

Desmonte de rocha com explosivos

1. Generalidades

Na construção de auto-estradas, ou em execução de túneis, as escavações em terrenos constituídos por grandes superfícies rochosas implicam a utilização de explosivos.



2. Classificação dos explosivos

Os explosivos podem ser classificados em:

- **Lentos ou propulsores:** quando a sua velocidade de combustão é inferior a 1000 m/seg;
- **Rápidos:** quando a velocidade de combustão é superior a 1000 m/seg, mas inferior a 5000 m/seg;
- **Muito rápidos:** quando a velocidade de combustão é superior a 5000 m/seg.

Quanto aos efeitos, os explosivos classificam-se em:

- **Fraturantes:** quando, devido à velocidade da reação, o seu efeito é de destruição do meio que o envolve, fraturando-o em pequenos blocos;
- **Deflagrantes:** quando, devido à lentidão da reação, o seu efeito é de ruptura pelas fraturas existentes ou tombamento.

Por sua vez, quanto à sensibilidade os explosivos classificam-se em:

- **Sensíveis:** quando, por efeito de choque ou calor moderado, o explosivo é ativado;
- **Pouco sensíveis:** quando a iniciação só é possível com a utilização de um detonador.

3. Explosivos mais utilizados no desmonte de rocha

As substâncias explosivas com possibilidade de utilização no desmonte de rocha dividem-se em pólvoras e explosivos, podendo apresentar-se a granel ou encartuchados.

São de uso comum:

Pólvoras:

- Pólvora negra;
- Pólvora sem fumo;

Explosivos a granel:

- Granulados (mistura de nitrato de amónio e gasóleo);
- Emulsões (dispersão em água de substâncias explosivas);

Explosivos encartuchados:

- Pulverulentos (mistura de nitrato de amónio e aditivos);
- Emulsões (dispersão em água de substâncias explosivas);
- Dinamites (compostos à base de nitroglicerina/nitroglicol).

4. Principais riscos

- Os produtos explosivos são perigosos por contacto com a pele e inalação de gases;
- Os mesmos podem detonar em massa por choque, fricção, fogo, chispa ou por simpatia produzida por uma forte sobrepressão ou calor;
- Os fumos resultantes de detonação contêm óxidos de nitrogénio e carbono, e a sua inalação pode causar irritação no sistema respiratório.

5. Prevenção

a) Preparação e planeamento

Todos os produtos explosivos são potencialmente perigosos e a sua manipulação e utilização só pode ser efetuado por pessoal habilitado para o efeito.

A segurança do uso de um explosivo assenta no cálculo correto e manipulação adequada dos explosivos. O pessoal deve ser habilitado com cédula do operador e os furos, as cargas e os disparos deverão ser executados com precisão e de acordo com um determinado plano de fogo.

As zonas de explosão deverão ser vedadas num raio de **50 m** dos locais de rebentamento e sinalizadas com cartazes «**PROIBIDA A ENTRADA – Perigo de Explosão**», sendo o acesso condicionado ao pessoal especializado em explosivos.



Por outro lado, deverão ser implementadas as seguintes medidas:

- Solicitar autorização à autoridade competente;
- Obter todas as licenças de compra, transporte e uso de explosivos;
- Só utilizar materiais e acessórios aprovados pelas entidades competentes;
- Elaborar e implementar um procedimento com lista de verificação para cada pega, incluindo o respetivo plano de fogo, e submetê-lo à aprovação da Fiscalização.

b) Armazenamento de explosivos

Os explosivos e seus acessórios deverão ser guardados, até ao momento da sua utilização, em paióis licenciados para o efeito e fechados à chave.

A zona de segurança de um paiol permanente deve ser superior a **150 m** e deverá ser mantida limpa de produtos combustíveis ou facilmente inflamáveis, sobretudo ervas secas, devendo estar sinalizada.

Na zona de segurança não deverão existir construções, vias de comunicação ou linhas de transporte de energia e telefónicas, excepto as necessárias para o funcionamento do paiol, ou emissores de ondas hertzianas com potência superior a **100 W**.

Qualquer paiol permanente deverá ser bem ventilado e ter instalado um para-raios, devendo a sua ligação à terra ser verificada de 6 em 6 meses.

No mesmo paiol não poderão ser armazenados explosivos e pólvoras e a sua porta deverá ser ampla e com sistema de abertura para fora.

Os detonadores deverão ser armazenados em paiolim (constituído por material incombustível) separado e a uma distância suficiente do paiol para evitar o rebentamento por simpatia.

O rastilho e as pólvoras deverão ser guardados, até ao momento da sua utilização, em paiolins separados, reservados apenas a esse fim, que se manterão cuidadosamente fechados à chave.

Os produtos explosivos deverão ser mantidos afastados do lume, de substâncias facilmente inflamáveis ou corrosivas e de locais onde se verifique a explosão de tiros e preservados da ação da humidade, do choque e da corrente elétrica.

A lotação do paiol não poderá, em caso algum, ser excedida.

Os explosivos deverão ser armazenados na sua embalagem de origem.

A arrumação dos explosivos deverá ser efetuada de modo a não construir pilhas com mais de 5 cunhetes. No caso de não haver prateleiras, deverão ser arrumados sobre dormentes de madeira e ficar um espaço livre para a parede de, pelo menos, **0,60 m**. Os rótulos dos cunhetes deverão ficar à vista para facilitar a identificação do explosivo e a data de fabrico. No caso de pilhas múltiplas, deverá haver entre elas um espaço mínimo de **1 m**.

Os cunhetes não deverão ser arrastados, rolados ou manejados com brusquidão.

No interior do paiol não deverão ser usadas ferramentas de ferro ou qualquer outro material capaz de produzir faíscas ou que possa carregar-se de eletricidade estática.

A abertura dos cunhetes, se não houver no paiol uma dependência para o efeito, deverá ser executada no exterior, a uma distância ≥ 15 m.

A temperatura e humidade no interior de um paiol deverão ser controladas, de modo a evitar temperaturas elevadas ou humidade excessiva. Se for caso disso, em tempo muito húmido, deverão ser colocados no interior do paiol vasos abertos contendo cloreto de cálcio seco, na quantidade de **1 kg/10 m³**, que serão removidos uma vez por mês.

O paiol não deverá ser aberto se houver trovoadas.

Não é permitida a entrada de pessoas não credenciadas no paiol. As pessoas que habitualmente usam o paiol deverão usar vestuário adequado, isento de fibras sintéticas. O calçado deverá ser de material semicondutor e antiestático e não deverá ter partes metálicas expostas.

Não será permitida a entrada no paiol de pessoas transportando:

- Fósforos, isqueiros e acendedores;
- Tabaco sob qualquer modalidade;
- Calçado com cardas ou protetores metálicos;
- Artigos de ferro;
- Dispositivos de iluminação de chama nua;
- Armas de fogo e/ou munições.

Os explosivos com um tempo de fabrico superior a 5 anos, ou que apresentem sinais de deterioração, não deverão ser utilizados.

Os explosivos deverão sair do paiol pela ordem de entrada, isto é, deve sair sempre aquele que for mais antigo.

No paiol deverão existir meios de combate a incêndios, de modo a poder extinguir-se qualquer princípio de fogo. No caso de existir extintores de incêndios, deverá, pelo menos, haver permanentemente baldes com água e areia.

Os locais onde estão colocados os meios de combate a incêndios deverão ser acessíveis e convenientemente sinalizados.

Deverá ser mantido o livro de registo de explosivos atualizado e em condições de ser apresentado sempre que exigido. O livro de registo não deverá ter rasuras nem emendas e deverá corresponder, a todo o momento, às existências no paiol.

c) Manuseamento de explosivos

- Utilizar, salvo situações excecionais, os explosivos sob a forma de cartuchos inteiros;
- Não utilizar matérias explosivas que não se encontrem em perfeito estado de conservação;
- Usar cunhas e maços de madeira por ocasião da abertura das embalagens de madeira que acondicionem os explosivos;
- Na abertura de embalagens de cartão que acondicionem os explosivos, poderão ser utilizadas ferramentas metálicas, desde que tais utensílios não entrem em contacto com agrafos ou outros acessórios metálicos de fecho;
- Proibir fumar ou foguear, qualquer que seja a fase de manuseamento ou manipulação destes materiais;
- Manter o produto e seus acessórios afastados de qualquer fonte de calor, chama ou choque;
- Evitar qualquer tipo de impacto ou fricção sobre o produto.

d) Transporte de explosivos no estaleiro

- Transportar as substâncias explosivas, desde os paióis até ao local da sua utilização ou preparação de cargas, em caixas de madeira, sacos ou lonas, ou outro qualquer tipo de embalagem resistente e impermeável;
- Nunca transportar estes materiais desde os paióis até ao local de utilização nas suas embalagens de origem.
- Efetuar o transporte de explosivos com formato granulado em bidões fechados, munidos de tampa e asa;
- Transportar separadamente o material explosivo e acessórios de tiro (detonadores, cordão detonante);
- Entregar aos operadores de tiro somente a quantidade de material estritamente necessária para o trabalho previsto. As sobras serão de imediato devolvidas ao paiol.

e) Preparação das cargas explosivas

- Durante a preparação das cargas, e quando a luz natural não for suficiente, será usada iluminação elétrica. adequada;
- Proibir expressamente a preparação de cargas dentro ou nas proximidades dos depósitos de explosivos;
- Se a carga for composta por vários cartuchos, estes deverão ser dispostos em cada furo topo a topo com perfeito contacto entre si, ou então ligados por cordão detonante nos casos em que fiquem intervalos;
- Interditar a utilização de rastilhos nos casos em que a velocidade de combustão seja superior a **1 m/min**;
- O comprimento mínimo de rastilho deve garantir **2 m** livres a partir do último cartucho introduzido e possuir um comprimento mínimo de **0,60 m** fora do furo;
- Não permitir fazer nós na parte do rastilho fora do furo.

f) Carregamento de furos com explosivos

Durante a operação de carga e ligação da pega, com detonadores elétricos, os extremos da linha de tiro, do lado onde ligar o explosor, devem estar curto-circuitados, permanecendo assim até que o pessoal se tenha retirado para local seguro. De seguida, deve-se abrir o circuito para se proceder à sua comprovação, após o qual se ligará o explosor.

É também importante implementar as seguintes medidas:

- Qualquer furo deverá ter uma localização e orientação que evite o encontro com outros furos já executados ou abandonados;
- Não permitir o retomar a furação em furos antigos ou abandonados;
- Anteceder de limpeza com água o emboquilhamento de furos em poços e sapateiras de

galerias horizontais ou inclinadas, para permitir a identificação de qualquer furo antigo;

- Iniciar o carregamento somente quando todos os furos da série estiverem concluídos;
- Usar plataformas de trabalho e não escadas-de-mão para o carregamento de furos;



- Antes de proceder ao carregamento, todos os furos deverão ser cuidadosamente limpos com ar comprimido;
- Assegurar que o diâmetro do furo, em todo o seu perímetro, seja superior ao dos cartuchos a utilizar;
- Introduzir os cartuchos cuidadosamente no furo e nunca forçar a entrada do cartucho quando se notar qualquer obstrução;
- Numa mesma pega de fogo, só deverão ser utilizados, no carregamento de furos, explosivos com as mesmas características e, preferencialmente, do mesmo fabricante;
- Proibir a retirada de explosivos de um furo, mesmo nos casos em que a explosão não se tenha verificado.

g) Condições de disparo

- Os disparos deverão obedecer a um horário previamente estipulado e divulgado;
- Antes do rebentamento, e com a necessária antecedência, utilizar sinais acústicos e visuais que serão objeto de ampla divulgação prévia, para mais eficazmente se impedir o acesso ao local de trabalhos, e avisar terceiros;
- Os sinais acústicos deverão assinalar o **início** e o **fim** da operação e servirão também para os sinaleiros abrirem ou fecharem o trânsito;
- Os sinaleiros deverão dispor de vestuário identificador e estar munidos de sistema de comunicação com o responsável da operação;
- Os sinaleiros deverão utilizar bandeiras de tecido vermelho, com dimensões mínimas de **0,4 × 0,3 m**. A sua posição nas vias deverá permitir que sejam vistos a, pelo menos, **150 m** da distância do local onde se prevê que já não exista perigo de ser atingido por possíveis projeções;

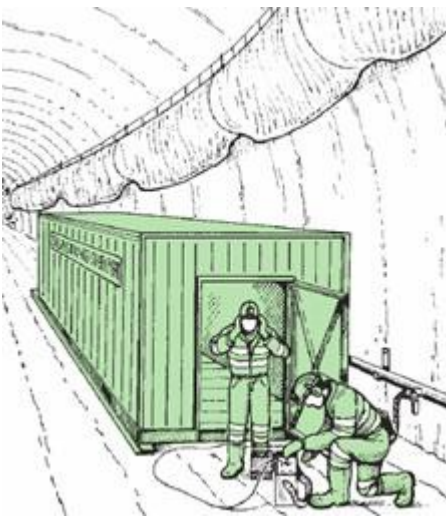
- Não deixar sem vigilância um furo carregado, em local que seja acessível a outras pessoas;
- Restringir apenas ao pessoal da preparação da pega a permanência na área de perigo de um disparo;
- Nos disparos a efetuar a céu aberto, as zonas a fragmentar deverão ser cobertas com material adequado de forma a minimizar a projeção de materiais;
- Se não existirem zonas naturais que ofereçam proteção, preparar previamente abrigos adequados;
- Em caso algum uma explosão poderá ser efetuada sem o operador de explosivos se certificar que todos os trabalhadores estão protegidos, que os acessos à zona estão interditados e que não existem riscos para terceiros;
- O encarregado de fogo deve ser o último a abandonar o local depois de se certificar que todos os trabalhadores estão protegidos, que os acessos à zona se encontram interditados e que não existem riscos para terceiros.

h) Disparo elétrico

- No disparo elétrico, utilizar condutores isolados. As ligações das linhas de tiro e dos fios das cápsulas detonadoras deverão ser também convenientemente isoladas;
- Não permitir que os dois fios da cápsula detonadora toquem no solo, noutros fios, em carris, nem em tubos de água ou ar. No caso de existirem atrasos na pega, deverão ligar-se em curto-circuito. Deverá ser interdito usar a terra como retorno;
- Atribuir ao encarregado a competência de proceder a ligação das linhas de tiro às cápsulas detonadoras. Só o deverá fazer quando tiver em seu poder o aparelho de manobra de disparador;
- Efetuar as ligações do disparador somente depois de verificar a resistência do circuito e a proteção dos trabalhadores envolvidos na operação;
- Durante a utilização de disparador elétrico, competirá ao encarregado de fogo guardar consigo a chave de manobra, a qual aplicará só no momento do disparo e acionará com energia e rapidez;
- Após o tiro, a ficha será retirada e o interruptor desligado, fechando-se de novo a caixa que, sendo metálica, deverá estar ligada à terra;
- Conservar os disparadores elétricos em perfeitas condições de funcionamento, para o que serão realizadas revisões periódicas;
- Numa mesma pega de fogo, evitar a utilização de cápsulas detonadoras elétricas de fabricantes diferentes, ou de um mesmo fabricante, mas com características diferentes;
- Não permitir, num disparo elétrico, pegas com um número de detonadores superior à capacidade do disparador;
- Os detonadores elétricos das diferentes cargas poderão ser montados em paralelo, em série,

ou ainda em série paralela;

- Imediatamente após o acionamento do explosivo, o circuito deverá ser cortado, mesmo que a pega não tenha rebentado;
- No interior de túneis:
 - Ficar suficientemente afastado da área a detonar;
 - Desligar a ventilação antes da detonação;
 - Ligar a ventilação na potência máxima depois da detonação;
 - Permanecer no abrigo depois da denotação;
 - Instalar, em túneis pequenos, um nicho como abrigo.



i) Retoma do trabalho

- Qualquer que seja o método de acendimento, o sinal de fim de operação só será dado depois de decorridos **5 minutos** após a última explosão. Até lá, o pessoal deverá permanecer nos abrigos;
- Antes de se retomar o trabalho após um rebentamento, o encarregado deverá certificar-se que não existe qualquer situação de perigo;
- Se houver a convicção ou suspeita de que, pelo menos, um tiro não explodiu, a frente ficará totalmente interdita, no mínimo, **5 minutos** se o disparo foi elétrico e **1 hora** se foi utilizado disparo por rastilho;
- Após o disparo e depois de decorrido o tempo suficiente para a dispersão dos gases da explosão, o encarregado fará uma visita à frente de trabalho, observando as condições da frente, as condições de renovação do ar e que não existe qualquer outra situação de perigo. Só depois desta visita dará autorização à entrada do pessoal.

j) Tiros falhados

- Se houver suspeita de que pelo menos um tiro não explodiu, interditar a frente no mínimo mais 5 minutos (se o disparo for elétrico);

- Não permitir que os tiros falhados fiquem abandonados sem o devido controlo;
- Não permitir, no caso de tiros falhados, acender de novo o rastilho para tentar a sua explosão;
- Para inutilizar a carga de um tiro falhado, tratando-se de pega elétrica., e desde que os fios se mantenham intactos, poder-se-á ligar novamente a linha de fogo e lançar corrente no circuito; ou
- Retirar com precaução o material de atacamento, por meio de ferramentas próprias, ou com auxílio de jactos de ar comprimido;, ou
- Fazer novo furo de modo a que nenhum dos seus pontos diste menos de **0,30 m** da carga por explodir;
- Outro processo fica condicionado à aprovação expressa do responsável pelos trabalhos.