

Marco Aurélio dos Reis Francisco

SISTEMAS DE DESMONTE CARGA E TRANSPORTE

Estudo na Pedreira da Malaposta

Carga e Transporte



622(047.3)
LEMG 2001/FRAm

Relatório de Estágio
Fiães 2002

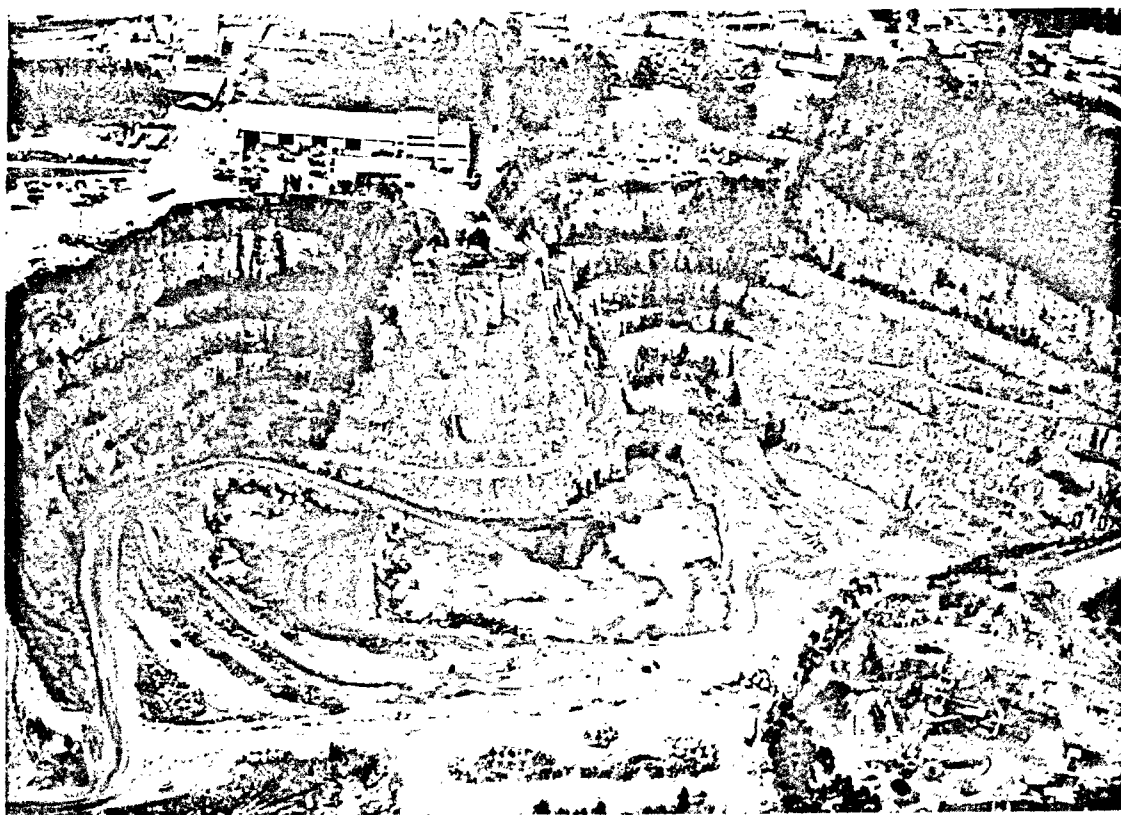

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu


prodep III
Mais Educação

Marco Aurélio dos Reis Francisco

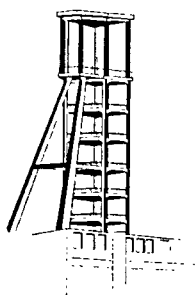
SISTEMAS DE DESMONTE CARGA E TRANSPORTE

Estudo na Pedreira da Malaposta



Relatório de Estágio
Fiães 2002





Faculdade de
Engenharia da
Universidade
do Porto

Departamento
de Minas



IRMÃOS CAVACO, S.A.

Sistemas de Desmonte Carga e Transporte na Pedreira da Malaposta

**Relatório de Estágio
de**

Marco Aurélio dos Reis Francisco

Rua Principal Chousa de Baixo, 667, 4505-372 Fiães V.F.R.
Abril de 2002

“A ciência é construída com factos, tal como uma casa é construída com pedras. Mas um conjunto de factos não é uma ciência, da mesma forma que um monte de pedras não é uma casa.”

Poincaré, Jules Henry
Matemático francês

ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS	1
1.1 – Termos de referência	3
1.2 – Abordagem	4
1.3 – Estrutura do relatório	6
2 – MÉTODOS DE EXPLORAÇÃO	7
A - DESMONTE POR EXPLOSIVOS	9
2.1 - Escolha da Frente	10
2.2 - Marcação dos Furos	14
2.3 – Perfuração	15
2.4 - Carregamento dos furos	20
2.5 - Detonação da frente	24
B – CARGA DE DUMPERS E DE CAMIÕES	33
2.6 - Manuseamento e carga	35
C – TRANSPORTE EM DUMPER ATÉ AOS PRIMÁRIOS	41
2.7 - Transporte em Dumper	42
3 – ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS	45
4 – CONCLUSÕES	50
5 – BIBLIOGRAFIA	52
6 – ANEXOS	54

Introdução e objetivos

INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O presente relatório retrata o estágio profissional realizado na empresa Irmãos Cavaco SA, na sequência da conclusão da Licenciatura em Engenharia de Minas, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), que decorreu entre os anos de 1996 e 2001. Este estágio foi realizado no âmbito do Programa Operacional de Desenvolvimento Educativo para Portugal (PRODEP III), sendo subordinado ao tema "Sistemas de Desmonte Carga e Transporte na Pedreira da Malaposta". Este teve duração de 6 meses, findando em Março do presente ano.

Apresentação da empresa

A Sociedade Irmãos Cavaco, S.A., é uma empresa com 25 anos de existência, empregando cerca de 275 trabalhadores, sendo caracterizada pela diversificação das suas áreas de actividade, desde a exploração de pedreiras, à execução de obras públicas, captação de águas e finalmente à imobiliária.

Afirmou-se no mercado das obras públicas tendo realizado trabalhos em todo o país para clientes exigentes como a Direcção Geral de Portos (DGP), Instituto Marítimo Portuário (IMP), Administração de Portos de Douro e Leixões (APDL), Direcção Geral dos Recursos Naturais (DGRN), Administração do Porto de Aveiro, S.A. (APA), Instituto Portuário do Sul (IPS), Instituto Portuário do Norte (IPN), Instituto para a Conservação e Exploração da Rede Rodoviária (ICERR). Uma carteira de clientes com um número sempre crescente continuam a depositar a sua confiança na qualidade desta empresa.

Para ir de encontro às exigências dum mercado aberto e onde a competitividade é uma palavra chave, Irmãos Cavaco assenta a sua política em algumas linhas mestras:

Capacidade produtiva

- quadro técnico jovem, de elevada qualificação profissional, com programa de formação contínua;
- frota de equipamento em constante modernização que permite controlar as tarefas críticas dos trabalhos em que se envolve;

Qualidade

- política de qualidade de que a certificação segundo a ISO 9002 é o corolário;
- filosofia sistematicamente transmitida pela cadeia hierárquica de "melhoria constante" da qualidade de serviços prazos e imagem;

Política económica e financeira de rigor

- estruturação de capitais próprios e meios financeiros adequados;
- relacionamento com fornecedores assente numa política de disciplina e rigor;
- reforço da organização ao nível dos sistemas de decisão e controlo;

Política de segurança

- enquadramento sanitário adequado a todos os funcionários;
- sistema de formação contínua e monitorização do cumprimento de normas e regras;
- investimento sistemático em sistemas e equipamentos de protecção;

Política ambiental

- Redução do impacto visual com a manutenção e plantação de árvores;
- Lavagem e despoeiramento na britagem e à saída da pedreira;
- Recolha de resíduos;

1.1 – Termos de referência

O estágio, realizado na empresa Irmãos Cavaco, S.A. direccionou-se para a área da produção / extracção de inertes. Dentro destas duas grandes áreas de trabalho, o estudo incidiu sob três principais esferas de actuação:

- **desmonte das bancadas por meio de explosivos;**



Foto 1- Detonação de uma pega de fogo na pedreira da Malaposta

- **carga de dumpers e de camiões;**



Foto 2- Carga de um dumper de 35 toneladas com retro - escavadora.

- transporte em dumper dos produtos de desmonte;



Foto 3- Transporte em dumper na pedreira da Malaposta

A compreensão e análise destes três eixos fundamentais constituíram os objectivos fundamentais do estágio.

No momento da inscrição como membro estagiário na Ordem dos Engenheiros, especificamente, os objectivos propostos pelo programa de estágio foram:

- métodos de exploração alternativos;
- colheita de dados relativos ao desempenho dos processos / métodos de exploração e equipamentos utilizados;
- indicação de possíveis estratégias de optimização dos procedimentos utilizados;
- criação de modelo interactivo dos diferentes sistemas aplicados.

1.2 – Abordagem

A consciência de que as três grandes áreas de trabalho anteriormente descritas não são independentes entre si, levou à necessidade de uma análise conjunta, contudo, a uma observação tripartida e por ordem crescente de encadeamento de operações.

A razão desta escolha advém do facto de ser inconsistente e pouco simplificador, avançar para a área seguinte, sem procurar perceber a anterior que lhe deu origem.

A repartição ordenada do tempo de estágio pelas áreas de observação foi a seguinte:

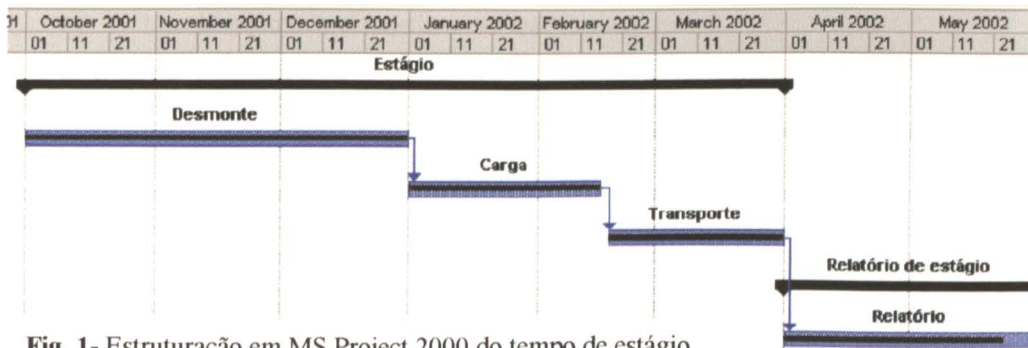


Fig. 1- Estruturação em MS Project 2000 do tempo de estágio

O modo como o trabalho foi conduzido e realizado dependeu das características específicas de cada uma das áreas de actuação, dos objectivos propostos, das possíveis problemáticas e optimizações existentes.

Relativamente à fase de **desmonte por explosivos** foi efectuada uma análise “in-situ” de todos os métodos e processos de trabalho. Começando na escolha da frente a desmontar, e finalizando na averiguação dos produtos resultantes do rebentamento, algumas das acções levadas a cabo foram as seguintes:

- Identificação geológica, e localização da bancada escolhida para o desmonte. Registo do número da pega, da data de realização, do estado do tempo, e da condição do terreno;
- Cronometrar a perfuração, e carregamento com explosivos;
- Observar os meios utilizados para a definição localização da furação no terreno;
- Análise de parâmetros físicos da disposição dos furos das pegas de fogo. Registo da localização das pegas através de azimutes, distâncias entre elementos, inclinação, comprimento dos furos, etc;
- Identificação do tipo e quantidade de explosivos utilizados, número de detonadores, os seus retardos, comprimento do cordão detonante, etc;
- Análise do circuito eléctrico do diagrama de fogo;
- Filmagem das pegas de fogo antes, durante e após o rebentamento;
- Avaliação dos produtos resultantes do rebentamento.

Relativamente ao processo anterior, o estudo da **carga de dumpers e de camiões** teve menos parâmetros para controlar, contudo não exigiu menos esforço ou menor cuidado. Assim, alguns dos dados retirados, foram:

- Registo do estado do tempo e terreno;
- Determinação da localização da frente de trabalho;
- Identificação das máquinas de carga utilizadas e suas características;
- Identificação e características dos dumpers e dos camiões;
- Cronometrar os tempos de carga dos dumpers e dos camiões. Os tempos de carga foram retirados para diferentes tipos/modelos de máquinas (retro - escavadoras, e pás - carregadoras), e para diferentes produtos de desmonte (dimensão e geologia);
- Cronometrar os tempos mortos na carga;
- Filmagem de diferentes carregamentos;
- Identificação de diferentes métodos de progressão em “in-situ” para cada manobrador das máquinas de carga.

A análise do **transporte em dumper** dos produtos resultantes do desmonte seguiu uma estratégia, em tudo idêntica à anterior. A diferença encontra-se na máquina em causa – dumper -, e na introdução de um elemento estabilizador - tremonhas dos primários -, que incutem ao transporte um maior grau de incerteza e até ambiguidade. A recolha de dados foi conduzida da seguinte forma:

- Registo do estado do tempo e do terreno;
- Determinação da localização da frente de trabalho e do primário utilizado;
- Identificação de máquinas de transporte utilizadas e suas características;
- Identificação e características das máquinas de carga;
- Cronometrar os tempos de ciclo dos dumpers. Os tempos de ciclo foram retirados para diferentes modelos de dumpers;
- Cronometrar os tempos de espera dos dumpers na carga, e os tempos mortos na tremonha;
- Filmagem de diversos ciclos de transporte.

1.3 – Estrutura do relatório

Capítulo 1

O capítulo 1 denominado “Introdução e objectivos”, é dedicado a uma breve apresentação do âmbito e contexto do estágio e da empresa onde foi realizado. Neste capítulo são também enumerados os objectivos e a abordagem realizada para os atingir.

Capítulo 2

Mediante a utilização de tabelas, diagramas e fotografias, neste capítulo - “Métodos de exploração”- é apresentada uma descrição sintética e simplificada dos métodos aplicados no desmonte, na carga e no transporte. Estão também anexados ao relatório vídeos multimédia em formato CD que este capítulo faz referência. Pontualmente são também apresentados e discutidos processos alternativos aos métodos de exploração aplicados.

Capítulo 3

No capítulo 3 são analisados os dados recolhidos durante o estágio. Nesta análise são aplicados os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia de Minas e durante o estágio.

Métodos de exploração

Métodos de exploração são o conjunto de processos utilizados e soluções adoptadas para remover de uma fracção do jazigo a substância útil que contem.

MÉTODOS DE EXPLORAÇÃO

Os métodos de exploração empregados na pedreira da Malaposta, que são abordados neste relatório, não representam por si só grandes inovações ou novidades. Contudo, o que é realmente digno de referência é a organização e a disciplina aplicadas em todos os processos utilizados. A empresa Irmãos Cavaco, S.A. é detentora de certificado de qualidade que torna realmente eficazes o controlo e aplicação dos métodos de exploração empregados.

Como é do conhecimento, a classificação dos métodos de exploração a céu aberto baseia-se nas posições relativas da frente de desmonte e do nível principal de transporte. Na pedreira da Malaposta é utilizado o método de exploração em **pedreira** em detrimento do método de exploração em **corta**.

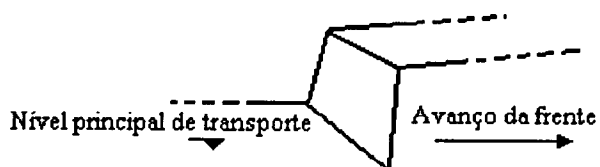
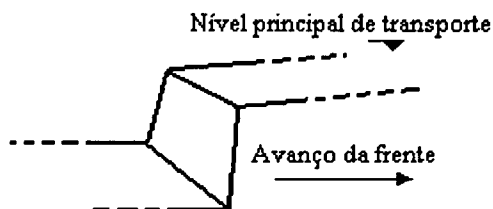


Fig. 2 – Método de exploração em pedreira (ao lado), e método de exploração em corta (em baixo).

No método de exploração em pedreira, o nível principal de transporte situa-se na base da frente de desmonte.

No caso do método em corta, o transporte principal faz-se do topo. A aplicação deste sistema na pedreira da Malaposta, não demonstraria viabilidade devido às características de resistência do material explorado. É corrente a exploração em corta quando o desmonte é feito por escavadoras ripantes. Este tipo de máquinas possuem um braço, provido de uma cadeia de baldes que desmontam o material por arrastamento.



Relativamente à forma e disposição das frentes de desmonte, os degraus podem ser **verticais** ou **horizontais**. Como o jazigo da pedreira da Malaposta apresenta um desenvolvimento em profundidade, o sistema preferencialmente utilizado para a extracção do minério são as frentes em degraus verticais.

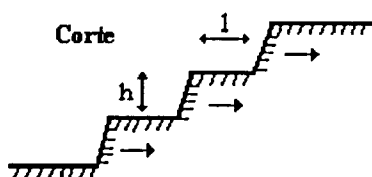
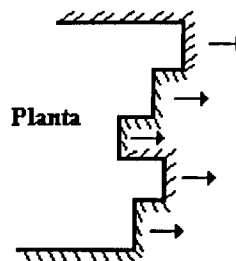


Fig. 3- Método de exploração por degraus verticais (esquerda), e método de exploração por degraus horizontais



Relativamente à altura, os degraus, na pedreira da Malaposta, podem ir de 5 até 15 metros.

A - DESMONTE POR EXPLOSIVOS

As características do maciço rochoso e da rocha que o constitui, opõem-se à operação de desmonte, sendo assim necessário dispor de uma maior ou menor energia específica para realizar o objectivo.

Para a melhor realização desse objectivo é de extrema importância conhecer as características da rocha, tais como dureza, abrasividade e fragilidade, bem como a estrutura do maciço rochoso, diaclasamento, xistosidade e a sua atitude, no momento da selecção do processo de desmonte a utilizar.

Desmonte mecânico ou desmonte com explosivos

É difícil definir um critério de opção entre desmonte mecânico e desmonte com explosivos. Quanto maior a oposição que o maciço oferece, maior é a tendência ao recurso aos explosivos para o seu desmonte. No entanto, são cada vez maiores as capacidades dos meios mecânicos disponíveis. O desenvolvimento tecnológico verificado, nomeadamente, na resistência mecânica e na resistência à abrasão dos materiais utilizados no fabrico dos equipamentos, permite a estes uma conquista progressiva duma franja muito ampla de desmonte com explosivos.

Problemas de perturbações ambientais, ruído, vibrações, projecções provocadas por explosões e má receptividade das populações, tem vindo a favorecer a tendência ao recurso a meios mecânicos de desmonte, principalmente em ambiente urbano ou onde a preexistência de obras do mais variado tipo não recomenda, por motivos de preservação, o uso de explosivos.

Se é um facto o desenvolvimento tecnológico acelerado dos equipamentos mecânicos para desmonte, não é menos verdade, encontrarem-se disponíveis no mercado, explosivos com características especiais que permitem técnicas de desmonte mais adequadas às medidas de protecção ambiental e de segurança que hoje se impõem.

Assim, perante um caso específico, caracterizado pelas propriedades do maciço rochoso, da rocha constituinte, pelos condicionantes ambientais envolventes e níveis de produção pretendidos, encontrar a solução - mecânica ou explosivos - que venha a gerar custos unitários de desmonte mais baixos ao longo de um período, que no caso mineiro, normalmente é de longa duração.

Importa aqui salientar que, a solução que conduz a um custo mais baixo por metro cúbico desmontado poderá não ser a solução integrada economicamente mais recomendada. O material desmontado irá forçosamente ser objectivo duma operação subsequente de carga e transporte e, posteriormente, de redução de calibres cujos custos não poderão deixar de ser considerados.

Os custos de carga e transporte e posterior fragmentação são tanto mais baixos quanto menores forem os calibres após a operação de desmonte. Se existir no processo inicial de desmonte, uma poupança de energia, ela será posteriormente absorvida nas operações seguintes.

Pedreira da Malaposta

A solução empregue na pedreira para o desmonte do maciço passa pela utilização de explosivos. Esta decisão revela-se perfeitamente adequada devido aos seguintes factores:

- Propriedades do maciço rochoso e da rocha constituinte – elevada resistência e desenvolvimento precário de fracturações;
- Não existência de perturbações ambientais importantes – conseguida por uma política ambiental de referência;
- Elevados níveis de produção;
- O tipo de produtos mais comercializados- inertes para a construção civil - requerem um maior grau de fragmentação aquando do desmonte para tornar os processos subsequentes de carga, transporte e redução de calibres economicamente viáveis.

Deste modo, os trabalhos de desmonte por explosivos dividem-se em cinco fases fundamentais: **escolha da frente, marcação dos furos, perfuração, carregamento dos furos** e, por último, a **detonação da frente**. A perfuração e o carregamento dos furos são pontos muito importantes, que exigem extremas precauções. A etapa mais morosa é a perfuração, representando mais de 60% do tempo necessário para o processo de desmonte. Contudo, existem parâmetros que devem ser levados em consideração, pois incutem variações importantes no tempo necessário para executar estas tarefas. Nas etapas da perfuração e carregamento dos furos, o baixo nível de água no solo e a fraca fracturação/alteração do granito são essenciais para que as operações sejam eficazmente e rapidamente concluídas.

Será o fim a que se destina o material desmontado, que ditará as exigências de maior ou menor fragmentação aquando do desmonte. Se o material desmontado no seu processo de valorização seguinte, tiver necessidade de ser submetido a uma operação de redução de calibres, é natural, que já no desmonte se verifique essa preocupação, tanto mais, que menores calibres contribuem largamente para um maior rendimento do equipamento de carga e transporte.

2.1 - Escolha da frente

A operação de escolha da frente de desmonte representa o primeiro passo em todo o processo de extracção da substância útil. Esta realiza-se diariamente sempre que seja necessário destacar parte do maciço rochoso e existam frentes limpas, sendo realizada mediante algumas regras essenciais.

2.1.1 - Encadeamento de operações

O desenvolvimento da exploração processa-se segundo uma orientação preferencial, fundamentada num planeamento que obedece a razões, de ordem técnica, económica, produtiva, geológica, topográfica e legal. A responsabilidade pela orientação do planeamento e desenvolvimento compete à equipa técnica e ao encarregado da pedreira.

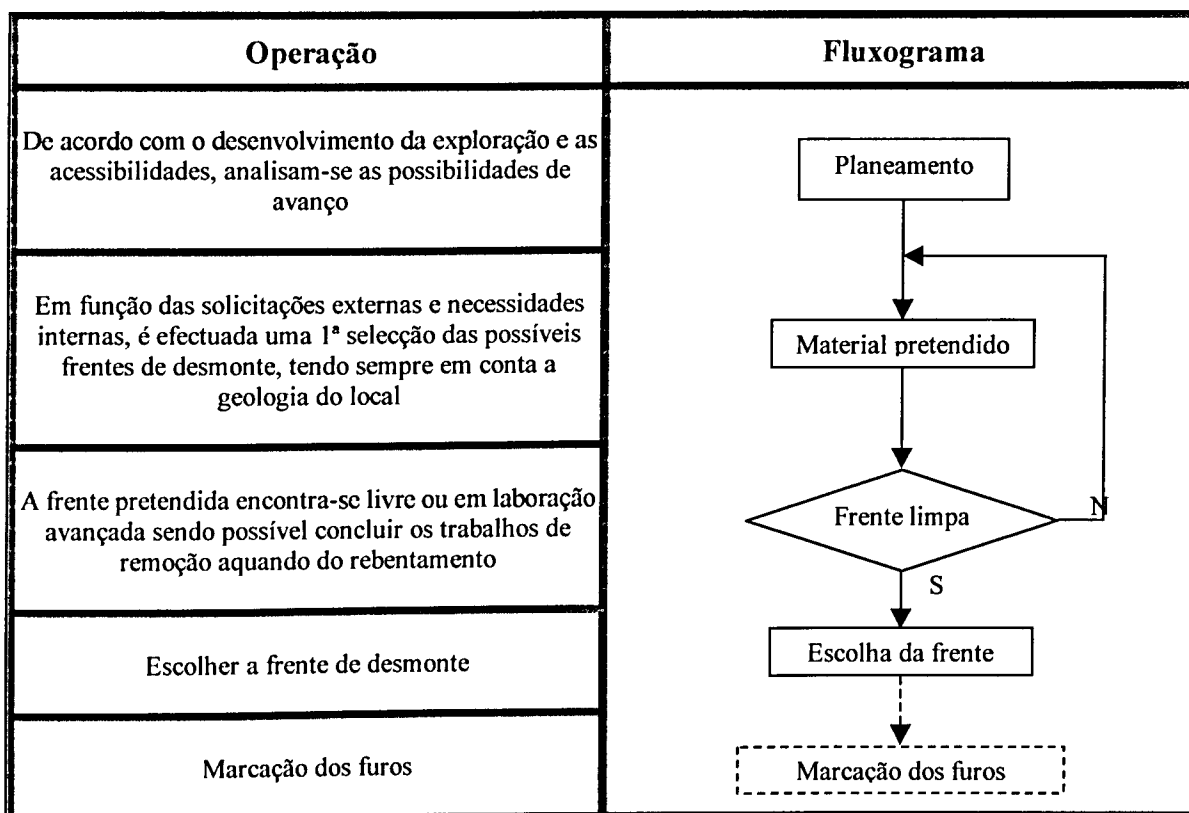


Tabela 1- Fluxograma e encadeamento de operações para a escolha da frente

2.1.2 - Condições de preferência

A frente é escolhida de acordo com as necessidades internas e externas da empresa. Assim, relativamente à qualidade do material que se pretende extrair existem três categorias possíveis.

Material pretendido	Características físicas	Características Geológicas
1ª Categoria	Material são e pouco alterado. Apresenta tonalidades azuis e elevada resistência.	Granito gnaissico de grão fino; Granito gnaissico de grão médio; Ortognaisses granitoides recristalizados; Ortognaisses grano dioríticos.
2ª Categoria	Material alterado apresentando menor resistência e tonalidades amarelas.	Granito gnaissico de grão fino; Granito gnaissico de grão médio; Ortognaisses granitoides recristalizados; Ortognaisses grano dioríticos; Blastomilonitos; Micaxistos; paragnaisses e migmatitos
Enrocamento¹	Material são e pouco alterado. Apresenta tonalidade azul, e elevada resistência.	Granito gnaissico de grão fino; Granito gnaissico de grão médio; Ortognaisses granitoides recristalizados; Ortognaisses grano dioríticos.

Tabela 2- Características geológicas das frentes em função do material que se pretende

2.1.3 – Caracterização geológica da pedraira

Pela observação e estudo do relatório geológico relativo à pedraira elaborado pelo Departamento de Engenharia de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), delimitaram-se seis litótipos diferentes conforme consta da legenda da carta geológica. Entre estes, apenas o complexo formado por micaxistos, paragnaisses e migmatitos e, bem assim, os blastomilonitos intercalados em lenticulas no referido complexo, não se revelaram compatíveis com a actividade industrial, devendo ser excluídos da exploração.

No que se refere aos quatro restantes litótipos, todos revelam aptidão industrial e especificidade compatível com as necessidades da indústria. Abrem-se algumas escassas excepções para a incidência de falhas, com cataclase e argilização, e filões, com enchimento de quartzo e sulfuretos, referenciados na carta.

Tipos Litológicos e Texturais

Na área da Pedreira da Malaposta, um granitóide homogéneo, de idade precâmbrica, intrudiu um complexo de gnaisses e micaxistos, tendo, em conjunto, suportado metamorfismo e deformação da mesma idade. Posteriormente, no decurso do ciclo hercínico, estes materiais sofreram profunda transformação com deformação e recristalização blastomilonítica e incorporação de pequenas massas granitóides, provenientes de fusão parcial das litologias preexistentes. Do somatório destas transformações tectono-metamórficas, resultaram os seguintes tipos petrográficos e texturais:

- 1) Granitos Gnáissicos de Grão Fino;
- 2) Granitos Gnáissicos de Grão Médio;
- 3) Ortognaisses Granitóides Recristalizados;
- 4) Ortognaisses Granodioríticos;
- 5) Blastomilonitos;
- 6) Micaxistos, Paragnaisses e Migmatitios.

Estes tipos encontram-se identificados e localizados na Carta Geológica.

¹ Enrocamento - Material considerado produto final, cuja granulometria dependerá da solicitação do cliente.

Falhas

As falhas têm um desenvolvimento precário na corta Norte e atingem certo significado na corta Sul. Num e noutro caso, resultam da reactivação frágil tardi-hercínica de fracturas anteriores. Privilegiam-se apenas três sectores, entre outros, que não atingem presente qualificação:

- No bordo leste da corta norte, posta a nu pela exploração, evidencia-se uma faixa de cerca de 15 metros de espessura, com forte cataclase e argilização, reactivando um cisalhamento de direcção próxima de W-E;
- Imediatamente a Sul do ponto anterior, no extremo leste da corta norte, a movimentação segundo os planos das fendas de tracção, gera intenso esmagamento e argilização, incidentes sobre granitos de grão médio e fino;
- Na zona central da corta Sul, coincidente com a faixa de domínio filoniano, a reactivação das fendas de tracção gera a mais importante zona de esmagamento do sector.



Foto 4- Pedreira da Malaposta no mês de Novembro de 2001.

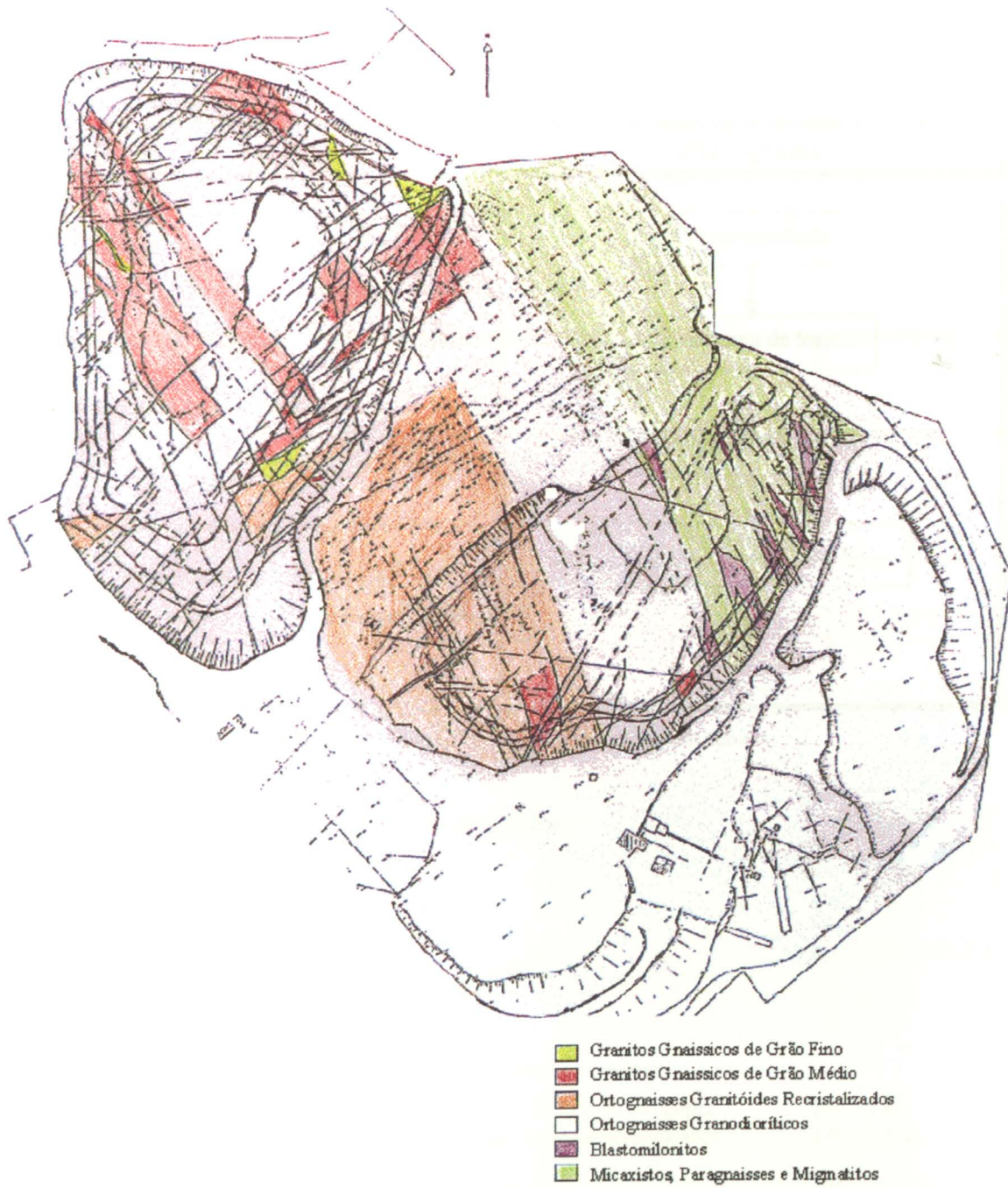


Fig. 4- Carta geológica da pedreira da Malaposta.

2.2 - Marcação dos Furos

A operação de marcação dos furos, assim como a operação que a antecede, encontra-se caracterizada por determinadas regras fundamentais que devem ser cumpridas. Esta operação tem uma frequência diária e, pretende determinar a localização dos furos para posterior perfuração.

2.2.1 - Encadeamento de operações

Operação	Fluxograma
Frente onde se vai realizar a operação de destaque do maciço rochoso	Frente escolhida
Esquema onde são definidas as distâncias teóricas de localização dos furos	Diagrama de fogo
Medição no terreno das distâncias - espaçamentos e afastamentos	Medição de distâncias
Marcação no terreno a localização dos furos	Marcação do local dos furos
Operação de perfuração	Perfuração

Tabela 3- Encadeamento de operações e fluxograma para a marcação dos furos.

2.2.2 – Diagrama de marcação dos furos

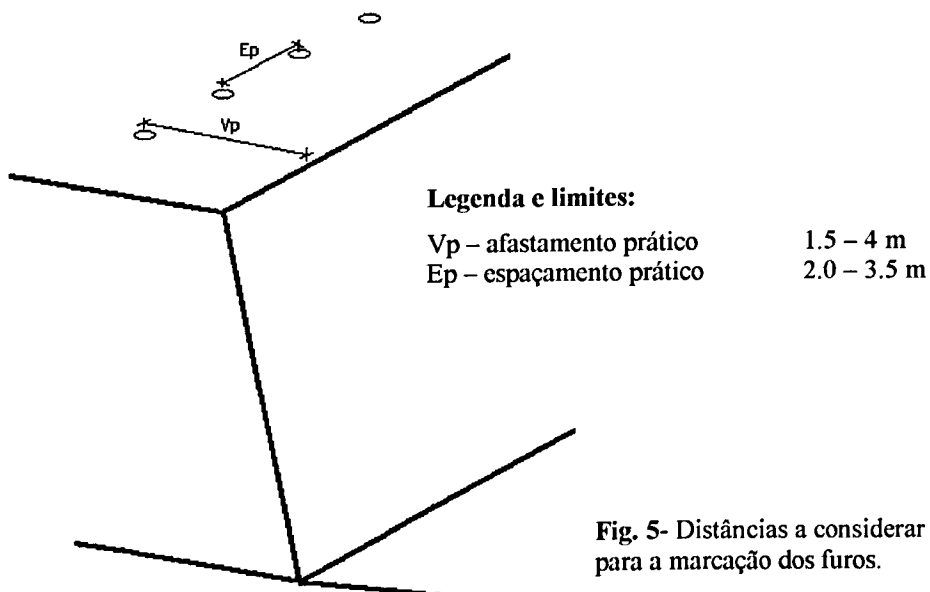


Fig. 5- Distâncias a considerar para a marcação dos furos.

Se o desmonte da frente que se está a marcar, pretender como objectivo final a obtenção de pedras de grandes dimensões, então o afastamento e espaçamento práticos devem ser aumentados, não devendo, contudo, exceder os limites estipulados pelas normas da empresa.

2.2.3 – Medição de distâncias

Consiste em medir com auxílio de fita métrica calibrada, marcando a localização dos furos de forma visível. Habitualmente, a marcação dos furos é realizada com uma pedra de dimensões visíveis. As distâncias entre as marcações dos furos são realizadas de acordo com a experiência de quem executa a acção tendo sempre em atenção as:

- características geológicas da frente de desmonte;
- características topográficas da frente de desmonte;
- direcção das diaclases da frente de desmonte;
- necessidades dos clientes;
- necessidades da empresa;
- acessos à frente;
- proximidade de outros desmontes.

2.3 - Perfuração

A perfuração é uma das fases mais importantes do desmonte. Nesta fase, o operador do equipamento de perfuração, terá de respeitar uma série de procedimentos específicos dos quais vai depender a qualidade e segurança do destacamento do maciço rochoso.

Perfuração primária

A perfuração primária consiste em perfurar tiros verticais ou sub-verticais a uma certa distância da frente e com um certo intervalo entre si.



Foto 5- Perfuração sub-vertical realizada para o desmonte das frentes. Nesta imagem pode-se observar os carros de perfuração e os respectivos operadores na pedreira da Malaposta.

Perfuração secundária ou taqueio

Desvios ocasionais ao diagrama de fogo e fracturas singulares do maciço rochoso, poderão ocasionar o aparecimento de alguns blocos cujas dimensões venham a ter de ser reduzidas. A perfuração secundária ou taqueio, consiste em abrir furos nos blocos desmontados que, pelas suas dimensões não cabem nos baldes das carregadoras ou nas bocas dos britadores primários.



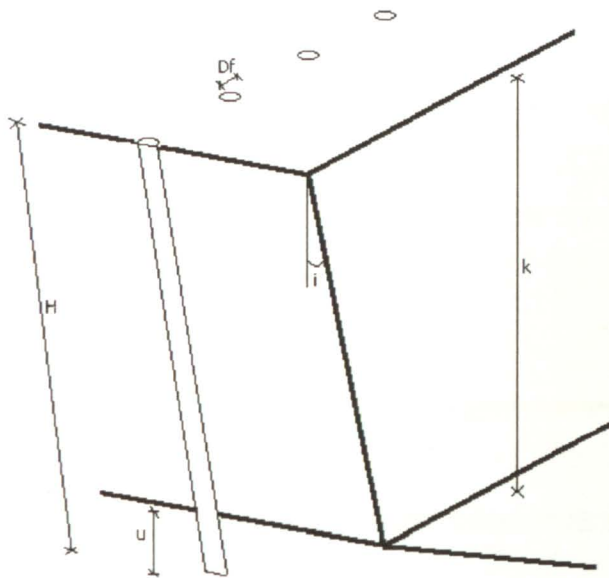
Foto 6- Perfuração secundária executada na pedreira da Madalena

2.3.1 - Encadeamento de operações

Operação	Fluxograma
Furos a executar devidamente marcados	Frente marcada
Colocar o carro de perfuração no local exacto	Posicionamento do carro de perfuração
Limpeza da superfície a furar	Limpeza da superfície do furo
Posicionar a coluna de perfuração no local exacto e com inclinação desejada	Posicionamento da coluna de perfuração
Execução do furo	Perfuração
Tapar o furo de modo a proteger o mesmo da entrada de detritos e água da chuva	Protecção do furo
Todos os furos encontram-se abertos	Perfuração completa
Colocação de cargas explosivas dentro dos furos	Carregamento

Tabela 4- Encadeamento de operações e fluxograma para a perfuração.

2.3.2 – Diagrama de perfuração



Legenda e limites:

k – altura do degrau	5.0 – 15 m
u – sub - furação	1.0 – 2.0 m
Df – diâmetro de furação	70 mm
H – comprimento total do furo	6 – 16.5 m
i – inclinação da furação	15°

Outros dados:

N.º de furos por pega	1 – 50
-----------------------	--------

Fig. 6- Factores geométricos a ter em conta para a perfuração

2.3.3 – Regras auxiliares

O operador do equipamento de perfuração deve ainda ter em atenção as seguintes regras:

- O executante deve respeitar as localizações das marcações dos furos realizadas anteriormente;

- Se o operador desconhecer a altura da bancada, este deve proceder à sua medição. Assim, o operador pode determinar o comprimento que o furo deve ter, não esquecendo de acrescentar à altura da bancada a sub - furação necessária;

- De modo a facilitar o emboquilhamento, a superfície do furo deve estar livre de detritos. Deve, também, dentro do possível, ser rocha sã, para se evitar a colmatação do furo;

- O posicionamento do carro de perfuração deve ser executado com cuidado para não danificar furos previamente realizados;

- Com o auxílio do nível, a coluna de perfuração deve ser inclinada a aproximadamente 15° relativamente à vertical que passa pelo furo. Lateralmente, a coluna de perfuração deve estar contida num plano sensivelmente perpendicular ao plano da frente da bancada. Em casos especiais, como repés, a coluna deve ser alinhada de forma a se obter os melhores resultados possíveis;

- A perfuração é realizada tendo em conta a força de avanço, a velocidade de rotação, o funcionamento do sistema de antiencravamento e o bom funcionamento do sistema de despoejamento;

- O operador deve ter sempre presente que, uma rápida perfuração nem sempre é sinónimo de eficácia e rendimento. O



Foto 7- Sistema de despoejamento.

aumento das pressões de rotação e de percussão no carro de perfuração, irá conduzir a um maior desgaste dos equipamentos, levando-os mais rapidamente à rotura;

- Quando se acrescenta uma vara deve-se lubrificar as roscas das uniões entre varas, entre vara/bit e vara/encavadoiro;



Foto 8- Operador de carro de perfuração a executar a lubrificação para o acoplamento de vara.

- Após a execução do furo este deve ser protegido de modo a evitar-se a sua deterioração;

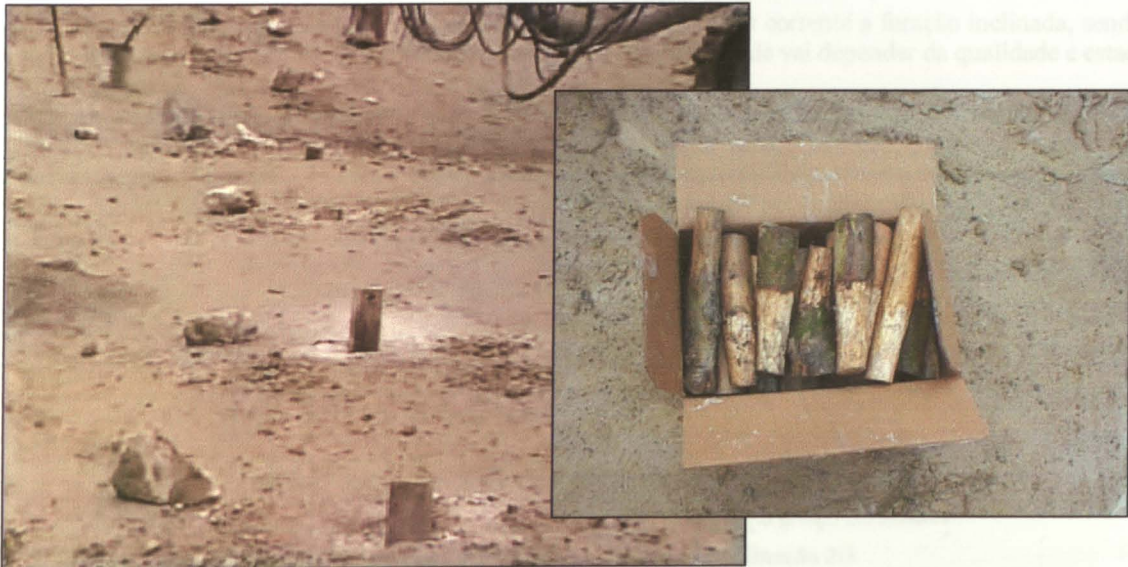


Foto 9- Sistema de tacos para a protecção dos furos realizados.

- Os operadores dos carros de perfuração, assim como todas as pessoas próximas do local onde se está a furar, devem usar sempre equipamento de protecção adequado. É essencial o uso de auriculares, capacete e calçado adequado.

2.3.4 – Parâmetros importantes

Para além de outros, os parâmetros principais a ter em conta para a correcta realização de um furo são: o seu **comprimento** e a sua **inclinação**. As consequências resultantes da condescendência destas variáveis podem ser:

Relativamente ao comprimento do furo

A sub-furação, permitindo posicionar o centro de massa da carga de fundo ao nível da soleira, assegura não só um corte mais regular, como também reduz sensivelmente o nível das vibrações no solo por menor confinamento da carga de fundo.

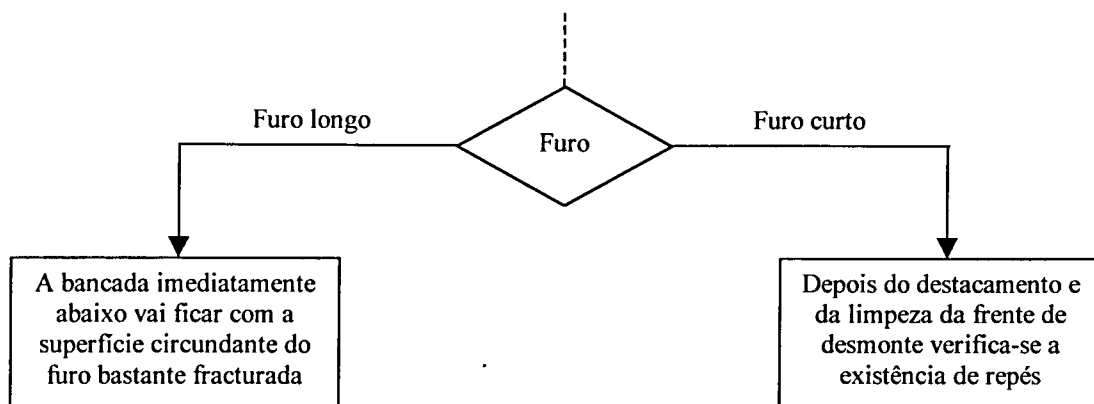


Fig. 7- Consequências dos comprimentos dos furos.

Relativamente à inclinação do furo

Apesar de ser mais fácil a execução de furos vertical, é prática corrente a furação inclinada, sendo, contudo, mais difícil assegurar o paralelismo entre furos. Esta dificuldade vai depender da qualidade e estado do equipamento de perfuração.

Os resultados são francamente mais favoráveis, reduzido-se o aparecimento de irregularidades na soleira da bancada - repés - evitando a tendência para que esta suba à medida que se vão realizando sucessivas pegas, facilitando as operações de carregamento de material desmontado. Muitas vezes, após a remoção, e antes de efectuar nova pega, vemo-nos obrigados a rebentar pequenas cargas para remover esses pés. Esta prática representa um custo elevado.

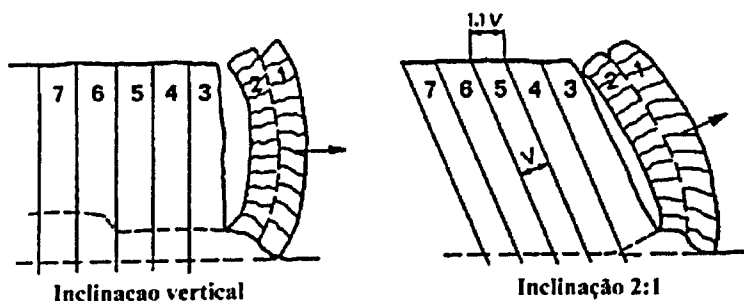


Fig. 8- Com furação inclinada, o pé é eliminado após uma ou duas fiadas.

A furação inclinada associada a uma sub-furação conveniente, facilita o corte de rocha, segundo o plano da soleira, resultando a possibilidade de cargas específicas 10 a 15% mais baixas.

Esta prática tem, ainda, a vantagem de reduzir o efeito de quebra à retaguarda da boca do furo, facilitando, não só o emboquilhamento da furação da pega seguinte, como também reduzindo a possibilidade de interrupção do sistema de iniciação, quando se faz o rebentamento simultâneo de várias fiadas de tiros.

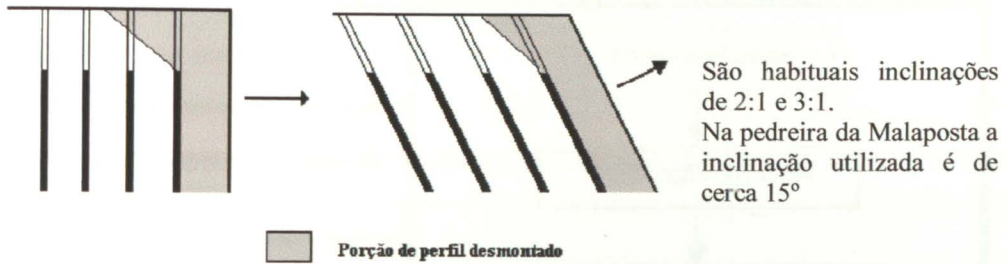


Fig. 9- Redução da quebra à retaguarda mediante realização de furação inclinada.

2.4 - Carregamento dos furos

A colocação dos explosivos nos furos para rebentamento é uma operação de grande importância no sucesso de uma pega de fogo. O aumento do rendimento das operações de desmonte implica que a operação de colocação de explosivos no furo seja, obrigatoriamente, mais rápida e eficiente. A adequação do diâmetro do explosivo ao diâmetro do furo permite um carregamento fácil e com bom rendimento.



Foto 10- Operação de carregamento dos furos. Pode-se ver o carregador de fogo (direita), e um servo (esquerda) com um dispositivo utilizado quando existe dificuldade na carga.

As emulsões, são o tipo de explosivos utilizados na pedreira da Malaposta. As emulsões são explosivos de última geração, cuja ascendência são os slurries e, tal como estes, não têm substâncias explosivas na sua constituição. Deste modo, possuem, excelente resistência à água, têm um grande poder energético e uma elevada segurança ao nível do manuseamento, não provocando efeitos nocivos ao corpo humano. Podem ser fabricados com diferentes forças explosivas e sensibilidades, podendo a sua iniciação ser feita por detonadores ou por iniciadores. Este tipo de explosivo apresenta uma grande força de explosão.

O carregamento dos furos representa a fase final da preparação da frente para detonação. Esta fase, tal como a anterior, é de extrema importância para o resultado final do desmonte. Existem, portanto, algumas regras que têm de ser seguidas para a colocação de cargas explosivas no interior dos furos.

2.4.1 - Encadeamento de operações

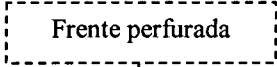
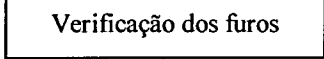
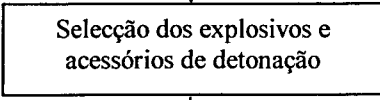
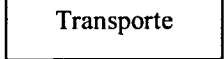
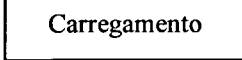
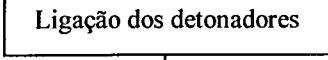
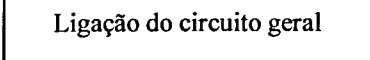
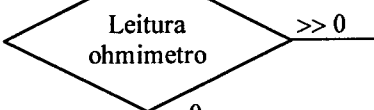
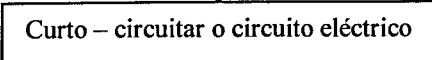
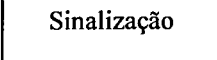
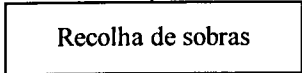
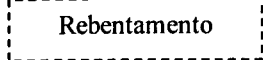
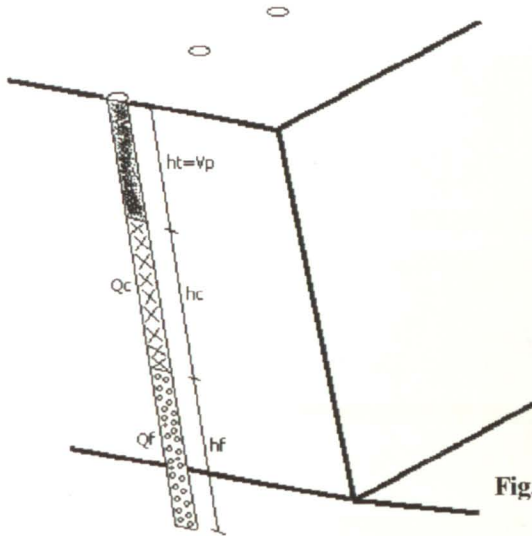
Operação	Fluxograma
Frente definida e furos executados	
Verificação de alturas de furação e condições de limpeza dos furos	
De acordo com o n.º de furos, seleccionar no paiol o tipo e a quantidade de explosivos, e acessórios de detonação	
Transporte do explosivo desde o paiol até à frente a carregar	
Introdução dos explosivos no interior dos furos e tamponamento	
Ligação dos detonadores eléctricos	
O circuito de detonação eléctrico é ligado	
Verificar através de ohmímetro próprio se a resistência do circuito está próxima do valor zero	
Curto – circuitar o circuito eléctrico de modo a precaver o efeito de eventuais descargas eléctricas para a terra	
Sinalizar a pega e vigiar de modo a não ocorrer a aproximação de pessoas e equipamentos	
Recolher o explosivo que não foi utilizado e transporta-lo até ao paiol	
Detonação da frente	

Tabela 5- Acções e fluxograma para o carregamento dos furos

2.4.2 – Diagrama de carregamento



Legenda e limites:

Qf – carga de fundo
 Qc – carga de coluna
 hf – comprimento da carga de fundo
 hc – comprimento da carga de coluna

Outros dados:

N.º de furos por pega 1 – 50

N.º de pegas de fogo por semana 3 – 10

Horário de rebentamento:

manhãs: 10:30 às 12 horas

tardes: 16 às 18 horas

Fig. 10- Variáveis a considerar no carregamento dos furos.

2.4.3 – Regras auxiliares

O carregador de fogo deve ter em consideração as seguintes regras:

- A quantidade e tipo de explosivos a utilizar é seleccionada no paiol, devendo a quantidade a transportar para a pedreira ser aproximada da necessária. A quantidade de explosivo vai depender do n.º de furos, do seu comprimento e do grau de fragmentação que se pretende obter. O número de detonadores é seleccionado em função do número de furos e apenas são retirados, os necessários. O cordão detonante é seleccionado em função do comprimento total aproximado dos furos;

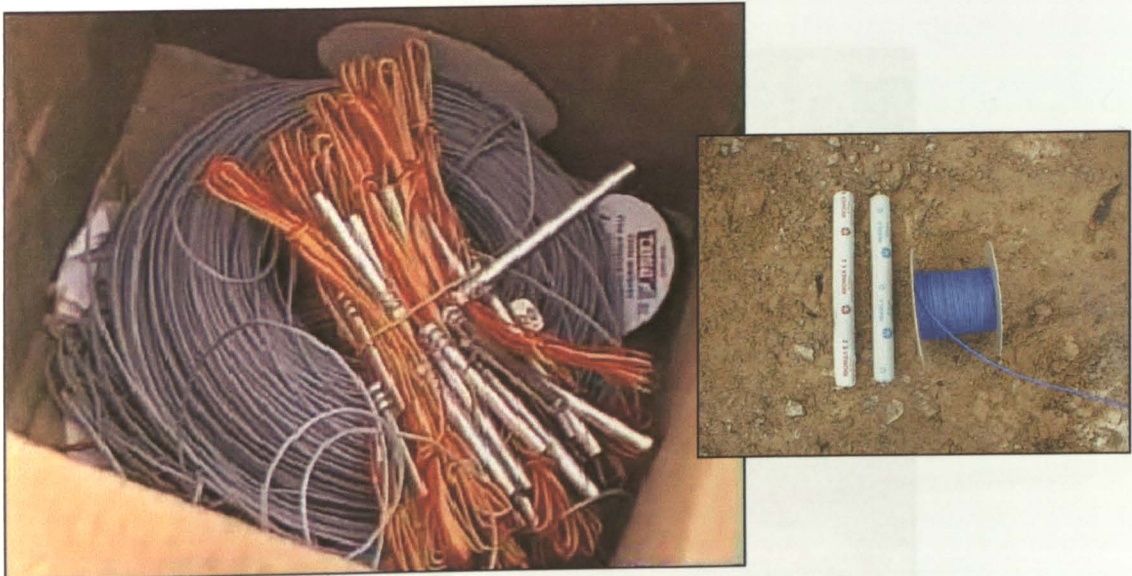


Foto 11- Elementos de uma pega de fogo: detonadores, fios eléctricos e fita isoladora (esquerda); Cordão detonante e cartuchos (direita).

- O transporte do explosivo para a pedreira é efectuado por pá carregadora, sempre acompanhado pelo carregador de fogo. Os acessórios de tiro, como o cordão detonante e os detonadores, devem estar separados dos explosivos e, todas as precauções devem ser tomadas;

- Deve, também, ser transportada para a pedreira em pá carregadora, a quantidade de pó de pedra necessária para realizar o tamponamento e, se for o caso, os espaçamentos entre cartuchos. A carga de pó de pedra deve ser distribuída pela frente de desmonte;



Foto 12- Pá-carregadora de pequenas dimensões utilizada para o transporte de explosivos e pó de pedra.

- Antes de começar o carregamento, é necessário balizar toda a zona da pega com mecos sinalizadores e distribuir as caixas de explosivos ao longo da frente, de modo a facilitar o carregamento;

- O escorvamento é efectuado no primeiro cartucho a ser introduzido em cada furo, por meio de um orifício realizado numa das extremidades do mesmo. Nesse orifício, é introduzido o cordão detonante e é realizada uma laçada a prender o cartucho;



Foto 13- Escorvamento do primeiro cartucho a introduzir no furo. O orifício vai servir para a passagem do cordão detonante.

- O primeiro cartucho é descido por meio do cordão detonante, tendo o cuidado de se verificar que este não fica encravado e chega ao fundo. Os restantes cartuchos são largados no furo, certificando-se através do som que estes chegam ao fundo;
- No caso de se realizarem espaçamentos entre cartuchos para a obtenção de blocos de grandes dimensões, estes são conseguidos através da introdução de pó de pedra no furo devendo evitar-se o uso de detritos de furação;
- O tamponamento do furo é realizado com pó de pedra e deve ser muito bem atacado, com a preocupação de não ferir o cordão detonante;



Foto 14- Tamponamento e atacamento de um furo.

- Após o tamponamento, deve-se cortar o cordão aproximadamente 15 cm acima da superfície e certificar-se que este fica protegido;
- A distribuição e colocação dos detonadores deve respeitar o diagrama de fogo e os retardos. Esta distribuição deve ser tal que os tiros se dêem em série e, com a abertura sequencial de frentes livres.

2.5 - Detonação da frente

As regras a seguir para a detonação da frente estão relacionadas principalmente com questões de segurança. A responsabilidade destes procedimentos estão a cargo do carregador de fogo, embora também participem o operador de laboratório, o encarregado e um servente.

Rebentamento secundário

Por limitações de capacidade do balde do equipamento de carga ou da goela de admissão do fragmentador primário, coloca-se, muitas vezes, a necessidade de se reduzir o material desmontado, a menores calibres, em percentagem mais ou menos considerável. Esta operação pode ser realizada com explosivos, no entanto, a tendência actual é o recurso a meios mecânicos, como os martelos hidráulicos quebradores. As razões desta tendência são:

- Eliminação dos perigos resultantes de projecções difíceis de controlar neste tipo de operação;
- Preocupação de carácter ambiental reduzindo o ruído provocado pelo rebentamento de um explosivo rápido e, normalmente pouco confinado;

- Preocupação de natureza económica, procurando minimizar os custos bastante significativos desta operação;
- Elevado consumo de cápsulas detonadoras – rastilho;
- Elevado consumo de cordão detonante;
- Minimização do tempo de processo;
- Perfuração específica considerável.

Recomenda-se pensar no recurso a meios mecânicos, exigindo um investimento considerável na compra de uma escavadora mais martelo hidráulico quebrador, que só poderão ser aceites se a produção exigida nesta operação o justificar.

Quando os valores desta operação atingem os 20% do volume total desmontado, é importante rever o diagrama de fogo e a qualidade de perfuração realizada, numa tentativa de redução daquela percentagem.

Quando são usados vários furos num bloco, a iniciação deve ser efectuada com detonadores instantâneos ou detonadores com o mesmo tempo.

Rebentamento secundário na pedreira da Malaposta

Durante os seis meses de estágio, apenas uma única vez se verificou ser necessário o recurso a rebentamentos secundários. Em parte, esta baixa ocorrência deve-se à grande experiência do carregador de fogo e dos operadores dos carros de perfuração, como também às características de continuidade do maciço rochoso.



Foto 15- Rebentamento secundário realizado na pedreira da Malaposta.

Assim sendo, esta baixa frequência de acontecimentos não justifica a necessidade da utilização de uma escavadora com um martelo, tendo por base atingir os mesmos objectivos do rebentamento secundário.

Contudo, a utilização deste equipamento pode ser justificada pela necessidade de se proceder a uma mera redução de calibres para a obtenção de produtos finais de média dimensão, ou quando se verificar a existência de repés.

2.5.1 - Encadeamento de operações

Operação	Fluxograma
Cargas explosivas colocadas e ligações eléctricas efectuadas	Furos carregados
Retirar pessoal e máquinas das proximidades da frente a detonar, para uma distância considerada segura	Evacuação do pessoal e das máquinas
Abrir o circuito que estava curto - circuitado	Abrir o circuito
Accionamento de sirene de aviso de rebentamento de uma frente	Aviso sonoro
Accionamento de equipamento de controlo e vibrações	Equipamento de controlo
Fechar o circuito com o explosor, e accionar o rebentamento de cargas explosivas	Detonação
A detonação ocorreu	Detonação ocorrida
Esperar a dissipação dos gases de explosão	Dissipação dos gases
Observação "in-situ" do material resultante do rebentamento da frente e verificação da detonação completa do explosivo	Inspeção
Registo em impresso próprio do n.º e data da pega de fogo, e das variáveis mais significativas	Registo
Operação de remoção do escombro	Manuseamento carga e transporte

Tabela 6- Acções e fluxograma da detonação da frente.

² Procedimentos de emergência – Procedimentos a seguir no caso da detonação não ocorrer

2.5.2 - Procedimentos de emergência

A detonação de uma pega de fogo e, especificamente, a montagem do circuito eléctrico de detonação é um processo que envolve um elevado número de factores e variáveis de natureza diferentes. A maior parte destes factores são controláveis mas, porventura, podem acontecer fenómenos imprevisíveis, como por exemplo:

- Fraco contacto entre uniões de dispositivos de passagem de corrente eléctrica;
- Os elementos que compõem o explosor entraram em rotura por fadiga;
- Detonadores eléctricos estão deteriorados;
- Cordão detonante com quebras;
- Outros factores.

Depois de ser accionado o explosor, se a detonação não acontece, é necessário seguir as regras de um plano de emergência adequado. Este plano não são mais do que procedimentos de segurança que devem ser prontamente aplicados para se precaverem acidentes. Ao longo de todo o estágio não foi, felizmente, necessário a aplicação deste tipo de acções. Contudo, quando a pega de fogo não detonar, têm de ser seguidas as seguintes regras de segurança:

- Após a primeira tentativa, deve-se tentar novamente. Se a detonação não se der, devem-se verificar as uniões eléctricas dos bornes do explosor com o fio eléctrico e voltar a fazer uma nova tentativa. Se não resultar deve-se retirar, imediatamente, o explosor e fechar o circuito;



Foto 16- Procedimento de ligação da extensão eléctrica aos bornes do explosor.

- Em seguida, verifica-se a resistência do circuito com o ohmímetro. A resistência deve dar um valor próximo de infinito. Se a resistência der um valor próximo de zero, então o explosor está avariado e precisa de ser substituído. Para a sua substituição o circuito eléctrico da pega de fogo deve ser mantido fechado;



Foto 17- Ohmímetro (esquerda) e explosor (direita).

- Se a resistência indicada pelo ohmímetro for um valor próximo de infinito, deve-se verificar, primeiramente, a resistência da extensão eléctrica utilizada para ligar o explosor ao circuito eléctrico dos detonadores. Se resistência for elevada, deve substituir-se essa extensão.

- Caso o problema não seja da extensão eléctrica, deve-se, seguidamente verificar manualmente os contactos dos fios eléctricos. Deve-se forçar os contactos para posteriormente voltar a medir a resistência do circuito geral. Se a resistência der perto de zero, então o problema está resolvido.

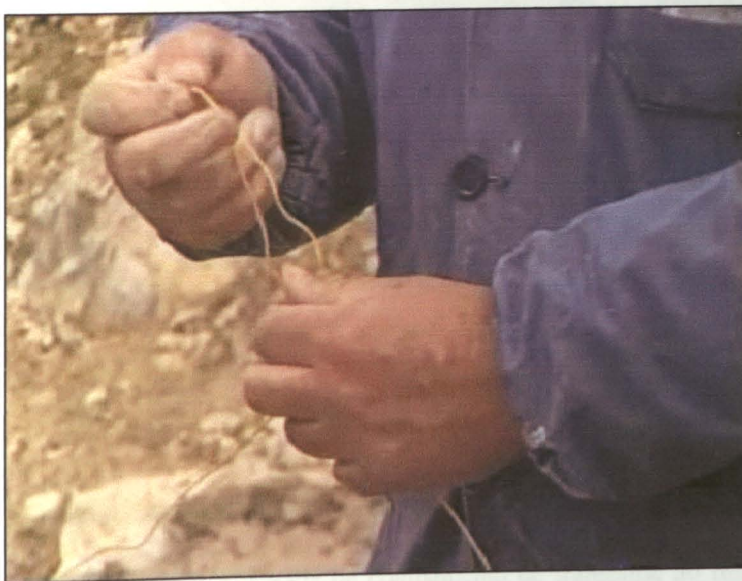


Foto 18- União dos fios eléctricos de dois detonadores.

- Se o ponto anterior não resolveu o problema, então os detonadores eléctricos devem estar deteriorados. Com um ohmímetro específico para medição da resistência de detonadores, verifica-se qual ou quais os detonadores deteriorados, medindo a resistência directamente em cada um deles. Deve-se resolver o problema substituindo os detonadores em bom estado.

2.5.3 - Evacuação do pessoal e das máquinas

A evacuação do pessoal do fundo da pedreira é uma operação de extrema importância para que o procedimento de detonação da frente seja bem sucedido. A evacuação do pessoal e das máquinas, têm que ser realizadas de forma organizada e responsável. Esta operação é da responsabilidade do encarregado e deve ser respeitada rapidamente por todos os trabalhadores que se encontrem na pedreira. Os pontos que se devem ter em consideração, são:

- Ordenar ao pessoal e máquinas que se retirem das frentes de trabalho para uma distância segura;



Foto 19- Panorâmica das máquinas em espera para a detonação de uma frente na pedreira da Malaposta.

- Confirmar que todo o material e todo o explosivo que possa ter restado do carregamento, foi retirado da bancada a desmontar;



Foto 20- Operação de remoção do material resultante do carregamento da frente de desmonte.

- Impedir a descida de equipamento de transporte ao fundo da pedreira e dar sinal ao responsável para iniciar o aviso de rebentamento;
- Nunca permitir a detonação sem ter sido dado o aviso sonoro;

- Depois do rebentamento, somente após a verificação das condições de segurança ordenar a retoma dos trabalhos.

2.5.4 - Aviso sonoro

O aviso sonoro tem como função principal informar todas as pessoas que se encontram na pedreira, em instalações auxiliares e arredores que vai ocorrer uma detonação. A este aviso sonoro estão inerentes algumas acções:

- De um ponto com boa visibilidade, confirmar a evacuação de pessoal e máquinas e aguardar ordens do encarregado ou do carregador de fogo para o accionamento do aviso sonoro;



Foto 21- Servente a aguardar ordens do carregador de fogo para accionar o aviso sonoro.

- Avisar o responsável pela medição das vibrações para este proceder à colocação do sismógrafo;

- O aviso é dado através de uma buzina de ar comprimido, e é constituído por três toques com cerca de 20 segundos, com um intervalo de 5 segundos entre eles.

2.5.5 – Iniciação eléctrica

A iniciação eléctrica com detonador à superfície é caracterizada pela sua eficácia e baixo ruído. Não obstante é necessário estabelecer regras para a sua aplicação, que são:

- Após o carregamento dos furos corta-se o cordão detonante de modo a deixar uma extremidade com cerca de 15 cm;

- Mediante o número de furos e características da pega, são seleccionadas as temporizações dos detonadores;

- A ligação do detonador ao cordão detonante é realizada com fita adesiva isoladora, assegurando-se assim o bom contacto entre os dois;



Foto 22- Processo de ligação do detonador ao cordão detonante.

- Após a ligação, os detonadores devem ser cobertos com pó de modo a serem protegidos e a reduzir o ruído do seu rebentamento.

2.5.6 – Ligação e detonação

- A ligação entre detonadores é feita em série, na extremidade dos fios eléctricos deve ser dado um nó de modo a garantir a ligação;

- Às extremidades eléctricas do circuito principal é ligado uma extensão eléctrica com comprimento suficiente para que o rebentamento possa ser accionado de uma distância segura – linha de disparo;

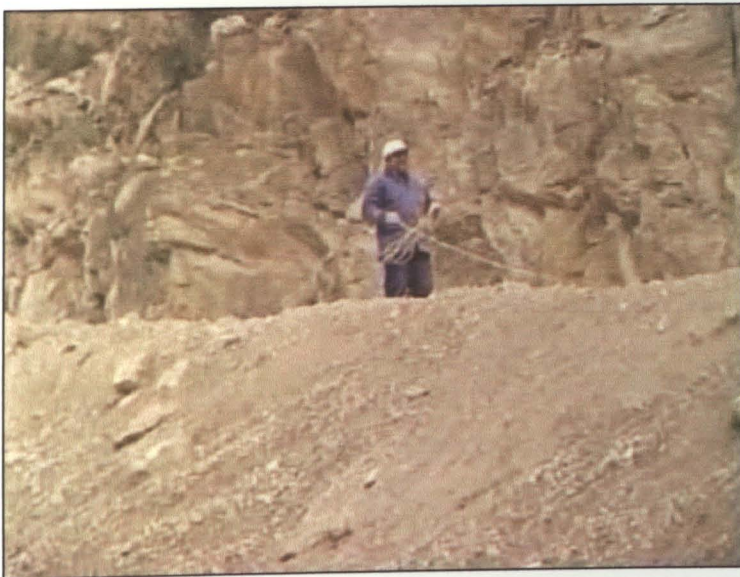


Foto 23- Distensão da linha de disparo.

- Após a ligação eléctrica o circuito deve ser testado através do ohmímetro;
- O explosor é ligado durante o aviso sonoro e, somente após a evacuação do pessoal e das máquinas;
- Se todas as condições de segurança estiverem reunidas o explosor é accionado e a pega rebentada.

2.5.7 – Inspeção do material resultante do rebentamento

Caso o material resultante do rebentamento tenha o aspecto de material não alterado e de elevada resistência, este deve ser classificado como material de 1ª categoria - material de elevada dureza e resistência.



Foto 24- Carregador de fogo e operador do carro de perfuração, inspeccionam o material resultante da detonação.

No caso do material ser muito alterado e com baixa resistência, este deve ser classificado como material de 2ª categoria - material com foliações características dos xistos ou material muito alterado e com baixa resistência

B – CARGA DOS DUMPERS E DOS CAMIÕES

A remoção é a operação pela qual se retira da frente de desmorte o material arrancado, levando-o para a britagem ou para outro local apropriado. Esta operação divide-se em carga e transporte, condicionando o desmorte. Este não pode acontecer sem que, previamente, seja retirado o escombro da pega anterior.

Quando o material útil é resistente, como é o caso da pedreira da Malaposta, o desmorte é efectuado por explosivos e as máquinas de carga trabalham basicamente como carregadoras. Durante o estágio, apenas trabalharam dois tipos de máquinas na carga dos camiões e dumpers. As máquinas utilizadas foram, retro-escavadoras hidráulicas de rastos e pás-carregadoras de pneus com sistema de acoplamento rápido do balde/garfos.

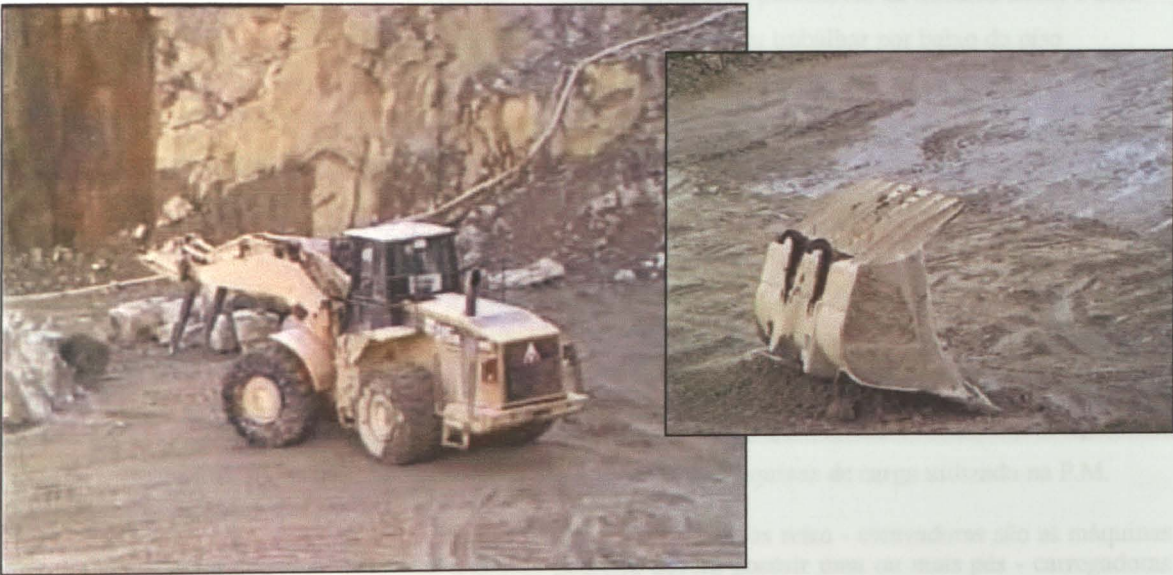


Foto 25- Pá-carregadora com garfos em operação de manuseamento de blocos de grandes dimensões (esquerda); balde utilizado pela pá-carregadora em operações de carga.



Foto 26- Retro escavadora a ser abastecida (esquerda); pormenor do balde da retro escavadora (direita).

Retro - escavadoras hidráulicas	Pás – carregadoras
<ul style="list-style-type: none"> - Tempo médio de vida (5-10 anos) - Custo médio de operação - Valor residual pequeno - Capacidades do balde mais baixas entre 1.8 e 2.2 m³ para rocha - Forças específicas de corte elevadas - Adequadas a terrenos resistentes - Podem operar em terrenos duros e brandos - Podem trabalhar por baixo e por cima do nível da máquina - Elevadas alturas de descarga e alcance - Adequadas a grandes bancadas e dumpers - Ciclo de trabalhos pequenos - Rendimentos elevados de carga - Largura carga pequenas - Máquinas de carga ideais para trabalhos fixos 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempo médio-baixo de vida (5 anos) - Custo alto de operação - Valor residual pequeno - Capacidades do balde mais altas entre 3.8 – 5.7 m³ para rocha - Forças específicas de corte pequenas - Adequadas a terrenos brandos - Precisa de plataforma de trabalho firme e dura - Não podem trabalhar por baixo do piso - Médias alturas de descarga e alcance - Adequadas a pequenas bancadas e dumpers de tamanho médio - Ciclo de trabalhos grandes - Rendimentos médios - Largura carga média-grande - Máquinas versáteis de grande mobilidade servem para carga, limpeza de vias, transporte de material a curtas distâncias, etc.

Tabela 7- Diferenças, vantagens e desvantagens dos dois tipos de máquinas de carga utilizada na P.M.

Em síntese, de acordo com os factores descritos no quadro, as retro - escavadoras são as máquinas fixas de carga por excelência. Contudo, qualquer pedreira deverá possuir uma ou mais pás - carregadoras para trabalhos que impliquem mobilidade, manuseamento e carga de maiores volumes e pesos em camião com trailer específico – transporte de produtos para obras de protecção costeira -, trabalhos de limpeza, etc. Sendo a empresa Irmãos Cavaco, S.A., nacionalmente reconhecida pelas suas inúmeras obras marítimas de protecção costeira, é essencial dispor de pás – carregadoras com acoplamento rápido do balde. Efectivamente, pela solicitação demonstrada verifica-se a sua necessidade.



Foto 27- Pá-carregadora a carregar camião com pedra de peso superior a 6 toneladas (esquerda); camião carregado (cima).

2.6 – Manuseamento e carga

As operações de manuseamento, carga e transporte do material desmontado têm uma frequência diária e contínua. Os meios e as técnicas utilizados, aplicam-se a todo e qualquer produto resultante do desmonte, seja este produto final e pronto a ser expelido para o exterior, ou que necessite ainda de passar pelo circuito de fragmentação. O cumprimento dos procedimentos para as operações de carga e transporte são da responsabilidade do encarregado, condutores, manobreadores e motoristas.

2.6.1 – Encadeamento de operações

Os produtos resultantes do desmonte têm características geológicas e granulométricas diferentes entre si. Os procedimentos no manuseamento, carga e transporte são aplicados consoante a qualidade dos diferentes produtos.

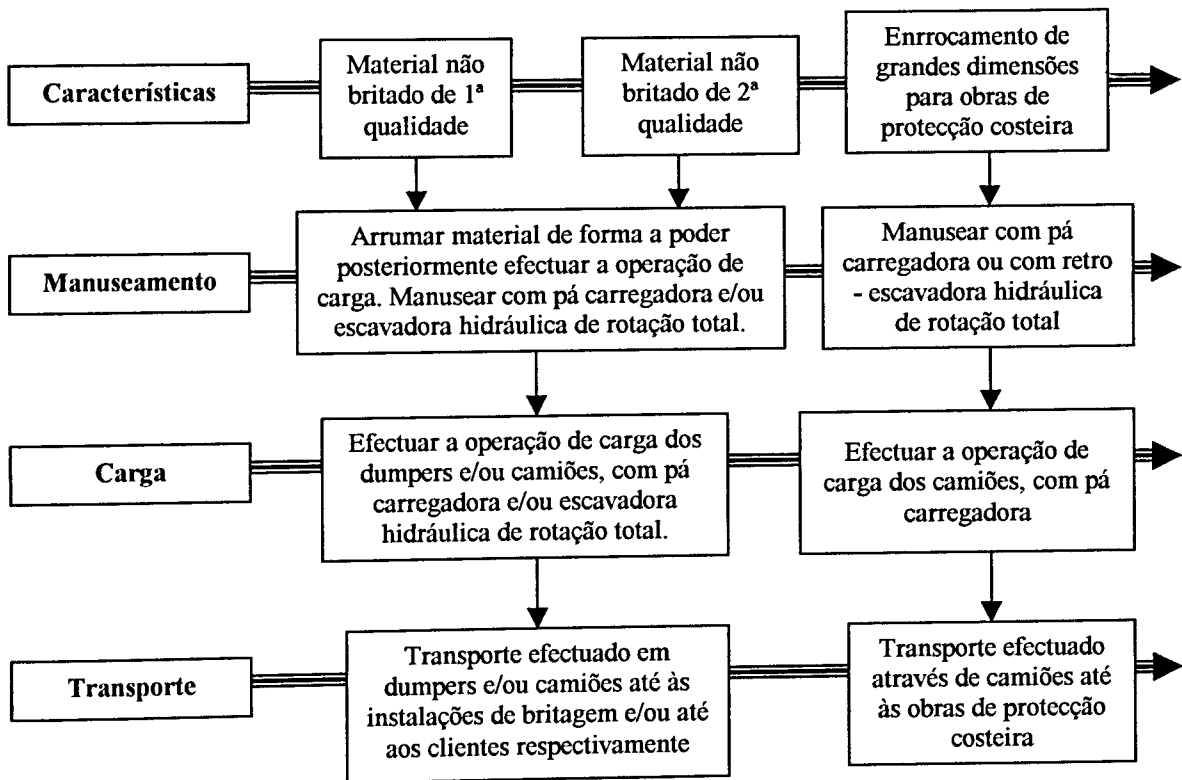


Diagrama 1- Encadeamento de operações para a carga de materiais de características diferente.

2.6.2 – Descrição do processo de carga

Os caminhões e os dumpers são máquinas muito distintas. Têm diferente velocidade, capacidade, robustez, manobrabilidade, entre outras. Estas diferenças, fazem com que tenham utilizações distintas.

O dumper é uma máquina lenta, apresentando grande capacidade, potência e robustez. Estas características dão-lhe a capacidade de vencer terreno acidentado e bastante inclinado, fazendo dela a máquina indicada para trabalhos de carga e transporte em pedreira.

Sendo, os dumpers nas pedreiras, são normalmente utilizados para o transporte de material entre as frentes de desmonte e os fragmentadores primários, a granulometria dos produtos carregados não podem exceder o tamanho da boca dos mesmos. Na pedreira da Malaposta os produtos transportados pelos dumpers e descarregados nas tremonhas dos primários não deve exceder 1 m^3 .



Foto 28- Dumper de 35 toneladas em transporte na pedreira da Malaposta.

Os caminhões são indicados para a carga em pedreira mas transporte em estrada – piso regular. Atingem maiores velocidades, são menos robustos e apresentam boa manobrabilidade. Dependendo do tipo de camião, podem transportar qualquer tipo de granulometria e com elevadas capacidades.

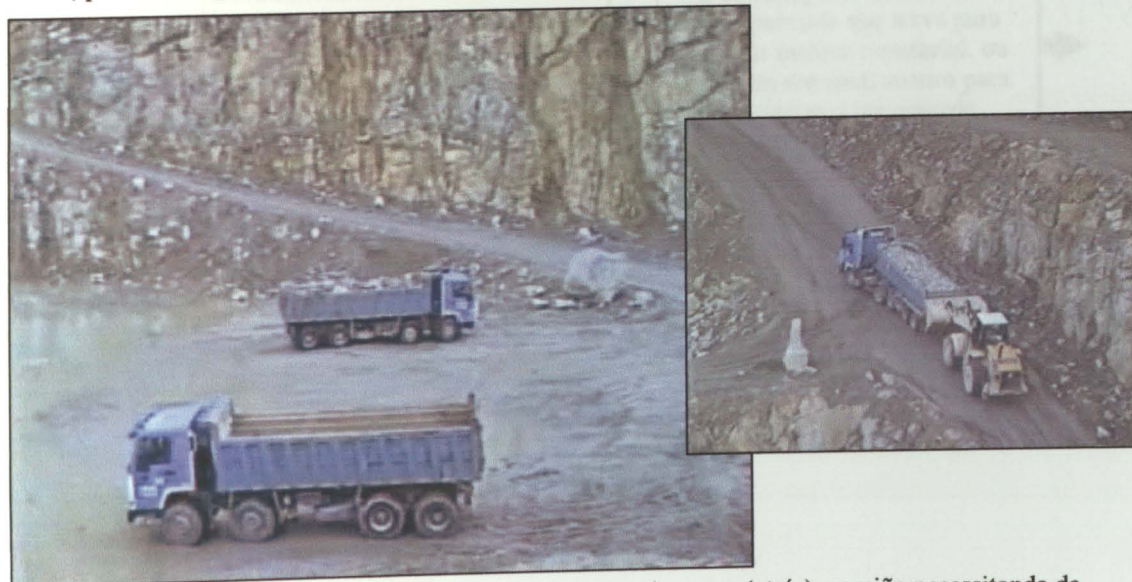


Foto 29- Camiões (à esquerda) em ciclo de carga (à frente) e descarga (atrás); camião necessitando de ser empurrado por pá carregadora para vencer a inclinação do terreno na pedreira da Malaposta

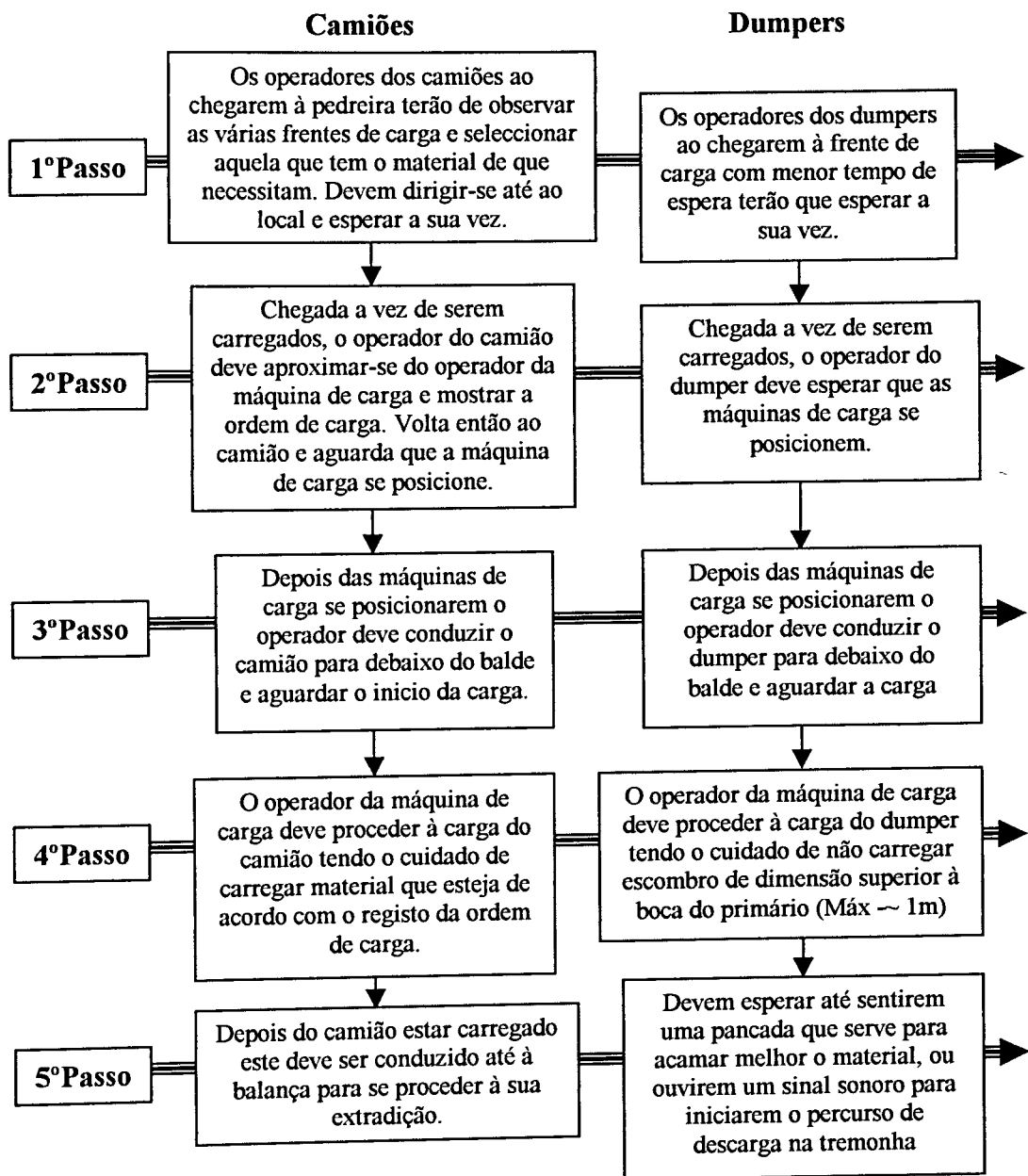


Diagrama 2- Encadeamento de operações para o processo de carga dos camiões e dos dumpers.

2.6.3 – Identificação do produto não britado

Quando a ordem de carga refira que a carga é de T.O.T. (todos os tamanhos), ou Alvenaria refere-se a material correspondente à foto



Foto 30- T.O.T. (todos os tamanhos) ou alvenaria.

Quando a ordem de carga refira que a carga é de pedra de 1 a 3 Toneladas refere-se a material correspondente à foto



Foto 31- Pedra de 1 a 3 Ton.

Quando a ordem de carga é de pedra de 3 a 6 Toneladas refere-se a material correspondente à foto



Foto 32- Pedra de 3 a 6 Toneladas.

Quando a ordem de carga é de pedra acima de 6 toneladas, refere-se a material correspondente à foto



Foto 33- Pedra com peso superior a 6 Toneladas.

Quando a ordem de carga refira que a carga é de rachão de pedra refere-se a material correspondente à foto



Foto 34- Rachão de pedra

Foto 35- Deposito de 20 Tonaladas (esquerda) e 35 toneladas (direita) em transporte na pedreira da Malaposta.

é importante a considerar neste tipo de remoção é a construção e manutenção das pistas e estas ser bem compactadas e bem drenadas e mantidas em boas condições. Em grandes depósitos e a caso da pedreira da Malaposta, justificou-se mesmo a utilização de uma máquina para a preparação desta política vai-se reflectir na redução dos custos de manutenção do mesmo de rendimento da remoção.

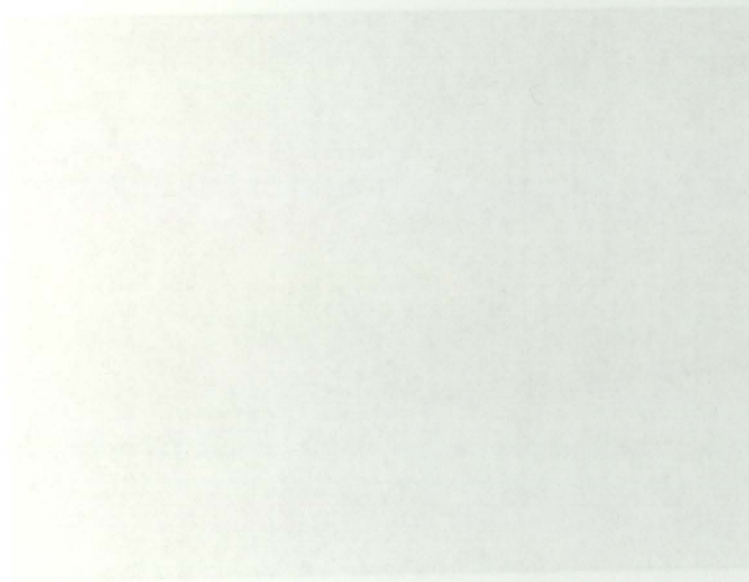


Foto 36 - Situações de armazenamento e transporte na pedreira da Malaposta.

C – TRANSPORTE EM DUMPER ATÉ AOS PRIMÁRIOS

Como já foi anteriormente referido, a remoção engloba as operações de carga e transporte. O transporte, uma operação fundamental em lavra a céu aberto, na pedreira da Malaposta é realizado em dumper até aos primários, ou em camião até às obras. Neste estágio, a observação e análise do transporte na pedreira, reportou-se unicamente ao que é efectuado em dumper até aos primários.



Foto 35- Dumper de 20 Toneladas (esquerda) e 35 toneladas (direita) em transporte na pedreira da Malaposta.

Um aspecto importante a considerar neste tipo de remoção é a construção e manutenção das pistas de circulação. Estas devem ser bem compactadas e bem drenadas e mantidas em boas condições. Em grandes explorações, como é o caso da pedreira da Malaposta, justifica-se mesmo a utilização de uma máquina apenas para este fim. A aplicação desta política vai-se reflectir na redução das despesas de manutenção do equipamento e no aumento do rendimento da remoção.



Foto 36- Motoniveladora a reparar o piso na pedreira da Malaposta.

A largura depende das dimensões transversais do material circulante e da natureza deste. Quando há circulação de material sobre pneus e sobre lagartas, é necessário uma pista mais larga, com faixas individualizadas.

2.7 - Transporte em Dumper

O ciclo de transporte em dumper até ao primário culmina com descarga do material nas tremonhas do primários da linha I, ou no primário da linha móvel. O prosseguimento normal da operação de transporte e descarga está dependente do estado de funcionamento das respectivos primários. Torna-se então necessário a definição de procedimentos alternativos para a continuação dos trabalhos mesmo estando os primários inactivos. As responsabilidades pelo cumprimento destas regras é atribuída aos manobreadores dos dumpers e aos operadores dos primários.



Foto 37- Dumper de 35 Toneladas a efectuar operação de descarga na tremonha de um dos primários na pedreira da Malaposta

2.7.1 – Encadeamento de operações

Operação	Fluxograma
Carga e transporte para a britagem fixa ou móvel	<pre> graph TD A[Manuseamento carga e transporte] --> B{Pode descarregar} B -- N --> C[Stock] C --> A B -- S --> D[Aviso sonoro] D --> E[Descarga] E --> F[Registo] F --> G[Controlo no comando da instalação] </pre>
Descarregar na tremonha de alimentação do primário ou colocar no stock próxima deste. Alimentação com material proveniente do stock com auxílio de pá carregadora	
Accionar aviso sonoro ou sinal luminoso que confirma ao manobrador a possibilidade de descarregar	
O manobrador procede à operação de descarga na tremonha de alimentação do primário	
Registar as entradas de material em impresso próprio	
Controlar o funcionamento do equipamento	

Tabela 8- Acções e fluxograma para o ciclo de descarga dos dumpers.

2.7.2 – Fluxograma de operações

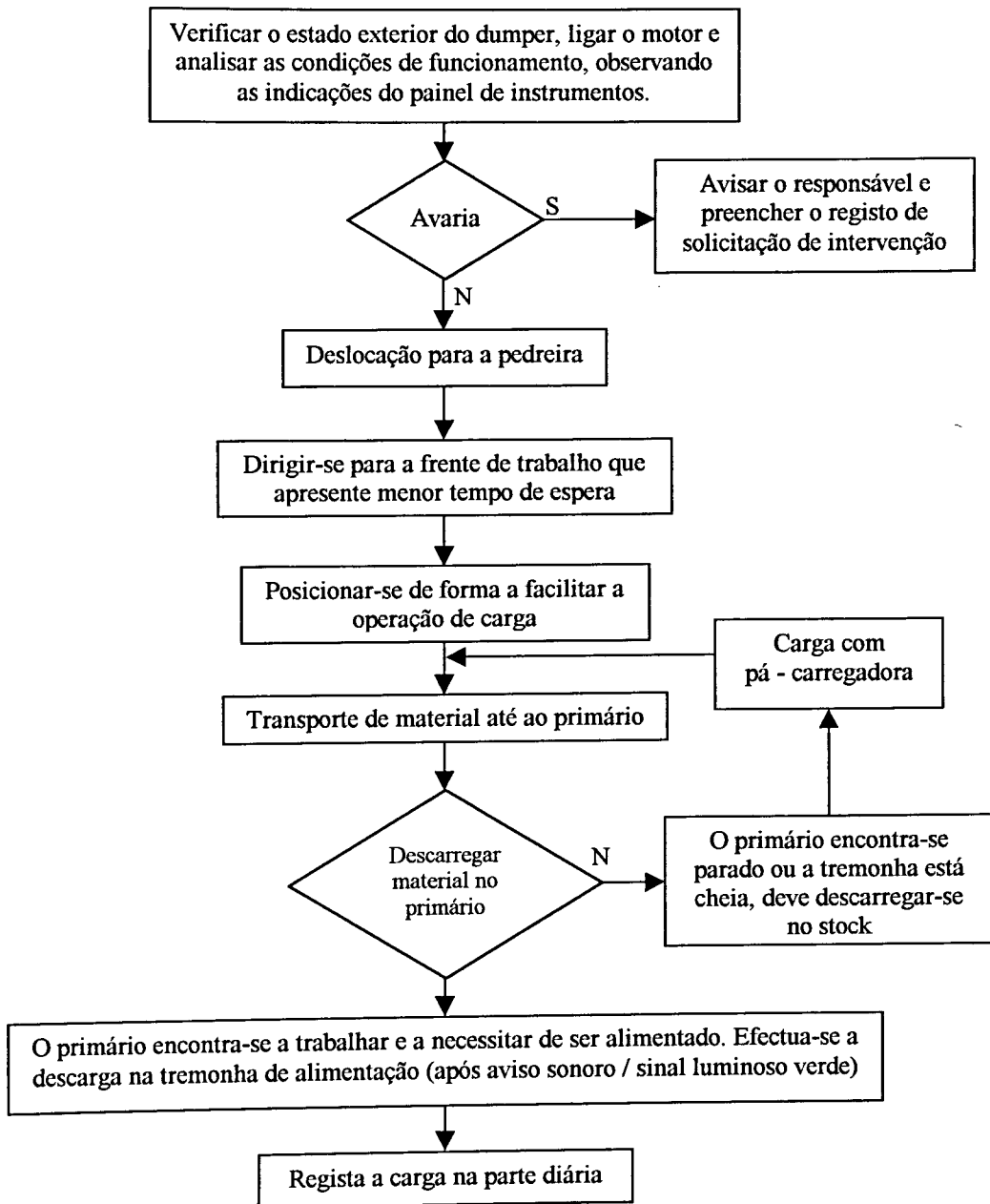


Diagrama 3- Fluxograma de procedimentos para o transporte em dumper na pedreira da Malaposta.

Análise dos dados recolhidos

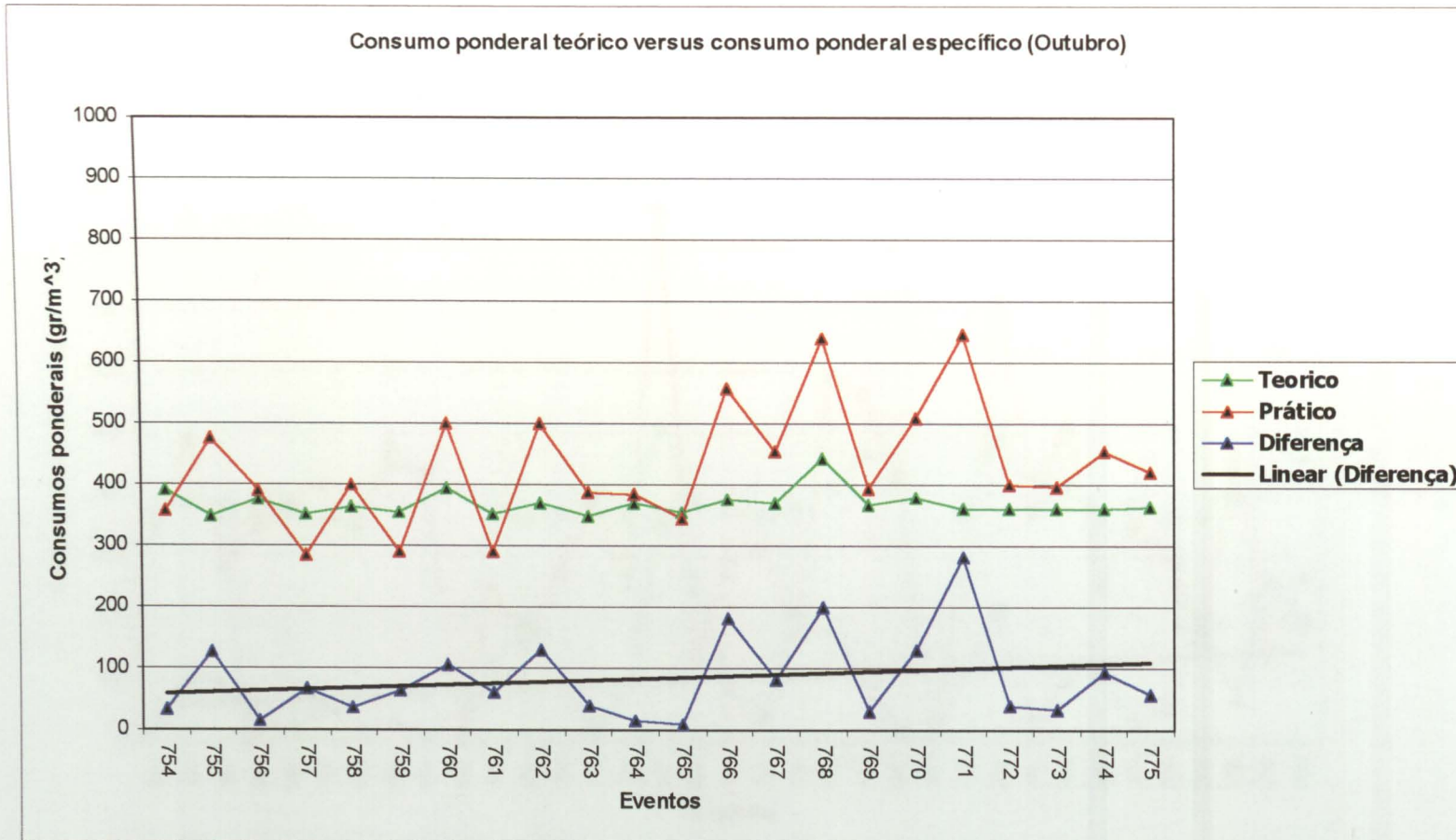
ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

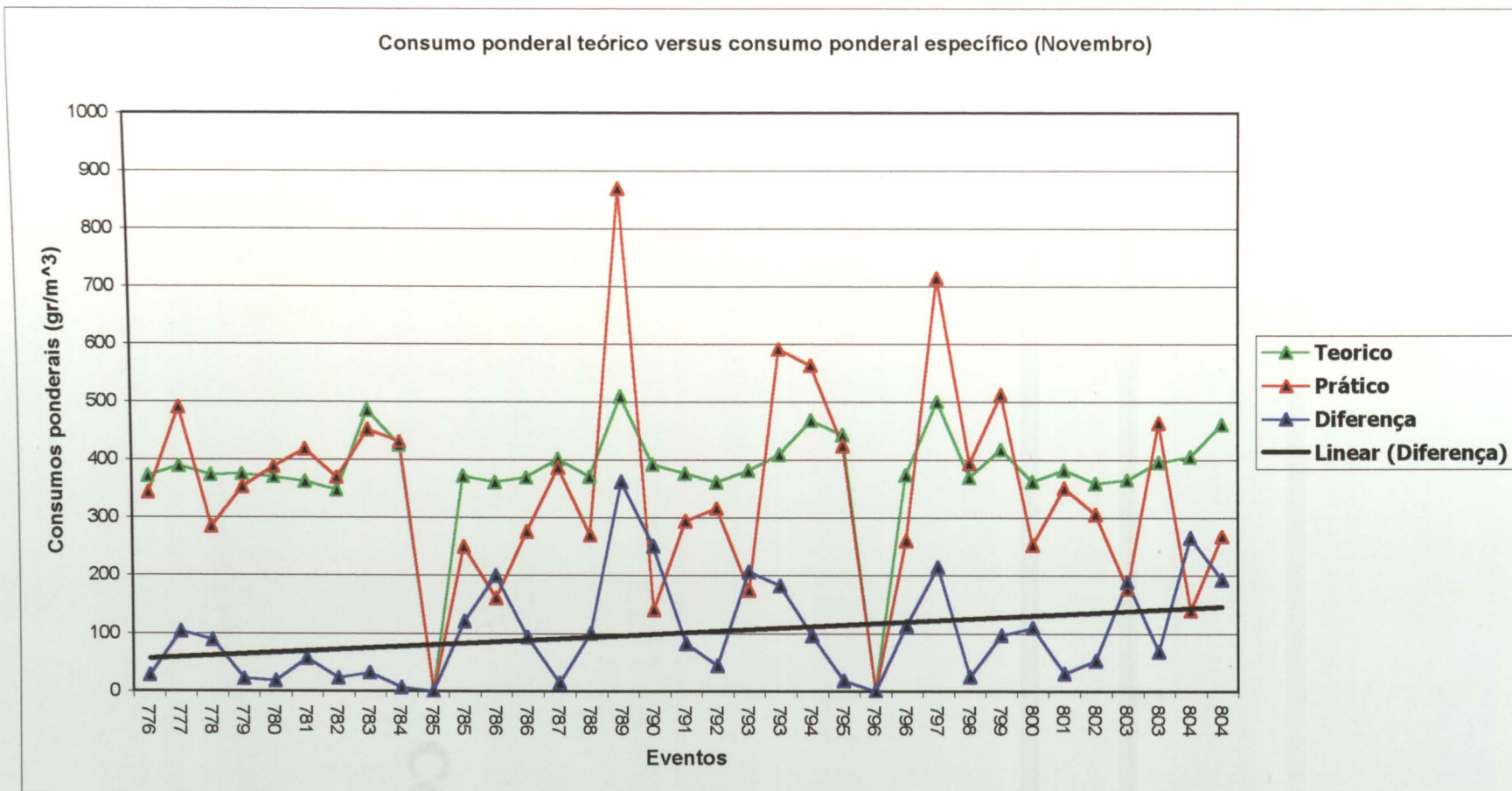
Introdução ir ao conjunto de folhas do simões curtez ao ponto 7.2.3 e ao ponto 7.2.6

Ver página do controlo de fragmentação na sebenta do ISEP

		Resultados			
		Consumo ponderal específico teórico	Consumo ponderal específico prático	Diferença	
Outubro	Pegas de fogo n.º	753	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
		754	391,9214735	359,0303309	32,89114
		755	348,1108255	476,2006805	128,0899
		756	377,0489892	392,084663	15,03567
		757	352,6866386	286,1952862	66,49135
		758	363,6053726	400,0933551	36,48798
		759	355,6503918	292,2077922	63,4426
		760	394,4764416	499,9875003	105,5111
		761	352,6640638	291,3752914	61,28877
		762	369,0146131	499,5004995	130,4859
		763	348,16048	388,7816388	40,62116
		764	370,512738	384,1898205	13,67708
		765	354,1406201	344,1649697	9,97565
		766	375,5695613	558,4512286	182,8817
		767	370,7941847	453,373428	82,57924
		768	441,9177107	640,7700632	198,8524
		769	366,1854004	395,3646898	29,17929
		770	379,6811806	510,3528726	130,6717
		771	361,0949102	643,9817109	282,8868
		772	360,3083858	400,9951654	40,68678
773	361,5537311	395,7287368	34,17501		
774	361,0394009	455,4508356	94,41143		
775	363,8718815	420,2689721	56,39709		

Novembro	Pegas de fogo nº	776	371,2072159	343,3169914	27,89022
		777	387,7781645	490,6333631	102,8552
		778	372,7700343	284,052315	88,71772
		779	374,2251608	352,2886898	21,93647
		780	369,4055185	388,030049	18,62453
		781	361,0901921	418,3035065	57,21331
		782	346,7194544	369,7348262	23,01537
		783	484,4349508	451,9242936	32,51066
		784	425,2341641	431,3319531	6,097789
		784,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		785	370,8396273	250	120,8396
		785,5	360,3300022	160,8187135	199,5113
		786	368,5271434	275,209159	93,31798
		787	400,9043438	386,1003861	14,80396
		788	370,6457983	270,1789936	100,4668
		789	508,2421242	869,414015	361,1719
		790	390,9689995	140,7657658	250,2032
		791	375,8736494	294,1176471	81,756
		792	360,3300022	315,7894737	44,54053
		792,5	380,6487368	174,6031746	206,0456
		793	408,7648366	590,9090909	182,1443
		794	467,6968505	563,3142708	95,61742
		795	442,4098948	424,057381	18,35251
		795,5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		796	373,0513767	260,4166667	112,6347
		797	499,601467	714,2857143	214,6842
		798	368,6165067	393,3747412	24,75823
		799	416,5013762	512,8205128	96,31914
		800	361,5177921	252,0152217	109,5026
		801	381,315195	350,877193	30,438
		802	358,0815774	304,8976186	53,18396
		802,5	365,0071779	176,366843	188,6403
		803	395,2883874	463,6337294	68,34534
		803,5	404,5260901	139,8210291	264,7051
804	460,487934	267,4859379	193,002		





Conclusões

CONCLUSÕES

Da observação dos gráficos nas páginas 28 e 29 conclui-se que o consumo de explosivos é maior do que o que deveria ser. Em média por cada pega de fogo que se dê existe um consumo excessivo de cerca de 90 gr/m³ em explosivo.

Relativamente a tempos mortos nas tremonhas e tempos de espera na carga, estes são quase inexistentes. Isto também se deve ao facto da presença de três primários e de várias máquinas de carga.

– Recomendações

Bibliografia

BIBLIOGRAFIA

Miranda, H.S.B., Transportes mineiros – Dep. Eng. Minas FEUP

Pereira, H.G., Introdução à simulação – 1º Seminário de geomatemática (1979)

Anexos

ANEXOS

		Características da bancada				
		Altura da bancada (m)	Largura da frente livre (m)	Diâmetro de furação (mm)	Observações	
Outubro	Pegas de fogo nº	753	?????	???????	???????	
		754	10,2	32	70	
		755	8,9	72,6	70	
		756	10,1	48,4	70	
		757	10	55	70	
		758	8,9	50,55	70	
		759	10	77	70	
		760	6,5	36,2	70	
		761	9,2	65	70	
		762	7,8	31,5	70	
		763	8	66,6	70	
		764	8,3	34,3	70	
		765	8,5	58,6	70	
		766	7,9	34	70	
		767	8,4	49,8	70	
		768	9,7	18,1	70	
		769	9	40,75	70	
		770	6	38,1	70	
		771	8,5	44,7	70	
		772	9,1	47,75	70	
773	8,6	44,6	70			
774	8,3	38,4	70			
775	9	34,7	70			

Novembro Pegas de fogo nº	776	8,7	31	70	
	777	9,5	23,6	70	
	778	8,5	43,3	70	
	779	8,7	43,05	70	
	780	7,8	47,2	70	
	781	10	47,4	70	
	782	9,8	82,35	70	
	783	10,7	14,1	70	
	784	10	16,1	70	
	784,5	0	0	0	Início do rebaixo
	785	10	40	70	
	785,5	10	47,5	70	
	786	7,8	37,85	70	
	787	7,4	17,5	70	
	788	9,4	52,5	70	
	789	2,5	21,3	70	
	790	6	37	70	
	791	10	42,5	70	
	792	10	47,5	70	
	792,5	5	52,5	70	
	793	5	27,5	70	
	794	3,8	22,9	70	
	795	9,5	18,1	70	
	795,5	0	0	70	Repés
	796	9	40	70	
	797	5	15	70	Rampa
	798	7	57,5	70	Rebaixe
	799	6,5	20	70	
	800	9,5	44,3	70	
	801	9,5	30	70	
	802	9	57,7	70	
	802,5	7,2	45	70	
	803	8,5	17,5	70	
	803,5	6	29,8	70	
804	9,4	17,4	70		

		Valores teóricos para o diagrama de fogo						
		Comprimento do furo (m)	Distância à frente corrigida (m)	Espaçamento prático (m)	Nº de furos	Perfuração específica (m/m ³)	Consumo ponderal específico (gr/m ³)	
Outubro	Pegas de fogo nº	753	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	
		754	11,70225	2,7489325	3,436165625	11	0,143465617	391,9214735
		755	10,33725	2,7898825	3,487353125	22	0,126158106	348,1108255
		756	11,59725	2,7520825	3,440103125	16	0,137926215	377,0489892
		757	11,49225	2,7552325	3,444040625	17	0,128923784	352,6866386
		758	10,33725	2,7898825	3,487353125	16	0,131773452	363,6053726
		759	11,49225	2,7552325	3,444040625	24	0,130007177	355,6503918
		760	7,81725	2,8654825	3,581853125	12	0,139128326	394,4764416
		761	10,65225	2,7804325	3,475540625	20	0,128132059	352,6640638
		762	9,18225	2,8245325	3,530665625	10	0,132311435	369,0146131
		763	9,39225	2,8182325	3,522790625	20	0,125100373	348,16048
		764	9,70725	2,8087825	3,510978125	11	0,133536066	370,512738
		765	9,91725	2,8024825	3,503103125	18	0,127880497	354,1406201
		766	9,28725	2,8213825	3,526728125	11	0,134806814	375,5695613
		767	9,81225	2,8056325	3,507040625	16	0,133767058	370,7941847
		768	11,17725	2,7646825	3,455853125	7	0,161189754	441,9177107
		769	10,44225	2,7867325	3,483415625	13	0,132822617	366,1854004
		770	7,29225	2,8812325	3,601540625	12	0,132858169	379,6811806
		771	9,91725	2,8024825	3,503103125	14	0,130391697	361,0949102
		772	10,54725	2,7835825	3,479478125	15	0,130801171	360,3083858
	773	10,02225	2,7993325	3,499165625	14	0,1306789	361,5537311	
	774	9,70725	2,8087825	3,510978125	12	0,130121791	361,0394009	
	775	10,44225	2,7867325	3,483415625	11	0,131983459	363,8718815	

Novembro	Pegas de fogo nº	776	10,12725	2,7961825	3,495228125	10	0,134290432	371,2072159
		777	10,96725	2,7709825	3,463728125	8	0,141227197	387,7781645
		778	9,91725	2,8024825	3,503103125	14	0,134607595	372,7700343
		779	10,12725	2,7961825	3,495228125	14	0,135382224	374,2251608
		780	9,18225	2,8245325	3,530665625	15	0,132451596	369,4055185
		781	11,49225	2,7552325	3,444040625	15	0,131995684	361,0901921
		782	11,28225	2,7615325	3,451915625	25	0,126559832	346,7194544
		783	12,22725	2,7331825	3,416478125	6	0,177913343	484,4349508
		784	11,49225	2,7552325	3,444040625	6	0,155443364	425,2341641
		784,5	0	-0,05	-0,0625	1	#DIV/0!	#DIV/0!
		785	11,49225	2,7552325	3,444040625	13	0,135559567	370,8396273
		785,5	11,49225	2,7552325	3,444040625	15	0,131717798	360,3300022
		786	9,18225	2,8245325	3,530665625	12	0,132136651	368,5271434
		787	8,76225	2,8371325	3,546415625	6	0,143092708	400,9043438
		788	10,86225	2,7741325	3,467665625	17	0,134882112	370,6457983
		789	3,61725	2,9914825	3,739353125	7	0,158953643	508,2421242
		790	7,29225	2,8812325	3,601540625	12	0,136808007	390,9689995
		791	11,49225	2,7552325	3,444040625	14	0,137399742	375,8736494
		792	11,49225	2,7552325	3,444040625	15	0,131717798	360,3300022
		792,5	6,24225	2,9127325	3,640915625	16	0,130626482	380,6487368
		793	6,24225	2,9127325	3,640915625	9	0,140275029	408,7648366
		794	4,98225	2,9505325	3,688165625	8	0,155237279	467,6968505
		795	10,96725	2,7709825	3,463728125	7	0,161123846	442,4098948
		795,5	0,99225	3,0702325	3,837790625	1	#DIV/0!	#DIV/0!
		796	10,44225	2,7867325	3,483415625	13	0,135313041	373,0513767
		797	6,24225	2,9127325	3,640915625	6	0,171447258	499,601467
		798	8,34225	2,8497325	3,562165625	18	0,130913889	368,6165067
		799	7,81725	2,8654825	3,581853125	7	0,146896324	416,5013762
		800	10,96725	2,7709825	3,463728125	14	0,131663278	361,5177921
		801	10,96725	2,7709825	3,463728125	10	0,13887341	381,315195
		802	10,44225	2,7867325	3,483415625	18	0,129883202	358,0815774
		802,5	8,55225	2,8434325	3,554290625	14	0,129963228	365,0071779
		803	9,91725	2,8024825	3,503103125	6	0,142738993	395,2883874
		803,5	7,29225	2,8812325	3,601540625	10	0,141551909	404,5260901
		804	10,86225	2,7741325	3,467665625	7	0,167576661	460,487934

		Valores práticos efectivamente utilizados na pega de fogo					
		Carga total	Distância à frente	Número de furos	Carga total por furo	Consumo ponderal específico	
Outubro	Pegas de fogo nº	753	?????	?????	????	#VALOR!	
		754	375	3,2	15	25	359,0303309
		755	800	2,6	33	24,24242424	476,2006805
		756	575	3	24	23,95833333	392,084663
		757	425	2,7	25	17	286,1952862
		758	450	2,5	26	17,30769231	400,0933551
		759	675	3	35	19,28571429	292,2077922
		760	400	3,4	26	15,38461538	499,9875003
		761	575	3,3	29	19,82758621	291,3752914
		762	675	5,5	33	20,45454545	499,5004995
		763	725	3,5	32	22,65625	388,7816388
		764	350	3,2	17	20,58823529	384,1898205
		765	600	3,5	28	21,42857143	344,1649697
		766	750	5	35	21,42857143	558,4512286
		767	550	2,9	24	22,91666667	453,373428
		768	450	4	18	25	640,7700632
		769	725	5	35	20,71428571	395,3646898
		770	525	4,5	29	18,10344828	510,3528726
		771	575	2,35	22	26,13636364	643,9817109
		772	575	3,3	23	25	400,9951654
773	425	2,8	23	18,47826087	395,7287368		
774	450	3,1	21	21,42857143	455,4508356		
775	525	4	22	23,86363636	420,2689721		

Novembro	Pegas de fogo nº	776	250	2,7	15	16,66666667	343,3169914
		777	275	2,5	13	21,15384615	490,6333631
		778	575	5,5	32	17,96875	284,052315
		779	475	3,6	20	23,75	352,2886898
		780	400	2,8	24	16,66666667	388,030049
		781	575	2,9	34	16,91176471	418,3035065
		782	925	3,1	48	19,27083333	369,7348262
		783	375	5,5	17	22,05882353	451,9242936
		784	500	7,2	19	26,31578947	431,3319531
		784,5	50	0	7	7,142857143	#DIV/0!
		785	350	3,5	19	18,42105263	250
		785,5	275	3,6	20	13,75	160,8187135
		786	325	4	23	14,13043478	275,209159
		787	125	2,5	7	17,85714286	386,1003861
		788	400	3	21	19,04761905	270,1789936
		789	250	5,4	21	11,9047619	869,414015
		790	125	4	25	5	140,7657658
		791	375	3	18	20,83333333	294,1176471
		792	450	3	42	10,71428571	315,7894737
		792,5	275	6	36	7,638888889	174,6031746
		793	325	4	17	19,11764706	590,9090909
		794	250	5,1	24	10,41666667	563,3142708
		795	350	4,8	14	25	424,057381
		795,5	175	3	27	6,481481481	#DIV/0!
		796	375	4	19	19,73684211	260,4166667
		797	375	7	44	8,522727273	714,2857143
		798	475	3	23	20,65217391	393,3747412
		799	200	3	10	20	512,8205128
		800	350	3,3	19	18,42105263	252,0152217
		801	300	3	15	20	350,877193
		802	475	3	23	20,65217391	304,8976186
		802,5	200	3,5	19	10,52631579	176,366843
		803	200	2,9	9	22,22222222	463,6337294
		803,5	100	4	16	6,25	139,8210291
804	175	4	9	19,44444444	267,4859379		



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000090189