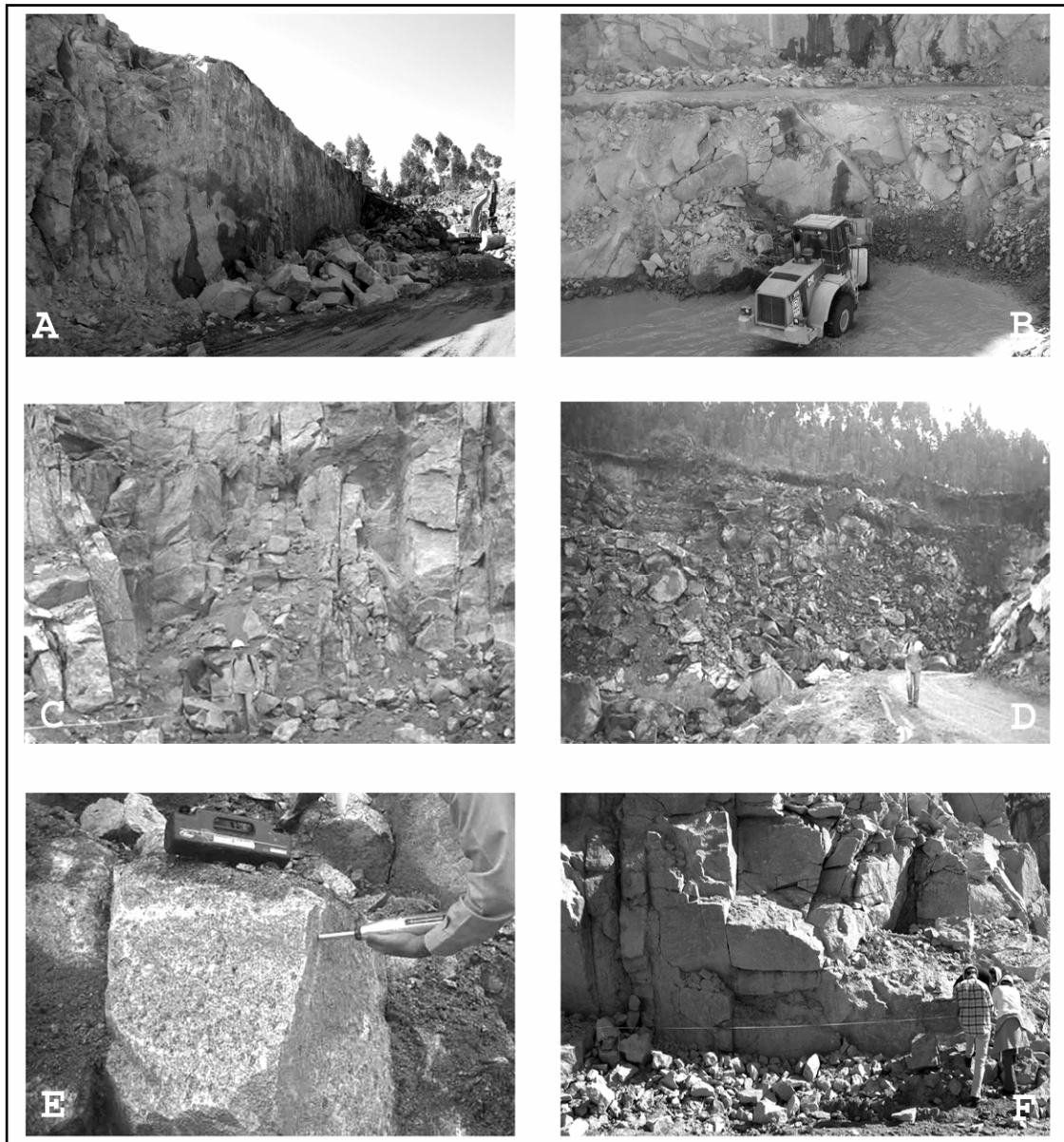


Figura 35. Aspectos geológicos e geotécnicos observados na pedreira da Mimosa. **A)** Superfície planar materializado por uma falha regional, localizada no painel 5, com orientação média N40°E; **B, C)** Aspectos da fracturação e deformação intensa do maciço da Mimosa; **D)** Vista frontal do escorregamento (22.05.2004) das bancadas compreendidas entre o painel 2 e 5, segundo uma orientação N40°E, correspondendo ao alinhamento estrutural materializado por uma falha, com a mesma atitude, observada no painel 5 (ver foto A); **E)** Ensaio esclerométrico, visando o estudo da resistência à compressão uniaxial; **F)** Exemplificação da técnica de amostragem linear para o estudo da compartimentação do maciço.

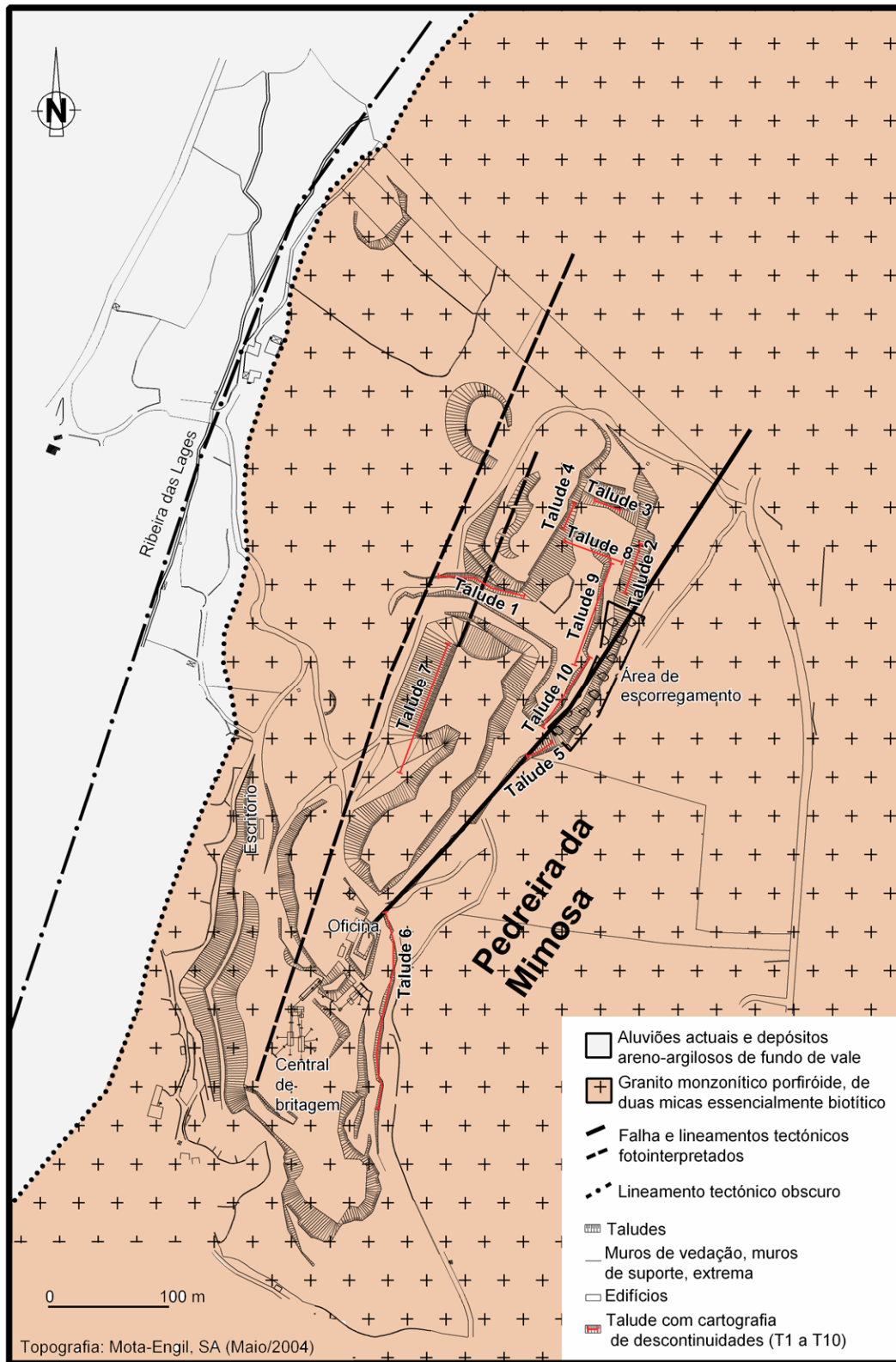


Figura 36. Localização esquemática, na base geológica local, dos dez (10) taludes (ou painéis) cartografados pela técnica de amostragem linear para a caracterização da compartimentação do maciço rochoso da pedreira da Mimosa (base topográfica da pedreira de Maio'2004 gentilmente cedida pela MOTA-ENGIL, SA).

4.2.4. Caracterização geológico-geotécnica

Grau de alteração

No caso em estudo, o estado de maior alteração de rocha granítica ($W_{4,5}$, segundo a classificação da ISRM, 1978, 1981 e da GSE, 1995) confina-se a uma estreita faixa superficial (não ultrapassando, regra geral, um metro de espessura). Na proximidade das discontinuidades (quer subverticais quer sub-horizontais), e em zonas de maior densidade de fracturação ou esmagamento, a alteração caracteriza-se pela ocorrência de pontuações ferruginosas, resultantes da oxidação dos minerais ferromagnesianos (particularmente da biotite), conferindo globalmente ao material-rocha uma tonalidade amarelada. As zonas limítrofes do afloramento caracterizam-se, por vezes, por uma intensa alteração, exibindo granito desagregado e mesmo arenizado (tipo saibro, $W_{4,5}$).

O maciço globalmente pode ser classificado (figura 37) como granito pouco alterado ($W_{1,2}$) a medianamente alterado (W_3), exceptuando as zonas limítrofes (e alguns núcleos no interior do maciço) que apresentam um estado de alteração muito evoluído, ou seja, o material-rocha encontra-se muito decomposto ($W_{4,5}$). Convém salientar que foram cartografadas no maciço áreas pouco alteradas ($W_{1,2}$), especialmente, no material-rocha aflorante no eixo do corpo granítico (por exemplo, painéis 3 e 8).

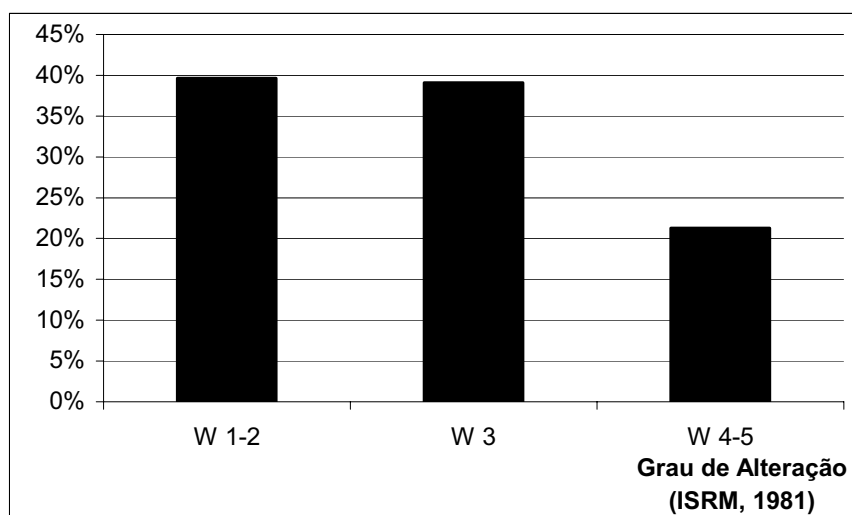


Figura 37. Histograma da frequência de diaclases vs. classes do grau de alteração dos painéis estudados.

Estado da fracturação

Foram efectuados levantamentos geológico-geotécnicos em dez painéis com diferentes orientações de modo a caracterizar da melhor forma possível o maciço, quer transversal quer longitudinalmente. Um dos maiores constrangimentos encontrados aquando do levantamento de campo, prendeu-se com o facto de a pedreira estar em plena laboração, pelo que as linhas de amostragem foram seleccionadas em função das frentes disponíveis e os levantamentos tiveram que ser realizados, por vezes, num curto espaço de tempo. Além disso, por questões de segurança algumas áreas da pedreira não estavam acessíveis para o presente estudo. Como por exemplo, a ocorrência de um deslizamento significativo do talude entre os painéis 2 e 5, impossibilitou a sua caracterização.

O tratamento dos dados recolhidos no terreno, referentes à técnica de amostragem linear, foi feito recorrendo a diagramas geológico-estruturais (diagramas de contorno estrutural e diagramas de rosetas), os quais permitiram a definição do número de famílias de descontinuidades e, sobretudo, da família dominante, da sua atitude, do seu espaçamento e da sua persistência. Para além disso, considerou-se a caracterização, do ponto de vista geotécnico e geomecânico, de famílias por painel em troços homogéneos e para toda a pedreira.

Da análise dos diagramas estruturais das atitudes das descontinuidades (maioritariamente diaclases e raras falhas que, em regra, apresentam uma inclinação média 80-85°, i.e., podem considerar-se subverticais), medidas de forma sistemática, nos dez painéis estudados, resultaram as seguintes considerações (figuras 38 e 39; quadro 14):

- Painel 1 (n= 60; orientação do painel N110°E): existência de uma família de diaclases predominante com orientação N20°-40°E; neste painel assume alguma importância a família N50°-60°W e registou-se ainda a ocorrência de descontinuidades sub-horizontais com ligeiro pendor (< 20°) para SW;
- Painel 2 (n= 39; orientação do painel N20°E): predominância da família de diaclases N30°-50°W; registou-se ainda a ocorrência de descontinuidades com direcção N30°-40°E;
- Painel 3 (n= 30; orientação do painel N120°E): predominância da família de diaclases N30°-50°W; neste painel assume alguma importância a família N50°E;
- Painel 4 (n= 18; orientação do painel N30°E): dado o número reduzido de descontinuidades cartografadas constata-se uma preponderância da família de

diaclases N40°-50°W; existência de uma outra família subvertical com azimute N10°E-N50°E;

- Painel 5 (n= 7; orientação do painel N30°E): dado o número reduzido de descontinuidades cartografadas constata-se um domínio das descontinuidades com o azimute N20°-30°E;
- Painel 6 (n= 232; orientação do painel N170°E): predominância da família de diaclases N40°-50°E; neste painel assume alguma importância a família N20-30°W;
- Painel 7 (n= 120; orientação do painel N35°E): predominância da família de diaclases N30°-40°W; neste painel assume alguma importância a família N40°-50°E;
- Painel 8 (n= 42; orientação do painel N110°E): predominância da família de diaclases N30°-50°E; neste painel assume alguma importância a família N30°-40°W;
- Painel 9 (n= 65; orientação do painel N20°E): predominância da família de diaclases N30°-40°W; neste painel assume alguma importância a família N40°-50°E;
- Painel 10 (n= 42; orientação do painel N30°E): predominância da família de diaclases N70°-80°W; neste painel assume alguma importância a família N40°-50°E.

Da análise do estereograma de contorno estrutural e do diagrama de rosetas geral, nos quais foram projectadas todas as descontinuidades medidas nos painéis (n= 714), resultaram as seguintes conclusões:

- uma família de diaclases principal com orientação média N40°E; subvertical;
- uma família de diaclases com orientação média N40°W; subvertical;
- uma família de descontinuidades sub-horizontais (<25°) com características cisalhantes, inclinando ligeiramente, ora para SW ora para NW.

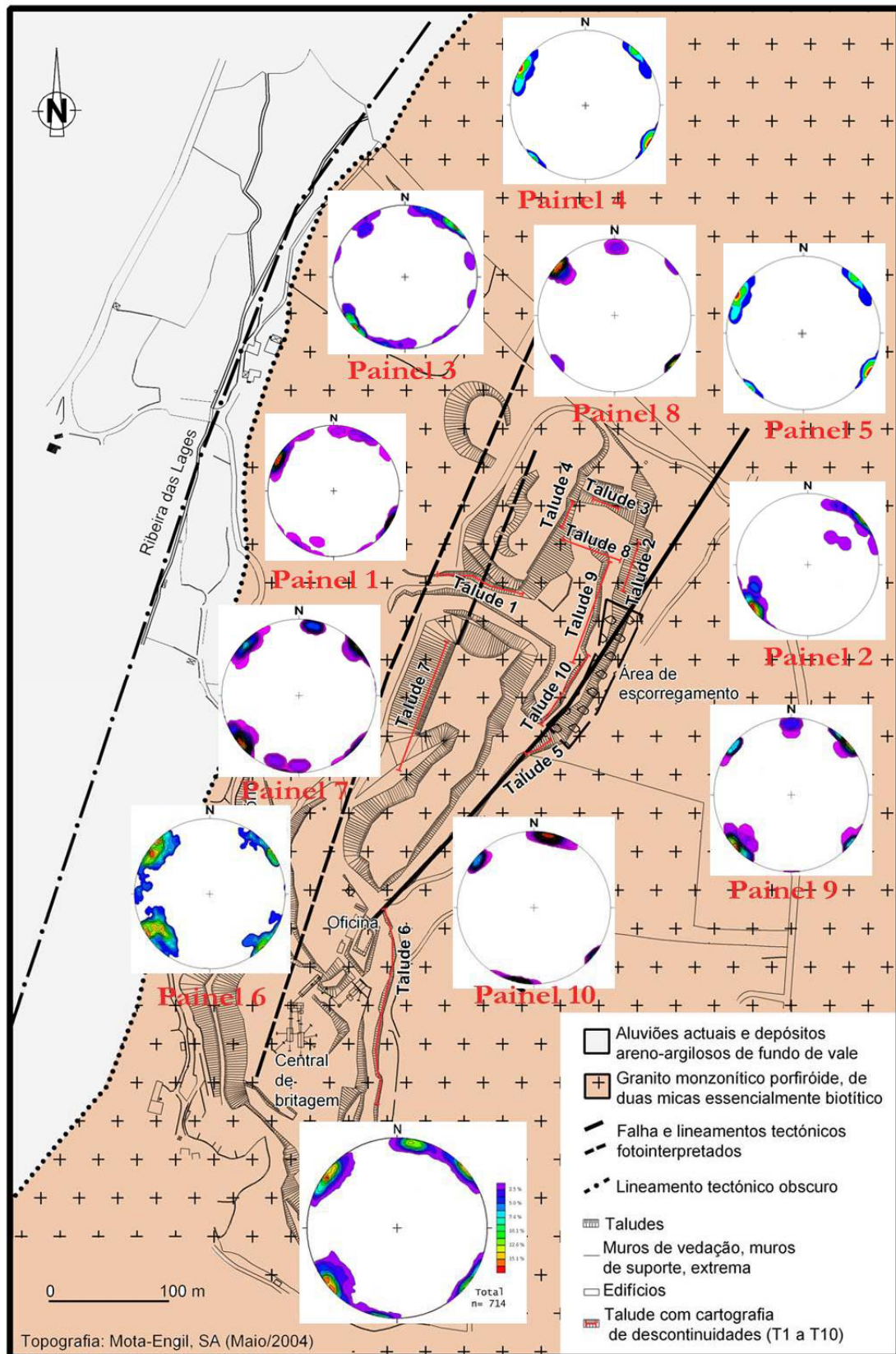


Figura 38. Diagramas de projecção estereográfica (rede de igual-área, hemisfério inferior) implantados no esboço estrutural dos painéis cartografados.

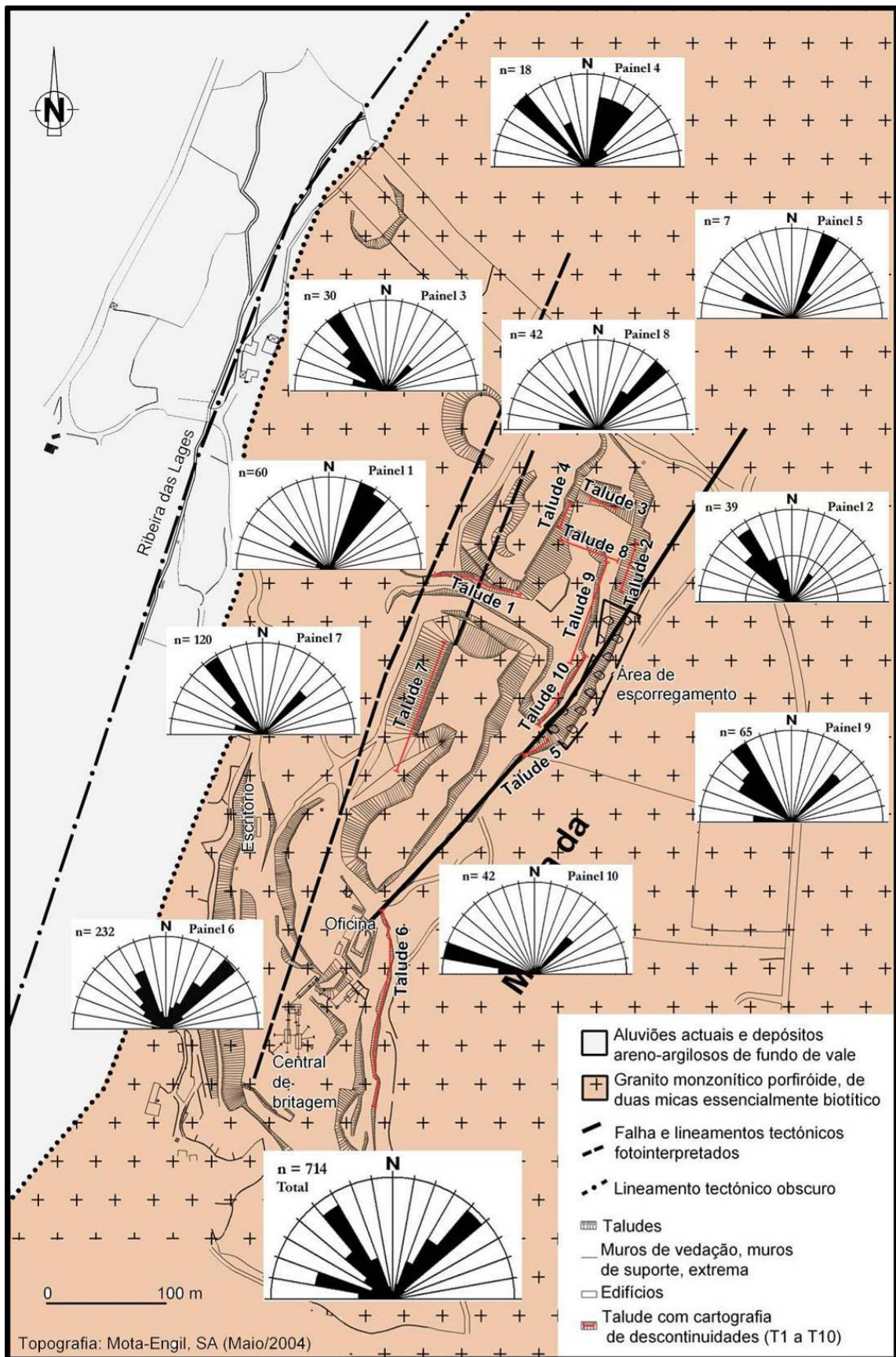


Figura 39. Diagramas de rosetas implantados no esboço estrutural dos painéis cartografados.

Quadro 14. Síntese das características geológicas e geomecânicas dos painéis estudados (Pedreira da Mimosa).

Taludes / Painéis	Fácies Granítica - Grau de Alteração	Cota de Exploração (m)	Orientação do painel	Comprimento do painel [A] (m)	nº de diaclases [B]	factor de fracturação [B/A] (m ⁻¹)
Painel 1	Grão Grosseiro - W 1-2	275	N 110° E	74,2	60	0,81
Painel 2	Grão Grosseiro - W 1-2	280	N 20° E	43	39	0,91
Painel 3	Grão Grosseiro - W 1-2	280	N 120° E	20,6	30	1,46
Painel 4	Grão Grosseiro - W 1-2	280	N 30° E	23,6	18	0,76
Painel 5	Grão Grosseiro - W 1-2	280	N 30° E	20	7	0,35
Painel 6	Grão Grosseiro - W3 a W 4-5	275	N 170° E	165	232	1,41
Painel 7	Grão Grosseiro - W 3	275	N 35° E	115	120	1,04
Painel 8	Grão Grosseiro - W 1-2	260	N 110° E	51	42	0,82
Painel 9	Grão Grosseiro - W 3	260	N 20° E	89	65	0,73
Painel 10	Grão Grosseiro - W 1-2	275	N 30° E	70,1	42	0,60

Foi também estimado um parâmetro geomecânico que se denominou *factor de fracturação* (Chaminé et al., 2001). Este factor resulta da razão entre o número de diaclases medidas e o comprimento do painel amostrado. A aplicação deste factor corrobora a intensidade de fracturação referida anteriormente (quadro 14). Além disso, pela observação e cartografia das linhas de amostragem da pedreira da Mimosa o padrão geral da rede de fracturação assemelha-se, segundo a classificação de Palmström (1995), a uma geometria prismática.

As figuras 40 e 41 representam os diagramas estruturais síntese dos dados geológico-estruturais sobre a compartimentação do maciço da Mimosa.

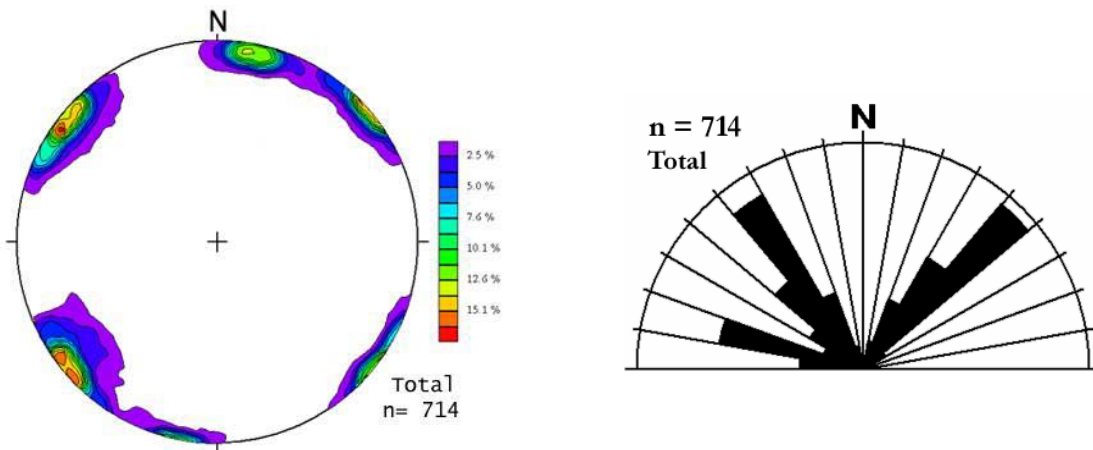


Figura 40. Diagrama estrutural dos painéis amostrados da pedra da Mimosa: diagrama de contorno estrutural (projecção hemisfério inferior); diagrama de rosetas (n= 714 descontinuidades).

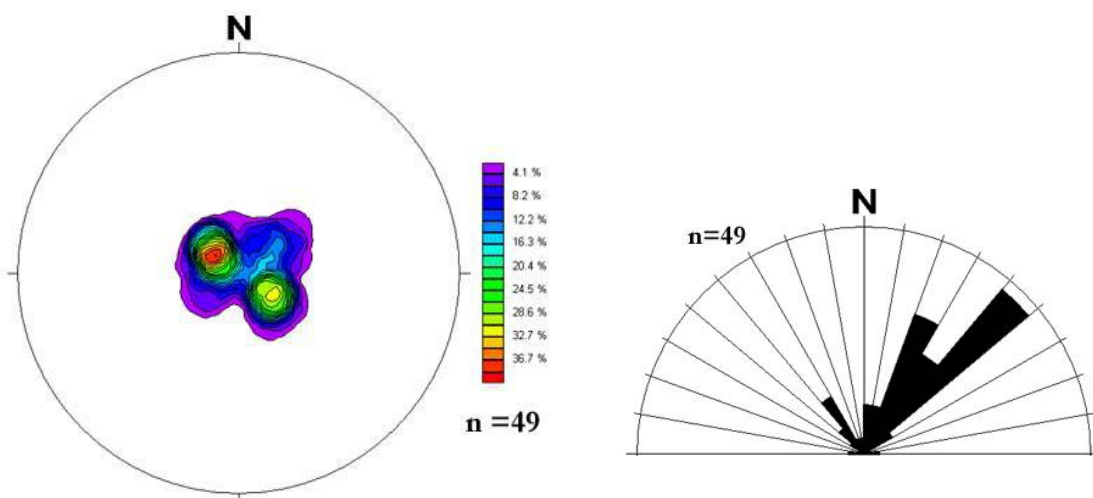


Figura 41. Projecção das descontinuidades sub-horizontais (inclinação <math><25^\circ</math>) da pedra da Mimosa: diagrama de contorno estrutural (projecção hemisfério inferior); diagrama de rosetas (n= 49 descontinuidades).

Espaçamento

O sistema de diaclases de orientação N30°E a N50°E (em regra, subverticais) é o que apresenta menor espaçamento. Verifica-se pela análise que, para qualquer dos painéis amostrados, a intensidade de fracturação é (segundo os critérios da ISRM, 1978, 1981), regra geral, F₁₋₂ (ca. 1,30-1,50m), ou seja, a distância entre diaclases varia entre 60 e 200cm (afastadas), com alguma tendência para medianamente afastadas F₃ (20-60cm).

Com o objectivo de caracterizar estatisticamente os espaçamentos apresentados pelo sistema de descontinuidades, elaborou-se o histograma de frequências total *vs.* classes de espaçamentos para o conjunto dos perfis estudados (figura 42).

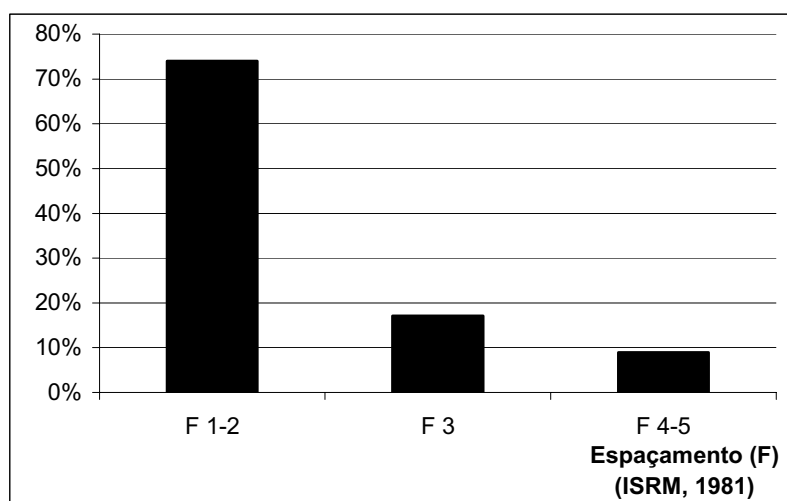


Figura 42. Histograma da frequência de diaclases *vs.* classes de espaçamento dos painéis estudados.

A ISRM (1981) sugere o estabelecimento de um índice dimensional – I_b (“*Block Size Index*”) para representar as dimensões médias dos blocos do material-rocha. Este índice é dado pela média dos comprimentos dos três lados do sólido em questão, i.e.: $I_b = (e_1 + e_2 + e_3) / 3$, sendo o parâmetro e_i o espaçamento médio entre descontinuidades da mesma família. No caso do maciço da Mimosa, o I_b resultante é 2,76.

A ISRM (1981) propõe ainda o estabelecimento de um outro índice volumétrico, o J_v , que é dado pela soma do número de descontinuidades por metro cúbico, para cada família. A linha de amostragem recomendada é de, pelo menos, 5 a 10m (Palmström, 1995; Palmström &

Singh, 2001). Os resultados do índice volumétrico (J_v) podem ser correlacionáveis com o tamanho dos blocos. No caso do maciço da Mimosa, com três famílias de descontinuidades principais, as quais apresentam espaçamentos médios de 1.3m, 2m e 5m, ter-se-ia um $J_v = 1,4$. Desta forma, o maciço poder-se-ia classificar, segundo a ISRM (1981), como constituído por blocos grandes.

Continuidade ou persistência

As diaclases mais frequentes no maciço têm uma atitude média N40°E; subvertical e são também as mais contínuas no terreno. A observação da persistência das descontinuidades foi efectuada em duas dimensões, correspondentes à intersecção das diaclases com a superfície de exposição sub-horizontal e subvertical (nas frentes de desmonte). A sua persistência em todos os painéis amostrados é também superior à dos restantes sistemas de diaclasamento.

Constata-se, em todos os painéis estudados, que as diaclases mais abundantes são aquelas que apresentam uma continuidade planar mais acentuada. As faixas sub-horizontais de material-rocha (cataclasitos) com um grau de esmagamento assinalável apresentam também uma grande continuidade, interrompendo sistematicamente as descontinuidades (verticais e subverticais) pertencentes às outras famílias.

Abertura

A abertura de uma descontinuidade consiste na distância perpendicular que separa as paredes adjacentes das descontinuidades, isto quando não existe material de preenchimento no seu interior. Regra geral, no caso em estudo, os sistemas de descontinuidades mais importantes possuem aberturas entre <0,1mm (muito apertada), não sendo porém raro a existência de várias descontinuidades esparsas, com aberturas entre 0,25-0,5mm (parcialmente aberta). Em síntese, predominam globalmente no maciço, segundo a terminologia da ISRM (1978, 1981), as descontinuidades fechadas.

Preenchimento

Estreitamente relacionada com a abertura, o enchimento de uma descontinuidade pode definir-se como o tipo de material existente entre as suas paredes (ISRM, 1978, 1981). Na

pedreira da Mimosa grande parte das descontinuidades cartografadas não possuem enchimento, existindo porém, numa minoria, algum enchimento que consiste em material rochoso resultante da desagregação do maciço e em alguns casos preenchimentos argilosos de caixas de falhas. No maciço estudado encontraram-se ainda alguns filonetes de quartzo, em regra geral, com a orientação geral N30°E.

Rugosidade

A superfície que constitui as paredes das descontinuidades apresenta, no geral, irregulares a várias escalas, sendo a medição dessas irregularidades bastante difícil. A rugosidade tem grande influência na resistência ao corte do maciço, principalmente no caso das descontinuidades se apresentarem não preenchidas. A ondulação, embora seja considerada em independente por alguns autores, como Rocha (1981), é normalmente considerada uma forma de rugosidade. Também a ISRM (1978, 1981) se debruçou sobre este assunto, propondo nomenclatura e método para caracterizar a rugosidade. No entanto, trata-se de um método bastante aleatório e de difícil execução que, na prática, não é usado. Torna-se preferível recorrer a ensaios em laboratório ou em campo, para a determinação da resistência ao corte das descontinuidades, não separando assim a fracção intrínseca do factor rugosidade ou ondulação.

No maciço em estudo, a rugosidade dominante é do tipo 3 [medianamente rugosa, R_3], que corresponde a uma rugosidade em que as paredes das descontinuidades não são perfeitamente lisas, mas também não são visíveis estruturas fibrosas (e.g., estrias de falhas) que possam impedir ou facilitar a movimentação relativa de blocos. Por vezes, ocorrem descontinuidades algo onduladas e, mais raramente, se encontram descontinuidades lisas.

4.2.5. Caracterização geomecânica local

No que diz respeito às características mecânicas do maciço, embora as características de resistência ao corte do maciço rochoso sejam essencialmente dependentes das descontinuidades, é de grande utilidade o conhecimento da resistência à compressão do material-rocha. A determinação do índice de resistência à carga pontual, recorrendo à determinação da dureza com o esclerómetro portátil ou martelo de Schmidt, pode conduzir à estimativa do valor da resistência uniaxial.

A adequabilidade dos agregados para utilização num certo tipo de construção civil é determinada pela avaliação das suas propriedades físicas e mecânicas. A maior parte das construções exige que o material seja resistente, sendo esta propriedade habitualmente determinada através da realização de ensaios, quer de resistência à compressão uniaxial, pelo ensaio do esclerómetro portátil, quer de resistência ao desgaste pelo ensaio “Los Angeles”. Em especial, o ensaio de “Los Angeles” é bastante útil para a determinação da qualidade da rocha, mas exige um tempo elevado de execução e de grandes quantidades de amostra. Alguns autores (e.g., Kazi & Al-Molki, 1982; Al-Harathi, 2001) têm desenvolvido tentativas de estabelecimento de relações empíricas entre este ensaio e outros mais simples e menos dispendiosos, como por exemplo o do esclerómetro portátil. A obtenção de modelos de relação entre variáveis deste tipo revela-se de grande interesse prático para o desgaste do material-rocha da exploração (e.g., Al-Harathi, 2001; Conde et al., 2004).

Foram facultados pela empresa MOTA-ENGIL SA alguns ensaios de resistência à fragmentação *Los Angeles*, realizados no laboratório geotécnico da Pedreira da Mimosa, em material rochoso granítico. Todos os ensaios de resistência à fragmentação *Los Angeles* foram realizados segundo a norma NP EN1907-2 (2002), conforme descrito anteriormente. Foram considerados seis ensaios de resistência à fragmentação *Los Angeles* num sector pouco alterado ($W_{1,2}$), referente ao painel 9, sendo atribuído um desgaste médio de 31%. O ensaio com *martelo de Schmidt*, é um ensaio não-destrutivo de fácil realização que também permite avaliar a resistência do material rochoso. Neste ensaio, realizado de acordo com as recomendações da ISRM (1978, 1981), foram aplicados estes procedimentos em várias estações (3) ao longo do perfil no.9 cartografado. Os valores considerados para a determinação da resistência à compressão simples (ensaio esclerométrico) foi o valor médio da estação geomecânica do material rochoso $W_{1,2}$, do painel 9 i.e., 178 MPa .

É interessante verificar que a projecção destes resultados, de desgaste de *Los Angeles* e resistência à compressão uniaxial, no diagrama de Al-Harthi (2001) para rochas ígneas, metamórficas e sedimentares mostra que o valor obtido no presente estudo não se afasta dos encontrados por este autor (figura 43).

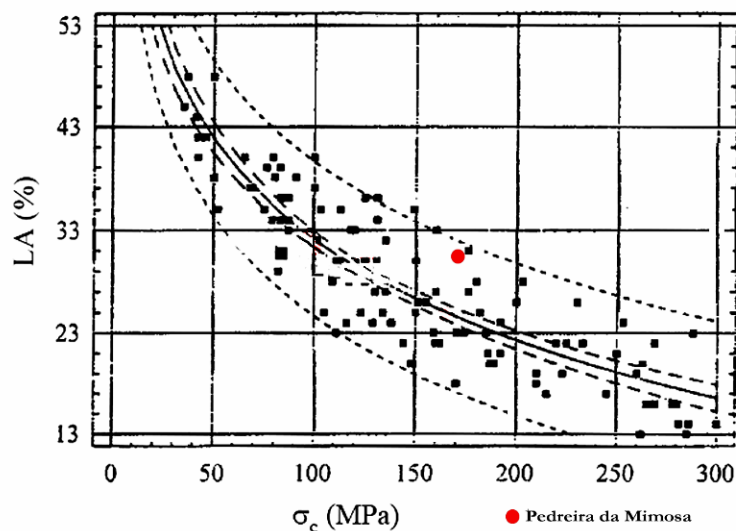


Figura 43. Relação entre a resistência à compressão uniaxial (MPa) e o ensaio Los Angeles (%), adaptado de Al-Harthi (2001).

No trabalho de campo foi utilizado o esclerómetro portátil do tipo L, da marca PROCEQ, SA (Zurich, Switzerland), do Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada do Departamento de Engenharia Geotécnica (ISEP). Assim, efectuaram-se 78 estações geomecânicas para a realização dos ensaios de campo. Pela análise dos resultados dos quadros 15 a 19 constata-se que nas zonas do maciço menos alteradas (W_{1-2}) os valores de resistência uniaxial à compressão variam em média entre 150-170 MPa (tipo S_2 ; segundo ISRM, 1981); por seu turno, nas zonas mais alteradas (W_3 e W_{4-5}) o ensaio apresenta valores de resistência média de cerca de 140 MPa e de 70 MPa (tipo S_2 ; segundo ISRM, 1981), respectivamente. Os resultados globais alcançados estão de acordo com o valor preliminar avançado no relatório da Mota & Companhia (2003) para material rochoso são (W_{1-2}), bem como corroboram, em termos qualitativos, o estado de deformação do maciço.

Quadro 15. Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para os painéis de 1 a 6.

data das leituras		Maio de 2005											média dos 5 melhores resultados	resistencia uniaxial à compressão simples (Mpa)	classificação ISRM (1981)
localização (m da origem)	grau de alteração	painel nº	leitura nº												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1,00	W 1-2	1	55	55	59	47	61	64	44	54	57	59	60	225	S 1
43,00	W 1-2	1	50	58	46	47	48	54	55	37	48	40	53	170	S 2
60,00	W 3	1	56	44	48	44	40	42	48	44	40	50	49	130	S 2
61,00	W 1-2	2	52	50	41	41	42	45	37	42	50	41	48	125	S 2
99,00	W 1-2	2	45	52	42	43	40	45	55	55	42	51	52	140	S 2
100,00	W 1-2	3	55	60	42	27	39	44	38	64	48	52	56	175	S 2
128,00	W 1-2	3	48	54	40	48	28	46	58	50	44	40	52	140	S 2
130,00	W 1-2	4	60	48	62	58	42	44	44	49	46	57	57	190	S 2
148,00	W 1-2	4	30	46	40	46	38	57	34	38	32	48	47	125	S 2
157,00	W 4-5	6	34	41	30	32	35	46	40	39	40	42	42	85	S 2
220,00	W 4-5	6	38	37	36	46	40	34	38	18	30	32	40	75	S 2
250,00	W 4-5	6	28	26	34	28	28	30	26	28	36	36	33	52	S 3
365,00	W 3	6	50	60	58	40	58	59	59	52	58	50	59	220	S 1
380,00	W 3	6	54	48	46	60	60	58	50	48	46	56	56	185	S 2

Quadro 16. Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 7.

data das leituras		Julho de 2006											média dos 5 melhores resultados	resistencia uniaxial à compressão simples (Mpa)	classificação ISRM (1981)
orientação painel		N 35° E													
orientação da leitura		SW - NE													
localização (m da origem)	grau de alteração	painel nº	leitura nº												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1,30	W 4-5	7	30	39	38	34	32	42	49	42	44	22	43	95	S 2
5,00	W 4-5	7	32	23	36	29	26	32	36	44	39	36	36	67	S 2
9,60	W 4-5	7	22	20	29	30	28	30	38	40	39	31	36	67	S 2
14,60	W 3	7	56	46	44	38	36	50	44	46	42	62	52	150	S 2
16,30	W 1-2	7	36	54	34	48	30	34	50	50	56	54	53	165	S 2
25,60	W 3	7	48	34	34	38	34	28	30	50	38	52	45	100	S 2
29,00	W 3	7	22	48	56	22	24	30	52	54	46	52	52	150	S 2
33,20	W 3	7	34	48	46	36	34	56	42	36	24	56	50	140	S 2
38,40	W 3	7	32	24	26	56	40	46	54	50	46	34	50	140	S 2
45,00	W 1-2	7	56	44	60	58	60	54	58	54	36	52	58	200	S 1
47,30	W 3	7	42	42	36	48	50	30	48	34	42	44	46	110	S 2
52,00	W 1-2	7	28	52	38	44	24	30	42	54	60	56	53	165	S 2
59,60	W 3	7	52	50	38	28	32	46	52	46	54	50	52	150	S 2
61,00	W 3	7	34	46	46	40	50	34	30	46	40	36	46	110	S 2
69,00	W 1-2	7	60	54	50	48	62	60	46	46	60	52	59	210	S 1
74,60	W 1-2	7	60	56	52	56	60	52	58	56	58	52	58	200	S 1
76,50	W 3	7	54	50	46	30	38	32	38	56	48	28	51	145	S 2
80,20	W 3	7	46	52	53	38	32	32	48	44	42	36	49	130	S 2
85,50	W 1-2	7	44	52	36	52	30	54	54	62	64	44	57	190	S 2
89,50	W 3	7	42	34	24	48	52	50	52	34	60	46	52	150	S 2
92,00	W 3	7	56	46	42	46	34	44	54	46	44	42	50	140	S 2
104,00	W 3	7	38	44	52	48	46	48	44	50	46	52	50	140	S 2
108,30	W 3	7	30	32	50	38	28	50	32	46	54	50	50	140	S 2
115,00	W 1-2	7	42	56	50	58	60	58	60	52	54	58	59	210	S 1

Quadro 17. Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 8.

data das leituras		Julho de 2006														
orientação painel		N 110° E														
orientação leitura		NW - SE														
localização (m da origem)	grau de alteração	painel nº	leitura nº										média dos 5 melhores resultados	resistencia uniaxial à compressão simples (Mpa)	classificação ISRM (1981)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1,00	W 3	8	42	46	46	46	38	44	36	48	26	42	46	110	S 2	
6,50	W 1-2	8	54	46	56	44	56	62	60	44	50	46	58	200	S 1	
9,00	W 1-2	8	42	50	48	52	46	38	46	56	38	42	50	140	S 2	
14,00	W 1-2	8	58	50	42	48	52	44	56	40	58	44	55	175	S 2	
17,00	W 1-2	8	54	56	64	52	52	46	56	60	54	48	58	200	S 1	
21,00	W 1-2	8	56	40	52	50	48	50	32	46	50	50	52	150	S 2	
24,00	W 1-2	8	54	48	52	52	52	62	52	54	38	52	55	175	S 2	
31,00	W 1-2	8	54	44	50	28	46	40	56	52	56	52	54	170	S 2	
33,00	W 1-2	8	48	50	48	36	56	44	50	50	52	46	52	150	S 2	
37,00	W 3	8	44	46	46	24	48	52	30	44	46	36	48	125	S 2	
43,00	W 3	8	52	38	52	42	38	50	46	44	42	30	49	130	S 2	
48,00	W 3	8	50	48	46	50	48	36	42	50	54	52	51	145	S 2	
52,00	W 3	8	48	36	42	50	52	46	44	50	36	44	49	130	S 2	

Quadro 18. Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 9.

data das leituras		Julho de 2006														
orientação painel		N 20° E														
orientação leitura		NE - SW														
localização (m da origem)	grau de alteração	painel nº	leitura nº										média dos 5 melhores resultados	resistencia uniaxial à compressão simples (Mpa)	classificação ISRM (1981)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
0,50	W 3	9	44	42	40	38	50	30	46	40	56	44	48	125	S 2	
5,30	W 3	9	44	42	34	48	34	48	42	46	42	40	46	110	S 2	
12,00	W 1-2	9	44	58	56	58	42	40	54	52	50	46	56	185	S 2	
17,00	W 3	9	60	48	42	42	42	42	60	30	38	48	52	150	S 2	
21,00	W 3	9	30	48	28	36	52	48	48	32	58	46	51	145	S 2	
26,00	W 4-5	9	32	38	34	38	36	28	44	42	42	20	41	80	S 2	
33,00	W 3	9	42	30	48	34	46	50	46	40	30	40	46	110	S 2	
37,00	W 3	9	42	48	34	50	54	54	48	48	30	40	51	145	S 2	
43,00	W 1-2	9	54	54	58	50	56	44	22	54	52	38	55	175	S 2	
47,00	W 1-2	9	46	42	50	50	38	62	48	50	48	62	55	175	S 2	
53,00	W 4-5	9	48	30	26	40	24	38	36	38	48	32	42	85	S 2	
59,00	W 3	9	48	48	50	50	32	56	46	34	32	46	50	140	S 2	
65,00	W 3	9	44	46	50	48	36	48	44	50	52	36	50	140	S 2	

Quadro 19. Resultados da resistência uniaxial à compressão recorrendo ao esclerómetro portátil, no granito da pedreira da Mimosa, para o painel 10.

data das leituras		Julho de 2006														
orientação painel		N 30° E														
orientação leitura		SW - NE														
localização (m da origem)	grau de alteração	painel n°	leitura n°										média dos 5 melhores resultados	resistencia uniaxial à compressão simples (Mpa)	classificação ISRM (1981)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
2,00	W 3	10	38	38	40	34	48	50	46	44	44	40	46	110	S 2	
7,00	W 3	10	40	54	30	42	40	34	48	46	44	50	48	125	S 2	
13,00	W 3	10	38	40	36	38	40	38	50	28	54	56	48	125	S 2	
18,00	W 1-2	10	40	38	30	52	56	56	38	58	58	52	56	185	S 2	
23,00	W 1-2	10	56	50	54	54	44	54	60	50	58	60	58	200	S 1	
29,00	W 1-2	10	52	52	42	64	40	52	52	46	42	52	54	170	S 2	
33,00	W 1-2	10	50	34	50	48	40	54	60	48	42	44	52	150	S 2	
38,50	W 1-2	10	50	44	40	42	56	56	44	48	54	52	54	170	S 2	
43,00	W 3	10	24	44	50	30	44	42	42	52	48	44	48	125	S 2	
49,00	W 3	10	40	54	54	50	50	50	32	40	44	46	52	150	S 2	
53,00	W 1-2	10	50	50	54	52	58	52	48	50	50	48	53	165	S 2	
56,00	W 1-2	10	56	42	62	48	52	40	58	44	50	58	57	190	S 2	
62,00	W 1-2	10	64	54	56	46	60	56	56	62	60	38	60	225	S 1	
70,00	W 3	10	48	46	42	34	46	40	30	34	42	24	45	100	S 2	

4.2.6. *Esboço do zonamento geotécnico*

Foi efectuado um reconhecimento geológico de superfície, na área envolvente à pedreira da Mimosa, com o objectivo de estimar a representatividade cartográfica da fácies granítica em afloramento e a qualidade geotécnica do material rochoso à (sub)superfície (figura 44). Contudo, verificou-se que os terrenos adjacentes ao limite de exploração encontram-se em área densamente arborizada, na época em que o presente estudo de campo foi elaborado, o que impossibilitou em alguns sectores a inspecção visual e reconhecimento cartográfico pormenorizado do tipo de substrato rochoso.

Tendo em vista a melhor compreensão da rede de fracturação dominante na compartimentação do maciço rochoso da pedreira da Mimosa, elaborou-se um esboço de zonamento geotécnico de (sub)superfície, em que se representa uma síntese, à escala aproximada 1/5.000, da fácies granítica e as megaestruturas visíveis na referida pedreira. A escala de trabalho para a cartografia referida foi a de 1/1.000. Com efeito, na cartografia apresentada esboçam-se as principais unidades geotécnicas locais, resultado do cruzamento e síntese de toda a informação geológica, geotécnica e geomecânica que traduz uma tentativa de esboçar a qualidade geotécnica do maciço (figura 45). Deste zonamento geotécnico (sub)superficial resultaram as seguintes unidades:

- ZG1: Granito grosseiro, medianamente alterado a muito alterado (W_3 a $W_{4,5}$); grau de fracturação elevado a médio ($F_{1,2}$ a F_3); resistência média a elevada (S_3 a S_2 ; ~50 - 120 MPa);
- ZG2: Granito grosseiro, medianamente alterado a pouco alterado (W_3 a $W_{1,2}$); grau de fracturação elevado a médio ($F_{1,2}$ a F_3); resistência elevada (S_2 ; ~120 - 160 MPa);
- ZG3: Granito grosseiro, pouco alterado a são ($W_{1,2}$); grau de fracturação elevado ($F_{1,2}$); resistência elevada a muito elevada ($S_{1,2}$; ~>160 MPa).

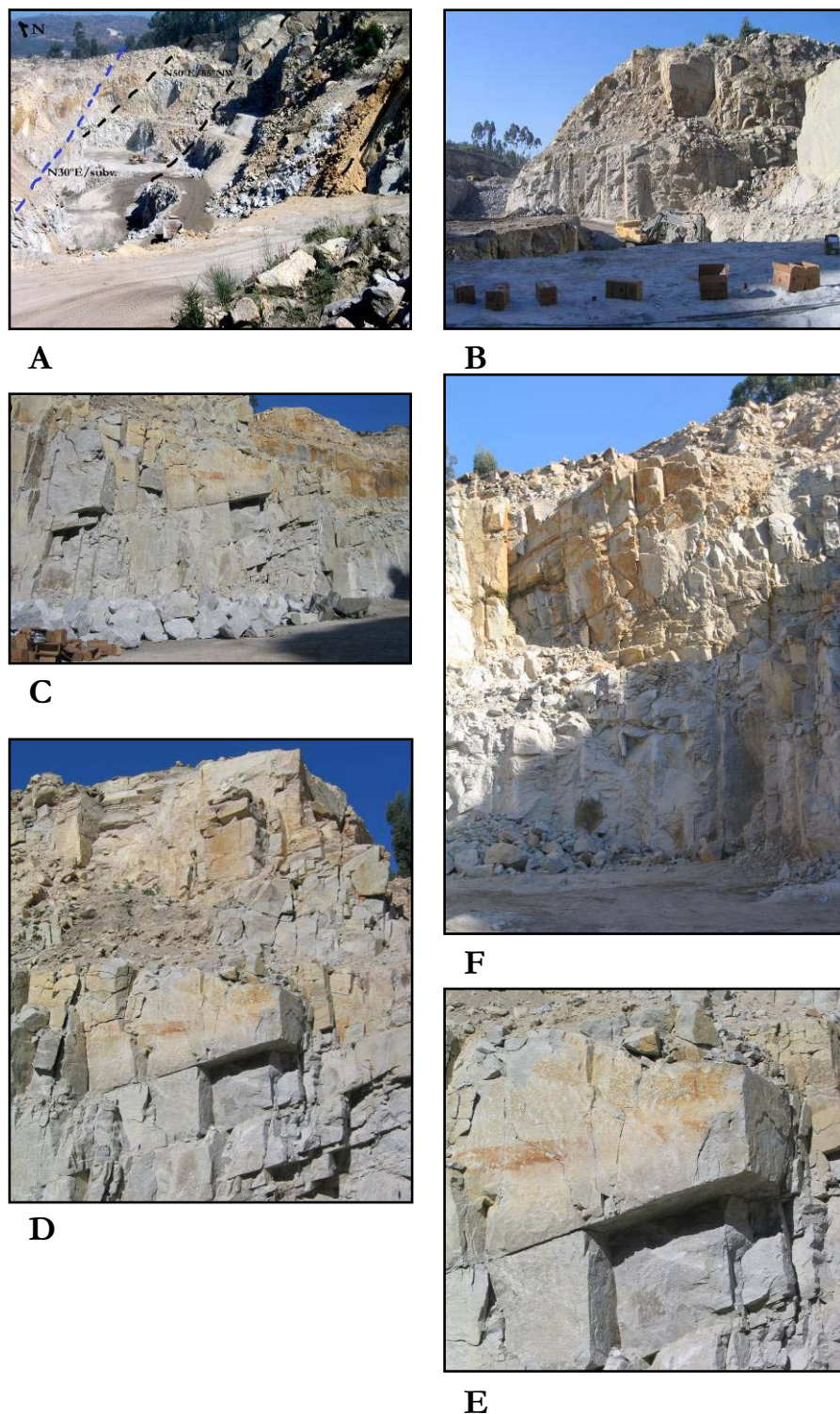


Figura 44. Aspectos do grau de fracturação e de alteração da pedraira da Mimosa. A) Perspectiva do topo Norte da pedraira, onde se evidencia o sistema de falhas predominante N30°E/subv. e um sistema N50°E/55°NW, relativamente espaçado, responsável pelo deslizamento próximo aos painéis 2, 5 e 9; B) Perspectiva da parte Sul da pedraira, evidenciando o diaclasamento N30°-40°E; C)/D)/E) Aspecto da compartimentação do maciço rochoso, com destaque para o sistema de fracturação sub-horizontal (< 25-30°SW); F) Aspecto do maciço com um grau de alteração acentuado (W₄).

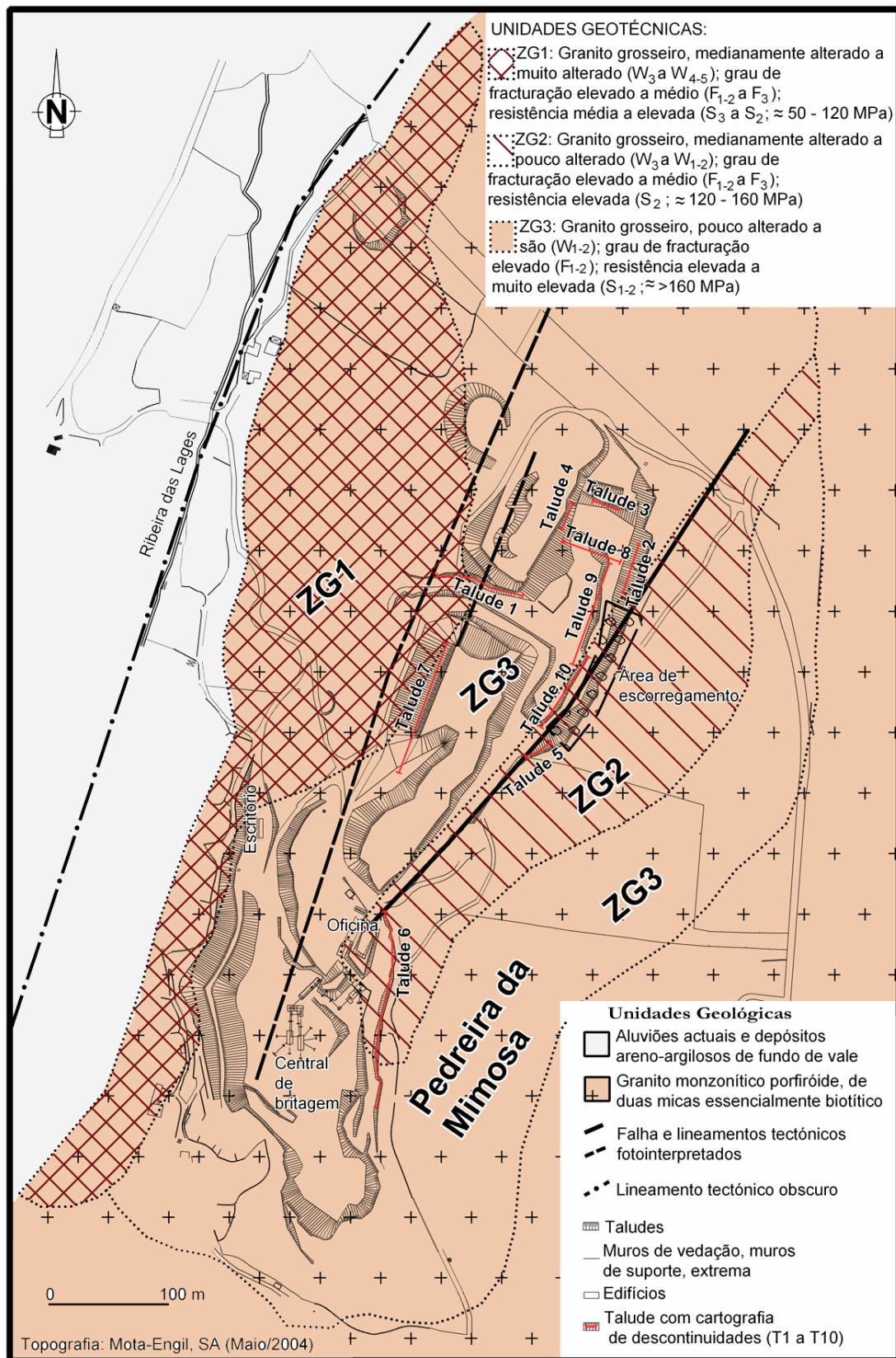


Figura 45. Esboço do zonamento geotécnico de superfície da área da pedra da Mimosa.

5
Conclusões

5. Conclusões

Com o presente trabalho pretendeu-se, sobretudo, dar ênfase à aplicação da técnica de amostragem linear em superfícies expostas de descontinuidades num maciço rochoso granítico. Assim, foi efectuado um levantamento sistemático de descontinuidades na pedreira da Mimosa para o estudo da compartimentação do maciço. A técnica de amostragem linear descrita, bem como o tratamento dos dados de terreno são de aplicação simples, sendo um método de execução expedita e que permite obter importantes informações sobre a compartimentação do maciço.

Do estudo geológico-geotécnico e geomecânico efectuado resultam as seguintes considerações:

- a ocorrência de uma fácies granítica de grão grosseiro, biotítico;
- o reconhecimento de uma rede de fracturação intensa e de falhas geológicas regionais, com orientação média NE-SW e NW-SE;
- o material-rocha granítico em termos de qualidade geotécnica apresenta um grau de fracturação médio a elevado [$F_{1,2}$ a F_3];
- o maciço globalmente pode ser classificado como granito pouco alterado [$W_{1,2}$] e, em alguns sectores, como medianamente alterado [W_3] a muito alterado [$W_{4,5}$];
- o maciço em termos de resistência à compressão uniaxial, através do esclerómetro portátil, conduziu em média a valores de 150-170 MPa (S_2) para as zonas menos alteradas ($W_{1,2}$). Por seu turno, nas zonas mais alteradas (W_3 e $W_{4,5}$) o ensaio apresenta valores de resistência média de cerca de 140 MPa e de 70 MPa (S_2), respectivamente.
- Esta abordagem integradora permitiu a execução de uma proposta de uma cartografia do zonamento geotécnico do georrecurso na perspectiva de se identificar as zonas de melhor qualidade geológico-geotécnica para auxiliar o planeamento da gestão racional das pedreiras.

No caso vertente, pretende-se que constitua um ponto de partida com vista à optimização dos diagramas de fogo principalmente nas suas direcções principais. Uma vez que nos diagramas de fogo é usual ter-se a frente livre perpendicular à direcção da família principal de descontinuidades (neste caso, o azimute médio N40°E) sugere-se como orientação preferencial da frente de trabalho para o desmonte, com recurso a explosivos, o azimute

N130°E. Com efeito, esta direcção será a mais favorável a considerar, embora se saiba, que não é possível desmontar apenas nesta direcção, pelo menos em tempos mais próximos, pois a pedreira está numa fase de definição da geometria das bancadas.

A aplicação da técnica de amostragem linear aplicada à caracterização da compartimentação de maciços rochosos fracturados poderá, assim, contribuir para aperfeiçoar uma gestão racional e sustentável dos georrecurso graníticos, especialmente os do Norte de Portugal e da Galiza, tendo em vista a sua exploração para fins vários, tais como a rocha ornamental, a brita, o “tout-venant”, o enrocamento e o balastro.

Em face do exposto, tendo em consideração os objectivos deste trabalho, recomenda-se que estudos futuros incidam sobre:

- prospecção geológica de superfície, recorrendo nomeadamente a estudos de cartografia geológico-estrutural a escalas convenientes da área dos maciços circunvizinhos;
- prospecção geotécnica exploratória das áreas adjacentes à pedreira, nomeadamente das partes Norte e, especialmente a Sul e a Leste, com vista à caracterização duma cartografia de zonamento geotécnico de superfície para uma correcta avaliação do georrecurso;
- Estudos de pormenor de fracturação e da geomecânica do maciço em algumas frentes para optimização dos calibres dos agregados resultantes do desmonte.

6

Referências Bibliográficas

6. Referências Bibliográficas

- AL-HARTHI, A. A. (2001) A field index to determine the strength characteristics of crushed aggregate *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 60: 193-200.
- AFONSO, M. J.; CHAMINÉ, H. I.; TRIGO, F.; PINHO, P. & CAMPOS-MATOS, A. (1999). Estudo geológico e geotécnico de um talude de S. Romão–Lousado (Vila Nova de Famalicão, NW de Portugal). *Geólogos, Revista do Departamento de Geologia da Universidade do Porto*, 5: 67-79.
- AYDIN, A. & BASU, A. (2005). The Schmidt hammer in rock material characterization. *Engineering Geology*, 41: 1211–14.
- AIRES-BARROS, L. (1991). *Alteração e alterabilidade de rochas*. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa, 384 pp.
- BOCH, H. (2006). Common ground in engineering geology, soil mechanics and rock mechanics: past, present and future. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 65: 209-216.
- BRADY, B. H. G. & BROWN, E. T. (2004). *Rock mechanics for underground mining*. George Allen & Unwin, London. 527 pp.
- BROWN, E. T. [ed.] (1981). *Rock characterization, testing & monitoring: ISRM suggested methods*. Pergamon Press, Oxford. 211 pp.
- BROWN, E. T. (1991). Da teoria à prática em mecânica das rochas. *Ingenium, Revista da Ordem dos Engenheiros*, Lisboa, Ano IV (48): 9-29.
- BRUM FERREIRA, A. (1978). Planaltos e montanhas do Norte da Beira: estudo de geomorfologia. *Memórias Centro Estudos Geográficos*, Lisboa, 4: 1-374.
- BRUM FERREIRA, A. (1979). Os mantos de alteração e o modelado das regiões graníticas: ideias recentes e orientações de pesquisa. *Finisterra*, Lisboa, 14 (28): 218-244.
- CABRAL, J. (1995). Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias Inst. Geol. Min.*, Lisboa, 31: 1-256.
- CABRAL, J. & RIBEIRO, A. (1988). *Carta neotectónica de Portugal Continental, escala 1/1000000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

-
- CARGILL J.S. & SHAKOOR A. (1990). Evaluation of empirical methods for measuring the uniaxial compressive strength of rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 27: 495–503.
- CALADO, C. (2001). *A ocorrência de água sulfúrea alcalina no Maciço Hespérico: quadro hidrogeológico e quimiogénese*. Universidade de Lisboa. 462 pp. (tese de doutoramento).
- CARVALHO, J. M. (2006). Prospecção e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos no Maciço Antigo Português: linhas metodológicas. Universidade de Aveiro. (Tese de Doutoramento).
- CARVALHO, J. M. & CHAMINÉ, H. I. (2004). O papel da fracturação e da alteração profunda em estudos de prospecção hidrogeológica: os casos das regiões de Oliveira de Azeméis e de Fafe (Maciço Ibérico, NW de Portugal). *Geociências, Rev. Univ. Aveiro*, 16: 13-31
- CFCFF - Committee on Fracture Characterization and Fluid Flow (1996). *Rock fractures and fluid flow: contemporary understanding and applications*. National Research Council, National Academy Press, 568 pp.
- CHAMINÉ, H. I. & GASPAR, A. F. (1995). Estudo da compartimentação de maciços rochosos pela técnica de amostragem linear. Aplicação a uma travessa da Mina de Carvão de Germunde. *Estudos, Notas & Trabalhos Inst. Geol. Min.*, Porto, 37: 97-111.
- CHAMINÉ, H. I.; DIAS, A. G. & DINIS DA GAMA, C. (2001). Estudo geológico e geomecânico do maciço granítico de Lamoso (Paços de Ferreira, NW de Portugal). *Geociências, Revista da Universidade de Aveiro*, 15: 79-92.
- CONDE, M. C.; DINIS DA GAMA, C. & LOPES, M. G. (2004) Correlação entre o comportamento mecânico de agregados e das rochas originais. *9º Congresso Nacional de Geotecnia*, Sociedade Portuguesa de Geotecnia, 1: 141-150.
- DAY, M. J. & GOUDIE, A. S. (1977). Field assessment of rock hardness using the Schmidt test hammer. *BGRG Technical Bulletin* 18: 19–29.
- DAVEAU, S. (1988). Comentários e actualizações ao Regime do Rios por Orlando Ribeiro. In: RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H. & DAVEAU, S., *Geografia de Portugal: o ritmo climático e a paisagem*. Editor João Sá da Costa, Lisboa, 2: 483-535.

-
- DEERE, D. U.; HENDRON, A. J.; PATTON, F. D. & CORDING, E. J. (1967). Design of surface and near surface construction in rock. In: FAIRHURST, C. (ed.), *Failure and breakage of rock, proceedings 8th U.S. symposium rock mechanics. Soc. Min. Engrs, Am. Inst. Min. Metall. Petrol. Engrs.*, pp. 237-302.
- DIAS, G.; NORONHA, F. & FERREIRA, N. [eds.] (2000). Variscan plutonism in the Central-Iberian Zone, Northern Portugal. *Eurogranites'2000 Field Meeting Guide Book*, UM/FCUP/IGM.
- DAVIS, G. & REYNOLDS, S. T. (1996). *Structural geology of rocks and regions*. 2nd edition, John Wiley & Sons, 776 pp.
- DINIS DA GAMA, C. (1991). Qualidade e patologia de obras geotécnicas. *4º Congresso Nacional de Geotecnia, Sociedade Portuguesa de Geotecnia*, Lisboa, 3: 1-20.
- DINIS DA GAMA, C. (1995). Aspectos geotécnicos y de fracturación en la explotación de Canteras. In: LÓPEZ JIMENO, C. (Ed.), *Cap. 10 del Manual de Rocas Ornamentales*. Entorno Gráfico. S.L., Madrid, pp.231-246.
- DINIS DA GAMA, C.; ARRAIS, C. & SANTOS, C. (1992). Dimensionamento racional de suportes em minas de carvão. *Geotecnia, Revista da Associação Portuguesa de Geotecnia*, Lisboa, 66: 45-62.
- ESPINHA MARQUES, J.; CHAMINÉ, H. I.; FONSECA, P. E.; GOMES, A.; TEIXEIRA, J.; CARVALHO, J. M.; MARQUES, J. M.; AIRES-BARROS, L. & SODRÉ BORGES, F. (2004). Aplicação da técnica de amostragem linear para estudo da compartimentação do maciço rochoso do sistema termomineral de Caldas do Moledo (Peso da Régua): implicações para a rede de fracturação regional. *Geociências, Revista da Universidade de Aveiro*, 16: 53-60.
- FERREIRA, N.; IGLÉSIAS, M.; NORONHA, F.; PEREIRA, E.; RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1987). Granitóides da Zona Centro-Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In: BEA; F.; CARNICERO; A.; GONZALO; J. C.; LÓPEZ PLAZA, M. & RODRÍGUEZ ALONSO, M. D.(eds), *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hesperico. Libro de Homenaje a L. C. García de Figuerola*. Editorial Rueda, Madrid. pp. 37-51.

-
- FERRER, M. & GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. [eds.] (1999). *Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos*. Publicaciones ITGE, Madrid. 81 pp, 41 fotografías.
- FOOKES, P. G. (1997). Geology for Engineers: the geological model, prediction and performance. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 30: 293-424.
- GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. I.; FERRER, M.; ORTUÑO, L. & OTEO, C. [coords.] (2002). *Ingeniería geológica*. Prentice Hall, Madrid, 715 pp.
- GOODMAN, R. (1993). *Engineering geology: rock in engineering construction*. John Wiley & Sons, New York, 412 pp.
- GOUDIE, A. S. (2006). The Schmidt hammer in geomorphological research. *Progress in Physical Geography*, 30 (6): 703–718
- GSE - Geological Society Engineering Group Working Party Report (1995). The description and classification of weathered rocks for engineering purposes. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 28 (3): 207-242.
- HACK, R.; AZZAM, R. & CHARLIER, R. [Eds.] (2004). Engineering geology for infrastructure planning in Europe: a european perspective. *Lecture Notes in Earth Sciences*, vol. 104. Springer-Verlag, Berlin. 801 pp.
- HART D. J. & WANG H. F. (1995). Laboratory measurements of a complete set of poroelastic moduli for Berea Sandstone and Indiana Limestone. *J. Geophys Research*, 100 (9): 17741-1751.
- HOEK, E. (2007). *Practical rock engineering*. RocScience: Hoek's Corner, 342 pp.
- HUCKA, V. (1965). A rapid method of determining the strength of rocks in situ. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 2: 127-134.
- HUDSON, J. A & PRIEST, S. D. (1983). Discontinuity frequency in rock masses. *Int. Jour. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 20: 73-89.
- IAEG – International Association Engineering Geology (1981a). Recommended symbols for engineering geological mapping. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 24: 227-234.

-
- IAEG – International Association Engineering Geology (1981b). Rock and soil description and classification for engineering geological mapping. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 24: 235-274.
- IAEG – International Association Engineering Geology (2005). Special purpose mapping for waste disposal sites. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 64: 1-54.
- ISRM - International Society of Rock Mechanics (1978). Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 15 (6): 319-368.
- ISRM - International Society of Rock Mechanics (1981). Basic geotechnical description of rock masses. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 18: 85-110.
- KAHRAMAN, S. (2001). Evaluation of simple methods for assessing the uniaxial compressive strength of rock. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 38: 981–94.
- KAHRAMAN, S., FENER M. & GUNAYDIN O. (2002). Predicting the Schmidt hammer values of in-situ intact rock from core sample values. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 39: 395-399.
- KATZ, O., RECHESA, Z. & ROEGIERSC J.-C. (2000). Evaluation of mechanical rock properties using a Schmidt Hammer. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 37: 723-728.
- KAZI, A. & AL-MOLKI, M. E. (1982). Empirical relationship between Los Angeles abrasion and aggregate impact value tests. In: *Proceedings 4th Congr. Int. Assoc. Eng. Geol.*, 6: 293-299.
- KOLAITI, E. & PAPADOPOULOS, Z. (1993). Evaluation of Schmidt rebound hammer testing: a critical approach. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 48: 69-76.
- LAMAS, L. N. (1989). Estudo da compartimentação de maciços rochosos por uma técnica de amostragem linear e dos blocos formados pelas descontinuidades. Aplicação a uma galeria do Alto Lindoso. In: *3^o Congresso Nacional Geotecnia, Sociedade Portuguesa de Geotecnia*, 3: C33-C44.
- LISBOA, J. V. & OLIVEIRA, D. (2005). Maciços graníticos de Antas–Matança e Esmolfe (Portugal): reconhecimento, caracterização e definição de áreas com potencialidade para exploração de granito ornamental. *Boletim Paranaense de Geociências*, UFPR, 52: 19-40.

-
- LISLE, R. J. & LEYSHON, P. R. (2004). *Stereographic projection techniques for geologists and civil engineers*. 2nd Edition, Cambridge University Press. 112 pp.
- MANDL, G. (2005). *Rock joints: the mechanical genesis*. Springer-Verlag, 221 pp.
- MARTINS, R.; MOREIRA, P.; SANTOS PEREIRA, C.; NETO, E.; PEREIRA, A. M.; TEIXEIRA, J.; VIEIRA, A. & CHAMINÉ, H. I., 2006. A técnica de amostragem linear aplicada a estudos de compartimentação de maciços rochosos no Norte de Portugal. In: *Actas do 10 ° Congresso Nacional de Geotecnia. Sociedade Portuguesa de Geotecnia / Univ. Nova de Lisboa*, 1: 255-264.
- MAZZOCOLA, D. F.; MILLAR, D.L. & HUDSON, J. A. (1997). Information, uncertainty and decision making in site investigation for rock engineering. *Geotechnical and Geological Engineering*, 15: 145-180.
- MELLO MENDES, F. (1967/68). *Mecânica das Rochas*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 346 pp.
- MEDEIROS, A. C.; PEREIRA, E. & MOREIRA, A. (1980). *Notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal, à escala 1/50000, folha 9-D (Penafiel)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 46 pp.
- MENDES, M. S. (2000). *Problemática ambiental e do ordenamento do território no Concelho de Penafiel*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 453 pp. (Tese de mestrado).
- MOTA & COMPANHIA, S.A. (2003). *Estudo do impacte ambiental do projecto de ampliação da pedreira n.º5612- Mimoso*. Relatório da Apubliambiente, Lisboa. 252 pp. (relatório inédito).
- NP EN1907-2 (2002). *Resistência à fragmentação: Coeficiente de Los Angeles*. Marcação CE Directiva 89/106/CE.
- OLIVEIRA, R., 1990. *Geologia de Engenharia: notas de aulas do curso de mestrado de geologia de engenharia*. Universidade Nova de Lisboa, Costa da Caparica. (policopiado).
- OLIVEIRA J.T., PEREIRA E., RAMALHO M., ANTUNES M.T., MONTEIRO J.H. (1992). *Carta Geológica de Portugal à escala 1/500 000*. 5ª Edição. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- PALMSTRÖM A. & SINGH R. (2001). The deformation modulus of rock masses: comparisons between in situ tests and indirect estimates. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 16 (3): 115-131.

-
- PALMSTRÖM, A. (1995). *RMi: a rock mass characterization system for rock engineering purposes*. University of Oslo, 400 p. (Tese de Doutoramento).
- PEACOCK, D. C. P (2006). Predicting variability in joint frequencies from boreholes. *J. Structural Geology*, 28: 353-361
- PEACOCK, D. C. P., HARRIS, S. D. & MAULDON, M. (2003). Use of curved scanlines and boreholes to predict fracture frequencies. *J. Struct. Geol.*, 25: 109-119.
- PEREIRA, J. (1985). *Caracterização geotécnica de maciços rochosos*. Universidade Nova de Lisboa. 404 pp. (Tese de mestrado).
- PLASENCIA, N. (2003). Geologia de engenharia em obras subterrâneas. In: PORTUGAL FERREIRA, M. (coord.), *A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos: recursos geológicos e formação*. Volume de Homenagem ao Prof. Doutor Coteló Neiva. *Série Investigação da Imprensa da Universidade*, Coimbra, 1: 199-210.
- PEDROSA, M. Y. [coord.] (1999). *Notícia Explicativa da Carta Hidrogeológica de Portugal, na escala 1/ 200 000. Folha 1*. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa. 70 pp. (+ 1 mapa).
- PEREIRA, E.; RIBEIRO, A.; CARVALHO, G. S.; NORONHA, F.; FERREIRA, N. & MONTEIRO, J. H. [coords.] (1989). *Carta Geológica de Portugal, escala 1/200000, Folha 1*. Serviços Geológicos de Portugal.
- PRIEST, S. D. (1993). *Discontinuity analysis for rock engineering*. Chapman and Hall, London. 473 pp.
- PRIEST, S. D. & HUDSON, J. A. (1981). Estimation of discontinuity spacing and trace length using scanline surveys. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr.*, 18: 183-197.
- RAMSAY, J. G. & HUBER, M. I., (1983). *The techniques of modern structural geology*. Vol 1: Strain Analysis, 307 pp. Academic Press Limited. London.
- RAMSAY, J. G. & HUBER, M. I., (1987). *The techniques of modern structural geology*. Vol 2: Folds and Fractures, 700 pp. Academic Press Limited. London.
- RIBEIRO, A. & CABRAL, J. (1992). Tectónica recente. In: PEREIRA, E. (Coord.). *Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000, Notícia Explicativa da Folha 1*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa. pp. 57.

-
- ROCHA, M. (1981). *Mecânica das Rochas*. LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 445 pp.
- ROGERS, J. D. (2002). Disappearing practice opportunities: why are owners and engineers taking increased risks? what can be done to counter this threat?. In: TEPEL R. E., ed., *Symposia on visioning the future of Engineering Geology: sustainability and stewardship. Association of Engineering Geologists and American Institute of Professional Geologists Annual Meeting*, Reno, pp. 41-59.
- RSAEEP – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (2000). Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (aprovado pelo decreto-lei nº235/83, de 31 de Maio). In: *Colecção Regulamentos, Anexo III- Elementos para quantificação da acção dos sismos*, Porto Editora, 4: 87-96.
- SANTOS PEREIRA, C. M. (2004). A técnica de amostragem linear: aplicação ao estudo geotécnico e geomecânico do maciço granítico da pedra da Mímosa (Cabeça Santa, Penafiel). Relatório de Projecto, Departamento de Eng. Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto. 47 pp., 28 anexos. (Relatório Inédito).
- SANTOS PEREIRA, C. M.; CHAMINÉ, H. I.; VIEIRA, A. R.; TEIXEIRA, J.; GOMES, A. & FONSECA, P. E. (2005). Geologia estrutural e geotecnia do maciço granítico do Alto da Cabeça Santa (NW de Portugal): implicações para a gestão do georrecurso da pedra da Mímosa. *Cadernos Lab. Xeol. Laxe, A Coruña*, 30: 39-56.
- SCHMIDT, E. (1951). A non-destructive concrete tester. *Concrete*, 59 (8): 34-35.
- SOARES DE CARVALHO, G. (1992). Depósitos quaternários e cenozóico indiferenciado. In: PEREIRA, E. (Coord.), *Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000. Notícia Explicativa da Folha 1*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa. 47-50 pp.
- SODRÉ BORGES, F. (2002). *Geologia Estrutural*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. (policopiado).
- SOUSA, L. R., 2000. Aspectos inovadores no projecto e construção de estruturas. In: 7º *Congresso Nacional de Geotecnia, Sociedade Portuguesa de Geotecnia*, Porto, pp. 1313-1373.
- SOUSA OLIVEIRA, C, SOUSA, M. L. & COSTA, A.C. (1999). Contribuição para a revisão da acção sísmica em Portugal Continental no contexto do Eurocódigo 8. In: 4º encontro

Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica/2ème Rencontre en Génie Parasismique des Pays Méditerranées, Simica'99, Faro, Algarve, pp. 153-164.

TERZAGHI, R. D. (1965). Sources of errors in joint surveys. *Geotechnique*, 15: 287-304.

TERZAGHI, K. & PECK, R. B. (1967). *Soil Mechanics in engineering practice*. Second edition, John Wiley and Sons, New York.

UNESCO (1976). *Engineering geological maps: a guide to their preparation*. UNESCO Press, Paris.

VIDAL ROMANI, J. R. & TWIDALE, C. R. (1999). Sheet fractures, other stress forms and some engineering implications. *Geomorphology*, 31 (1-4): 13-27.

YASSAR, E. & ERDOGAN, Y. (2004). Estimation of rock physicommechanical properties using hardness methods. *Engineering Geology*, 71: 281-88.

ZUQUETTE, L. V. & GANDOLFI, N. (2004). *Cartografia geotécnica*. Oficina de textos, Brasil, 189 pp.

ANEXOS

ANEXO I – Fichas de levantamento geotécnico

GEO MECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 1

Orientação: SE - NW
do Perfil N 110° E
da "Scanline" N 110° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 1
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo											água	Fav./Desf.	
1	1	granito	W 1-2		N 44° E 88° SE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
2	2,15	granito	W 1-2		N 44° E 88° SE	diacilase	fechada	(115) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
3	3,3	granito	W 1-2		N 144° E 86° SW	diacilase	fechada	(330) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
4	4,6	granito	W 1-2		N 108° E 20° SW	diacilase	fechada	(130) F 1-2	0,6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
5	5,5	granito	W 1-2		N 30° E 86° SE	diacilase	fechada	(335) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
6	6,3	granito	W 1-2		N 120° E 88° SW	diacilase	fechada	(170) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
7	6,9	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
8	7,3	granito	W 1-2		N 24° E 88° SE	diacilase	fechada	(40) F 3	7	obscura	C 3	R 3	não tem	não tem	fav.	esmagamento
9	7,7	granito	W 1-2		N 92° E 83° SW	diacilase	fechada	(140) F 1-2	7	obscura	C 3	R 3	não tem	não tem	fav.	esmagamento
10	8	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	esmagamento
11	8,4	granito	W 1-2		N 108° E 70° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
12	8,8	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 2

Orientação: SE - NW
do Perfil N 110° E
da "Scanline" N 110° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 1
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
13	9,9	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(110) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
14	11,3	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacfase	fechada	(140) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
15	11,4	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacfase	fechada	(10) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
16	13,4	granito	W 1-2		N 28° E 88° NW	diacfase	fechada	(200) F 1-2	2,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
17	14,1	granito	W 1-2		N 22° E 88° NW	diacfase	fechada	(70) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
18	14,5	granito	W 1-2		N 22° E 88° NW	diacfase	fechada	(40) F 3	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
19	14,8	granito	W 1-2		N 22° E 88° NW	diacfase	fechada	(30) F 3	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
20	15,3	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(50) F 3	6	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
21	15,9	granito	W 1-2		N 26° E 88° SE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
22	16,4	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(50) F 3	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
23	16,9	granito	W 1-2		N 34° E 82° SE	diacfase	fechada	(50) F 3	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
24	17,5	granito	W 1-2		N 26° E 88° SE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEO MECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 3

Orientação: SE - NW
do Perfil N 110° E
da "Scanline" N 110° E

Data: Maio de 2005

Localização: Painel 1
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações
			tipo													
25	17,9	granito	W 1-2		N 130° E 84° NE	falha	aberta	(950) F 1-2	4,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
26	18,9	granito	W 1-2		N 28° E 84° SE	diacfase	fechada	(140) F 1-2	13	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
27	19,6	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(70) F 1-2	1	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
28	20	granito	W 1-2		N 118° E 82° NE	falha	aberta	(210) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
29	20,2	granito	W 1-2		N 40° E 85° SE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
30	20,8	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
31	21,2	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(40) F 3	1	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
32	22,1	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacfase	fechada	(90) F 1-2	0,5	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
33	22,7	granito	W 1-2		N 34° E 88° SE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	1	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
34	23,5	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	1	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
35	23,9	granito	W 1-2		N 38° E 88° SE	diacfase	fechada	(40) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
36	24,7	granito	W 1-2		N 38° E 88° SE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 4

Orientação: SE - NW
do Perfil N 110° E
da "Scanline" N 110° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 1
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
37	25,7	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(100) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
38	27,2	granito	W 1-2		N 60° E 88° SE	falha	aberta	(150) F 1-2	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
39	29,5	granito	W 1-2		N 112° E 80° SW	diacfase	fechada	(950) F 1-2	4	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
40	32,2	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(500) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
41	33,8	granito	W 1-2		N 125° E 85° SW	diacfase	fechada	(430) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
42	35,7	granito	W 1-2		N 105° E 88° SW	diacfase	fechada	(190) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
43	35,9	granito	W 1-2		N 30° E 80° SE	diacfase	fechada	(370) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
44	37,2	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	falha	aberta	(130) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
45	39,8	granito	W 1-2		N 112° E 80° SW	diacfase	fechada	(410) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
46	41	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacfase	fechada	(380) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
47	41,5	granito	W 1-2		N 125° E 85° SW	diacfase	fechada	(170) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
48	43	granito	W 1-2		N 26° E 86° SE	diacfase	fechada	(200) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEO MECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 5

Orientação: SE - NW
do Perfil N 110° E
da "Scanline" N 110° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 1
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	Fav./Desf.										água		
49	43,7	granito	W 1-2		N 20° E 88° SE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
50	43,8	granito	W 1-2		N 95° E 78° SW	diacilase	fechada	(230) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
51	44,1	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacilase	fechada	(40) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
52	44,7	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
53	46,1	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
54	47,3	granito	W 1-2		N 26° E 86° SE	diacilase	fechada	(120) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
55	50,3	granito	W 1-2		N 30° E 84° SE	diacilase	fechada	(300) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
56	55,5	granito	W 3		N 17° E 80° SE	diacilase	fechada	(520) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
57	55,9	granito	W 3		N 26° E 82° SE	diacilase	fechada	(40) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
58	68,4	granito	W 3		N 30° E 60° NW	falha	aberta	(1250) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 4-5	argiloso	humidade	desf.	zona muito microcristalizada c/filão de quartzo de 6 cm
59	69,9	granito	W 3		N 30° E 86° SE	diacilase	fechada	(150) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
60	74,2	granito	W 3		N 64° E 86° SE	diacilase	fechada	(430) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEO MECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 6

Orientação: NE -SW
do Perfil N 200° E
da "Scanline" N 200° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 2
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
61	0	granito	W 1-2		N 130° E 88° SW	diacfase	fechado	(0) F 4-5	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
62	2	granito	W 1-2		N 136° E 86° SW	diacfase	fechado	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
63	3,6	granito	W 1-2		N 128° E 86° SW	diacfase	fechado	(160) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
64	4,3	granito	W 1-2		N 136° E 88° SW	diacfase	fechado	(70) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
65	5	granito	W 1-2		N 160° E 68° NE	diacfase	fechado	(70) F 1-2	6	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
66	5,6	granito	W 1-2		N 154° E 72° NE	diacfase	fechado	(60) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
67	7	granito	W 1-2		N 146° E 80° SW	diacfase	fechado	(140) F 1-2	15	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
68	7,3	granito	W 1-2		N 144° E 88° NE	diacfase	fechado	(30) F 3	17	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
69	7,5	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacfase	fechado	(20) F 4-5	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
70	9,5	granito	W 1-2		N 150° E 50° SW	diacfase	fechado	(200) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
71	11	granito	W 1-2		N 160° E 68° NE	diacfase	fechado	(150) F 1-2	15	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
72	13	granito	W 1-2		N 154° E 72° NE	diacfase	fechado	(200) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEO MECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 7

Orientação: NE -SW
do Perfil N 200° E
da "Scanline" N 200° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 2
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir. /Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
73	17,2	granito	W 1-2		N 146° E 88° NE	diacilase	fechado	(420) F 1-2	17	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
74	18,1	granito	W 1-2		N 140° E 74° NE	diacilase	fechado	(90) F 1-2	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
75	18,5	granito	W 1-2		N 130° E 42° SW	diacilase	fechado	(40) F 3	15	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
76	20,3	granito	W 1-2		N 110° E 78° SW	diacilase	fechado	(180) F 1-2	13	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
77	21,2	granito	W 1-2		N 150° E 86° NE	diacilase	fechado	(90) F 1-2	14	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
78	21,4	granito	W 1-2		N 150° E 86° NE	diacilase	fechado	(20) F 4-5	15	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
79	21,7	granito	W 1-2		N 150° E 86° NE	diacilase	fechado	(30) F 3	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
80	22	granito	W 1-2		N 140° E 84° NE	diacilase	fechado	(30) F 3	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
81	24,2	granito	W 1-2		N 146° E 84° NE	diacilase	fechado	(220) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
82	24,5	granito	W 1-2		N 66° E 44° SE	diacilase	fechado	(2450) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
83	26,1	granito	W 1-2		N 80° E 54° SE	diacilase	fechado	(160) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
84	26,7	granito	W 1-2		N 36° E 78° SE	diacilase	fechado	(60) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEO MECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 8

Orientação: NE -SW
do Perfil N 200° E
da "Scanline" N 200° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 2
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
85	27,2	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechado	(300) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
86	29,8	granito	W 1-2		N 38° E 44° NW	diacilase	fechado	(310) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
87	30,8	granito	W 1-2		N 136° E 84° NE	diacilase	fechado	(360) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
88	32,1	granito	W 1-2		N 118° E 82° SW	diacilase	fechado	(130) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
89	32,7	granito	W 1-2		N 138° E 86° NE	diacilase	fechado	(60) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
90	32,8	granito	W 1-2		N 138° E 86° NE	diacilase	fechado	(10) F 4-5	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
91	32,9	granito	W 1-2		N 138° E 86° NE	diacilase	fechado	(10) F 4-5	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
92	34	granito	W 1-2		N 20° E 12° NW	diacilase	fechado	(3400) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
93	34,6	granito	W 1-2		N 164° E 86° SW	diacilase	fechado	(170) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
94	36,9	granito	W 1-2		N 140° E 88° NE	diacilase	fechado	(230) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
95	37,7	granito	W 1-2		N 122° E 84° SW	diacilase	fechado	(80) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
96	38	granito	W 1-2		N 138° E 86° NE	diacilase	fechado	(30) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 9

Orientação: NE -SW
do Perfil N 200° E
da "Scanline" N 200° E

Data: Maio de 2005

Localização: Painei 2
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade e nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de	Tipo de Cunha	Observações
				Tipo												
97	39,3	granito	W 1-2		N 40° E 20° NW	diacfase	fechado	(950) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	água	Fav./Desf.	
98	40,5	granito	W 1-2		N 140° E 88° NE	diacfase	fechado	(250) F1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem		desf.	
99	43	granito	W 1-2		N 140° E 88° SW	diacfase	fechado	(250) F1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem		fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 10

Orientação: SE - NW
do Perfil N 50° E
da "Scanline" N 50° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 3
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
100	0,3	granito	W 1-2		N 30° E 24° SE	diacilase	fechada	(30) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
101	0,5	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(50) F3	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
102	0,6	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
103	0,75	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(15) F 4-5	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
104	1,3	granito	W 1-2		N 148° E 80° NE	diacilase	fechada	(55) F 3	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
105	1,5	granito	W 1-2		N 148° E 80° NE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
106	1,7	granito	W 1-2		N 50° E 74° SE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
107	4	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(250) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
108	5,5	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(150) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
109	6	granito	W 1-2		N 130° E 88° SW	diacilase	fechada	(50) F3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
110	7,3	granito	W 1-2		N 62° E 88° SE	diacilase	fechada	(330) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
111	9	granito	W 1-2		N 88° E 82° NW	diacilase	fechada	(170) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 11

Orientação: SE - NW
do Perfil N 50° E
da "Scanline" N 50° E

Data: Maio de 2005

Localização: Paimel 3
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
112	9,1	granito	W 1-2		N 166° E 82° SW	diacfase	fechada	(310) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
113	9,8	granito	W 1-2		N 130° E 88° NE	diacfase	fechada	(70) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
114	9,9	granito	W 1-2		N 130° E 88° NE	diacfase	fechada	(10) F 4-5	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
115	10,9	granito	W 1-2		N 50° E 76° SE	diacfase	fechada	(190) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
116	12,2	granito	W 1-2		N 110° E 86° SW	diacfase	fechada	(230) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
117	13	granito	W 1-2		N 130° E 88° SW	diacfase	fechada	(80) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
118	13,1	granito	W 1-2		N 130° E 88° SW	diacfase	fechada	(10) F 4-5	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
119	13,2	granito	W 1-2		N 130° E 88° SW	diacfase	fechada	(10) F 4-5	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
120	15	granito	W 1-2		N 100° E 82° SW	diacfase	fechada	(180) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
121	15,1	granito	W 1-2		N 120° E 88° SW	diacfase	fechada	(10) F 4-5	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
122	15,4	granito	W 1-2		N 132° E 86° SW	diacfase	fechada	(30) F 3	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
123	17,1	granito	W 1-2		N 122° E 80° SW	diacfase	fechada	(170) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 12

Orientação: SE - NW
do Perfil N 50° E
da "Scanline" N 50° E

Data: Maio de 2005

Localização: Painei 3
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade e nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações
				Tipo												
124	17,6	granito	W 1-2		N 100° E 86° NE	diaclase	fechada	(50) F3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
125	19,2	granito	W 1-2		N 110° E 88° NE	diaclase	fechada	(160) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
126	19,3	granito	W 1-2		N 140° E 88° NE	diaclase	fechada	(10) F 4-5	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
127	19,5	granito	W 1-2		N 18° E 88° NW	diaclase	fechada	(860) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
128	20,5	granito	W 1-2		N 106° E 88° SW	diaclase	fechada	(120) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
129	20,6	granito	W 1-2		N 50° E 88° SE	falha	aberta	(110) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 13

Orientação: SE - NW
do Perfil N 120° E
da "Scanline" N 120° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 4
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
130	0,8	granito	W 1-2		N 34° E 86° SE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
131	1,4	granito	W 1-2		N 138° E 62° NE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
132	4,7	granito	W 1-2		N 28° E 88° NW	diacilase	fechada	(390) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
133	4,8	granito	W 1-2		N 28° E 88° NW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
134	7,6	granito	W 1-2		N 34° E 88° SE	diacilase	fechada	(280) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	argiloso 2mm	humidade	desf.	
135	9,3	granito	W 1-2		N 16° E 80° SE	diacilase	fechada	(170) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
136	9,8	granito	W 1-2		N 132° E 4° SW	diacilase	fechada	(980) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
137	12,6	granito	W 1-2		N 154° E 30° NE	diacilase	fechada	(1120) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
138	12,8	granito	W 1-2		N 30° E 86° SE	diacilase	fechada	(350) F1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
139	15,6	granito	W 1-2		N 18° E 84° SE	diacilase	fechada	(280) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	zona de esmagamento
140	16,9	granito	W 1-2		N 30° E 78° SE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
141	18,1	granito	W 1-2		N 128° E 88° SW	diacilase	fechada	(550) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 14

Orientação: SE - NW
do Perfil N 120° E
da "Scanline" N 120° E

Data: Junho de 2005

Localização: Painei 4
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidad	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude	Tipo de	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de	Tipo de Cunha	Observações
			Dir./Inc.	Tipo												
e nº	origem (m) D		Dir./Inc.	Tipo												
142	19,9	granito	N 136° E 88° SW	W 1-2	diacilase	fechada	(180) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	água	Fav./Desf.	
143	20	granito	N 56° E 64° NW	W 1-2	diacilase	fechada	(310) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		fav.	
144	22	granito	N 150° E 82° SW	W 1-2	diacilase	fechada	(210) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		fav.	
145	22,5	granito	N 42° E 86° SE	W 1-2	diacilase	fechada	(250) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		desf.	
146	23,2	granito	N 12° E 60° SE	W 1-2	diacilase	fechada	(70) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		desf.	
147	23,4	granito	N 134° E 88° SW	W 1-2	diacilase	fechada	(140) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		fav.	
148	23,6	granito	N 30° E 84° NW	W 1-2	diacilase	fechada	(40) F 3	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 15

Orientação: NE - SW
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Junho de 2005

Localização: Painei 5
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidad e nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações
				Tipo												
149	1,1	granito	W 1-2		N 50° E 78° SE	diacfase	fechado	(110) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
150	2,3	granito	W 1-2		N 112° E 86° NE	diacfase	fechado	(230) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
151	4,5	granito	W 1-2		N 26° E 86° SE	diacfase	fechado	(340) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
152	11,1	granito	W 1-2		N 28° E 88° SE	diacfase	fechado	(660) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
153	13	granito	W 1-2		N 92° E 62° SW	diacfase	fechado	(190) F 1-2	1,5	descontinuidade	C 1-2	R 3	argiloso	humidade	desf.	
154	18	granito	W 1-2		N 30° E 8° SE	falha	aberta	(1800) F 1-2	20	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
155	20	granito	W 1-2		N 30° E 86° SE	falha	aberta	(700) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 16

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
156	0,7	granito	W 4-5		N 120° E 86° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
157	1,6	granito	W 4-5		N 10° E 70° SE	diacilase	fechada	(160) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
158	1,8	granito	W 4-5		N 134° E 58° NE	diacilase	fechada	(110) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
159	2	granito	W 4-5		N 48° E 26° SE	diacilase	fechada	(40) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
160	2,2	granito	W 4-5		N 48° E 26° SE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
161	2,3	granito	W 4-5		N 34° E 80° SE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
162	2,4	granito	W 4-5		N 120° E 70° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
163	2,8	granito	W 4-5		N 36° E 10° SE	diacilase	fechada	(280) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
164	3,4	granito	W 4-5		N 136° E 66° NE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
165	3,5	granito	W 4-5		N 136° E 70° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
166	4,3	granito	W 4-5		N 146° E 70° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
167	4,45	granito	W 4-5		N 146° E 68° NE	diacilase	fechada	(15) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 17

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo	água										Fav./Desf.		
168	5	granito	W 4-5		N 130° E 30° SW	diacfase	fechada	(55) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
169	5,2	granito	W 4-5		N 42° E 80° NW	diacfase	fechada	(290) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
170	6,6	granito	W 4-5		N 124° E 78° NE	diacfase	fechada	(160) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
171	7,3	granito	W 4-5		N 132° E 60° NE	diacfase	fechada	(70) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
172	7,6	granito	W 4-5		N 146° E 66° NE	diacfase	fechada	(30) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
173	8,1	granito	W 4-5		N 10° E 6° SE	diacfase	fechada	(530) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
174	8,2	granito	W 4-5		N 100° E 86° NE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
175	8,3	granito	W 4-5		N 30° E 58° SE	diacfase	fechada	(310) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
176	8,4	granito	W 4-5		N 4° E 66° SE	diacfase	fechada	(10) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
177	8,7	granito	W 4-5		N 144° E 56° NE	diacfase	fechada	(50) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	filão de quartzo c/ 5 cm
178	9	granito	W 4-5		N 42° E 88° NW	diacfase	fechada	(60) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
179	9,1	granito	W 4-5		N 126° E 62° NE	diacfase	fechada	(40) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 18

Orientação: S - N

do Perfil N 170° E

da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6

Pedreira da Mimosa

Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir. / Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	Fav. / Desf.										água	Fav. / Desf.	
180	9,9	granito	W 4-5		N 132° E 64° NE	diacfase	fechada	(30) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
181	10,3	granito	W 4-5		N 128° E 74° NE	diacfase	fechada	(40) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
182	11,5	granito	W 4-5		N 118° E 80° NE	diacfase	fechada	(120) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
183	11,8	granito	W 4-5		N 84° E 88° NW	diacfase	fechada	(280) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	fião de quartzo c/ 5 cm
184	13,2	granito	W 4-5		N 158° E 56° NE	diacfase	fechada	(170) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
185	13,25	granito	W 4-5		N 166° E 50° SW	diacfase	fechada	(5) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
186	13,3	granito	W 4-5		N 150° E 40° NE	diacfase	fechada	(5) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
187	13,6	granito	W 4-5		N 38° E 86° NW	diacfase	fechada	(180) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
188	14,2	granito	W 4-5		N 92° E 80° SW	diacfase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
189	14,7	granito	W 4-5		N 30° E 30° NW	diacfase	fechada	(50) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	fião de quartzo c/ 5 cm
190	15	granito	W 4-5		N 55° E 42° NW	diacfase	fechada	(30) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
191	15,8	granito	W 4-5		N 140° E 26° SW	diacfase	fechada	(250) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 19

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
192	15,5	granito	W 4-5		N 12° E 72° SE	diacilase	fechada	(50) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
193	16,4	granito	W 4-5		N 40° E 82° SE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
194	16,7	granito	W 4-5		N 40° E 82° SE	diacilase	fechada	(30) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
195	16,8	granito	W 4-5		N 40° E 82° SE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
196	16,85	granito	W 4-5		N 40° E 82° SE	diacilase	fechada	(5) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
197	16,9	granito	W 4-5		N 40° E 82° SE	diacilase	fechada	(5) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
198	17,4	granito	W 4-5		N 160° E 20° SW	diacilase	fechada	(160) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
199	17,6	granito	W 4-5		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
200	17,7	granito	W 4-5		N 120° E 80° NE	diacilase	fechada	(30) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
201	18,9	granito	W 4-5		N 150° E 80° NE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
202	18,5	granito	W 4-5		N 42° E 80° SE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
203	18,7	granito	W 4-5		N 34° E 82° SE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 20

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo	W 4-5										água	Fav./Desf.	
204	19,4	granito		W 4-5	N 94° E 80° NE	diacilase	fechada	(50) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
205	19,7	granito		W 4-5	N 15° E 88° SE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
206	20	granito		W 4-5	N 130° E 70° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
207	21,2	granito		W 4-5	N 145° E 20° SW	diacilase	fechada	(120) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
208	21,5	granito		W 4-5	N 32° E 88° SE	diacilase	fechada	(180) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
209	21,9	granito		W 4-5	N 130° E 70° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
210	22,1	granito		W 4-5	N 130° E 70° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
211	24,7	granito		W 4-5	N 165° E 70° NE	diacilase	fechada	(270) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
212	24,8	granito		W 4-5	N 20° E 82° SE	diacilase	fechada	(330) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
213	25,7	granito		W 4-5	N 30° E 82° SE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
214	26	granito		W 4-5	N 45° E 80° SE	diacilase	fechada	(30) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
215	27,6	granito		W 4-5	N 50° E 88° SE	diacilase	fechada	(160) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	filão de quartzo c/ 2,5 cm

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 21

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	Tipo de Cunha										água	Fav./Desf.	
216	28,4	granito	W 4-5		N 50° E 88° SE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
217	31,2	granito	W 4-5		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(280) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
218	32,1	granito	W 4-5		N 138° E 56° SW	diacilase	fechada	(740) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
219	32,2	granito	W 4-5		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
220	32,25	granito	W 4-5		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(15) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
221	34,2	granito	W 4-5		N 44° E 85° SE	diacilase	fechada	(195) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
222	35,8	granito	W 4-5		N 32° E 80° SE	diacilase	fechada	(160) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
223	36	granito	W 4-5		N 32° E 80° SE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
224	36,5	granito	W 4-5		N 20° E 18° NW	diacilase	fechada	(2840) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
225	40,7	granito	W 4-5		N 10° E 24° NW	diacilase	fechada	(420) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
226	41,7	granito	W 4-5		N 112° E 88° NE	diacilase	fechada	(960) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
227	42,6	granito	W 4-5		N 150° E 64° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 22

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo											água	Fav./Desf.	
228	42,7	granito	W 4-5		N 150° E 64° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
229	43,2	granito	W 4-5		N 70° E 88° NW	diacilase	fechada	(720) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
230	44,5	granito	W 4-5		N 140° E 78° SW	diacilase	fechada	(180) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
231	45	granito	W 4-5		N 120° E 82° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
232	46,5	granito	W 4-5		N 150° E 80° NE	diacilase	fechada	(150) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
233	46,9	granito	W 4-5		N 30° E 42° SE	diacilase	fechada	(370) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
234	48,4	granito	W 4-5		N 180° E 78° W	diacilase	fechada	(190) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
235	49,1	granito	W 4-5		N 130° E 70° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
236	49,7	granito	W 4-5		N 125° E 78° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
237	51,5	granito	W 4-5		N 150° E 80° NE	diacilase	fechada	(180) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
238	51,8	granito	W 4-5		N 30° E 30° NW	diacilase	fechada	(490) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
239	53,3	granito	W 4-5		N 150° E 80° NE	diacilase	fechada	(180) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 23

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir. / Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo											água	Fav./Desf.	
240	53,4	granito	W 4-5		N 150° E 80° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
241	53,6	granito	W 4-5		N 40° E 40° NW	diacilase	fechada	(180) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
242	53,7	granito	W 4-5		N 40° E 70° SE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
243	53,9	granito	W 4-5		N 140° E 65° NE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
244	54,2	granito	W 4-5		N 140° E 65° NE	diacilase	fechada	(30) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
245	54,3	granito	W 4-5		N 15° E 80° NW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
246	54,4	granito	W 4-5		N 170° E 88° SW	diacilase	fechada	(20) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
247	54,5	granito	W 4-5		N 54° E 62° SE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
248	54,6	granito	W 4-5		N 54° E 62° SE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	2,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
249	54,8	granito	W 4-5		N 30° E 76° NW	diacilase	fechada	(20) F 4-5	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
250	56,7	granito	W 4-5		N 170° E 35° SW	diacilase	fechada	(230) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
251	57,1	granito	W 4-5		N 30° E 72° SE	diacilase	fechada	(230) F 1-2	2,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 24

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
252	66	granito	W 4-5		N 160° E 82° NE	diacilase	fechada	(930) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
253	68,5	granito	W 4-5		N 34° E 72° SE	diacilase	fechada	(1140) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
254	69	granito	W 4-5		N 150° E 52° SW	diacilase	fechada	(300) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
255	69,2	granito	W 4-5		N 150° E 52° SW	diacilase	fechada	(20) F 4-5	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
256	69,4	granito	W 4-5		N 22° E 74° NW	diacilase	fechada	(90) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
257	69,5	granito	W 4-5		N 130° E 88° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	2,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
258	71,6	granito	W 4-5		N 36° E 76° SE	diacilase	fechada	(220) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
259	71,7	granito	W 4-5		N 130° E 88° SW	diacilase	fechada	(220) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
260	71,8	granito	W 4-5		N 42° E 64° SE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
261	71,9	granito	W 4-5		N 122° E 84° SW	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
262	72	granito	W 4-5		N 130° E 60° SW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
263	72,1	granito	W 4-5		N 48° E 72° SE	diacilase	fechada	(30) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 25

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo											água	Fav./Desf.	
264	73	granito	W 4-5		N 136° E 76° SW	diaclyse	fechada	(100) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
265	73,2	granito	W 4-5		N 150° E 8° SW	diaclyse	fechada	(3250) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
266	73,3	granito	W 4-5		N 22° E 88° NW	diaclyse	fechada	(120) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
267	73,8	granito	W 4-5		N 130° E 76° SW	diaclyse	fechada	(80) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
268	73,9	granito	W 4-5		N 2° E 78° SE	diaclyse	fechada	(60) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
269	75	granito	W 4-5		N 22° E 88° SE	diaclyse	fechada	(110) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
270	76,1	granito	W 4-5		N 122° E 50° SW	diaclyse	fechada	(230) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
271	76,3	granito	W 4-5		N 46° E 86° NW	diaclyse	fechada	(130) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
272	79,2	granito	W 4-5		N 42° E 36° NW	diaclyse	fechada	(290) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
273	79,5	granito	W 4-5		N 2° E 70° SE	diaclyse	fechada	(30) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
274	81	granito	W 4-5		N 10° E 76° SE	diaclyse	fechada	(150) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
275	81,7	granito	W 4-5		N 50° E 82° SE	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 26

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir. / Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
276	82,5	granito	W 4-5		N 10° E 84° SE	diacilase	fechada	(40) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
277	82,8	granito	W 4-5		N 50° E 70° NW	diacilase	fechada	(30) F 3	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
278	83,1	granito	W 4-5		N 50° E 70° NW	diacilase	fechada	(30) F 3	-1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
279	83,3	granito	W 4-5		N 50° E 70° NW	diacilase	fechada	(20) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
280	83,4	granito	W 4-5		N 50° E 70° NW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
281	83,5	granito	W 4-5		N 50° E 70° NW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
282	83,9	granito	W 3		N 118° E 62° SW	diacilase	fechada	(780) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
283	84,8	granito	W 3		N 160° E 72° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
284	85,3	granito	W 3		N 10° E 2° NW	diacilase	fechada	(1210) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
285	85,5	granito	W 3		N 70° E 86° SE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
286	85,7	granito	W 3		N 178° E 86° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
287	85,8	granito	W 3		N 178° E 86° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 27

Orientação: S - N

do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
288	86,6	granito	W 3		N 178° E 86° NE	diacilase	fechada	(50) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
289	86,7	granito	W 3		N 20° E 80° NW	diacilase	fechada	(120) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
290	87,4	granito	W 3		N 24° E 70° SE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
291	87,6	granito	W 3		N 20° E 40° SE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
292	87,7	granito	W 3		N 60° E 82° SE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
293	88,8	granito	W 3		N 124° E 80° NE	diacilase	fechada	(220) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
294	89,1	granito	W 3		N 22° E 82° SE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
295	89,4	granito	W 3		N 40° E 22° SE	diacilase	fechada	(410) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
296	89,7	granito	W 3		N 154° E 56° SW	diacilase	fechada	(90) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
297	90,5	granito	W 3		N 140° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
298	90,8	granito	W 3		N 70° E 72° NW	diacilase	fechada	(170) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
299	91,2	granito	W 3		N 12° E 40° NW	diacilase	fechada	(40) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 28

Orientação: S - N

do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Nome: Carlos Pereira

Localização: Paimel 6

Pedreira da Mimosa

Rubrica: CP

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir. / Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
300	91,6	granito	W 3		N 40° E 64° SE	diaclyse	fechada	(40) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
301	95,3	granito	W 3		N 160° E 60° NE	diaclyse	fechada	(480) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
302	97	granito	W 3		N 160° E 60° NE	diaclyse	fechada	(170) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
303	97,7	granito	W 3		N 160° E 60° NE	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
304	98	granito	W 3		N 10° E 50° SE	diaclyse	fechada	(640) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
305	98,4	granito	W 3		N 54° E 72° SE	diaclyse	fechada	(40) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
306	99,1	granito	W 3		N 54° E 72° SE	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
307	99,2	granito	W 3		N 58° E 78° SE	diaclyse	fechada	(10) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
308	99,8	granito	W 3		N 10° E 34° SE	diaclyse	fechada	(60) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
309	102,4	granito	W 3		N 150° E 86° SW	diaclyse	fechada	(470) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
310	102,5	granito	W 3		N 150° E 86° SW	diaclyse	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
311	102,7	granito	W 3		N 150° E 86° SW	diaclyse	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOMECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 29

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
312	102,8	granito	W 3		N 38° e 50° NW	diaclyse	fechada	(300) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
313	103,3	granito	W 3		N 150° E 86° NE	diaclyse	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
314	103,5	granito	W 3		N 30° E 70° SE	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
315	104	granito	W 3		N 30° E 70° SE	diaclyse	fechada	(50) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
316	104,5	granito	W 3		N 150° E 42° NE	diaclyse	fechada	(120) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
317	105	granito	W 3		N 150° E 42° NE	diaclyse	fechada	(50) F 3	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
318	105,1	granito	W 3		N 30° E 82° SE	diaclyse	fechada	(110) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
319	105,7	granito	W 3		N 30° E 82° SE	diaclyse	fechada	(60) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
320	108	granito	W 3		N 52° E 88° SE	diaclyse	fechada	(230) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
321	108,2	granito	W 3		N 52° E 88° SE	diaclyse	fechada	(20) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
322	109,2	granito	W 3		N 170° E 76° NE	diaclyse	fechada	(420) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
323	109,5	granito	W 3		N 42° E 84° NW	diaclyse	fechada	(130) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOMECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 30

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Painel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações
			Tipo													
324	112,8	granito	W 3		N 148° E 70° NE	diacilase	fechada	(360) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
325	112,9	granito	W 3		N 144° E 68° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
326	113,3	granito	W 3		N 144° E 68° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
327	113,7	granito	W 3		N 110° E 66° SW	diacilase	fechada	(40) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
328	115	granito	W 3		N 164° E 70° NE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
329	115,1	granito	W 3		N 50° E 48° NW	diacilase	fechada	(560) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
330	115,7	granito	W 3		N 150° E 70° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
331	115,9	granito	W 3		N 150° E 70° NE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
332	117	granito	W 3		N 20° E 2° NW	diacilase	fechada	(2760) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
333	118	granito	W 3		N 40° E 80° NW	diacilase	fechada	(290) F 1-2	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
334	120,8	granito	W 3		N 70° E 64° SE	diacilase	fechada	(280) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
335	122,5	granito	W 3		N 44° E 80° NW	diacilase	fechada	(170) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 31

Orientação: S - N

do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
336	123	granito	W 3		N 146° E 70° NE	diaclyse	fechada	(710) F 1-2	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
337	123,5	granito	W 3		N 54° E 88° NW	diaclyse	fechada	(100) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
338	124,5	granito	W 3		N 40° E 84° NW	diaclyse	fechada	(100) F 1-2	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
339	126,3	granito	W 3		N 148° E 72° NE	diaclyse	fechada	(330) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
340	127	granito	W 3		N 48° E 88° NW	diaclyse	fechada	(250) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
341	128,3	granito	W 3		N 136° E 72° NE	diaclyse	fechada	(200) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
342	128,5	granito	W 3		N 42° E 88° NW	diaclyse	fechada	(150) F 1-2	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
343	128,6	granito	W 3		N 100° E 4° NE	diaclyse	fechada	(1160) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
344	128,7	granito	W 3		N 20° E 76° NW	diaclyse	fechada	(20) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
345	129,9	granito	W 3		N 38° E 76° SE	diaclyse	fechada	(120) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
346	130,4	granito	W 3		N 92° E 60° SE	diaclyse	fechada	(50) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
347	130,5	granito	W 3		N 80° E 56° SE	diaclyse	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 32

Orientação: S - N

do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
348	131,2	granito	W 3		N 110° E 64° SW	diacfase	fechada	(290) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
349	133,6	granito	W 3		N 156° E 88° SW	diacfase	fechada	(240) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
350	134,5	granito	W 3		N 80° E 64° SE	diacfase	fechada	(400) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
351	135	granito	W 3		N 6° E 84° SE	diacfase	fechada	(50) F 3	0,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
352	135,9	granito	W 3		N 80° E 68° SE	diacfase	fechada	(90) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
353	137,9	granito	W 3		N 130° E 88° SW	diacfase	fechada	(430) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
354	138,2	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(30) F 3	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
355	138,3	granito	W 3		N 44° E 88° NW	diacfase	fechada	(240) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
356	138,4	granito	W 3		N 44° E 88° NW	diacfase	fechada	(10) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
357	138,8	granito	W 3		N 30° E 84° SE	diacfase	fechada	(40) F 3	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
358	138,9	granito	W 3		N 146° E 86° SW	diacfase	fechada	(70) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
359	142,2	granito	W 3		N 150° E 88° SW	diacfase	fechada	(330) F 1-2	2,5	descontinuidade	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 33

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
360	142,9	granito	W 3		N 150° E 88° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
361	143,7	granito	W 3		N 150° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
362	143,9	granito	W 3		N 150° E 88° SW	diacilase	fechada	(20) F 4-5	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
363	144	granito	W 3		N 92° E 88° SW	diacilase	fechada	(520) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
364	144,1	granito	W 3		N 92° E 88° SW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
365	144,2	granito	W 3		N 150° E 78° NE	diacilase	fechada	(30) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
366	144,7	granito	W 3		N 98° E 80° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
367	145	granito	W 3		N 44° E 74° SE	diacilase	fechada	(30) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
368	146,1	granito	W 3		N 140° E 84° NE	diacilase	fechada	(190) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
369	146,4	granito	W 3		N 46° E 70° SE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
370	146,6	granito	W 3		N 148° E 80° NE	diacilase	fechada	(50) F 3	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
371	147,1	granito	W 3		N 148° E 80° NE	diacilase	fechada	(50) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 34

Orientação: S - N

do Perfil N 170° E

da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paimel 6

Pedreira da Mimosa

Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
372	148	granito	W 3		N 150° E 84° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
373	150	granito	W 3		N 150° E 84° NE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
374	150,2	granito	W 3		N 150° E 84° NE	diacilase	fechada	(20) F 4-5	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
375	150,9	granito	W 3		N 100° E 80° SW	diacilase	fechada	(450) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
376	152,8	granito	W 3		N 150° E 88° SW	diacilase	fechada	(260) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
377	153,8	granito	W 3		N 138° E 88° NE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
378	154,2	granito	W 3		N 118° E 82° SW	diacilase	fechada	(40) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
379	154,3	granito	W 3		N 140° E 88° SW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
380	155	granito	W 3		N 110° E 80° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
381	155,6	granito	W 3		N 50° E 86° SE	diacilase	fechada	(470) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
382	159,5	granito	W 3		N 130° E 72° NE	diacilase	fechada	(450) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
383	160,8	granito	W 3		N 140° E 72° NE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	1,5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 35

Orientação: S - N
do Perfil N 170° E
da "Scanline" N 170° E

Data: Junho de 2005

Localização: Paineil 6
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade e nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de	Tipo de Cunha	Observações		
			tipo	W 3														
384	161,3	granito	W 3		N 140° E 72° NE	diacfase	fechada	(50) F 3	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem		água	Fav./Desf.	
385	161,4	granito	W 3		N 60° E 74° SE	diacfase	fechada	(580) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem				
386	162,7	granito	W 3		N 130° E 88° SW	diacfase	fechada	(140) F 1-2	1	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem				
387	165	granito	W 3		N 140° E 86° NE	falha	aberta	(230) F 1-2	2	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem				

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 36

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
388	0,6	granito	W 4-5		N 60° E 82° SE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
389	0,8	granito	W 4-5		N 150° E 74° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
390	1	granito	W 4-5		N 170° E 86° SW	diacilase	fechada	(20) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
391	1,3	granito	W 4-5		N 140° E 76° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
392	1,5	granito	W 4-5		N 138° E 78° SW	diacilase	fechada	(20) F 3	3	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
393	1,6	granito	W 4-5		N 140° E 78° SW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
394	1,9	granito	W 4-5		N 36° E 88° SE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
395	3,9	granito	W 4-5		N 140° E 86° SW	diacilase	fechada	(230) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
396	4,5	granito	W 4-5		N 138° E 88° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
397	5,4	granito	W 4-5		N 140° E 88° SW	diacilase	fechada	(90) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
398	6,6	granito	W 4-5		N 142° E 80° NE	diacilase	fechada	(120) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
399	6,9	granito	W 4-5		N 140° E 78° NE	diacilase	fechada	(30) F 3	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 37

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
400	7,2	granito	W 4-5		N 140° E 86° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
401	9	granito	W 4-5		N 40° E 82° SE	diacilase	fechada	(710) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
402	10,7	granito	W 4-5		N 140° E 80° NE	diacilase	fechada	(350) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
403	13	granito	W 4-5		N 60° E 88° SE	diacilase	fechada	(400) F 1-2	4	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
404	14,9	granito	W 3		N 138° E 82° SW	diacilase	fechada	(420) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
405	15	granito	W 3		N 110° E 80° NE	diacilase	fechada	(10) F 4-5	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
406	15,8	granito	W 1-2		N 110° E 80° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
407	16,4	granito	W 1-2		N 108° E 78° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
408	17,5	granito	W 1-2		N 138° E 82° NE	diacilase	fechada	(110) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
409	17,9	granito	W 1-2		N 140° E 80° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
410	18,5	granito	W 1-2		N 142° E 82° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
411	19,3	granito	W 1-2		N 140° E 80° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 38

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
412	22,1	granito	W 3		N 134° E 88° NE	diacfase	fechada	(280) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
413	23	granito	W 3		N 134° E 88° NE	diacfase	fechada	(90) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
414	24,7	granito	W 3		N 90° E 80° N	diacfase	fechada	(2470) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
415	25,6	granito	W 3		N 90° E 80° N	diacfase	fechada	(90) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
416	27,4	granito	W 3		N 90° E 80° N	diacfase	fechada	(180) F 1-2	5	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
417	28,8	granito	W 3		N 90° E 80° N	diacfase	fechada	(140) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
418	30	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(700) F 1-2	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
419	31,2	granito	W 3		N 138° E 88° SW	diacfase	fechada	(120) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
420	32,6	granito	W 3		N 142° E 86° SW	diacfase	fechada	(140) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
421	33,1	granito	W 3		N 140° E 88° SW	diacfase	fechada	(50) F 3	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
422	33,9	granito	W 3		N 40° E 84° SE	diacfase	fechada	(510) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
423	34	granito	W 3		N 40° E 86° SE	diacfase	fechada	(10) F 4-5	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 39

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
424	34,3	granito	W 3		N 102° E 82° SW	diacilase	fechada	(550) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
425	34,7	granito	W 3		N 100° E 80° SW	diacilase	fechada	(40) F 3	6	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
426	36,1	granito	W 3		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(140) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
427	37,6	granito	W 3		N 102° E 82° SW	diacilase	fechada	(150) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
428	39	granito	W 3		N 100° E 82° SW	diacilase	fechada	(140) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
429	40	granito	W 3		N 102° E 80° SW	diacilase	fechada	(100) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
430	41	granito	W 3		N 100° E 82° SW	diacilase	fechada	(100) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
431	42,4	granito	W 3		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(140) F 1-2	7	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
432	42,9	granito	W 1-2		N 102° E 82° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
433	43,4	granito	W 1-2		N 104° E 82° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
434	44,3	granito	W 1-2		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(90) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
435	45	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	falha	aberta	(1100) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 40

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
436	45,2	granito	W 1-2		N 102° E 82° SW	diacilase	fechada	(90) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
437	48	granito	W 3		N 100° E 84° SW	diacilase	fechada	(280) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
438	51,7	granito	W 1-2		N 110° E 78° NE	diacilase	fechada	(370) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
439	52,3	granito	W 1-2		N 150° E 84° NE	diacilase	fechada	(1920) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
440	52,6	granito	W 1-2		N 148° E 86° NE	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
441	53	granito	W 1-2		N 150° E 84° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
442	53,7	granito	W 1-2		N 150° E 84° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
443	54	granito	W 1-2		N 148° E 86° NE	diacilase	fechada	(30) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
444	54,2	granito	W 3		N 150° E 86° NE	diacilase	fechada	(20) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
445	55,5	granito	W 3		N 152° E 84° NE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
446	57,8	granito	W 3		N 148° E 84° NE	diacilase	fechada	(230) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
447	59,8	granito	W 3		N 150° E 86° NE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 41

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
448	60	granito	W 3		N 34° E 84° SE	diacfase	fechada	(1500) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
449	61,3	granito	W 3		N 50° E 84° SE	diacfase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
450	62	granito	W 3		N 48° E 86° SE	diacfase	fechada	(70) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
451	62,2	granito	W 3		N 50° E 82° SE	diacfase	fechada	(20) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
452	63,5	granito	W 3		N 110° E 80° NE	diacfase	fechada	(1180) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
453	65	granito	W 3		N 50° E 78° SE	diacfase	fechada	(280) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
454	66	granito	W 1-2		N 40° E 86° SE	diacfase	fechada	(100) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
455	66,8	granito	W 1-2		N 42° E 88° SE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
456	68,8	granito	W 1-2		N 48° E 86° SE	diacfase	fechada	(200) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
457	69,6	granito	W 1-2		N 46° E 84° SE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
458	70,7	granito	W 1-2		N 48° E 84° SE	diacfase	fechada	(110) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
459	71,8	granito	W 1-2		N 46° E 84° SE	diacfase	fechada	(110) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 42

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
460	72,1	granito	W 1-2		N 40° E 84° SE	diacfase	fechada	(30) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
461	72,3	granito	W 1-2		N 48° E 86° SE	diacfase	fechada	(20) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
462	74	granito	W 1-2		N 48° E 86° SE	diacfase	fechada	(170) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
463	75	granito	W 1-2		N 46° E 82° SE	diacfase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
464	75,2	granito	W 1-2		N 44° E 84° SE	diacfase	fechada	(20) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
465	75,9	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(1610) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
466	76,3	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
467	77,7	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(140) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
468	78,1	granito	W 3		N 142° E 86° NE	diacfase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
469	78,7	granito	W 3		N 140° E 84° NE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
470	80	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacfase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
471	80,8	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 43

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
472	81,7	granito	W 1-2		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
473	82,4	granito	W 1-2		N 142° E 86° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
474	83	granito	W 1-2		N 140° E 84° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
475	83,9	granito	W 1-2		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
476	84,5	granito	W 1-2		N 142° E 86° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
477	84,9	granito	W 1-2		N 138° E 86° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
478	86,3	granito	W 3		N 142° E 86° NE	diacilase	fechada	(140) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
479	87,2	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
480	87,6	granito	W 3		N 138° E 88° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
481	88,8	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(120) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
482	89,5	granito	W 3		N 142° E 86° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
483	89,7	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacilase	fechada	(20) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 44

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
484	89,9	granito	W 3		N 32° E 76° SE	diacfase	fechada	(1470) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
485	90	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(30) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	tem água	desf.	
486	90,2	granito	W 3		N 150° E 20° NE	diacfase	fechada	(20) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
487	90,4	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(20) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
488	93	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(260) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
489	94,3	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacfase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
490	95,1	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
491	95,6	granito	W 3		N 140° E 70° NE	diacfase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	argiloso	não tem	desf.	esmagamento
492	96,4	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
493	97,6	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacfase	fechada	(120) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
494	99,5	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(190) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
495	101,9	granito	W 3		N 138° E 88° NE	diacfase	fechada	(240) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 45

Orientação: SW - NE
do Perfil N 35° E
da "Scanline" N 35° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 7
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
496	103	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(110) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	esmagamento
497	104,6	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(1470) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
498	105	granito	W 3		N 138° E 88° NE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
499	105,8	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
500	106,5	granito	W 3		N 138° E 84° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
501	106,9	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
502	107,6	granito	W 3		N 138° E 88° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
503	109,4	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diacilase	fechada	(180) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
504	112,8	granito	W 1-2		N 140° E 80° NE	diacilase	fechada	(340) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
505	114	granito	W 1-2		N 142° E 70° NE	diacilase	fechada	(120) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
506	114,5	granito	W 1-2		N 38° E 88° SE	diacilase	fechada	(990) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
507	115	granito	W 1-2		N 140° E 78° NE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 46

Orientação: NW - SE
do Perfil N 110°E
da "Scanline" N 110°E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 8
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
508	2,7	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacalse	fechada	(270) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
509	3,6	granito	W 1-2		N 45° E 48° SE	diacalse	fechada	(90) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
510	5,8	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacalse	fechada	(220) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
511	9,4	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacalse	fechada	(360) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
512	11,5	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacalse	fechada	(210) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
513	13,4	granito	W 1-2		N 38° E 86° SE	diacalse	fechada	(190) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
514	14,2	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacalse	fechada	(80) F 1-2	12	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
515	14,8	granito	W 1-2		N 40° E 86° SE	diacalse	fechada	(60) F 1-2	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
516	15,2	granito	W 1-2		N 38° E 88° SE	diacalse	fechada	(40) F 3	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
517	15,8	granito	W 1-2		N 42° E 86° SE	diacalse	fechada	(60) F 1-2	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
518	16,8	granito	W 1-2		N 40° E 84° SE	diacalse	fechada	(100) F 1-2	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
519	17,5	granito	W 1-2		N 38° E 86° SE	diacalse	fechada	(70) F 1-2	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 47

Orientação: NW - SE
do Perfil N 110°E
da "Scanline" N 110°E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 8
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
520	18,5	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
521	18,8	granito	W 1-2		N 90° E 76° S	diacilase	fechada	(1880) F 1-2	11	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
522	21,9	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(280) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
523	22,7	granito	W 1-2		N 42° E 88° SE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
524	23,8	granito	W 1-2		N 40° E 70° NW	diacilase	fechada	(110) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
525	25,6	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(180) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
526	26,3	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
527	26,8	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(50) F 3	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
528	27	granito	W 1-2		N 94° E 76° SW	diacilase	fechada	(820) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
529	28,8	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
530	29,7	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(90) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
531	30	granito	W 1-2		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(3000) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 48

Orientação: NW - SE
do Perfil N 110°E
da "Scanline" N 110°E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 8
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
532	30,2	granito	W 1-2		N 40° E 40° SE	diacfase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
533	30,5	granito	W 1-2		N 42° E 88° SE	diacfase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
534	30,9	granito	W 1-2		N 42° E 88° SE	diacfase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
535	32,1	granito	W 1-2		N 40° E 42° SE	diacfase	fechada	(120) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
536	33,4	granito	W 1-2		N 40° E 68° SE	diacfase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
537	35,5	granito	W 1-2		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(550) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
538	36	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacfase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
539	36,6	granito	W 3		N 90° E 82° S	diacfase	fechada	(960) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
540	37,6	granito	W 3		N 42° E 88° SE	diacfase	fechada	(420) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
541	38,2	granito	W 3		N 42° E 86° SE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
542	40	granito	W 3		N 40° E 80° SE	diacfase	fechada	(180) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
543	41,2	granito	W 3		N 40° E 76° SE	diacfase	fechada	(120) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 49

Orientação: NW - SE
do Perfil N 110°E
da "Scanline" N 110°E

Data: Julho de 2006

Localização: Painei 8
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade e nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de	Tipo de Cunha	Observações
				Tipo												
544	43	granito	W 3		N 40° E 76° SE	diaclase	fechada	(180) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	Fav./Desf.
545	45	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diaclase	fechada	(200) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
546	46,5	granito	W 3		N 42° E 84° SE	diaclase	fechada	(150) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
547	48,2	granito	W 3		N 38° E 76° SE	diaclase	fechada	(170) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
548	50	granito	W 3		N 40° E 80° SE	diaclase	fechada	(180) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	
549	51	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diaclase	fechada	(100) F 1-2	8	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 50

Orientação: NE - SW
do Perfil N 20° E
da "Scanline" N 20° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 9
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
550	0,6	granito	W 3		N 178° E 88° NE	diacfase	fechada	(60) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
551	1,5	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacfase	fechada	(150) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
552	3,2	granito	W 3		N 90° E 84° S	diacfase	fechada	(320) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
553	4	granito	W 3		N 140° E 88° SW	diacfase	fechada	(340) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
554	5,3	granito	W 3		N 90° E 84° S	diacfase	fechada	(210) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
555	7,5	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacfase	fechada	(600) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
556	9,6	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacfase	fechada	(210) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
557	12,5	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacfase	fechada	(290) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
558	14,2	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacfase	fechada	(170) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
559	14,5	granito	W 1-2		N 130° E 72° NE	diacfase	fechada	(1050) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
560	14,8	granito	W 1-2		N 130° E 72° NE	diacfase	fechada	(30) F 3	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
561	15	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacfase	fechada	(80) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 51

Orientação: NE - SW
do Perfil N 20° E
da "Scanline" N 20° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 9
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
562	17,3	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(250) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
563	20	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(270) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
564	22,6	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(260) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	esmagamento
565	25	granito	W 3		N 140° E 76° NE	diacilase	fechada	(240) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
566	25,7	granito	W 4-5		N 142° E 88° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
567	27,3	granito	W 4-5		N 140° E 86° NE	diacilase	fechada	(160) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
568	27,6	granito	W 4-5		N 52° E 40° SE	diacilase	fechada	(1260) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
569	28	granito	W 4-5		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(70) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
570	28,4	granito	W 4-5		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
571	29	granito	W 4-5		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
572	29,8	granito	W 4-5		N 138° E 82° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
573	30	granito	W 4-5		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(20) F 3	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 52

Orientação: NE - SW
do Perfil N 20° E
da "Scanline" N 20° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 9
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
574	31,5	granito	W 3		N 140° E 64° NE	diacilase	fechada	(150) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
575	33,3	granito	W 3		N 138° E 76° SW	diacilase	fechada	(180) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
576	36,1	granito	W 3		N 140° E 86° SW	diacilase	fechada	(280) F 1-2	10	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
577	36,8	granito	W 3		N 140° E 86° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
578	37,3	granito	W 3		N 140° E 86° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
579	39,8	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(1220) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
580	41,2	granito	W 1-2		N 138° E 88° SW	diacilase	fechada	(390) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
581	44,2	granito	W 1-2		N 140° E 88° SW	diacilase	fechada	(300) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
582	45	granito	W 1-2		N 30° E 88° SE	diacilase	fechada	(520) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
583	47	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
584	48	granito	W 1-2		N 140° E 88° SW	diacilase	fechada	(380) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
585	50,3	granito	W 1-2		N 90° E 70° S	diacilase	fechada	(4500) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 53

Orientação: NE - SW
do Perfil N 20° E
da "Scanline" N 20° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 9
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
586	51,9	granito	W 1-2		N 148° E 80° NE	diacilase	fechada	(330) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
587	52,6	granito	W 4-5		N 148° E 80° NE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
588	53,2	granito	W 4-5		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
589	55	granito	W 3		N 36° E 80° NW	diacilase	fechada	(800) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
590	55,2	granito	W 3		N 4° E 72° SE	diacilase	fechada	(20) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
591	59,5	granito	W 3		N 90° E 80° S	diacilase	fechada	(920) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
592	59,7	granito	W 3		N 90° E 80° S	diacilase	fechada	(20) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
593	60	granito	W 3		N 90° E 80° S	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
594	60,2	granito	W 3		N 128° E 88° NE	diacilase	fechada	(700) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
595	60,6	granito	W 3		N 128° E 88° NE	diacilase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
596	61,2	granito	W 3		N 130° E 88° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
597	62,5	granito	W 3		N 128° E 88° NE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 54

Orientação: NE - SW
do Perfil N 20° E
da "Scanline" N 20° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 9
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
598	63,1	granito	W 3		N 128° E 88° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
599	63,6	granito	W 3		N 128° E 88° NE	diacilase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
600	64,2	granito	W 3		N 128° E 88° NE	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
601	65	granito	W 3		N 130° E 88° NE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
602	66	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(1080) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
603	72	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(600) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
604	75	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(300) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
605	77	granito	W 3		N 132° E 88° NE	diacilase	fechada	(1200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
606	79	granito	W 3		N 136° E 88° NE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
607	80,2	granito	W 3		N 132° E 88° NE	diacilase	fechada	(120) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
608	81,5	granito	W 3		N 132° E 88° NE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
609	82,4	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diacilase	fechada	(100) F1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 55

Orientação: NE - SW
do Perfil N 20° E
da "Scanline" N 20° E

Data: Julho de 2006

Localização: Painei 9
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidad e nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações
				Tipo												
610	83	granito	W 3		N 140° E 88° NE	diaclase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
611	84	granito	W 3		N 136° E 88° NE	diaclase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
612	84,5	granito	W 3		N 140° E 86° NE	diaclase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
613	86	granito	W 3		N 132° E 88° NE	diaclase	fechada	(150) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
614	89	granito	W 3		N 138° E 86° NE	diaclase	fechada	(300) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 56

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			tipo											água	Fav./Desf.	
615	0,8	granito	W 3		N 98° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
616	1,5	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
617	2,3	granito	W 3		N 102° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
618	3,8	granito	W 3		N 42° E 88° SE	diacilase	fechada	(380) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
619	4,2	granito	W 3		N 102° E 82° SW	diacilase	fechada	(190) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
620	4,8	granito	W 3		N 104° E 86° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
621	5,1	granito	W 3		N 40° E 86° SE	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	tem água	fav.	
622	5,5	granito	W 3		N 98° E 88° SW	diacilase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
623	5,8	granito	W 3		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
624	6,3	granito	W 3		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
625	6,8	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
626	7,2	granito	W 3		N 108° E 82° SW	diacilase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 57

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
627	7,3	granito	W 3		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(10) F 4-5	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
628	7,8	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
629	8,5	granito	W 3		N 38° E 86° SE	diacilase	fechada	(220) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
630	8,9	granito	W 3		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(110) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
631	9,5	granito	W 3		N 40° E 84° SE	diacilase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
632	10,3	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(140) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
633	11	granito	W 3		N 106° E 88° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
634	11,5	granito	W 3		N 44° E 80° SE	diacilase	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
635	12,5	granito	W 3		N 100° E 84° SW	diacilase	fechada	(150) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
636	13,2	granito	W 3		N 104° E 86° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
637	13,8	granito	W 3		N 42° E 84° SE	diacilase	fechada	(230) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
638	14,5	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 58

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
639	15,2	granito	W 3		N 114° E 88° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
640	16,5	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
641	16,8	granito	W 3		N 94° E 88° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
642	17,3	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(350) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
643	17,9	granito	W 1-2		N 102° E 82° SW	diacilase	fechada	(110) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
644	18,2	granito	W 1-2		N 104° E 86° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
645	18,9	granito	W 1-2		N 40° E 86° SE	diacilase	fechada	(160) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
646	19,5	granito	W 1-2		N 106° E 82° SW	diacilase	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
647	20,5	granito	W 1-2		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
648	21	granito	W 1-2		N 104° E 84° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
649	21,6	granito	W 1-2		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
650	22,1	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diacilase	fechada	(320) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOMECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 59

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
651	22,8	granito	W 1-2		N 98° E 84° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
652	23,1	granito	W 1-2		N 38° E 86° SE	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
653	23,6	granito	W 1-2		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
654	23,9	granito	W 1-2		N 100° E 88° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
655	24,5	granito	W 1-2		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
656	24,9	granito	W 1-2		N 112° E 82° SW	diacilase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
657	25,5	granito	W 1-2		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
658	26,1	granito	W 1-2		N 100° E 88° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
659	26,9	granito	W 1-2		N 36° E 86° SE	diacilase	fechada	(380) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
660	27,8	granito	W 1-2		N 116° E 86° SW	diacilase	fechada	(170) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
661	28,6	granito	W 1-2		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
662	29,8	granito	W 1-2		N 38° E 84° SE	falha	aberta	(290) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 60

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
663	30,8	granito	W 1-2		N 96° E 86° SW	diaclyse	fechada	(220) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
664	31,6	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diaclyse	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
665	32	granito	W 1-2		N 100° E 86° SW	diaclyse	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
666	32,9	granito	W 1-2		N 40° E 88° SE	diaclyse	fechada	(310) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
667	33,6	granito	W 1-2		N 92° E 88° SW	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
668	34	granito	W 1-2		N 100° E 86° SW	diaclyse	fechada	(200) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
669	34,9	granito	W 1-2		N 40° E 86° SE	diaclyse	fechada	(130) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
670	35,8	granito	W 1-2		N 108° E 86° SW	diaclyse	fechada	(180) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
671	36,6	granito	W 1-2		N 100° E 86° SW	diaclyse	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
672	37	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diaclyse	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
673	37,9	granito	W 1-2		N 38° E 86° SE	diaclyse	fechada	(300) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
674	38,8	granito	W 3		N 92° E 84° SW	diaclyse	fechada	(90) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOPECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 61

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
				Tipo										água	Fav./Desf.	
675	39,5	granito	W 1-2		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(250) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
676	40,2	granito	W 3		N 102° E 84° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
677	41	granito	W 3		N 108° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
678	42,1	granito	W 3		N 40° E 86° SE	diacilase	fechada	(330) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
679	43,3	granito	W 3		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(230) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
680	44	granito	W 3		N 104° E 86° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
681	45,1	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diacilase	fechada	(110) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
682	47	granito	W 3		N 40° E 86° SE	diacilase	fechada	(490) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
683	48,1	granito	W 3		N 118° E 86° SW	diacilase	fechada	(300) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
684	48,9	granito	W 3		N 100° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
685	49,5	granito	W 3		N 104° E 84° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
686	50,5	granito	W 3		N 108° E 86° SW	diacilase	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 62

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	Tipo de Cunha										água	Fav./Desf.	
687	51,2	granito	W 3		N 102° E 86° SW	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
688	51,9	granito	W 1-2		N 98° E 84° SW	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
689	52,6	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
690	53,4	granito	W 1-2		N 100° E 86° SW	diaclyse	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
691	54,9	granito	W 1-2		N 40° E 84° SE	diaclyse	fechada	(790) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
692	55,5	granito	W 1-2		N 94° E 84° SW	diaclyse	fechada	(210) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
693	56,1	granito	W 1-2		N 104° E 86° SW	diaclyse	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
694	56,8	granito	W 1-2		N 100° E 84° SW	diaclyse	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
695	57,1	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diaclyse	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
696	57,5	granito	W 1-2		N 98° E 86° SW	diaclyse	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
697	58,5	granito	W 1-2		N 102° E 84° SW	diaclyse	fechada	(100) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
698	59,3	granito	W 1-2		N 38° E 86° SE	diaclyse	fechada	(440) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO Nº 63

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paimel 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidade nº	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de		Observações
			Tipo	água										Fav./Desf.		
699	60,2	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diacilase	fechada	(170) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
700	61	granito	W 1-2		N 106° E 86° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
701	61,3	granito	W 1-2		N 100° E 88° SW	diacilase	fechada	(30) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
702	62	granito	W 1-2		N 104° E 84° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
703	62,8	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diacilase	fechada	(80) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
704	63,5	granito	W 1-2		N 102° E 86° SW	diacilase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
705	64,2	granito	W 1-2		N 40° E 86° SE	diacilase	fechada	(490) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	
706	65,1	granito	W 1-2		N 98° E 86° SW	diacilase	fechada	(160) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
707	66	granito	W 1-2		N 102° E 88° SW	diacilase	fechada	(90) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
708	66,5	granito	W 1-2		N 100° E 88° SW	diacilase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
709	67,1	granito	W 3		N 96° E 84° SW	diacilase	fechada	(60) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
710	67,9	granito	W 3		N 42° E 88° SE	diacilase	fechada	(370) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	fav.	

GEOECÂNICA

FICHA DE LEVANTAMENTO N° 64

Orientação: SW - NE
do Perfil N 30° E
da "Scanline" N 30° E

Data: Julho de 2006

Localização: Paineil 10
Pedreira da Mimosa
Rubrica: CP

Nome: Carlos Pereira

Descontinuidad e n°	Distância à origem (m) D	Litologia	Alteração		Atitude Dir./Inc.	Tipo de descontinuidade	Abertura	Espaçamento (cm) F	Comprimento L (m)	Terminação T	Curvatura C	Rugosidade R	Enchimento	Presença de água	Tipo de Cunha Fav./Desf.	Observações
				Tipo												
711	68,5	granito	W 3		N 102° E 86° SW	diaclase	fechada	(140) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
712	69,2	granito	W 3		N 98° E 88° SW	diaclase	fechada	(70) F 1-2	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
713	69,6	granito	W 3		N 100° E 84° SW	diaclase	fechada	(40) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	
714	70,1	granito	W 3		N 100° E 86° SW	diaclase	fechada	(50) F 3	9	obscura	C 1-2	R 3	não tem	não tem	desf.	