

FELIPE BAFFI DE CARVALHO

**COMPARAÇÃO DAS NORMAS DE SEGURANÇA  
BRASILEIRAS COM AMERICANAS RELACIONADAS A  
EXPLOSIVOS**

São Paulo  
2011

FELIPE BAFFI DE CARVALHO

**COMPARAÇÃO DAS NORMAS DE SEGURANÇA  
BRASILEIRAS COM AMERICANAS RELACIONADAS A  
EXPLOSIVOS**

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas do curso de graduação do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Médici de Eston

São Paulo  
2011

TF-2011  
C253c  
2270674

142011

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700009056

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Carvalho, Felipe Baffi de  
Comparação de normas brasileiras e americanas  
relacio-  
nadas a explosivos / F.B. de Carvalho. -- São Paulo,  
2011.  
55 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da  
Universidade  
de São Paulo. Departamento de Engenharia de  
Produção.

1. Explosivos 2. Segurança 3. Normas I.

Dedico este trabalho, o final de uma etapa de minha vida, aos meus familiares e amigos, os quais sempre me apoiaram e incentivaram a persistir. Em especial minha mãe, meu pai e meu irmão pois, desde a minha infância até os dias de hoje, contribuíram diretamente para o meu sucesso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família por ter me passado experiência e comprometimento acima de tudo, a professora Renata Stellin pela ajuda em todos os momentos que precisei e aos Engenheiros André Zecchini e Fernanda Neri pela colaboração neste trabalho.

## **RESUMO**

Este estudo visa analisar as normas brasileiras referentes ao uso de explosivos e compará-las com as americanas para garantir a segurança de empregados e estruturas. O trabalho irá abordar as regulamentações que controlam os processos de transporte, estocagem, uso e finalmente o de despejo. Serão utilizados dados relevantes para a caracterização e adequação de um empreendimento mineiro de acordo com as Normas de Mineração (NR-22) e mais especificamente a de Explosivos (NR-19), além de outras que também irão agregar informações. Dessa forma, serão destacados vários pontos onde a norma brasileira de segurança com explosivos está defasada com relação a americana. Será analisado também o caso da norma brasileira estar mais completa.

**Palavras-chave:** Explosivos; Segurança; Normas.

## **ABSTRACT**

This study aims to analyze the brazilian regulations regarding the use of explosives and compare them with the american to ensure the safety of employees and structures. The work will address the regulations that control the processes of transport, storage, use and finally the dump. Data will be used for the characterization and suitability of a mining enterprise in accordance with International Mining (NR-22) and more specifically that of Explosives (NR-19), and others that will also add information. Thus, several points will be highlighted where the Brazilian security laws related with explosives are out of phase with the U.S.. It will also be analyzed the cases which the brazilian rules are more complete.

**Palavras-chave:** Explosives; Safety; Regulations.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DNPM: Departamento Nacional de Produção Mineral.

MSHA: Mining Safety and Health Association.

OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

ONU: Organização das Nações Unidas, mesmo que UN.

DFPC: Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados.

UMB: Unidade Móvel de Bombeamento.

NR: Norma Regulamentadora.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Mostra o isolamento do piso por uma taboa de madeira localizada dentro de um Paiol.

Figura 2 – Apresenta um paiol metálico com seus pára-raios.

Figura 3 – Mostra uma lâmpada não-fagulhante dentro de um paiol. Muito importante para evitar centelhas e faíscas que podem gerar explosões.

Figura 4 – Exemplo de um paiol Metálico.

Figura 5 – Exemplo de “Security Fuse”.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. COMPARAÇÃO DAS NORMAS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE.....</b>	<b>5</b>
3.1. Diferenças entre Embalagens e Rotulagem .....	5
3.2. Diferenças entre Transporte .....	6
<b>4. COMPARAÇÃO DAS NORMAS EM RELAÇÃO AO ARMAZENAMENTO.....</b>	<b>10</b>
4.1. Normas para Construção .....	12
4.2. Em relação ao depósito.....	13
4.3. Áreas ao redor do depósito de explosivos .....	14
4.4. Práticas Corretas de Estocagem de Explosivos.....	14
4.5. Instalações de armazenamento de explosivos material. ....	14
4.6. Localização das instalações de armazenamento de explosivos material.....	15
4.7. Caixas de pólvora.....	17
4.8. Paiol local.....	17
<b>5. COMPARAÇÃO DAS NORMAS EM RELAÇÃO AO USO.....</b>	<b>18</b>
5.1. Checagem dos furos carregados .....	20
5.2. Separação de material explosivo.....	20
5.3. Preparação da iniciação. ....	20
5.4. Proteção da escorva. ....	20
5.5. Material explosivo não utilizado.....	21
5.6. Carregamento, detonação e segurança. ....	21
5.7. Sistemas de iniciação.....	22
5.8. Manipulação de falhas de ignição.....	23
5.9. Detonação secundária.....	23
<b>6. COMPARAÇÃO DA NORMA EM RELAÇÃO A DEPOSIÇÃO DOS REJEITOS DE UM FOGO.....</b>	<b>24</b>
6.1. Manipulação de falhas de ignição.....	24
6.2. Detonação secundária.....	24
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO E.....</b>	<b>40</b>

<i>ANEXO F</i> .....	43
<i>ANEXO G</i> .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de explosivos na indústria mineira é uma prática comum desde que foi verificada sua alta capacidade demolidora. Essa prática foi generalizada com a introdução dos explosivos de segurança e a capacidade de controle destas substâncias sob ponto de vista ambiental.

Explosivos são capazes de rapidamente se transformarem em gases, produzindo calor intenso e altas pressões. Eles podem se subdividir em:

- Iniciadores: aqueles que são utilizados para excitação de cargas explosivas, sensíveis ao atrito calor e choque.
- Reforçadores: são os intermediários entre o iniciador e a carga explosiva propriamente dita.
- De ruptura: são os altos explosivos, geralmente muito tóxicos.
- Pólvoras: são utilizadas para propulsão ou projeção.
- ANFO: explosivo produzido pela mistura de hidrocarbonetos líquidos (geralmente óleo diesel, por vezes querosene), com nitrato de amônio
- Emulsões: as emulsões explosivas são dispersões microscópicas de soluções aquosas de sais inorgânicos num meio oleoso, que constitui a fase contínua, também partilhada por outras partículas, como emulsionantes, microsferas e mais componentes específicos.
- Gelatinas: descoberta por Nobel em 1875. É obtida pela adição de Nitrocelulose  $[C_4H_7(NO_3)_2]$  à Nitroglicerina e fica com textura de uma goma de mascar. Um antiácido é adicionado para aumentar a resistência à estocagem. Usualmente é acrescentada serragem à mistura, com a intenção de estabilizar e aumentar a segurança ao manuseio. A composição típica da "blasting" é 91% de NE, 8% de NC, 0,9% de antiácido e 0,1% de absorvente.

Um dos principais focos no estudo dos explosivos consiste na abordagem de segurança nas diferentes operações (fabricação, transporte, armazenagem, utilização e finalmente, na deposição dos produtos). Técnicas associadas a estabilização da composição química e inertização dos vários tipos de explosivos são estudadas para gerarem um menor risco às estruturas, à natureza e principalmente às pessoas.

A economia e a segurança têm sido conseguidas com base na experimentação controlada e apoiada em bases científicas. A proteção do ambiente se apóia nesta experimentação através do controle das emissões de poeiras e projeções, da análise dos gases tóxicos gerados, da medição do ruído e vibrações transmitidas ao ar e aos solos e a sua comparação com os resultados da investigação.

Tais medidas, são usadas para fundamentar as normas constituintes da legislação de um país. No caso do Brasil, a NR-19 se refere ao uso de explosivos e com a NR-22 (cuida da segurança e saúde ocupacional na mineração) formam-se as normas de segurança de um empreendimento mineiro.

Regularmente essas normas necessitam ser atualizadas, uma vez que novas tecnologias de medição são geradas e assim, certos limites de exposição podem ser afrouxados ou tornados mais restritos. Com a defasagem, é gerado uma diminuição da segurança efetiva de uma mina.

Assim, este trabalho apresenta um levantamento das normas brasileiras relacionadas a algumas etapas do uso de explosivos ao mesmo tempo que as compara com as normas americanas, unificando quais itens estão em defasagem.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existem normas regularizadoras brasileiras que cobrem várias atividades envolvidas no uso de explosivos. Entre elas podemos citar regulamentações referentes ao depósito, manuseio e armazenagem; distâncias consideradas seguras relacionadas a quantidade (em quilos) de explosivo, métodos e instalações adequadas dentro de um paiol e outras que serão estudadas detalhadamente posteriormente (NR-19).

É possível perceber também que no Brasil, é necessária a autorização do chefe do Departamento Logístico do Exército para regulamentar os procedimentos a serem seguidos para a produção, importação, exportação, comércio, armazenagem, transporte e tráfego de explosivos e seus acessórios, bem como a sua utilização são especificados os procedimentos a serem adotados pelos seus respectivos fabricantes, distribuidores/revendedores e usuários de explosivos. O decreto do Ministério da Defesa do Exército Brasileiro deixa claro que explosivos e seus acessórios “são produtos de interesse militar cujas atividades de fabricação, utilização, armazenamento, importação, exportação, desembarque alfandegário, tráfego e comércio estão sujeitas ao controle do Exército. (Ministério da Defesa, 2005).

A norma brasileira aponta através de tabelas alguns métodos de segurança como o distanciamento mínimo de um paiol ou um armazém com outras estruturas: como edifícios habitados, ferrovias, rodovias e depósitos. Cada uma das três tabelas se referem a um tipo diferente de explosivo, podendo variar entre pólvoras químicas e artifícios pirotécnicos, explosivos iniciadores e pólvora mecânica. Essas tabelas, que estão contidas no anexo D, irão ser retratadas posteriormente neste estudo.

No R-105 (regulamentação para fiscalização de produtos controlados), fica novamente relatado alguns deveres do exército brasileiro, dentre eles: vistoria e registro de empresas envolvidas na fabricação ou uso de explosivos, elaborar instruções técnicas para complementar a legislação vigente, executar vistorias, realizar as análises e os exames químicos necessários à determinação do estado de conservação das munições, artifícios, pólvoras, explosivos e seus elementos e acessórios, entre outros.

Em relação as regulamentações americanas de explosivos, há claramente um destaque para o item “importação” e para “atos ilegais”. Pode-se perceber que importar, manufaturar ou negociar explosivos sem as licenças necessárias se trata de uma infração grave nos Estados Unidos. Outros parâmetros fundamentais abordados são as punições e as consequências para quem infringir cada uma das normas americanas.

Operações de segurança de explosivos são divididas entre 4 fatores marjoritários: “Personal Precautions, Inoffical Recommendations, Safe Operating Procedures e Government Regulations” (Holmberg, 2000).

O primeiro item, Personal Precautions, recomenda que o trabalhador é uma peça chave na “corrente de segurança”. Cada elo da corrente necessita estar forte e tenha a cultura necessária para a manutenção da segurança, uma vez que ela é tão forte quanto seu elo mais fraco. Esse item é aplicável para todos os cargos e trabalhadores de uma

mineração: desde o gerente, que necessita dar o exemplo, até o trabalhador com o cargo mais baixo, que necessita usar todos os equipamentos ao manusear os explosivos.

A operação Inofficial Recommendations, prescreve que uma regra deve ser seguida para que a Companhia Seguradora da Mina garanta seu contrato. Como exemplo muitas companhias norte-americanas regulamentam que o contratante garanta que todos os trabalhadores do empreendimento devem usar capacetes, ou no caso de explosivos, sigam determinadas ações como não fumar nem acender isqueiros perto de paiois ou explosivos ao ar livre. Ou segue-se as Inofficial Recommendations ou sua mina não será segurada.

O Safe Operating Procedure, também conhecido como SOP, é um documento que informa o procedimento padrão para realizar determinada tarefa (no caso das tarefas associadas a explosivos), padrões de segurança na hora de manusear o cordel detonante, a espoleta. Em um empreendimento americano correto, nenhuma atividade pode ser realizada sem um SOP pré-estabelecido e autorizado. A parte interessante de se realizar um SOP é o fato de todos pensarem na atividade antes que ela seja realizada. Assim a chance de que ocorram imprevistos, juntamente com a probabilidade de que o trabalhador cometa erros na hora da operação, caem drásticamente.

O último item, mais relacionado com o assunto abordado deste trabalho, é o Government Regulations. No caso dos Estados Unidos, as regulamentações governamentais variam de estado para estado e muitas são obtidas através das Nações Unidas (United Nations). Por exemplo, as recomendações relacionadas ao transporte e armazenamento de explosivos da United Nations faz parte do US Code of Federal Regulations. Segundo a bibliografia, “ as regulamentações chave que relacionam segurança no manuseio de explosivos são a 30 CFR 56 e 57, e a 49 CFR. Nessas normas, foi constatado que assuntos relacionados à manufatura e armazenamento de explosivos são confiados ao ATF ( Bureaus of Alcohol, Tobacco, and Firearms), e para a mineração, é necessária autorização do OSM (Office of Surface Mining), além da OSHA (Office of Safety and Health Association)” (Holmberg, 2000). Todas essas normas e referências americanas serão abordadas e comparadas com as brasileiras.

### **3. COMPARAÇÃO DAS NORMAS EM RELAÇÃO AO TRANSPORTE**

Realizando um estudo das normas relativas ao transporte brasileiro de explosivos se percebe que ele deve ser realizado de acordo com as normas do Ministério da Defesa (Departamento Logístico do Exército Brasileiro).

Todas as partes interessadas em fabricar, importar, negociar e transportar explosivos necessitam passar por um registro formalizado pela emissão do Título de Registro (TR) ou Certificado de Registro (CR).

#### **3.1. Diferenças entre Embalagens e Rotulagem.**

No Brasil, as embalagens devem conter, no mínimo, as seguintes informações, segundo o Ministério da Defesa:

I - denominação genérica;

II - nome comercial ou marca do produto;

III - número da ONU, classificação de risco e grupo de compatibilidade, conforme previsto no Decreto nº 1.797, de 25 Jan 96 (Acordo para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos no Mercosul) e na Resolução ANTT nº 420, de 12 de fevereiro de 2004.

IV - inscrição de: "EXPLOSIVO - PERIGO", em caracteres bem visíveis;

V - rótulos de risco e painéis de segurança, de acordo com a NBR 7500;

VI - código de identificação contendo nº seqüencial do lote e data de fabricação;

VII - endereço, CNPJ e nome do produtor (ou do importador, no caso de produto importado);

VIII - composição qualitativa de produtos químicos e/ou materiais;

IX - peso bruto total e peso líquido de material explosivo, em gramas ou múltiplos;

X - identificação do responsável técnico e registro no CRQ (no caso de fabricação);

XI - etiqueta de código de barra que contenha todas as informações acima, além de fabricante, código do produto, número do lote e data de fabricação.

As informações visuais de como devem ser posicionados tais dados nas embalagens dos explosivos e nos caminhões que realizam o seu transporte podem ser melhor visualizada no anexo A deste trabalho.

Já nas normas utilizadas nos Estados Unidos, referentes a embalagem e rotulagem, verificamos alguns aspectos, que são tidos como essenciais:

Primeiramente a Identidade as Substâncias, contendo informações gerais como nome, fórmula, sinônimos, identificação do número da ONU, instruções de empacotamento, sugestões de empacotamento e riscos subsidiários.

Na segunda parte, é necessário classificar o explosivo por suas propriedades físicas. Aqui, informações importantes como ponto de fusão, densidade em três temperaturas diferentes (15, 20 e 50 °C), pressão de vapor em três temperaturas diferentes, viscosidade, solubilidade e principalmente a aparência e o odor do explosivo ou emulsão explosivo quando está em seu estado “normal”. Essa diferença de características e informações são fundamentais na hora do funcionário transportar o explosivo. Cor e cheiro são aspectos extremamente fáceis de serem identificados e não necessitam conhecimento técnico para serem checados. Assim, um leigo poderá checar a estabilidade de uma substância explosiva.

A terceira parte diz respeito a inflamabilidade do produto e informações como ponto de auto-ignição são relatados. A quarta parte faz referência às propriedades químicas. Aqui, a informação mais importante se traduz em uma pergunta: “a substância requer estabilização ou outro tipo de tratamento para se evitar uma reação danosa?” (Transport of Dangerous Goods, UN).

### **3.2. Diferenças entre Transporte.**

No Brasil, alguns artigos retirados do Decreto do Ministério da Defesa são diretamente relacionados aos requisitos que devem ser atendidos para o transporte de uma carga explosiva. Vale a pena ressaltar que existem quatro tipos possíveis de transporte: o ferroviário, o aquaviário, o rodoviário e o aéreo. Porém, o mais utilizado no Brasil é o rodoviário e este será a destacado neste trabalho.

No Anexo E, estão contidas uma seqüência de normas relacionadas ao transporte de explosivos e materiais perigosos propriamente dito no Brasil.

É interessante ressaltar a importância do Quadro de Compatibilidade citado no Artigo 33 dessa norma. Esse quadro estabelece uma relação entre o Grupo da Substância (suas características e nomenclatura) e a possibilidade dela poder ser armazenada com outra, ou a impossibilidade disso.

“Art. 33. O transporte conjunto de tipos diferentes de explosivos deve ser realizado mediante seu grupo de compatibilidade”(Ministério da Defesa, 2005), de acordo com a tabela 1:

**Tabela 1 – Tabela de Compatibilidade de Armazenamento e Transporte.**

Grupos	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	S
A	X	Z											
B	Z	X	Z	Z	Z	Z	Z					X	X
C	Z	X	X	X	Z	Z	Z					X	X
D	Z	X	X	X	Z	Z	Z					X	X
E	Z	X	X	X	Z	Z	Z					X	X
F	Z	Z	Z	Z	X	Z	Z					Z	X
G	Z	Z	Z	Z	Z	X						Z	X
H							X						X
J								X					X
K										Z			
L													
N		X	X	X	X	Z	Z					X	X
S		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X

Nessa Tabela, X representa as compatibilidades para armazenamento e transporte, enquanto Z revela a possível combinação em casos excepcionais até o limite de 500 quilogramas. Por exemplo, um material enquadrado na classe A só pode ser armazenado condicionalmente com outro material diferente, o do tipo B. Existem alguns mais flexíveis, como o S, que podem ser armazenados de forma livre e segura com qualquer tipo de material diferente, salvo algumas exceções. Os grupos estão melhores explicados e definidos no anexo B.

As normas brasileiras relacionadas a esse assunto são dispostas de forma direta, sem separação. Em contrapartida, as normas americanas da MSHA são separadas em tópicos bem explicados, envolvendo transporte para o paiol ou para a “área de detonação”, separação do material explosivo transportado, o transporte por veículos, locomotivas, transporte ou manual e finalmente a manutenção dos veículos utilizados para o transporte. Ter informações bem separadas nas normas ajuda a melhor compreendê-la e ter mais rapidez em seu acesso.

Na parte de veículos, podemos destacar medidas semelhantes a da norma brasileira:

(a) Veículos utilizados no transporte de explosivos, com exceção de agentes explosivos, terão seus corpos substancialmente construído, sem possuir metal gerador de fagulhas em seu interior, e devem estar equipados com portas laterais e traseiras adequadas; explosivos não devem ser empilhados atingindo um comprimento maior do que o lado ou extremidades.

Essa medida se torna muito importante devido a restrição ao trabalhador na hora de alocar os explosivos dentro da carroceria do caminhão. Assim, ele não poderá espremer e forçar o material a algum lugar onde ele não caiba.

(b) Veículos contendo explosivos ou detonadores devem ser mantidos em boas condições e devem ser operado a velocidades seguras e de acordo com todas as práticas seguras de operação.

(c) Veículos contendo explosivos ou detonadores deve ser postado com sinais de alerta adequados.

(d) Outros materiais ou suprimentos não devem ser colocados sobre ou dentro do espaço de carga de um meio de transporte contendo explosivos, ou cabos detonantes, exceto para fuzível de segurança ou outros equipamentos devidamente acondicionados não-fagulhantes, usados expressamente no manuseio de explosivos.

(e) Explosivos e detonadores devem ser transportados em veículos separados, ou pelo menos separados por 4 polegadas de madeira ou equivalente.

(f) Explosivos ou detonadores devem ser transportados de forma imediata sem atrasos indevidos em seu trânsito.

(g) Explosivos ou detonadores devem ser transportados em tempos e em rotas as quais o menor número possível de pessoas serão expostas.

Até esse ponto é notada uma semelhança geral entre as normas dos dois países. Medidas como manutenção preventiva, presença de sinais de alerta, homogeneização da carga (no sentido de não se misturar iniciadores com explosivos ou outros) são equivalentes.

(h) Apenas os atendentes necessários, devem montar em veículos contendo explosivos ou detonadores.

Esse trecho faz uma referencia parecida a da norma brasileira. A pequena diferença encontrada na americana é o fato de não mencionar que o motorista deve ter conhecimento das características da carga a ser transportada. Além disso, a norma brasileira especifica a troca de motoristas em distâncias muito grandes (acima de 60 quilômetros), coisa que a americana não aborda.

(i) Os veículos devem ser selados, sempre que possível, quando carregados de explosivos ou detonadores.

Selar os veículos nem sempre é a melhor alternativa. Em um caso de acidente, a norma brasileira faz referência a construir um caminhão com estrutura de topo mais frágil para possibilitar a liberação de gases tóxicos e calor por um local onde ninguém será atingido diretamente pela explosão.

(j) Quando os veículos contendo explosivos ou detonadores são parados por alguma razão, os freios devem estar acionados, a força motriz desligada e os veículos devem ser bloqueados de forma segura contra rolamento.

Essas medidas se caracterizam por ser eficazes contra erros humanos na hora de parar o veículo. Um veículo com o freio acionado tem uma menor possibilidade de ser atingido ou atingir alguém.

(k) Veículos contendo explosivos ou detonadores não devem ser levados a uma garagem de reparação mecânica ou outras lojas para qualquer finalidade.

Sempre é benéfico restringir a limitação de locais onde um caminhão contendo carga perigosa esteja. Na norma brasileira, essa definição não é abordada e muitas vezes caminhões com problemas mecânicos podem parar em locais não oficiais de

manutenção, gerando riscos altos para os trabalhadores deste local, uma vez que o conhecimento da carga não é conhecido por eles.

## 4. COMPARAÇÃO DAS NORMAS EM RELAÇÃO AO ARMAZENAMENTO

No Regulamento para a fiscalização de produtos controlados (R-105), fica claro alguns trechos de maior relevância e algumas partes da norma foram retiradas desta listagem por ter uma importância menor em relação às listadas.

Art. 135. É proibida a armazenagem de:

I - acessórios iniciadores com explosivos, inclusive pólvoras, ou com acessórios explosivos num mesmo depósito;

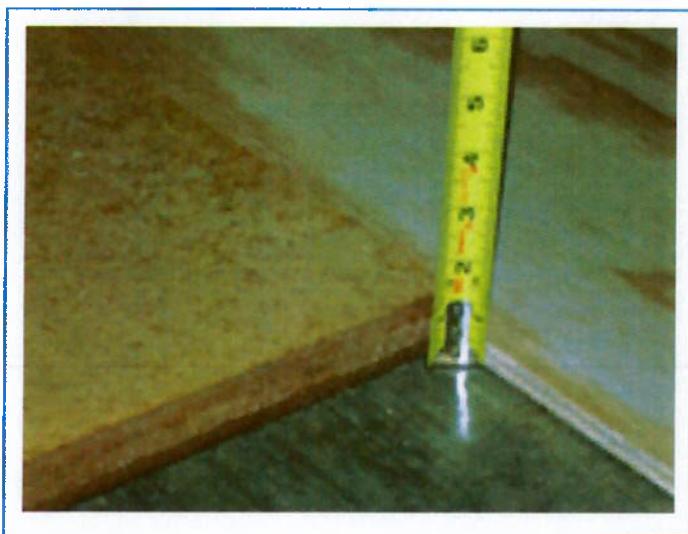
II - pólvoras num mesmo depósito com outros explosivos;

III - explosivos e acessórios em habitações, estábulos, silos, galpões, oficinas, lojas, isto é, em depósitos de qualquer tipo inadequados.

§ 1º Os acessórios explosivos podem ser armazenados num mesmo depósito com os explosivos, desde que estejam dentro do limite total de quantidade permitível em quilogramas de explosivos, estejam em embalagem de madeira, e separados dos explosivos por um anteparo resistente de madeira ou tijolos, devendo estes acessórios guardar entre si distância superior a doze centímetros.

Art. 136. Na armazenagem de explosivos ou de acessórios, as pilhas de caixas devem ser colocadas com observância das seguintes exigências:

I - sobre barrotes de madeira, para isolá-las do piso, conforme figura 1;



**Figura 1 – Isolamento do piso – Armagcorp – Disponível em <[www.armagcorp.com](http://www.armagcorp.com)> dia 20 de outubro de 2011.**

II - afastadas das paredes e do teto, para assegurar boa circulação de ar;

III - com afastamento entre si que permita a passagem para colocação e retirada de caixas com segurança.

Art. 137. A ventilação interna dos depósitos deve ser obtida com aberturas providas de tela metálica e dispostas nas paredes internas e externas de sorte que não se confrontem.

Art. 138. Para os depósitos aprimorados ou paióis, qualquer que seja sua capacidade, será exigida a instalação de pára-raios, de termômetros de máxima e mínima e de psicrômetros indispensáveis ao acompanhamento e controle das condições a que devem ficar sujeitos os explosivos, pólvoras, acessórios,etc.

§ 1º Os pára-raios deverão ser inspecionados a cada doze meses, de acordo com as normas técnicas em vigor, por técnicos especializados em eletricidade ou segurança do trabalho, cujos relatórios devem ficar arquivados por um período mínimo de cinco anos, à disposição da fiscalização. Um bom exemplo de pára-raio se encontra na figura 2, abaixo:



**Figura 2 – Exemplo de pára-paios – Armagcorp – Disponível em [www.armagcorp.com](http://www.armagcorp.com) dia 20 de outubro de 2011.**

§ 2º Os responsáveis pelos depósitos aprimorados ou paióis são obrigados a manter um serviço diário de observação e registro, em horas pré-fixadas, das temperaturas máxima e mínima e do grau de umidade, com a finalidade de organizar os diagramas mensais, que deverão ficar à disposição da fiscalização.

§ 3º Os limites para os índices de temperatura e umidade tolerados serão fixados pela fiscalização, quando da expedição do CR, em face da natureza do produto armazenado.

§ 4º Se os índices de que trata o parágrafo anterior se aproximarem ou atingirem os limites fixados, o responsável será obrigado a manter, mediante sistema de aquecimento, ventilação ou refrigeração adequados e utilização de materiais higroscópicos, o enquadramento dos mesmos dentro dos citados limites.

Algumas outras recomendações são ressaltadas na NR-19, como proibir que se fume, acenda isqueiro ou outro tipo de centelha dentro das áreas de armazenamento de explosivos, vedar a entrada de pessoas com cigarro e cachimbo em sua entrada, proibir o manuseio de explosivos com ferramentas de metal, etc.

Em termos de responsabilidade de fiscalização, deve-se ressaltar que ela cabe novamente ao Exército, com a colaboração das Secretarias de Segurança Pública. Cabe também ao Exército a checagem do local ideal para a construção do depósito. Esse local ideal deve incluir alguns fatores como a presença de um terreno firme, longe de inundações e uma faixa de pelo menos 20 metros limpa.

É possível classificar o depósito em alguns tipos:

I - depósitos rústicos: de construção simples, visando ao armazenamento de explosivos e seus acessórios, por pouco tempo, sendo constituídos, em princípio, de um cômodo de paredes de pouca resistência ao choque, cobertos de laje de concreto simples ou de telhas, dispondo de ventilação natural, geralmente obtida por meio de aberturas enteladas nas partes altas das paredes e de um piso cimentado ou asfaltado, sendo muito usado para armazenamento de explosivos e acessórios utilizados em demolições industriais, como pedreiras, minerações e desmontes, ou em fábricas para armazenamento de produtos pouco sensíveis a variações de temperatura;

II - depósitos aprimorados ou paióis; os construídos com o objetivo de armazenamento de explosivos e seus acessórios, munições, etc, por longo tempo, sendo construídos em alvenaria ou concreto, com paredes duplas e ventilação natural ou artificial, visando à permanência prolongada do material armazenado;

III - depósitos barricados: aqueles protegidos por barricada.

Em uma mina, a maioria das instalações de depósito são classificadas como pãois. Isso se deve à característica peculiar da um empreendimento mineiro, que é um investimento de longa maturação e que pode durar décadas. Assim, é muito mais conveniente a construção de um depósito duradouro, ao invés de uma temporário e improvisado.

#### 4.1. Normas para Construção.

Um depósito deve ter a seguinte área, calculada pela fórmula:

$$A = \frac{N \cdot S}{0,6 \cdot E} \quad C = \frac{A}{L}$$

Onde:

A - é a área interna em metros quadrados;

N - é o número de caixas a serem armazenadas,

S - é a superfície ocupada por uma caixa, em metros quadrados;

E - é o número de caixas que serão empilhadas verticalmente;

C - é o comprimento interno em metros; e

L - é a largura interna em metros (deve ser fixado).

Além disso, deve-se ter paredes finas e duplas com intervalo de 0,5 metro entre elas, e entre o teto e a última caixa deve possuir 0,7 m. Existem algumas tabelas que definem a relação quantidade x distância ideal. Estas tabelas estão contidas no Anexo D, e as relações relativas a Explosivos de Ruptura são encontradas no anexo XV da R-105.

Para fins de mineração, a mais utilizada dentre as quatro tabelas do anexo mencionadas é a de Explosivos de Ruptura e de Iniciadores. Isso se deve pela maior ocorrência da presença de Explosivos de Ruptura em piaóis e pela necessidade de existirem iniciadores para o Fogo.

Embora os iniciadores possam explodir de forma simultânea, sua quantidade, em geral, é pequena e sua arrumação esparsa. Dessa forma os danos nas construções vizinhas, decorrentes de eventual explosão, são limitados e os estilhaços leves e arremessados a pequenas distâncias. Assim, devem ser aplicadas as distâncias constantes da Tabela de Iniciadores. A última tabela do anexo D se refere a artifícios pirotécnicos e a outra a produtos químicos cuja composição, caso juntos, podem se tornar explosivos.

É importante ressaltar que quando os produtos forem armazenados próximos a outros materiais, com os quais podem formar misturas explosivas, as distâncias entre depósitos, devem obedecer as constantes da Tabela de Explosivos de Ruptura, e as demais distâncias (habitações, rodovias e ferrovias) devem permanecer como as constantes da Tabela sobre Iniciadores.

A norma americana também possui uma relação quantidade x distância, no documento “Federal Explosives Laws and Regulations”, do Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives. Separadas em 3 categorias, essas tabelas se assemelham com as brasileiras em termos de divisão das substâncias e também relacionadas às distâncias e quantidades. Em termos de resultados, percebe-se que a americana e a brasileira se equivalem, sendo a americana um pouco mais conservadora.

Outra semelhança é percebida quando fica clara uma separação em tipos de armazéns e tipo de explosivos, assim como nas referências brasileiras. A diferença é que na norma americana fica clara o procedimento padrão de construção para cada tipo de depósito específico, sendo nessa parte mais completa que a brasileira.

Com relação as normas americanas relacionadas ao armazenamento, se destacam algumas da MSHA, que serão retratadas nos tópicos a seguir.

#### **4.2. Em relação ao depósito.**

- (a) Detonadores não devem ser guardados no mesmo depósito com outros materiais.
- (b) Quando guardados no mesmo depósito, agentes de demolição devem ser separados em grupos como o explosivo, o cordel detonante, o iniciador e outros.

Nessa parte ocorre uma equivalência entre as medidas de segurança norte-americanas e as brasileiras.

### 4.3. Áreas ao redor do depósito de explosivos.

(a) Devem ser limpas e sem sujeira, arbustos, grama seca e árvores por 25 ft em todas as direções. A exceção são árvores com 10 ou mais ft de altura que não devem ser removidas.

Aqui fica clara a superioridade da norma brasileira, uma vez que 25 ft são aproximadamente 7,62 metros. Como na Segurança do Trabalho, o correto normalmente é o mais restrito, a distância de segurança brasileira é mais adequada.

(b) Outros combustíveis não devem ser guardados ou acumulados em um raio de 50 ft do material explosivo. Combustíveis líquidos devem ser guardados de uma maneira que assegure sua drenagem por um meio oposto ao do local de onde o material explosivo está acumulado, em caso de ruptura do tanque.

### 4.4. Práticas Corretas de Estocagem de Explosivos.

(a) O material explosivo deve:

- (1) armazenados de forma a facilitar o uso dos mais antigos em primeiro lugar;
- (2) armazenados de acordo com a marca e grau de tal forma a facilitar a identificação;
- (3) empilhadas de forma estável, mas não mais de 8 metros de altura.

(b) explosivos e detonadores devem ser armazenados em recipientes fechados e não-condutivos e as instruções na caixa, juntamente com o código de informações.

O item 1 retratado nesse trecho da norma estabelece uma vantagem da americana. A utilização de explosivos antigos é abordada na norma brasileira mas nenhuma parte informa como devem ser dispostas as caixas dentro dos pátios. A utilização de explosivos antigos evita a presença de instabilidade dentro de seu meio, uma vez que a medida que ele vai envelhecendo, suas características físico-químicas serão alteradas e a sua energia de ativação (energia necessária para ele explodir) diminuirá.

### 4.5. Instalações de armazenamento de explosivos material.

(A) Os detonadores e explosivos devem ser armazenados em caixas.

(B) Agentes explosivos empacotados devem ser armazenados em um armazém ou outra instalação que seja ventilada para evitar umidade e aquecimento excessivo, que seja resistente ao intemperismo. Outras instalações usadas para armazenar agentes de detonação devem conter apenas os respectivos agentes de detonação.

(C) Agentes explosivos de desmonte devem ser armazenados em recipientes resistentes ao clima ou tanques que estão bloqueados, com a presença de um aviso de proibida a entrada não-autorizada.

(D) Instalações, caixas ou cisternas devem ser postadas com os apropriados cartazes "United States Department of Transportation" ou outros sinais de aviso apropriados que indicam o seu conteúdo.

Embora exista semelhança entre o tipo de recipiente em que os explosivos devem ser armazenados (caixas de madeira) e às características do paiol serem controladas (controle de umidade, de temperatura, e outros) existem algumas discrepâncias entre a norma brasileira e a americana.

A brasileira ressalta a distância mínima segura entre as caixas de explosivo para poder se locomover sem problemas e perigos. Pode-se perceber que a brasileira também cria mais métodos de fiscalização que a americana. Checagens semanais, relatórios de condições do armazém e outros são citados explicitamente na legislação brasileira.

Uma possível razão para a ocorrência desse fato talvez seja a própria cultura de cada país. O americano está acostumado a não burlar o sistema com tanta regularidade e geralmente sabe com mais clareza as consequências de suas barreiras de proteção estarem defasadas ou não estarem funcionando, ocasionando um afrouxamento em medidas preventivas.

#### **4.6. Localização das instalações de armazenamento de explosivos material.**

(A) As instalações de armazenamento de qualquer material explosivo devem ser –

(1) estruturalmente seguros;

(2) não inflamáveis;

(3) resistentes a projéteis;

(4) feitos de materiais anti-fagulhas em seu interior;

(5) ventilação para controlar a umidade e calor excessivo dentro dele;

(6) publicado com os cartazes apropriados do United States Department of Transportation ou outros sinais de aviso apropriados que indicam o seu conteúdo e são visíveis a partir de cada abordagem, localizados de uma forma que uma bala passando por qualquer um dos sinais não vai atingir seu interior;

(7) mantidos limpo e seco;

(8) sem iluminação ou iluminadas por dispositivos que são projetados especificamente para uso em paióis e que não criem um risco de incêndio ou explosão, conforme a figura 3;



**Figura 3 – Iluminação não fagulhante** – Armagcorp – Disponível em [www.armagcorp.com](http://www.armagcorp.com) dia 20 de outubro de 2011.

- (9) aquecido apenas com dispositivos que não criam um risco de incêndio ou explosão;
- (10) bloqueado quando não estão sendo utilizados;
- (11) usados exclusivamente para o armazenamento de material explosivo, exceto para equipamentos não fagulhantes essenciais utilizados para o funcionamento do paiol.

(B) armazéns construídos a partir de metal devem ser equipados com conexões de ligação elétrica entre todas as partes condutoras de modo que toda a estrutura esteja no mesmo potencial elétrico. Adequados métodos de ligação elétrica incluem soldagem, rebitagem, ou o uso de parafusos bem apertados, onde partes de metal individuais são unidas. Partes condutoras de revistas não-metálicas devem ser aterradas. Um exemplo desse armazém está na figura 4, a seguir.



**Figura 4 – Paiol metálico** – Armagcorp. Disponível em [www.armagcorp.com](http://www.armagcorp.com) dia 20 de outubro de 2011.

(C) interruptores elétricos e tomadas devem estar localizados na parte externa do armazém.

Novamente vemos uma equivalência grande entre norma brasileira e americana.

#### **4.7. Caixas de pólvora.**

(A) baús contendo pólvora devem ser –

- (1) Estruturalmente sólidos, resistentes ao tempo, equipados com tampa ou cobertura;
  - (2) Equipados com os cartazes apropriados do “United States Department of Transportation” ou outros sinais de aviso adequados que indiquem o seu conteúdo e serem visíveis;
  - (3) Localizados fora da área da explosão após o carregamento foi concluído;
  - (4) Trancados ou lacrados quando contém material explosivo, e
  - (5) Es vaziados ao final de cada turno com o seu conteúdo retornado para o paiol ou outra instalação de armazenamento;
- (B) Os detonadores devem ser mantidos em caixas separadas de explosivos ou agentes explosivos, a não ser separadas por 4 cm de madeira ou equivalente, ou uma partição laminada.

#### **4.8. Paiol Local**

Devem ser localizados de acordo com a tabela atual americana de distâncias para o armazenamento de explosivos.

Essas tabelas não são retratadas neste trabalho uma vez que são semelhantes às brasileiras em termos de valores, porém são um pouco mais conservadoras ao transformarmos as unidades de medida para metros ao invés de pés.

## 5. COMPARAÇÃO DAS NORMAS EM RELAÇÃO AO USO

Analisando a bibliografia consultada, foi achada no site do DNPM no dia 20 de outubro de 2011 uma série de perigos e recomendações em relação ao manuseio de explosivos durante o seu uso, ou o desmonte, na linguagem técnica da mineração. Além disso, foram listadas aqui outras normas que aparecem com freqüência maior em outras fontes bibliográficas, como nas NR e no R-105. Essa parte está presente no trabalho no Anexo F.

Em minas a céu aberto, próximas de habitações, vilas, fábricas, redes de energia, minas subterrâneas, construções subterrâneas e obras civis, tais como pontes, oleodutos, gasodutos, minerodutos, subestações de energia elétrica, além de outras obras de interesse público devem ser definidos perímetros de segurança e métodos de monitoramento e apresentados no Plano de Lavra ou quando exigidos, a critério do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Ao se definir os perímetros de segurança e respectivos métodos de monitoramento, eles podem ser alterados mediante avaliação técnica, que comprove as possíveis mudanças, sem danos às estruturas passíveis de influência da atividade e submetidos à apreciação do DNPM.

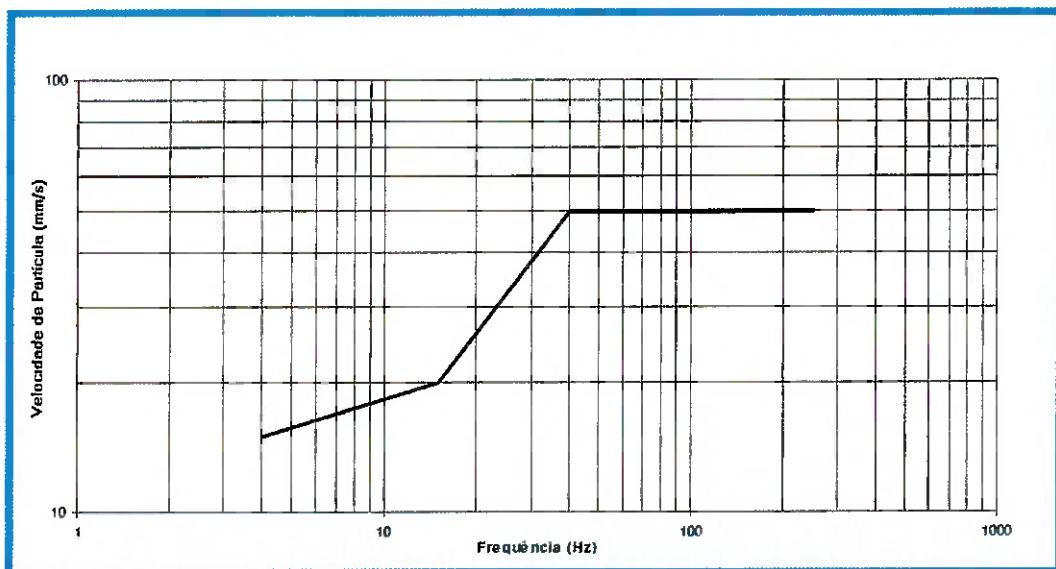
Em relação à possibilidade de ultra-lançamentos, não devem ocorrer de fragmentos de rocha além dos limites de segurança da mina. Para isso, devem ser adotadas técnicas e específicas de segurança no planejamento e execução do desmonte de rocha com o uso de explosivos.

Com a urbanização de áreas vizinhas à da mina, as detonações devem ser limitadas a um mínimo de horários determinados, conhecidos dos trabalhadores e da vizinhança da mina. Aliado a essas condições, o monitoramento de vibrações no solo e o ruído no ar decorrentes detonações devem ser realizados nas obras civis próximas ao local de detonação e manter-se dentro dos seguintes limites máximos:

a) velocidade de vibração da partícula:

A máxima velocidade de vibração da partícula para que não ooram danos a edifícios e pessoas depende da faixa de freqüencia as quais se apresentam. Pode-se destacar que para:

Para faixas de freqüência de 4 Hz a 15 Hz, tem se uma velocidade de vibração de 15 mm/s, aumentando linearmente até 20 mm/s. Já para faixas de freqüência variando de 15 Hz a 40 Hz, tem se uma velocidade de vibração acima de 20 mm/s, aumentando linearmente até 50 mm/s (NBR 9653). Essa variação pode ser melhor constatada no gráfico 1:



**Gráfico 1 – Velocidade de Partícula (mm/s) por Frequência – NBR 9653**

b) sobrepressão sonora: 134 dB (A) (cento e trinta e quatro decibéis).

É importante ressaltar que:

a) as distâncias graduadas são definidas pela função  $D/(Q)^{1/2}$ ; onde D é a distância radial ao ponto de detonação e Q é a massa da carga máxima por espera.

b) a velocidade de partícula máxima Vp pode ser relacionada com a distância escalonada pela seguinte relação:

$$V_p = k (D/Q^{1/2})^{-b}$$

Podemos concluir que o retardo é extremamente favorável a adequação dos valores de velocidade de vibração e sobrepressão sonora em um desmonte. Para uma determinada carga explosiva, ela pode estar dentro e fora das normas vigentes, dependendo apenas da quantidade de retardos por salva.

Comparativamente, as normas essenciais ao Uso de explosivos norte-americanas, são, segundo o Mine Safety and Health Association:

(A) Somente pessoas treinadas e com experiência na manipulação e utilização de material explosivo devem dirigir as operações de detonação e atividades correlatas.

(B) Estagiários e pessoas inexperientes devem trabalhar apenas na presença de pessoas treinadas e com experiência no manuseamento e utilização de material explosivo.

Novamente as normas americanas retiradas da MSHA serão separadas em tópicos para a melhor comparação dos tópicos essenciais dentro do Uso de explosivos.

### **5.1. Checagem dos furos carregados.**

Antes de carregar, eles devem ser verificados e, sempre que possível, livrados de obstruções. Essa medida se torna importante porque evita erros humanos e um carregamento excessivo do furo com explosivos. Essa medida também é referenciada nas normas brasileiras.

### **5.2. Separação de material explosivo.**

Explosivos e agentes explosivos devem ser mantidos separados dos detonadores até que o carregamento comece.

### **5.3. Preparação da iniciação.**

Quando utilizar cordão detonante para iniciar outro explosivo, uma conexão deve ser preparado com o cordão detonante enfiado, anexado de forma segura, ou de outra forma em contato direto com o explosivo.

### **5.4. Proteção da Escorva.**

(A) Não se deve socar uma escorva diretamente.

(B) Cartuchos rígidos de explosivos ou agentes de detonação que são 4 polegadas (100 milímetros) de diâmetro ou maiores não devem cair sobre a escorva, exceto quando a furos de explosivos contém profundidade de água suficiente para protegê-la.

Aqui vale ressaltar da omissão do uso de socadores de madeira, alternativa muito citada nas recomendações brasileiras. Ao ser de madeira, a quantidade de faíscas geradas iria ser muito menor que se utilizado um metálico, gerando mais segurança durante o manuseio de explosivos.

## 5.5. Material explosivo não utilizado.

Material explosivo não utilizado deve ser movido para um local protegido logo que possível após as operações de carga serem concluídas.

## 5.6. Carregamento, detonação e segurança.

(A) Quando os materiais explosivos ou sistemas de ignição são trazidos para o local da explosão, o local da explosão deve ser barricado e postado com sinais de alerta, como Perigo, "Explosivos" ou "Manter distância" ou sinalizado contra a entrada não autorizada. Essa medida é equivalente à brasileira, no sentido de aumentar a proteção e segurança de outros trabalhadores da mina que podem ou não estar diretamente relacionados ao desmonte. Caso exista uma falha de comunicação, o acidente ainda pode ser evitado com placas de segurança e outros avisos, ou até mesmo com o caminho fechado devido a barricadas.

(B) Os veículos e equipamentos não deverão ser dirigidos sobre o material explosivo ou sistemas de ignição de uma forma que poderia contatar o material ou sistemas, ou criar outros tipos de perigos. Essa parte de proteção a veículos não é ressaltada de forma correta na norma brasileira. Acidentes com veículos podem impulsionar outras explosões, uma vez que em seu interior sempre existe uma quantidade razoável de combustível. A explosão de um veículo pode gerar outras explosões, fazendo com que o raio danificado se propague catastroficamente.

(C) Uma vez que o carregamento começa, as únicas atividades permitidas dentro do local da explosão serão as atividades diretamente relacionadas à operação de jateamento, as atividades de levantamento, a amostragem de geologia e reabertura de buracos, desde que cuidado seja exercido.

Nunca é aconselhável que outras tarefas sejam exercidas dentro do local de explosão. Mesmo sendo ressaltado que são realizadas de forma segura, é da natureza humana começar a realizar uma tarefa mecanicamente e de forma automática após se acostumar com o trabalho. Assim, a norma americana leva a um aumento no risco dos trabalhadores, nesse quesito.

(D) Carregamento e detonação serão realizados de uma maneira para facilitar um processo contínuo, com a explosão realizada o mais rapidamente possível após a conclusão do carregamento. Se há explosão de um furo carregado for retardada por mais de 72 horas, o operador deve notificar o escritório do distrito apropriado MSHA. Seria altamente aconselhável que a norma brasileira retratasse essa situação de continuidade do processo. Assim, a defasagem não programada de fogos seria evitada, evitando mais uma condição perigosa durante o desmonte.

(E) Antes da detonação –

(i) um aviso amplo deve ser transmitido para permitir que todas as pessoas sejam evacuadas;

(2) vias de saída amplas e desobstruídas devem ser fornecidas para as pessoas que acionam o fogo;

(3) Todas as vias de acesso para a área da explosão devem ser vigiadas ou barricadas para impedir a passagem de pessoas ou veículos.

Essas medidas são semelhantes às das impostas pela legislação brasileira. Em ambos os casos têm extrema importância por ser uma barreira primária de proteção dos trabalhadores.

(F) O trabalho não será retomado na área da explosão até que um exame pós-explosão o qual aborda potenciais riscos relacionados com a explosão for conduzido por uma pessoa com a capacidade e experiência para realizá-lo.

Embora a norma americana trate das medidas a serem tomadas. A brasileira é mais “vertical” e cita quais devem ser tomadas detalhadamente. Condições potenciais de perigo como espera da dissipação de gases, marcação de fogos falhados e confirmação da estabilidade na área são medidas essenciais, e devem ser citadas especificamente.

## **5.7. Sistemas de iniciação.**

Sistemas de iniciação devem ser utilizado de acordo com as instruções do fabricante quando uma falha de ignição é suspeita, as pessoas não devem entrar na área da explosão –

(A) Por 30 minutos, se o fusível de segurança e detonadores são usados, ou

(B) Por 15 minutos, se qualquer outro tipo detonadores são usados.

O fusível de segurança é um tipo de fusível patenteado por William Bickford em 1831. Originalmente era constituído de um tipo de polvora envolvida por um fio de algodão de juta a prova d'água. Ele substituiu métodos antigos e menos confiáveis de ignição de pólvora os quais causavam muitos acidentes na área de mineração. Ele queima a uma taxa de 30 segundos por pé. Eventualmente ele demora mais para ser consumido do que um normal, por isso é considerado “de segurança”. Essa parte da norma americana é extremamente importante e mais completa que a brasileira, pois leva em conta o tipo de fusível que foi usado para o determinado tempo de espera para uma falha de ignição.



**Figura 5 – “Security Fuse”** – Disponível em <[www.alibaba.com.br](http://www.alibaba.com.br)> dia 23 de outubro de 2011.

### **5.8. Manipulação de falhas de ignição.**

- (A) Somente o trabalho necessário para remover uma falha de ignição e proteger a segurança dos mineiros envolvidos na remoção será permitido na área afetada até que a falha de ignição seja eliminado de forma segura.
- (B) Quando uma falha de ignição não pode ser eliminada com segurança, cada abordagem a área afetada pela falha de ignição deve ser sinalizada com um alerta em um local visível para proibir a entrada. Além disso, as condições devem ser comunicadas imediatamente à gestão da mina.
- (C) Fogos falhados que ocorrem durante a mudança deve ser comunicada a gestão da mina até o final do turno.

### **5.9. Detonação secundária.**

Explosões secundárias disparados ao mesmo tempo na mesma área de trabalho devem ser iniciadas a partir de uma única fonte.

Essa medida, também discutida em normas brasileiras, objetiva a diminuição da interferência construtiva gerada por fogos. Isso já foi discutido anteriormente neste trabalho, onde foi estabelecido as máximas velocidade de partículas e sobrepressão sonora máxima.

## 6. COMPARAÇÃO DA NORMA EM RELAÇÃO A DEPOSIÇÃO DOS REJEITOS DE UM FOGO

As referências mais expressivas e completas de legislação em relação ao descarte de explosivos se encontram novamente no R-105.

Basicamente um descarte de explosivos feito de forma não cuidadosa é parte responsável por um grande número de acidentes, uma vez que o explosivo velho, assim como o explosivo resultante de um fogo que falhou são extremamente instáveis e perigosos.

Assim, serão comparadas nessa última parte do trabalho algumas normas americanas e brasileiras referentes a esta etapa durante o manuseio de explosivos. Porém, como ambas as normas tem medidas diferenciais no trato de explosivos, pólvoras e armas de fogo, apenas a parte dentro do escopo do trabalho será ressaltada. Essas normas brasileiras sobre Deposição se encontram no anexo G deste estudo.

Em relação as normas americanas, mesmo com uma profunda pesquisa foram encontradas poucas referências a como manipular e se livrar de forma segura de explosivos que não foram efetivamente detonados durante a detonação primária.

### 6.1. Manipulação de falhas de ignição.

(A) Somente o trabalho necessário para remover uma falha de ignição e proteger a segurança dos mineiros envolvidos na remoção será permitido na área afetada até que a falha de ignição seja eliminado de forma segura.

(B) Quando uma falha de ignição não pode ser eliminada com segurança, cada abordagem a área afetada pela falha de ignição deve ser sinalizada com um alerta em um local visível para proibir a entrada. Além disso, as condições devem ser comunicadas imediatamente à gestão da mina.

(C) Fogos falhados que ocorrem durante a mudança deve ser comunicada a gestão da mina até o final do turno.

### 6.2. Detonação secundária.

Explosões secundárias disparados ao mesmo tempo na mesma área de trabalho devem ser iniciadas a partir de uma única fonte.

Essa medida, também discutida em normas brasileiras, objetiva a diminuição da interferência construtiva gerada por fogos. Isso já foi discutido anteriormente, onde foi estabelecido as máximas velocidade de partículas e sobrepressão sonora. Porém, a americana, segundo a MSHA, é de 115 dB(A). Por ser menor, ela é mais restrita que a brasileira.

A maioria dos locais informativos de normas apenas citam que os procedimentos de “disposal” devem ser consultados pelo fabricante do explosivo.

Essa recomendação é muito vaga e contrapõe a complexidade e profundidade das recomendações brasileiras. Nesse quesito, as leis americanas deveriam se espelhar nas brasileiras.

**Regulamentações importantes aparecem no R-105, tais como:**

**Quais substâncias podem ser explodidas:**” Os explosivos e artefatos a seguir enumerados, suscetíveis de detonarem quando sujeitos a outro processo de destruição, deverão ser destruídos por detonação:

I - cabeças de guerra carregadas com altos explosivos;

II - dispositivos de propulsão;

III - granadas;

IV - minas;

V - rojões;

VI - bombas de aviação;

VII - altos explosivos;

VIII - acessórios de explosivos;

IX - artifícios pirotécnicos.”

**Como espalhar a Pólvora:** “a pólvora será espalhada em terreno limpo, sem fendas ou depressões, em faixas de aproximadamente cinco centímetros de largura para pólvora negra e compostos, e dez centímetros para pólvoras químicas, afastados entre si de uma distância mínima de três metros”

**Quantidade máxima a ser destruída:** “Na destruição de altos explosivos a granel e dinamites por combustão deverá ser observado o seguinte:

I - a quantidade máxima a ser destruída, de cada vez, será de cinqüenta quilogramas para dinamites e duzentos e cinqüenta quilogramas para os demais;

II - serão espalhados em camadas pouco espessas, com dez centímetros de largura sobre outras de material combustível, como papel, serragem, etc; e

III - os líquidos inflamáveis não devem ser derramados sobre as camadas de explosivos, pelo aumento da probabilidade de ocorrência de detonações.

Na destruição ao ar livre por combustão, de munições completas de armas de porte e portáteis e espoletas, deverá ser observado o seguinte:

I - as munições deverão ser lançadas em fosso com profundidade mínima de um metro e cinqüenta centímetros por dois metros de largura;

II - um tubo metálico com dez centímetros de diâmetro ou mais deverá ser fixado, com inclinação necessária ao escorregamento da carga, de modo que uma das extremidades fique no centro do fosso, próximo ao fundo e sobre o material em combustão, e a outra protegida por uma barricada;

III - a abertura do fosso deverá ser protegida com grades ou chapas de ferro perfuradas, que evitem projeção de fragmentos ou estilhaços e que permita apenas a oxigenação para manter a combustão;

IV - o material a ser destruído deverá ser lançado em cargas sucessivas, pelo tubo, ao fundo do fosso;

V - qualquer carga somente poderá ser lançada no fosso depois de destruída a anterior.”

Outro aspecto importante que a norma brasileira aborda se trata da destruição por conversão química. Nela, os explosivos são submetidos a reações onde seus produtos necessariamente irão possuir toxicidade baixa e volatilidade nula.

## 7. CONCLUSÕES

Fazendo uma análise dos principais acidentes dentro de uma mineração peruana, Iramina descreveu os principais tipos de acidentes na tabela 2. Deve se realizar e comparar com o Brasil nas devidas proporções, uma vez que se trata de uma análise em um país diferente, com diferentes normas e culturas.

Durante o período de análise, isto é, desde o ano 2000 até maio de 2008, aconteceram 471 acidentes fatais com 531 vítimas. O tipo de acidente mais representativo foi a queda de rochas em escavações subterrâneas (36,53%), seguido pelo trânsito de pessoas (9,23%), pela queda de pessoas (9,04%), pelo escorregamento de terreno (7,91%), entre outros.(Iramina, 2008).

Tabela 2 - Principais Tipos de Acidentes em Mina (Iramina, 2008)

Tipo de Acidente	Quantidade	%
Queda de rochas	194	36,53
Escorregamento de terreno	42	7,91
Afogamento ou Inundação	6	1,13
Intoxicação, asfixia, absorção e radiações	38	7,16
Trânsito	49	9,23
Carregamento e Transporte	30	5,65
Manobra de equipamentos	24	4,52
Enterramento por afundamento de terreno	6	1,13
Manipulação de materiais	9	1,69
Queda de pessoas	48	9,04
Explosivos	23	4,33
Ferramentas	2	0,38
Energia elétrica	19	3,58
Outros	41	7,72
<b>TOTAL</b>	<b>531</b>	<b>100</b>

As perdas ocasionadas com explosivos foram surpreendentemente altas, mesmo sabendo que apenas o trabalhador capacitado pode trabalhar com essas substâncias. Ela foi mais alta que perdas com enterramento por afundamento de terreno, manipulação de materiais, ferramentas, energia elétrica e afogamento ou inundações.

Tem extrema importância o R-105, uma vez que ele governa as principais decisões e legislações referentes a esse assunto no Brasil. Seus artigos e parágrafos são seguidos pelas maiores corporações atuantes no Brasil. A Orica, empresa australiana especializada em desmontes por explosivos segue a risca esse “guia”. Essa informação foi cedida por colegas engenheiros que atualmente trabalham na corporação.

Obtivemos 4 conclusões, uma vez que foram analisado quatro parâmetros fundamentais durante uma operação de emprego de explosivos: transporte, armazenamento, uso e finalmente o descarte.

Em relação ao transporte, chegou-se a conclusão que principalmente na parte de Rotulagem de Carga, a americana tem uma série de vantagens. Isso ocorre devido a seus rótulos mais completos e com mais informação disponível sobre a substâncias, como: viscosidade, solubilidade e principalmente a aparência e odor do explosivo ou emulsão explosivo quando está em seu estado “normal”.

Por serem extremamente mais fáceis de serem identificados, a cor e o cheiro de um explosivo que não está em suas perfeitas condições é uma medida relativamente fácil de ser identificada. Como o Brasil é um país em desenvolvimento é comum ter pessoas de baixa capacidade técnica fazendo o papel de motorista, assim, mesmo sem conhecimentos, a pessoa teria noção de que estaria carregando algo que possui alta volatilidade e um risco menor seria imposto.

Com relação ao armazenamento de explosivos, foi constado que em relação a construção do paiol (em termos de disposição de itens) e a localização de instalações dentro de um paiol há uma semelhança entre as duas normas. Em relação a superioridade da norma brasileira, podemos constatar no item referente ao distanciamento e ao tamanho da área livre ao seu redor. De fato, a brasileira indica uma distância maior em relação a áreas limpas e clareiras que os 25 ft sugerida pela americana, sendo mais restritiva. Tirando esses itens, podemos identificar uma maior profundidade da legislação americana em relação ao resto dos fatores importantes durante a construção de um armazém de explosivos como a distância efetiva em relação a outras instalações.

Abordando o tema “Uso”, foi percebida uma leve superioridade em relação as normas americanas. Normas mais específicas e sobre assuntos mais bem separados são dispostas de forma a facilitar a compreensão da mesma. Em relação ao conteúdo, foi notada uma grande semelhança e homogeneidade entre as duas. Em alguns pontos a americana se sobressaía, como na abordagem de “alta continuidade” do processo e no quesito de sobrepressão sonora ser permitida.

Mesmo estando dentro do assunto sobre deposição, citarei essa comparação aqui por acreditar que a sobrepressão também acontece durante a fase de detonação primária do explosivo. Como essa diferença não chega a ser muito grande, não podemos considerar a americana mais avançada que a brasileira, além disso, existem pontos que a

brasileira é melhor que a americana.como em relação a proteção da escorva e em relação ao tipo de procedimento a ser tomado durante o carregamento.

Finalmente, em relação à disposição, podemos ressaltar que a brasileira é infinitamente superior a american. De fato, a MSHA só ressalta a disposição como um anexo da parte de “Usos”, ao contrário da brasileira, que possui no R-105 um grande capítulo abordando de forma detalhada como, aonde e em quais circunstâncias deve ser realizado o fogo secundário com segurança.

O objetivo deste trabalho foi alcançado, uma vez que pode se ressaltar em quais aspectos a norma brasileira deve melhorar para alcançar a americana. Porém, em geral, ambas estão no mesmo patamar. Contudo, ter normas as vezes não é o suficiente para evitar acidentes, as vezes é necessário checar se estão sendo cumpridas e punir empresas as quais não estão as seguindo. A cultura de cada país tem importância vital na hora de desrespeitar ou não uma norma. Nesse sentido, é facilmente reconhecido que os americanos possuem uma cultura muito mais correta que a brasileira.

## **8. REFERÊNCIAS**

Daniel, F. **Manual de utilização de explosivos em explorações a céu aberto.** Minas Gerais, Divisão de Minas e Pedreiras do Instituto Geológico e Mineiro., 1999.

Verakis, H. C. **MSHA'S new regularions for explosives used in Coal Mines.** Estados Unidos, Mine Safety and Health Administration, p.780-785.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército brasileiro. Departamento Logístico. Portaria Portaria nº18-D Log, 7 de Novembro de 2005. **Normas administrativas relativas às atividades com explosivos e seus acessórios – DFPC.2005.** Disponível em:<[www.dffc.eb.mil.br/institucional/legislacao/Explosivos/portaria018Dlog2005.pdf](http://www.dffc.eb.mil.br/institucional/legislacao/Explosivos/portaria018Dlog2005.pdf)>. Acesso em 20 de Agosto de 2011.

Mine Safety and Health Administration. **Parte 56 – Safety and Health Standards on Surface Metal and Nonmetal Mines.** Disponível em <<http://www.msha.gov/30cfr/56.0.htm>>. Acesso em 18 de Agosto de 2011.

UNITED NATIONS Recommendations on the transport of dangerous goods, 12 Rev. ed.,Genebra, 2008.

Holmberg, R.; Persson, P.; Lee, J.. **Rock Blasting and Explosives Engineering,** Florida, CRC Press LLC, 2000, v. 1., p.423 – 450: Capítulo 18 – Safety Precautions, Rules and Regulation, Capítulo 20 – Safety in Production of Explosives.

Segurança e Medicina do Trabalho, Lei nº6.514 de 22 de Dezembro de 1977. 60º Edição, Editora Atlas, p. 292-297

Gregory, C.E. **Explosives for North American Engineers,** 3º ed., Trans Tech Publications, Florida, 1984, p 243-248.

Almeida, M.I. **Desvendando a zona de sombras dos acidentes de trabalho.** Trabalho. 1995. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

Candia, R.C; Hennies, W.T.; Iramina, W.; Elguera, J.F.S., **Análise de acidentes fatais na mineração - o caso da mineração no Peru.** REM: Rev. Esc. Minas vol.62 no.4 Ouro Preto Oct./Dec. 2009.

BRASIL.Governo Provisório, recepcionado como Lei pela Constituição Federal de 1934,R-105, decreto nº3.665, de 20 de novembro de 2000. **Regulamento para a fiscalização de produtos controlados.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos em minerações em áreas urbanas,** Rio de Janeiro, Setembro de 2004. Disponível em <[http://www.anepac.org.br/13/pdf\\_projetos/Projeto%20ABNT%20NBR%209653.pdf](http://www.anepac.org.br/13/pdf_projetos/Projeto%20ABNT%20NBR%209653.pdf)> . Acesso dia 3 de outubro de 2011.

## ANEXO A

No mesmo decreto (Dlog), existem duas etiquetas de embalagem para o transporte correto de material explosivo:

MODELO DE INSCRIÇÕES NAS EMBALAGENS INDIVIDUAIS	
EXPLOSIVO TIPO ANFO	- denominação genérica
MULTI MIX GRANULADO	- nome comercial
nitrato de amônio, serragem, alumínio em pó e óleo queimado	- composição qualitativa
<b>EXPLOSIVO</b> <b>PERIGO</b>	<b>1.5 D</b> <b>0082</b>
inscrições de: "PERIGO" "EXPLOSIVO"	classificação de risco, grupo de compatibilidade e número da ONU

ETIQUETA DA EMBALAGEM COLETIVA	
rua São Januário, nº 23 Rio de Janeiro	- endereço
04.120.318/0001 - 35	- CNPJ
NITREX Indústria e Comércio Ltda	- fabricante
<b>Peso Bruto: 50 kg</b>	
<b>Peso Líquido: 43 kg</b>	
Guia de Tráfego:	percurso
029	Rio de Janeiro - São Paulo
responsável técnico: João Mendonça	
CRQ nº 004342518	

### RÓTULOS DE RISCO E DE SEGURANÇA

 <p>(Nº 1) Símbolo: Subclasses 1.1, 1.2 e 1.3</p>	 <p>(Nº 1.4) Subclasse 1.4</p>
 <p>(Nº 1.5) Subclasse 1.5</p>	 <p>(Nº 1.6) Subclasse 1.6</p>
<p>(*) Local para indicação do grupo de compatibilidade</p>	
<p>(***) Local para os algarismos identificadores das Subclasses: 1.1, 1.2 e 1.3</p>	

#### Observações:

1. Tais painéis têm a forma de um quadrado, apoiado sobre um de seus vértices.
2. O painel tem o fundo na cor laranja, o símbolo de uma bomba explodindo, na cor preta, e os algarismos de identificação das subclases de risco. No caso de painéis com outras dimensões, devem ser mantidas as respectivas proporcionalidades entre as partes.

## ANEXO B

GRUPO	DESCRICAÇÃO DO PRODUTO E EXEMPLO
A	<u>Descrição:</u> Substância explosiva primária ( <u>iniciadores</u> ) <u>Exemplo:</u> Azida de chumbo úmida, estifinato de chumbo úmido, fulminato de mercúrio úmido, tetrazeno úmido, ciclonite (RDX) seca e nitropenta (PETN) nitropenta seca
B	<u>Descrição:</u> Artigo contendo substância explosiva primária e não contendo dois ou mais dispositivos de segurança eficazes ( <u>engenhos iniciadores</u> ) <u>Exemplo:</u> Detonadores, espoletas comuns, espoletas de armas pequenas e espoletas de granadas.
C	<u>Descrição:</u> Substância explosiva propelente ou outra substância explosiva deflagrante ou artigo contendo tal substância explosiva. <u>Exemplo:</u> Propelentes de base simples, dupla, tripla, compostos, propelentes sólidos de foguetes e munição com projéteis inertes.
D	<u>Descrição:</u> Substância explosiva detonante secundária ou pólvora negra ou artigo contendo uma substância explosiva detonante secundária, em qualquer caso sem meios de ignição e sem carga propelente ou ainda, artigo contendo uma substância explosiva primária e contendo dois ou mais dispositivos de segurança eficazes. <u>Exemplo:</u> Pólvora negra, altos explosivos, munições contendo altos explosivos sem carga propelente e dispositivos de ignição, trinitrotolueno (TNT), composição B, RDX ou PETN úmidos, bombas projéteis, Bombas embaladas em container (CBU), cargas de profundidade e cabeças de torpedo.
E	<u>Descrição:</u> Artigo contendo uma substância explosiva detonante secundária, sem meios próprios de ignição, com uma carga propelente ( exceto se contiver um líquido ou gel inflamável ou líquido hipergólico ). <u>Exemplo:</u> Munições de artilharia, foguetes e mísseis.
F	<u>Descrição:</u> Artigo contendo uma substância explosiva detonante secundária, com seus meios próprios de ignição, com uma carga propelente ( exceto se contiver um líquido ou gel inflamável ou líquido hipergólico ) ou sem carga

G	<p><u>Descrição:</u> Substância pirotécnica ou artigo contendo uma substância pirotécnica ou artigo contendo tanto uma substância explosiva quanto uma iluminante, incendiária, lacrimogénea ou fumígena (exceto engenhos açãoáveis por água e aqueles contendo fósforo branco, fosfetos, substância pirofórica, um líquido ou gel inflamável ou líquidos hipergólicos).</p> <p><u>Exemplo:</u> Fogos de artifício, dispositivos de iluminação, incendiários, fumígenos (inclusive com hexacloroetano HC), sinalizadores, munição incendiária, iluminativa, fumígena, lacrimogénea.</p>
H	<p><u>Descrição:</u> Artigo contendo substância explosiva e fósforo branco.</p> <p><u>Exemplo:</u> Fósforo branco (WP), fósforo branco plastificado (PWP), outras munições contendo material pirofórico.</p>
J	<p><u>Descrição:</u> Artigo contendo uma substância explosiva e um líquido ou gel inflamável.</p> <p><u>Exemplo:</u> Munição incendiária com carga de líquido ou gel inflamável (exceto as que são espontaneamente inflamáveis quando expostas ao ar ou à água), dispositivos explosivos combustível-ar (FAE).</p>
K	<p><u>Descrição:</u> Artigo contendo substância explosiva e um agente químico tóxico.</p> <p><u>Exemplo:</u> Munições de guerra química.</p>
L	<p><u>Descrição:</u> Substância explosiva ou artigo contendo uma substância explosiva e apresentando um risco especial (caso, por exemplo, da ativação por água ou devido à presença de líquidos hipergólicos, fosfetos ou substância piroférica), que exija isolamento para cada tipo de substância.</p> <p><u>Exemplo:</u> Munição danificada ou suspeita de qualquer outro grupo, trietilalumínio (TEA).</p>
N	<p><u>Descrição:</u> Artigo contendo apenas substâncias detonantes extremamente insensíveis.</p> <p><u>Exemplo:</u> Bombas e cabeças de guerra.</p>
S	<p><u>Descrição:</u> Substância ou artigo concebido ou embalado de forma tal que quaisquer efeitos decorrentes de funcionamento acidental fiquem confinados dentro da embalagem, a menos que esta tenha sido danificada pelo fogo, caso em que todos os efeitos de explosão ou projeção são limitados, de modo a não impedir ou prejudicar significativamente o combate ao fogo ou outros esforços de contenção da emergências nas imediações da embalagem.</p> <p><u>Exemplo:</u> Baterias térmicas.</p>

## ANEXO C



FIGURA 1

a. Vista em corte frontal da tampa



CAIXA

DE

b. Vista em corte frontal da caixa



SEGURANÇA

FIGURA 2



FIGURA 3

## ANEXO D

### Relação Massa Distância – Explosivos de Ruptura

Massa Líquida do Material		Distâncias (m)			Entre Depósitos ou Oficinas
(kg)	Edifícios Habitados	Rodovias	Ferrovias		
	De	Até			
0	20	90	15	30	20
21	50	120	25	45	30
51	90	145	35	70	30
91	140	170	50	100	30
141	170	180	60	115	40
171	230	200	70	135	40
231	270	210	75	145	40
271	320	220	80	160	40
321	360	230	85	165	40
361	410	240	90	180	44
411	460	250	95	185	50
461	680	285	100	195	60
681	910	310	110	220	60
911	1.350	355	120	235	70
1.351	1.720	385	130	255	70
1.721	2.270	420	135	270	80
2.271	2.720	445	145	285	80
2.721	3.180	470	150	295	90
3.181	3.630	490	150	300	90
3.631	4.090	510	155	310	100
4.091	4.540	530	160	315	100
4.541	6.810	545	160	325	110
6.811	9.080	595	175	355	120
9.081	11.350	610	190	385	130
11.351	13.620	610	205	410	140
13.621	15.890	610	220	435	150
15.891	18.160	610	230	460	160
18.161	20.430	610	240	485	160
20.431	22.700	610	255	505	170
22.701	24.970	610	265	525	180
24.971	27.240	610	275	550	180
27.241	29.510	610	285	565	190
29.511	30.780	610	295	585	190

31.781	34.050	610	300	600	200
34.051	36.320	610	310	615	210
36.321	38.590	610	315	625	210
38.591	40.860	610	320	640	220
40.861	43.130	610	325	645	220
43.131	45.400	610	330	655	230
45.401	56.750	610	330	660	260
56.751	68.100	610	345	685	290
68.101	79.450	610	355	710	320
79.451	90.800	620	370	735	350
90.801	102.150	640	380	760	380
102.151	113.500	660	390	780	410

### Relação Peso Distância - Produtos Químicos e Nitrato de Amônia

Massa Líquida (kg)	De	Até	Distâncias mínimas (m)			
			Edifícios habitados	Ferrovias	Rodovias	Entre Depósitos ou Oficinas
0	450	25	25	25	15	
451	2.250	35	35	35	25	
2.251	4.500	45	45	45	30	
4.501	9.000	60	60	60	40	
9.001	18.100	70	70	70	50	
18.001	31.750	80	80	80	55	
31.751	45.350	90	90	90	60	
45.351	90.700	115	115	115	75	
90.701	136.000	110	110	110	75	
136.001	181.400	150	150	150	100	
181.401	226.800	180	180	180	120	

### Relação Massa Distância – Iniciadores

Massa Líquida (kg)	De	Até	Distâncias mínimas (m)			
			Edifícios habitados	Ferrovias	Rodovias	Entre Depósitos ou Oficinas
0	450	25	25	25	15	
451	2.250	35	35	35	25	
2.251	4.500	45	45	45	30	
4.501	9.000	60	60	60	40	
9.001	18.100	70	70	70	50	
18.001	31.750	80	80	80	55	
31.751	45.350	90	90	90	60	
45.351	90.700	115	115	115	75	
90.701	136.000	110	110	110	75	
136.001	181.400	150	150	150	100	
181.401	226.800	180	180	180	120	

0	0	75	45	22	20
21	100	140	90	43	30
101	200	220	135	70	45
201	500	260	160	80	65
501	900	300	180	95	90
901	2.200	370	220	110	90
2.201	4.500	460	280	140	90
4.501	6.800	500	300	150	90
6.801	9.000	530	320	160	90

### Relação Massa Distância – Artifícios Pirotécnicos

Massa Líquida (kg)	Até	Distâncias mínimas (m)			Entre Depósitos ou Oficinas
		Edifícios habitados	Ferrovias	Rodovias	
De	Até				
0	180	61	61	31	21
181	270	64	61	31	21
271	360	77	61	31	21
361	450	89	61	31	21
451	900	140	71	36	24
901	1.360	181	91	46	30
1.361	1.810	215	108	54	36
1.811	2.260	244	122	61	41
2.261	2.720	269	135	66	45
2.721	3.620	311	156	78	82
3.621	4.530	345	173	87	58
4.531	6.800	407	204	102	68
6.801	9.070	455	228	114	76
9.071	13.600	526	264	132	88
13.601	18.140	581	291	146	97
45.351	68.020	907	454	227	151
68.021	90.700	999	500	250	167
90.701	113.370	1.076	538	269	179

## ANEXO E

Art. 30. Os explosivos e seus acessórios devem trafegar sempre acompanhados de GT e da Nota Fiscal da venda do produto, qualquer que seja o seu destino, exceto quando ele trafega por uma mina fechada.

Art. 31. As GT, uma para cada Nota Fiscal, podem ser obtidas com antecedência, ainda sem especificar a Nota Fiscal, o que deverá ser feito por ocasião da expedição da mercadoria. No caso de emprego da Guia de Tráfego Eletrônica (GTE) não deve haver antecedência, sendo essencial o lançamento do número da Nota Fiscal.

Art. 32. As GT para as unidades móveis contratadas para prestação de serviços só são lançadas ou visadas se a empresa contratante, devidamente registrada no Exército, tiver a utilização de explosivos, bombeáveis ou derramáveis, apostilada a seu Registro. As UMB necessitam de uma GT para cada cliente e na GT de envio dos produtos deve constar local para inserção das sobras, não havendo necessidade de fazer GT para o retorno dos produtos.

Art. 34. O transporte de acessórios iniciadores pode ser realizado na mesma viatura, com carroceria aberta ou fechada, carregada com explosivos, desde que observadas as seguintes condições:

I - os acessórios iniciadores sejam transportados em um recinto com isolamento térmico e blindado que pode ser o compartimento de segurança da viatura ou uma caixa de segurança;

II - com caminhão de carroceria fechada, o transporte pode ser feito no compartimento de segurança, se houver, ou na caixa de segurança;

III - o compartimento de segurança é a seção da carroceria fechada mais próxima à cabine do motorista, devendo possuir um acesso exclusivo pela lateral da carroceria;

IV - o compartimento de segurança deve possuir uma blindagem em chapa de aço com espessura suficiente para orientar a onda de choque, no caso de uma explosão, para a área superior da viatura e, revestimento interno de madeira, preferencialmente compensado naval, para evitar o atrito (conforme a Figura nº 1 do Anexo C);

V - a caixa de segurança deve possuir uma blindagem em chapa de aço, um revestimento térmico (com espessura de, no mínimo, 10 mm), um revestimento interno em madeira e uma proteção blindada compatível com o volume de acessórios iniciadores transportados (conforme a Figura nº 2 do Anexo C);

VI - a chapa de aço da caixa de segurança deve ter uma espessura mínima de 4,8 mm em aço AISI 1020;

VII - a caixa de segurança deve ser colocada na carroceria aberta ou fechada, em local de fácil acesso (conforme as Figuras nº 3 do Anexo C);

VIII - os acessórios iniciadores devem estar acondicionados em embalagens adequadas, sem risco de atrito ou choque, dentro das caixas blindadas, não sendo permitida a presença de nenhum material em cima da caixa de segurança;

IX - o volume ocupado pelas espoletas dentro das caixas ou compartimento de segurança não pode ultrapassar 50% de seu volume útil;

X - no caso de UMB, o cordel detonante e os demais acessórios de explosivos e reforçadores devem ser transportados em caixa blindada separada da caixa de segurança destinada aos acessórios iniciadores, devendo ficar em lados opostos da viatura;

XI - além das prescrições gerais para o transporte rodoviário, devem ser tomadas as seguintes precauções:

- a) antes do início do deslocamento, as viaturas destinadas ao transporte de explosivos e de acessórios iniciadores devem ser vistoriadas pela empresa responsável pelo transporte, a fim de verificar se os seus circuitos elétricos, freios, tanques de combustível, carroceria e extintores de incêndio apresentam condições satisfatórias de segurança;
- b) os motoristas, além das qualificações e habilitações previstas na legislação de trânsito, devem receber, em órgão credenciado para tal, treinamento específico para o transporte de produtos perigosos, segundo programa aprovado pelo Conselho Nacional de Trânsito;
- c) é proibido o transporte de pessoas na carroceria das viaturas que transportem explosivos e acessórios iniciadores;
- d) durante as operações de carga e descarga, as viaturas devem estar freadas, calçadas e com o motor desligado;
- e) a carga de explosivos deve ser acondicionada dentro dos limites da carroceria, disposta e fixada de forma a facilitar a inspeção e suportar os riscos de transporte, descarregamento e transbordo;
- f) a carga de explosivos deve ser coberta com encerado impermeável, não podendo ultrapassar a altura da carroceria;
- g) a carga de explosivos e o conteúdo da caixa de segurança devem ser inspecionados durante as paradas, as quais devem ocorrer em locais afastados de habitações;
- h) no desembarque, os explosivos e/ou acessórios iniciadores não podem ser empilhados nas proximidades dos canos de escape da viatura;
- i) no desembarque, as embalagens com acessórios iniciadores devem ser desembarcadas em primeiro lugar, e colocadas em local afastado daquele onde serão manuseados os explosivos;
- j) nos casos de avarias, as viaturas não podem ser rebocadas e o motorista deve retirar o veículo da via, quando possível, e dar ciência do acontecido à autoridade de trânsito mais próxima, informando o local, as quantidades e o risco dos materiais transportados; em seguida, a carga deve ser transferida, devendo ser colocada sinalização na via, durante esta operação;
- l) em caso de acidente com viatura carregada a primeira providência deve ser a retirada das embalagens com acessórios iniciadores e, a seguir, o restante da carga explosiva, que deve ser colocada separada e distante, no mínimo, 60 (sessenta) metros de outros veículos ou habitações.
- m) em caso de incêndio em viatura carregada deve ser interrompido o trânsito na via e isolado o local.

Art. 35. Todos os veículos de transporte de explosivos e/ou acessórios devem possuir telefone celular, rádio privativo e sistema de rastreamento em tempo real.

Art. 36. Durante os deslocamentos, as unidades móveis devem obedecer às prescrições sobre transporte rodoviário de produtos perigosos, constantes do R-105, bem como as emanadas do Ministério dos Transportes.

Art. 37. O transporte de explosivos deve ser realizado de forma contínua, restringindo-se às paradas estritamente necessárias.

Art. 38. A distância máxima a ser percorrida em uma única jornada pelos veículos que transportam explosivos ou munições é de 600 (seiscentos) quilômetros, podendo ser conduzidas por um único motorista.

§ 1º A jornada diária poderá ser ampliada para distâncias maiores que 600 (seiscentos) quilômetros, caso a empresa transportadora possua ponto de apoio com localização adequada, onde haverá troca de motorista, ou caso o veículo conte com dois motoristas.

§ 2º Os motoristas devem ter instrução sobre a natureza dos produtos, seus riscos e as

medidas de emergência a serem adotadas para proteger o público, em caso de acidente.

## ANEXO F

Em relação ao **plano de fogo**, temos como normas de segurança mais freqüentes( R-105):

- a) disposição e profundidade dos furos;
- b) quantidade de explosivos;
- c) tipos de explosivos e acessórios utilizados;
- d) seqüência das detonações;
- e) razão de carregamento;
- f) volume desmontado e
- g) tempo mínimo de retorno após a detonação.

O desmonte com uso de explosivos deve obedecer as seguintes condições:

- a) ser precedido do acionamento de sirene;
- b) a área de risco deve ser evacuada e devidamente vigiada;
- c) horários de fogo previamente definidos e consignados em placas visíveis na entrada de acesso às áreas da mina;
- d) dispor de abrigo para uso eventual daqueles que acionam a detonação e
- e) seguir as instruções do fabricante.

Na interligação de duas frentes em subsolo devem ser observados os seguintes critérios:

- a) retirada total do pessoal das duas frentes quando da detonação de cada frente;
- b) detonação não simultânea das frentes;
- c) estabelecer a distância mínima de segurança para a paralisação de uma das frentes e
- d) o técnico responsável ou bláster deve certificar-se que não haja fogos falhados em ambas as frentes.

O retorno à frente detonada só é permitido com autorização do responsável pela área e após verificação da existência das seguintes condições:

- a) dissipação dos gases e poeiras, observando-se o tempo mínimo determinado pelo projeto de ventilação e plano de fogo;
- b) confirmação das condições de estabilidade da área e
- c) marcação e eliminação de fogos falhados.

Na constatação ou suspeita de fogos falhados no material detonado, após o retorno às atividades, devem ser tomadas as seguintes providências:

- a) os trabalhos devem ser interrompidos imediatamente;
- b) o local deve ser evacuado e
- c) informado o técnico responsável ou bláster para adoção das providências cabíveis.

A retirada de fogos falhados deve ser executada pelo técnico responsável ou bláster ou, sob sua orientação, por trabalhador qualificado e treinado.

A retirada de fogos falhados só pode ser realizada através de dispositivo que não produza faíscas, fagulhas ou centelhas.

Os explosivos e acessórios de fogos falhados devem ser recolhidos a seus respectivos depósitos, após retirada imediata da escorva entre eles.

É proibido o aproveitamento de restos de furos falhados na fase de perfuração.

Para os trabalhos de aprofundamento de poços e rampas devem ser atendidos os seguintes requisitos adicionais:

- a) o transporte dos explosivos e acessórios para o local do desmonte só deve ocorrer separadamente e após ter sido retirado todo o pessoal não autorizado;
- b) antes da conexão das espoletas elétricas com o fio condutor devem ser desligadas todas as instalações elétricas no poço ou rampa;
- c) antes da religação é necessário verificar se as instalações estão intactas;
- d) a detonação só deve ser acionada da superfície ou de níveis intermediários e
- e) os operadores de poços e rampas devem ser devidamente informados do início do carregamento.

## ANEXO G

Poderão ser destruídos por combustão, desde que não haja possibilidade de detonarem durante o processo (R-105):

- I - pólvoras;
- II - altos explosivos;
- III - acessórios de explosivos;

Art. 224. A destruição a "céu aberto" pelo processo de combustão de pólvoras, altos explosivos, acessórios de explosivos deverá satisfazer às seguintes condições mínimas de segurança:

- I - o local deverá distar mais de setecentos metros de habitações, ferrovias, rodovias e depósitos;
- II - o local deverá estar limpo de vegetação e de material combustível num raio de setenta metros;
- III - o material que aguarda a destruição deverá ficar protegido e afastado mais de cem metros do local de destruição;
- IV - todo o material a ser destruído por combustão deverá ser retirado de sua embalagem;
- V - deverão ser usados locais diferentes para cada combustão, para evitar acidentes pelo calor ou resíduos em combustão da carga anterior;
- VI - a iniciação da combustão deverá ser feita por processo seguro e eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar;
- VII - os equipamentos e materiais usados na iniciação da combustão ficarão sob guarda de elemento designado pelo responsável pela destruição;
- VIII - o acionamento da carga de destruição, feito obrigatoriamente a comando do responsável pela destruição, somente poderá ocorrer após todo o pessoal estar abrigado e a uma distância segura, fora do raio de ação da combustão;
- IX - trinta minutos após o término de cada combustão verificar-se-á se todo o material foi destruído;
- X - o material não destruído em uma primeira combustão não deverá ser removido, sendo destruído no local;
- XI - o pessoal empregado na destruição deverá estar treinado e equipado com meios necessários e suficientes para combater possíveis incêndios na vegetação adjacente ao local da destruição; e

XII - os locais de destruição deverão ser molhados no fim da operação.

Parágrafo único. Quando a distância a que se refere o inciso I deste artigo não puder ser obedecida, a quantidade de material a ser destruído ficará limitada àquela correspondente à distância de segurança prevista no Anexo XV.

Art. 225. Na destruição de pólvoras por combustão deverá ser observado o seguinte:

I - a pólvora será espalhada em terreno limpo, sem fendas ou depressões, em faixas de aproximadamente cinco centímetros de largura para pólvora negra e composites, e dez centímetros para pólvoras químicas, afastados entre si de uma distância mínima de três metros; e

II - para as quantidades superiores a dois mil quilogramas, a combustão deverá ser feita em pequenas valas abertas no terreno.

Art. 226. Na destruição de altos explosivos a granel e dinamites por combustão deverá ser observado o seguinte:

I - a quantidade máxima a ser destruída, de cada vez, será de cinqüenta quilogramas para dinamites e duzentos e cinqüenta quilogramas para os demais;

II - serão espalhados em camadas pouco espessas, com dez centímetros de largura sobre outras de material combustível, como papel, serragem, etc; e

III - os líquidos inflamáveis não devem ser derramados sobre as camadas de explosivos, pelo aumento da probabilidade de ocorrência de detonações.

Na destruição ao ar livre por combustão, de munições completas de armas de porte e portáteis e espoletas, deverá ser observado o seguinte:

I - as munições deverão ser lançadas em fosso com profundidade mínima de um metro e cinqüenta centímetros por dois metros de largura;

II - um tubo metálico com dez centímetros de diâmetro ou mais deverá ser fixado, com inclinação necessária ao escorregamento da carga, de modo que uma das extremidades fique no centro do fosso, próximo ao fundo e sobre o material em combustão, e a outra protegida por uma barricada;

III - a abertura do fosso deverá ser protegida com grades ou chapas de ferro perfuradas, que evitem projeção de fragmentos ou estilhaços e que permita apenas a oxigenação para manter a combustão;

IV - o material a ser destruído deverá ser lançado em cargas sucessivas, pelo tubo, ao fundo do fosso; e

V - qualquer carga somente poderá ser lançada no fosso depois de destruída a anterior.

Art. 228. A destruição por combustão, de munições completas de armas de porte e portáteis, e de espoletas, poderá ser feita em fornilho especialmente projetado para isso, aprovado pela fiscalização militar, que impeça o lançamento de projéteis e fragmentos, decorrente da deflagração da carga de projeção pelo calor.

Art. 229. Na destruição por combustão ao ar livre, de artifícios pirotécnicos, exceto os iluminativos com pára-quedas, deverá ser observado o seguinte:

I - os artifícios pirotécnicos serão lançados em fosso de sessenta centímetros de profundidade e trinta centímetros de largura, e de comprimento compatível com a quantidade a ser destruída; e

II - uma grade de ferro ou tela de arame deverá cobrir o fosso para evitar projeções do material em combustão.

Parágrafo único. Tratando-se de artifício pirotécnico provido de pára-quedas, os elementos a serem destruídos serão colocados de pé, distanciados um do outro de um metro e cinqüenta centímetros, não havendo necessidade da grade sobre os mesmos.

Art. 230. A destruição, por combustão, de agentes químicos de guerra, somente será executada em dispositivo projetado ou apropriado para este fim e aprovado pela DFPC.

Art. 231. Os explosivos e artefatos a seguir enumerados, suscetíveis de detonarem quando sujeitos a outro processo de destruição, deverão ser destruídos por detonação:

I - cabeças de guerra carregadas com altos explosivos;

II - dispositivos de propulsão;

III - granadas;

IV - minas;

V - rojões;

VI - bombas de aviação;

VII - altos explosivos;

VIII - acessórios de explosivos; e

IX - artifícios pirotécnicos.

Art. 232. A destruição por detonação deverá satisfazer às seguintes condições mínimas de segurança:

I - a destruição deverá ser feita em locais que distem mais de setecentos metros de depósitos, estradas, edifícios e habitações;

II - o local deverá estar limpo de vegetação e de material combustível num raio de setenta metros;

III - o material que aguarda a destruição deverá ficar protegido e afastado mais de cem metros do local de destruição;

IV - o material a ser destruído deverá estar em fosso que limite a projeção lateral de estilhaços;

V - deverão ser usados locais diferentes para cada detonação, para evitar acidentes pelo calor ou resíduos em combustão da carga anterior;

VI - a iniciação da detonação deverá ser feita por processo seguro e eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar;

VII - os equipamentos e materiais usados para detonar a carga a ser destruída ficarão, permanentemente, sob a guarda de elemento designado pelo responsável pela destruição;

VIII - o acionamento da carga a ser destruída, obrigatoriamente a comando do responsável pela destruição, somente poderá ocorrer após todo o pessoal estar abrigado e a uma distância segura, fora do raio de ação do efeito de sopro e de lançamento de entulhos e estilhaços;

IX - o pessoal empregado na destruição deverá estar equipado e treinado com meios necessários e suficientes para combater possíveis incêndios na vegetação adjacente ao local da destruição;

X - trinta minutos após cada detonação verificar-se-á se todo o material foi destruído;

XI - o material não destruído em uma primeira detonação deverá ser destruído, preferencialmente, no local onde se encontrar;

XII - os locais de destruição deverão ser molhados no fim da operação.

Parágrafo único. Quando a distância a que se refere o inciso I deste artigo não puder ser obedecida, a quantidade de material a ser destruído ficará limitada àquela correspondente à distância de segurança prevista no Anexo XV.

Art. 233. A quantidade máxima de material a ser destruído por detonação, de cada vez, deverá ser compatível com a segurança da operação, de forma que:

I - não cause a iniciação do material que aguarda a destruição por onda de choque, irradiação ou por arremesso de resíduos quentes sobre este;

II - não ponha em risco a integridade daqueles que realizam a destruição devido a onda de choque, efeito de sopro, irradiação, arremesso de estilhaços ou gases tóxicos;

III - não haja possibilidade de arremesso de estilhaços ou explosivo não detonado além da distância de segurança, estabelecida no projeto do local de detonação; e

IV - não haja possibilidade de causar danos a obras limítrofes à região de destruição.

Art. 234. Explosivos poderão ser destruídos por conversão química:

II - explosivos; e

Art. 235. No processo de destruição por conversão química a matéria-prima deverá ser totalmente convertida em produtos cuja toxidez seja baixa o suficiente para permitir o seu emprego civil.

Parágrafo único. É proibida a armazenagem de produtos intermediários ou subprodutos do processo de conversão química cuja toxidez seja alta o suficiente para impedir seu emprego civil.