

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

PLÁCIDO JOSÉ SIMÕES, S.A.

**Acompanhamento Técnico e Controlo de
Qualidade de Produção na Pedreira e na
Serração da Empresa Plácido José Simões S.A.**

Joana Fonseca Pita

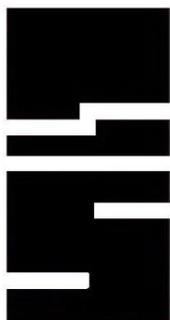
Orientação: Prof. Dr. Rúben Sílvio Varela Santos Martins

Coorientação: Prof. Dr. Joaquim Luís Galego Lopes

Mestrado em Engenharia Geológica

Relatório de Estágio

Évora, 2014



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

PLÁCIDO JOSÉ SIMÕES, S.A.

**Acompanhamento Técnico e Controlo de
Qualidade de Produção na Pedreira e na
Serração da Empresa Plácido José Simões S.A.**

Joana Fonseca Pita

Orientação: Prof. Dr. Rúben Sílvio Varela Santos Martins

Coorientação: Prof. Dr. Joaquim Luís Galego Lopes

Mestrado em Engenharia Geológica

Relatório de Estágio

Évora, 2014



“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

(Albert Einstein)

AGRADECIMENTOS

São as experiências que vivemos que nos transformam e nos moldam naquilo que somos hoje, mas são as pessoas que se cruzam no nosso caminho que fazem dessas experiências boas ou más. Como tal, nunca poderia deixar passar este momento sem dirigir especiais agradecimentos a pessoas que de alguma forma tornaram esta, numa das boas experiências que a vida me proporcionou.

À Empresa Plácido José Simões, S.A., nomeadamente o Dr. Jorge Plácido Martins Simões e ao Sr. Cândido Manuel Martins Simões, administradores da empresa, pela oportunidade que me proporcionaram e pela colaboração, disponibilidade e ensinamentos transmitidos.

Ao Sr. José Lobinho, encarregado de pedreira, que me transmitiu todo o seu saber de longa data na arte da exploração de rocha ornamental.

Ao Sr. Isolino Branco, encarregado da fábrica, pela ajuda prestada e por todos os esclarecimentos dados acerca do trabalho realizado na transformação da pedra mármore.

À Maria Simões e ao Joaquim Trincadeiras por me terem transmitido os seus conhecimentos na parte comercial e no controlo da produção, tão importantes neste ramo.

Nunca esquecendo a Maria Luísa Marcos e a Maria João Bravo, a quem devo um especial agradecimento por todo o apoio ao longo da elaboração do presente relatório, principalmente, por me terem transmitido abertamente o seu conhecimento sobre o funcionamento económico da empresa.

A todos os funcionários, da pedreira e da serração, pela atenção, paciência, simpatia e disponibilidade em atender todos os dias às minhas questões sempre com boa disposição. Tendo de deixar aqui um especial agradecimento às “Marias”, forma como, simpaticamente, me habituei a tratá-las, mulheres de força e convicção, que no meio deste sector, maioritariamente constituído por homens, se destacam e que foram fundamentais em todos os dias do meu estágio.

Quero ainda dirigir um agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Ruben Martins, e ao meu Coorientador, Prof. Dr. Luís Lopes, por terem aceitado realizar este desafio e entrarem nesta aventura comigo, tendo sido um apoio indispensável em todo o processo.

Ao Emanuel, pela ajuda, amor e paciência, demonstrados nas melhores e piores alturas. Agradeço-te por teres sempre acreditado em mim e me teres apoiado sem hesitar de forma incansável.

A toda a minha família e amigos pela compreensão e apoio mas, sobretudo, pelo incentivo que sempre me deram para continuar esta jornada da vida académica.

Ao meu pai pelo apoio que sempre me deu, pela paciência e pelo esforço que fez, mas principalmente por acreditar sempre em mim.

Por fim, deixo um agradecimento muito especial à minha mãe, por me incentivar e apoiar ao longo de todo o meu percurso acadêmico, pelo esforço, dedicação e carinho demonstrado. Porque desde que nasci a tua luta tem sido sempre a minha e sem ti nada seria possível.

A todos, deixo o meu grande, obrigada!

RESUMO

Acompanhamento Técnico e Controlo de Qualidade de Produção na Pedreira e na Serração da Empresa Plácido José Simões S.A.

No presente documento é feita a descrição dos trabalhos de extração e transformação de mármore, bem como de todos os equipamentos e normas utilizadas neste processo, tendo sido feito todo o acompanhamento técnico dos trabalhos executados.

Apresenta-se ainda o estudo de uma nova área de exploração com vista ao alargamento da cavidade extrativa tendo como base as características geológicas da região. Este estudo foi complementado com a realização e análise de uma sondagem como meio de prospeção.

Finalmente são expostas as tarefas de controlo de produção associadas à aplicação da Marcação CE.

Palavras-chave: Anticlinal de Estremoz; Mármore; Extração; Transformação; Marcação CE; Sondagem.

ABSTRACT

Technical Monitoring and Production Quality Control in the Quarry and Sawmilling of Plácido José Simões S.A. Company.

Marble extraction and transformation activities are described in this work. Equipment, procedures and norms used in this dimension stone chain processing are also detailed. The technical monitoring of the work performed in the Plácido Simões company quarry and processing plant having also been done.

It is also presented the study of a new area of exploration aiming at extending the mining cavity having as a basis the geological characteristics of the region. This study was complemented with the making and analysis of a mining survey drilling as means of prospection.

Finally the production control tasks associated with the implementation of CE marking are explained and described in detail.

Key-words: Estremoz Anticline; Marble; Extraction; Transformation; CE Marking; Mining survey.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE GERAL	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	XVI
ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS	XVII
ANEXOS	XVIII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	2
1.1 – Introdução geral.....	2
1.2 – Objetivo.....	2
1.3 – Planificação.....	2
CAPÍTULO 2 – PLÁCIDO JOSÉ SIMÕES, S.A.	5
2.1 – A empresa.....	5
CAPÍTULO 3 – ENQUADRAMENTO DA PEDREIRA CARRASCAL JS	9
3.1 - Enquadramento geográfico.....	9
3.2 - Enquadramento geológico.....	10
3.2.1 - Enquadramento geológico regional.....	10
3.2.1.1 – Anticlinal de Estremoz	10
3.2.1.1.1 – UNOR.....	16
3.2.1.1.2 – UNOR 2.....	17
3.2.2 – Enquadramento geológico da Pedreira Carrascal JS.....	19
2.2.2.1 – Fracturação.....	20
3.3 – Elementos naturais.....	21
3.3.1 – Topografia.....	21
3.3.2 – Recursos hídricos.....	23

CAPÍTULO 4- PEDREIRA CARRASCAL JS.....	24
4.1- Métodos de exploração.....	24
4.2 – Equipamentos.....	26
4.2.1 – Equipamentos de perfuração.....	26
4.2.2 – Equipamentos de corte.....	31
4.2.3 – Equipamentos de desmonte.....	39
4.2.4 – Equipamentos de carga.....	44
4.2.5 – Equipamentos auxiliares.....	50
4.3 - Ciclo de trabalhos de pedreira.....	59
4.4 – Acompanhamento técnico.....	61
4.4.1 – Operações.....	61
4.4.1.1 – Abaixamento de piso.....	61
4.4.1.2 – Alargamento do abaixamento de piso.....	69
4.4.1.3 – Desmonte em bancada.....	75
4.4.2 – Outras tarefas desenvolvidas na pedreira.....	83
4.4.3 - Sondagem.....	84
4.4.3.1 – Objetivo.....	84
4.4.3.2 – Análise de campo	86
4.4.3.2.1– Análise de taludes	86
4.4.3.3 – Análise de dados existentes.....	86
4.4.3.3.1 – Bibliografia geológica	86
4.4.3.3.2 – Sondagens antigas.....	86
4.4.3.4 – Planeamento.....	93
4.4.3.4.1 – Local	93
4.4.3.4.2 – Caraterísticas da sondagem	96
4.4.3.5 – Realização.....	96
4.4.3.5.1 – Acompanhamento.....	96
4.4.3.6– Resultados.....	97
4.4.3.6.1 – Log da sondagem.....	97
4.4.3.6.2 – Classificação do maciço rochoso.....	99
2.4.3.7 – Conclusões.....	101
4.5 - Higiene, segurança e saúde na pedreira	105
4.5.1 - Espaços físicos.....	106
4.5.1.1 - Instalações sociais.....	106
4.5.1.2 – Anexos	108
4.5.2 – Sinalização.....	112
4.5.3 – Sinais gestuais de comunicação.....	117
4.5.4 – Material de segurança.....	118
4.5.5 – Utilização de pólvora.....	119
4.6 – Tratamento de águas.....	120

CAPÍTULO 5 – UNIDADE DE TRANSFORMAÇÃO	125
5.1- Equipamentos.....	126
5.1.1 - Equipamentos de corte	126
5.1.2 - Equipamentos de acabamento.....	146
5.1.3 - Equipamentos de carga.....	151
5.1.4 Equipamentos auxiliares.....	157
5.1.5 – Resumo dos equipamentos.....	158
5.2- Ciclo de trabalhos da unidade de transformação	159
5.2.1- Ciclos de produção	159
5.2.1.1- Ciclo de produção de chapa	159
5.2.1.2- Ciclo de produção de ladrilho.....	163
5.2.2 – Acabamentos.....	166
5.3 – Secções anexas.....	169
5.4 - Tratamento de águas industriais	170
5.5 - Outras tarefas desenvolvidas na unidade de transformação.....	173
CAPÍTULO 6 – MARCAÇÃO CE	176
6.1 – Ensaios de tipo inicial.....	176
6.2 - Controlo dos trabalhos na fábrica	178
6.3 - Controlo de qualidade do ladrilho.....	178
6.3.1 – Comprimento e largura (IT.01)	181
6.3.2 – Espessura (IT.02)	181
6.3.3 – Planeza (IT.03)	182
6.3.4 – Esquadria das faces vistas (IT.04)	183
6.3.5 – Esquadria dos topos (IT.04)	184
6.3.6 – Controlo visual.....	185
6.4 – Controlo da produção de ladrilho.....	186
CAPITULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	189
BIBLIOGRAFIA	191
ANEXOS	194

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 – Na figura estão o Dr. Jorge Simões à esquerda, o Sr. Plácido Simões no centro e o Sr. Cândido Simões à direita.....	5
Figura 2.2 – Logotipo da empresa Plácido José Simões, S.A.	5

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 – Mapa de enquadramento geográfico continental evidenciando a localização da pedreira. É possível ter a percepção da localização favorável da pedreira que permite a exportação por meio rodoviário, marítimo e aéreo.....	9
Figura 3.2 – Enquadramento da pedreira Carrascal JS delimitada a verde e as principais vias de acesso existentes.	10
Figura 3.3 – Localização geográfica do Anticlinal de Estremoz. (Adaptado de Guerreiro, 2000).....	10
Figura 3.4 – Tabela estratigráfica internacional – Adaptado de LNEG, 2014.	11
Figura 3.5 – Estrutura em anticlinal com indicação das forças atuantes pelas setas vermelhas e respetiva direção. A seta a verde indica o sentido do movimento das camadas estratigráficas.	12
Figura 3.6 – Esquema representando a formação de uma dobra deitada, com vergência geométrica para N (indicada pelo sentido da seta de maiores dimensões). O tamanho distinto das duas setas vermelhas pretende ilustrar a intensidade das forças atuantes que permitem o transporte para Norte.....	12
Figura 3.7 – Geometria resultante da segunda fase de dobramento da estrutura do Anticlinal de Estremoz, evidenciando os flancos SW e NE formados.	13
Figura 3.8 – Carta geológica do Anticlinal de Estremoz – (Fonte: IGM, 1997).	14
Figura 3.9 - Coluna litoestratigráfica do Anticlinal de Estremoz. (adaptado de Oliveira, et. al., 1991 e Lopes, 2003).	15
Figura 3.10 – Distribuição das UNOR no Anticlinal de Estremoz – Decreto-lei nº106, 8 Maio de 2002.....	17
Figura 3.11 – Carta geológica do UNOR 2 – Adaptado de Carvalho et al., (2008, Cartografia temática do anticlinal -Zona dos Mármore).	18
Figura 3.12 – Área de exploração e aterro da pedreira Carrascal JS.	19
Figura 3.13 a) e b)– Calcite cristalizada existente nas cavidades cársicas da pedreira Carrascal JS.....	20
Figura 3.14 – Falha normal que afeta a pedreira Carrasca JS. – a) Talude SE; b) Talude NW.....	21

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 – Métodos de exploração utilizados no Anticlinal de Estremoz.	24
Figura 4.2 – Pedreira Carrascal JS - método de exploração a céu aberto por degraus direitos.	25
Figura 4.3 – Martelo pneumático ligeiro e conjunto de barrenas de diferentes dimensões.	26
Figura 4.4 – Barrena com ponta em cruz acoplada, utilizada para furos de 40 mm.	26
Figura 4.5 – Barrena com ponta em bisel acoplada, utilizada para furos de 30 mm.	26
Figura 4.6 – Barrena com ponta em cruz nova, evidenciando as pastilhas de carboneto de tungsténio utilizadas no desgaste da pedra durante a perfuração.	27
Figura 4.7 – Oleador.	27
Figura 4.8 – Perfuradora Jumbo, com destaque do local onde são acoplados os tubos de extensão	28
Figura 4.9 – Bit de 220 mm com botões de carboneto de tungsténio.	29
Figura 4.10 – Perfuradora pneumática, central hidráulica e tubos extensores.	29
Figura 4.11 – Perfuradora pneumática em funcionamento. a) Recuo do martelo para posterior colocação de um tubo extensor; b) Operador a colocar o tubo extensor.	30

Figura 4.12 a) e b) Componentes do tubo extensor da perfuradora pneumática com o bit de 90 mm ; c)– Tubo extensor com bit de 90 mm acoplado.....	30
Figura 4.13 – Bit de 90 mm.	30
Figura 4.14 – Roçadora.....	31
Figura 4.15 – Elemento da correia com pastilha de carboneto de tungsténio.	31
Figura 4.16 – Máquina de fio diamantado de 20 cv.	32
Figura 4.17 a) e b) – Máquina de fio diamantado de 40 cv.....	33
Figura 4.18 – Carris da máquina de fio diamantado.	33
Figura 4.19 a) e b) – Prensador hidráulico (Poeiras) utilizado no interior da pedreira.	34
Figura 4.20 – a) Prensador hidráulico (Poeiras) utilizado à superfície; b) Operário a prensar o fio diamantado.	35
Figura 4.21 – a) Fio diamantado prensado numa das pontas; b) Fio diamantado prensado em ambas as pontas.....	35
Figura 4.22 – Poleia direcional de fundo de furo.	36
Figura 4.23 – Poleias direcionais de superfície: a) poleias direcionais horizontais; b) poleias direcionais verticais.	36
Figura 4.24 – Pormenor de fixação das espias com esticador, grampo, guilho e palmetas.	37
Figura 4.25 a) e b) – Monofios da pedreira Carrascal JS.	37
Figura 4.26 – Processo final de remoção de um chanfro: a) separação do chanfro com recurso a uma vara metálica com extremidade em cunha; b) separação do chanfro do bloco devidamente apoiado num pneu evitando-se a sua queda brusca; c) aspeto final do bloco.	38
Figura 4.27 – Monolâmina.	38
Figura 4.28 – Colchões hidráulicos.	39
Figura 4.29 – Centralina e colchão colocado no corte.	40
Figura 4.30 – Colchão durante o enchimento.	40
Figura 4.31 – Afastamento da massa rochosa e abertura das fraturas através do colchão hidráulico em enchimento.....	40
Figura 4.32 – Piston hidráulico.	41
Figura 4.33 – Caixa para introdução de um piston hidráulico.	41
Figura 4.34 – Darda.	42
Figura 4.35 – Esquema ilustrativo do funcionamento da darda.	42
Figura 4.36 – Máquina escavadora de rastos de marca Hyundai.	43
Figura 4.37 - Braço da escavadora de rastos equipada com o balde.	43
Figura 4.38 - Braço da escavadora de rastos equipada com o ripper.	43
Figura 4.39 - Elevador de máquinas (vista do interior da cavidade)	45
Figura 4.40 - Elevador de máquinas (vista da superfície)	45
Figura 4.41 – Elevador de máquinas com um dumper a descer para a cavidade enquanto outro se dirige para a escombreira.	45
Figura 4.42 – Pá carregadora (Volvo) com balde.....	46
Figura 4.43 – Patolas da pá carregadora	46
Figura 4.44 – Dumper (Volvo, A25C).....	47
Figura 4.45 - Gruas da pedreira Carrascal JS: a) grua adaptada; b) grua de construção tradicional.....	49
Figura 4.46 – Diagrama de carga das gruas Derrick.....	49
Figura 4.47 – Elevadores: a) elevador de acesso à cavidade; b) elevador de acesso à zona de tratamento de água.....	50
Figura 4.48 – Sistema de ar comprimido: a) depósito de ar comprimido; b) compressor	51
Figura 4.49 – Bombas existentes na pedreira e respetiva distribuição.....	52
Figura 4.50 – a) Depósitos de água situados a 36 m da superfície; b) Depósitos de água e bacias de retenção interior da pedreira.....	53

Figura 4.51 – Bombagem de água: a) bomba de água e mangueira no abaixamento de piso; b) bomba de água; c) extração da água para o topo da bancada	53
Figura 4.52 - Quadros elétricos pertencentes ao posto de transformação elétrica	53
Figura 4.53- Retroescavadora Caterpillar 3054.....	54
Figura 4.54 – a) Pórtico; b) Pormenor de uma das colunas do pórtico assente no carril.....	55
Figura 4.55 – Vira blocos.....	56
Figura 4.56 – Zorra.....	57
Figura 4.57 – Escada móvel com corda de segurança.....	57
Figura 4.58 – a) Reservatório; b) Reservatório a ser içado pela grua do interior da pedreira com o auxílio de cabos de aço.....	58
Figura 4.59 – Representação 3D da realização dos poços mestres.....	62
Figura 4.60 a) e b) – Representação da realização dos furos diagonais	63
Figura 4.61 – Ilustração do cálculo do ângulo da perfuração diagonal no comprimento do abaixamento de piso.....	63
Figura 4.62 – Representação dos cortes de topo. a) Poços mestres e poços oblíquos; b) Esquema da passagem do fio e primeira área cortada; c) Esquema da passagem do fio e segunda área cortada; d) Representação da área total cortada.....	65
Figura 4.63 – Técnica do cordel para posteriormente passar o fio diamantado pelos furos diagonais atravessando o corte de topo.....	66
Figura 4.64 – Trabalhos de remoção da cunha superior.	67
Figura 4.65- Esquema ilustrativo de uma cunha regular.	67
Figura 4.66 – Realização da perfuração horizontal.	68
Figura 4.67 – Caixa do abaixamento de piso com triângulo resultante do corte de topo.	68
Figura 4.68 – Caixa do abaixamento de piso com triângulo resultante do corte lateral, no comprimento da caixa.	68
Figura 4.69 – Resultado final da caixa do abaixamento de piso.	69
Figura 4.70 – Aspeto inicial da operação de alargamento do abaixamento de piso.	70
Figura 4.71 – Representação das medidas do alargamento da caixa de abaixamento de piso.....	70
Figura 4.72 – Técnica do desempenho: a) fio-de-prumo esticado a partir do furo vertical na diagonal da caixa; b) fio-de-prumo com pendulo a indicar o local de perfuração e montagem da perfuradora pneumática; c) alinhamento da perfuradora pneumática com a barrena posicionada na mesma direção do fio-de-prumo.	71
Figura 4.73- Realização do primeiro corte de levante.	71
Figura 4.74 – Ilustração das perfurações e cortes do alargamento do abaixamento de piso.....	72
Figura 4.75 – Aspeto do alargamento do abaixamento de piso após retirada a maior parte da massa rochosa.....	73
Figura 4.76 – Bancada - vista lateral.....	75
Figura 4.77 – Bancada com representação das medidas.....	75
Figura 4.78 – Caixa para posterior introdução de um piston hidráulico.....	75
Figura 4.79 – Realização de um dos furos horizontais com a perfuradora pneumática roto-percussiva..	76
Figura 4.80 – Representação dos locais de realização das perfurações: a) Fotografia real; b) esquema ilustrativo.....	76
Figura 4.81 – Representação da técnica de desempenho com o cordel e a barrena.....	77
Figura 4.82 – Passagem do cordel: 1) ilustração da perfuração, A - furo superior, B - furo inferior; 2) passagem do cordel pelo poço mestre e puxado pelo furo inferior; 3) passagem do cordel pelo poço mestre e puxado pelo furo superior; 4) ilustração do cordel a percorrer todo o percurso dos furos horizontais.	77
Figura 4.83 – Corte de levante.	78

Figura 4.84 – Ilustração da ordem dos cortes efetuados: 1- Corte de levante; 2 – Corte lateral NE; 3- Corte lateral NW.	78
Figura 4.85 – Massa resultante do desmonte após a ação da máquina escavadora de rastos	79
Figura 4.86 – Realização da perfuração horizontal.....	79
Figura 4.87 – Realização da perfuração vertical.....	79
Figura 4.88 – Montagem da máquina de fio diamantado para realização do corte vertical	80
Figura 4.89 – Limpeza e remoção do escombro.....	80
Figura 4.90 – Vista aérea da pedreira Carrascal JS com a delimitação da área total da pedreira da área de alargamento em estudo.	84
Figura 4.91 – Imagem aérea da zona de alargamento em estudo.	85
Figura 4.92 – Planta da pedreira com indicação das dezasseis sondagens realizadas até à atualidade....	87
Figura 4.93 - Georreferenciação da planta da pedreira e sobreposição com a imagem aérea do Google Earth.....	88
Figura 4.94 – Resultado final da representação das sondagens K2, K3, K4 e K5 com vetor direcional das mesmas.	88
Figura 4.95 – Log da sondagem K2.	89
Figura 4.96 – Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).	90
Figura 4.97 - Log da sondagem K3.	90
Figura 4.98 - Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).	90
Figura 4.99 - Log da sondagem K4.	91
Figura 4.100 - Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).	91
Figura 4.101 - Log da sondagem K4.	92
Figura 4.102 - Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).	92
Figura 4.103 – Projeção das sondagens no terreno.	93
Figura 4.104 – Representação do talude onde é visível a camada de mármore dolomitizado a vermelho e do talude onde essa camada não é visível, a verde.	94
Figura 4.105 – Representação 3D do local de realização da sondagem em relação à evolução da camada de mármore dolomitizado.....	95
Figura 4.106 – Representação do local de realização da sondagem com o leito xistento à esquerda.....	95
Figura 4.107 – Caixas de amostragem com tarolos resultantes da sondagem efetuada	97
Figura 4.108 – Log da sondagem realizada na pedreira Carrascal JS.....	98
Figura 4.109 - Carta de Risco Geoeconómico da UNOR 2 - Adaptado - CARVALHO, J., <i>et al.</i> (2008).....	102
Figura 4.110 - Representação da área estudada e da área com potencial valor económico.....	103
Figura 4.111 – Zona de alargamento de exploração.....	104
Figura 4.112 – a) Identificação do espaço físico; b) Frigorífico, micro-ondas e máquinas de café; c) cabides para toalhas individuais.....	106
Figura 4.113 – a) Identificação do espaço físico; b) Chuveiros; c) Lavatório da zona de vestiário; d) Cacifos; e) Urinóis f) Casas de banho individuais.....	107
Figura 4.114 – a) Identificação do espaço físico; b) armazenamento de óleos evidenciando a impermeabilização do solo e estrutura que impede o derrame de óleos.....	108
Figura 4.115 – Depósito de gasóleo devidamente identificado evidenciando a impermeabilização da zona.....	109
Figura 4.116 – a) Compressor; b) Depósito de ar comprimido.....	109
Figura 4.117 – Identificação do socorrista da pedreira	110
Figura 4.118 – Posto de primeiros socorros devidamente identificado.....	111

Figura 4.119 – Sinalização de entrada com numeração correspondente ao texto acima descrito.....	112
Figura 4.120 - Sinalização da zona de acesso à cavidade com numeração correspondente ao texto acima descrito.	113
Figura 4.121- Exemplo da sinalização na pedra: a) perigo de queda b) perigo de electrocução.....	113
Figura 4.122 – Identificação do refeitório em e da existência de extintor.....	114
Figura 4.123 – Placas de identificação de vestiários e casas de banho.....	114
Figura 4.124 – Deposito de ar comprimido sinalizado com placa de perigo.....	115
Figura 4.125 – Sinalização de ponto de encontro existente na porta da casa do ar comprimido.....	115
Figura 4.126 – Depósito de gasóleo com sinalização de identificação do local e de proibição de fumar ou foguear.....	115
Figura 4.127 – Proibição da utilização de telemóvel.....	115
Figura 4.128 – Sinalização que indica saída.....	116
Figura 4.129 – Entrada do elevador com sinalização adequada.....	116
Figura 4.130 – Sinalização existente nas gruas: a) sinalização de perigo de cargas suspensas e proibição de acesso a pessoas não autorizadas; b) diagrama de carga; c) uso obrigatório de arnês para trabalhos em altura; d) perigo de eletrocussão.....	117
Figura 4.131 – Ilustração dos movimentos gestuais descritos no texto a cima.....	118
Figura 4.132 – Depósitos situados a 36 metros da superfície: a) tanques de decantação e bacias de retenção; b) tanques de decantação.....	120
Figura 4.133 a) e b)- depósito situado a 30 metros da superfície.....	121
Figura 4.134 – Depósito de água não potável proveniente da cavidade após decantação.....	121
Figura 4.135 – Tanque de decantação: a) canais; b) tanque de decantação.....	122
Figura 4.136 – Ilustração do tanque de decantação com separação de zonas de decantação e definição do percurso efetuado pela água através das setas azuis.....	123

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 – Parque de blocos com pórtico em primeiro plano.....	125
Figura 5.2 – Monolâmina Mapor.....	126
Figura 5.3 – Painel de controlo da monolâmina Mapor.....	127
Figura 5.4 – Entradas dos engenhos.....	127
Figura 5.5 – Engenho multilâminas.....	127
Figura 5.6 – Lâminas de corte.....	128
Figura 5.7 – Segmentos diamantados das lâminas de corte.....	128
Figura 5.8 – Bloco de cimento destinado a avivar o diamante das lâminas.....	128
Figura 5.9 – Motor, cinta e poleia motriz.....	129
Figura 5.10 – Mola amortecedora do movimento de corte.....	129
Figura 5.11 – Colocação de cimento.....	129
Figura 5.12- Realização do corte de um bloco.....	130
Figura 5.13 – Chuveiros.....	130
Figura 5.14 – Colocação de cunhas entre as chapas.....	130
Figura 5.15 – Colocação de cunhas laterais.....	130
Figura 5.16 – a) Chapas retiradas do engenho. b) Pormenor dos tacos de madeira a separar conjuntos de chapas.....	131
Figura 5.17 – Portões de acesso de blocos aos talha-blocos.....	131
Figura 5.18– Bloco preparado para o corte.....	132
Figura 5.19 – Cunhas de suporte.....	132
Figura 5.20 – Disco de corte horizontal.....	132
Figura 5.21 – Disco de corte vertical.....	132
Figura 5.22 – Bloco de cimento.....	133

Figura 5.23 – Realização do corte vertical	133
Figura 5.24 – Realização do corte horizontal	133
Figura 5.25 – Operário sistema banda com ferro auxiliar	134
Figura 5.26 – Operário retira a banda	134
Figura 5.27 – Colocação da banda no lote de bandas	134
Figura 5.28 – Contentor de desperdício	134
Figura 5.29 – Painel de controlo do talha-blocos Pedrini	135
Figura 5.30 – Talha-blocos Gregori Bufalo-m	135
Figura 5.31 – Painel de controlo do talha-blocos Gregori	136
Figura 5.32 – Operário mede o bloco	136
Figura 5.33 - Bloco do exemplo	137
Figura 5.34 - Medidas do bloco do exemplo	137
Figura 5.35 – Divisão do bloco por material aproveitável e material não aproveitável	138
Figura 5.36 - Disco de corte da máquina tipo ponte	139
Figura 5.37 – Segmentos diamantados do disco de corte	139
Figura 5.38 – Máquina de corte tipo ponte Gregori - New Star	140
Figura 5.39 – Processo de colocação de bandas na máquina de corte tipo ponte: a) transporte das chapas; b) colocação das chapas na horizontal; c) posicionamento das chapas na mesa	140
Figura 5.40 – Medição das chapas	141
Figura 5.41 – Colocação da plataforma na altura correta	141
Figura 5.42 – Operário a alinhar o disco através da mira	141
Figura 5.43 – Manivela de controlo de movimento	141
Figura 5.44 – Lupa de observação do valor indicado pela régua	142
Figura 5.45 – Régua	142
Figura 5.46 – Processo de corte	142
Figura 5.47 – Máquina de corte tipo ponte Pedrini	143
Figura 5.48 – Painel de controlo	143
Figura 5.49 - Realização do corte segundo a linha projetada pelo laser guia	143
Figura 5.50 – Máquina corta topos Gregori	144
Figura 5.51 – Máquina corta topos Breton - Tilbreton 204	144
Figura 5.52 – Plataforma e cabeças de corte na posição inicial	145
Figura 5.53 – Plataforma com banda e cabeças de corte na posição de corte	145
Figura 5.54 - Lotes de aproveitamento	145
Figura 5.55 – Colocação da chapa na zorra	146
Figura 5.56 – Encaminhamento da chapa para a linha	146
Figura 5.57 – Cabeças diamantadas de retificação de espessura	146
Figura 5.58 – Cabeças de polimento, brilho e limpeza	146
Figura 5.59 – Calces de polimento, brilho e limpeza	147
Figura 5.60 – Equipamento de limpeza	147
Figura 5.61 – Jato de água do equipamento de limpeza	147
Figura 5.62 – Secador de calor	148
Figura 5.63 – Rolo de limpeza	148
Figura 5.64 – Três das seis cabeças diamantadas	149
Figura 5.65 – Cabeças de polimento	149
Figura 5.66 - Polidora Figueiredo	149
Figura 5.67 – Cabeças diamantadas	149
Figura 5.68 – Máquina biseladora	150

Figura 5.69 – Diferentes posicionamentos da mó da máquina biseladora: a) retificação da parte lateral da peça; b) bisel de topo e aresta; c) bisel de topo; d) bisel de aresta superior; d) bisel de aresta inferior.....	150
Figura 5.70 - Realização do acabamento areado.....	151
Figura 5.71 – Aspeto final do acabamento areado.....	151
Figura 5.72 – Pórticos da unidade de transformação: a) pórtico do parque de blocos destinados aos talha-blocos; b) pórtico do parque de blocos destinados aos engenhos multilâminas; c) pórtico do parque de blocos principal com blocos destinado a venda ou sem destino definido	152
Figura 5.73 – Representação das funções do comando da grua	152
Figura 5.74 – Pontes rolantes da zona de transformação de chapa.....	153
Figura 5.75 – Motor e cabos.....	153
Figura 5.76 – Grua tipo bandeira posicionada a jusante da linha de polimento de chapa	153
Figura 5.77 – Cabos de aço com reforço.....	154
Figura 5.78 – Empilhador Caterpillar V18.....	154
Figura 5.79 - Empilhador Caterpillar V80E.....	154
Figura 5.80 – Extensores das patolas dos empilhadores	155
Figura 5.81 – Trator Ford.....	155
Figura 5.82 – Trator Jonh Deere.....	155
Figura 5.83 – Grua móvel Omar	156
Figura 5.84 – Camião Volvo.....	156
Figura 5.85 – Vira blocos.....	157
Figura 5.86 – Depósito de gasóleo.....	157
Figura 5.87 - Chapas serradas e pormenor de ladrilho colado no local do partido.....	161
Figura 5.88 – Resinagem de chapas.....	161
Figura 5.89 – Maçarico.....	162
Figura 5.90 – Colocação de cera.....	162
Figura 5.91 – Gastalhos de madeira com chapas, prontas para expedição.....	162
Figura 5.92 – Cabeças de polimento da polidora de ladrilho.....	165
Figura 5.93 – Zona de seleção do ladrilho por caixote.....	166
Figura 5.94 – Chapa de mármore polida.....	167
Figura 5.95 – Acabamento envelhecido em calcário de grão fino.....	167
Figura 5.96 - Acabamento bujardado.....	168
Figura 5.97 – Calces de bujardado fino.....	168
Figura 5.98 - Acabamento areado.....	168
Figura 5.99 – Acabamento wave (a), bambu (b) e riscado (c), realizados em dois tipos de calcário.....	169
Figura 5.100 – Ciclo de tratamento de águas industriais com equipamentos utilizados e representação de fluxos.....	170
Figura 5.101 – Depósito de águas industriais.....	171
Figura 5.102 – Depuradores.....	171
Figura 5.103 – Filtro prensa e atrelado para receção das “natas”	172

CAPÍTULO 6

Figura 6.1 – a) Paquímetro 600 mm; b) Paquímetro 600 e 150 mm; c) Esquadro de braços com comprimento ≥ 100 mm; d) Conjunto de calços finos; e) Fita métrica; f) Régua metálica de secção retangular.....	179
Figura 6.2 – Ficha de controlo dimensional de ladrilho (Modelo 03.01)	180
Figura 6.3 – Esquema da medição do comprimento e largura.....	181
Figura 6.4 – Medição da espessura de produtos acabados em oito locais.....	182
Figura 6.5 – Esquema das posições para a medição do desvio de planeza	183

Figura 6.6 – Esquema da medição do desvio de esquadria das faces	184
Figura 6.7 – Esquema da medição do desvio de esquadria dos topos (utilizando uma superfície de referência e um esquadro).....	185
Figura 6.8 – Posições de medição do desvio de esquadria dos topos	185
Figura 6.9 – Cartão de identificação.....	186
Figura 6.10 – Lote identificado.....	186
Figura 6.11 – Excerto da base de dados de controlo comercial	187

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1- Características das escavadoras de rastros da empresa	44
Tabela 4.2- Características das pás carregadoras da empresa Plácido José Simões, S.A.....	46
Tabela 4.3 – Características dos dumpers em funcionamento na pedreira Carrascal JS.....	48
Tabela 4.4- Características gerais das retroescavadoras.....	54
Tabela 4.5 – Medidas dos blocos em bruto e estimadas, resultantes do alargamento do abaixamento de piso utilizadas para o cálculo do rendimento em bruto.....	74
Tabela 4.6 – Informação dos blocos esquadrejados utilizada para o cálculo do rendimento total da bancada.	81
Tabela 4.7 – Coordenadas das sondagens K2, K3, K4 e K5.....	89
Tabela 4.8 – Graus de alteração do maciço rochoso.....	99
Tabela 4.9 – Graus de fracturação de maciços rochosos.....	100
Tabela 4.10 – Classificação dos maciços rochosos com base no RQD – Rock Quality Designation.....	100
Tabela 4.11 – Dados finais das classificações adotadas para o estudo da sondagem.....	101

CAPÍTULO 5

Tabela 5.1 – Equipamentos da fábrica	158
--	-----

CAPÍTULO 6

Tabela 6.1 – Características técnicas do material	177
Tabela 6.2- Frequência de controlo dimensional de ladrilho (PL03.01)	179
Tabela 6.3 - Margem de erro para ladrilho modular	180

ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS

CAPÍTULO 4

Fluxograma 4.1- Ciclo de trabalhos de pedreira	59
--	----

CAPÍTULO 5

Fluxograma 5.1 - Etapas do ciclo de produção de chapa.	160
Fluxograma 5.2 – Ciclo de produção de chapa	163
Fluxograma 5.3 – Ciclo de produção de ladrilho.	164
Fluxograma 5.4 – Destino do ladrilho ou banda consoante as suas características.	165

ANEXOS

ANEXO I - Recolha de dados para inventário de blocos e ladrilho

ANEXO II - Folhas de controlo de produção: Mod.03.01 – Dimensão de peças

ANEXO III - Folhas de controlo de produção: Mod.04.01 – Impresso PAM

ANEXO IV - Mod.08.01 - Manutenção de Maquinaria

ANEXO V - Folhas de controlo de produção: Mod.18.01 – Máquina de ponte

ANEXO VI - Folhas de controlo de produção: Mod.20.01 – Polidora de ladrilho e Mod.19.01 – Controlo de abrasivos

ANEXO VII - Folhas de controlo de produção: Mod.22.01 – Engenhos multilâminas

ANEXO VIII - Folhas de controlo de produção: Mod.22.01 – Talha-blocos

ANEXO IX - Folhas de controlo de produção: Mod.22.01 – Polidora de Chapa

(esta pagina foi deixada em branco propositadamente)

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Introdução geral

O presente relatório é resultado do estágio curricular realizado para a conclusão do segundo ciclo de estudos do curso de Engenharia Geológica e obtenção do grau de mestre. Este estágio teve lugar na empresa Plácido José Simões, S.A., tendo início no dia 2 de Fevereiro de 2014 e continuando até à atualidade.

O estágio dividiu-se entre a pedreira da empresa, em Borba, e a unidade fabril da mesma, em Vila Viçosa. Deste modo foi possível abranger todo o processo ligado à indústria de extração, transformação e comercialização do mármore.

1.2 – Objetivo

O objetivo geral do estágio foi o acompanhamento técnico de todo o ciclo de trabalhos de extração e transformação de rocha ornamental, incidindo principalmente na rocha mármore.

Contíguo ao objetivo geral, o estágio possuiu ainda uma componente de identificação e descrição de técnicas utilizadas, bem como equipamentos inerentes aos trabalhos executados em ambos os setores, pedreira e fábrica.

O estágio teve ainda uma vertente ligada ao controlo de qualidade de material em ambos os setores. Na fábrica, a estagiária ficou responsável pela aplicação da marcação CE, e desenvolvimento de metodologias tendo em vista o controlo da produção e qualidade do ladrilho produzido.

Finalmente, foi efetuado pela estagiária um estudo de novas áreas de exploração tendo em vista alargamento da pedreira Carrascal JS. Este estudo teve como base a análise da geologia local e uma sondagem como meio de prospeção.

1.3 – Planificação

O presente relatório encontra-se dividido por sete capítulos, explicitados de seguida.

No capítulo 1 são descritos os objetivos principais do estágio, sendo feita uma descrição resumida do conteúdo de cada capítulo.

O capítulo 2 dedica-se à apresentação da empresa Plácido José Simões, S.A.

No capítulo 3 é feito o enquadramento da pedreira Carrascal JS incidindo no enquadramento geológico e geográfico da mesma.

O capítulo 4 destina-se à descrição das operações realizadas na Pedreira Carrascal JS, sendo feita a exposição dos equipamentos afetos à exploração, técnicas utilizadas, bem como os diversos desenvolvimentos da exploração acompanhados pela estagiária durante o estágio. É também neste capítulo que é apresentada a análise do estudo de alargamento da pedreira e da sondagem realizada. Por fim, é feita uma análise das condições de segurança, higiene e saúde na pedreira.

No capítulo 5 é feita a descrição das operações realizadas na unidade de transformação, sendo realizada a descrição de todos os equipamentos afetos à transformação. Neste capítulo é ainda feita a descrição das tarefas realizadas pela estagiária na fábrica durante a realização do estágio.

No capítulo 6 são descritas as funções da estagiária na aplicação da marcação CE a ladrilhos modulares e a metodologia instruída para controlo de produção do mesmo material.

Finalmente, no capítulo 7 são tecidas as considerações finais relativamente aos trabalhos acompanhados.

CAPÍTULO 2

PLÁCIDO JOSÉ SIMÕES, S.A.

CAPÍTULO 2 – PLÁCIDO JOSÉ SIMÕES, S.A.

2.1 – A empresa

A Plácido José Simões, S.A., é uma empresa que teve origem em 1965 tendo sido fundada pelo Sr. Plácido Simões*. Atualmente, a empresa é gerida pelo Sr. Cândido Simões e pelo Dr. Jorge Simões, filhos herdeiros do fundador (Fig. 2.1). A Sra. Angélica Martins Simões, mãe dos dois filhos do casal, é ainda parte ativa na gestão e orientação estratégica da empresa.

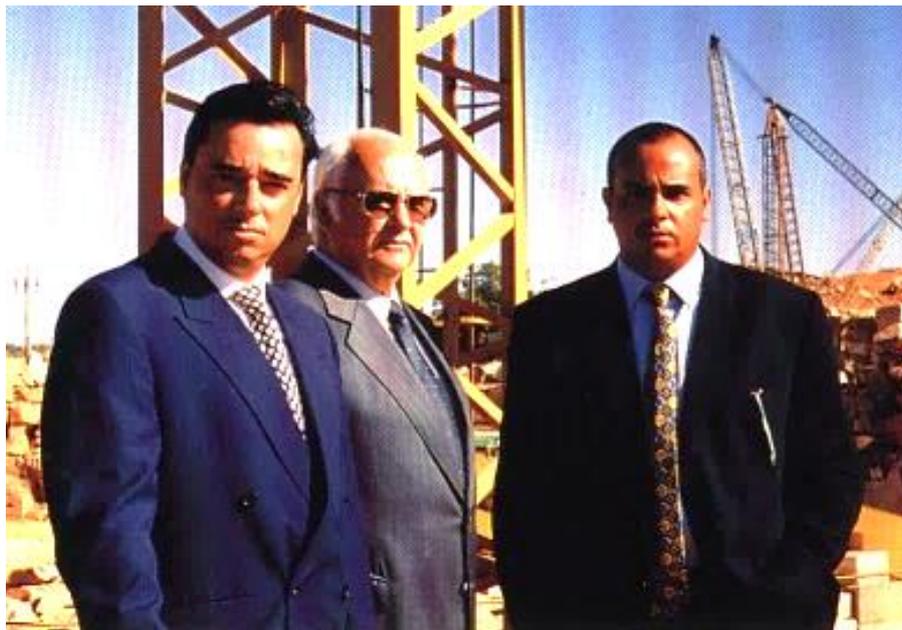


Figura 2.1 – Na figura estão o Dr. Jorge Simões à esquerda, o Sr. Plácido Simões no centro e o Sr. Cândido Simões à direita.

O nome e símbolo da empresa são inspirados no nome do fundador, o Sr. Plácido José Simões, perfazendo as respetivas letras do seu nome (Fig. 2.2).

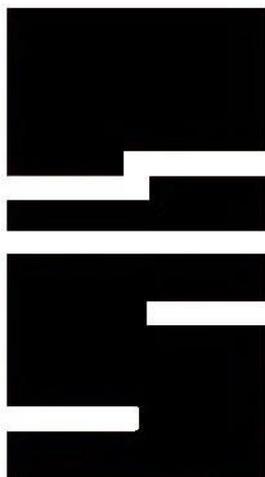


Figura 2.2 – Logotipo da empresa Plácido José Simões, S.A.

*(† 27/06/2007)

Com sede no concelho de Borba, distrito de Évora, é uma empresa que se dedica ao sector das rochas ornamentais. Dedicar-se à exploração e transformação de mármore e granitos assim como à comercialização de diferentes tipos de rocha ornamental. É uma empresa versátil que aposta na inovação e no estudo do seu património de modo a delinear estratégias a desenvolver garantindo, assim, uma melhor gestão das suas reservas exploráveis e um bom planeamento da exploração.

A empresa aposta ainda na formação dos seus funcionários e na segurança e higiene no posto de trabalho. Deste modo, garantiu ao longo dos anos uma equipa dinâmica, profissional e consciente das boas práticas de trabalho num local onde inúmeros cuidados inerentes ao quotidiano têm de ser constantemente observados.

É constituída por uma equipa de trinta e três pessoas, que têm vindo a diminuir ao longo dos anos e que está distribuída da seguinte forma: dois administradores, uma diretora comercial, dois escriturários, uma diretora de contas e vinte e cinco operários. A empresa possui ainda um diretor técnico a tempo parcial. Os operários dividem-se pela pedreira e serração tendo cada um competências próprias e desempenhando funções específicas.

Na pedreira trabalham atualmente oito funcionários (um encarregado geral, um encarregado secundário sempre presente no local dos trabalhos de pedreira e seis cabouqueiros). No conjunto de operários existem dois condutores de máquinas, dois serradores de fio e três cabouqueiros.

Na unidade de transformação trabalham dezassete funcionários (um encarregado, um guarda, um serralheiro, um electricista e doze operários de fábrica, cada um com sua especialidade). No conjunto de operários existem dois condutores de máquinas, dois polidores de chapa, dois serradores, três operadores de máquinas de corte e três selecionadores.

É de salientar que entre as trinta e três pessoas que colaboram neste projeto apenas seis são mulheres e dessas, apenas três exercem trabalho fabril, estando integradas na fase de seleção por qualidade/tipo de material. Isto demonstra a dureza dos trabalhos exercidos no ramo da exploração e transformação de rocha para fins ornamentais. A tarefa de seleção do mármore por tonalidades e padrões estéticos está entregue às mulheres por estas serem mais sensíveis e seletivas que os homens no que concerne às afinidades cromáticas e texturais. Por sua vez, os homens são vocacionados e orientados para trabalhos mais pesados.

Dois dos funcionários da empresa, um na fábrica e outro na pedreira, possuem um curso de socorrista.

A faixa etária dos trabalhadores ronda os quarenta e oito anos de idade com tendência a aumentar, dada a dificuldade de encontrar trabalhadores mais jovens motivados e/ou com conhecimentos neste sector.

Atualmente, como se verifica um pouco por todas as empresas do sector, a empresa atravessa um difícil período económico que levou a uma redução de custos. Presentemente explora apenas uma das seis pedreiras de mármore (pedreira *Carrascal JS*) que possui e gere uma serração, comercializando vários tipos de rocha ornamental com diferentes aplicabilidades e acabamentos.

A maior parte da produção da Plácido José Simões, S.A. destina-se ao mercado externo (EUA, Arábia Saudita, Angola, China, Europa, Emirados Árabes Unidos, entre outros) pelo que as exportações constituem grande parte da economia da empresa.

A empresa Plácido José Simões é ainda conhecida por patrocinar vários eventos de origem social e desportiva na cidade de Borba (por exemplo o Torneio “Plácido Simões” e o facto de ser a principal patrocinadora do Sport Clube Borbense). Possui ainda vários protocolos de educação/formação, nomeadamente com a Universidade de Évora, com a ESTER (Escola Tecnológica das Pedras Naturais) e com o CEVALOR (Centro Tecnológico das Rochas Ornamentais) sob a égide dos quais recebe e acompanha estagiários e realiza visitas de estudo tanto à fábrica como à pedreira. Possui ainda um protocolo com a SPIRA, empresa associada à rota “*Tons de Mármore*”, que visa dar a conhecer a Zona dos Mármore no Anticlinal de Estremoz como destino turístico ligado à extração, transformação e utilização do mármore como riqueza endógena e potenciadora de um património arquitetónico e cultural ligado a uma rocha ornamental de excelência, sejam quais forem os parâmetros comparativos que se utilizem (Lopes & Martins, 2010).

CAPÍTULO 3

ENQUADRAMENTO DA PEDREIRA CARRASCAL JS

CAPITULO 3 – ENQUADRAMENTO DA PEDREIRA CARRASCAL JS

3.1 - Enquadramento geográfico

A pedra “Carrascal JS” situa-se na freguesia Matriz pertencente ao concelho de Borba, distrito de Évora, Portugal (Fig. 3.1). O local onde está implementada é conhecido pelo Monte de São Sebastião, posicionado junto á estrada N225 no km 2,6.

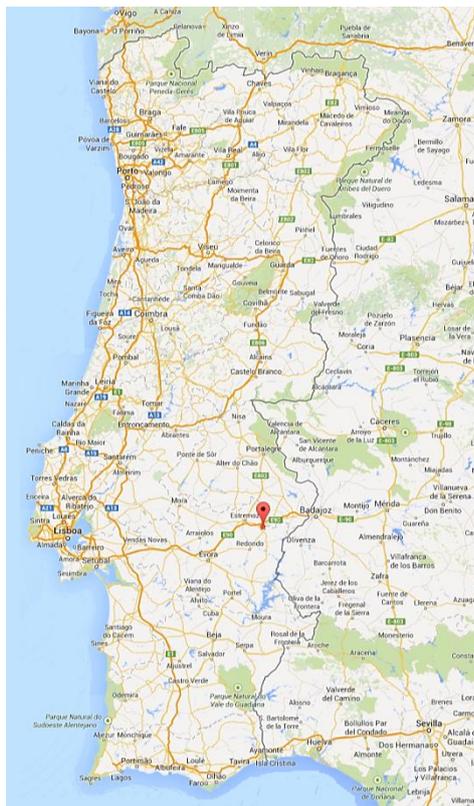


Figura 3.1 – Mapa de enquadramento geográfico continental evidenciando a localização da pedra. É possível ter a percepção da localização favorável da pedra que permite a exportação por meio rodoviário, marítimo e aéreo.

Localizada no núcleo de exploração de Carrascal/Borba faz parte da denominada “Área Cativa” da Região de Borba, Estremoz, Vila-Viçosa e Alandroal, instituída pela portaria 441/90 do Ministério da Indústria e Energia regulamentada pelo Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona dos Mármore (PROZOM), inserida na Unidade de Ordenamento nº 2 (UNOR 2), pertencentes ao núcleo de Exploração B.

O PROZOM abrange os concelhos acima enumerados ocupando uma área de cerca de 140 000 ha, onde se encontra incluída a denominada “Área Cativa” com uma área de aproximadamente 15 000 ha. (in PROZOM - Opções estratégicas e Normas Orientadoras DRAOT Alentejo).

Relativamente às vias de acesso, a pedra “Carrascal JS” situa-se junto à estrada Nacional EN225 que faz a ligação entre Borba e Vila-Viçosa, tendo também proximidade com a Estrada Nacional nº 4 (Lisboa-Caia) e autoestrada A6 (Marateca-Caia). Pela rede viária envolvente

constata-se que a pedra dispõe de bons acessos que facilitam a expedição de material a partir da mesma. As vias de acesso à pedra Carrascal JS encontram-se representadas na figura 3.2.



Figura 3.2 – Enquadramento da pedra Carrascal JS delimitada a verde e as principais vias de acesso existentes.

3.2- Enquadramento geológico

3.2.1 - Enquadramento geológico regional

3.2.1.1 – Anticlinal de Estremoz

O Anticlinal de Estremoz situa-se em Portugal continental na região norte alentejana (Fig. 3.3), sendo um dos maiores centros de extração e transformação de mármore como rocha ornamental.

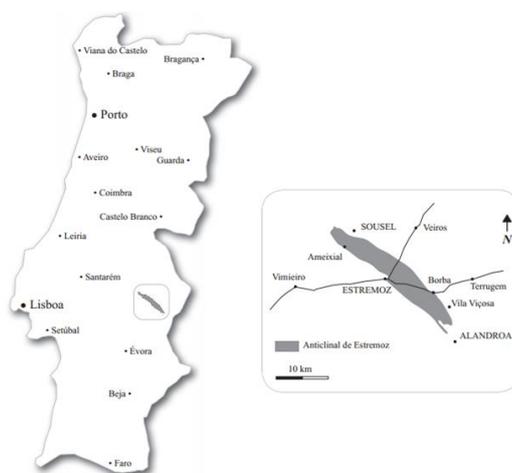


Figura 3.3 – Localização geográfica do Anticlinal de Estremoz. (Adaptado de Guerreiro, 2000)

A designação “Anticlinal de Estremoz” está relacionada com o facto de se tratar de uma macroestrutura geológica. Em termos gerais, correspondente a uma dobra em que as rochas

mais antigas se situam no núcleo. Também se trata de um antiforma dado que apresenta a concavidade voltada para baixo. Nele é possível encontrar rochas com idades compreendidas entre o Neoproterozóico e o Silúrico. Em determinadas zonas existem rochas de idade quaternária, correspondentes a depósitos lacustres. O enquadramento das idades estratigráficas acima referidas está representado a figura 3.4.

TABELA CRONOESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL

Comissão Internacional de Estratigrafia

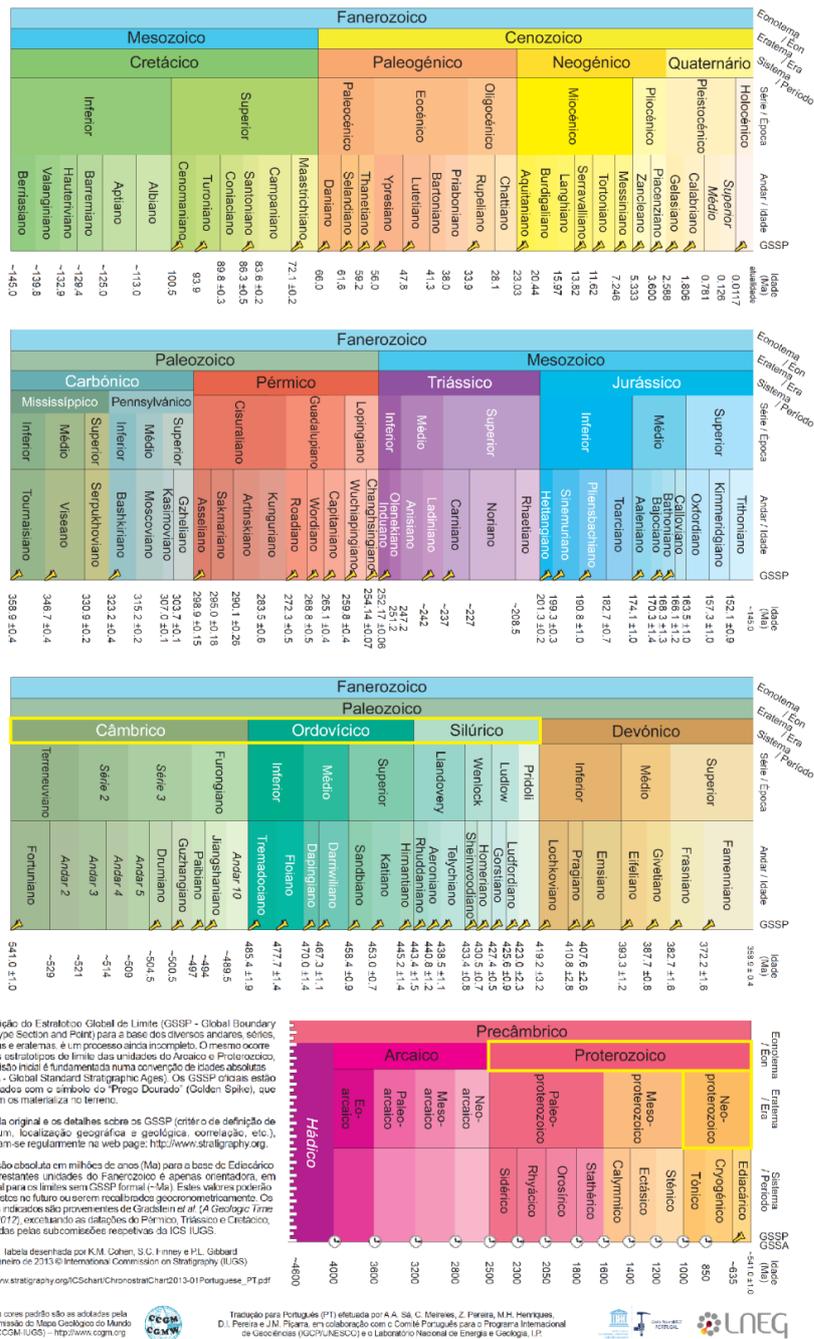


Figura 3.4 – Tabela estratigráfica internacional – Adaptado de LNEG, 2014.

Uma estrutura em antifoma anticlinal é uma estrutura dobrada em que as unidades mais antigas se situam no núcleo da dobra e apresenta a concavidade voltada para baixo (Fig. 3.5).

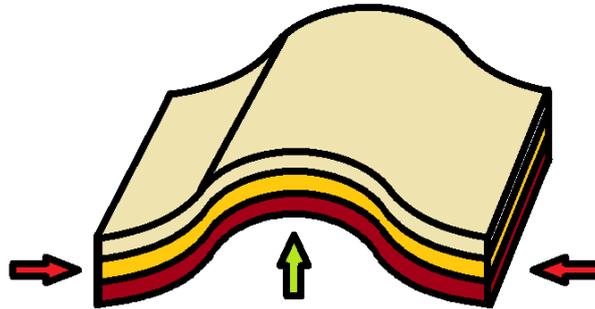


Figura 3.5 – Estrutura em anticlinal com indicação das forças atuantes pelas setas vermelhas e respetiva direção. A seta a verde indica o sentido do movimento das camadas estratigráficas.

Localizada no soco hercínio da Península Ibérica, na zona da Ossa Morena, a estrutura do Anticlinal de Estremoz está fortemente ligada à orogenia varisca. Entenda-se por orogenia varisca um conjunto de processos tectónicos que afetaram a crosta terrestre ao longo dos tempos geológicos e que ocorre em períodos determinados (Devónico superior – Carbónico inferior), dando origem ao aparecimento das grandes cadeias montanhosas.

Durante a criação do supercontinente Pangeia, as rochas que se encontravam à superfície foram colocadas a cerca de 7 km de profundidade. Este facto foi originado pelas forças resultantes da colisão das diversas placas continentais. Uma vez em profundidade, estas rochas sofreram um metamorfismo regional concomitantemente com deformação em regime dúctil, responsável pela formação de dobras (CEVALOR, 2003).

A orogenia Varisca do Anticlinal de Estremoz apresenta duas fases de deformação dúctil e um estágio tardio constituído, pelo menos, por três eventos de deformação em regime frágil. A primeira fase, deu origem à xistosidade regional que sobrepõe a estratificação inicial. Nesta fase originam-se dobras deitadas (figura 3.6) com charneiras de direção E-W e vergência geométrica para norte.

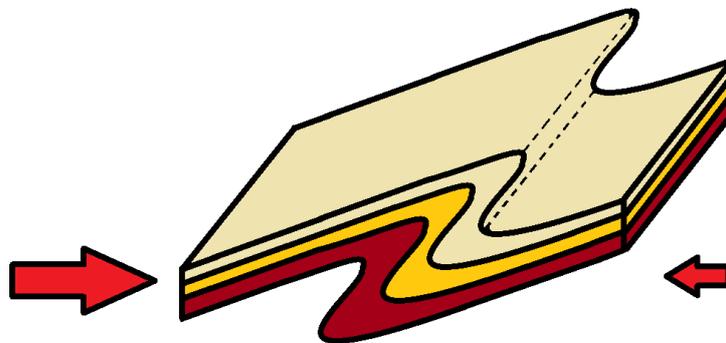


Figura 3.6 – Esquema representando a formação de uma dobra deitada, com vergência geométrica para N (indicada pelo sentido da seta de maiores dimensões). O tamanho distinto das duas setas vermelhas pretende ilustrar a intensidade das forças atuantes que permitem o transporte para Norte.

A segunda etapa consiste num redobramento da estrutura existente originando dobras com eixos a mergulhar em direções opostas: para NW na terminação Oeste e para SE na terminação Este (Fig. 3.7).

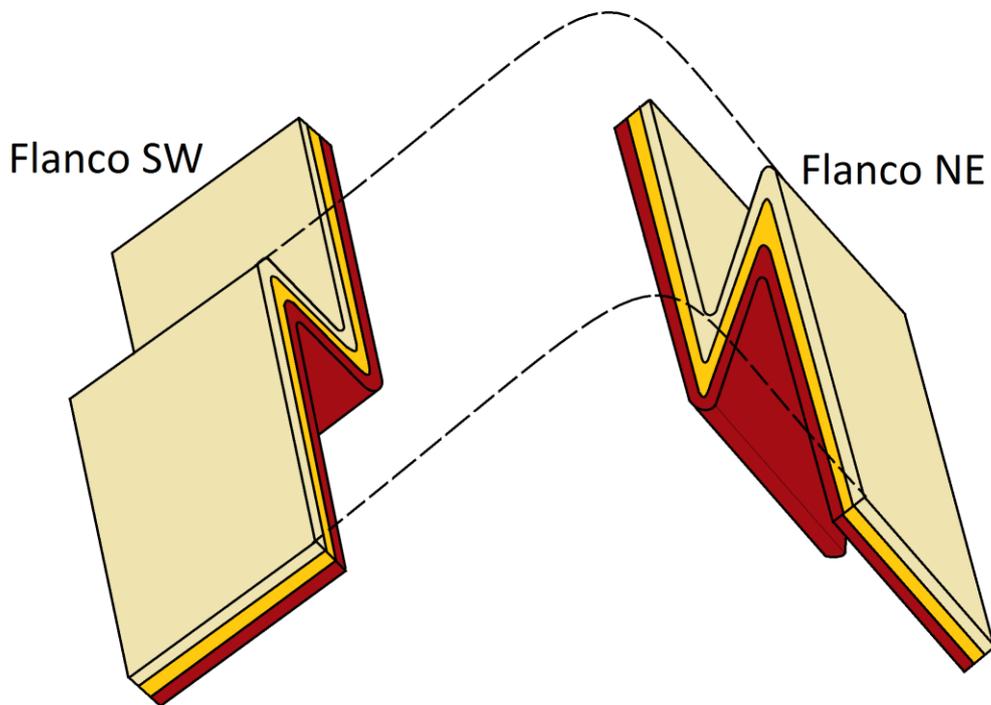


Figura 3.7 – Geometria resultante da segunda fase de dobramento da estrutura do Anticlinal de Estremoz, evidenciando os flancos SW e NE formados.

Após as fases de dobramento surgiram fenómenos de descompressão que originaram a fracturação do maciço.

Aquando da fase de fragmentação da Pangeia, durante o Triásico, a região continental sofre uma nova fase de fracturação, de origem tectónica. A fracturação originada nesta fase consiste essencialmente em falhas de desligamento esquerdas sendo materializadas pelo sistema de falhas da Messejana. Este sistema prolonga-se por cerca de 600 km desde o centro da Península Ibérica (Norte de Madrid) até ao Cabo de S. Vicente, atravessando a extremidade SE do Anticlinal de Estremoz e continuando em direcção ao Atlântico numa direcção média de NE para SW. Nestes desligamentos esquerdos, é ainda possível observar uma componente de movimento vertical normal que provocou o abatimento das terminações periclinais SE e NW em relação a zona de charneira da dobra principal na zona média situada nas vizinhanças da cidade de Estremoz.

A circulação de águas meteóricas enriquecidas em Mg nas fraturas previamente formadas, origina um fenómeno de dolomitização secundária sobre os mármore calcíticos e o desenvolvimento de estruturas características localmente designadas por “olho-de-mocho”. A transformação da calcite em dolomite faz-se com redução de volume originando cavidades

onde, num estado posterior, se vão depositar novos cristais de calcite. Os geoides assim formados, por se assemelharem aos olhos da ave, tomam a designação atrás referida.

Na figura 3.8 está representada a cartografia geológica do Anticlinal de Estremoz.

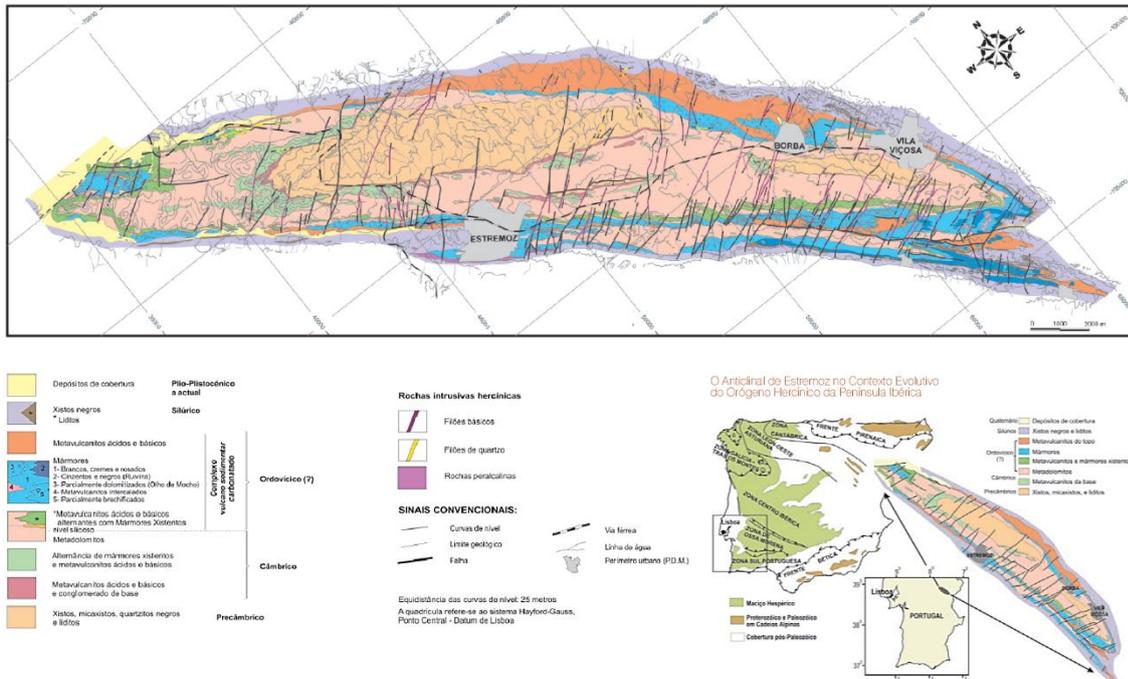


Figura 3.8 – Carta geológica do Anticlinal de Estremoz – (Fonte: IGM, 1997).

Relativamente à coluna lito-estratigráfica do Anticlinal de Estremoz, segundo Lopes (1995), não é fácil definir os limites entre as diferentes litologias, afirmando: “A elevada ocorrência, em leitões de espessura irregular, de calcoxistos, quartzitos, metavulcanitos e silicificações, e a frequência com que se produzem variações laterais de fácies, contribuem para dificultar a definição dos limites geológicos, para o topo e em menor grau para a base.”. Assim sendo, foi possível a realização de uma coluna litoestratigráfica (Fig. 3.9) tendo sempre presente a complexidade do maciço em questão.

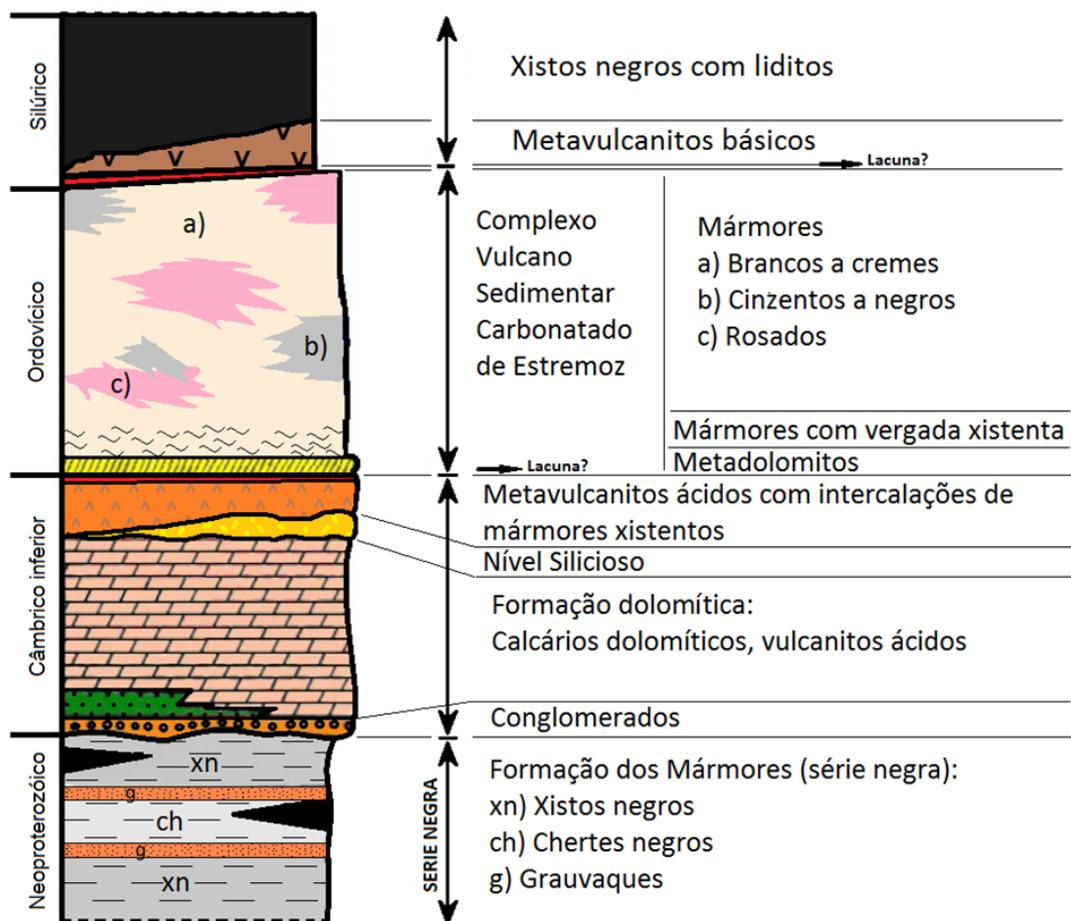


Figura 3.9 - Coluna litoestratigráfica do Anticlinal de Estremoz. (adaptado de Oliveira, *et. al.*, 1991 e Lopes, 2003).

Da base para o topo estão definidas as seguintes formações rochosas:

- 1- **Formação dos Mares** - Encontrando-se presente no núcleo da formação do Anticlinal de Estremoz a génese deste conjunto de formações rochosas enquadra-se na era Neoproterozóica do período Proterozóico. É composta maioritariamente por xistos negros e metagrauvaques, possuindo equivalência estratigráfica e litológica com a Série Negra bem caracterizada no Nordeste Alentejano (Gonçalves, 1972).
- 2- **Formação Dolomítica** - Datada do Câmbrio inferior é composta, da base para o topo, por arcoses e conglomerados que assentam em discordância com a serie negra resultante da formação dos mares; unidades de mármore xistento intercalados com rochas metavulcânicas básicas a intermédias; rochas dolomíticas com xistosidade ocasional; leitos vulcânicos ácidos e básicos; e, no topo desta formação, um horizonte silicioso descontínuo localmente mineralizado por sulfuretos.

Alguns autores como Oliveira, 1984 e Carvalhosa *et al.*, 1987, consideram que a formação representante do topo desta sequência constitui um marcador de uma

importante laguna que aparenta estar relacionada com eventos de exposição subaquática dos carbonatos durante o Câmbrio médio e inferior, provocando localmente carsificação e silicificação.

- 3- **Complexo Vulcano Sedimentar Carbonatado de Estremoz** - Complexo geológico, de idade provável câmbria, podendo chegar ao Ordovícico. É constituído por calcários cristalinos metamorfizados (mármore), xistos e calcoxistos, com intercalações de vulcanitos ácidos e básicos (basaltos alcalinos). A existência de intercalações de natureza xistenta na série carbonatada é comum devendo-se a interrupções das condições de sedimentação carbonatada. A idade destas formações tem gerado alguma controvérsia entre autores tendo sido considerada do Câmbrio inferior por Carvalho *et al.* (1971), do Devónico por Piçarra & Le Menn (1993), do Ordovícico por Lopes (2003) e mais recentemente as datações realizadas em riólitos situados no topo da sequência, apontam a idade deste complexo para o Câmbrio médio/superior (Pereira *et al.*, 2012).
- 4- **Xistos negros e liditos** - Datada do Silúrico pela presença de graptólitos é a formação mais recente da sequência litoestratigráfica do Anticlinal de Estremoz.

3.2.1.1.1- UNOR – Unidades de Ordenamento

As UNOR's estão integradas no projeto PROZOM - Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona dos Mármore. Este projeto tem como finalidade a organização do território na Zona dos Mármore no Anticlinal de Estremoz em função, essencialmente, da natureza do subsolo. Neste plano o terreno correspondente ao Anticlinal de Estremoz encontra-se dividido por cinco UNOR's representadas na figura 3.10. As UNOR's foram definidas com base nos concelhos existentes na área, sendo elas:

- UNOR 1 – Estremoz;
 - UNOR 2 – Borba/Barro Branco/Ruivina;
 - UNOR 3 – Vigária;
 - UNOR 4 – Lagoa;
 - UNOR 5 – Pardais
- } Vila-Viçosa

Cada UNOR é constituída por vários núcleos de exploração de mármore funcionando de forma autónoma.



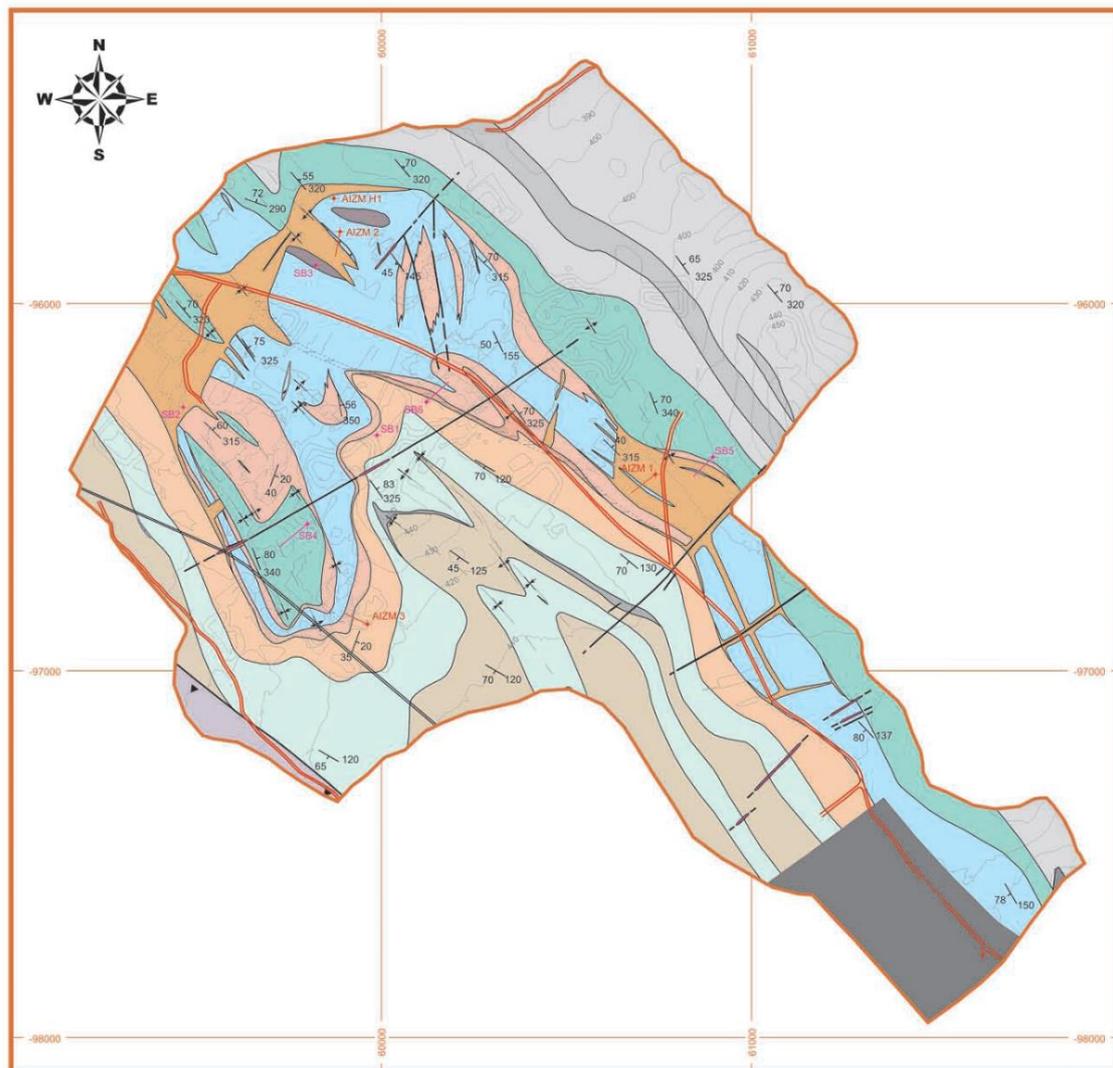
Figura 3.10 – Distribuição das UNOR no Anticlinal de Estremoz – Decreto-lei nº106, 8 Maio de 2002.

3.2.1.1.2- UNOR 2

A pedra Carrascal JS está situada na UNOR 2 - Borba / Barro Branco / Ruivina apresentando um padrão de formações que resultaram num sinclinal de segunda ordem na estrutura macroscópica, sendo que as explorações de mármore de Borba se encontram, maioritariamente, no flanco NE, com explorações mais viáveis economicamente. Tal não se verifica nas explorações de mármore situadas no flanco oposto onde a segunda fase de deformação do anticlinal facilitou a instalação de corredores de cisalhamento (NW-SE e ENE-WSW) a que se associam fenómenos de dolomitização secundária.

Segundo a avaliação geoeconómica da pedra Carrascal JS realizada pelo CEVALOR em 2003, os mármore pertencentes a esta UNOR atingem profundidades de cerca de 150 m.

A litoestratigrafia da UNOR 2 é constituída, da base para o topo, por: metavulcanitos, mármore muito vergados, mármore pouco vergados e metavulcanitos. A carta geológica representada na figura 3.11 evidencia as formações rochosas descritas anteriormente, bem como a sua estrutura e ainda as falhas e filões mais relevantes.



Legenda

<ul style="list-style-type: none"> ■ Xistos Negros e Liditos ■ Metavulcanitos ■ Metavulcanitos ■ Mármore brechificado ■ Mármore e Metavulcanitos intercalados ■ Mármore Dolomilizado, de Grão Grossoiro ("Ocho de Mocho") ■ Mármore Cinzento e Negro ■ Mármore Branco e Creme ■ Mármore Rosa ■ Mármore Rosa, Muito Vergado ■ Metadolomitos ■ Metavulcanitos e Mármores ■ Metadolomitos ■ Quartzitos e Xistos Negros 	<ul style="list-style-type: none"> } Silúrico-Devónico inferior(?) } Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado (Ordovício ?) } Câmbrico } Precâmbrico
---	---

0 250 500 metros

Sistema de coordenadas: Quadricula quilométrica Gauss-Elipsóide de Hayford, Datum Lisboa

Simbologia

<ul style="list-style-type: none"> — Estratificação X Eixo de Dobra Anticinal, de 2ª Fase Falha ● Sondagens do Projecto Cartografia Temática ● Sondagens de antigos Projectos — Curvas de nível Mestras 	<ul style="list-style-type: none"> — Xistosidade de 2ª Fase X Eixo de Dobra Sinclinal, de 2ª Fase - - - Falha provável — Estradas — Caminhos de Ferro
---	--

Figura 3.11 – Carta geológica do UNOR 2 – Adaptado de Carvalho *et al.*, (2008, Cartografia temática do anticlinal - Zona dos Mármores).

3.2.2- Enquadramento geológico da pedra Carrascal JS

Como já se referiu atrás, a pedra Carrascal JS está situada no flanco NE do complexo Vulcano Sedimentar Carbonatado de Estremoz (CVSCE) no UNOR 2, possuindo uma área de cerca de 70.000,00 m² (Fig.3.12)



Figura 3.12 – Área de exploração e aterro da pedra Carrascal JS.

A zona em questão é estruturalmente complexa sendo possível observar estados de deformação dúctil característicos das duas fases de dobramentos e ainda falhas e diáclases originadas em regime frágil.

A primeira fase de deformação promoveu dobramentos com vergência geral para NW, sendo que a segunda fase de deformação reorientou a estrutura geral para uma direção NW-SE provocando padrões de interferência (L. Lopes, 2003 e CEVALOR, 2003).

A pedra do Carrascal JS apresenta uma sequência de litologias orientadas na direção NE-SW. Na base ocorre mármore cor-de-rosa intercalado com mármore creme a branco para o topo surgem rochas metavulcânicas, comuns no CVSCE. As intercalações dos diferentes tipos de mármore devem-se à primeira fase de dobramento que origina um anticlinal acompanhado por um sinclinal de menor ordem da mesma fase. (CEVALOR, 2003)

Na zona oeste os leitos xistentos são mais acentuados dando origem a uma tonalidade mais forte no mármore rosa, sendo que esta é atenuada para leste, apresentando tonalidades mais claras, cremes e brancos.

Por fim, na zona mais a NE é possível observar a ocorrência de xistos negros e liditos do Silúrico. São comuns na pedra ocorrências de cavidades cársicas com calcite cristalizada, de forma romboédrica (Fig. 3.13 a) e b)).

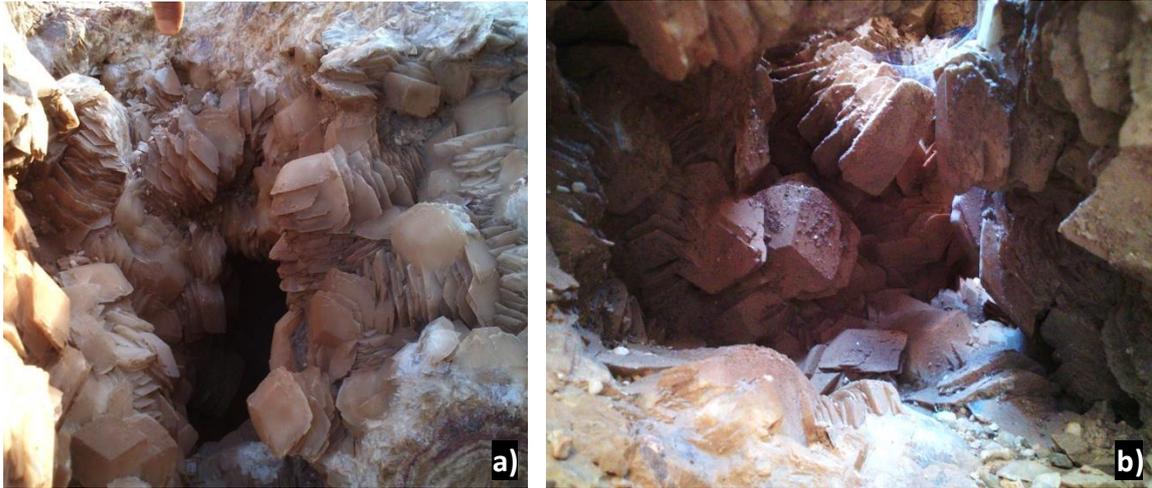


Figura 3.13 a) e b)– Calcite cristalizada existente nas cavidades cársticas da pedreira Carrascal JS.

A existência de uma cavidade cárstica de grandes dimensões na zona leste impossibilita o avanço da exploração para essa zona.

Na direção sudeste aflora um filão dolerítico vulgarmente designado “cabo real” que se terá instalado ao longo do sistema de fracturação ENE-WSW posteriormente à formação do maciço.

Em suma, os principais tipos litológicos encontrados na pedreira são:

- Dolomitos secundários, vulgarmente designados por “olho-de-mocho” e sem qualquer valor económico;
- Rochas metavulcânicas xistentas em leitos intercalados com o mármore, sem valor económico;
- Mármore dolomitizado e mármore brechificado, sem valor económico;
- Diferentes variedades cromáticas de mármore variando entre a cor clara, creme, creme rosado, rosa e branco, surgindo muitas vezes misturadas, e com valor económico como rocha ornamental.

3.2.2.1 – Fraturação

A zona da pedreira Carrascal JS encontra-se afetada por sistema de falhas normais de direção N10°W e inclinação de cerca de 60° para NE (Fig. 3.14). A qualidade do maciço junto a esta falha é menor devido à maior densidade de fraturas.



Figura 3.14 – Falha normal que afeta a pedra Carrasca JS. – a) Talude SE; b) Talude NW.

Uma análise de sondagens realizada em 2003 pelo CEVALOR revelou a seguinte predominância de famílias de fraturas: NW-SE, 40° SW; N-S, sub-vertical; e ENE-WSW, sub-vertical.

As zonas da pedra com maior densidade de fraturas são a zona leste (densidade linear de fraturas = 2,4/m) e a zona de contacto com a falha anteriormente referida, sendo que a pedra apresenta uma densidade linear de fracturação média de 1,5.

3.3 – Elementos naturais

3.3.1 – Topografia

A pedra insere-se numa planície com algumas elevações suaves como é comum na região alentejana. Porém, esta topografia, devido à grande quantidade de explorações ao longo de décadas de atividade extrativa, tem vindo a sofrer alterações radicais graças à criação de zonas de aterros, vulgarmente denominadas por “escombreyras”, adjacentes às cavidades das explorações de onde é extraído o mármore.

3.3.2 – Recursos hídricos

Os concelhos alentejanos que abrangem o Anticlinal de Estremoz estão dotados de um sistema de reservas hídricas abonado, designado por aquífero Estremoz – Cano. De origem carbonatada e com uma orientação NW – SE, possui uma área de cerca de 192,5 km², prolongando-se por 45 km desde Sousel ao Alandroal.

A rede hidrográfica local não possui, contudo, uma configuração bem definida. Este facto deve-se às características permeáveis do substrato rochoso. Assim sendo, o caudal dos aquíferos é diretamente influenciado pela intensidade da pluviosidade, deste modo, é mais intenso nos meses de inverno e menos intenso nos meses de verão.

A pedreira Carrascal JS encontra-se confinada entre duas pedreiras, uma em lavra suspensa, naturalmente, cheia de água e outra, a uma cota superior à do nível freático. Estes fatores intensificam o caudal de água para o interior da cavidade e, conseqüentemente, o necessário reforço de bombas de água para que possa ser possível os trabalhos no interior pedreira.

CAPÍTULO 4

PEDREIRA CARRASCAL JS

CAPÍTULO 4- PEDREIRA CARRASCAL JS

4.1- Métodos de exploração

Na extração de rochas para fins ornamentais são diversos os métodos de exploração adotados. Esses métodos dependem das características das diferentes formações rochosas, da topografia do terreno envolvente e dos equipamentos existentes

No caso das explorações de mármore, na zona do Anticlinal de Estremoz existem dois métodos de exploração utilizados atualmente: método a céu aberto e método misto (Fig 4.1). No método a céu aberto, a exploração realiza-se em profundidade (poço/fosso ou “open pit”) ou em flanco de encosta, sendo que este desenvolvimento é pouco comum no Anticlinal de Estremoz, dada a típica topografia de planície da região Alentejana.

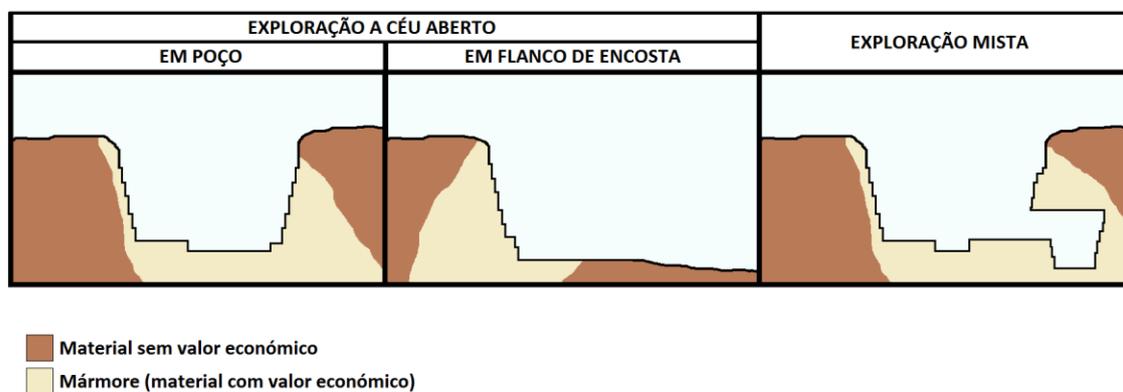


Figura 4.1 – Métodos de exploração utilizados no Anticlinal de Estremoz.

A estrutura mais comum de exploração a céu aberto é em poço ou fosso, desenvolvendo-se em profundidade, através de degraus diretos, originando uma geometria afunilada.

O método de exploração em flanco de encosta é utilizado em regiões com relevos acentuados, onde não é necessário abrir um fosso. Este método continua a ser um método céu aberto. Nas explorações em flanco de encosta, caso o recurso tenha grande continuidade em profundidade, o desenvolvimento acaba por evoluir para um estrutura em foço, adquirindo um carácter misto.

No método misto, a exploração tem início a céu aberto evoluindo posteriormente para uma exploração subterrânea. Este método é utilizado quando existe uma camada, de possança considerável, de material sem valor económico, posicionada superiormente ao material de valor económico. A extração da massa sem valor económico, muitas das vezes constitui uma despesa avultada, optando-se então pelo avanço em galerias, derivando-se para um método de câmaras e pilares.

O método de exploração adotado pela empresa Plácido José Simões, S.A. na pedreira Carrascal JS é o método de céu aberto em fosso (“open pit”), segundo degraus diretos, evidenciado na figura 4.2, embora já tenha adotado o método misto noutra pedreira da empresa.

O método “open pit” é o mais adotado na zona do Anticlinal de Estremoz pelo facto das áreas de concessão serem pequenas, geralmente confinadas entre outras explorações e ainda pelo facto de se tratar de um maciço densamente fraturado. Este método é, por isso, o mais adequado permitindo o máximo aproveitamento de material a explorar em profundidade. A pedreira Carrascal JS não é exceção estando confinada entre duas pedreiras, a estrada municipal e o aterro de escombro da própria empresa.

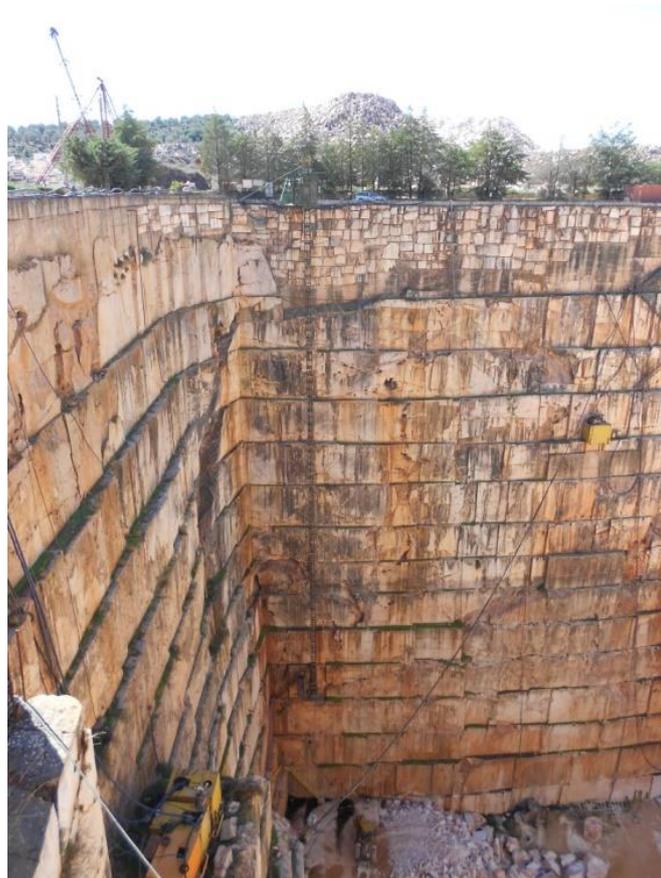


Figura 4.2 – Pedreira Carrascal JS - método de exploração a céu aberto por degraus direitos.

Os pisos possuem alturas entre 5 m e 7,5 m, porém, a altura mais utilizada para as bancadas é de 5 m de modo a facilitar os trabalhos. Contudo, essa medida varia consoante o nível de fraturação do piso, de modo a proporcionar um maior aproveitamento de matéria-prima.

4.2 – Equipamentos

4.2.1 – Equipamentos de perfuração

Martelo pneumático ligeiro (Atlas Copco)

O martelo pneumático (Fig. 4.3) é utilizado na realização de furos com diâmetros de 30 mm e 40 mm. Estes furos têm diferentes aplicações, sendo geralmente realizados para passagem de fio diamantado, fixação de outros equipamentos, realização de caixas para pistons hidráulicos e furos para posteriormente ser colocado explosivo.



Figura 4.3 – Martelo pneumático ligeiro e conjunto de barrenas de diferentes dimensões.

Este equipamento funciona através de ar comprimido, com pressões entre 7 a 9 bar realizando um movimento de roto-percussão. Para o seu funcionamento é-lhe acoplada uma barrena integral, de aço com ponta de carboneto de tungsténio que irá realizar a perfuração (Fig. 4.6). A ponta acoplada à barrena pode possuir uma forma em cruz ou em bisel, dependendo do diâmetro do furo pretendido. A ponta, ou bit em cruz realiza furos de 40 mm, sendo geralmente utilizados para a colocação de explosivo (Fig. 4.4). A ponta, ou bit em bisel realiza furos de 30 mm de diâmetro tendo como finalidade a passagem do fio diamantado para posteriormente se proceder ao corte (Fig. 4.5).



Figura 4.4 – Barrena com ponta em cruz acoplada, utilizada para furos de 40 mm.



Figura 4.5 – Barrena com ponta em bisel acoplada, utilizada para furos de 30 mm.



Figura 4.6 – Frente do bit em cruz, evidenciando-se as pastilhas de carboneto de tungstênio.

Para o avanço na perfuração em profundidade é necessária a mudança de barrenas à medida que esta aumenta, assim sendo, o conjunto de barrenas é constituído por dez unidades com as seguintes dimensões, expressas por ordem crescente: 0,80 m; 1,60 m; 2,40 m; 3,20 m; 4,00 m; 4,80 m; 5,60 m; 6,40 m; 7,20 m; 8,00 m. A extremidade da barrena possui um orifício por onde sai ar comprimido de modo a limpar o furo durante a perfuração.

Acoplado ao martelo pneumático existe um oleador que procede à lubrificação do equipamento através da passagem do ar comprimido no seu interior, onde lhe são injetadas gotículas de óleo, sendo deste modo possível combater os efeitos de oxidação por ação da humidade (Fig 4.7).



Figura 4.7 – Oleador.

Perfuradora Jumbo (Poeiras – Jumbo 250)

A perfuradora Jumbo, evidenciada na figura 4.8, permite a realização de furos com inclinações que variam entre os 0° (horizontal) e os 90° (vertical), através de um sistema hidráulico, comandado pelo operário.

Este equipamento é utilizado nos abaixamentos de piso na execução de poços mestres (furos verticais) e na execução de furos diagonais. Estes furos são utilizados para, posteriormente, se proceder à passagem do fio diamantado ou introdução de poleias direcionais.



Figura 4.8 – Perfuradora Jumbo, com destaque do local onde são acoplados os tubos de extensão.

Este equipamento funciona com um sistema roto-percussivo, estando equipado com martelo de fundo de furo. Podendo ser equipada com bits de diferentes diâmetros, a perfuradora da empresa realiza furos com diâmetros de 220 mm e de 90 mm. O bit de 220 mm é utilizado na realização de poços mestres para colocação de poleias no seu interior para a execução dos cortes de topo. O bit de 90 mm é utilizado na realização dos restantes furos, principalmente os furos diagonais. Os bits utilizados são constituídos por botões de carboneto de tungsténio (Fig. 4.9) que, ao sofrerem uma rotação vão percutindo em diferentes pontos no fundo do furo promovendo assim o seu avanço. Na extremidade do bit de perfuração este equipamento possui dois orifícios por onde sai ar comprimido de modo a limpar o furo durante a perfuração.



Figura 4.9 – Bit de 220 mm com botões de carboneto de tungstênio.

A perfuradora Jumbo está ainda equipada com tubos de extensão de 1 m de comprimento cada, que vão sendo acoplados à medida que se avança na perfuração, atingindo profundidades na ordem dos 30 m, a pressões de aproximadamente 7 bar.

Perfuradora pneumática roto-percussiva (Benetti Machine)

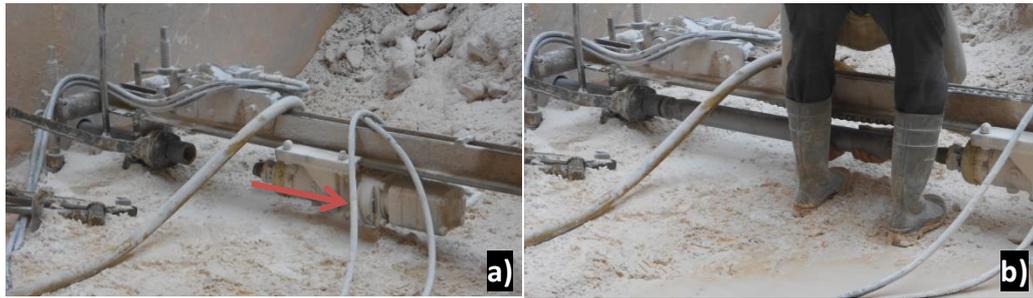
Na pedreira Carrascal JS existem duas perfuradoras pneumáticas roto-percussiva semelhantes (Fig. 4.10). Este equipamento é utilizado para a realização de furos, geralmente horizontais, apesar de permitir perfurações com diferentes ângulos quando espiada com cabos. Os furos resultantes desta perfuração têm como função a passagem do fio diamantado para posterior execução de cortes.



Figura 4.10 – Perfuradora pneumática, central hidráulica e tubos extensores.

A perfuradora pneumática é constituída por uma centralina e dois motores, um com a função de avanço do bit e outro com a função de rotação. É um equipamento provido de martelo de fundo de furo, realizando a perfuração através de um movimento roto-percussivo a pressões de cerca de 7,5 bar. Durante a perfuração são-lhe acoplados tubos extensores de 1 m de comprimento,

de modo a progredir na perfuração até à profundidade desejada (Fig. 4.11), nunca devendo exceder os 25 m, devido ao aumento da probabilidade de ocorrência de desvios na perfuração.



→ - Direção do movimento de recuo efetuado pelo martelo

Figura 4.11 – Perfuradora pneumática em funcionamento. a) Recuo do martelo para posterior colocação de um tubo extensor; b) Operador a colocar o tubo extensor.

O bit deste equipamento de perfuração é constituído por botões de carboneto de tungsténio, possuindo diferentes diâmetros, sendo os mais comuns de 76 mm e de 90 mm. O bit mais utilizado na pedreira é o bit de 90 mm (Fig. 4.12 e Fig. 4.13).



Figura 4.12 a) e b) Componentes do tubo extensor da perfuradora pneumática com o bit de 90 mm; c) Tubo extensor com bit de 90 mm acoplado.



Figura 4.13 – Bit de 90 mm.

4.2.2 – Equipamentos de corte

Roçadora de cadeia de carboneto de tungstênio Widia (Korfmann ST 450 VH)

A roçadora (Fig. 4.14) é um equipamento que permite realizar cortes verticais e horizontais. Possui um comprimento de lança de 3,25 m que possibilita um corte útil até 3 m de profundidade no maciço.

Para a execução do corte, este equipamento está munido de um sistema de cremalheira que permite a movimentação do corpo da máquina sobre carris.



Figura 4.14 – Roçadora

O instrumento de corte utilizado pela roçadora é uma correia, equipada com pastilhas de carboneto de tungstênio soldadas (Fig. 4.15), que exerce um movimento giratório em redor da lança promovendo o corte da pedra por abrasão.



Figura 4.15 – Elemento da correia com pastilha de carboneto de tungstênio.

A roçadora tem como vantagem em relação ao corte com fio diamantado, a rápida montagem, mas a desvantagem de executar cortes com apenas 3 m de profundidade, estando limitada pelo comprimento da lança.

Máquina de fio diamantado (Benetti Macchine, Perfora e Poeiras)

A máquina de fio diamantado (Fig. 4.16) é um equipamento que permite a realização de cortes através de um sistema composto por uma poleia motriz, que proporciona o movimento de rotação do fio diamantado. Este equipamento possui um sistema de cremalheira que permite o seu movimento sobre carris.



Figura 4.16 – Máquina de fio diamantado de 20 cv.

A pedreira Carrascal JS possui nove máquinas de fio diamantado:

- Quatro máquinas de fio diamantado de pequeno porte (Benetti Macchine – TL920), com potência de 20 cv, utilizadas no esquadrejamento de blocos no interior da cavidade;
- Três máquinas de fio diamantado de porte médio (Perfora) (Fig. 4.17), com potência de 40 cv, utilizadas no esquadrejamento e nos cortes de desmonte, principalmente no abaixamento de piso, por possuir potência para realizar a tarefa e ser suficientemente pequena para caber no reduzido espaço de operação existente no abaixamento de piso;
- Duas máquinas de fio diamantado de grande porte (Poeiras), com potência de 50 cv, utilizadas no corte de talhadas e abertura de canal. Não podem ser utilizadas no abaixamento de piso devido às suas dimensões.



Figura 4.17 a) e b) – Máquina de fio diamantado de 40 cv.

Tal como já foi referido anteriormente, a máquina de fio diamantado movimenta-se sobre carris (Fig. 4.18), executando um movimento de recuo, à medida que vai sendo feito o corte, mantendo, deste modo, o fio diamantado constantemente tensionado. No caso do carril ser pequeno ou o espaço confinado, quando a máquina chega ao fim do curso a operação é interrompida, posicionando-a de novo no início, encurtando-se o fio e retomando-se de seguida, a operação.



Figura 4.18 – Carris da máquina de fio diamantado.

Devido à irregularidade do piso, é necessário o nivelamento dos carris de modo a que estes se encontrem perfeitamente horizontalizados garantindo que o movimento da máquina de fio diamantado se processe da melhor forma. Para isso são utilizados pedaços de madeira ou fragmentos de pedras colocados por baixo do carril.

Fio diamantado

Todas as máquinas de fio diamantado são equipadas com fio diamantado de modo a cortar a massa rochosa. Cada metro linear deste fio é constituído por: um cabo de aço com 5 mm de

diâmetro, vinte e oito pérolas diamantadas, vinte e oito molas de 28 mm de comprimento, cinquenta e seis anilhas e sete prensadores. As pérolas diamantadas têm como função o corte da pedra por abrasão, as molas evitam que o fio se parta enquanto se encontra tensionado, conferindo-lhe alguma elasticidade, as anilhas são colocadas entre cada componente para evitar a fricção e, por fim, os prensadores servem para prensar o fio em diversos locais, de quatro em quatro conjuntos de peças de modo a que, caso este se parta, a totalidade dos componentes que o constituem não sejam projetados. Cada metro linear de fio diamantado utilizado na pedreira faz em média 70 m² de corte a uma velocidade de 7 a 9 m²/h, dependendo do material a cortar e do operador.

Para a passagem do fio pelos furos, ou montagem do mesmo na máquina de fio diamantado, este vem “aberto”, sendo necessário unir posteriormente as suas pontas para a realização do corte. O fio pode ser prensado pelo operário através de um alicate manual, ou utilizando uma prensa hidráulica (Fig. 4.19, Fig. 4.20 e Fig. 4.21). A última forma anteriormente referida é a utilizada na pedreira Carrascal JS devido ao facto deste ficar melhor prensado, evitando que se parta durante o corte. Através da prensa hidráulica, o operador pode ainda cortar o fio diamantado de modo a dimensioná-lo para os diferentes cortes. A prensa hidráulica é utilizada quer no fio para a máquina de fio diamantado quer no fio para o monofio, equipamento existente no cais de transformação primária.



Figura 4.19 a) e b) – Prensador hidráulico (Poeiras) utilizado no interior da pedreira.



Figura 4.20 – a) Prensador hidráulico (Poeiras) utilizado à superfície; b) Operário a prensar o fio diamantado.



Figura 4.21 – a) Fio diamantado prensado numa das pontas; b) Fio diamantado prensado em ambas as pontas.

O fio deve ser cuidadosamente inspecionado antes de cada corte de modo a verificar se se encontra em condições de utilização, devido a possíveis quebras do mesmo originadas pelo desgaste das pérolas e restantes componentes. A quebra de um fio diamantado durante o corte não só traz prejuízos de tempo por ter de se montar todo o equipamento novamente como pode ser perigoso para os operários que se encontrem na proximidade da máquina.

O corte com fio diamantado é realizado com um caudal de água que varia entre os 20 l/min e os 50 l/min, consoante a dimensão do corte. Esta água serve para arrefecimento do equipamento, para limpeza do corte, tendo ainda um efeito de redução de poeiras.

Poleias

Para direcionar o fio para a máquina de fio diamantado e para o corte, são muitas vezes necessárias poleias direcionais. Estas poleias facilitam os trabalhos, particularmente em locais confinados. As poleias direcionais são rotacionais possuindo um rolamento que funciona com a ação de rotação do fio diamantado. Estruturalmente possuem uma gola, revestida com uma

borracha resistente, permitindo a rotação do fio sem a danificação da poleia. Existem poleias direcionais de fundo de furo (Fig. 4.22), especialmente utilizadas nos cortes de topo, e poleias direcionais de superfície (Fig. 4.23).



Figura 4.22 – Poleia direcional de fundo de furo.



Figura 4.23 – Poleias direcionais de superfície: a) poleias direcionais horizontais; b) poleias direcionais verticais.

As poleias devem encontrar-se devidamente fixas em estruturas solidamente cravadas ou espiadas no maciço (Fig. 4.24), de modo a não sofrerem movimentações ao longo do corte. Este procedimento é de elevada importância, pois caso haja alguma alteração do ângulo inicial da poleia o fio diamantado poderá sair do circuito, aumentando a probabilidade de acidente e dano no equipamento.



Figura 4.24 – Pormenor de fixação das espias com esticador, grampo, guilho e palmetas.

Monofio (Poeiras)

O monofio (Fig. 4.25) é um equipamento de corte que permite o esquadrejamento do bloco. Cada bloco em bruto, retirado da pedreira, é cuidadosamente avaliado, de modo a que os cortes sejam feitos, tendo em conta os defeitos do mesmo e conferindo-lhe uma forma paralelepípedica com medidas admissíveis ao seu destino final. Dado o seu porte é um equipamento fixo que se encontra à superfície, junto do parque de blocos.



Figura 4.25 a) e b) – Monofios da pedreira Carrascal JS.

Esta máquina funciona através de uma central de comandos digital onde o operador pode comandar a velocidade de corte, bem como o movimento descendente do fio, colocando esta operação em manual ou automático. A velocidade de corte depende do tipo de material a cortar.

O instrumento de corte é o fio diamantado que é semelhante ao utilizado na máquina de fio diamantado já descrito anteriormente.

O monofio também utiliza água para limpeza do corte, arrefecimento do fio diamantado, e diminuição da formação de poeiras.

O corte executado por este equipamento nunca é levado até ao fim, de modo a evitar a queda brusca da extremidade do bloco e possíveis danos na zorra. Assim, são deixados cerca de 20 a

30 cm por cortar, sendo depois separado pelo operador da máquina, com o auxílio de uma cunha metálica (Fig. 4.26).



Figura 4.26 – Processo final de remoção de um chanfro: a) separação do chanfro com recurso a uma vara metálica com extremidade em cunha; b) separação do chanfro do bloco devidamente apoiado num pneu evitando-se a sua queda brusca; c) aspeto final do bloco.

Na pedreira Carrascal JS existem dois monofios em funcionamento. Para que se mantenham os dois a funcionar ao mesmo tempo, o operador faz uma seleção prévia dos blocos, de modo a que, enquanto um está a cortar possa colocar um novo bloco no outro e vice-versa. Quando ambos estão a funcionar, o operador aproveita para montar outros blocos nas zorras para que, quando o corte termine já esteja outro bloco devidamente acondicionado e pronto a cortar. Deste modo economiza-se tempo e permite que apenas um operário possa controlar os dois monofios.

Monolâminas (Mapor)

Na pedreira existem duas monolâminas a trabalhar (Fig. 4.27), sendo que estes equipamentos, possuem a mesma função que os monofios, ou seja, o corte e esquadrejamento de blocos.



Figura 4.27 – Monolâmina.

Para a realização do corte, este equipamento possui uma lâmina diamantada com 4,10 m de comprimento produzindo um movimento de vai-vem descendente. O corte é realizado por abrasão através de pastilhas diamantadas soldadas à lâmina.

A utilização de água neste equipamento tem as mesmas funções que nos equipamentos anteriores.

A velocidade de corte é definida pelo operador sendo menor no início do corte, até que a lâmina entre totalmente no bloco, aumentando-se posteriormente. Dá-se início ao movimento lento da lâmina e ao movimento descendente manual, até tocar ligeiramente na pedra, acionando-se depois o movimento descendente automático.

Os diamantes presentes na lâmina são afiados através do corte de um bloco de cimento com elevado teor de quartzo, de modo a fazer realçar as faces vivas dos diamantes que se encontram numa matriz metálica.

4.2.3 – Equipamentos de desmonte

Colchão hidráulico (Newtec)

Os colchões hidráulicos usados na pedreira (Fig. 4.28) são constituídos por duas folhas metálicas soldadas com 1 m² de área. É utilizado no desmonte de talhadas, sendo colocado no corte previamente executado.



Figura 4.28 – Colchões hidráulicos.

Para o deslocamento da massa rochosa é cheio com água a uma pressão de cerca de 3.0 MPa através de uma centralina (Fig. 4.29). De modo a caber nos cortes previamente executados possui uma espessura de apenas 4 mm, aumentando até cerca 30 cm (Fig. 4.30) sendo capaz de deslocar massas de aproximadamente 350 t.



Figura 4.29 – Centralina e colchão colocado no corte.



Figura 4.30 – Colchão durante o enchimento.

Este equipamento é descartável podendo ser utilizado apenas uma vez.

Na pedreira Carrascal JS este equipamento é utilizado essencialmente na abertura de fraturas durante o afastamento da massa rochosa para posteriormente ser desmontada com recurso à máquina giratória de rastos (Fig. 4.31).



Figura 4.31 – Afastamento da massa rochosa e abertura das fraturas através do colchão hidráulico em enchimento.

Piston hidráulico

O piston hidráulico (Fig. 4.32) ou “macaca”, como é vulgarmente designado na região, é um equipamento utilizado para o afastamento de talhadas e abertura de fraturas. Funciona através de um piston hidráulico que exerce uma força sobre a massa rochosa através da injeção de óleo a uma pressão de cerca de 7 bar, promovendo a abertura de discontinuidades, sejam elas naturais, sejam elas resultantes de corte, para posteriormente serem desmontados com a máquina escavadora de rastos.



Figura 4.32 – Piston hidráulico.

Para a sua utilização efetua-se uma caixa no maciço, (Fig. 4.33) recorrendo ao martelo pneumático. Após a sua realização, o piston hidráulico é introduzido no seu interior, dando-se início à injeção do óleo e à extensão do êmbolo.



Figura 4.33 – Caixa para introdução de um piston hidráulico.

Darda

A darda (Fig. 4.34) é um equipamento que tem caído em desuso, apesar da sua utilidade, particularmente em maciços muito fraturados, tendo como finalidade a abertura de fraturas. Funciona através de ar comprimido a 7 bar de pressão.



Figura 4.34 – Darda.

Para a sua utilização é necessária a prévia execução de furos alinhados realizados com o martelo pneumático ligeiro ao longo da fratura, sendo posteriormente colocadas as palmetas da darda no furo. Após a introdução das palmetas no furo dá-se início à abertura da fratura através de uma cunha que, ao introduzir-se no meio das palmetas, as força a abrir proporcionando uma força lateral no furo e, conseqüentemente, a abertura da fratura (Fig. 4.35).

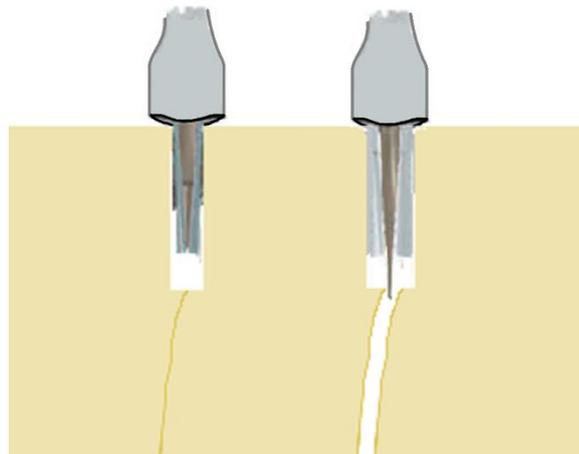


Figura 4.35 – Esquema ilustrativo do funcionamento da darda.

Escavadora de rastos (“Giratória”)

Na pedreira existem duas escavadoras de rastos rotativas (Fig. 4.36), uma Caterpillar 224B e uma Hyundai 325LN.

A escavadora de rastos rotativa, conhecida, vulgarmente, por giratória, é uma máquina equipada com uma lança sendo utilizada para movimentar blocos e auxiliar no desmonte. Este equipamento dispõe da possibilidade de acoplar um balde ou um *ripper*.



Figura 4.36 – Máquina escavadora de rastos de marca Hyundai.

O balde (Fig. 4.37) é utilizado para deslocar massas rochosas e tem capacidade para 24 t. É utilizado no carregamento de dumpers com escombro, realização de rampas, decapagem, realização de bacias de retenção de água com lamas e escombro, transporte de maquinaria ligeira, etc. O ripper ou “*unha*” (Fig. 4.38) é utilizado para fazer o derrube das talhadas e, dada a fraturação da pedreira, serve também para separar as massas rochosas durante o desmonte.



Figura 4.37 - Braço da escavadora de rastos equipada com o balde.



Figura 4.38 - Braço da escavadora de rastos equipada com o ripper.

Este equipamento desloca-se sobre duas lagartas o que permite maior aderência ao piso contudo, tem a desvantagem de possuir uma maior dificuldade de manobra em locais confinados.

Na tabela 4.1 estão enumeradas as características gerais das máquinas escavadoras de rastos da empresa, presentes na pedreira Carrascal JS.

Tabela 4.1- Características das escavadoras de rastos da empresa.

		HYUNDAI	CATERPILLAR
Caraterísticas gerais	Nº de quadro	s/ inf.	17526
	Ano	1995	1990
	Motor	3116	4.2482 de 50,7 kw
	Modelo	325LN	224B
	Velocidade máx.	4,6 km/h	5 km/h
	Cabine	1	1
Motor	Combustível	Gasóleo	
Sinalização	Elétrica	Indicadores de direção, luzes traseiras, luzes de marcha atrás, stops e iluminação de cabine.	
Dimensões	Comprimento s/lança	5.381 m	5.382 m
	Lança	2.3 m	2,3 m
Pesos	Peso total	3000 kg	4000 kg
Travões	Serviço	Hidráulico com discos múltiplos	
	Estacionamento		
Outras caraterísticas	Capacidade em rampa	70%	
	Alcance máximo ao nível do solo	9,52 m	9,52 m
	Profundidade máxima de escavação	6,06 m	6,10 m
	Capacidade rotativa	360º	

4.2.4 – Equipamentos de carga

Elevador de maquinaria pesada

A pedreira do Carrascal é a única pedreira do Alentejo que possui um elevador de transporte de maquinaria pesada (Fig. 4.39 e Fig. 4.40), absolutamente fundamental, atendendo ao facto da cavidade ser confinada, colmatando assim a ausência de rampa. O elevador de maquinaria permite o transporte de equipamentos e de escombros para o exterior da cavidade através dos dumpers. Permite ainda o transporte de outros equipamentos para o interior e exterior da pedreira.

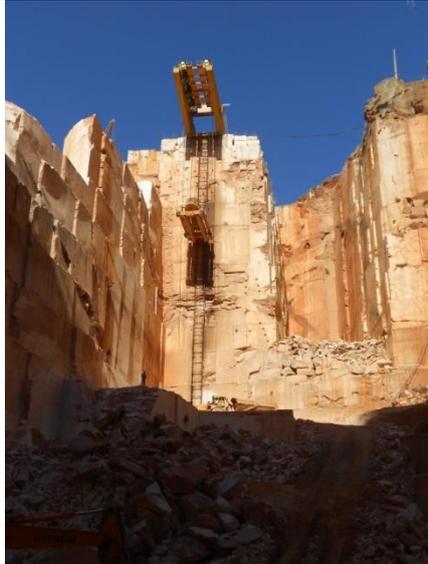


Figura 4.39 - Elevador de máquinas (vista do interior da cavidade)

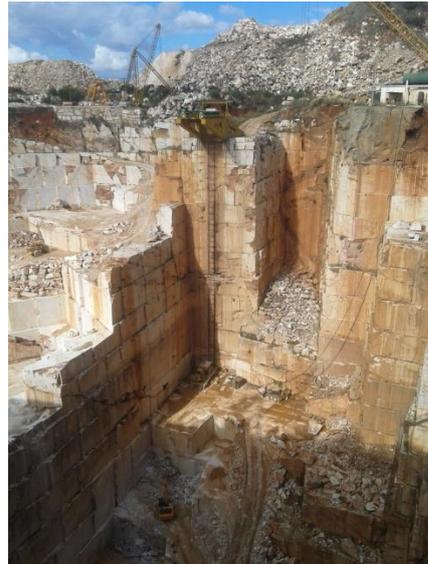


Figura 4.40 - Elevador de máquinas (vista da superfície)

Munido de quatro motores com uma capacidade de carga máxima de 92 t. Este equipamento não permite o transporte de pessoas.

Para a segurança e estabilidade do equipamento as rodas são trancadas por um sistema automático de patolas metálicas que evitam o movimento do equipamento transportado.

O elevador constitui uma grande vantagem na exploração, pois permite que, enquanto um dumper vai descarregar o material ao cima da escombreira outro esteja já a descer, de modo a ser logo carregado (Fig. 4.41). Para que tal aconteça existe um motorista à superfície e um na cavidade de modo a que os dumpers estejam sempre em movimento.



Figura 4.41 – Elevador de máquinas com um dumper a descer para a cavidade enquanto outro se dirige para a escombreira.

Pá carregadora

A empresa possui duas pás carregadoras, uma Komatsu WA 470-1 e uma Volvo L180 (Fig. 4.42).

A pá carregadora tem a possibilidade de acoplar um balde ou patolas. O balde tem uma capacidade de cerca de 5 m³ e desempenha a função de carregar o material sem valor económico para cima dos dumpers, de modo a ser transportado para o aterro. Desempenha ainda a função de carregar os blocos para o local de acesso da grua de modo a serem posteriormente içados para o parque de blocos, podendo esta tarefa ser desempenhada também com as patolas (Fig. 4.43).



Figura 4.42 – Pá carregadora (Volvo) com balde.



Figura 4.43 – Patolas da pá carregadora.

Na tabela 4.2 estão enumeradas as características gerais das pás carregadoras da empresa presentes na pedreira Carrascal JS.

Tabela 4.2- Características das pás carregadoras da empresa Plácido José Simões, S.A.

		KOMATSU	VOLVO
Caraterísticas gerais	Nº de quadro	20047	1240
	Ano	1989	1994
	Motor	S/6DS6D/125/1 Série 32113	VOLVO TD 122
	Marca	Komatsu	VME – Volvo BM
	Modelo	WA 470-1	L180
	Tipo	Pá carregadora	Pá carregadora
	Velocidade máx.	40 km/h	
	Velocímetro	50 km/h	
Constituição geral da máquina	Rodados	4 Pneus 26.5-25	
	Nº total de eixos	2	
	Cabine	1	
	Automotriz	Tração às quatro rodas (4x4)	

(Continuação)

Motor	Combustível	Gasóleo	
Sinalização	Elétrica	Indicadores de direção, luzes traseiras, luzes de marcha atrás, stops e iluminação de cabine	
Distribuição de pesos por eixo	Eixo frente	10534 kg	9040 kg
	Eixo trás	10661 kg	8730 kg
Dimensões	Comprimento	8170 m	9880 m
	Largura	3185 m	2955 m
	Altura	3610 m	3560 m
Pesos	Peso total	22.570 kg	24000 kg
Travões	Serviço	Servo freio a ar-comutador, ar-óleo e pressão hidráulica	Servo hidráulico assistido
	Estacionamento	Disco aplicado no veio de transmissão de atuação elétrica	Disco sobre o veio de transmissão

Dumper

A empresa possui seis dumpers de marca Volvo, quatro de modelo A25b e dois de modelo A25C (Fig. 4.44).



Figura 4.44 – Dumper (Volvo, A25C)

A função dos dumpers é o transporte de terras e escombros do interior da pedreira para a escombreira, através do elevador de máquinas. Este equipamento está equipado com uma caixa de carga basculante com capacidade máxima de 40 t (A25B) e 22,5 t (A25C) que permite a fácil e rápida descarga do escombros no aterro.

Na tabela 4.3 estão discriminadas as características mais específicas dos seis dumpers Volvo existentes na pedreira.

Tabela 4.3 – Características dos dumpers em funcionamento na pedreira Carrascal JS.

		VOLVO nº1	VOLVO nº2	VOLVO nº3	VOLVO nº4	VOLVO nº5	VOLVO nº6
Caraterísticas gerais	Nº de quadro	7353	7369	7350	7265	8640	8610
	Ano	1992	1992	1992	1992	1995	1995
	Motor	51446	51537	51348	49562	---	---
	Marca	VME Volvo BM					
	Modelo	A25B				A25C	
	Tipo	DUMPER TD71KCE				DUMPER TD73KCE	
	Velocidade máx.	40 km/h					
	Velocímetro	50 km/h					
Constituição geral da máquina	Rodados	6					
	Nº total de eixos	3					
	Cabine	1 (ROPS)					
	Automotriz	Tração às 6 rodas (6x6)					
Motor	Combustível	Gasóleo					
Sinalização	Elétrica	Indicadores de direção, luzes traseiras, luzes de marcha atrás, stops e iluminação de cabine					
Distribuição de pesos por eixo	Eixo frente	9040 kg					
	Eixo trás	8730 kg					
Dimensões	Comprimento	9,675 m					
	Largura	2,980 m					
	Altura	3,200 m					
Pesos	Peso total	17770 kg					
Travões	Serviço	Três circuitos c/ hidropneumático para peso total					
	Estacionamento	Disco sobre veio de transmissão					
	Auxiliar	Hidráulico					

Gruas

A grua (Fig. 4.45) é um equipamento fundamental para a remoção dos blocos e outros equipamentos do interior da pedreira, tendo ainda a função de auxiliar no parque de blocos e na zona de transformação primária.

Na pedreira Carrascal JS estão instaladas três guas Derrick de escoras, com capacidade máxima de 30 t. Uma das guas instalada na pedreira encontra-se adaptada por motivos de falta de espaço para a sua instalação, estando confinada entre a estrada nacional nº 225 e a cavidade de exploração.



Figura 4.45 - Guas da pedreira Carrascal JS: a) grua adaptada; b) grua de construção tradicional.

A capacidade de carga das três guas varia consoante a inclinação da lança, sendo tanto menor quanto maior for o ângulo de inclinação com a vertical. O comprimento da lança é de 40 m, sendo que apenas permite cargas com um alcance máximo de 35 m com um ângulo de 8° . A figura 4.46 representa o diagrama de carga, relacionando o ângulo que a lança faz com a horizontal.

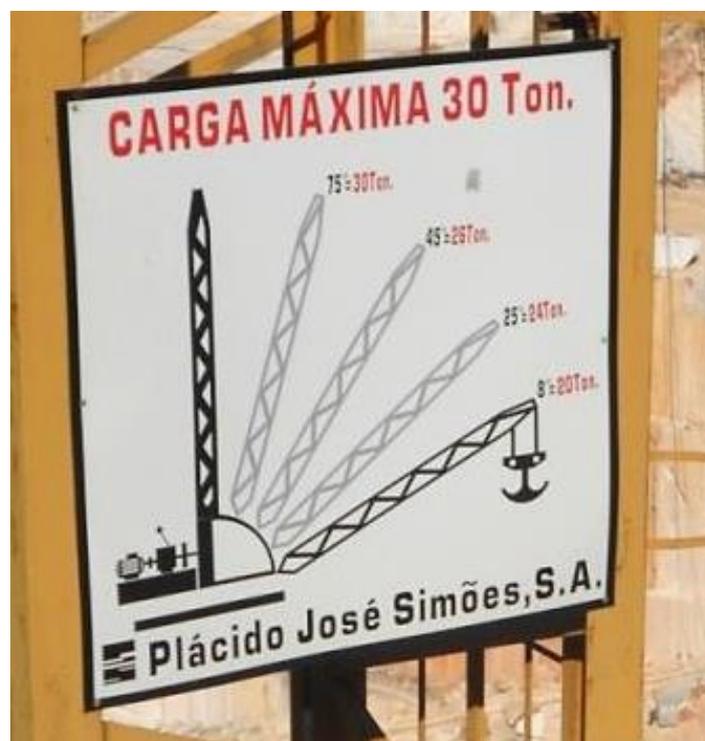


Figura 4.46 – Diagrama de carga das guas Derrick.

4.2.5 – Equipamentos auxiliares

Elevadores

Devido à elevada profundidade da pedreira e à confinada área de exploração foi necessária a implementação de elevadores para transporte dos operários para o interior e exterior da pedreira.

Na pedreira Carrascal JS estão instalados dois elevadores de pessoal (Fig. 4.47), um de acesso à área de exploração e outro de acesso à área de tratamento de águas situada a 36 m da superfície.



Figura 4.47 – Elevadores: a) elevador de acesso à cavidade; b) elevador de acesso à zona de tratamento de água.

Com uma lotação máxima de 8 pessoas e carga máxima de 750 kg, cada elevador está munido de dois motores de 7,5 kw. A velocidade máxima de deslocamento dos elevadores é de 38 m/min demorando por isso cerca de dois minutos e meio a realizar o percurso para o interior da pedreira e cerca de um minuto a descer à cota da área de tratamento de águas.

Para segurança, o elevador possui uma porta elevatória equipada com um fim de curso que só permite o seu movimento quando esta se encontra devidamente fechada. Nas extremidades do curso dos elevadores existem cabines, também estas equipadas com portas de segurança com o mesmo sistema.

Compressor (Atlas Copco)

O compressor fornece o ar comprimido a todos os equipamentos, quer no interior quer no exterior da pedreira. Existem dois compressores e dois depósitos de ar comprimido na pedreira Carrascal JS (Fig. 4.48).



Figura 4.48 – Sistema de ar comprimido: a) depósito de ar comprimido; b) compressor.

Os depósitos de ar comprimido existentes na pedreira têm uma capacidade máxima de 11 bar, sendo que a pressão deve rondar sempre os 8,5 bar de modo a assegurar o bom funcionamento de todos os equipamentos.

O ar comprimido é transportado desde a superfície até à cavidade de exploração por tubos de aço de 4" sendo distribuído pelos equipamentos através de mangueiras de 3/4".

Bombas de água

As bombas de água são essenciais para garantir os trabalhos no interior da pedreira, extraindo o constante caudal de água que entra na cavidade de exploração.

Existem oito bombas de água na pedreira Carrascal JS, sendo que duas delas se encontram a trabalhar 24 horas por dia, durante todo o ano, sendo necessário o funcionamento de quatro bombas durante o inverno, atingindo um máximo de seis bombas em funcionamento simultâneo nos períodos de elevada pluviosidade. A presença de um número de bombas de água superiores às necessárias habitualmente na pedreira deve-se ao facto das avarias neste equipamento serem constantes por exaustão de utilização. Assim, a empresa possui bombas de água suplentes e devidamente instaladas de modo a proceder à sua substituição aquando da sua reparação.

Na pedreira existem dois circuitos de bombagem (Fig. 4.49), sendo que os depósitos situados no piso 4 apenas são utilizados nos períodos de elevada pluviosidade.

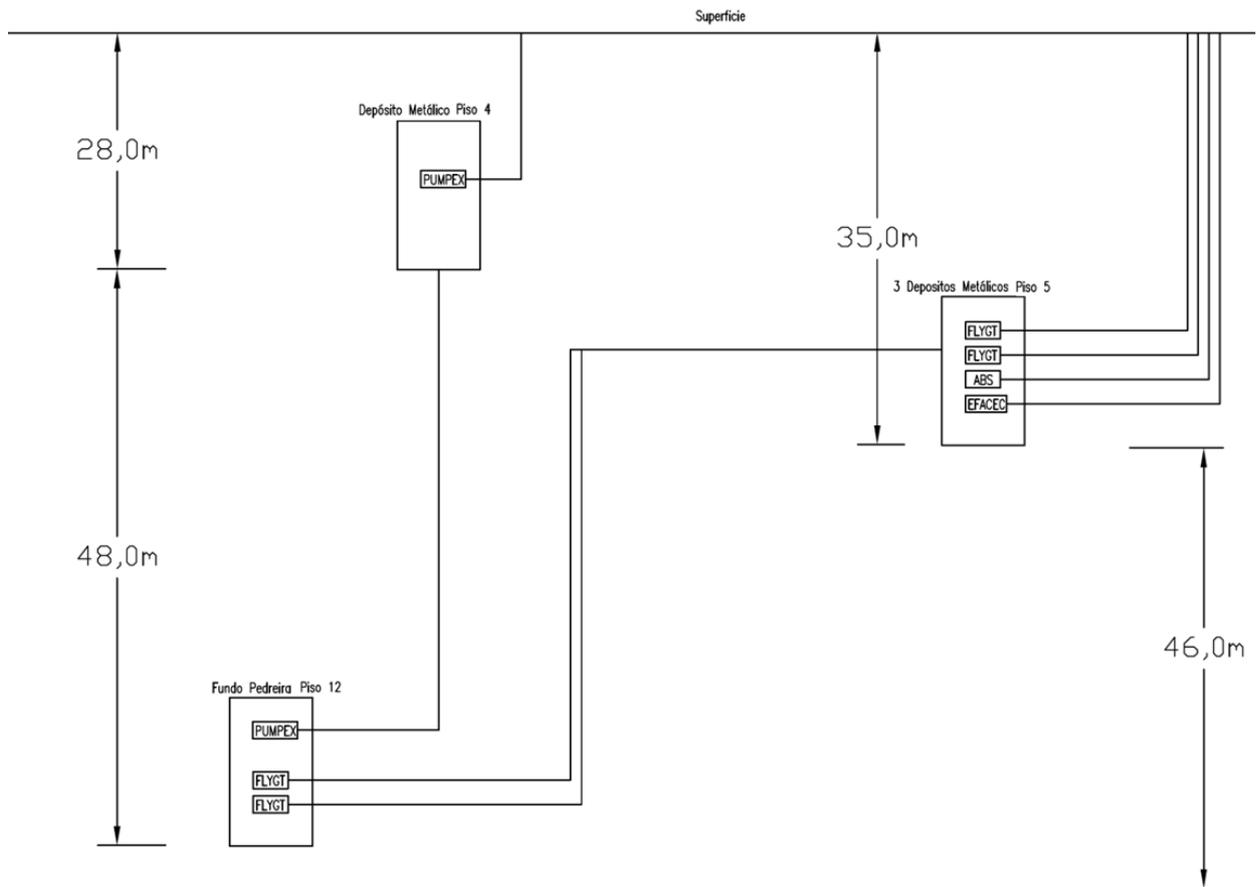


Figura 4.49 – Bombas de água existentes na pedreira e respetiva distribuição

As bombas de água existentes têm uma capacidade de elevação de 80 m, com um caudal máximo de 120 000 l/h para essa elevação. Visto que a pedreira possui cerca de 100 m de profundidade é necessário bombear a água até depósitos de transição (Fig. 4.50) que se encontram a 30 m e 35 m da superfície, com um caudal estimado de 200 000 l/h e, a partir desse depósitos, com outra bomba, bombear a água para o exterior.

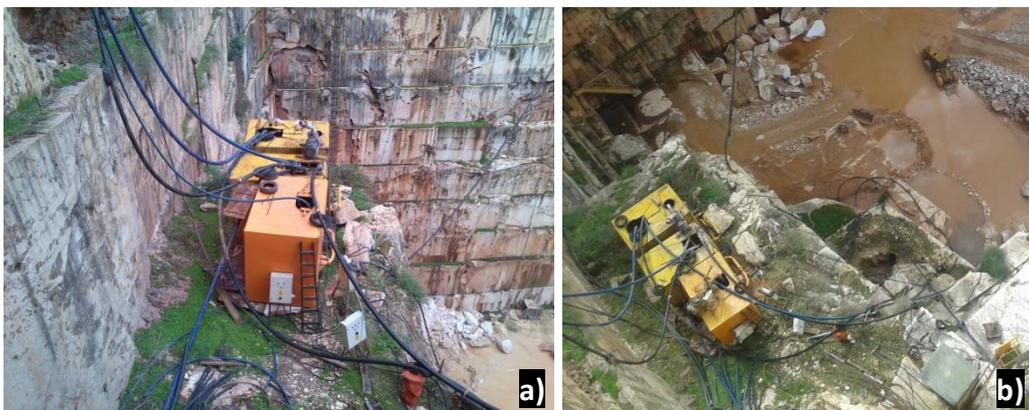


Figura 4.50 – a) Depósitos de água situados a 36 m da superfície; b) Depósitos de água e bacias de retenção interior da pedreira.

Existem ainda bombas de água de pequeno porte (Flygt serie 2000) que, anexadas a tubagens 3½”, permitem retirar água de uma área específica em determinados trabalhos, como, por exemplo, no abaixamento de piso (Fig. 4.51). Esta bomba possui um caudal máximo de 3000 l/h.

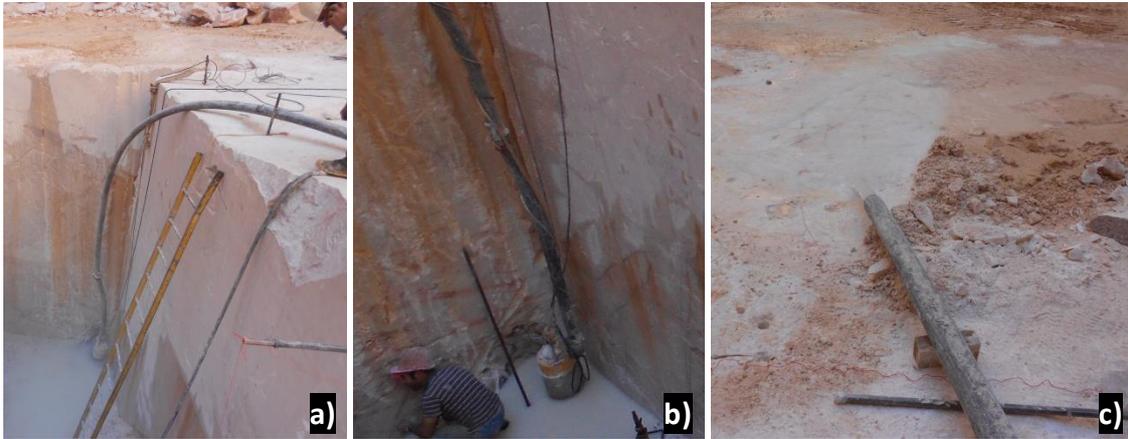


Figura 4.51 – Bombagem de água: a) bomba de água e mangueira no abaixamento de piso; b) bomba de água; c) extração da água para o topo da bancada.

Todas as bombas funcionam através de um sensor de nível que, ao ser atingido pela subida do nível da água faz dar início a sucção das bombas de água.

Posto de Transformação

O posto de transformação é o equipamento que permite transformar a energia de alta e média tensão para energia de baixa tensão, para tal, utiliza dois transferidores de 400 amperes. Este equipamento tem a função de fornecer energia a todos os equipamentos elétricos existentes na pedreira.

O posto de transformação é ainda composto por quadros elétricos de modo a desligar e ligar o fornecimento de energia elétrica (Fig. 4.52).



Figura 4.52 - Quadros elétricos pertencentes ao posto de transformação elétrica.

Esta estação possui uma ligação à terra de modo a descarregar a energia elétrica acumulada em excesso através de um dispositivo, evitando assim que haja descargas elétricas nos

trabalhadores através das máquinas ligadas ao sistema elétrico. Como manutenção é realizada a medição da tensão descarregada na terra quatro vezes por ano para garantir que os valores se mantêm regulares.

Retroescavadora

A empresa Plácido José Simões, S.A. possui três retroescavadora, uma Liebherr A932 e duas Caterpillar 3054.

A retroescavadora (Fig. 4.53) tem como função a limpeza de valas e detritos à superfície, sendo essencial na limpeza das “natas” acumuladas nas bacias de retenção. É também com a retroescavadora que se transportam os detritos resultantes do esquadrejamento pelo monofio e monolâmina à superfície.



Figura 4.53- Retroescavadora Caterpillar 3054.

Na tabela 4.4 estão enumeradas as características gerais das retroescavadoras da empresa, presentes na pedreira Carrascal JS.

Tabela 4.4- Características gerais das retroescavadoras.

		LIEBHERR	CATERPILLAR
Caraterísticas gerais	Nº de quadro	360104	S/inf.
	Ano	1991	1996
	Motor	90012747 Tipo 914T	2DR00569
	Marca	LIEBHERR	CATERPILLAR
	Modelo	A 932	3054
	Tipo	Retroescavadora	438C
	Velocidade máx.	40 km/h	
	Velocímetro	Não possui	

(continuação)

Constituição geral da máquina	Rodados	8 pneus (10-20)
	Nº total de eixos	2
	Cabine	1
	Automotriz	Tração às quatro rodas (4x4)
Motor	Combustível	Gasóleo
Sinalização	Elétrica	Indicadores de direção, luzes traseiras, luzes de marcha atrás, stops e iluminação de cabine
Dimensões	Comprimento	5727 m
	Largura	2750 m
	Altura	3282 m
Pesos	Peso total	25660 kg
Travões	Serviço	Hidráulico servo assistido
	Estacionamento	Disco sobre o veio de transmissão

Pórtico

O pórtico (Fig. 4.54) é uma estrutura em ponte que se movimenta sobre carris, sendo controlado através de um comando à distância. Esta estrutura de grande porte permite o transporte e acondicionamento de blocos no parque de blocos da pedra e a sua colocação nas zorras. As cargas são transportadas através de um gancho suspenso onde são encaixados os cabos de aço que irão suportar os blocos.



Figura 4.54 – a) Pórtico; b) Pormenor de uma das colunas do pórtico assente no carril.

O pórtico está munido de três motores, dois deles proporcionam o movimento do pórtico sobre os carris e o outro possibilita o movimento lateral do gancho, bem como o seu movimento ascendente e descendente. Deste modo é possível abranger toda a área de alcance dos carris do pórtico. A capacidade de carga do pórtico instalado na pedra Carrascal JS é de 25 t.

Vira blocos

O vira blocos (Fig. 4.55) encontra-se no parque de blocos, sendo um equipamento afeto à transformação primária. Como o próprio nome indica, tem como função virar os blocos de modo a posicioná-los da forma pretendida para posterior execução de cortes.

Trata-se de uma estrutura robusta e resistente munida de uma plataforma e um sistema hidráulico que permite o seu movimento.

O bloco é colocado na plataforma que o vira realizando uma rotação de 90°. Após realizar um movimento, a máquina não necessita de voltar à posição original, podendo ser colocado outro bloco de seguida.



Figura 4.55 – Vira blocos.

Zorras

As zorras (Fig. 4.56) são plataformas em aço que se movimentam sob carris e têm como função o transporte dos blocos para os monofios e monolâminas de modo a serem realizados os seus cortes.



Figura 4.56 – Zorra.

Cada monolâmina e monofio tem ao seu dispor duas zorras para que, quando esteja a terminar o corte de um bloco possa estar outro preparado para entrar. É fundamental o apoio do bloco em barrotes de madeira, de modo a promover o atrito e a estabilidade, bem como evitar que a ferramenta de corte no fim do curso entre em contacto com a zorra, danificando ambas as superfícies.

Outros

Existem equipamentos secundários na pedreira que, embora vulgares, tornam-se essenciais aos trabalhos de exploração, sendo eles:

- 1- Escadas portáteis em ferro (Fig.4.57) - para subir e descer de piso na ausência de rampa;
- 2- Cordel e corda - para a passagem de fio diamantado, segurar as escadas portáteis (Fig.4.57), etc;



Figura 4.57 – Escada móvel com corda de segurança.

- 3- Reservatório de gásóleo (Fig. 4.58) - permite a deslocação de uma determinada quantidade de gásóleo para o interior da pedreira através da grua, economizando-se tempo no deslocamento de alguns equipamentos para a superfície, para reabastecimento;



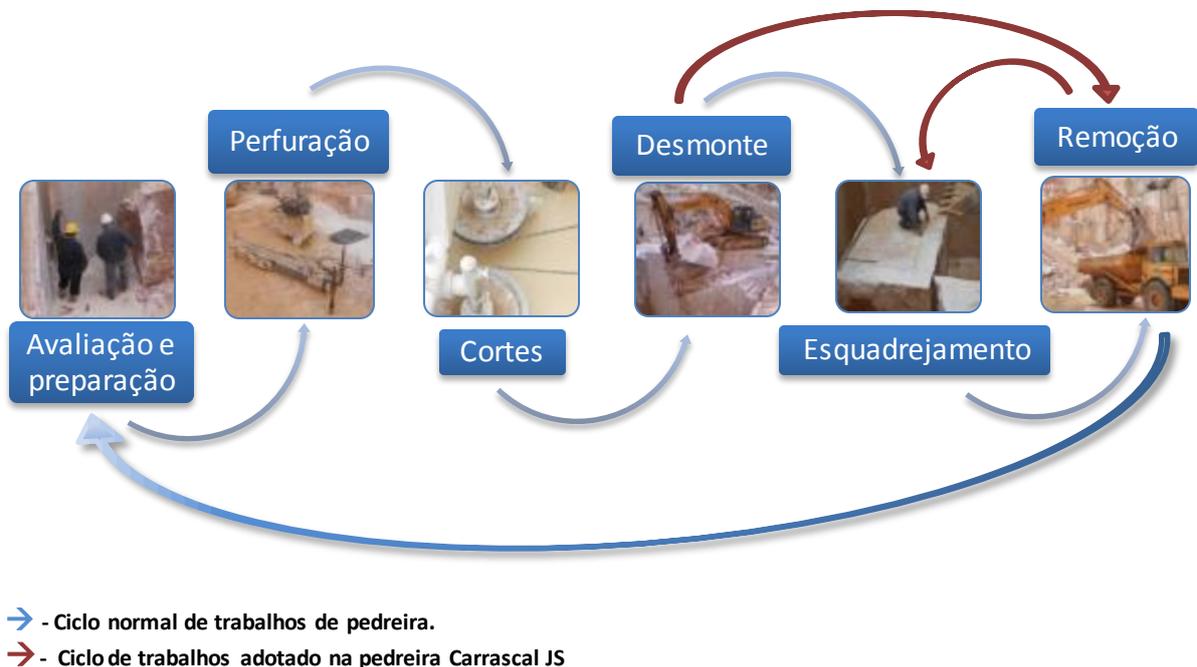
Figura 4.58 – a) Reservatório; b) Reservatório a ser içado pela grua do interior da pedreira com o auxílio de cabos de aço.

- 4- Cabos de aço – permitem a sustentação de blocos e equipamentos quando anexos à grua. Permitem ainda a deslocação de material entre pisos quando anexos à escavadora de rastos. Estes cabos são sujeitos a inspeção regular, atendendo ao facto de suportarem grandes cargas em suspensão. Logo que se verifique alguma deterioração deverão ser automaticamente substituídos.

4.3 - Ciclo de trabalhos de pedraira

O ciclo de trabalhos de uma pedraira engloba várias etapas (Fluxograma 4.1), tendo início na avaliação e preparação do local, de modo a delimitar os pontos onde realizar a perfuração e posteriormente o corte. Posteriormente procede-se ao desmonte e, conseqüentemente, ao esquadrejamento das massas desmontadas. Depois das massas esquadrejadas passa-se à última fase do ciclo que é a remoção dos blocos com valor económico e do material residual (escombro).

Esta descrição adapta-se a qualquer pedraira para extração de rocha ornamental carbonatada, porém, tem como base, a pedraira Carrascal JS pertencente à empresa Plácido José Simões, S.A..



Fluxograma 4.1- Ciclo de trabalhos de pedraira.

Avaliação e preparação

A avaliação e preparação consistem na análise do local a explorar e posterior preparação do mesmo. Existem vários fatores que condicionam a escolha do local e métodos a utilizar. As frentes são cuidadosamente analisadas de modo a identificar a qualidade da pedra e possíveis defeitos e fraturas que possam interferir com os trabalhos. Nesta fase o objetivo é garantir o maior aproveitamento do material definindo os locais de perfuração e corte. A zona escolhida é devidamente lavada antes de serem marcados os locais de perfuração e corte. Os locais selecionados para serem efetuadas estas operações são diferentes tendo em conta a finalidade, ou seja, dependendo do tipo de desenvolvimento a efetuar: abaixamento de piso, abertura de canal ou desmonte de bancada.

Perfuração

Após a escolha e preparação do local procede-se à realização de furos nos pontos previamente definidos. Estes furos são projetados de modo a se intersectarem de modo a permitirem a posterior passagem do fio diamantado que irá proceder ao corte.

Neste estágio do ciclo de trabalhos de pedreira podem ser utilizados vários equipamentos, nomeadamente, o martelo pneumático ligeiro, o Jumbo e a perfuradora pneumática roto-percussiva. A seleção do equipamento depende do tipo de furo e desenvolvimento a efetuar.

Corte

O corte permite separar massas ou talhadas do maciço marmóreo. Os equipamentos utilizados nesta fase são as máquinas de fio diamantado e/ou roçadora, sendo que, neste caso não é necessária a realização de perfuração.

Desmonte

Após o corte é necessário desmontar a talhada, de modo a poder ser feito o seu esquadrejamento. O afastamento da talhada é feito recorrendo-se a colchões hidráulicos, ou pistons hidráulicos sendo posteriormente feito o desmonte com a escavadora de rasto munida com o ripper.

Enquanto que em maciços pouco fraturados, a talhada é tombada quase integralmente, de uma vez só, em maciços muito fraturados, a talhada é desmontada por partes, aproveitando-se as descontinuidades existentes.

No caso do derrube integral da talhada é feita uma “cama” no local de queda com escombros ou pneus, de modo a garantir o seu amortecimento.

Esquadrejamento

O esquadrejamento é a etapa na qual é realizado o dimensionamento dos blocos, a partir da matéria-prima resultante do desmonte. No caso particular da pedreira Carrascal JS, onde o maciço é muito fraturado, é feita a análise de cada “pré-bloco”, ainda informe, de modo a selecionar aqueles que serão diretamente transportados pela grua para a superfície. Assim, o esquadrejamento dos blocos de maiores dimensões é feito no interior da cavidade recorrendo-se à máquina de fio diamantado. O esquadrejamento dos blocos transportados diretamente

para a superfície é feito utilizando uma das monolâminas ou um dos monofios. Neste último caso o bloco passa primeiro pela fase de remoção e só depois pelo seu esquadrejamento.

Remoção

A remoção do material do interior da pedreira é a última das etapas do ciclo de trabalhos de pedreira dividindo-se em:

- **Transporte de blocos:** Consiste no transporte do bloco de valor económico ornamental, para a superfície através da grua. Do local de extração até à zona de alcance da grua os blocos são transportados com a pá carregadora.
- **Limpeza do escombro:** Consiste no transporte do escombro, material sem valor económico ornamental, para a superfície através de dumpers e do elevador de máquinas. O material é colocado nos dumpers com a pá carregadora ou com a escavadora de rastos equipada com o balde.

4.4 – Acompanhamento técnico

No presente subcapítulo é feita a descrição de todas as operações acompanhadas pela estagiária durante a permanência da mesma na pedreira. As operações de desenvolvimento de pedreira acompanhadas e descritas de seguida são: abaixamento de piso, alargamento do abaixamento de piso e desmonte em bancada.

4.4.1 – Operações

4.4.1.1 – Abaixamento de piso

O abaixamento de piso ou rebaixamento de piso é a técnica que permite o avanço da exploração para o novo nível através da abertura de uma “caixa”. Existem diversas técnicas de abaixamento de piso, porém as operações aqui descritas dizem respeito à técnica executada na empresa Plácido José Simões, S.A., na pedreira Carrascal JS.

O local escolhido para o abaixamento de piso é, geralmente, o local com pior qualidade de material rochoso do ponto de vista ornamental, dado que o aproveitamento de matéria-prima nesta operação é menor que nas restantes. O método de desmonte adotado foi através de explosivo, contudo, foi necessária a realização de perfuração para posterior execução dos cortes com fio diamantado. Os cortes são essenciais para que a caixa fique com forma regular e

impeçam a propagação da onda de choque resultante da detonação, evitando um incremento da fraturação induzida no maciço.

Durante o planeamento, foi decidido que o abaixamento de piso teria duas fases: a primeira com cerca de 5 m de profundidade e a segunda com 2 m de profundidade, perfazendo no total 7 m de altura de bancada. Esta decisão foi tomada com base na fraturação bastante acentuada existente na pedreira. O objetivo foi fazer uma bancada suficientemente alta aumentando probabilidade de se conseguir blocos com dimensões aceitáveis garantindo o máximo aproveitamento possível, tendo em conta a fraturação do maciço. O facto de esta operação ser faseada, está diretamente relacionada com o alcance da lança da máquina escavadora de rastos que atinge apenas os 6 m de profundidade. De modo a garantir a remoção da pedra, quer escombros, quer material de valor económico, em segurança, optou-se pelos 5 m iniciais.

O abaixamento de piso teve início com a realização de quatro poços mestres com um diâmetro de 90 mm e 7,5 m de profundidade, realizados com o Jumbo (Fig 4.59). A profundidade ultrapassou em 2,5 m, os 5 m da altura inicial da bancada, pelo facto de se pretender uma bancada final com uma altura de 7 m, e de modo a evitar que, por desvios ou descaimentos das seguintes perfurações, estes não fossem intercetados. As dimensões escolhidas para a realização da caixa foram 6 m de comprimento por 3 m de largura. Os trabalhos de desmonte na caixa referente ao abaixamento de piso dividem-se em duas cunhas tendo por isso duas fases de desmonte.

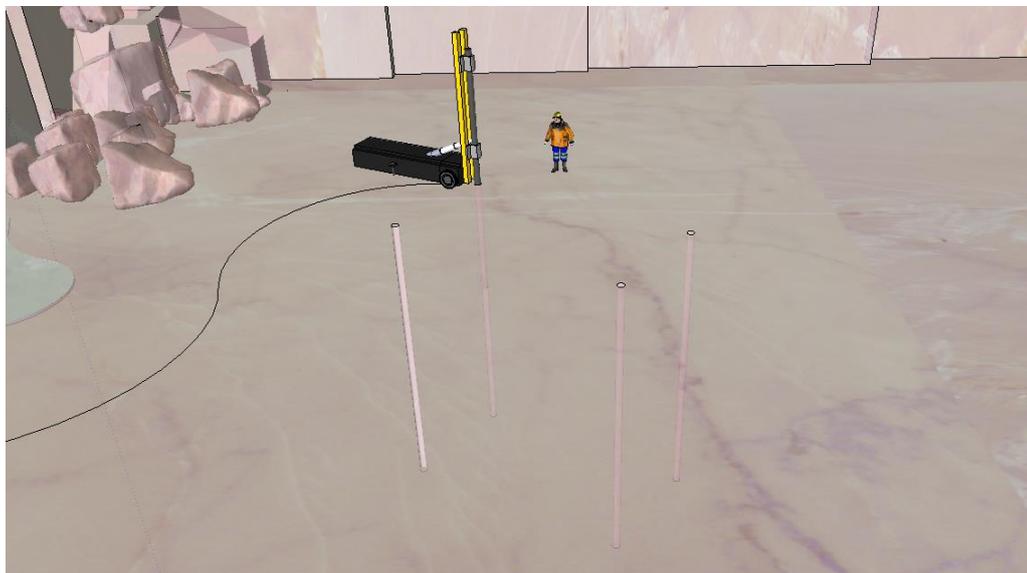


Figura 4.59 – Representação 3D da realização dos poços mestres.

Realizados os poços mestres procedeu-se à execução de dois furos oblíquos, com diâmetros de 90 mm também estes realizados com o Jumbo. Estes furos foram executados afastados 3 m dos poços mestres de um dos topos até intercetarem a base dos poços mestres do topo oposto (Fig. 4.60).

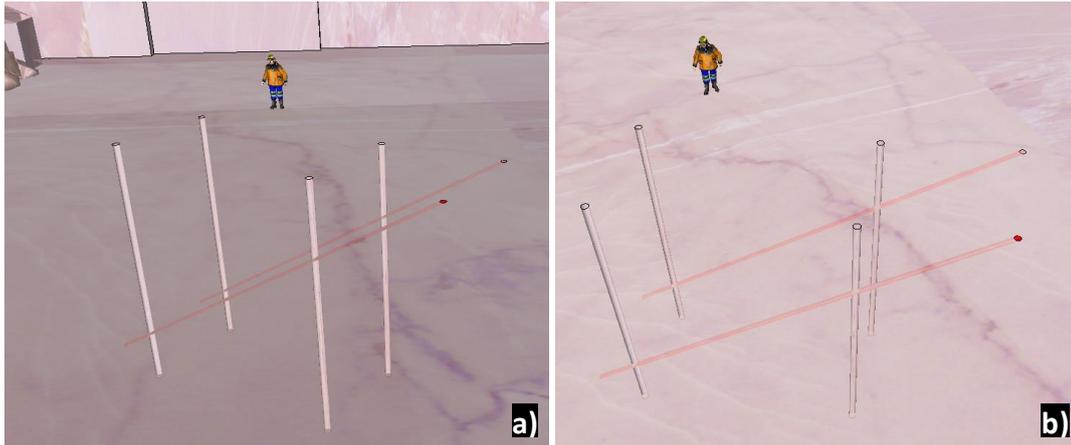


Figura 4.60 a) e b) – Representação da realização dos furos diagonais.

Um dos dois furos executados apenas intersectou o poço mestre na segunda tentativa de furação devido a erros de cálculo de ângulo de perfuração. Por vezes, por desafinação da máquina, heterogeneidade do maciço ou erro humano, a perfuração pode sofrer um desvio da rota inicialmente calculada. Dado que a profundidade da bancada pretendida foi de 7 m, os furos diagonais foram realizados com um ângulo de 38°, garantindo-se assim, a sua interceção com a cota inferior dos poços mestres. Para o cálculo do ângulo que o Jumbo terá de fazer com a superfície (Fig. 4.61) é utilizada a seguinte fórmula:

$$tg(\alpha) = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} \Leftrightarrow tg(\alpha) = \text{sen}^{-1}\left(\frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}\right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \alpha = tg^{-1}\left(\frac{7}{6+3}\right) \Leftrightarrow \alpha = 37,875^\circ$$

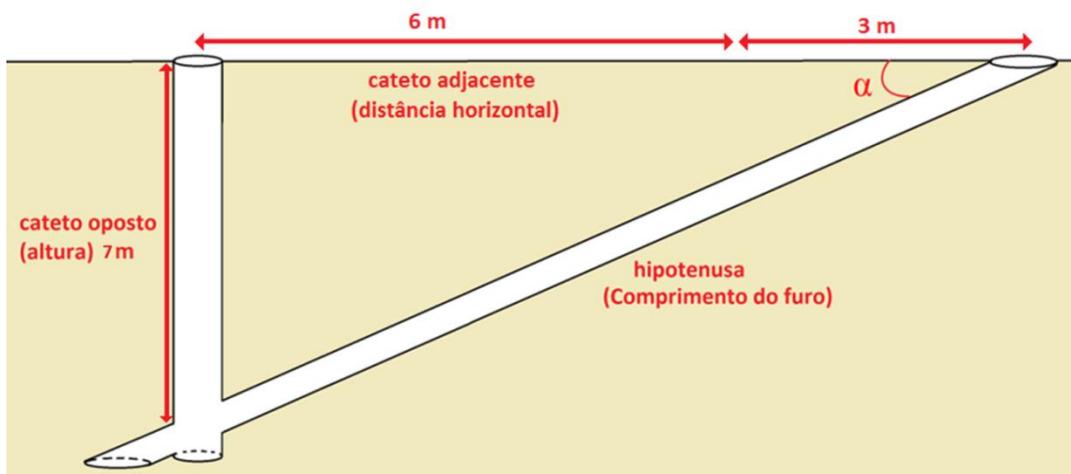


Figura 4.61 – Ilustração do cálculo do ângulo da perfuração diagonal no comprimento do abaixamento de piso.

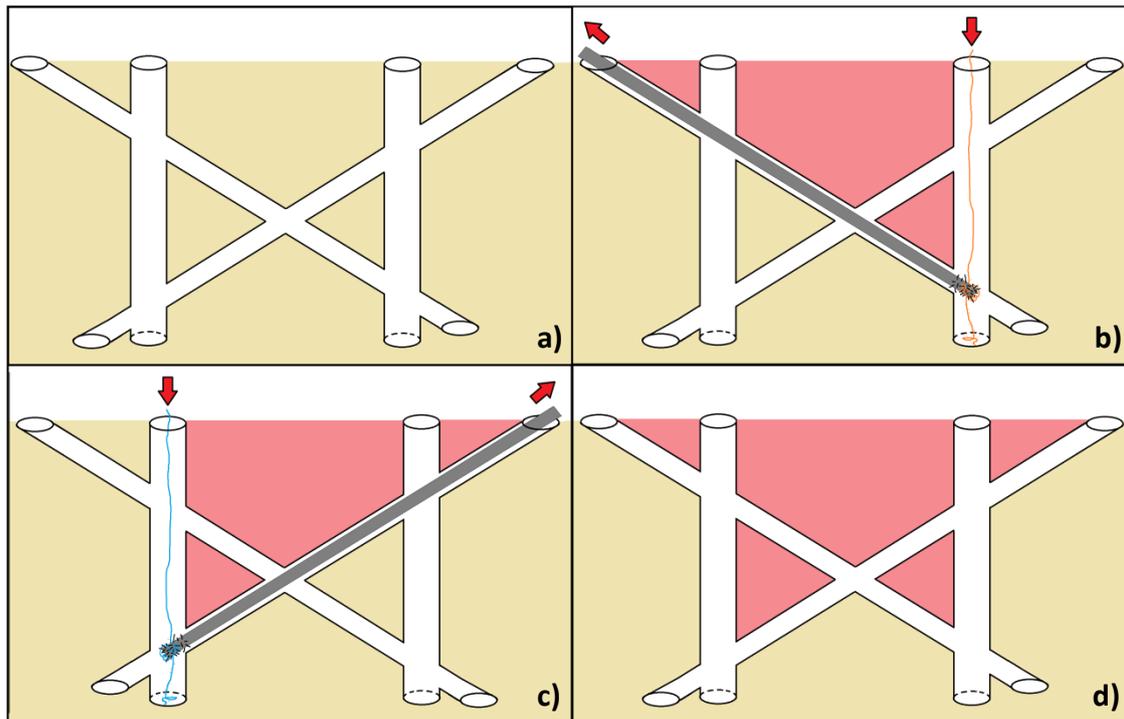
Seguidamente realizaram-se dois furos diagonais semelhantes, mas em sentidos opostos aos anteriormente referidos, perfazendo uma cruz, sendo que estes furos foram realizados a partir da boca de cada poço mestre até a base do poço mestre oposto.

O passo seguinte foi a realização de dois furos oblíquos em cada topo, realizados, num dos topos, com o Jumbo e no topo oposto com o martelo pneumático. Os furos realizados com o Jumbo foram alinhados com os poços mestres e afastados destes cerca de 3 m. Foi através destes furos que se procedeu ao corte de topo sendo que, neste procedimento, são realizados dois cortes para perfazer a totalidade do corte de topo, como está ilustrado na figura 4.62.

Para a passagem do fio diamantado, de modo a proceder à realização do corte, foi introduzido um cordel desfiado na extremidade, pelo poço mestre e içado através do furo oblíquo correspondente. Para isso, foi utilizado um tubo com arames em forma de ganchos na sua extremidade, este foi introduzido no furo oblíquo e rodado até captar o cordel (Fig. 4.62 b) e c)). Terminada esta operação, o cordel foi atado a uma ponta do fio diamantado e puxado na extremidade oposta, fazendo o fio diamantado atravessar todo o percurso anteriormente realizado pelo cordel.

Este procedimento repete-se para o segundo corte que perfaz o corte de topo, sendo feitos um de cada vez, como está ilustrado na figura 4.62 c).

O corte de topo tem de ser efetuado com um fio com pouco uso, de modo a que este corte seja suficientemente largo para garantir que, aquando da passagem do fio para a execução do corte de levante (oblíquo), este caiba e passe facilmente, estando o método explicitado de seguida.



■ - Seção cortada

Figura 4.62 – Representação dos cortes de topo. a) Poços mestres e poços oblíquos; b) Esquema da passagem do fio e primeira área cortada; c) Esquema da passagem do fio e segunda área cortada; d) Representação da área total cortada.

Feita a passagem do fio diamantado pelo furo, as duas extremidades foram unidas com uma união metálica, fazendo-o passar, de seguida pelas poleias direcionais e pela poleia motriz da máquina de fio diamantado. A máquina de fio diamantado foi montada ao mesmo tempo que outros operários faziam a passagem do fio diamantado pelos furos.

A técnica utilizada na pedreira Carrascal JS, para o abaixamento de piso não é a tradicional, optando-se por não utilizar as poleias direcionais de fundo de furo, devido à fraturação existente. Aquando da utilização do método tradicional, observou-se que durante o corte eram libertados fragmentos de pedra que, ao caírem no fundo do furo impossibilitavam o movimento rotativo das poleias, levando ao desgaste prematuro da capa de proteção e ao consequente dano da poleia. O tempo que se perdia a desmontar e remontar todo o sistema novamente, revelou-se impraticável e pouco produtivo, sendo esta a solução encontrada para resolver este problema.

Contudo, este método impossibilita o corte completo, restando um triângulo por cortar na parte central da sua base. Ainda assim, o facto de os furos terem sido feitos afastados dos poços mestres faz com que este triângulo seja de dimensões reduzidas.

Feito o corte de topo procedeu-se ao corte de levante da cunha superior. Para isso foi necessário passar novamente o fio diamantado recorrendo-se à técnica do cordel anteriormente descrita. Desta vez foram utilizados dois cordéis, sendo que, cada um foi deixado

cair em seu poço mestre e içado pelo respectivo furo diagonal. O procedimento da passagem do fio diamantado é o mesmo que o descrito anteriormente. (Fig.4.63).

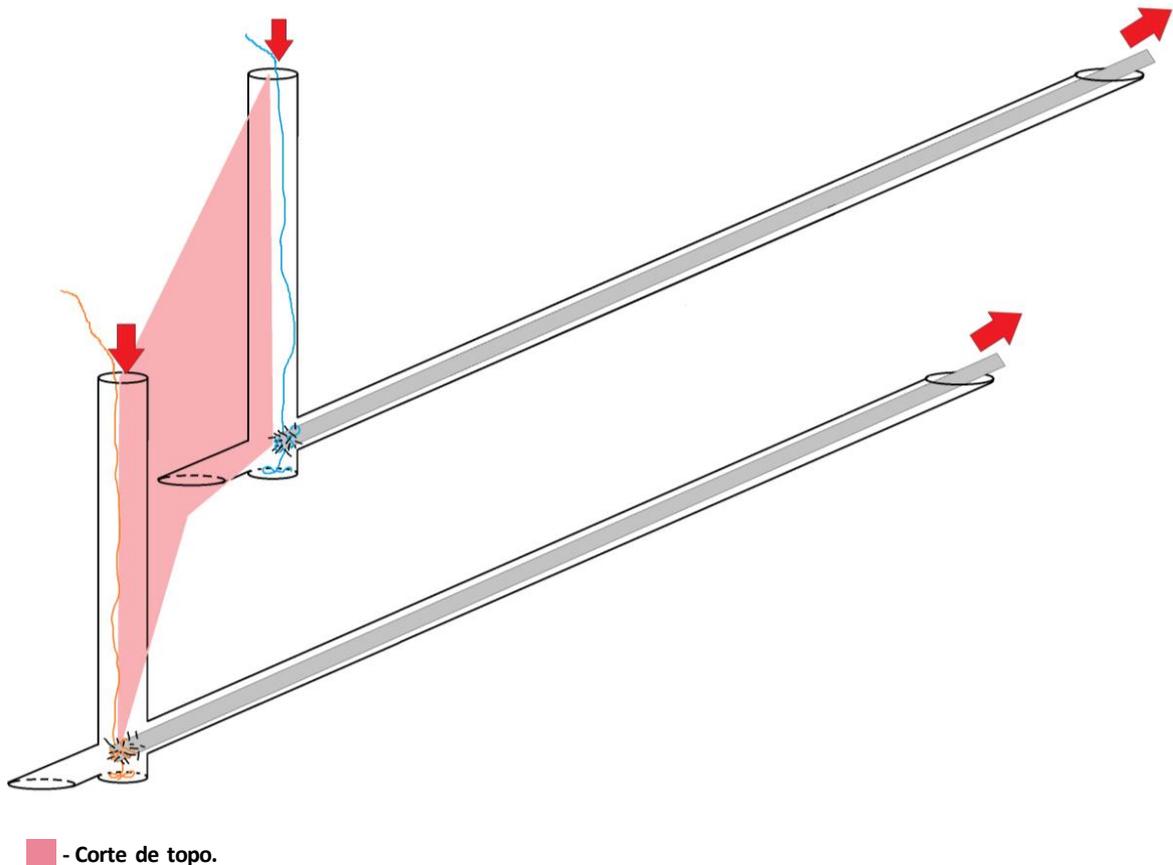


Figura 4.63 – Técnica do cordel para posteriormente passar o fio diamantado pelos furos diagonais atravessando o corte de topo.

Após a passagem das duas pontas do fio diamantado, este é introduzido no golpe de topo até ficar assente na base, as pontas são unidas e o fio é colocado na poleia motriz da máquina de fio diamantado que agora se posiciona na horizontal.

Dada a fraturação do maciço e o fraco aproveitamento na zona selecionada, não foram dimensionadas talhadas tendo-se procedido diretamente aos cortes laterais. Para tal, recorreu-se novamente à técnica do corte de topo, tendo-se realizado no total quatro cortes (dois de cada lado). Mais uma vez, estes cortes impossibilitam o corte lateral total, deixando um triângulo na base. Contudo, o corte relativo à cunha superior fica totalmente realizado, facilitando o desmonte.

O desmonte da cunha foi efetuado com recurso à máquina escavadora de rastos (Fig.4.64) e a explosivo, neste caso, pólvora. Para o efeito, foram realizados vários furos com o martelo pneumático ligeiro, em locais distintos da caixa e carregados com o explosivo, sendo posteriormente deflagrado, com recurso a rastilho.



Figura 4.64 – Trabalhos de remoção da cunha superior.

Devido à utilização deste método com recurso a explosivo, o que normalmente seria uma cunha regular como ilustra a figura 4.65, resulta numa superfície irregular.

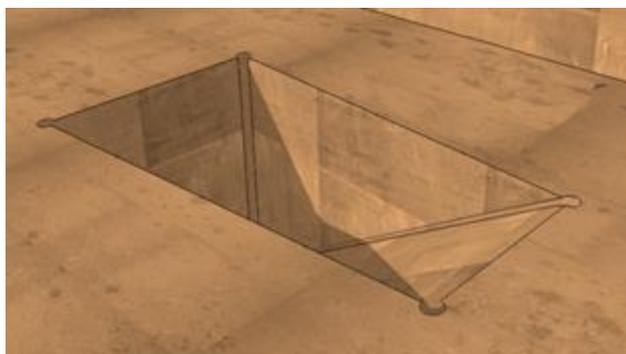


Figura 4.65- Esquema ilustrativo de uma cunha regular.

Desmontado e removido o máximo de material da cunha superior, avançou-se para a “cunha” inferior. O corte de topo foi realizado da mesma forma que o descrito anteriormente, sendo que as únicas diferenças foram que, a perfuração diagonal foi efetuada com recurso ao martelo pneumático ligeiro e teve início a partir da boca do poço mestre resultando numa área maior do triângulo da base (evidenciado na figura 4.67).

Seguidamente foi realizada a perfuração horizontal para concretização do corte de levante na massa restante do abaixamento de piso de modo a garantir a forma e a criar uma barreira de proteção da onda de impacto e vibração produzida pelo explosivo.

Neste caso não foi necessário abrir um espaço na base da caixa para que os equipamentos de perfuração pudessem operar, pois, devido ao explosivo utilizado na operação anterior esse espaço já existia, restando apenas algumas irregularidades que tiveram de ser retiradas.

Para a realização dos dois furos horizontais, realizados com o martelo pneumático ligeiro, foram necessários dois operários, um para segurar uma corda atada no martelo, impedindo que este assentasse, e outro com um ferro de aço colocado em modo de alavanca, em furos previamente

feitos no chão, empurrando o conjunto de modo a garantir a progressão da perfuração (Fig. 4.66).



Figura 4.66 – Realização da perfuração horizontal.

Para a execução do corte de levante, procedeu-se da mesma forma que nos casos anteriores. Neste caso particular, o corte de levante foi realizado apenas numa pequena massa rochosa restante no interior da caixa do abaixamento de piso.

Feitos os cortes, o desmonte foi realizado novamente pela fraturas naturais do maciço, inicialmente com o ripper da máquina escavadora de rastos e posteriormente com pólvora para soltar o material de maiores dimensões e sem valor ornamental, sendo de seguida retirado com recurso ao balde da escavadora de rastos.

A figura 4.67 ilustra a caixa após o desmonte da cunha inferior evidenciando o triângulo anteriormente referido resultante de um dos cortes de topo e a figura 4.68 o triângulo resultante dos cortes laterais.



Figura 4.67 – Caixa do abaixamento de piso com triângulo resultante do corte de topo.



Figura 4.68 – Caixa do abaixamento de piso com triângulo resultante do corte lateral, no comprimento da caixa.

Os 2 m restantes em profundidade, para que o abaixamento de piso resultasse numa altura de 7 m de bancada, foram desmontados com o explosivo após o alargamento da caixa, sendo retirado o material com a escavadora de rastos.

O resultado final da caixa do abaixamento de piso está ilustrado na figura 4.69.



Figura 4.69 – Resultado final da caixa do abaixamento de piso.

Rendimento

Durante a operação de abaixamento de piso não se produziu nenhum bloco comercializável como rocha ornamental, tendo o seu rendimento sido 0 %. Este facto deveu-se à utilização do explosivo como meio de desmonte, tendo a pedra sido reduzida a dimensões não aproveitáveis. É necessário frisar o facto de se tratar de uma zona muito fraturada e de fraca qualidade sendo justificável este facto.

Ou seja, durante a operação de abaixamento de piso, com uma caixa de 6 m de comprimento, por 3 m de largura e por 5 m de altura obteve-se 90 m³ de escombros.

4.4.1.2 – Alargamento do abaixamento de piso

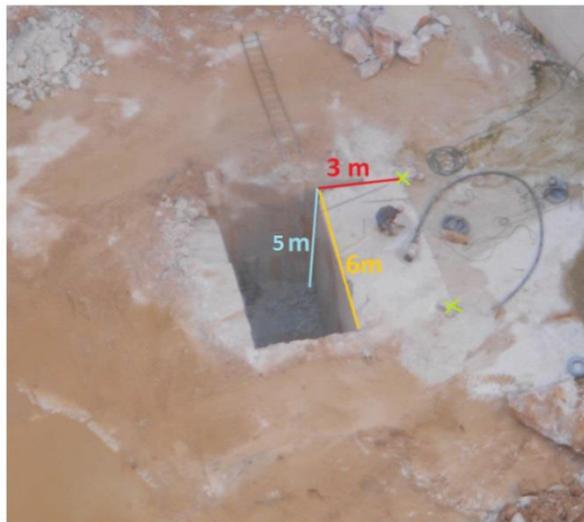
O alargamento do abaixamento de piso é a operação que permite alargar a caixa do rebaixo de modo a permitir a continuação dos trabalhos a partir do interior da mesma. O aspeto inicial do alargamento está representado na figura 4.70.



Figura 4.70 – Aspeto inicial da operação de alargamento do abaixamento de piso.

O alargamento teve 6 m de comprimento, 3 m de largura e 5 m de altura. Este procedimento resultou novamente numa caixa, mas agora com as dimensões de 6 m de comprimento por 6 m de largura.

O primeiro procedimento foi a realização de dois furos verticais com recurso ao Jumbo com uma profundidade de cerca de 7,5 m e diâmetro de 90 mm. Estes furos foram realizados à superfície em linha reta com os poços mestres do abaixamento de piso feito anteriormente, afastados 3 m de cada um deles (Fig. 4.70).



X – Locais onde se realizaram os poços mestres.

Figura 4.71 – Representação das medidas do alargamento da caixa de abaixamento de piso.

De seguida procedeu-se à realização de um furo diagonal do topo de um furo vertical para a base do furo vertical oposto (também este com o Jumbo). Procedeu-se à passagem do fio diamantado entre o furo diagonal e um dos furos verticais, recorrendo à técnica do cordel. Posteriormente o cordel foi substituído pelo fio diamantado e efetuou-se o corte com a máquina de fio diamantado segundo o comprimento do alargamento da caixa, resultando numa área cortada com forma triangular (Fig. 4.74 – área vermelha).

Feito o corte, realizou-se um furo horizontal com a perfuradora pneumática roto-percussiva. Este furo foi efetuado da base do abaixamento de piso junto à parede do mesmo até interceptar o furo vertical na diagonal, tal como pode ser observado na figura 4.72-b) que, ilustra este procedimento através do posicionamento da perfuradora.

Para que o furo horizontal interceptasse o furo vertical foi utilizada a técnica do desempenho. Esta técnica, já enunciada no acompanhamento técnico do abaixamento de piso, consiste em esticar um fio-de-prumo desde o furo vertical até ao fim da bancada de modo a que este caia para o interior do abaixamento. Para facilitar esta operação é colocada uma barrena em linha com o fio, ultrapassando o limite da bancada, de modo a que a perfuradora seja alinhada com esta. O pêndulo indica o local de perfuração e a barrena indica a direção da perfuradora de modo a direcionar o fio (Fig.4.72).



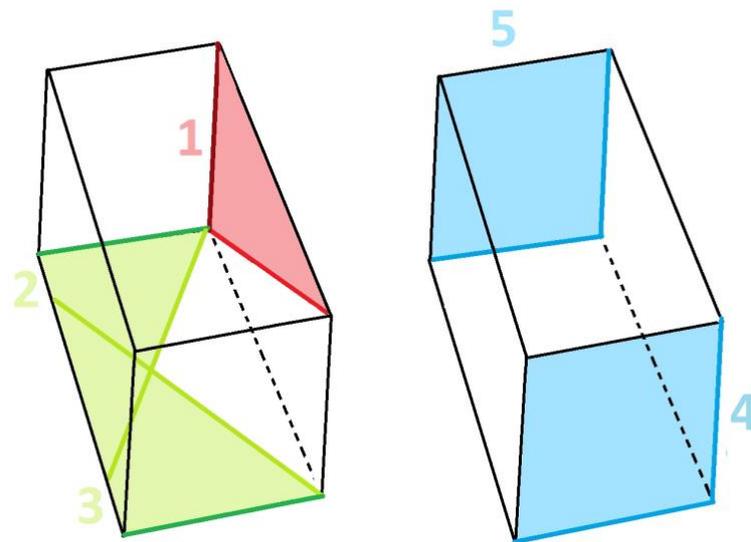
Figura 4.72 – Técnica do desempenho: a) fio-de-prumo esticado a partir do furo vertical na diagonal da caixa; b) fio-de-prumo com pendulo a indicar o local de perfuração e montagem da perfuradora pneumática; c) alinhamento da perfuradora pneumática com a barrena posicionada na mesma direção do fio-de-prumo.

Repetiu-se o procedimento anterior simetricamente, realizando-se depois o corte de levante (Fig. 4.73), composto por dois cortes (Fig.4.74 – área verde).



Figura 4.73- Realização do primeiro corte de levante.

Seguidamente realizaram-se mais dois furos horizontais em cada canto da base do abaixamento de piso até varar os furos verticais respetivos. Estes furos foram realizados com o martelo pneumático ligeiro. Posteriormente foi feita a passagem do fio diamantado pelos respetivos furos, com a técnica do cordel, fazendo o fio diamantado passar primeiramente no furo realizado com o martelo pneumático (horizontal) e depois no furo realizado pelo Jumbo (vertical). Finalmente, foram realizados os dois cortes de topo (Fig. 4.74 – área azul), um de cada vez.



- Perfuração e área de corte vertical segundo o comprimento;
- Perfuração e primeiro corte relativo ao corte de levante; perfuração e segundo corte que perfaz o corte de levante;
- Cortes laterais.

Figura 4.74 – Ilustração das perfurações e cortes do alargamento do abaixamento de piso.

É de referir que o corte 5 da figura 4.74 já estava parcialmente efetuado devido ao furo diagonal efetuado no abaixamento de piso para o corte de topo.

Feitos os cortes procedeu-se à abertura das fraturas naturais através de um colchão hidráulico. Após a abertura das fraturas procedeu-se ao desmonte da maior parte do material com recurso à máquina escavadora de rastos, tendo o resultado final ficado como se ilustra na figura 4.75.



Figura 4.75 – Aspeto do alargamento do abaixamento de piso após retirada a maior parte da massa rochosa.

Retirado o material e escombros da caixa realizou-se nova furação horizontal com o martelo pneumático ligeiro, de modo a executar o corte de levante da massa restante. Assim sendo, foram feitos dois furos horizontais perpendiculares na base da massa rochosa a desmontar e com um diâmetro de 3 mm cada.

Feitos os furos, procedeu-se à passagem do fio diamantado e ao corte com a máquina de fio diamantado. Depois de terminar o corte de levante a massa restante foi desmontada com a máquina escavadora de rastros.

Finalmente foram selecionados os blocos de dimensões admissíveis tendo sido içados pela grua para posterior esquadrejamento à superfície, simultaneamente foi feita a limpeza do escombros.

Rendimento

O volume total da massa correspondente ao alargamento do abaixamento de piso era de 108 m³, tendo sido calculado pela seguinte fórmula:

$$c \times l \times h = 3,15 \times 6,26 \times 5,48 = 108,06 \text{ m}^3$$

Sendo que “c” representa o comprimento, “l” representa a largura e “h” representa a altura.

O volume de material aproveitado ainda por redimensionar foi cerca de 25,388 m³, ou seja, um rendimento (η) em bruto de 23,49%.

Para o cálculo do rendimento foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\eta = \frac{\Sigma (V_{ba})}{V_t} \times 100 \Leftrightarrow \eta = \frac{25,388}{108,06} \times 100 \Leftrightarrow \eta = 23,49\%$$

Sendo que “ η ” representa o rendimento, “ Σ ” representa o somatório, “ V_{ba} ” representa o volume dos blocos aproveitáveis e “ V_t ” representa o volume total do desmonte.

Não foi possível o cálculo exato do rendimento após o redimensionamento dos blocos pois estes ficaram a aguardar transformação no parque de blocos, contudo, estes foram analisados e foram feitas as marcações dos locais de corte, estimando-se um aproveitamento de 8,12 m³, e, por isso, um rendimento final estimado na ordem de 7,51 %, calculado pela seguinte fórmula:

$$\eta_e = \frac{\Sigma (V_{br})}{V_t} \times 100 \Leftrightarrow \eta_e = \frac{8,12}{108,06} \times 100 \Leftrightarrow \eta_e = 7,51 \%$$

Sendo que “ η_e ” representa o rendimento estimado, “ Σ ” representa o somatório, “ V_{br} ” representa o volume dos blocos redimensionados e “ V_t ” representa o volume total da bancada.

As dimensões dos blocos em bruto e dimensões estimadas após o dimensionamento, encontram-se expostas na tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Medidas dos blocos em bruto e estimadas, resultantes do alargamento do abaixamento de piso utilizadas para o cálculo do rendimento em bruto.

Dimensões dos blocos aproveitáveis do alargamento do abaixamento de piso				
Bloco	Dimensões em bruto *c x l x h (m)	Volume bruto (m ³)	Dimensões finais estimadas *c x l x h (m)	Volume final estimado (m ³)
1	2,00x0,80x0,60	0,960	1,60x0,75x0,40	0,480
2	1,50x1,10x0,55	0,908	1,40x0,80x0,38	0,426
3	1,90x0,80x0,80	1,216	1,80x0,70x0,50	0,630
4	1,80x0,90x0,80	1,296	1,75x0,60x0,50	0,525
5	1,40x0,80x0,70	0,784	1,30x0,65x0,45	0,380
6	1,20x0,90x0,90	0,972	1,10x0,70x0,70	0,539
7	1,95x1,50x1,10	3,218	1,60x1,30x0,70	1,456
8	2,00x1,25x1,57	3,611	1,80x0,70x0,50	0,630
9	1,53x1,58x1,19	2,877	1,30x1,10x0,60	0,858
10	1,92x1,50x1,29	3,715	1,10x0,90x0,80	0,792
11	2,08x1,90x0,79	3,122	1,70x1,20x0,60	1,224
12	2,10x1,72x0,75	2.709	1,20x1,10x0,50	0,660
		TOTAL = 25.388	TOTAL = 8,12	

*Comprimento (c); Largura (l); Altura (h);

4.4.1.3 – Desmonte em bancada

O desmonte em bancada é a operação que permite o avanço da exploração horizontalmente, após a realização da abertura de um canal.

A bancada desmontada e ilustrada nas figuras 4.76 e 4.77 possuía 8,16 m x 7,94 m x 6,10 m, sendo dividida em duas sub-bancadas a meio do processo por questões técnicas.

A primeira operação realizada foi a perfuração vertical com recurso ao martelo pneumático no topo da bancada e com uma profundidade aproximada de 7 m. Na figura 4.77 é possível ver o operário a realizar esta perfuração e o local correspondente.



Figura 4.76 – Bancada - vista lateral.



Figura 4.77 – Bancada com representação das medidas.

Feita esta perfuração vertical, aproveitou-se a utilização do martelo pneumático e procedeu-se à realização de duas caixas para posterior introdução de pistons hidráulicos (Fig. 4.78).



Figura 4.78 – Caixa para posterior introdução de um piston hidráulico.

Seguidamente efetuou-se a perfuração horizontal na base da massa rochosa. Esta perfuração foi realizada com a perfuradora pneumática (Fig. 4.79) sendo feito um furo em cada face livre da massa rochosa até intercetar o furo vertical.



Figura 4.79 – Realização de um dos furos horizontais com a perfuradora pneumática roto-percussiva.

Esta operação teve como objetivo que os furos horizontais perfizessem um ângulo de 90° entre eles, de modo a que se intersectassem no ponto correspondente à cota inferior do furo vertical, realizado no topo da bancada (Fig. 4.80).

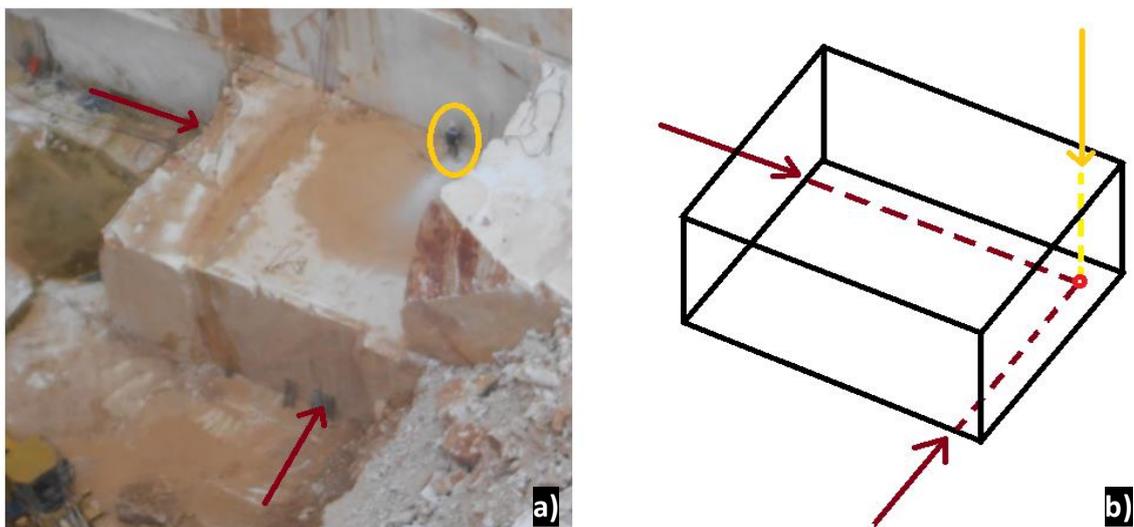


Figura 4.80 – Representação dos locais de realização das perfurações: a) Fotografia real; b) esquema ilustrativo.

Para a escolha do local da furação horizontal, de modo a que esta intercetasse o furo vertical, foi também utilizada a técnica do desempenho já enunciada anteriormente. Sugere-se a observação da figura 4.81 que ilustra este procedimento em bancada.

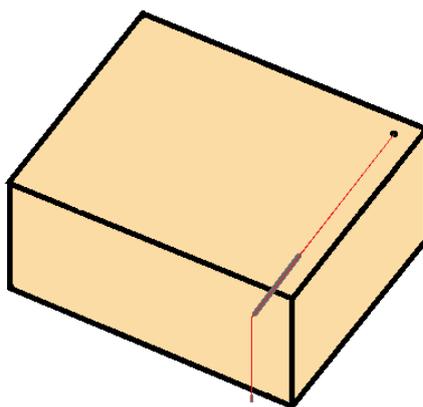


Figura 4.81 – Representação da técnica de desempeno com o cordel e a barrena.

Após a realização de todas as perfurações procedeu-se à execução dos cortes.

O primeiro corte que foi realizado foi o de levante (Fig. 4.82 – 1). Mais uma vez utilizou-se a técnica do cordel, porém agora, com algumas diferenças em relação aos procedimentos anteriores. Assim, fez-se descer o cordel pelo furo vertical, puxando-o pelo furo horizontal com a mangueira com arames na ponta, em forma de ganchos. Depois foi puxado o mesmo cordel, mas pelo outro furo horizontal, fazendo com que este percorresse todo o percurso dos furos horizontais. Este procedimento só é possível porque os três furos se intercetam num único ponto. Dado o facto de um dos furos horizontais ter intercetado o furo vertical ligeiramente abaixo do outro, o cordel foi puxado primeiro pelo furo mais baixo (Fig. 4.82 – B) de modo a que depois pudesse ser alcançado no furo mais alto (Fig. 4.82 – A).

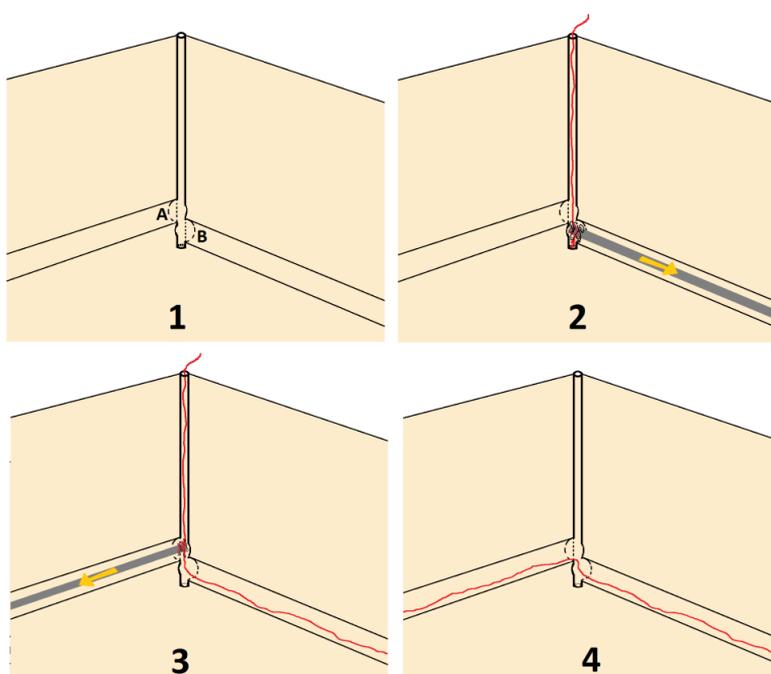


Figura 4.82 – Passagem do cordel: 1) ilustração da perfuração, A - furo superior, B - furo inferior; 2) passagem do cordel pelo poço mestre e puxado pelo furo inferior; 3) passagem do cordel pelo poço mestre e puxado pelo furo superior; 4) ilustração do cordel a percorrer todo o percurso dos furos horizontais.

Feita a passagem do fio diamantado, as suas pontas foram unidas, sendo posteriormente instalado na máquina de fio diamantado, de modo a realizar o corte de levante (Fig. 4.83).



Figura 4.83 – Corte de levante.

Os cortes que se seguiram foram os verticais (Fig. 4.84 – 2 e 3), utilizando-se os procedimentos e técnicas já referidas anteriormente.

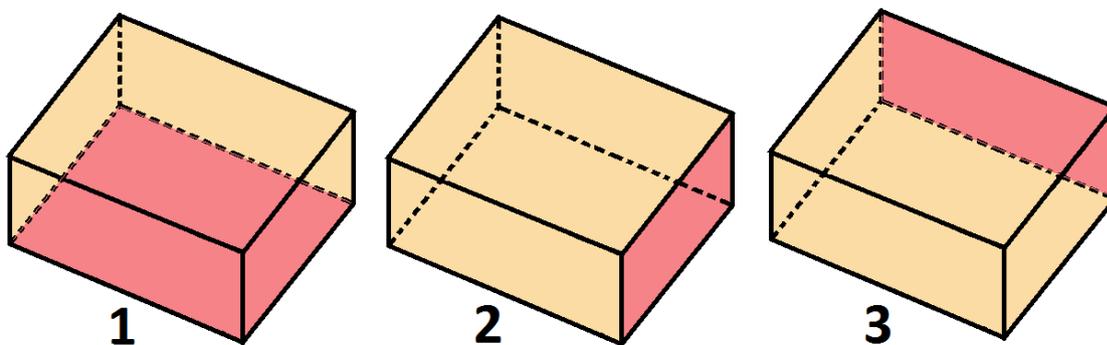


Figura 4.84 – Ilustração da ordem dos cortes efetuados: 1- Corte de levante; 2 – Corte lateral NE; 3- Corte lateral NW.

Feitos todos os cortes utilizaram-se pistons hidráulicos introduzidos nas caixas feitas anteriormente, com o objetivo da abertura das fraturas superficiais. Após a abertura pelos defeitos naturais da rocha, procedeu-se ao desmonte do máximo de material rochoso, com a máquina escavadora de rastros, resultando numa massa irregular, ilustrada na figura 4.85. Para que a máquina escavadora de rastros pudesse ter acesso ao topo da bancada foi necessário criar-se um acesso, com escombros, à parte lateral da bancada.



Figura 4.85 – Massa resultante do desmonte após a ação da máquina escavadora de rastos.

Retirado todo o material resultante da operação anterior decidiu-se, através da análise da fraturação, dividir a bancada em duas, realizando nova perfuração horizontal (Fig. 4.86) e vertical de modo a realizar um novo corte vertical (Fig. 4.87).



Figura 4.86 – Realização da perfuração horizontal.



Figura 4.87 – Realização da perfuração vertical.

Deste modo, o dimensionamento inicial passou a ter a configuração diferente, embora mantendo-se a totalidade do desmonte projetado inicialmente. Assim, a bancada anteriormente apresentada ficou dividida em duas talhadas.

Feita a perfuração realizou-se a passagem do fio diamantado, com a mesma técnica enunciada anteriormente, e o corte vertical (Fig. 4.88). Após a realização do corte, procedeu-se ao desmonte da massa com a máquina escavadora de rastos e ao dimensionamento das massas extraídas de maior volume com a máquina de fio diamantado de menor potência.



Figura 4.88 – Montagem da máquina de fio diamantado para realização do corte vertical.

Feito o desmonte da massa exterior procedeu-se à colocação de um colchão hidráulico no corte vertical, de modo a abrir as fraturas mais profundas que não tinham sido abertas com os pistons hidráulicos, permitindo assim o máximo afastamento da massa rochosa. Depois de abertas as fraturas procedeu-se ao desmonte de todo o material com a máquina escavadora de rastos.

Não foi necessária a realização de uma cama pois todo o material foi retirado pelas fraturas não tendo havido queda integral da bancada.

Finalmente foram seleccionados os blocos aproveitáveis e feita a limpeza do escombro (Fig 4.89).



Figura 4.89 – Limpeza e remoção do escombro.

Rendimento

O volume total da bancada era de 395,22 m³. Calculado pela seguinte fórmula:

$$c \times l \times h = 8,16 \times 6,10 \times 7,94 = 395,22 \text{ m}^3$$

Sendo que “c” representa o comprimento, “l” representa a largura e “h” representa a altura.

O volume de material aproveitado ainda por dimensionar foi cerca de 88,00 m³, ou seja, um rendimento (η) em bruto de 22,3%. Para o cálculo do rendimento foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\eta = \frac{\Sigma (Vba)}{Vt} \times 100 \Leftrightarrow \eta = \frac{88}{395,22} \times 100 \Leftrightarrow \eta = 22,266\%$$

Sendo que “ η ” representa o rendimento, “ Σ ” representa o somatório, “Vba” representa o volume dos blocos aproveitáveis e “Vt” representa o volume total da bancada.

Na tabela 4.6 estão representadas as medidas finais de cada bloco, bem como o seu volume utilizado para realizar o cálculo do rendimento final (η_f).

Tabela 4.6 – Informação dos blocos esquadrejados utilizada para o cálculo do rendimento total da bancada.

Blocos esquadrejados resultantes do desmonte da bancada		
Bloco	Dimensões *c x l x h (m)	Volume (m ³)
1	2,60x1,80x1,45	6,786
2	1,80x1,00x0,90	1,620
3	2,40x1,00x0,65	1,560
4	2,00x1,10x0,65	1,430
5	2,40x1,20x1,10	3,168
6	1,80x1,10x0,95	1,881
7	2,40x0,60x0,60	0,864
8	3,70x1,70x0,55	3,4595
9	1,20x0,90x0,90	0,972
10	3,50x0,90x0,80	2,520
11	1,60x1,00x0,65	1,040
12	1,40x1,20x0,80	1,344
13	2,40x1,30x0,60	1,872
14	1,40x1,20x0,70	1,176
15	2,40x1,20x1,10	3,168
16	2,50x1,90x1,40	6,650
		TOTAL = 39,511

*Comprimento (c);Largura (l);Altura (h)

O volume após o aproveitamento do material foi de 39,511 m³, referente a dezasseis blocos esquadrejados. Este valor permite o cálculo de um rendimento de 10% da bancada desmontada.

Para o cálculo do rendimento final foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\eta_f = \frac{\Sigma (V_{be})}{V_t} \times 100 \Leftrightarrow \eta_f = \frac{39,511}{395,22} \times 100 \Leftrightarrow \eta_f = 9,997\%$$

Sendo que “ η_f ” representa o rendimento final, “ Σ ” representa o somatório, “ V_{be} ” representa o volume dos blocos esquadrejados e “ V_t ” representa o volume total da bancada.

4.4.2 – Outras tarefas desenvolvidas na pedreira

Durante o estágio, a estagiária participou ativamente em várias atividades do quotidiano relacionadas com os trabalhos inerentes a uma pedreira. Os trabalhos auxiliares numa pedreira, para além dos trabalhos de exploração da rocha, estão quase sempre relacionados com avarias e manutenção de equipamentos. Como tal, a colaboração realizou-se em trabalhos como: mudança de pneus de dumpers, reparação da lagarta da máquina escavadora de rastos, mudanças de óleos e filtros de óleo e ar de dumpers, escavadoras de rastos e pá carregadora, substituição de lâminas na monolâmina e substituição do cabo da grua.

Presenciar e ajudar na execução destes trabalhos foi um desafio pois, embora façam parte do quotidiano de uma pedreira, o simples facto de identificar o problema e saber qual o procedimento a realizar por vezes é complicado. É necessário saber como proceder e a quem recorrer, caso seja necessário um equipamento ou até um técnico especialista. É ainda necessário conhecer os diversos equipamentos de modo a saber como proceder à montagem, substituição, manutenção ou reparação da avaria.

Outra atividade desenvolvida foi a seleção de escombros de diferentes dimensões para realização de esporões marítimos. Para tal utilizou-se como escala intervalos de massa, sendo estes: entre 50 kg e 200 kg, de 500 kg a 1000 kg e superiores a 1000 kg nunca superiores a 3500 kg. Para o cálculo da massa foram medidas as dimensões de cada destroço, calculado o volume e multiplicado o mesmo pela densidade, obtendo-se deste modo a massa aproximada. Outro fator a ter em causa foi a forma do material, não devendo ser demasiado arredondada nem demasiado achatada. Para a seleção os destroços foram marcados com diferentes sinaléticas consoante o intervalo anteriormente referido, tendo sido posteriormente separados por um operário com a máquina escavadora de rastos.

A estagiária auxiliou ainda na tarefa de colocação de cabos nos blocos de modo a içar os mesmos para a superfície, manuseando a grua com supervisão do encarregado da pedreira.

Por fim, outra das tarefas realizada pela estagiária foi a análise dos blocos em bruto de modo a definir os locais de corte para o esquadrejamento e redimensionamento dos mesmos. Para realizar esta tarefa foi necessário ter em conta os defeitos existentes fossem eles de origem natural ou induzida. Selecionados os locais de corte e colocado o bloco na zorra a estagiária procedia ainda ao manuseamento das monolâminas estando responsável pelo processo esquadrejamento e redimensionamento. Quando devidamente redimensionados, a estagiária media os blocos registando os dados e calculando o volume com vista à atribuição do número de série e colocação dos mesmos na base de dados da empresa.

4.4.3 - Sondagem

4.4.3.1 – Objetivo

Existem dois fatores que impulsionaram o estudo de novas zonas de exploração na pedreira Carrascal JS – Borba. Um dos fatores está relacionado com o facto de a pedreira ter cerca de 97 m de profundidade, estando sujeita a grandes tensões no seu interior que originam uma maior densidade de fraturas por descompressão. Este facto constitui um obstáculo à exploração, afetando a dimensão dos blocos extraídos e os trabalhos executados.

O outro fator está relacionado com o facto da zona de exploração atual estar situada a uma cota inferior ao nível freático, constituindo também um desafio à exploração. Esta condicionante é um adversário económico, dados os custos inerentes ao número de bombas de água em funcionamento, imprescindíveis à extração do caudal de água necessário para garantir os trabalhos no interior da cavidade. Este fator exerce grande pressão económica nos meses de inverno, embora também se faça sentir durante todo o ano devido à situação confinante da pedreira, entre uma pedreira inativa, a SE, (Marmetal) e uma pedreira em exploração situada a uma cota superior, a NW (Olival Grande São Sebastião da empresa Contimaro Ind. Mármores, Lda.).

Pelos motivos acima descritos, a empresa decidiu estudar uma nova zona de exploração (Fig. 4.90).



- Área total da pedreira;
- Área de alargamento em estudo.

Figura 4.90 – Vista aérea da pedreira Carrascal JS com a delimitação da área total da pedreira da área de alargamento em estudo.

O estudo efetuado teve como base a realização de uma sondagem que pressupôs, previamente, uma recolha bibliográfica e trabalho de campo. Esse trabalho foi desenvolvido pela estagiária em contacto com o Sr. Cândido Simões (administrador da empresa) e com o parecer final do CEVALOR (Centro Tecnológico para o Aproveitamento e Valorização das Rochas Ornamentais e Industriais). No campo foi ainda importante ouvir as sugestões do encarregado geral da empresa, o Sr. José Lobinho, dada a sua experiência na exploração e conhecimento desta pedreira.

Estando confinada entre duas pedreiras, a estrada nacional nº 255 e a escombreira da empresa, a pedreira apenas permite o seu alargamento para a zona NE (Fig. 4.91), precisamente onde possui as suas instalações sociais. Como tal, é necessário um estudo cuidado e detalhado pois, caso se justifique a exploração desta frente, o processo terá um custo associado a todo o desmantelamento e reposição das instalações, sendo estas: balneários, refeitório, depósitos de água e de gasóleo, casa de óleos e equipamentos e ainda, o que implica um maior investimento, a instalação elétrica (posto de transformação, quadros elétricos, cabos referentes ao elevador de máquinas, etc.). A estes custos estão ainda associados os custos de desmantelamento de parte do aterro.



■ - Área de alargamento em estudo.

Figura 4.91 – Imagem aérea da zona de alargamento em estudo.

4.4.3.2 – Análise de campo

4.4.3.2.1 – Análise de taludes

A análise de campo consistiu essencialmente na observação dos taludes expostos pela exploração e na análise litológica existente.

Foi possível identificar três tipos litológicos relevantes: mármore, que constitui a unidade de extração com valor económico, e que varia do tom claro ao rosa; leitos xistentos intercalados com o mármore, que constituíram um motivo de reflexão dada a sua estrutura irregular; e, por fim, dolomitos e mármore dolomitizado, vulgarmente intitulado por “olho-de-mocho” e sem qualquer valor económico, formando uma capa superior com cerca de 28 m a partir da superfície.

Observando os taludes originados pela exploração, foi possível identificar que a densidade de fraturas é pouco relevante, contudo, dada a impossibilidade de acesso e distância de observação ao talude em questão, não foram retirados dados exatos da fracturação existente. Esta avaliação será consolidada com o estudo do testemunho da sondagem realizada, explicitado mais à frente no presente capítulo.

Como primeira análise, e tendo em foco os taludes NE e ENE, é muito provável a existência de mármore de boa qualidade na zona a explorar. Definiram-se assim três pontos de observação principais: evolução da camada de mármore dolomitizado no interior do maciço, qualidade monocromática do mármore tendo em conta a vergada existente e densidade de fracturação do maciço.

4.4.3.3 – Análise de dados existentes

4.4.3.3.1 – Bibliografia geológica

A bibliografia consultada teve como base a geologia do Anticlinal de Estremoz, mais detalhadamente a geologia da área específica da pedreira, parte integrante da UNOR 2.

As especificações geológicas do Anticlinal de Estremoz bem como da área da pedreira Carrascal JS encontram-se descritas no capítulo 3 do presente relatório.

4.4.3.3.2 – Sondagens antigas

A existência de dados de sondagens anteriormente efetuadas na pedreira Carrascal JS facilitou o estudo da área. Após a análise de todos os dados das sondagens existentes foram consideradas relevantes para este estudo quatro sondagens.

As sondagens a que foi possível ter acesso encontram-se georreferenciadas através de coordenadas arbitrárias. Ou seja, durante a sua execução definiu-se uma linha de referência marcada na rocha, tomando esse referencial como a origem e medindo os metros longitudinais e transversais a partir desse referencial. O facto de não existirem coordenadas geográficas das sondagens dificultou a análise das mesmas, não tendo sido possível determinar o seu local exato. Isto deveu-se ao facto do referencial mencionado anteriormente já não existir devido ao avanço da exploração. Como tal, considerou-se como válida a localização ilustrada na planta topográfica da pedreira na altura da realização das sondagens no ano 1999. É importante referir que, dadas estas circunstâncias, existe um erro associado à localização das sondagens analisadas.

Para a análise da localização das sondagens utilizou-se a planta ilustrada pela figura 4.92.

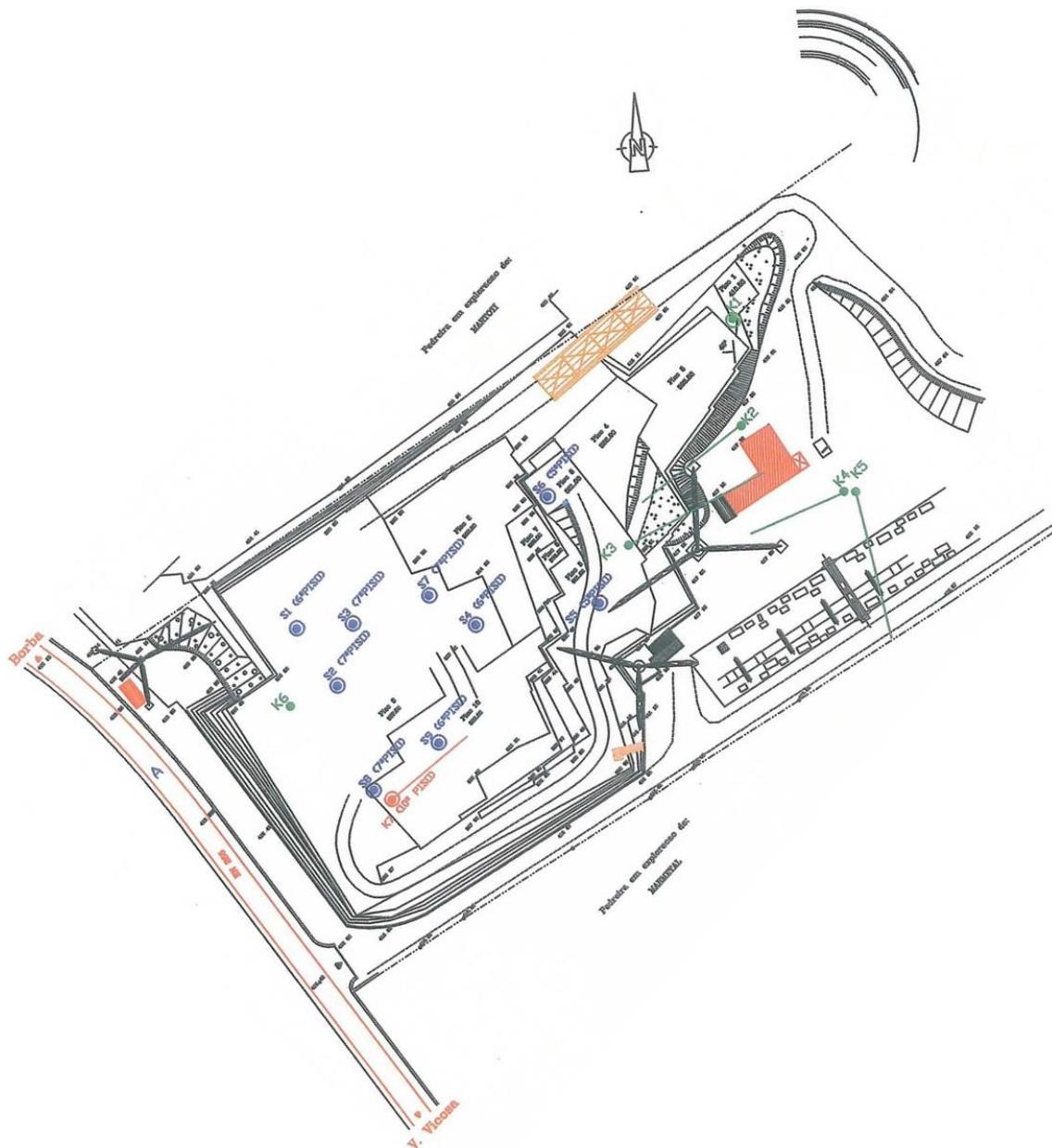


Figura 4.92 – Planta da pedreira com indicação das dezasseis sondagens realizadas até à atualidade.

As quatro sondagens utilizadas para o presente estudo foram as sondagens: K2, K3, K4 e K5.

De modo a obter as coordenadas das sondagens, a estagiária elaborou a georreferenciação da planta representada na figura 4.92 acima apresentada. Os resultados obtidos encontram-se representados nas figuras 4.93 e 4.94.



Figura 4.93 - Georreferenciação da planta da pedreira e sobreposição com a imagem aérea do Google Earth.



Figura 4.94 – Resultado final da representação das sondagens K2, K3, K4 e K5 com vetor direcional das mesmas.

Através da georreferenciação obtiveram-se as coordenadas expostas na tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Coordenadas das sondagens K2, K3, K4 e K5.

Sondagem	Coordenadas	
	Latitude	Longitude
K2	38°48'1.86"N	7°26'16.94"W
K3	38°48'0.85"N	7°26'17.82"W
K4	38°48'1.49"N	7°26'15.87"W
K5	38°48'1.47"N	7°26'15.77"W

Pretendeu-se com a avaliação destas sondagens distinguir o material de valor económico (mármore), do material sem valor económico (dolomito e mármore dolomitizado). Nesta fase não foram considerados os diferentes tipos de mármore comercializáveis. Assim sendo, o critério utilizado foi o valor ornamental do material pétreo.

De seguida apresenta-se as principais características das sondagens realizadas:

- **K2**
Cota: 417,70 (superfície)
Direção: N235°
Inclinação: 45°
Profundidade de perfuração: 40 m
Profundidade vertical: 28,28 m
Esquemas ilustrativos: Fig. 4.95 e Fig. 4.96

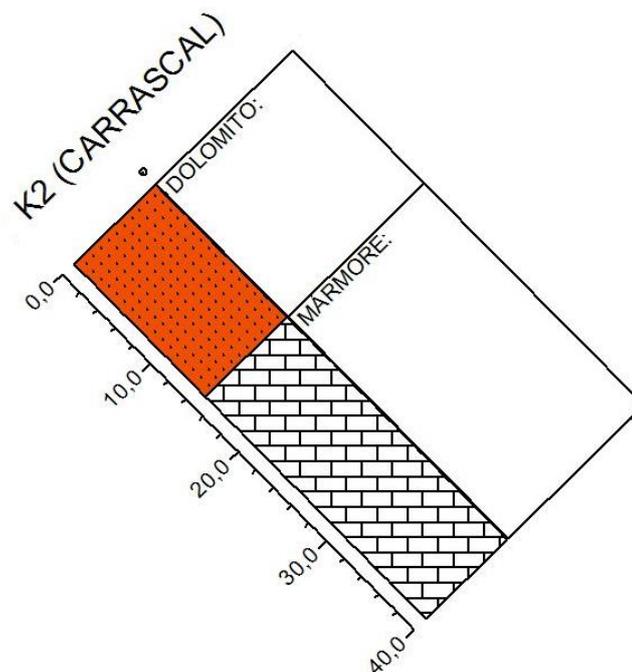


Figura 4.95 – Log da sondagem K2.

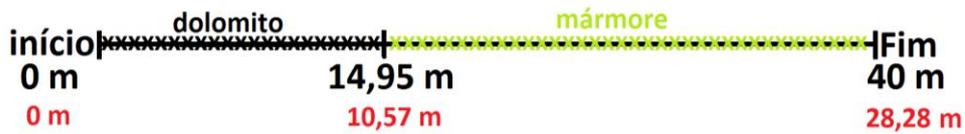


Figura 4.96 – Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).

- **K3**
Cota: 381,00 (36,7 m da superfície)
Direção: N65°
Inclinação: 45°
Profundidade de perfuração: 47,50 m
Profundidade vertical: 33,59 m
Esquemas ilustrativos: Fig. 4.97 e Fig. 4.98

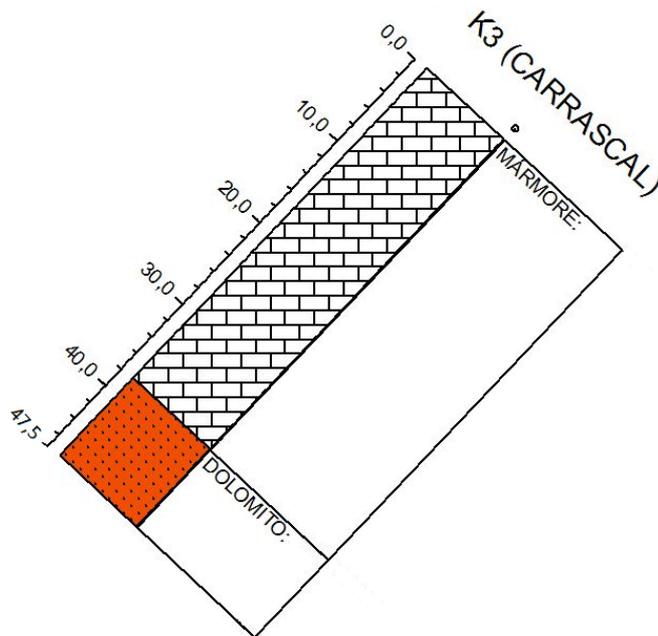


Figura 4.97 - Log da sondagem K3.

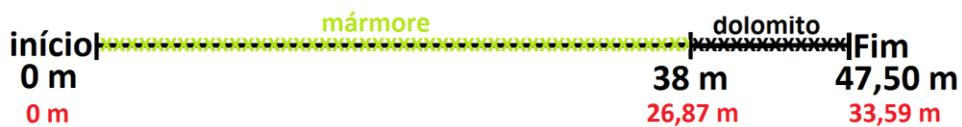


Figura 4.98 - Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).

- **K4**
Cota: 417,30 (superfície)
Direção: N250°
Inclinação: 45°
Profundidade de perfuração: 31,40 m
Profundidade vertical: 22,20 m
Esquemas ilustrativos: Fig. 4.99 e Fig. 4.100

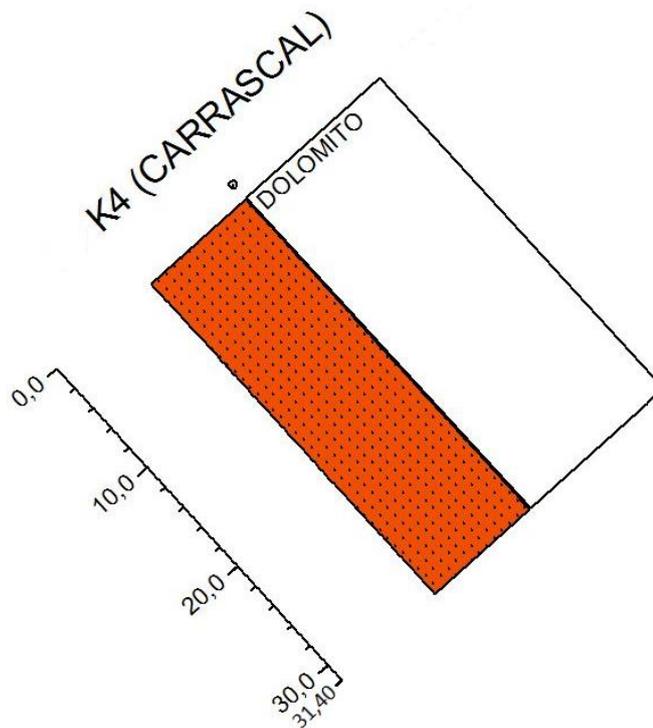


Figura 4.99 - Log da sondagem K4.

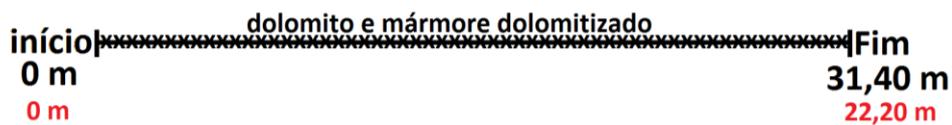


Figura 4.100 - Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).

- **K5**
Cota: 417,30 (superfície)
Direção: N170°
Inclinação: 30°
Profundidade de perfuração: 40,20 m
Profundidade vertical: 28,43 m
Esquemas ilustrativos: Fig. 4.101 e Fig. 4.102

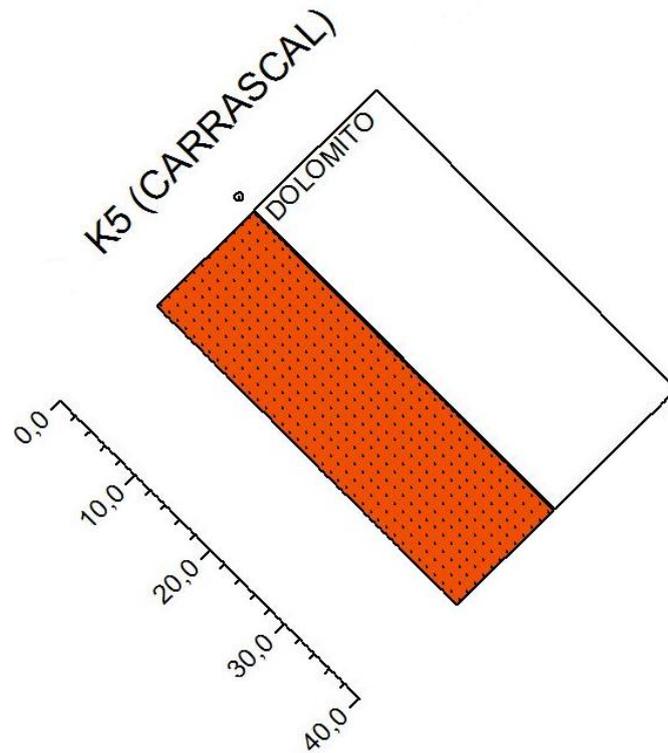
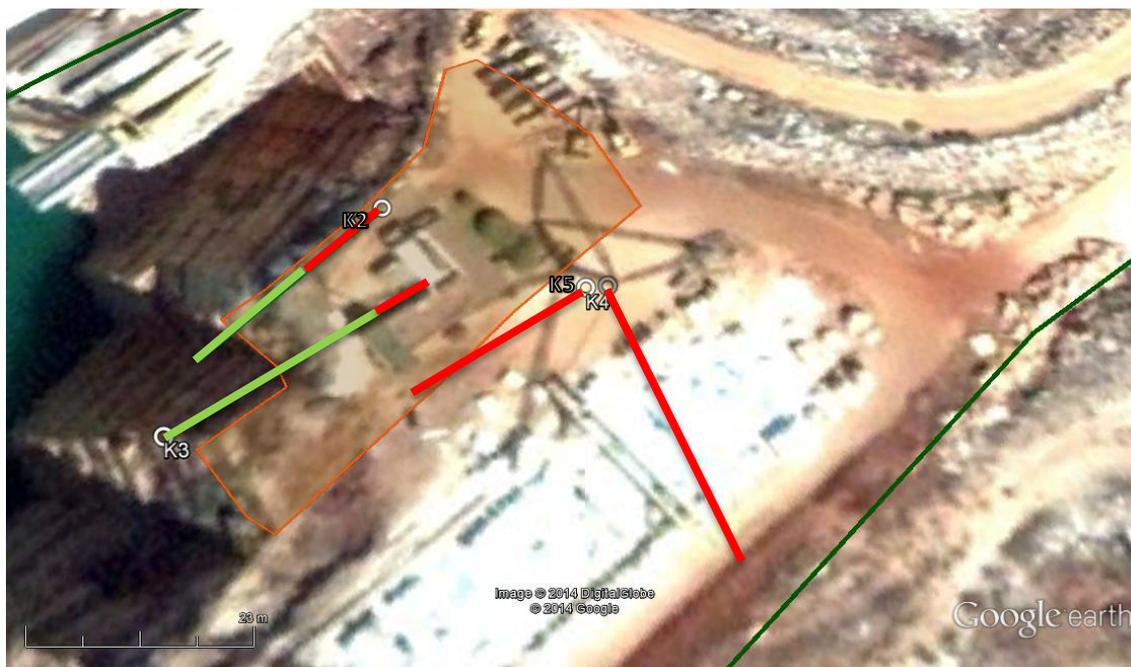


Figura 4.101 - Log da sondagem K4.



Figura 4.102 - Representação dos metros de perfuração (a preto) e distância horizontal à cota da realização da sondagem (a vermelho).

Projetando a informação anterior para o terreno obteve-se uma melhor noção da composição das sondagens no espaço, classificando o mármore a verde e o dolomito a vermelho, tal como pode ser observado na figura 4.103. É necessário ter em conta que a projeção das sondagens na imagem aérea da pedreira não retrata o comprimento total da perfuração em profundidade, representado apenas o carácter direcional e a extensão horizontal das mesmas.



- - Mármore (material com valor económico ornamental);
- - Mármore dolomitizado/dolomito (material sem valor económico).

Figura 4.103 – Projeção das sondagens no terreno.

4.4.3.4 – Planeamento

4.4.3.4.1 – Local

Tendo em conta as sondagens existentes da área em estudo anteriormente descritas, que intersetaram dolomititos e mármore dolomitizado a cotas superficiais, considerou-se a existência de uma capa superficial com cerca de 28 m visíveis no talude T2 (Fig. 4.104).

De modo a aferir a evolução direcional e em profundidade da camada de mármore dolomitizado, visível no talude T2 e não visível no talude T1 (Fig. 4.104) nem intersetada na cavidade de exploração (segundo o encarregado geral da pedreira), optou-se pela realização de uma sondagem, abaixo do nível da referida camada, situada no terceiro piso de exploração.



— - Delimitação do talude T1;

— - Delimitação do talude T2.

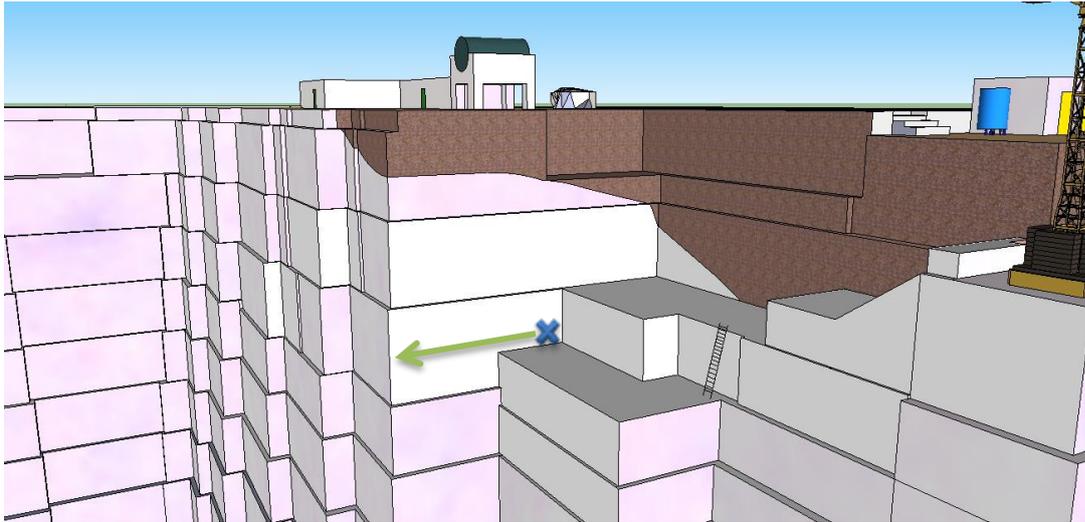
Figura 4.104 – Representação do talude onde é visível a camada de mármore dolomitizado a vermelho e do talude onde essa camada não é visível, a verde.

O local escolhido teve em conta os seguintes aspetos:

- Evitar o cruzamento com as sondagens K4 e K5 que não intersectaram material com valor económico até profundidades verticais de 22,20 m e 28,43 m, respetivamente;
- Provar a desconexão entre a formação superficial de mármore dolomitizado e os dolomitos intersectados na sondagem K3 aos 38 m de sondagem (26,87 m de profundidade a partir da cota de realização da sondagem, ou seja, a 63,57 m a partir da cota superficial e 26,87 m horizontalmente, situando-se abaixo das instalações sociais).

Posto isto, foi definida a realização de uma sondagem horizontal a 38 m da superfície na direção das instalações sociais, suficientemente afastada da zona Este do talude T2 de modo a evitar a interseção com as linhas de direção das sondagens K4 e K5.

O objetivo foi provar a existência de material com valor económico na sondagem (X), garantindo assim a sua continuidade até ao talude T1 (←) onde é visível a existência de material com valor económico desde a superfície até à cota de realização da sondagem (Fig. 4.105). Deste modo, pode ainda provar-se que a ocorrência do dolomito/mármore dolomitizado visível no talude T2 se trata apenas de uma capa superficial com cerca de 28 m e de fácil remoção, não relacionada com o dolomito intersectado na sondagem K3. Com esta sondagem foi ainda possível aferir a extensão de material em comprimento, de modo a saber quais as instalações afetadas.



X – Local de realização da sondagem

← – Indicação da continuidade de material com valor económico até ao talude (T1).

Figura 4.105 – Representação 3D do local de realização da sondagem em relação à evolução da camada de mármore dolomitizado.

Para o comprimento da sondagem foi definido como limite a interseção com a linha superficial da escombreira ou a possível interseção da camada de mármore dolomitizado, ou seja, um máximo de 40 m de sondagem.

Para além de aferir a existência de material com valor económico, a sondagem neste local permite ainda o estudo da densidade de fraturas, da qualidade cromática do mármore e os metros de interseção do leito xistento visível no talude T1 (Fig. 4.106).



Figura 4.106 – Representação do local de realização da sondagem com o leito xistento à esquerda.

4.4.3.4.2 – Características da sondagem

A recuperação do testemunho é essencial neste tipo de prospeção para a posterior análise de fracturação e qualidade.

A sondagem efetuada foi uma sondagem horizontal (0°), sendo efetuada com uma sonda com recuperação integral de testemunho, com um diâmetro de perfuração de 46 mm.

A sondagem foi elaborada no 3º piso de exploração da pedreira à cota 455.30, a 38 m da superfície, com as coordenadas: $38^\circ 48' 0.92''\text{N}$, $7^\circ 26' 17.07''\text{W}$.

A sonda utilizada permite avanços de 1,20 m, através do movimento rotativo da mesma.

4.4.3.5 – Realização

4.4.3.5.1 – Acompanhamento

A sondagem foi efetuada pela Sulensaio – Laboratório de Geotecnia, Lda., empresa contratada pela Plácido José Simões, S.A. em contacto com o CEVALOR.

O primeiro passo para a realização da perfuração foi a montagem da sonda de perfuração perpendicularmente ao maciço devidamente fixado ao mesmo com estacas e espias.

A tarefa da estagiária foi a análise dos testemunhos. Para tal, durante a realização da sondagem a estagiária colocou os testemunhos nas caixas de amostragem por ordem de extração identificando cada caixa de amostragem, procedendo ainda ao registo do tipo, qualidade e aspeto cromático do material, indicando também o espaçamento entre fraturas.

Após o transporte das caixas de amostragem para a fábrica da empresa, foi feita nova análise a todos os testemunhos de modo a confirmar os apontamentos retirados no campo.

Os tarolos analisados são apresentados na figura 4.107, orientados da esquerda para a direita, por ordem de extração.



Figura 4.107 – Caixas de amostragem com tarolos resultantes da sondagem efetuada.

4.4.3.6 – Resultados

4.4.3.6.1 – Log da sondagem

Através dos dados relativos ao tipo, qualidade e aspeto cromático, durante a realização da sondagem foi possível a elaboração de um log de caracterização das litologias e características das mesmas, ilustrado na figura 5.108.

As litologias representadas foram: mármore creme, mármore creme com vergada castanha, mármore creme com vergada cinzenta, mármore creme rosado, veio xistento, mármore creme anilado e mármore creme rosado dolomitizado muito e pouco alterado.

O programa utilizado para elaboração do log da sondagem foi o RockWorks15.

Sondagem 1 - Carrascal JS

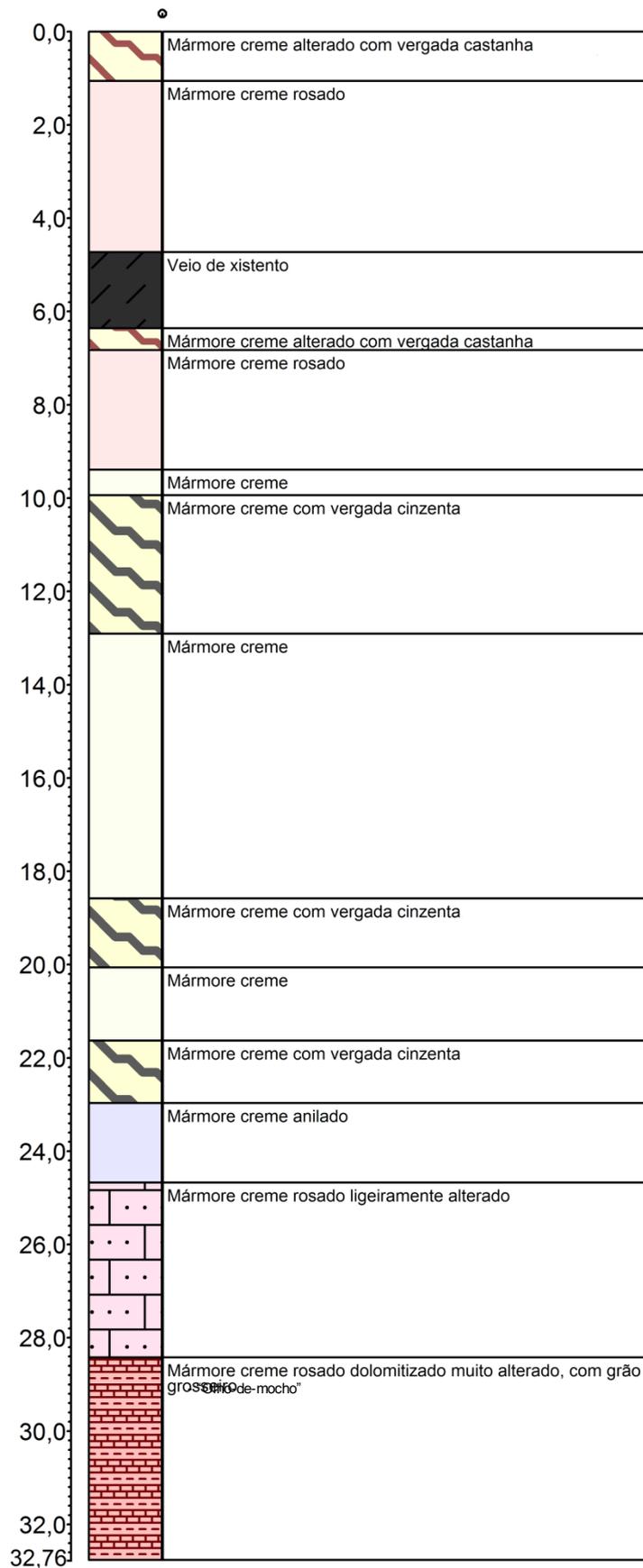


Figura 4.108 – Log da sondagem realizada na pedreira Carrascal JS.

4.4.3.6.2 – Classificação do maciço rochoso

Na sequência da sondagem com recuperação de testemunho é fundamental o estudo da fracturação e alteração da rocha de modo a classificar o maciço, atestando a qualidade do material nas imediações da sondagem.

Para o presente estudo foram utilizadas quatro classificações sendo as mesmas definidas seguidamente.

- Grau de alteração: este método qualifica o nível de alteração da rocha encaixante através de cinco graus de alteração expostos na tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Graus de alteração do maciço rochoso.

Símbolo	Designação	Caraterísticas
W ₁	São	Sem sinais de alteração
W ₂	Pouco alterado	Sinais de alteração apenas nas imediações das descontinuidades
W ₃	Medianamente alterado	Alteração visível em todo o maciço rochoso mas a rocha não é friável
W ₄	Muito alterado	Alteração visível em todo o maciço rochoso e a rocha é parcialmente friável
W ₅	Decomposto (saibro)	O maciço apresenta-se completamente friável com comportamento de solo

- Índice de recuperação: este parâmetro indica a quantidade de material recuperado no comprimento da furação. Este indicador permite retirar informações quanto ao estado de alteração do maciço sendo expresso em percentagem e devendo ser superior a 80% de modo a garantir um bom estado do maciço.

Para o seu cálculo é utilizada a seguinte fórmula matemática:

$$IR (\%) = \frac{\sum \text{comprimentos dos tarolos}}{\text{comprimento do furo/manobra}} \times 100$$

- Grau de fracturação: para caracterizar o maciço quanto à fracturação é utilizado um método que classifica o espaçamento/intervalo entre as diaclases. Esta classificação é realizada tendo em conta a tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Graus de fracturação de maciços rochosos.

Símbolos	Intervalo entre fraturas (cm)	Designação
F ₁	>200	Muito afastadas
F ₂	60-200	Afastadas
F ₃	20-60	Medianamente afastadas
F ₄	6-20	Próximas
F ₅	<6	Muito próximas

Tendo em conta que o maciço terá como finalidade a exploração para produção de blocos de rocha ornamental, são aconselhados intervalos no mínimo de grau F₃ de modo a obter uma blocometria aceitável.

- RQD – Rock Quality Designation: o RQD classifica o estado de alteração/qualidade do maciço rochoso baseando-se na seguinte fórmula matemática:

$$RQD (\%) = \frac{\sum \text{comprimentos dos tarolos com mais de 10 cm}}{\text{comprimento do furo}} \times 100$$

A classificação, tendo em conta o resultado obtido pela fórmula acima expressa, é efetuada tendo em conta a tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Classificação dos maciços rochosos com base no RQD – Rock Quality Designation.

RQD (%)	Qualidade do Maciço Rochoso
0 – 25	Muito fraco
25 – 50	Fraco
50 – 75	Razoável
75 – 90	Bom
90 – 100	Excelente

Através da análise da sondagem obtiveram-se os resultados expostos na tabela 4.11 para cada característica avaliada.

Tabela 4.11 – Dados finais das classificações adotadas para o estudo da sondagem.

Intervalos s/fraturas (m)	Espaçamento entre fraturas (m)	Grau de alteração	Índice de Recuperação (%)	Grau de fracturação	RQD (%)
0,00 – 0,45	0,45	W ₁	100%	F ₃	99,695 Excelente
0,45 – 0,63	0,18			F ₄	
0,63 – 1,06	0,43			F ₃	
1,06 – 4,73	3,67			F ₁	
4,73 – 6,36 (veio xistento)	1,63			F ₂	
6,36 – 6,83	0,47			F ₃	
6,83 – 7,46	0,63			F ₂	
7,46 – 8,72	1,26			F ₂	
8,72 – 9,33	0,61			F ₂	
9,33 – 9,39	0,06			F ₄	
9,39 – 9,94	0,55			F ₅	
9,94 – 11,68	1,74			F ₂	
11,68 – 12,78	1,10			F ₂	
12,78 – 12,91	0,13			F ₄	
12,91 – 13,84	0,93			F ₂	
13,84 – 16,62	2,78			F ₁	
16,62 – 16,72	0,10			F ₄	
16,72 – 17,78	1,06			F ₂	
17,78 – 18,08	0,30			F ₃	
18,08 – 18,58	0,50			F ₃	
18,58 – 20,34	1,76			F ₁	
20,34 – 21,32	0,98			F ₂	
21,32 – 21,63	0,31			F ₃	
21,63 – 22,57	0,94			F ₂	
22,57 – 22,97	0,40	F ₃			
22,97 – 24,67	1,70	F ₂			
24,67 – 27,17	2,50	W ₂	F ₁		
27,17 – 28,42	1,25	W ₃	F ₂		
28,42 – 32,52	4,10		F ₁		
32,52 – 32,76	0,24		F ₃		

2.4.3.7 – Conclusões

No respeitante às características avaliadas na sondagem pode aferir-se que o maciço se encontra são, denotando-se material de qualidade até aos 24,67 m de profundidade de perfuração. Quanto à fracturação, possui um índice de recuperação de 100% com um grau de afastamento de fracturação médio, denominado “afastado”, garantindo assim uma blocometria aceitável à exploração de rocha ornamental. O RQD avaliado reforça a boa qualidade do maciço com um valor de 99,695, considerado “Excelente”.

É necessário ter em conta que o maciço é afetado por um leito xistento com evolução irregular podendo afetar vários pisos de exploração. Outra característica a ter em conta é que o nível de fracturação estudado apenas quantifica fraturas que afetam o maciço vertical e diagonalmente, não quantificando as fraturas horizontais do mesmo.

Analisada a sondagem e comparando a mesma com as sondagens anteriormente realizadas, pensa-se que, o descrito no log da sondagem K3 como mármore dolomitizado se tratasse do veio xistento que afeta o maciço, nada tendo a ver com a capa superficial de mármore dolomitizado com cerca de 28 m.

Enquadrando a pedraira na planta de risco geoeconómico da região, que visa a classificação das áreas dos diversos UNOR em função da litologia e estruturas geológicas, pode-se aferir que a pedraira e a área em estudo se encontram numa zona de alta aptidão e, por isso, de baixo risco geoeconómico (Fig. 4.109).

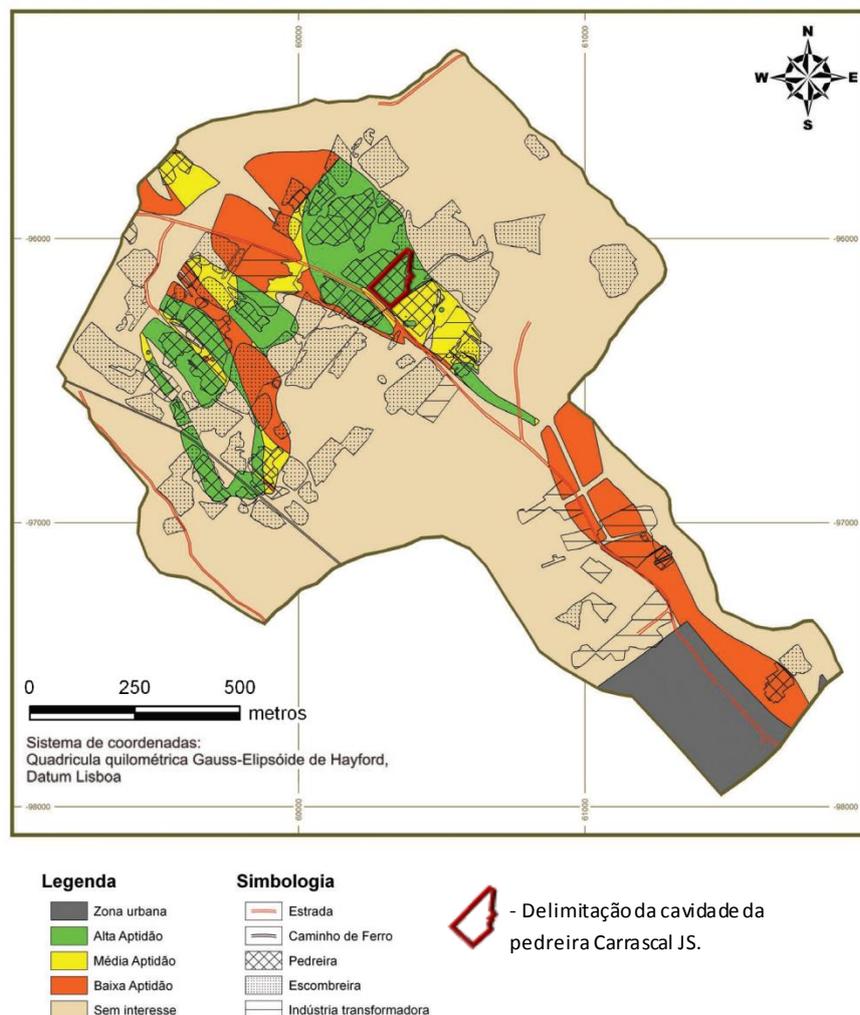


Figura 4.109 - Carta de Risco Geoeconómico da UNOR 2 - Adaptado - CARVALHO, J., *et al.* (2008)

Através da sondagem comprovou-se a existência de material com valor económico e explorável num comprimento de 24,67 m, sendo delimitada na figura 4.110, a área com valor económico e passível de ser explorada (a verde) dentro da totalidade da área estudada (a laranja).



 - Área com valor económico.

 - Área em estudo.

Kn – Sondagens avaliadas

S1 – Sondagem realizada para o presente estudo (2014).

Figura 4.110 - Representação da área estudada e da área com potencial valor económico.

A área passível de exploração possui cerca de 1432 m², atendendo ao facto de ser visível material de boa qualidade até cerca de 90 m de profundidade, podendo este ter continuidade em profundidade, prevê-se um volume de material, no mínimo, de 128.880 m³. Tendo em conta um rendimento médio de 9%, o volume de blocos ornamentais estimados é cerca de 11.599 m³. Este alargamento deverá aumentar o tempo de exploração da pedreira em cerca de oito anos, tendo em conta uma exploração média anual de 15.000 m³.

Finalmente, considerando que o avanço da exploração é economicamente rentável deve proceder-se ao desmantelamento das seguintes instalações sociais: depósito de gasóleo, compressor, posto de transformação, refeitório, armazém de óleos, balneários e vestiários, podendo ainda ser necessário o desmantelamento e reposição da grua noutra local. Por fim, é necessário o desmantelamento de parte da escombreira de modo a poder realizar uma via de acesso ao cimo da mesma e ao elevador de máquinas. Todas as instalações sociais desmanteladas devem ser repostas em local a definir.

Após o desmantelamento das instalações o avanço na exploração será realizado como ilustra a figura 4.111.



 - Rampa de acesso ao primeiro piso de exploração

Figura 4.111 – Zona de alargamento de exploração.

Antes de iniciar a exploração do material com valor económico é necessário realizar a destapação da zona e remover a capa superficial de mármore dolomitizado. Este processo será demoroso, pois embora de fácil remoção, esta camada possui uma extensão considerável.

4.5 - Higiene, segurança e saúde na pedreira

Sendo a indústria extrativa uma atividade de alto risco, a segurança e higiene nas pedreiras são parâmetros que requerem um grande acompanhamento e uma avaliação contínua e criteriosa, com vista à redução dos riscos. Dada a sua importância, este tema leva as empresas a cumprirem normas legisladas pelos Decretos-Lei vigentes: Decreto-Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro que, regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho, atualizado pelo Decreto-Lei nº 3/2014, de 28 de Janeiro. As empresas devem ainda fazer cumprir a legislação referente a situações inerentes aos trabalhos de pedreira como a emissão de poeiras, utilização de equipamentos de proteção, movimentação de cargas, sinalização, emissão de ruído, utilização de substâncias químicas, utilização de explosivos e emissão de vibrações na área de exploração e imediações.

Todas as empresas devem possuir um plano de segurança e saúde que deverá ser revisto de três em três anos e sempre que ocorrerem alterações, ampliações ou transformações importantes no local de trabalho.

Todas as normas adotadas têm como objetivo a prevenção, permitindo evitar acidentes e doenças associadas aos trabalhos efetuados. Estas medidas são de grande importância e essenciais à segurança de todos os operários e visitantes.

É de salientar o facto da empresa Plácido José Simões conseguir manter uma política de segurança rigorosa, na pedreira Carrascal - JS, tanto a nível de sinalização e instalações, como na sensibilização de visitantes e trabalhadores para o uso de material adequado e a execução de medidas de prevenção durante os trabalhos efetuados.

Sendo esta uma área que exige algum investimento e sensibilização por parte das empresas e trabalhadores há que ter em conta a dificuldade da realização das mesmas, muitas delas a atravessar um período economicamente instável. É necessário mudar hábitos e mentalidades, o que pode levar algum tempo de adaptação.

É necessário ter presente que se trata de um local onde o trabalho exercido é feito exclusivamente por homens, sendo uma atividade exigente e com uma dinâmica que por vezes torna difícil a completa organização dos espaços físicos existentes, podendo aumentar o nível de risco de acidente.

4.5.1 - Espaços físicos

4.5.1.1 - Instalações sociais

As instalações sociais localizam-se na área de concessão num local distinto da área de exploração, de modo a possibilitar o fácil acesso e, ao mesmo tempo, não interferir com os trabalhos quotidianos.

A pedreira Carrascal – JS possui:

- **Refeitório:** O refeitório encontra-se devidamente identificado e sem comunicação às instalações sanitárias ou locais insalubres. Possui uma mesa de tampo liso, limpo e sem fendas com cadeiras suficientes para todos os trabalhadores. Possui ainda um lavatório e um local onde cada trabalhador pode colocar a sua toalha individual. Está ainda disponível aos trabalhadores um fogão e um micro-ondas para aquecer a comida bem como dois frigoríficos, café e água potável. As características descritas acima encontram-se ilustradas na figura 4.112.



Figura 4.112 – a) Identificação do espaço físico; b) Frigorífico, micro-ondas e máquinas de café; c) cabides para toalhas individuais.

- **Vestiário/Sanitários:** Os vestiários encontram-se devidamente identificados (Fig. 4.113 a)) e, embora não sejam utilizados pelos trabalhadores por opção própria, possuem todas as características necessárias para um bom funcionamento.

Esta instalação é munida de um piso impermeável e paredes claras revestidas de mármore. Possui duas retretes separadas cada uma num espaço com dimensões superiores a 0,8 metros de largura por 1,30 metros de comprimento e dois urinóis (sendo obrigatório por lei um equipamento por cada vinte e cinco trabalhadores) (Fig. 4.113 e) e f)). Tem também na sua constituição dois chuveiros (Fig. 4.113 b)) com estrados de plástico e dois lavatórios (sendo obrigatório por lei um equipamento por cada dez trabalhadores) (Fig. 4.113 c)). A zona dos chuveiros e cacifos encontra-se devidamente separada da zona dos sanitários.

Esta instalação encontra-se bem iluminada e ventilada contendo uma zona de cacifos individuais devidamente identificados com os nomes dos trabalhadores (Fig. 4.113 d)).



Figura 4.113 – a) Identificação do espaço físico; b) Chuveiros; c) Lavatório da zona de vestiário; d) Cacifos; e) Urinóis f) Casas de banho individuais.

4.5.1.2 – Anexos

São considerados anexos todas as restantes divisões ou instalações necessárias ao funcionamento dos trabalhos, sendo elas:

- **Armazém dos óleos:** Neste local, devidamente identificado (Fig. 4.114 a)) e sinalizado, encontram-se armazenados todos os óleos e lubrificantes destinados à manutenção das máquinas existentes na pedreira. O pavimento está devidamente impermeabilizado possuindo barreiras de retenção e evitando deste modo a contaminação dos solos em caso de derrame (Fig. 4.114 b)). Por tratar-se de um material inflamável existe um extintor portátil de pó químico ABC de 6 kg para o caso de ocorrências de acidentes.

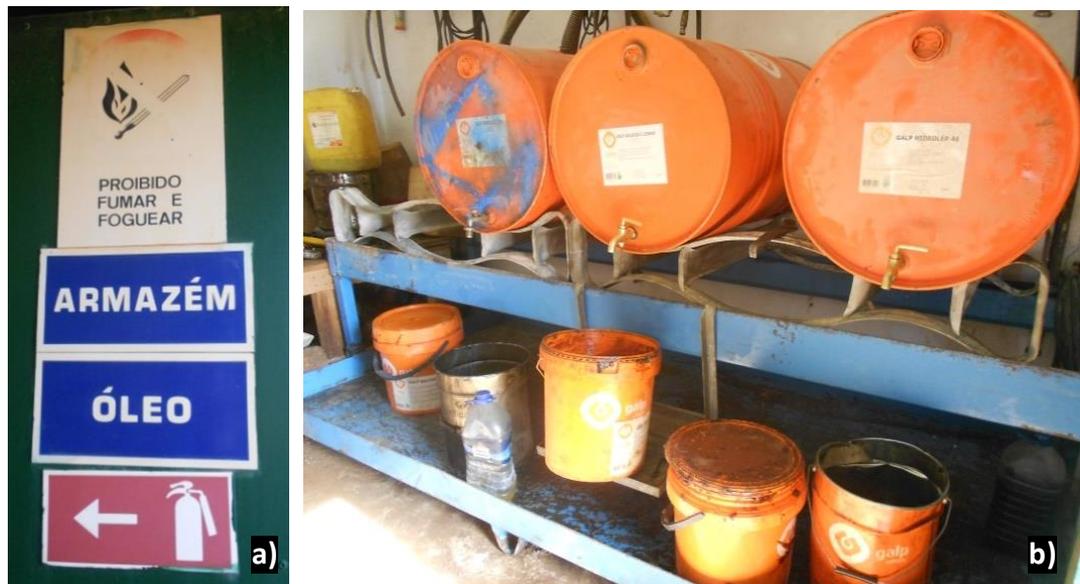


Figura 4.114 – a) Identificação do espaço físico; b) armazenamento de óleos evidenciando a impermeabilização do solo e estrutura que impede o derrame de óleos.

- **Depósito de gasóleo:** Este equipamento é essencial para o abastecimento da maquinaria existente na pedreira. Encontra-se devidamente identificado (Fig. 4.115) e possui uma capacidade de cerca de 5000 l. A zona encontra-se devidamente impermeabilizada para evitar infiltrações no solo.



Figura 4.115 – Depósito de gasóleo devidamente identificado evidenciando a impermeabilização da zona.

- **Casa do compressor e depósitos de ar comprimido:** Nesta divisão encontram-se o compressor (Fig. 4.116 a)) e o depósito (Fig. 4.116 b)) que fornece ar comprimido aos equipamentos pneumáticos existentes na pedreira. São equipamentos monitorizados periodicamente devido à sua grande importância para o funcionamento das operações extrativas e perigosidade associada.



Figura 4.116 – a) Compressor; b) Depósito de ar comprimido.

- **Posto de transformação e quadros elétricos:** Situa-se junto das instalações de apoio e fornece energia aos equipamentos elétricos da pedreira e instalações de apoio. A zona do posto de transformação encontra-se limpa e afastada de substâncias facilmente inflamáveis, como os combustíveis. Os quadros elétricos possuem um interruptor para o corte geral de energia e um disjuntor para cada tomada de corrente disponível. Todos os

quadros estão fechados com uma chave correspondente devidamente guardada em local de acesso exclusivo a trabalhadores.

- **Parque de blocos:** Existe um parque de blocos na pedreira com uma área de cerca de 1200 m², onde são colocados os blocos desde o momento da sua extração até à sua expedição, quer necessitem ainda de alguma transformação primária, quer estejam já devidamente aparelhados. Nesta zona é fundamental o uso de EPI's como: capacete de proteção, luvas para manuseamento de cabos de aço, botas de biqueira de aço e colete de sinalização. Os blocos devem ser devidamente acondicionados, sobrepostos, no máximo, em três níveis apoiados sobre barrotes de madeira. Por se tratar de um local de carga e descarga de blocos, os operários devem estar especialmente atentos a possíveis cargas suspensas, sendo expressamente proibida a passagem ou permanência por baixo das mesmas.
- **Posto de primeiros socorros:** A pedreira possui uma caixa de primeiros socorros no interior do refeitório devidamente identificada (Fig. 4.117 e Fig. 4.118). Esta caixa possui medicamentos e utensílios necessários em caso de acidentes. Todos os compostos deste *kit* de urgência são regularmente monitorizados pelo socorrista responsável, devendo este repor e verificar todo o material bem como a validade dos medicamentos existentes. Os materiais e medicamento presentes no posto de primeiros socorros são: pensos de vários tamanhos, compressas, algodão, betadine, álcool, água oxigenada, ligaduras de diferentes tamanhos e fita adesiva. Existe ainda utensílios de auxílio como: tesoura e tabuleiro auxiliar.



Figura 4.117 – Identificação do socorrista da pedreira.



Figura 4.118 – Posto de primeiros socorros devidamente identificado.

- **Parque de estacionamento:** Existe um parque de estacionamento para máquinas em local distinto, estrategicamente localizado, próximo da zona de trabalho. Deste modo não perturba os trabalhos e ao mesmo tempo, facilita a sua utilização, quando necessária. Relativamente ao parque de viaturas particulares, de trabalhadores ou visitantes, a empresa não tem um local específico para o efeito, porém, estas viaturas encontram-se parqueadas numa zona segura à entrada da concessão, onde não interferem com a passagem de maquinaria pesada e outros meios de apoio à exploração.
- **Vias de circulação e acessos:** As vias de comunicação existentes estão devidamente projetadas e dimensionadas, sendo destinadas tanto à circulação de veículos de apoio aos trabalhos, como a veículos afetos à deslocação dos recursos humanos. Deste modo, à superfície, são vias que permitem uma fácil circulação de qualquer veículo, possuindo uma largura suficiente para a passagem de dois veículos em simultâneo e para a sua inversão de marcha. No interior da cavidade de exploração as vias existentes são rampas com inclinações até 12 % de inclinação. O acesso ao interior da cavidade, embora se possa fazer através de escadas devidamente fixadas ao longo das paredes da cavidade, é efetuado através de dois elevadores para visitantes e trabalhadores. Deste modo, e atendendo à grande profundidade da pedreira, o acesso dos trabalhadores ao interior e exterior da cavidade é efetuado de forma rápida, fácil e cómoda. A ausência de rampa de acesso ao fundo da pedreira é colmatada com a existência de um elevador específico para maquinaria pesada. As máquinas móveis podem também, quando necessário, serem transportadas com o auxílio das gruas existentes.

4.5.2 – Sinalização

A sinalização deve estar bem visível e tem como finalidade a identificação de atividades, objetos e riscos associados a ambos. A sua função é alertar os trabalhadores e possíveis visitantes dos perigos inerentes à atividade extrativa, recordando algumas instruções que deverão ser cumpridas.

Sinalização existente na pedreira por zonas:

Na entrada da área licenciada de exploração existe a seguinte sinalização (Fig. 4.119):

- 1- Placa de identificação da pedreira (nome da empresa, da pedreira e respetivo responsável técnico da pedreira);
- 2- Indicação de perigo e trabalhos de pedreira em atividade;
- 3- Indicação de perigo de explosão;
- 4- Indicação de perigo e circulação de máquinas;
- 5- Indicação da velocidade máxima de circulação permitida;
- 6- Proibição da entrada a pessoas não autorizadas;
- 7- Indicação do uso obrigatório de capacete, auriculares e calçado de proteção.



Figura 4.119 – Sinalização de entrada com numeração correspondente ao texto acima descrito.

Na zona de acesso à cavidade existe a seguinte sinalização (Fig. 4.120):

- 1- Uso obrigatório de capacete;
- 2- Uso obrigatório de máscara;
- 3- Uso obrigatório de protetores auditivos;
- 4- Uso obrigatório de luvas;
- 5- Uso obrigatório de calçado de proteção;
- 6- Perigo de queda de objetos;
- 7- Perigo de cargas suspensas.



Figura 4.120 - Sinalização da zona de acesso à cavidade com numeração correspondente ao texto acima descrito.

As zonas de precipício estão sinalizadas com a placa de perigo de queda em vários locais ao longo da vedação de segurança (Fig. 4.121 a)). A zona do posto de transformação e quadros elétricos está sinalizada com a placa de perigo de electrocução (Fig. 4.121 b)).



Figura 4.121- Exemplo da sinalização na pedreira: a) perigo de queda b) perigo de electrocução.

No refeitório existe a seguinte sinalização:

- 1- Placa de identificação de refeitório (Fig. 4.122);
- 2- Placa de identificação da existência de extintor (Fig. 4.122);
- 3- Placa de identificação de posto de socorro com o nome do socorrista (Fig. 4.117).



Figura 4.122 – Identificação do refeitório em e da existência de extintor.

Nos sanitários e vestuários existem placas de identificação nas respetivas entradas (Fig. 4.123). Dado o facto de apenas trabalharem homens na pedreira apenas existe WC masculino.



Figura 4.123 – Placas de identificação de vestiários e casas de banho.

A zona do depósito de ar comprimido está devidamente identificada, possui a sinalização de indicação de extintor e de perigo (Fig. 4.124). É ainda nesta zona que foi definido o ponto de reunião dos trabalhadores em caso de emergência, estando também este sinalizado (Fig. 4.125).



Figura 4.124 – Depósito de ar comprimido sinalizado com placa de perigo.



Figura 4.125 – Sinalização de ponto de encontro existente na porta da casa do ar comprimido.

O armazém de óleos encontra-se devidamente sinalizado com indicação da existência de extintor e proibição de fumar ou foguear no local (Fig. 4.114).

O depósito de gasóleo encontra-se na rua e possui três placas de identificação do local (Fig. 4.126): sinalização de proibição da utilização de telemóvel (Fig. 4.127), proibição de fumar ou foguear (Fig. 4.126) e existência de extintor.



Figura 4.126 – Depósito de gasóleo com sinalização de identificação do local e de proibição de fumar ou foguear.



Figura 4.127 – Proibição da utilização de telemóvel.

Todas as portas de saída das instalações de apoio estão sinalizadas na parte superior com a sinalização correspondente à figura 4.128.



Figura 4.128 – Sinalização que indica saída.

Os elevadores para trabalhadores e visitantes estão sinalizados com a proibição da entrada de pessoas não autorizadas, indicação da carga máxima e placa com indicações de utilização e segurança (Fig. 4.129). O elevador de máquinas está sinalizado com perigo de queda, perigo de cargas suspensas, proibição da utilização por pessoas não credenciadas, indicações de segurança e carga máxima admitida.



Figura 4.129 – Entrada do elevador com sinalização adequada.

As zonas de guias estão sinalizadas com as seguintes sinaléticas (Fig. 4.130):

- 1- Perigo de cargas suspensas;
- 2- Indicação da carga máxima admissível pelos equipamentos;
- 3- Proibição de estacionar;
- 4- Proibição do acesso a pessoas não autorizadas;
- 5- Uso obrigatório de capacete;
- 6- Perigo de electrocução;
- 7- Uso obrigatório de arnês para trabalhos em altura.

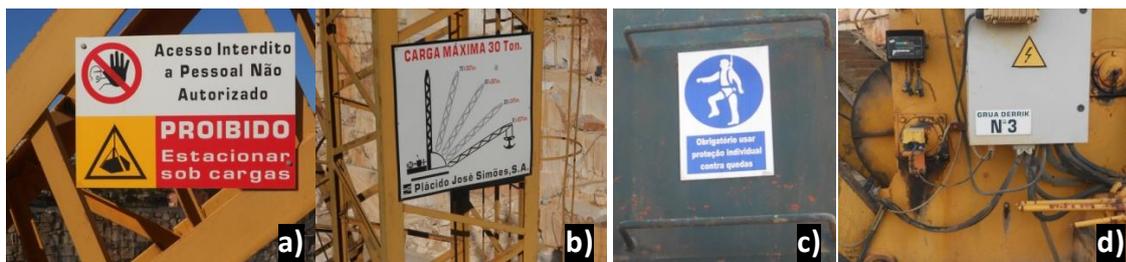


Figura 4.130 – Sinalização existente nas gruas: a) sinalização de perigo de cargas suspensas e proibição de acesso a pessoas não autorizadas; b) diagrama de carga; c) uso obrigatório de arnês para trabalhos em altura; d) perigo de eletrocussão.

4.5.3 – Sinais gestuais de comunicação

No ambiente de pedreira, onde se trabalha a muitos metros de profundidade e com níveis de ruído elevados, torna-se, muitas vezes impossível a comunicação verbal. Assim, foram adotadas diversas formas de comunicação, tais como, o recurso a *walkie-talkies* e a utilização de sinais gestuais. No entanto, a comunicação através de *walkie-talkies* caiu em desuso, nesta pedreira devido a falta de adaptação por parte dos trabalhadores e danificação dos equipamentos devido às condições de trabalho, reforçando-se a necessidade da utilização de sinais gestuais. Assim, todos os trabalhadores tiveram formação para poderem aprender os diferentes gestos utilizados na comunicação. Não havendo uma normalização da linguagem gestual adaptada à indústria extrativa, os sinais gestuais utilizados podem diferir de empresa para empresa, contudo devem ser simples e fáceis de executar e compreender. Os gestos descritos seguidamente são os adotados pela empresa Plácido José Simões S.A., tendo sido criadas pela TECNOMETAL, EM 2002:

Gestos de caráter geral:

- **Início (atenção; comando assumido)** - ambos os braços abertos horizontalmente, palma das mãos voltadas para a frente (Fig. 4.131 a));
- **Stop (interrupção; fim de movimento)** - braço direito levantado, palma da mão direita para a frente (Fig. 4.131 b));
- **Fim (das operações)** - mãos juntas ao nível do peito (Fig. 4.131 c)).

Gestos de perigo:

- **Perigo ('stop' ou paragem de emergência)** - ambos os braços estendidos para cima com as palmas das mãos voltadas para a frente (Fig. 4.131 d));
- **Movimento rápido** - os gestos codificados que comandam os movimentos são efetuados com rapidez;
- **Movimento lento** - os gestos codificados que comandam os movimentos são efetuados muito lentamente.

Movimentos verticais

- **Subir** - braço direito estendido para cima, com a palma da mão virada para a frente descrevendo um círculo lentamente (Fig. 4.131 e));
- **Descer** - braço direito estendido para baixo, palma da mão voltada para dentro, descrevendo um círculo lentamente (Fig. 4.131 f));
- **Distância vertical** - Mãos colocadas de modo a indicar a distância (Fig. 4.131 g)).

Movimentos horizontais

- **Avançar** - ambos os braços dobrados, palmas das mãos voltadas para dentro; os antebraços fazem movimentos lentos em direção ao corpo (Fig. 4.131 h));
- **Recuar** - ambos os braços dobrados, palmas das mãos voltadas para fora; os antebraços fazem movimentos lentos afastando-se do corpo (Fig. 4.131 i));
- **Para a direita (relativamente ao sinaleiro)** - braço direito estendido horizontalmente, com a palma da mão direita voltada para baixo, fazendo pequenos movimentos lentos na direção pretendida (Fig. 4.131 j));
- **Para a esquerda (relativamente ao sinaleiro)** - braço esquerdo estendido horizontalmente, com a palma da mão esquerda voltada para baixo, fazendo pequenos movimentos lentos na direção pretendida (Fig. 4.131 l));
- **Distância horizontal**- mãos colocadas de modo a indicar a distância (Fig. 4.131 m)).

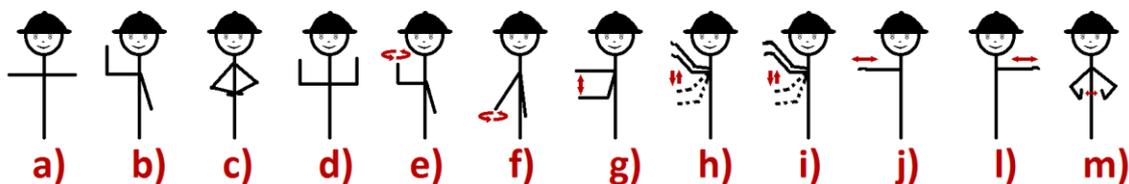


Figura 4.131 – Ilustração dos movimentos gestuais descritos no texto a cima.

4.5.4 – Material de segurança

Os trabalhos de pedreira envolvem atividades de perigo e conseqüentemente acarretam risco para a segurança e saúde dos trabalhadores, sendo por isso necessária a utilização de material específico, ou EPI's por parte dos trabalhadores e visitantes.

O uso do material de segurança visa a diminuição de acidentes de trabalho e diminuição de danos físicos no caso de acontecer algum imprevisto ou acidente.

A empresa fornece todo o material de segurança necessário aos seu trabalhadores, sem custos para os mesmos, assim sendo, todos os trabalhadores estão equipados diariamente com: capacete, tampões para os ouvidos, óculos e máscaras para a face, luvas, botas de cabedal de biqueira de aço ou botas de borracha de biqueira de aço ambas impermeáveis e coletes refletoras.

No caso dos visitantes a empresa não disponibiliza o equipamento tendo estes de estar munidos de botas de biqueira de aço ou de borracha com biqueira de aço, capacete e colete refletor.

4.5.5 – Utilização de pólvora

A utilização de pólvora ou explosivo na lavra de pedreiras apenas é possível com o parecer favorável da DRE – Direcção Regional da Economia, nos termos da legislação em vigor.

A empresa Plácido José Simões, S.A. possui licença de utilização de pólvora como meio de desmorte. A pólvora é um composto inflamável que permite o desmorte de massas rochosas, sem valor ornamental, sem que haja grande propagação de vibração, que possa produzir fracturação no maciço.

Para a sua utilização existem algumas normas de segurança exigidas pela legislação em vigor e executadas pela empresa:

- O operador de explosivos detém um curso e licença para tal;
- A pólvora só pode ser utilizada em cartucho. Caso seja o operador a confeccionar o cartucho este deve assegurar-se de que não haja derrames no chão ou na sua roupa;
- As embalagens são abertas com instrumentos não metálicos;
- É proibido fumar ou foguear no local de operação de pólvora e durante o desmorte;
- O desmorte com recurso a explosivo só pode ser efetuado após todos os trabalhadores estarem devidamente alertados e protegidos em local seguro;
- Sempre que há utilização de pólvora, é feito o registo, num livro, da quantidade empregue em cada desmorte e a finalidade.

4.6 – Tratamento de águas

A gestão da água é um aspeto fundamental a ter em conta numa unidade extrativa de rocha ornamental, quer pelo facto de se trabalhar abaixo do nível freático, com inevitável entrada de água na cavidade, quer pelo facto de ser um fluido necessário para a refrigeração de equipamentos de corte e limpeza de golpes.

A pedreira do Carrascal JS possui duas estações de tratamento de água: a estação de tratamento de águas do interior da cavidade e a estação de tratamento de águas da zona de transformação de blocos.

Estação de tratamento de águas provenientes da cavidade

Tratando-se de um maciço cársico, a inevitabilidade da existência de água no interior da cavidade é uma realidade, sendo necessária a sua remoção, para manter a seco as frentes de trabalho. Assim toda a água proveniente da cavidade é bombeada para o exterior, com recurso a oito bombas (Fig. 4.49), sendo posteriormente tratada.

No interior da pedreira a água é encaminhada por gravidade para bacias de retenção artificiais situadas a cotas abaixo do nível de exploração. A partir dessas bacias de retenção a água bombeada do interior da pedreira para três depósitos de transição (Fig. 4.132), que se encontram a 36 m da superfície. Estes depósitos de transição têm como função vencer as cotas de bombagem.



Figura 4.132 – Depósitos situados a 36 metros da superfície: a) tanques de decantação e bacias de retenção; b) tanques de decantação.

Existe ainda um quarto depósito (Fig. 4.133) situado a 30 m da superfície com a mesma função que os anteriores para auxiliar em períodos mais chuvosos.



Figura 4.133 a) e b)- depósito situado a 30 metros da superfície.

A partir dos depósitos anteriormente referidos a água é bombeada para a superfície sendo encaminhada para dois tanques dispostos em série onde é feita a decantação da carga sólida. Esta decantação é faseada, sendo que a água vai passando lentamente do primeiro para o segundo tanque, por uma passagem localizada numa cota superior. Assim, a carga sólida é depositada no fundo do primeiro tanque, passando para o segundo a água purificada.

Finalmente, esta água, devidamente livre de partículas provenientes da exploração de mármore, é encaminhada através de manilhas para as linhas de água naturais.

A água resultante deste processo serve ainda para alimentação do refeitório, casas de banho e balneários, não sendo utilizada para consumo. A água que alimenta estas instalações é depositada num depósito (Fig. 4.134) situado por cima das mesmas através de bombas de água, abastecendo posteriormente estas instalações por ação da gravidade.



Figura 4.134 – Depósito de água não potável proveniente da cavidade após decantação.

A água decantada serve ainda para o abastecimento e funcionamento dos equipamentos no interior da cavidade existindo mangueiras diretas desde o último tanque para o interior da cavidade.

Estação de tratamento de águas da zona de transformação de blocos

Para a transformação dos blocos à superfície são utilizados monofios e monolâminas que, como já foi referido anteriormente, utilizam água no seu funcionamento de modo a arrefecer o equipamento e limpar o corte, diminuindo as poeiras provenientes do mesmo.

A água utilizada pelas máquinas de corte existentes no parque de blocos é encaminhada através de canais em cimento para um tanque de decantação. Este tanque encontra-se dividido em três secções de decantação (Fig. 4.135).



Figura 4.135 – Tanque de decantação: a) canais; b) tanque de decantação.

As três divisões deste tanque permitem uma decantação faseada e eficaz, no sentido de se obter uma água isenta de “nata”, termo este regionalmente utilizado, atendendo ao aspeto pastoso e esbranquiçado do fluido. A primeira secção do tanque destina-se à recepção da água proveniente dos equipamentos, logo encontrando-se com mais partículas do que as existentes na segunda secção, e esta com mais partículas do que na secção final do tanque.

Para diminuição do caudal da água, a passagem de uma zona para a outra no tanque de decantação é feita em lados opostos, como ilustra a figura 4.136. Na entrada do tanque de decantação existe uma grelha que impede a entrada de fragmentos de maiores dimensões de modo a não danificar as bombas de água.

Outra das características que permite a diminuição do caudal é o facto da passagem entre secções se situar numa cota superior do tanque impossibilitando a passagem do material e promovendo assim, a deposição na zona anterior.

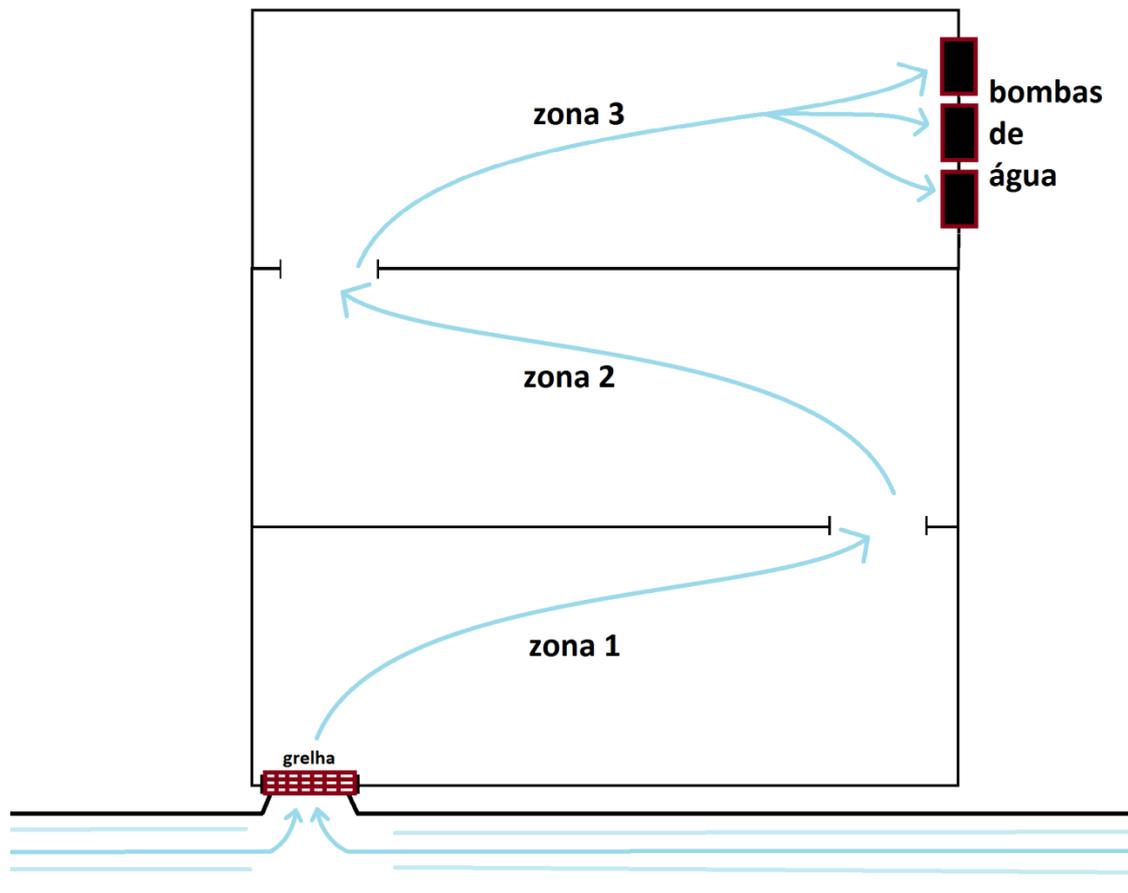


Figura 4.136 – Ilustração do tanque de decantação com separação de zonas de decantação e definição do percurso efetuado pela água através das setas azuis.

A água resultante da terceira zona de decantação é bombeada por três bombas de água (Flygt), voltando ao ciclo de funcionamento das máquinas de corte.

Para garantir o bom funcionamento deste tanque, é necessário retirar a nata depositada, em média, a cada três meses, com o auxílio da retroescavadora, sendo que a nata é posteriormente depositada na bacia de retenção de natas, existente no aterro da pedreira.

CAPÍTULO 5

UNIDADE DE TRANSFORMAÇÃO

CAPÍTULO 5 – UNIDADE DE TRANSFORMAÇÃO

A unidade de transformação constitui a segunda etapa do ciclo industrial de rochas ornamentais.

Após atravessar todo o processo de exploração na pedreira, os blocos são encaminhados para a unidade de transformação, fundamental para a obtenção de diversos produtos finais, para futura aplicação em obra.

A fábrica da empresa Plácido José Simões, S.A. situa-se em Vila Viçosa na estrada do Paúl. Os seus principais produtos para comercialização são o ladrilho e a chapa, podendo ainda realizar peças por medida com a possibilidade de diferentes acabamentos. A empresa trabalha diversos tipos de rocha, incidindo principalmente nos mármore da região e em diversas variedades de calcários sedimentares.

Para a execução do produto final, seja ele qual for, a rocha atravessa diversas etapas de transformação, essenciais a garantir a forma e qualidade do produto final. Para tal, são necessários equipamentos específicos na realização das diferentes funções.

Todos os blocos que chegam à fábrica, antes de serem encaminhados para a transformação são colocados num dos três parques de blocos: parque de blocos para chapa, parque de blocos para ladrilho e parque de blocos para venda ou ainda sem destino definido (Fig. 5.1). Apesar do bloco recepcionado ser catalogado segundo uma tipologia e ser-lhe atribuído um destino preferencial este pode, no entanto, ser direcionado para outro fim, caso alguma encomenda o justifique.



Figura 5.1 – Parque de blocos com pórtico em primeiro plano.

5.1- Equipamentos

5.1.1 - Equipamentos de corte

Monolâmina

Na fábrica existem duas monolâminas com as mesmas funções e características que aquelas que existem na pedreira e descritas anteriormente. A monolâmina de marca Pedrini destina-se ao esquadrejamento e redimensionamento de blocos reservados ao talha-blocos, a monolâmina de marca Mapor (Fig. 5.2) destina-se aos blocos que serão direcionados para os engenhos multilâminas.



Figura 5.2 – Monolâmina Mapor.

Este equipamento dispõe de um painel de comandos (Fig. 5.3) que permite controlar todas as suas funções, nomeadamente: ligar/desligar motor principal; ligar/desligar bombas de água; tensionamento da lâmina; ligar/desligar serragem; levantar/baixar a lâmina; controlo da velocidade de corte e intensidade do motor.

Relativamente à operacionalidade, a serragem possui uma velocidade média de corte de 10 cm/h, até a lâmina entrar totalmente dentro do bloco, passando, de seguida a uma velocidade de corte 15 cm/h, devendo ser garantido o fornecimento contínuo de água para arrefecimento do equipamento e limpeza do corte.

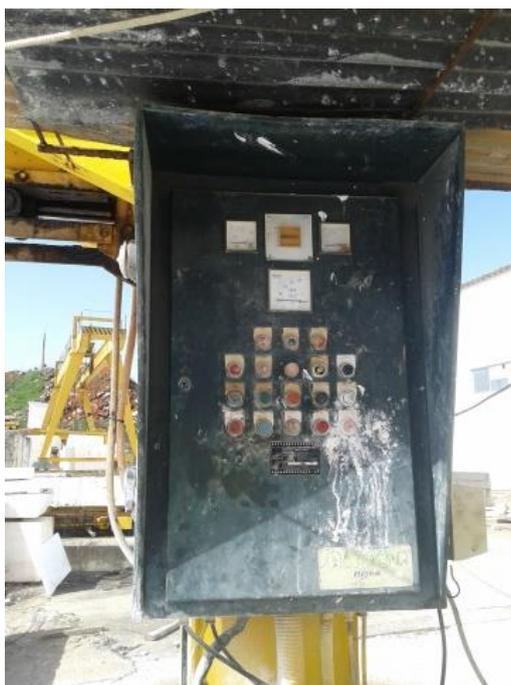


Figura 5.3 – Painel de controlo da monolâmina Mapor.

Engenho multilâminas

Na fábrica da empresa existem dois engenhos multilâminas de marca Mapor (Fig. 5.4 e Fig. 5.5), cuja função é transformar os blocos em chapas.



Figura 5.4 – Entradas dos engenhos.



Figura 5.5 – Engenho multilâminas.

O instrumento de corte utilizado por este equipamento é constituído por um conjunto de lâminas com 3,90 m de comprimento (Fig. 5.6), com segmentos diamantados que produzem o corte por abrasão. A lâmina possui uma espessura de 0,3 cm e os segmentos diamantados (Fig. 5.7), quando novos, uma espessura de 0,5 cm.



Figura 5.6 – Lâminas de corte.



Figura 5.7 – Segmentos diamantados das lâminas de corte.

Para avivar o diamante dos segmentos diamantados, que se encontra inserido no seio de uma matriz metálica é serrado um bloco de cimento, com areia branca com alto teor em quartzo (Fig. 5.8). Este procedimento é utilizado quando, devido ao desgaste exaustivo do diamante, este se encontra ao mesmo nível da matriz do segmento, não possuindo arestas vivas sobressaídas para produzir o corte. Através do corte do bloco de cimento e, devido à dureza do quartzo existente no mesmo, apenas a matriz do segmento diamantado é desgastada deixando assim o diamante a descoberto.



Figura 5.8 – Bloco de cimento destinado a avivar o diamante das lâminas.

Este equipamento permite o corte de chapas com diferentes espessuras, sendo as mais habituais 2 cm e 3 cm. A espessura da chapa é diretamente proporcional ao espaçamento entre as lâminas e, conseqüentemente, ao número de lâminas instaladas no engenho sendo que, para espaçamentos de 2 cm são necessárias cinquenta e oito lâminas e para espaçamentos de 3 cm são necessárias quarenta e duas lâminas.

As dimensões máximas dos blocos, admitidas pelos engenhos multilâminas são de 3,00 m de comprimento por 1,45 m de largura e 1,70 m de altura.

O corte é realizado através do movimento de vaivém das lâminas, acionado por um motor que produz o movimento giratório de uma cinta associada a uma poleia motriz (Fig. 5.9). Este

movimento é conjugado com o movimento vertical ascendente da plataforma, proporcionado por um motor que aciona quatro correias em cada canto da plataforma. As velocidades de corte variam dependendo do material a serrar, sendo que a velocidade média para o corte do mármore é de 15 cm/h. Por se tratar de um equipamento de grande porte e com um movimento rápido associado, está munido com quatro molas que funcionam como amortecedores do movimento das lâminas (Fig. 5.10).



Figura 5.9 – Motor, cinta e poleia motriz.



Figura 5.10 – Mola amortecedora do movimento de corte.

Antes da realização do corte, o bloco é colado à zorra com gesso ou cimento, de modo a manter-se fixo a esta durante o processo (Fig. 5.11). Caso o bloco seja pequeno, é possível a colocação de dois ou mais blocos no mesmo engenho desde que estes não ultrapassem a estrutura da zorra.



Figura 5.11 – Colocação de cimento.

Após devidamente fixado, o bloco é encaminhado para o engenho através de carris, por onde se desloca a zorra, até encostar totalmente ao batente da plataforma do engenho.

Quando a zorra está corretamente posicionada, é fixada ao engenho com parafusos de 4 cm de diâmetro e dá-se início ao corte. A velocidade de corte inicial varia entre 10 e 12 cm/h, até que as lâminas penetrem totalmente no bloco, sendo posteriormente aumentada, pelo operário, até

à velocidade média de 15 cm/h. A presença de água durante o corte é fundamental de modo a diminuir a formação de poeiras e a temperatura gerada pela fricção das lâminas no bloco (Fig. 5.12). Esta é introduzida no processo através de chuveiros longitudinais situados 30 cm acima do engenho (Fig. 5.13).



Figura 5.12- Realização do corte de um bloco.



Figura 5.13 – Chuveiros.

Sensivelmente a 30 cm do fim do corte do bloco, suspende-se a serragem para que sejam colocadas cunhas entre as chapas, de modo a garantir que estas permaneçam estáticas e verticalizadas até ao fim do corte, evitando-se a sua convergência e inevitáveis quebras (Fig. 5.14). Para a estabilização das chapas são também colocadas cunhas de madeira lateralmente (Fig. 5.15). Quando este processo estiver concluído reinicia-se a serragem.



Figura 5.14 – Colocação de cunhas entre as chapas.



Figura 5.15 – Colocação de cunhas laterais.

Concluído o corte interrompe-se a serragem e ativa-se o movimento descendente da zorra, sendo retiradas as cunhas anteriormente colocadas. Quando as chapas ficam totalmente fora das lâminas são dispostas em troços com a ajuda de um ferro, sendo colocados tacos de

madeira entre conjuntos de chapas. Estas ficam suportadas lateralmente por barras de aço anexas à zorra (Fig. 5.16).



Figura 5.16 – a) Chapas retiradas do engenho. b) Pormenor dos tacos de madeira a separar conjuntos de chapas.

Os engenhos multilâminas são equipamentos de elevado rendimento, sendo que apenas se verificam perdas de material no caso das chapas laterais possuírem uma espessura reduzida e no caso de quebra de chapas. No caso da existência de fraturas superficiais que se prolonguem no interior do bloco, estas, podem provocar a quebra das chapas fazendo com que não sejam aproveitadas, baixando o rendimento expectável.

Talha-blocos

Existem três talha-blocos cuja função é cortar o bloco em bandas com destino à produção de ladrilhos. Cada talha-blocos encontra-se ligado ao exterior por portões, de modo a permitir a entrada direta dos blocos desde o parque de blocos (Fig. 5.17).



Figura 5.17 – Portões de acesso de blocos aos talha-blocos.

Este equipamento suporta blocos de dimensões máximas de 3,10 m de comprimento por 2,20 m de largura por 1,70 m de altura. Apesar das dimensões admitidas por este equipamento, os

blocos encaminhados para o mesmo são, geralmente, de menor dimensão e pior qualidade, dado o seu destino final.

Antes de se iniciar o corte é necessária a colocação do bloco na zorra com o auxílio do pórtico. Para nivelar e evitar o movimento do bloco durante o corte são utilizadas cunhas de madeira e este é cimentado à zorra (Fig. 5.18 e Fig. 5.19).



Figura 5.18 – Bloco preparado para o corte.



Figura 5.19 – Cunhas de suporte.

Para a realização do corte, o talha-blocos utiliza dois discos, um posicionado verticalmente e outro horizontalmente, ambos equipados com segmentos diamantados que irão produzir o corte por abrasão. O disco vertical pode ter dimensões de 800, 1000, 1200 e 1600 mm, sendo que o disco utilizado atualmente é o de 1000 mm (Fig. 5.20) que permite o corte de bandas com uma largura máxima de 305 mm. O disco horizontal é de tamanho único e possui um diâmetro de 400 mm (Fig. 5.21).



Figura 5.20 – Disco de corte horizontal.



Figura 5.21 – Disco de corte vertical.

A espessura dos segmentos diamantados de ambos os discos é de 10 mm, quando novos, diminuindo com a utilização. Para a “abertura” do diamante é utilizado um bloco de cimento produzido com areia de alto teor quartzítico (Fig. 5.22) à semelhança do descrito anteriormente para a monolâmina.



Figura 5.22 – Bloco de cimento.

Estes discos funcionam de forma alternada. O primeiro corte efetuado é o vertical, sendo que o disco correspondente percorre todo o comprimento do bloco (Fig. 5.23). Posteriormente, num movimento inverso, a máquina promove o corte horizontal com o disco de 400 mm (Fig. 5.24), separando totalmente a banda do bloco.



→ - Sentido do corte.

Figura 5.23 – Realização do corte vertical.



← - Sentido de corte

Figura 5.24 – Realização do corte horizontal.

Terminada esta sequência, a banda é retirada pelo operário e dá-se novamente início ao processo. Para retirar a banda em segurança, o operário utiliza um ferro auxiliar puxando a chapa para a sua zona de alcance, evitando que esta tombe e se danifique (Fig. 5.25 e Fig.5.26).



Figura 5.25 – Operário sustem a banda com ferro auxiliar.



Figura 5.26 – Operário retira a banda.

Posteriormente a banda é colocada num lote derivado do mesmo bloco (Fig. 5.27). No caso de alguma banda se partir, originando pedaços não aproveitáveis, estes são depositados num contentor (Fig. 5.28) e transportados posteriormente para o aterro da fábrica.



Figura 5.27 – Colocação da banda no lote de bandas.



Figura 5.28 – Contentor de desperdício.

Este equipamento permite a utilização de multidiscos, não sendo atualmente utilizada esta função.

Os talha-blocos existentes são designados como talha-blocos de colunas, ou seja, o que produz o movimento no eixo vertical é o disco e não a zorra. No caso de ser a zorra a deslocar-se, a sua designação seria talha-blocos de mesa hidráulica.

Os três talha-blocos existentes na fábrica possuem características específicas diferentes:

Talha-blocos Pedrini:

Um dos talha-blocos existentes na fábrica é de marca Pedrini, sendo o mais recente e mais utilizado. Possui um sistema de comandos digital que permite a introdução dos dados de corte pretendidos (Fig. 5.29). Este sistema de comandos calcula automaticamente as distâncias de movimentação, assumindo a espessura do disco.

A velocidade de corte deste equipamento, para mármore, é cerca de 17 m/h.



Figura 5.29 – Painel de controle do talha-blocos Pedrini.

Talha-blocos Gregori:

Os outros dois talha-blocos existentes na fábrica são de marca Gregori, modelo Bufalo-m, sendo mais antigos que o anterior (Fig. 5.30).



Figura 5.30 – Talha-blocos Gregori Bufalo-m.

A velocidade média de corte é de 12 m/h, em mármore, variando consoante as características do mesmo.

Este talha-blocos não permite a introdução integral dos dados de corte no painel de controlo, tendo estes de ser calculados pelo operário. O posicionamento dos discos é definido pelo operário movimentando-os para o local pretendido, através do painel de controlo (Fig. 5.31).



Figura 5.31 – Painel de controlo do talha-blocos Gregori.

Cálculo do rendimento máximo por bloco

Para o cálculo do aproveitamento máximo do bloco é feito o seguinte raciocínio, explicitado por um exemplo.

Inicialmente é necessário proceder-se à medição do bloco. Na figura 5.32 o operário realiza esta função, de modo a efetuar os cálculos do rendimento.



Figura 5.32 – Operário mede o bloco.

Consideremos o bloco de 1,73 m x 1,05 m x 0,97 m, ou seja, com 1,762 m³ de volume apresentado nas figuras 5.33 e 5.34.



Figura 5.33 - Bloco do exemplo.

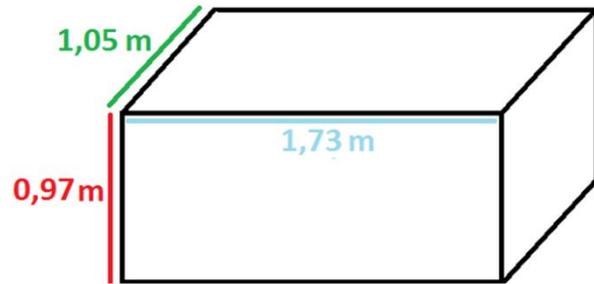


Figura 5.34 - Medidas do bloco do exemplo.

Embora os blocos já se encontrem devidamente aparelhados é necessária a realização de uma retificação, isto é, retirar-se uma capa superior ao bloco, de modo a que este fique plano e nivelado. Neste caso a retificação corresponde a 1 cm de altura, nunca excedendo muito essa margem para outros casos.

Em primeiro lugar é necessário ter sempre em conta o desgaste da pedra provocado pelo disco de corte, correspondendo a 1 cm (espessura do segmento diamantado).

Para calcular o número máximo de bandas por piso divide-se a largura do bloco por 3, valor relacionado com a espessura da banda (2 cm) mais a espessura do disco (1 cm). Então:

$$NBP_{max} = \frac{l}{ed + eb} \Leftrightarrow NBP_{max} = \frac{105}{1 + 2} \Leftrightarrow NBP_{max} = 35$$

Onde:

- NBP_{max} – Número de bandas máximo por piso
- l – Largura (cm)
- ed – Espessura do diamante/desgaste (cm)
- eb – Espessura das bandas (cm)

Por piso obtém-se um aproveitamento máximo de 35 bandas.

Para o cálculo do número de pisos, sendo que a altura do bloco corresponde a 0,97 m e que o objetivo é cortar bandas de 30 cm de largura, temos:

$$NP = \frac{h}{lb + ed} \Leftrightarrow NP = \frac{97}{30 + 1} \Leftrightarrow NP = 3,129$$

Onde:

- NP – Número pisos
- H – altura (cm)

- lb – Largura da banda (cm)
- ed – Espessura do diamante/desgaste

A altura do bloco permite três pisos de material para bandas de 30 cm cada. Se cada piso proporciona 35 bandas, obtém-se um total de 105 bandas no bloco. O aproveitamento máximo do bloco encontra-se ilustrado na figura 5.35.

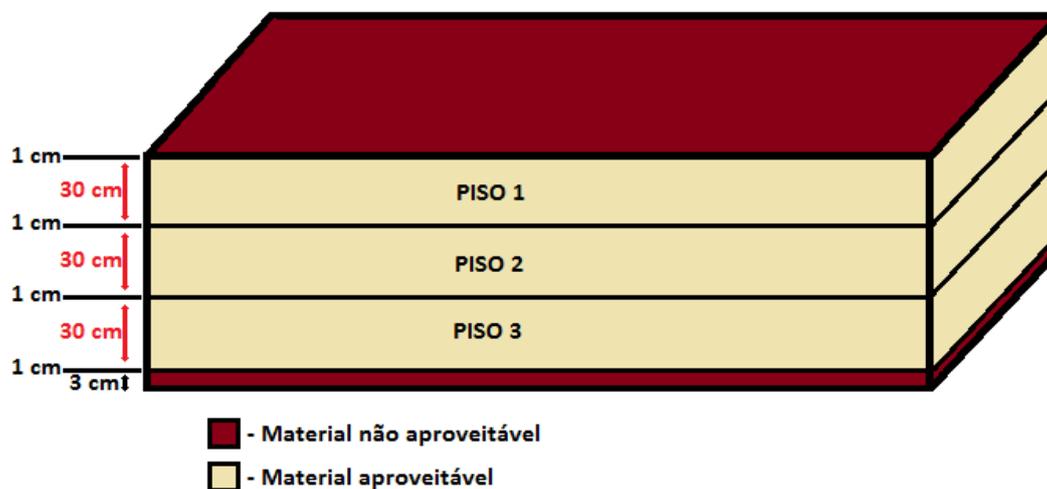


Figura 5.35 – Divisão do bloco por material aproveitável e material não aproveitável.

É necessário ter em conta que este cálculo é referente ao máximo aproveitamento que se pode obter do bloco, sendo que, devido a possíveis defeitos, este valor é quase sempre reduzido, fazendo-se posteriormente o balanço das perdas de material.

No exemplo acima descrito, devido a uma fratura que atravessava o bloco na parte inferior, apenas foi aproveitado 1 piso, ou seja 35 bandas. Das 35 bandas, uma partiu-se, perfazendo um total de 34.

Assim sendo, como o bloco possui um volume de 1,76 m³ e apenas foram aproveitadas 34 bandas (0,353 m³), o rendimento foi de 20 %. Estes cálculos foram realizados através das seguintes fórmulas:

Volume aproveitado:

$$Va = c \times l \times e \times NBa \Leftrightarrow Va = 1,73 \times 0,30 \times 0,02 \times 34 \Leftrightarrow Va = 0.353 \text{ m}^3$$

Onde:

- Va – Volume aproveitado (m³)
- c – Comprimento da banda (m)
- l – Largura da banda (m)
- e – Espessura da banda (m)
- NBa – Número de bandas aproveitadas

Rendimento:

$$\eta = \frac{va}{vt} \times 100 \Leftrightarrow \eta = \frac{0,353}{1,76} \times 100 \Leftrightarrow \eta = 20,06 \%$$

Onde:

- η – Rendimento (%)
- va – Volume aproveitado (m³)
- vt – Volume total do bloco (m³)

Máquina de corte tipo ponte

Na fábrica existem duas máquinas de corte tipo ponte, uma de marca Gregori e outra de marca Pedrini. A sua função é o corte de chapas provenientes dos engenhos multilâminas em bandas ou em dimensões finais de ladrilho, podendo ainda cortar outro tipo de peças com dimensões específicas. Este equipamento permite o corte de chapas sobrepostas e peças até uma espessura de 16 cm.

A máquina de corte tipo ponte possui uma cabeça com um disco de corte que promove cortes a 90° através da rotação da plataforma de apoio onde é colocada a peça a cortar. A plataforma tem ainda a capacidade de realizar um movimento vertical através de um sistema hidráulico. O disco de corte possui um diâmetro de 620 mm (Fig. 5.36) e o segmento diamantado possui uma espessura de 5 mm (Fig. 5.37).



Figura 5.36 - Disco de corte da máquina tipo ponte.



Figura 5.37 – Segmentos diamantados do disco de corte.

Máquina de corte tipo ponte - Gregori New Star

A máquina de corte tipo ponte Gregori (Fig. 5.38) é a mais antiga, possuindo mais operações manuais. Esta máquina destina-se essencialmente ao fornecimento das linhas de polimento de ladrilho através do corte de chapas ou bandas.



Figura 5.38 – Máquina de corte tipo ponte Gregori - New Star.

O primeiro procedimento executado pelo operário é a colocação das chapas na plataforma de corte com o auxílio da ponte rolante. Para isso são utilizados cabos de aço colocados num suporte de poleias rotativas, também este sustido por cabos de aço. O peso da carga transportada mantém as chapas verticalizadas até chegarem à plataforma da máquina. Quando o topo da chapa é apoiado na plataforma, através do movimento descendente dos cabos, a chapa começa a inclinar por gravidade devido à rotação das poleias que sustentam os cabos. Este processo encontra-se ilustrado na figura 5.39.

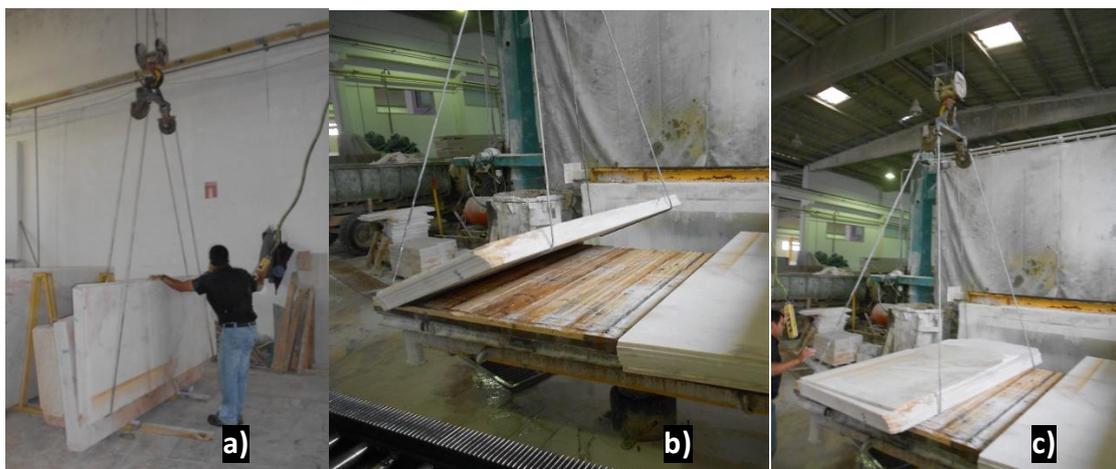


Figura 5.39 – Processo de colocação de bandas na máquina de corte tipo ponte: a) transporte das chapas; b) colocação das chapas na horizontal; c) posicionamento das chapas na mesa.

Após a colocação das chapas na horizontal o operário orienta-as, definindo a linha de corte a realizar (Fig. 5.40). Posteriormente fixa-as à plataforma através de ganchos de pressão e coloca a plataforma na altura correta para proceder à execução do corte (Fig. 5.41).



Figura 5.40 – Medição das chapas.



Figura 5.41 – Colocação da plataforma na altura correta.

Para garantir que o corte é feito na linha de corte definida, o operário coloca um objeto sobre a linha no topo oposto ao disco. Este objeto vai ser fundamental no processo de posicionamento do disco. O equipamento possui uma mira (Fig. 5.42) na central dos comandos, por onde o operário observa alinhando o disco ao objeto que colocou na superfície de corte. Para garantir que o alinhamento está perfeito, o operário repete o procedimento do lado do disco, verificando se a lâmina se encontra alinhada com o objeto. O posicionamento inicial do disco de corte é feito manualmente através de uma manivela existente na central de comandos (Fig. 5.43).



Figura 5.42 – Operário a alinhar o disco através da mira.



Figura 5.43 – Manivela de controlo de movimento.

De seguida é necessário colocar manualmente a distância transversal que o disco terá de percorrer após a realização de cada corte, definindo assim a largura das bandas. Essa distância é inserida através de uma régua incorporada no equipamento (Fig. 5.45 e Fig. 5.46). O operário deve ter em conta a espessura do disco, acrescentando metade da medida da mesma à distância de deslocamento transversal do disco.



Figura 5.44 – Lupa de observação do valor indicado pela régua.



Figura 5.45 – Régua.

O movimento de corte do disco é manual, sendo o operário a controlar o início e fim do corte e a velocidade do mesmo, através da central de comandos. Após o disco percorrer toda a distância longitudinal de corte (Fig. 5.46), realiza o mesmo percurso no sentido inverso, sendo que, neste caso, como não está a cortar, o operário pode acelerar o movimento.



→ - Sentido do movimento do disco.

Figura 5.46 – Processo de corte.

Quando o disco atinge a posição inicial de corte aciona-se o movimento transversal que será realizado até atingir a distância colocada manualmente na régua, procedendo-se novamente a todo o processo.

Máquina de corte tipo ponte - Pedrini

A máquina de corte tipo ponte Pedrini (Fig. 5.47) é mais recente, possuindo um painel de controlo digital (Fig. 5.48). Este sistema permite a colocação das dimensões finais pretendidas, assumindo automaticamente a espessura do disco.



Figura 5.47 – Máquina de corte tipo ponte Pedrini.



Figura 5.48 – Painel de controlo.

Esta máquina é utilizada na realização de peças por medida, por possuir uma maior precisão no corte. O operário define a posição inicial de corte através de um laser guia instalado no equipamento que indica o local onde o disco irá proceder ao corte (Fig. 5.49).



Figura 5.49- Realização do corte segundo a linha projetada pelo laser guia.

O transporte do material até ao equipamento também é feito através de cabos de aço sustentados pela ponte rolante.

Para a colocação das chapas na plataforma de corte é utilizado o processo descrito anteriormente na máquina de corte tipo ponte Gregori, com o suporte de poleias rotativas.

Corta topos

Existem dois corta topos na unidade fabril (Fig. 5.50 e 5.51).



Figura 5.50 – Máquina corta topos Gregori.



Figura 5.51 – Máquina corta topos Breton - Tilbreton 204.

Este equipamento tem como função retificar os topos das bandas provenientes dos talha-blocos ou da máquina de corte tipo ponte, antes de entrarem na linha de polimento de ladrilho, garantindo-se assim que estas encostem umas nas outras perfeitamente, evitando-se também o desgaste desnecessário de calces de polimento em zonas da pedra que não serão aproveitadas.

Para o corte, este equipamento utiliza um disco com um diâmetro de 300 mm, composto por segmentos diamantados com uma espessura de 5 mm.

Multi-discos

A multi-discos Gregori (Fig. 5.52), constituída por um conjunto de discos diamantados, tem como função o corte das bandas nas dimensões finais comercializadas pela empresa. Trata-se de um equipamento que se localiza a jusante da secção dedicada ao polimento.

Os discos de corte possuem um diâmetro de 300 mm, sendo composto por segmentos diamantados com espessura de 5 mm.

A plataforma de corte encontra-se munida de cintas rolantes que permitem o deslocamento e posicionamento correto da banda para a execução dos cortes. Está ainda munida de um sistema hidráulico que a levanta, para que as cintas rolantes deixem de estar em contacto com a banda, evitando que esta se mova durante o corte (Fig. 5.53).



Figura 5.52 – Plataforma e cabeças de corte na posição inicial.



Figura 5.53 – Plataforma com banda e cabeças de corte na posição de corte.

Este equipamento encontra-se equipado com seis cabeças de corte. O operador da máquina programa o número de discos que vão cortar, consoante a dimensão dos ladrilhos desejados.

Posteriormente ao corte, os excessos são imediatamente retirados para lotes de aproveitamento (Fig. 5.54) e os não aproveitáveis para contentores de desperdício, posteriormente encaminhados para a escombreira da empresa.



Figura 5.54 - Lotes de aproveitamento.

Após retirados os excessos, o operário inicia o movimento descendente da plataforma encaminhando o ladrilho para a zona de seleção.

5.1.2 - Equipamentos de acabamento

Polidora de Chapa

A polidora de chapa (Breton - Levibreton KFT) é constituída por um tapete rolante, três cabeças rotativas equipadas com calces diamantados e dez cabeças rotativas equipadas com calces de polimento e brilho. Este equipamento admite chapas com dimensões até 1,75 m de largura.

A chapa é colocada na zorra, equipada com sistema de inclinação hidráulico, recorrendo à grua tipo bandeira (Fig. 5.55). Após a zorra voltar à posição horizontal o operário empurra a chapa até esta chegar ao tapete rolante (Fig. 5.56). Este facto só é possível porque a zorra está provida de rolamentos que permitem a movimentação da chapa.



Figura 5.55 – Colocação da chapa na zorra.



Figura 5.56 – Encaminhamento da chapa para a linha.

Após iniciar o trajeto no tapete rolante, a chapa é submetida à ação das cabeças diamantadas que retificam a sua espessura (Fig. 5.57). Posteriormente é dado início ao polimento, brilho e limpeza da chapa nas restantes dez cabeças (Fig. 5.58), com calces selecionados de acordo com cada tipo de material. O número de cabeças programada para funcionar e a seleção de calces depende do tipo de rocha e das suas características.



Figura 5.57 – Cabeças diamantadas de retificação de espessura.



Figura 5.58 – Cabeças de polimento, brilho e limpeza.

A sequência de calces (Fig. 5.59) mais utilizada, em mármore, é a seguinte:

- Cabeça 1, 2 e 3 – Cabeças diamantadas de retificação de espessura/calibração;
- Cabeça 4 – Cabeça de desgaste para nivelar a chapa com calces de grão 24;
- Cabeça 5 – Cabeça de desgaste para nivelar a chapa com calces de grão 46;
- Cabeça 6 – Cabeça de desgaste para nivelar a chapa com calces de grão 60;
- Cabeça 7 – Cabeça de polimento com calces de grão 120;
- Cabeça 8 – Cabeça de polimento com calces de grão 220;
- Cabeça 9 – Cabeça de polimento com calces de grão 320;
- Cabeça 10 – Cabeça de polimento/brilho com calces amarelos
- Cabeça 11 – Cabeça de polimento/brilho com calces amarelos
- Cabeça 12 – Cabeça de polimento com/brilho calces amarelos
- Cabeça 13 – Cabeça de limpeza com calces de limpeza.

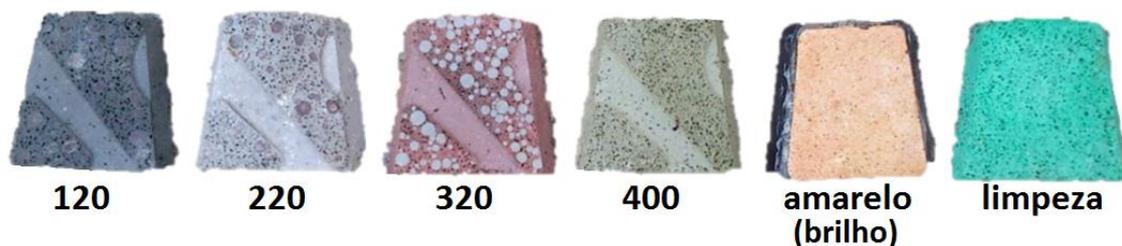


Figura 5.59 – Calces de polimento, brilho e limpeza

Depois de polidas, as chapas passam por um jato de água de modo a limpar a sua superfície de quaisquer partículas resultantes do polimento ou de possíveis fragmentos dos calces (Fig. 5.60 e Fig. 5.61).



Figura 5.60 – Equipamento de limpeza.



Figura 5.61 – Jato de água do equipamento de limpeza.

Finalmente, a chapa atravessa um secador de calor (Fig. 5.62) e é limpa pelo rolo de limpeza (Fig. 5.63) chegando ao fim do ciclo da máquina de polimento. A chapa é retirada da polidora com a grua tipo bandeira, sendo colocada junto às restantes, intercalando-se um película de plástico entre as duas faces polidas contíguas.



Figura 5.62 – Secador de calor.



Figura 5.63 – Rolo de limpeza.

Polidora de ladrilho

Existem duas polidoras de ladrilho na unidade fabril da empresa. A função deste equipamento é o acabamento final da pedra após a serragem, executando o polimento de ladrilhos, bandas e degraus.

À semelhança da linha de polimento de chapa, este equipamento é composto por cabeças giratórias diamantadas que efetuam a retificação da espessura da peça e por cabeças de polimento, brilho e limpeza que conferem à peça o acabamento final. Também nesta linha de produção, a seleção dos calces e do número de cabeças rotativas que irá funcionar depende estritamente do tipo de rocha e do acabamento pretendido.

Polidora de ladrilho Gregori

A polidora de ladrilho Gregori é composta por seis cabeças diamantadas (Fig. 5.64) e doze cabeças de polimento (Fig. 5.65). Esta linha admite larguras até 40 cm.



Figura 5.64 – Três das seis cabeças diamantadas.



Figura 5.65 – Cabeças de polimento.

Este equipamento destina-se essencialmente ao polimento das bandas provenientes diretamente do talha-blocos ou da máquina de corte tipo ponte, embora também possa ser utilizada para o polimento de ladrilho já dimensionado. É geralmente utilizada para o polimento de bandas porque se encontra anexada ao corta topos e ao multi-discos.

Polidora de ladrilho Figueiredo

A polidora de ladrilho Figueiredo (Fig. 5.66) é composta por duas cabeças diamantadas (Fig. 5.67) e dez cabeças de polimento. Esta linha admite larguras até 80 cm.



Figura 5.66 - Polidora Figueiredo.



Figura 5.67 – Cabeças diamantadas.

Este equipamento destina-se ao polimento de degraus e ladrilhos já dimensionados resultantes do corte de bandas ou chapas na máquina de corte tipo ponte.

Máquina biseladora

A máquina biseladora Montresor Lola 40 S (Fig. 5.68) permite o biselamento dos topos ou das arestas de ladrilho, degraus e outras peças de medidas específicas.



Figura 5.68 – Máquina biseladora.

Este equipamento encontra-se munido de mós que promovem o desgaste da pedra no local pretendido retificando as arestas e topos, conferindo à pedra diferentes tipos de acabamentos (Fig. 5.69).

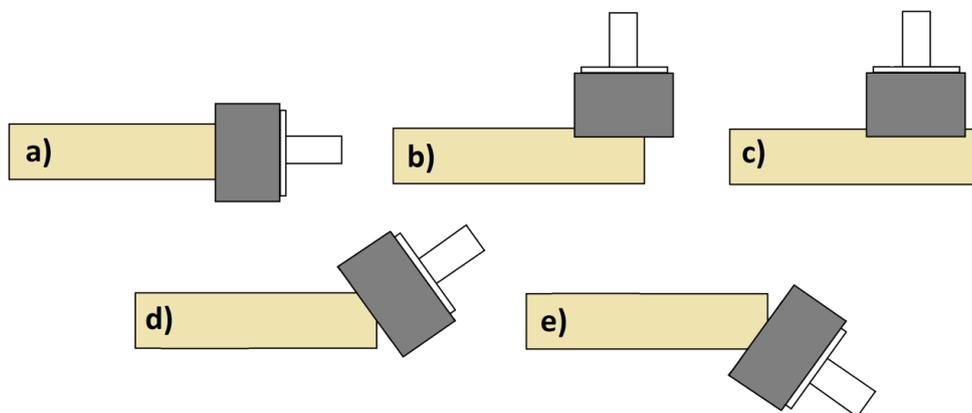


Figura 5.69 – Diferentes posicionamentos da mó da máquina biseladora: a) retificação da parte lateral da peça; b) bisel de topo e aresta; c) bisel de topo; d) bisel de aresta superior; e) bisel de aresta inferior.

O bisel mais comumente realizado é o bisel de aresta superior, conferindo ao material uma aresta suave, eliminando a aresta viva do mesmo. É utilizado em peças de aplicação específica, como por exemplo, bancadas, colunas, etc.

Este equipamento permite ainda realizar um bisel de topo e de topo e aresta da extremidade da peça. Este bisel é utilizado geralmente em degraus, conferindo-lhes uma zona de depressão que causa atrito tornando-os antiderrapantes.

Máquina de jato de areia

A máquina de jato de areia (Fig. 5.70) permite a execução de um acabamento específico nas superfícies, conferindo-lhes um padrão regular designado por areado (Fig. 5.71).

Para o funcionamento deste equipamento é necessária areia com alto teor quartzítico, ar comprimido e água. Este equipamento é composto por um motor que promove a sucção da areia entrando num fluxo de ar comprimido, que lhe confere a pressão necessária para que seja projetada contra a pedra, provocando pequenas depressões na mesma, conferindo-lhe uma textura rugosa.



Figura 5.70 - Realização do acabamento areado.



Figura 5.71 – Aspeto final do acabamento areado.

A esta estrutura é ainda ligada uma mangueira de água de modo a diminuir a poeira e a evitar a projeção dos grãos resultante do impacto dos mesmos na pedra.

5.1.3 - Equipamentos de carga

Pórtico

A fábrica possui três pórticos (Fig. 5.72), cada um associado a um parque de blocos e/ou chapas. Existe um pórtico no parque de blocos principal, outro na secção de blocos destinados ao talha-blocos e, por fim, um pórtico no parque de blocos e chapas, com blocos destinados à produção de chapas nos engenhos multilâminas.



Figura 5.72 – Pórticos da unidade de transformação: a) pórtico do parque de blocos destinados aos talha-blocos; b) pórtico do parque de blocos destinados aos engenhos multilâminas; c) pórtico do parque de blocos principal com blocos destinado a venda ou sem destino definido.

As características e operacionalidade destes pórticos são semelhantes às características do pórtico existente na pedreira Carrascal JS, já descritas anteriormente, possuindo, dois deles, uma capacidade de carga de 25 t e o pórtico do parque de chapas, 20 t.

O controlo do movimento deste equipamento é executado com um comando composto por seis botões e uma chave de segurança (Fig. 5.73). O comando só funciona com a chave de segurança introduzida, permitindo parar o movimento de forma rápida em caso de acidente ou avaria.

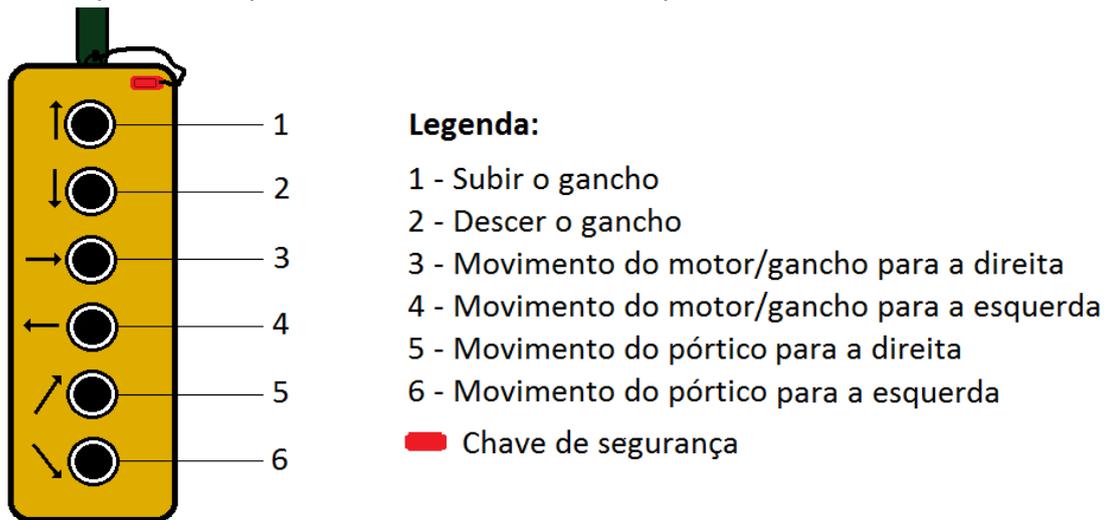


Figura 5.73 – Representação das funções do comando da grua.

Ponte rolante

As instalações interiores da fábrica possuem quatro pontes rolantes, duas delas na zona de produção de ladrilho e duas na zona de acabamento de chapa. Uma das pontes rolantes existentes é de marca Mapor e as três restantes de marca Gancho.

As pontes rolantes têm a função de auxiliar no transporte de cargas suspensas por cabos de aço possuindo cada uma delas uma capacidade de carga de 5 t.

Este equipamento permite aceder a toda a área interna da fábrica através do seu movimento longitudinal sobre carris (Fig. 5.75). Para o acesso transversal possui um motor que promove o movimento da carga deslocando-se pela estrutura da ponte rolante (Fig. 5.76).



← → Movimento longitudinal da ponte rolante sobre os carris.

Figura 5.74 – Pontes rolantes da zona de transformação de chapa.



← → Movimento transversal do motor sobre a ponte.

Figura 5.75 – Motor e cabos.

Grua tipo bandeira

A fábrica possui duas gruas tipo bandeira (Fig. 5.76). Este equipamento encontra-se instalado nas extremidades da linha de polimento de chapa e tem como função o auxílio na colocação de chapas para polimento e na sua remoção quando polidas.



Figura 5.76 – Grua tipo bandeira posicionada a jusante da linha de polimento de chapa.

A grua tipo bandeira tem uma capacidade de carga de 1 t, possuindo apenas um movimento de rotação. Está equipada com um motor, que se movimenta pela estrutura longitudinalmente, permitindo ainda o movimento descendente e ascendente da carga suspensa por cabos de aço.

Os cabos utilizados neste equipamento possuem um reforço na zona que fica em contacto com a carga, de modo a evitar que os cantos das chapas se partam e aumentar o tempo de vida útil dos mesmos (Fig. 5.77).



Figura 5.77 – Cabos de aço com reforço.

Empilhador

A fábrica possui dois empilhadores de marca Caterpillar, ambos movidos a gasóleo. Este equipamento tem como função o transporte de chapas, caixotes de ladrilho e outras cargas, utilizando para isso duas patolas ajustáveis conforme o volume a deslocar.

O empilhador V18 (Fig. 5.78) tem uma capacidade de carga máxima de 1750 kg e permite uma elevação até 3,300 m. O empilhador V80E (Fig. 5.79) tem uma capacidade de carga máxima de 4000 kg e permite uma elevação até 4,110 m.



Figura 5.78 – Empilhador Caterpillar V18.



Figura 5.79 – Empilhador Caterpillar V80E.

Estes equipamentos também são utilizados para empurrar os galhos mais altos para o interior dos contentores, acoplando extensores às patolas dos mesmos (Fig.5.80).



Figura 5.80 – Extensores das patolas dos empilhadores.

Trator

Para apoio a trabalhos diversos, a unidade de transformação possui dois tratores movidos a gasóleo, um de marca Ford e outro de marca Jonh Deere.

O trator de marca Ford, modelo 2600 (Fig. 5.81) possui 2501 cc e 38 cv, permitindo puxar atrelados com uma massa até 8 t. Este equipamento tem como função o transporte de escombro, resultante das diversas operações de corte na fábrica, para a escombreira da fábrica.

O trator de marca Jonh Deere, modelo 3150 (Fig. 5.82) possui 5900 cc e 80 cv, permitindo puxar atrelados com uma massa até 15 t. Este equipamento tem como função o transporte das natas resultantes da estação de tratamento de águas industriais para o local apropriado.



Figura 5.81 – Trator Ford.



Figura 5.82 – Trator Jonh Deere.

Grua móvel

A grua móvel de marca Omar, modelo 0424 funciona a gasóleo, possui uma lança com alcance de 4,5 m e capacidade de carga de 9 t, é um equipamento bastante versátil, quer de apoio a qualquer operação de manutenção, quer no (Fig. 5.83) transporte e acondicionamento de chapas engastilhadas nos contentores, sendo fundamentalmente utilizada nesta operação.



Figura 5.83 – Grua móvel Omar.

Camião

O camião (Fig. 5.84) é utilizado no transporte de blocos provenientes da pedreira da empresa e de outras empresas para a fábrica.

O camião é de marca Volvo (FL10) e permite atrelar cargas até 38 t. O semi-reboque atrelado ao camião tem uma capacidade máxima de 30 t e um peso bruto de 4 t. Este equipamento é movido a gasóleo.



Figura 5.84 – Camião Volvo.

5.1.4 Equipamentos auxiliares

Vira blocos

O vira blocos (Fig. 5.85) existente na fábrica tem como função o posicionamento dos blocos na direção pretendida para a realização de cortes.

Este vira-blocos é semelhante ao existente na pedreira Carrascal JS, já descrito anteriormente.



Figura 5.85 – Vira blocos.

Depósito de gasóleo

Todos os equipamentos móveis utilizam gasóleo para o seu funcionamento sendo fundamental a existência de um depósito deste combustível na fábrica para o seu abastecimento. O depósito de gasóleo (Fig. 5.86) tem uma capacidade de 9,9 m³.

De forma a não contaminar o solo por derrames de combustível, este depósito encontra-se dentro de uma bacia de retenção devidamente impermeabilizada.



Figura 5.86 – Depósito de gasóleo.

5.1.5 – Resumo dos equipamentos

Na tabela 5.1, encontra-se uma síntese dos equipamentos anteriormente descritos.

Tabela 5.1 – Equipamentos da fábrica.

EQUIPAMENTOS				
Tipo	Quantidade	Nome	Marca - Modelo	Função
CORTE	2	Monolâmina	1 Pedrini 1 Mapor	Corte e redimensionamento do bloco
	2	Engenho Multilâminas	Mapor	Corte do bloco em Chapas
	3	Talha-blocos	1 Pedrini 2 Gregori	Corte do bloco em bandas
	2	Máquina de corte tipo-ponte	1 Gregori - New Star 1 Pedrini	Corte de chapas em bandas/ladrilho e peças por medida
	2	Corta topos	1 Gregori 1 Breton – Tilbreton 204	Corte de extremidades de bandas e ladrilhos
	1	Corta bandas	Gregori	Corte de bandas em dimensões de ladrilho
ACABAMENTOS	1	Polidora de chapa	Gregori - Levibreton KFT	Polimento de Chapas
	2	Polidora de ladrilho	1 António Figueiredo 1 Gregori - Breton	Polimento de Ladrilho
	1	Máquina biseladora	Montresor - Lola 40 S	Fazer biséis
	1	Máquina de jato de areia	s/inf	Realizar o acabamento areado
CARGA	3	Pórtico	Mapor	Movimentação de blocos/chapa nos parques de blocos
	4	Ponte Rolante	3 Mapor 1 Gancho	Movimentação do material no interior da fábrica.
	2	Grua tipo bandeira	Gregori - Levibreton	Movimentação das chapas na linha de polimento de chapa
	2	Empilhador	1 Caterpillar V18 1 Caterpillar V80E	Transporte de material pesado
	2	Trator	John Deere Ford	Transporte de escombros e nata proveniente do tratamento de águas
	1	Grua móvel	Omar	Transporte de material pesado
	2	Camião	Volvo FL10	Transporte de blocos e chapa
AUXILIARES	1	Vira-blocos	Mapor	Virar os blocos
	1	Depósito de combustível	heh	Armazenar e abastecer a maquinaria da fábrica

5.2- Ciclo de trabalhos da unidade de transformação

O material que alimenta a fábrica da Plácido José Simões, S.A. chega em forma de blocos, transportados pelo caminhão da empresa. Esses blocos são provenientes da pedreira da empresa (Carrascal-JS) e de compra, oriundos de pedreiras de todo o país.

Antes de seguir para uma linha de produção, cada bloco é cuidadosamente observado e analisado, de modo a garantir o seu melhor aproveitamento e o trajeto mais apropriado.

Existem três destinos genéricos para cada bloco:

- 1- A venda em bloco;
- 2- Produção de Chapa;
- 3- Produção de Ladrilho.

O destino de cada bloco é traçado primeiramente pelas encomendas momentâneas e pela sua qualidade.

5.2.1- Ciclos de produção

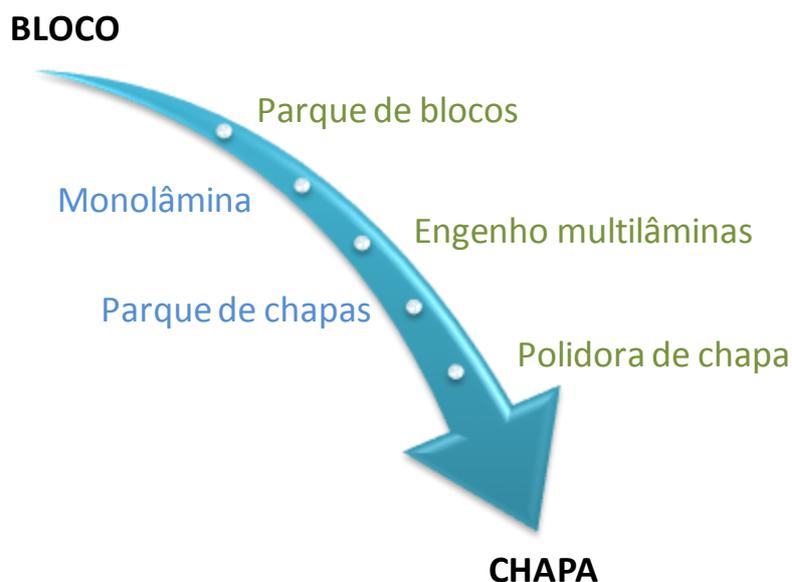
Na fábrica existem dois ciclos gerais de produção: ciclo de produção de chapa e ciclo de produção de ladrilho.

Para proporcionar o devido acabamento são utilizadas uma linha de polimento de chapas e duas linhas de polimento de ladrilho.

Existem equipamentos comuns aos diferentes ciclos de produção, sendo estes, os equipamentos de corte utilizados.

5.2.1.1- Ciclo de produção de chapa

O ciclo de produção de chapa consiste no percurso efetuado pelo bloco até ao produto final, a chapa. No fluxograma 5.1 estão identificados todas as etapas que o bloco pode atravessar, evidenciando, a verde, as etapas de passagem obrigatória e a azul as etapas não obrigatórias.



Fluxograma 5.1 - Etapas do ciclo de produção de chapa.

Os blocos chegam à fábrica e são depositados no parque de blocos. Geralmente estes apresentam-se devidamente esquadrejados, embora, por vezes tenham de ser redimensionados, sendo esta decisão condicionada pelo seu destino ou devido a possíveis defeitos estruturais, como fraturas, excesso de vergada, heterogeneidade cromática, etc.

Uma vez selecionado o bloco para a produção de chapa, este é devidamente inspecionado e, no caso da existência de defeitos ou de comprimentos excessivos é reencaminhado para a monolâmina. Na monolâmina o bloco é redimensionado sendo-lhe retirados possíveis defeitos que não entrem totalmente no bloco, ou seja, defeitos possíveis de suprimir cortando a área afetada. A passagem do bloco pela monolâmina não é obrigatória, sendo na maioria dos casos, reencaminhado diretamente para o engenho multilâminas.

Antes de iniciar o corte do bloco em chapas é feita uma nova inspeção mais pormenorizada para verificar a existência de fraturas naturais ou “partidos” originados que comprometam o corte. Geralmente, caso o bloco passe na fase de corte da monolâmina, estas fraturas já se encontram marcadas pelo operário responsável pela fase anterior. No caso da existência de partidos ou fraturas que possam condicionar a execução do corte, podendo partir e encravar o engenho, mas não condicionem a qualidade comercial, é colado um ladrilho no local da fratura ou partido (Fig. 5.87). Este procedimento evita que as chapas se partam durante a serragem, sendo realizado apenas na face inicial de corte e nos topos do bloco, devido à fricção exercida na entrada das lâminas na pedra no início da operação, podendo partir as arestas das futuras chapas. Após o início do corte e com as lâminas já no interior do bloco, a própria pedra sustem e “encaminha” a lâmina, evitando movimentos irregulares da mesma e proporcionando uma

estabilidade para o aumento da velocidade de corte. Após tomadas todas as medidas de precaução, o bloco é cortado em chapas, no engenho multilâminas.



Figura 5.87 - Chapas serradas e pormenor de ladrilho colado no local do partido.

Retiradas as chapas do engenho multilâminas, estas passam novamente por uma inspeção cuidada, onde se determina se é necessário resiná-las ou colá-las, devido aos defeitos anteriormente explicitados. Caso isto se verifique, são deitadas sobre ripas de madeira e resinadas manualmente (Fig. 5.88), antes de serem encaminhadas para a polidora de chapa. Este processo é demoroso pois a total secagem da resina é essencial para que a chapa possa ingressar na linha de polimento, garantindo um resultado final livre de imperfeições e de possíveis quebras.



Figura 5.88 – Resinagem de chapas.

Na polidora de chapa, as chapas são polidas, amaciadas ou bujardadas, consoante a finalidade. Para esse efeito é necessário a correta seleção de calces.

Após polida, caso seja necessário, a chapa é aquecida com a ajuda de um maçarico (Fig. 5.89) e encerada em locais específicos de modo a proporcionar um acabamento perfeito, livre de sombras ou manchas opacas (Fig. 5.90).



Figura 5.89 – Maçarico.



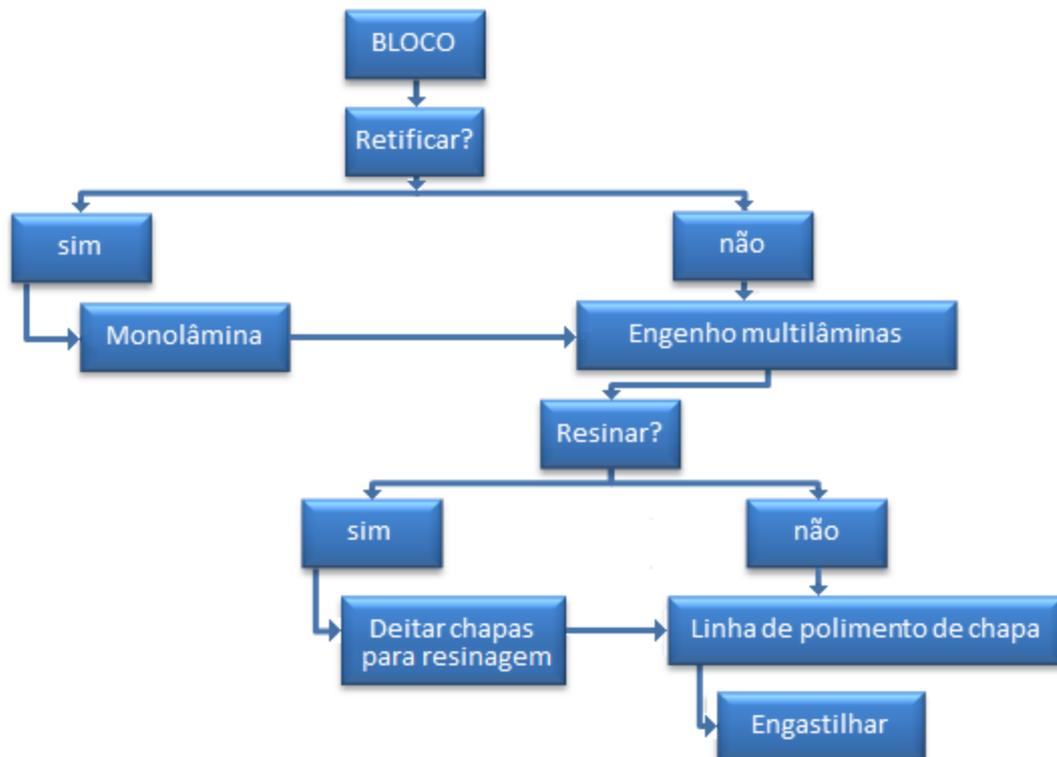
Figura 5.90 – Colocação de cera.

Finalmente, as chapas são dispostas umas encostadas às outras, sendo colocada uma película de plástico entre duas faces polidas contíguas para que estas não se risquem durante o transporte. As chapas são acondicionadas em gastalhos de madeira feitos à medida para cada conjunto de chapas (Fig. 5.91). Este modo de acondicionamento proporciona um correto expedimento por camião, evitando que as chapas se movam durante o percurso da viagem.



Figura 5.91 – Gastalhos de madeira com chapas, prontas para expedição.

O fluxograma 5.2 representa uma síntese do ciclo de produção de chapa desde o bloco até ao produto final devidamente acondicionado.

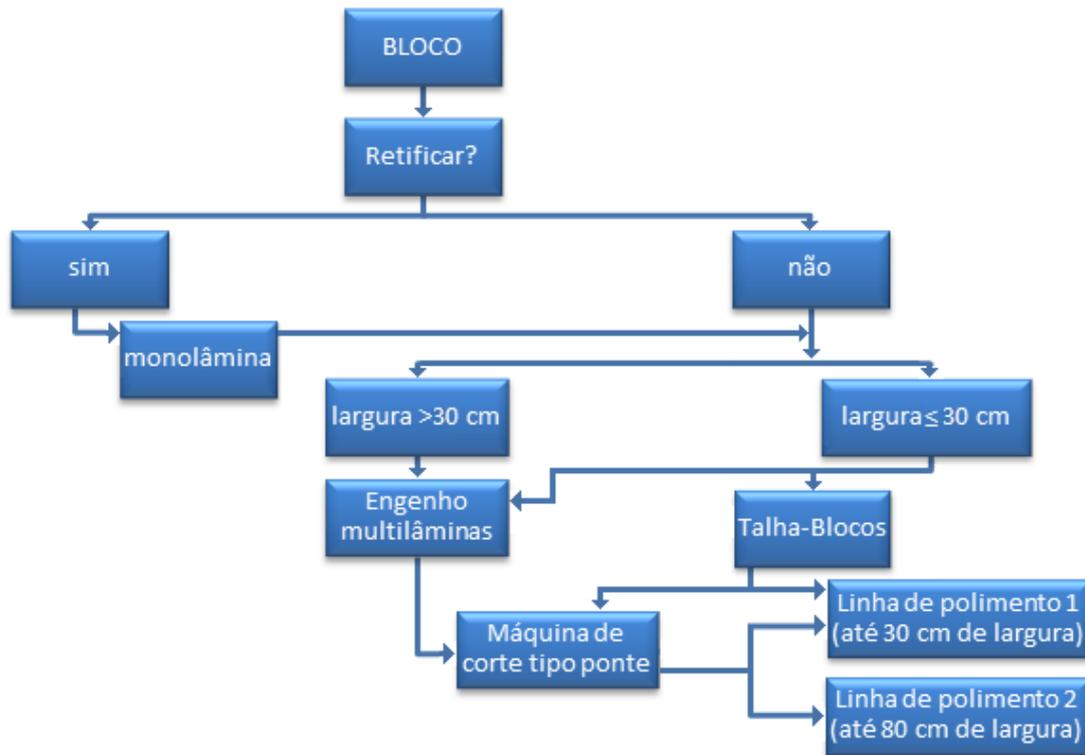


Fluxograma 5.2 – Ciclo de produção de chapa

5.2.1.2- Ciclo de produção de ladrilho

O ciclo de produção de ladrilho consiste no percurso efetuado pelo bloco até ao produto final, o ladrilho. Neste percurso existem diversas etapas atravessadas pelo bloco que podem variar consoante o produto final pretendido.

O fluxograma 5.3 representa uma síntese do ciclo de produção de ladrilho desde o bloco ao produto final.



Fluxograma 5.3 – Ciclo de produção de ladrilho.

Para a produção de ladrilho são utilizados blocos de menores dimensões, sendo geralmente aqueles que não servem para o aproveitamento em chapa. A primeira etapa do ciclo de produção de ladrilho é a inspeção do bloco de modo a identificar se é necessário o aparelhamento do mesmo e, ainda, se este possui fraturas que poderão condicionar o seu corte. Caso seja necessário o aparelhamento, e em conformidade com o fluxograma 5.3, o bloco é encaminhado para a monolâmina.

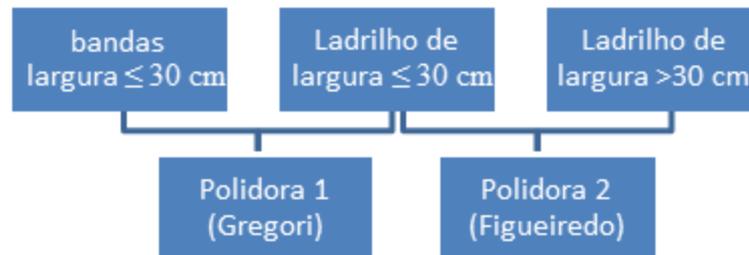
Após o redimensionamento e inspeção do bloco é definido qual o destino final do mesmo.

Caso o produto final seja um ladrilho com largura superior a 30 cm o bloco é encaminhado obrigatoriamente para o engenho multilâminas, pois o talha-blocos não permite o corte de bandas com largura superior a essa dimensão.

Caso o produto final seja um ladrilho com largura inferior ou igual a 30 cm este pode ser cortado no engenho multilâminas em chapa ou no talha-blocos em bandas. O material cortado em chapa, é obrigatoriamente encaminhado para a máquina de corte tipo ponte, para ser cortado em bandas, podendo ser ou não transformado nas dimensões usuais de ladrilho neste equipamento. O material cortado no talha-blocos pode passar pela máquina de corte tipo ponte, de modo a cortar as bandas em medidas standard de ladrilho e ir diretamente para a polidora 1 (Gregori).

O material cortado em bandas apenas pode ingressar na polidora 1 (Gregori), o material cortado nas medidas usuais de ladrilho inferior ou igual a 30 cm pode ingressar em ambas as polidoras, embora, normalmente seja destinado à polidora 2 (Figueiredo), o material de largura superior a 30 cm apenas pode ingressar na polidora 2 (Figueiredo).

Este procedimento encontra-se explicitado no fluxograma 5.4.



Fluxograma 5.4 – Destino do ladrilho ou banda consoante as suas características.

Nas máquinas de polimento é possível realizar diferentes acabamentos, sendo eles: polido, amaciado, bujardado e envelhecido. Para a realização destes acabamentos são utilizados diferentes calces colocados nas cabeças de polimento da polidora (Fig. 5.92). As cabeças diamantadas apenas são utilizadas para o material polido.



Figura 5.92 – Cabeças de polimento da polidora de ladrilho.

Após realizar todo o percurso, o material é acondicionado em caixotes de madeira colocando uma película de plástico entre duas faces trabalhadas de modo a evitar que estas se danifiquem durante o transporte (Fig. 5.93). É ainda colocado esferovite nos contactos entre a pedra e o caixote.



Figura 5.93 – Zona de seleção do ladrilho por caixote.

A seleção do material a colocar nos diferentes caixotes é efetuada tendo em conta a tonalidade e a vergada do ladrilho ou degrau. A executar esta tarefa estão duas selecionadoras que analisam, cuidadosamente o tom da pedra colocando-a no respetivo caixote, evitando assim misturas de diferentes tipos e tonalidades de pedra.

Colocado o material nos caixotes, estes são fechados com o auxílio de uma pistola pneumática de pregos, sendo colocada fita metálica à sua volta. Deste modo é garantido o acondicionamento eficaz do material durante o transporte, sendo este feito em contentores que suportam até 30 caixotes, transportados posteriormente por camiões.

5.2.2 – Acabamentos

Apesar da empresa possuir tecnologia que possibilita a oferta de uma infinidade de produtos e acabamentos, atualmente a fábrica executa essencialmente cinco tipos de acabamentos por serem os mais procurados pelo mercado.

- Polido – É o acabamento mais comum realizado em rochas ornamentais e visa dar à peça um aspeto plano com um brilho espelhado (Fig. 5.94). É realizado nas linhas de polimento. Os calces utilizados para a realização deste tipo de acabamento são calces de grão mais grosseiro (ex: 120, 220 e 320) prosseguidos de calces de grão mais fino (ex: amarelos e limpeza).



Figura 5.94 – Chapa de mármore polida.

- Amaciado – Este tipo de acabamento é realizado nas linhas de polimento, porém o seu trajeto é interrompido a meio, conferindo à pedra meio brilho e um aspeto pouco espelhado. Assim, o tratamento a que a pedra é sujeita fica-se pelos calces de grão mais grosseiro (ex: 120, 220 e 320).
- Envelhecido – O acabamento envelhecido (Fig. 5.95) também é realizado na linha de polimento, conferindo à pedra um aspecto rústico, com uma superfície antiderrapante que, não sendo lisa, continua a ser adequada a pavimentação. Este acabamento confere à pedra uma superfície semi-rugosa, porém mais suave que o bujardado e o areado. Para realização deste tipo de acabamento são utilizados calces específicos.



Figura 5.95 – Acabamento envelhecido em calcário de grão fino.

- Bujardado - O acabamento bujardado (Fig. 5.96) é realizado nas linhas de polimento e confere à pedra uma superfície irregular esbatendo a tonalidade da pedra trabalhada. Este tipo de acabamento é antiderrapante sendo especialmente adequado para pavimentos e revestimentos exteriores.



Figura 5.96 - Acabamento bujardado.

Os calces utilizados possuem um rolamento abrasivo que promove o acabamento através do batimento percussivo na pedra (Fig. 5.97).



Figura 5.97 – Calces de bujardado fino.

- Areado – O acabamento areado (Fig. 5.98) é feito com recurso à máquina de jato de areia e confere à pedra uma superfície antiderrapante. Embora também dê à pedra um acabamento irregular, é mais suave que o acabamento bujardado possuindo socalcos mais superficiais.



Figura 5.98 - Acabamento areado.

Na fábrica são ainda comercializados outros tipos de acabamentos (Fig. 5.99), não executados atualmente, sendo eles:

- Wave - Acabamento ondulado regular e irregular.
- Bambu - Acabamento riscado irregular.
- Riscado - Acabamento riscado perfeito.

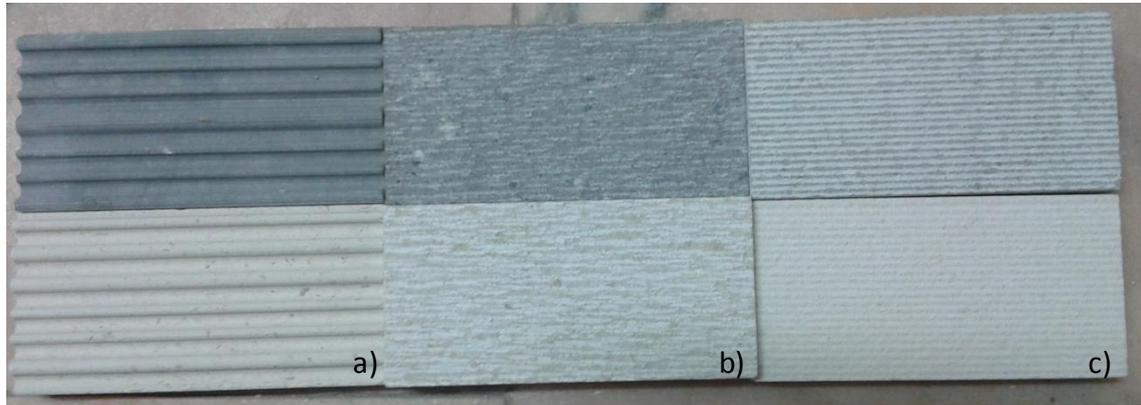


Figura 5.99 – Acabamento wave (a), bambu (b) e riscado (c), realizados em dois tipos de calcário.

5.3 – Secções anexas

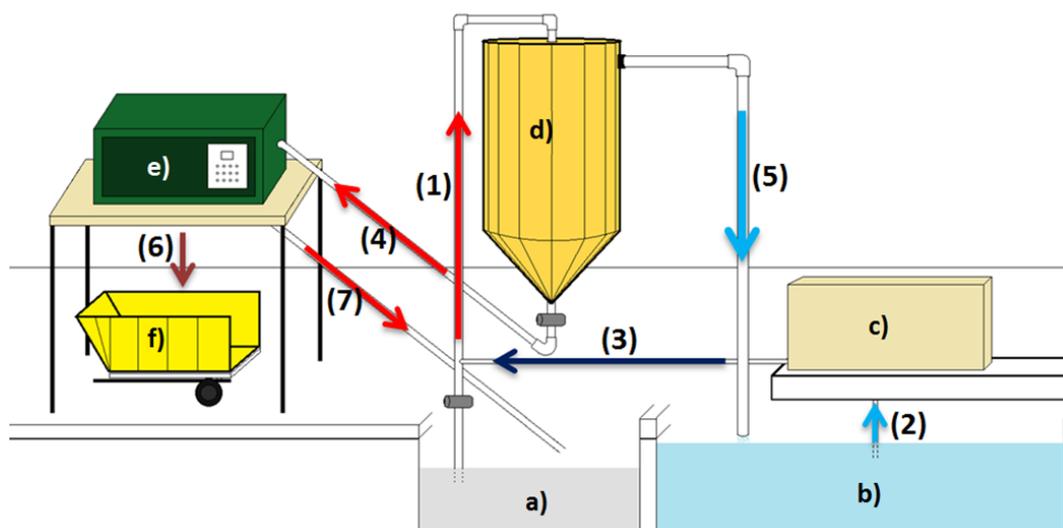
Para além das secções destinadas à produção, a fábrica possui ainda outras secções importantes ao funcionamento de todos os trabalhos, sendo elas:

- Carpintaria – Local onde são dimensionadas as madeiras de encaixotamento e acondicionamento de gastaços nos camiões.
- Secção de cantaria – É neste local que são realizados os acabamentos de precisão de peças específicas.
- Oficina – Com um tipo de indústria que implica uma diversidade muito grande de equipamentos que diariamente são sujeitos a ambientes de trabalho muito agressivos, a manutenção e reparação de avarias é uma constante, fazendo parte do quotidiano dos trabalhos da empresa. Por este facto, a fábrica possui uma oficina de mecânica, electricidade e serralharia, onde trabalham um mecânico e um electricista.
- Armazém – Local onde são guardados todos os equipamentos de trabalho referentes à pedreira e fábrica. Neste local, os trabalhadores podem encontrar tudo o que é necessário ao quotidiano dos trabalhos, desde equipamentos eléctricos a serralharia, passando por equipamentos de segurança, filtros para máquinas, peças, calces, etc..

- Escritório – É também na fábrica que se encontra o escritório da empresa, sendo neste local que se situa a administração e o centro de toda a atividade da empresa. Também aqui se procede à receção de clientes e visitantes, sendo o local onde se trata de toda a burocracia, estatística e projeção de toda a atividade referente aos processos de exploração, transformação e comercialização da rocha ornamental.

5.4 - Tratamento de águas industriais

Todo o circuito fabril necessita de grandes quantidades de água que, ao serem utilizadas nas linhas de produção passam a incorporar carga sólida, resultante do desgaste das pedras que estão a ser transformadas. Estas águas industriais têm de ser tratadas com vista ao seu aproveitamento entrando de novo no circuito fabril. Assim, o processo de tratamento de águas industriais da fábrica de transformação exige a utilização de equipamentos apropriados, cada um deles com funções distintas, e que em conjunto constituem a estação de tratamento das águas industriais. A figura 5.100 representa esquematicamente o ciclo de tratamento de águas e com os seus respetivos elementos.



- | | |
|---|------------------------|
| a) Depósito de águas industriais; | → Água limpa; |
| b) Depósito de águas limpas; | → Água com floculante; |
| c) Depósito de floculante; | → Água residual; |
| d) Depurador (existem dois na fábrica); | → Almofadas de nata. |
| e) Filtro-prensa; | |
| f) Trator/atrelado. | |

Figura 5.100 – Ciclo de tratamento de águas industriais com equipamentos utilizados e representação de fluxos.

Todas as águas provenientes das várias zonas da fábrica são encaminhadas por valas de cimento até ao depósito de águas industriais (Fig. 5.100 a) e Fig 5.101).



Figura 5.101 – Depósito de águas industriais.

A agitação resultante da constante entrada de água neste depósito não permite a precipitação de material sólido. Assim, a água industrial é bombeada diretamente para dois depuradores (Fig. 5.102), sendo introduzida pelo topo destas estruturas através de tubos de 5" (Fig. 5.100 – (1)).



Figura 5.102 – Depuradores.

Juntamente com a água industrial bombeada para o interior dos depuradores, é introduzido no circuito um fluxo de água limpa com floculante (Fig. 5.100 – (3)). Esta água é bombeada diretamente do depósito de águas limpas para o depósito de adição de floculante e introduzida no processo de decantação por meio de tubagens de 3,5 "(Fig. 5.100 – (2)).

No interior dos depuradores, a água industrial sofre uma decantação por precipitação das partículas sólidas que se depositam no fundo afunilado, saindo pelo “underflow”, sendo posteriormente bombeadas para o filtro prensa (Fig. 5.100 – (4)). A água limpa superficial sai pelo “overflow”, constituído por um tubo instalado na parte superior lateral do depurador, sendo encaminhada por gravidade para o depósito de água limpa (Fig. 5.100 – (5)). Todo o processo de tratamento é semelhante nos dois depuradores existentes.

No filtro prensa (Fig. 5.103), a carga sólida, resultante da serragem e polimento do mármore, denominada “nata”, é sujeita a uma compressão no meio de bandas permeáveis, onde lhe é retirada uma percentagem significativa de água, mantendo as partículas sólidas prensadas entre os filtros, formando “almofadas”. O ciclo de prensagem termina quando se extrai a máxima quantidade de água e as prensas abrem, libertando as “almofadas de nata” pela parte inferior da estrutura, caindo diretamente no atrelado do trator Jonh Deere (Fig. 5.100 – (6)). As “natas” são posteriormente encaminhadas para o aterro de retenção da fábrica.



Figura 5.103 – Filtro prensa e atrelado para recepção das “natas”.

Deste processo resulta ainda a água extraída, que, embora livre de partículas, é encaminhada para o depósito de águas industriais, reingressando no processo (Fig. 5.100 – (7)). Assim, a água limpa resultante deste processo irá ser reintroduzida no ciclo de trabalhos fabris e balneários, permitindo deste modo a sua reutilização. Embora seja considerada uma água limpa, esta, porém, ainda possui uma pequena percentagem de carga sólida, tornando-a imprópria para consumo humano.

5.5 - Outras tarefas desenvolvidas na unidade de transformação

Durante o estágio na unidade de transformação a estagiária acompanhou e desenvolveu várias tarefas relacionadas com o quotidiano dos trabalhos, entre elas:

- **Armazém**

O papel da estagiária no armazém esteve relacionado com a requisição de equipamentos em falta, organização e introdução dos mesmos na base de dados referentes aos stocks.

Para controlo de entradas e saídas de material do armazém, todos os movimentos são registados numa base de dados monitorizada por um servidor. O servidor utilizado pela empresa é o SIG (Sistema Integrado de Gestão) que permite a criação de códigos específicos para cada artigo de modo a garantir a gestão dos stocks conjugando-os com outros dados económicos da empresa.

Neste sistema é introduzido o código do equipamento (ex: 05.01.005 - BOTA B/AÇO), a operação realizada (compra/saída) e os custos associados às mesmas.

As entradas de equipamentos são introduzidas no sistema através dos dados das faturas e as saídas são introduzidas à medida que estes são necessários.

- **Inventário de blocos e ladrilho**

Durante o estágio a estagiária realizou o inventário de todos os blocos da fábrica e pedreira e ainda de todos os ladrilhos existentes (Anexo I).

Esta tarefa teve como objetivo a atualização das bases de dados da empresa de modo a garantir o correto controlo de produção.

Após a atualização de todo o stock de material existente na fábrica e pedreira a estagiária ficou responsável pelo controlo da produção de ladrilho.

- **Trabalhos de escritório**

No escritório, a estagiária auxiliou em tarefas referentes ao setor económico.

Entre outras tarefas, a estagiária ficou responsável pela introdução de dados na base de dados, referentes às folhas de produção elaboradas pelos operários nas várias fases de transformação. Esta tarefa tem como objetivo quantificar os custos inerentes às várias fases de transformação, o rendimento e o fluxo de produção.

- **Preparação de Amostras**

Durante o estágio foi realizada a seleção e preparação de amostras para enviar a clientes e destinadas à representação da empresa em feiras de todo o mundo.

Sendo que a maioria dos clientes são estrangeiros, não podendo deslocar-se à empresa, esta adotou a metodologia de enviar pequenas caixas de amostras, com peças de 10 cm². As amostras enviadas são selecionadas cuidadosamente para cada cliente e mercado correspondente de modo a garantir a satisfação do cliente. A cada lote de amostragem é ainda adicionado o catálogo da empresa.

- **Seleção de material**

Verificação do material em bloco e seleção do seu destino foi também uma das tarefas acompanhadas pela estagiária.

Esta tarefa foi desempenhada acompanhada, na maioria das vezes, pelo administrador da empresa, por ser uma operação que envolve vários fatores e de modo a transmitir à estagiária todos os aspetos fundamentais na seleção do material para cada destino.

- **Fotos**

A maioria dos clientes da empresa são clientes habituais que fazem a sua compra, muitas das vezes, sem ver o material pessoalmente, referindo apenas o tipo de material pretendido.

Para isso é necessário verificar qual o material em existência e aquele que pode encaixar na descrição do cliente, sendo posteriormente tiradas fotos e enviadas ao cliente devidamente identificadas com as medidas e tipo de material (sendo ainda enviadas as fichas técnicas do material, quando solicitadas).

- **Visitas à pedreira**

Outra das tarefas da estagiária foi o acompanhamento dos trabalhos de pedreira através de visitas esporádicas à mesma. Deste modo foi possível controlar o fluxo de material extraído e o seu tipo, criando um elo de ligação entre a pedreira e a fábrica da empresa.

Durante as visitas foi ainda possível acompanhar os avanços dos trabalhos na nova frente de exploração prospetada e descrita anteriormente.

CAPÍTULO 6

MARCAÇÃO CE

CAPÍTULO 6 – MARCAÇÃO CE

A pedra como elemento ornamental é apreciada em todo o Mundo, sendo aplicada em vários contextos de obra e conferindo a esta um valor acrescentado quer do ponto de vista estético, quer do ponto de vista técnico, reforçando a de qualidade de construção.

Cada vez mais é exigido o controlo de qualidade destes produtos, possibilitando assim, um perfeito conhecimento das suas características, aspeto fundamental para garantir a sua correta aplicação. Este controlo deve ser exercido desde a extração, passando por todo o processo de transformação e em especial durante a sua aplicação.

O controlo do produto final deve ser adaptado ao tipo de material e à futura aplicação.

De modo a garantir a qualidade dos diversos produtos surgiu a marcação CE que, embora não constitua uma certificação, visa dar conhecimento ao cliente que todos os produtos fabricados são sujeitos a um controlo rigoroso de qualidade.

No presente capítulo define-se o procedimento de controlo do produto relativo a ladrilhos modulares definidos como: *“elementos planos de pedra natural com dimensões retangulares ou quadradas standardizadas (≤ 610 mm), possuindo normalmente espessuras ≤ 12 mm aplicados em pavimentos interiores e exteriores.”* – EN 12057, 2006.

O controlo efetuado na fábrica divide-se nos seguintes estágios:

- Ensaio de tipo inicial – visam o estudo das características técnicas do produto;
- Controlo dos trabalhos na fábrica – visa o controlo do material nas diversas etapas de serragem e acabamento do produto tendo em conta os processos e utensílios utilizados, passando ainda pela manutenção da maquinaria;
- Ensaio de controlo de qualidade – ensaios de controlo visual e dimensional;
- Controlo da produção – visa controlar o fluxo de material que entra e sai da fábrica.

A tarefa da estagiária neste processo foi aplicar as normas de qualidade em todos os ladrilhos de diversas dimensões, de acordo com a Norma EN 12057, 2006 – Produtos de Pedra Natural (Ladrilhos modulares - Requisitos), tendo ainda como função desenvolver uma metodologia prática de controlo de produção e marcação do ladrilho criando um elo de ligação entre a produção na fábrica e os serviços comerciais.

6.1 – Ensaio de tipo inicial

A empresa comercializa diversos tipos de rocha, contudo a realização de ensaios tipo inicial apenas é feita no material proveniente das pedreiras próprias. Toda a pedra adquirida pela empresa para posterior transformação nas suas instalações deverá ser acompanhada por ficha técnica facultada pelo fornecedor. Os tipos de mármore provenientes das pedreiras da empresa e que se destinam à produção de ladrilho são essencialmente o Rosa Borba e o Estremoz Creme.

A tabela 6.1 apresenta as características técnicas estudadas através dos diferentes ensaios de descrição petrográfica e físico-mecânica, tendo como base os métodos descritos nas respetivas normas.

Tabela 6.1 – Características técnicas do material.

Normas de referência utilizadas:	EN 1469:2004 – Produtos em pedra natural – Placas para revestimentos de paredes. EN 12057:2004 – Produtos em pedra natural – Ladrilho modular. EN 12058:2004 – Produtos em pedra natural – Placas para pavimentos e degraus.		
Caraterísticas avaliadas	Rosa Borba	Estremoz Creme	Método de Ensaio
Descrição petrográfica	Mármore calcítico	Mármore calcítico	EN 12407
Resistência à flexão sob carga centrada	V.M. = 12,9 MPa	V.M. = 16,1 MPa	NP EN 12372
	V.M.E. = 9,3 MPa	V.M.E. = 13,5 MPa	
	D.P. = 1,9	D.P. = 1,3	
Resistência à flexão sob carga centrada após o ensaio gelo / degelo	V.M. = 15,2 MPa	V.M. = 14,2 MPa	EN 12371 NP EN 12372
	V.M.E. = 14,0 MPa	V.M.E. = 11,6 MPa	
	D.P. = 0,6	D.P. = 1,4	
	Nº de Ciclos = 48	Nº de Ciclos = 56	
Resistência às ancoragens	DND	V.M. = 2 300 N V.M.E. = 1435 N D.P. = 655	EN 13364
Determinação da absorção de água à pressão atmosférica normal	V.M. = 0,1 %	V.M. = 0,1 %	EN 13755
Determinação da massa volúmica aparente	V.M. = 2 710 kg/m ³	V.M. = 2 710 kg/m ³	EN 1936
Determinação da porosidade aberta	V.M. = 0,2 %	V.M. = 0,2 %	EN 1936
Comportamento ao fogo	A1	A1	EN 13501-1
Absorção de água por capilaridade	DND	DND	NP EN 1925
Resistência ao envelhecimento por choque térmico	Varição da massa (V.M.) = 0,02 %	Varição da massa (V.M.) = - 0,01 %	EN 14066
	Varição do módulo de elasticidade dinâmico (V.M.) = 21,5 %	Varição do módulo de elasticidade dinâmico (V.M.) = 29,7 %	
Resistência à compressão	DND	V.M = 85 MPa	EN 1926
		V.M.E. = 72 MPa	
		D.P. = 7	
Resistência à compressão após ensaio de gelo / degelo	DND	V.M = 90 MPA	EN 1926
		V.M.E. = 66 MPa	
		D.P. = 13	
		N. Ciclos = 56	
Permeabilidade ao vapor	DND	DND	EN 12524
Resistência ao desgaste por abrasão	V.M. = 24,5 mm	V.M. = 21,5 mm	EN 14157
	T. A. = Serrado	T. A. = Polido	
Resistência ao escorregamento	Condições secas	Condições secas	EN 14231
	V.M. = 76 USRV	V.M. = 32 SRV	
	Condições húmidas	Condições húmidas	
	V.M. = 66USRV	V.M. = 3 SRV	
	T. A. = Serrado	T. A. = Polido	

Notas:

V.M. - Valor médio

V.M.E. - Valor mínimo esperado

D.P. - Desvio padrão

T.A. - Tipo de acabamento

DND - Desempenho não determinado

A1 – Não combustível

É necessário ter em conta que tratando-se de um produto de origem natural, podem ocorrer variações de tonalidade no mesmo tipo de rocha, embora as diferenças nas características apresentadas na tabela 6.1 não sejam consideravelmente afetadas.

A ficha técnica do produto é remetida ao cliente antes da entrega do material e sempre que este a solicitar.

6.2 - Controlo dos trabalhos na fábrica

Em todas as etapas de transformação existentes na fábrica existe um controlo da produção através de impressos específicos para cada estágio. As folhas de controlo de produção de toda a fábrica encontram-se expostas nos anexos V, VI, VII, VIII e IX.

No respeitante à produção de ladrilho, os funcionários preenchem dois impressos distintos, um relativo aos abrasivos utilizados e outro relativo à produção (anexo VI).

No impresso relativo à produção de ladrilho, o funcionário deve indicar o número do bloco correspondente ao material em polimento, o número de peças polidas e as medidas de destino. Através destas características a estagiária quantifica os m² polidos, calculando o rendimento através das perdas de material entre o bloco, a serragem e o polimento.

6.3 - Controlo de qualidade do ladrilho

Os parâmetros avaliados no controlo dimensional são: o comprimento, a largura, a espessura, a planeza, a esquadria das faces vistas e a esquadria dos topos.

- Comprimento e largura – IT.01;
- Espessura – IT.02;
- Planeza – IT.03;
- Esquadria das faces vistas e dos topos – IT.04;
- Localização de orifícios de ancoragens (só se aplica nas placas para revestimentos de parede) – IT.05;
- Aspeto visual.

Para garantir a qualidade do material é feito um controlo visual e dimensional diário de várias peças de lotes distintos em produção, tendo como guia de frequência a tabela 6.2, sendo executadas, no mínimo, quatro medições diárias.

Tabela 6.2- Frequência de controlo dimensional de ladrilho (PL 03.01)

Local	Verificação/ Inspeção/ Ensaio	Norma de Referência	Instruções de trabalho / Métodos	Frequência Mínima	Observações/ Critérios de Aceitação
Produto acabado	Comprimento e largura	EN 13373	IT.01	2 peças /dia ou 2 peças no início de cada obra ou sempre que o equipamento seja intervencionado.	Em caso de não conformidade procede-se à medição de 3 peças no parâmetro não conforme. Abre-se um PAM (Pedido de Ação de Melhoria) e regista-se o problema detetado. Se o problema persiste procede-se à verificação do lote, regulação do equipamento e voltam a medir-se 3 peças. As peças são retificadas, caso seja possível. Caso não seja possível a retificação, as peças não conformes são desviadas para outro tipo de utilização ou são rejeitadas e identificadas como tal.
	Espessura		IT.02		
	Esquadria das faces vistas e dos topos		IT.04		
	Planeza		IT.03		
	Orifícios (quando aplicável)		IT.05		
Produto acabado/pr odução em curso	Inspeção visual	EN1469 EN12057 EN12058	Visual	Todas as peças.	As peças não conforme são desviadas para outro tipo de utilização ou rejeitadas.

Os equipamentos utilizados para o controlo dimensional dos produtos são os seguintes (Fig. 6.1):

- Paquímetros (600 e 150 mm) com precisão 0,05 mm;
- Régua metálica flexível / fita métrica, com pelo menos 1000 mm, com precisão 0,5 mm;
- Régua metálica de secção retangular;
- Conjunto de calços finos (palpa folgas), com precisão 0,05 mm;
- Esquadro de braços com comprimento ≥ 100 mm;



Figura 6.1 – a) Paquímetro 600 mm; b) Paquímetro 600 e 150 mm; c) Esquadro de braços com comprimento ≥ 100 mm; d) Conjunto de calços finos; e) Fita métrica; f) Régua metálica de secção retangular.

O controlo visual e dimensional é registado na ficha de controlo dimensional Modelo 03.01, apresentada na figura 6.2.

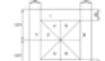
Plácido José Simões, S.A. Marble - Granites		FICHA DE CONTROLO DIMENSIONAL				
Controle de Obra/Lote N.º _____		Dimensão _____ x _____ x _____ (mm)				
Parâmetros a Verificar	Resultados			Conforme		
				Sim	Não	
Comprimento (mm)	1.	2.	3.			
Largura (mm)	1.	2.	3.			
Espessura (mm)	1.	2.	3.			
	4.	5.	6.			
	7.	8.				
Planeza (mm)	1.	2.	3.			
	4.	5.	6.			
	7.	8.				
Esquadria das faces vistas (mm)	1.	2.				
Esquadria dos topos (mm)	1.	2.	3.			
	4.	5.	6.			
	7.	8.	9.			
	10.	11.	12.			
Controlo Visual						
Responsável _____		Data ____/____/____				
Mod.03.01						

Figura 6.2 – Ficha de controlo dimensional de ladrilho (Modelo 03.01).

A margem de erro aceitável nas diversas medições de ladrilho modular encontra-se descrita na tabela 6.3, referente à norma 12057 – Ladrilhos modulares.

Tabela 6.3 - Margem de erro para ladrilho modular.

Comprimento	Não calibrados	Calibrados
Largura	± 1 mm	± 0,5 mm
Espessura	± 1,5 mm	± 0,5 mm
Planeza (apenas para superfícies polidas ou amaciadas)	0,15 %	0,10%
Esquadria	0,15 %	0,10 %

Sempre que se verificar a existência de um produto que não se enquadre nas características padrão, não passível de ser corrigido de imediato, deve ser rejeitado ou encaminhado para outro destino. O responsável pela produção, neste caso o encarregado, deve ser imediatamente

informado da ocorrência, de forma a decidir relativamente às ações a tomar de modo a corrigir o problema.

O produto não conforme é registado no Mod.11 – Pedido de Ação de Melhoria (PAM), apresentado no anexo III.

6.3.1 – Comprimento e largura (IT.01)

Objetivo

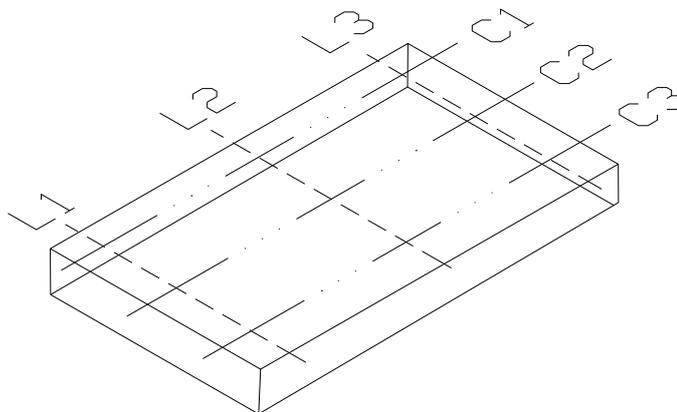
- Verificar a uniformidade do comprimento e largura da peça em produção.

Aparelhos e utensílios:

- Obra por medida – régua metálica com precisão de 0,5 mm.
- Ladrilho modular/peças até 600 mm – paquímetro com nónio com precisão de 0,05 mm.

Procedimento de medição:

- São efetuadas três medições por face (Fig. 6.3);
- Todas as medidas são arredondadas à décima de milímetro;
- Os valores das medições são registados na ficha de controlo dimensional (Mod 03.01).



Legenda:
L – Largura
C – Comprimento

Figura 6.3 – Esquema da medição do comprimento e largura.

6.3.2 – Espessura (IT.02)

Objetivo

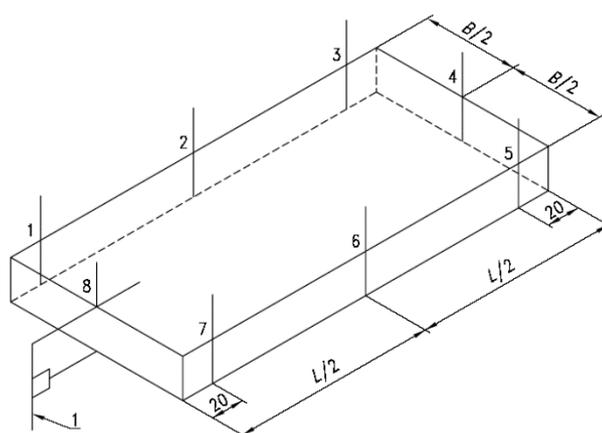
- Verificar a uniformidade da espessura da peça em produção.

Aparelhos e utensílios

- Paquímetro com nónio com precisão de 0,05 mm.

Procedimento de medição

- As medições são efetuadas em oito locais da peça de acordo com a figura 6.4;
- Todas as medidas são arredondadas à décima de milímetro;
- Os valores das medições são registados na ficha de controlo dimensional (Mod 03.01).



Legenda:
1 – Posição do paquímetro
L - Comprimento do elemento
B - Largura do elemento

Figura 6.4 – Medição da espessura de produtos acabados em oito locais.

6.3.3 – Planeza (IT.03)

Objetivo

- Verificação da planeza para um acabamento de superfície regular - medição dos desvios de planeza para os elementos com topos serrados e com acabamento de superfície amaciado ou polido.

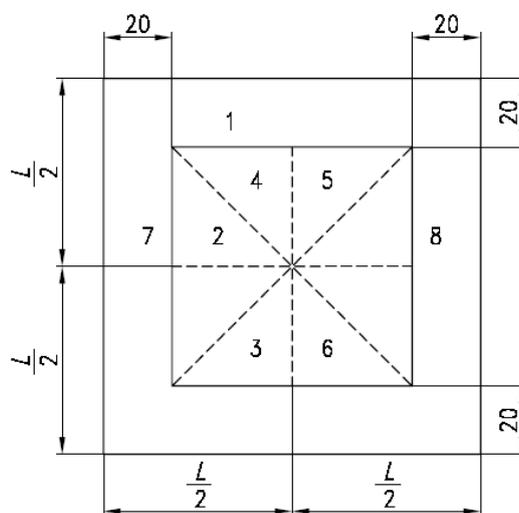
Aparelhos e utensílios

- Régua metálica de secção retangular, com comprimento pelo menos igual ao do elemento a ser medido (máximo 1500 mm);
- Conjunto de calços finos com precisão de 0,10 mm.

Procedimento de medição

- Colocar a régua metálica sobre a peça a ser medida;
- Verificar com o conjunto de calços finos calibrados se a distância entre a aresta da régua e a peça é inferior ao que está estipulado nas normas dos produtos.

- Se o valor encontrado for inferior, regista-se “ok” no Mod. 03.01. Caso isto não se verifique, regista-se o valor encontrado, rejeita-se a peça e abre-se um processo PAM.
- As medições realizam-se em oito posições, de acordo com a figura 6.5.



Legenda
L - comprimento do elemento

Figura 6.5 – Esquema das posições para a medição do desvio de planeza.

6.3.4 – Esquadria das faces vistas (IT.04)

Objetivo

- Verificação da esquadria das faces vistas - medição da diferença, no plano da face à vista, entre o ângulo formado por dois topos adjacentes e um ângulo reto.

Aparelhos e utensílios

- Esquadro com braços de comprimento ≥ 600 mm.
- Conjunto de calços finos com precisão de 0,10 mm.

Procedimento de medição

- O elemento é colocado entre os braços de um esquadro;
- Verificar, utilizando um conjunto de calços calibrados, se a distância entre a aresta superior de cada face e o braço do esquadro é inferior ao que está estipulado nas normas dos produtos;
- Se o valor encontrado for inferior, regista-se “ok” no Mod. 03.01. Caso isto não se verifique, regista-se o valor encontrado, rejeita-se a peça e abre-se um processo PAM;
- A medição é efetuada em dois cantos diagonalmente opostos de acordo com a figura 6.5.

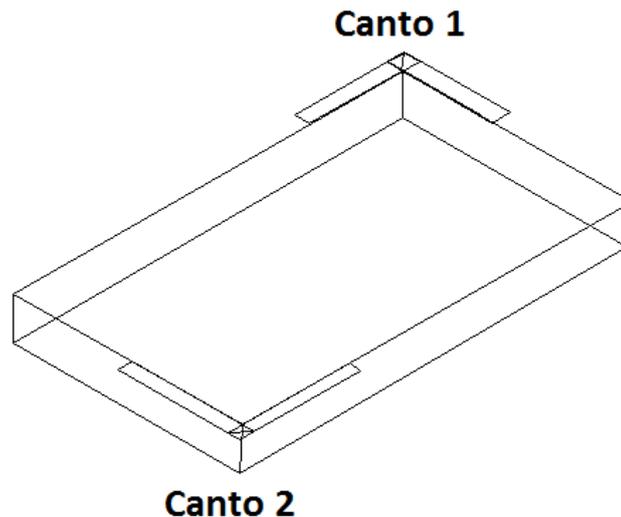


Figura 6.6 – Esquema da medição do desvio de esquadria das faces.

6.3.5 – Esquadria dos topos (IT.04)

Objetivo

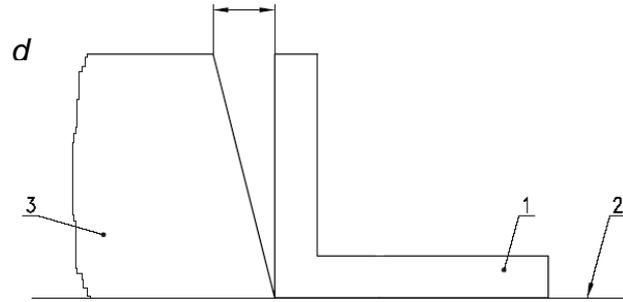
- Verificação da esquadria dos topos - medição da diferença, para um ângulo reto, do ângulo formado pelo plano de cada topo e pelo plano da face vista em elementos com topos serrados.

Aparelhos e utensílios

- Esquadro com braços de comprimento ≥ 600 mm.
- Conjunto de calços finos com precisão de 0,10 mm.

Procedimento de medição

- Colocar o elemento a ser medido sobre uma superfície de referência;
- Verificar, utilizando um conjunto de calços calibrados, se a distância entre a aresta superior de cada topo e o braço do esquadro é inferior ao que está estipulado nas normas dos produtos (Fig. 6.6);
- Se o valor encontrado for inferior, regista-se “ok” no Mod. 03.01. Caso isto não se verifique, regista-se o valor encontrado, rejeita-se a peça e abre-se um processo PAM;
- Efetuar a medição em doze posições conforme a figura 6.7.



Legenda:

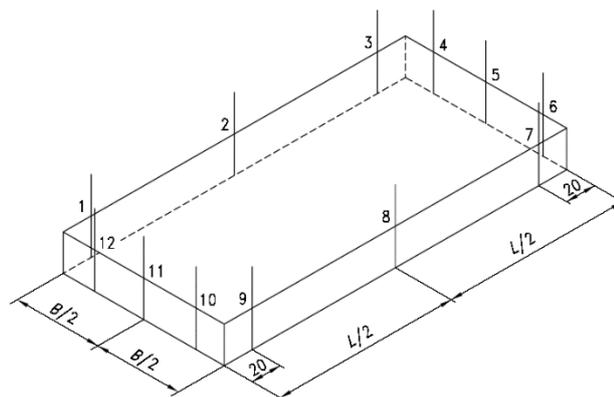
d - Distância medida

1 - Esquadro

2 - Superfície de referência

3 - Elemento a ser verificado

Figura 6.7 – Esquema da medição do desvio de esquadria dos topos (utilizando uma superfície de referência e um esquadro).



Legenda:

L - Comprimento do elemento

B - Largura do elemento

Figura 6.8 – Posições de medição do desvio de esquadria dos topos.

6.3.6 – Controle visual

O controle visual visa analisar a peça garantindo que o acabamento do material se encontra perfeito para cada caso isolado dependendo da futura aplicação.

O brilho da peça, a homogeneidade do polimento em toda a superfície e a verificação de inexistência de arestas partidas são alguns dos aspectos mais importantes a ter em conta.

A qualidade e adequada seleção do material por caixote são também submetidas a uma análise e controle visual.

6.4 – Controlo da produção de ladrilho

Após o encaixotamento do material procede-se à identificação e marcação do produto com um número de série. Esta marcação é efetuada no caixote através de um cartão de identificação elaborado particularmente para cada um, tendo em conta as características do material (Fig. 6.8 e Fig. 6.9). O cartão de identificação, após devidamente cortado, é plastificado de modo a aumentar a sua durabilidade.

No cartão de identificação deve constar as características básicas do material existente no caixote: número de série, número de peças, medidas do ladrilho, qualidade do material, metros quadrados e, quando existentes, o número de caixas. Consta ainda no referido cartão de identificação o local de fabrico e o nome da empresa.

É ainda colocado um carimbo (“MADE IN PORTUGAL) na lombada de cada ladrilho para atestar que se trata de um produto produzido em Portugal.

 Plácido José Simões, S.A. Marble - Granites	Nº 140005
Rua Marquês de Marialva, 51 7150-133 Borba - PORTUGAL e-mail: pis@pisimoes.com	
Nº Peças: 53	Material: Rosa Borba
Medidas: 60x60x2 (cm)	M2: 19.08 m ²
Nº caixas: —	MADE IN PORTUGAL
Mod.11.01	Data: 07/01/2014



Figura 6.9 – Cartão de identificação

Figura 6.10 – Lote identificado.

As características de cada caixote, bem como o número atribuído ao mesmo, são introduzidas em duas bases de dados distintas aquando da sua marcação. Uma das bases de dados é destinada à impressão e arquivo, possuindo apenas as características existentes no cartão de identificação e o tipo de material. A outra base de dados destina-se ao controlo comercial sendo as características que constam nessa base de dados as seguintes (Fig. 6.10):

- Ano de produção;
- Data de marcação;
- Origem do material (se se trata de ladrilho resultante de blocos transformados na fábrica (F) ou se é material de terceiros (T));
- Número de série do caixote;
- Metros quadrados;
- Dimensões do ladrilho;
- Fornecedor;
- Valor de compra (caso se trate de material de terceiros);

- Destino e data de saída (ex. de venda: V10/14);
- Número da fatura referente à venda;
- Cliente;
- Valor da venda;
- Valor comercial;
- Qualidade do material;
- Tipo de material.

Ano	Data	Origem	Caixote#	M2	Dimensões	Fornecedor	V Compra	Destino	Fact	Cliente	V Venda	Exor1	Qualidade	Tipo
2014	31/Out/14	F	140994	19,080	30x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	140995	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	140996	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	140997	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	140998	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	140999	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	141000	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	141001	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	141002	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	141003	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00							
2014	31/Out/14	F	141004	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141005	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141006	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141007	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141008	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141009	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141010	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141011	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141012	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141013	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141014	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141015	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141016	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141017	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141018	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141019	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141020	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141021	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141022	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141023	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141024	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141025	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141026	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141027	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141028	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141029	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141030	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
2014	31/Out/14	F	141031	18,720	60x30x2	Fábrica	0,00				0,00			
Total														

Figura 6.11 – Excerto da base de dados de controlo comercial.

Após concluído um lote de caixotes (de 28 a 30 caixotes) este é fotografado de modo a poder ser apresentado aos clientes. Cada caixote pode ainda ser fotografado com três amostras expostas, de modo a comprovar a boa seleção dos mesmos.

Este processo é fundamental para transmitir aos serviços comerciais a qualidade e quantidade de material existente na fábrica disponível para venda.

Como já foi referido, para além do ladrilho, todo o material que entra na fábrica, seja de que natureza for, é controlado através números de série e folhas de produção específicas para cada estágio de transformação. Deste modo, conjugando todas as etapas, para além do controlo do fluxo de produção, é ainda possível quantificar perdas e custos associados a cada processo de transformação, bem como o ritmo e desempenho de cada funcionário, sendo possível identificar quebras na produção e eventuais defeitos técnicos a ela associados.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluído o estágio, pode declarar-se que o objetivo inicial foi cumprido na íntegra, tendo sido complementado com outras tarefas entregues à estagiária por parte da empresa Plácido José Simões, S.A.

Na pedreira, o acompanhamento dos trabalhos e colaboração nos mesmos serviu para consolidar e apreender conhecimento, pois cada operação realizada é distinta e deve ser cuidadosamente estudada de modo a garantir a melhor execução dos trabalhos, tendo em conta as características do maciço. A descrição de todas as operações acompanhadas, equipamentos e estratégias adotadas foi possível devido à colaboração dos trabalhadores da empresa.

Quanto aos rendimentos calculados a partir das massas desmontadas durante a permanência da estagiária na pedreira, que apontam para cerca de 6 %, deve referir-se que se trata de um baixo rendimento. Contudo, este resultado é aceitável, devendo-se ao facto da pedreira se encontrar a realizar trabalhos de abaixamento de piso, sendo por isso selecionada a zona de pior qualidade e a mais fraturada. Segundo dados da empresa, o rendimento normal da pedreira Carrascal JS ronda os 9 %, que embora ainda seja um valor considerado baixo, está de acordo com os dados da região onde se encontra a pedreira.

Quanto à blocometria, foi possível quantificá-la como razoável, sendo a maioria dos blocos de tamanhos pequenos a médios, destinando-os maioritariamente à produção de ladrilho.

No respeitante ao estudo de alargamento de pedreira considera-se o avanço da exploração na área estudada economicamente rentável, prevendo-se a exploração de uma área de cerca de 1430 m². Considerando a existência de material comercializável, visível nos taludes até profundidades na ordem dos 90 m, prevê-se um volume de material extraído de no mínimo, 128.880 m³, o que aumentará o tempo de exploração da pedreira em cerca de oito anos, considerando uma exploração média anual de 15.000 m³. Tendo em conta o rendimento médio da pedreira (9%), o volume de blocos ornamentais estimados é cerca de 11.599 m³.

Posto isto, apontam-se apenas questões referentes ao desmantelamento de instalações e remoção da camada superficial de mármore dolomitizados, que embora de fácil remoção irá acarretar custos iniciais consideráveis.

Analisando a sondagem efetuada e os taludes expostos, prevê-se a existência de material de blocometria média a alta aceitável para a transformação em chapa. Quanto à qualidade cromática o material existente na sondagem é maioritariamente composto por tons claros que variam do creme ao rosa, sendo uma mais-valia no sector económico atual.

Ainda relativamente à pedreira, é necessário destacar a boa implementação de medidas de higiene, segurança e saúde, apontando apenas para o número reduzido de trabalhadores,

situação que leva a que estes se encontrem sozinhos a realizar algumas tarefas, com riscos associados. Sugere-se a reimplantação de walkie-talkies nesta zona de trabalhos.

Na unidade de transformação foi feita a descrição dos trabalhos fabris quer na produção de ladrilho quer na produção de chapa, tendo sido a cooperação dos trabalhadores fundamental nesta fase.

Ainda na unidade de transformação, a realização do inventário de blocos e ladrilho e posterior implementação do sistema de controlo de produção de ladrilho, aplicando toda a metodologia referente à marcação CE no produto referido, contribuiu para a realização de uma base de dados que permitiram a criação de um elo de ligação entre o sector fabril e os serviços comerciais. Deste modo possibilitou-se uma melhor gestão dos fluxos de material e dos stocks disponíveis para venda.

Finalmente resta referir que a realização do presente estágio na empresa Plácido José Simões, S.A. foi uma experiência enriquecedora pois dada a estrutura e boa organização da empresa foi possível implementar novos processos, complementando a vertente da exploração com a transformação e comercialização do mármore.

A diversidade das tarefas executadas e o acompanhamento regular dos trabalhos permitiu aplicar, adquirir e consolidar conhecimentos sobre diversos temas, certamente aplicáveis no futuro profissional da estagiária.

BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, D.; GOÍNHAS, J.; OLIVEIRA, V.; RIBEIRO, A. (1971) – *“Observações sobre a geologia do sul de Portugal e consequências metalogenéticas”*. Estudos, Notas e Trabalhos do SFM 20/1-2, 153-199.
- CARVALHO, J. *et al.* (2008) – *“Cartografia Temática do Anticlinal: Zona dos Mármore”*. CEVALOR. INETI. FEDER. Lisboa. 36p.
- CARVALHOSA, A.; GONÇALVES, F.; OLIVEIRA, V. (1987) - *“Notícia Explicativa da Folha 36-D, Redondo, da Carta Geológica de Portugal”*. Serviços Geológicos de Portugal.
- CEVALOR (2003) – *“Avaliação Geoeconómica da pedreira Carrascal JS”*. Relatório para a empresa Plácido José Simões, S.A. 61p.
- FACTOR SEGURANÇA, LDA – *“Sinalização de Segurança e Saúde”* - TECNOMETAL n.º 143 (Novembro/Dezembro de 2002), 9p.
- GONÇALVES, F. (1972) – *“Observações sobre o anticlinório de Estremoz. Alguns aspectos geológico-económicos dos mármore”*. Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min., Porto, Vol. 22, Fasc. 1-2, pp. 121-132
- GUERREIRO, H. (2000) – *“Exploração Subterrânea de Mármore – Aspectos Geotécnicos”*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Georrecursos - Área de Geotecnia. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 231p.
- LOPES, L. (1995) – *“Caracterização Geológica – Estrutural do flanco sudoeste do Anticlinal de Estremoz e suas implicações económicas”*. Mestrado em Geologia Dinâmica Interna. D.G.F.C.U.L. 5p.
- LOPES, L. (2003) - *“Contribuição para o conhecimento Tectono-Estratigráfico do NE Alentejano, transversal Terena-Elvas – Implicações económicas no aproveitamento de rochas ornamentais existentes na região”*. Dissertação para a obtenção do grau de Dr. na especialidade de Geologia Estrutural. Departamento de Geociências da Universidade de Évora, 568p.
- LOPES, L. & SILVA, J. B. - *“Controle estrutural e constrangimentos geológicos na exploração de mármore no anticlinal de Estremoz – Alentejo – Portugal”*. (Lopes, L. - Universidade de Évora) (Silva, J. B - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa). 5p.

LOPES, L. & MARTINS, R. (2010), - *“Aspectos da geologia e exploração de mármore em Vila Viçosa: Património geológico e mineiro a preservar, Callipole Nº18, Vila Viçosa”* pp 255 - 275.

MIDÕES, C; FALÉ, P; HENRIQUES, P; VINTÉM, C – *“Alguns indicadores geológicos e ambientais indispensáveis ao reordenamento da actividade extractiva - O caso do Anticlinal de Estremoz”*. INETI - Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação. 18p.

OLIVEIRA, J. T.; OLIVEIRA, V. M.; PIÇARRA, J. M. (1991) – *“Traços Gerais da Evolução Tectono-Estratigráfica da Zona de Ossa – Morena, em Portugal”*. Cuadernos Lab. Xeológico de Laxe. Coruña. Vol. nº 16. pp. 221-250.

OLIVEIRA V. (1984) – *“Contribuição para o conhecimento geológico-mineiro da região de Alandroal-Juromenha (Alto Alentejo).”* Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min., Porto, 26: 103-126.

PEREIRA, M.F., SOLÁ, A.R., CHICHORRO, M., LOPES, L., GERDES, A., SILVA, J.B. (2012) - *“North-Gondwana assembly, break up and paleogeography: U–Pb isotope evidence from detrital and igneous zircons of Ediacaran and Cambrian rocks of SW Iberia”*, Gondwana Research (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2012.02.010>.

Legislação consultada:

- Decreto-lei nº106, 8 Maio de 2002;
- Decreto-lei nº 340/2007 de 12 de Outubro;
- Decreto-lei 102/2009 de 10 de Setembro, atualizado pelo decreto-lei 3/2014 de 28 de Janeiro.

Sítios na Internet:

<http://www.pjsimoes.com>

(esta pagina foi deixada em branco propositadamente)

ANEXOS

ANEXO I

Recolha de dados para inventário de blocos e ladrilho

ANEXO II

Folhas de controlo de produção

Mod.03.01 – Dimensão de peças



Controle de Obra/Lote N.º _____ Dimensão _____ x _____ x _____ (mm)

Parâmetros a Verificar	Resultados			Conforme		
				Sim	Não	
Comprimento (mm)	1.	2.	3.			
Largura (mm)	1.	2.	3.			
Espessura (mm)	1.	2.	3.			
	4.	5.	6.			
	7.	8.				
Planeza (mm)	1.	2.	3.			
	4.	5.	6.			
	7.	8.				
Esquadria das faces vistas (mm)	1.	2.				
Esquadria dos topos (mm)	1.	2.	3.			
	4.	5.	6.			
	7.	8.	9.			
	10.	11.	12.			
Controlo Visual						

Responsável _____ Data ____/____/____

ANEXO III

Folhas de controlo de produção

Mod.04.01 – Impresso PAM



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

PEDIDO DE ACÇÃO DE MELHORIA (PAM)

Data: ____/____/____

PAM n.º ____/____

Origem

Inspecção de chapas Em produção Inspecção Final Reclamação de Cliente

Descrição da Não Conformidade

Inspecção Visual

Mau Acabamento _____

Cantos Partidos _____

Biseis _____

Peças Partidas _____

Controlo Dimensional

Comprimento Largura Espessura Planeza Esquadria

Outros

Causa

Equipamento _____

Inspecção em curso _____

Matéria-prima _____

Outras _____

Correcção

Verificação da Eficácia da acção de correcção

Conforme Não Conforme

Responsável: _____ Data: ____/____/____

ANEXO IV

Mod.08.01 – Manutenção de Maquinaria



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

REGISTO DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS / EQUIPAMENTOS

Nome do Equipamento: _____

DATA	RESPONSÁVEL	MANUTENÇÃO CORRECTIVA		MANUTENÇÃO PREVENTIVA	DESCRIÇÃO DAS ACÇÕES (CORRECTIVAS E PREVENTIVAS)
		AVARIA DETECTADA			
__/__/__				Lubrificação Manutenção eléctrica Manutenção mecânica Limpeza Alinhamento e calibração dos discos Outras	
__/__/__				Lubrificação Manutenção eléctrica Manutenção mecânica Limpeza Alinhamento e calibração dos discos Outras	
__/__/__				Lubrificação Manutenção eléctrica Manutenção mecânica Limpeza Alinhamento e calibração dos discos Outras	
__/__/__				Lubrificação Manutenção eléctrica Manutenção mecânica Limpeza Alinhamento e calibração dos discos Outras	
__/__/__				Lubrificação Manutenção eléctrica Manutenção mecânica Limpeza Alinhamento e calibração dos discos Outras	

ANEXO V

Folhas de controlo de produção

Mod.18.01 – Máquina de ponte

ANEXO VI

Folhas de controlo de produção

Mod.20.01 – Polidora de ladrilho

e

Mod.19.01 – Controlo de abrasivos



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

Polidora - Diamantes

Tempo	Nº Peças	Medidas de Destino	M2	Tipo de Material
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				
Das ___ / ___ Até às ___ / ___				

Tempos Mortos e Outros Trabalhos

Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___

Mod. 20.01

DATA: ___ / ___ / ___ **OPERÁRIO:** _____



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

Polidora - Abrasivos

Tempo

Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___

Tempos Mortos e Outros Trabalhos

Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___
Das ___ / ___ Até às ___ / ___

Abrasivos

Cabeça	Tipo	Quantidade	Horas

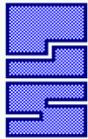
Abrasivos

Cabeça	Tipo	Quantidade	Horas

ANEXO VII

Folhas de controlo de produção

Mod.22.01 – Engenhos multilâminas



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

Folha de Serragem

Nº de bloco (Fábrica)					
Proveniência					
Nº de Serragem					
Medidas fora-a-fora					
Comprimento (m)					
Largura (m)					
Espessura (m)					
Nº de Engenho					
Início da serragem (Horas)					
Dia					
Hora					
Lâminas					
Fim da serragem (Horas)					
Dia					
Hora					
Quantidade de chapas					
Identificadas com os nºs	De—-Até—- De—-Até—- De—-Até—-	De—-Até—- De—-Até—- De—-Até—-	De—-Até—- De—-Até—- De—-Até—-	De—-Até—- De—-Até—- De—-Até—-	De—-Até—- De—-Até—- De—-Até—-
Medidas Comerciais	—x—x— —x—x— —x—x— —x—x— —x—x—	—x—x— —x—x— —x—x— —x—x— —x—x—	—x—x— —x—x— —x—x— —x—x— —x—x—	—x—x— —x—x— —x—x— —x—x— —x—x—	—x—x— —x—x— —x—x— —x—x— —x—x—
Nº de chapas com defeitos					
Operário					

ANEXO VIII

Folhas de controlo de produção

Mod.22.01 – Talha-blocos



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

Talha Blocos

Controlo do Processo #P6

Tempo	Ref.*	Bloco n.º	Medidas fora a fora	Nº Peças	Medidas de Destino	M2	Tipo de Material	Observações
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								
Das ___ / ___ ás ___ / ___								

Total de M2 **M2**

- * Z=Zorra
- M=Mudança de Disco
- D=Decapagem
- A=Avaria
- P=Produção
- O = Outros Tempos Mortos
- C=Cimento

DATA: ___ / ___ / ___
OPERÁRIO: _____

ANEXO IX

Folhas de controlo de produção

Mod.22.01 – Polidora de Chapa



Plácido José Simões, S.A.
Marble - Granites

Polidora de Chapa

Controlo do Processo AP7

Tempo	Bloco	Nº Chapas	Medidas de Destino	M2	Tipo de Material
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					
Das ___ / ___ Até às ___ / ___					

Tempos Mortos e Outros Trabalhos		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		
Das ___ / ___ Até às ___ / ___		

Abrasivos			
Cabeça	Tipo	Quantidade	Horas

DATA: ___ / ___ / ___ OPERÁRIO: _____