

**DIRETRIZES TÉCNICAS
INTERNACIONAIS DE
MUNIÇÃO**

**IATG
02.10**

2a Edição
01-02-2015

**Introdução aos princípios e
processos da gestão de risco.**

Aviso

Este documento é atual com efeito a partir da data indicada na página de rosto. Uma vez que as Diretrizes Técnicas Internacionais de Munição (IATG) estão sujeitas a análise e revisão, os usuários devem consultar o website do projeto IATG (<http://www.un-arm.org>) a fim de verificar seu status, ou através do Escritório da ONU na seção Assunto de Desarmamento de Armas Convencionais no website <http://www.un.org/disarmament>.

Nota de direitos autorais

Este é um documento de Diretrizes Técnicas Internacionais de Munição (IATG) e é protegido por direitos autorais pela ONU. Este documento, ou qualquer parte dele, não poderá ser reproduzido, armazenado ou transmitido de forma qualquer, ou por quaisquer meios, para qualquer outra finalidade sem a permissão prévia por escrito da UNODA, agindo em nome da ONU.

Este documento não deve ser vendido.

United Nations Office for Disarmament Affairs
Room S-3120, United Nations, New York, NY 10017, USA [EUA]

E-mail: un-arm@un.org
Telefone: (+1) (212) 963 5876
Fax: (+1) (212) 963 5369

Índice

| | |
|---|----|
| Índice | ii |
| Prefácio | iv |
| Introdução | v |
| Introdução aos princípios e processos da gestão de risco..... | 1 |
| 1 Escopo..... | 1 |
| 2 Referências normativas..... | 1 |
| 3 Termos e definições | 1 |
| 4 Introdução..... | 2 |
| 5 O conceito de segurança..... | 4 |
| 6 O processo genérico de gestão de risco..... | 4 |
| 6.1 Componentes da gestão de risco | 4 |
| 6.2 Tipos de risco | 5 |
| 6.3 Determinando risco tolerável | 5 |
| 6.4 Atingindo risco tolerável..... | 8 |
| 7 Avaliação de risco (armazenagem de munição) | 9 |
| 7.1 Avaliação de risco qualitativo..... | 9 |
| 7.2 Avaliação de risco quantitativo | 9 |
| 8 Análise de Risco | 9 |
| 8.1 Identificação e Análise de Risco | 9 |
| 8.2 Estimativa de Risco | 10 |
| 8.2.1. Estimativa de probabilidade de um evento explosivo indesejável (NÍVEL 1) | 10 |
| 8.2.2. Estimativa dos efeitos físicos de um evento explosivo não-planejado ou indesejável (NÍVEL 2) | 12 |
| 8.2.3. Estimativa individual de risco (NÍVEL 2)..... | 12 |
| 8.2.4. Índice de risco qualitativo..... | 13 |
| 9 Avaliação de Risco e ALARP | 13 |
| 10 Redução de risco..... | 13 |
| 11 Aceitação de risco (NÍVEL 1) | 14 |
| 12 Comunicação de risco (NÍVEL 1) | 15 |
| 13 Técnicas de estimativa de risco | 15 |
| 13.1 Testes (NÍVEL 3) | 15 |
| 13.2 Quantidade de distâncias e separação (NÍVEL 2) | 15 |
| 13.3 Análise de consequências de explosão (NÍVEL 2) | 16 |
| 14 Incerteza na estimativa de risco | 17 |
| 15 Análise de custo-benefício (NÍVEL 2)..... | 17 |
| 15.1 Valores monetários esperados (NÍVEL 2)..... | 17 |
| Anexo A (normativo) Referências..... | 20 |
| Anexo B (informativo) Bibliografia | 21 |
| Anexo C (informativo) Efeitos gerais de explosões | 22 |
| Anexo D (informativo) Exemplo de Metodologia da Avaliação do Risco Qualitativo (NÍVEL 1 e 2) | 24 |

| | |
|---|----|
| Anexo E (informativo) Metodologia de Análise de Consequência de Explosão (NÍVEL 2)..... | 31 |
| Anexo F (informativo) Gestão de Risco e software IATG..... | 33 |
| Anexo G (informativo) Estimativa do Valor Monetário Esperado (NÍVEL 2) | 34 |

Prefácio

A Resolução 61/72¹ da Assembleia Geral solicitou ao Secretário-Geral a criação de um grupo de peritos governamentais para considerar novas medidas para reforçar a cooperação em relação à questão dos excedentes de estoques de munição convencional. O relatório do grupo² para a sexagésima terceira sessão da Assembleia-Geral apresentou uma visão abrangente dos problemas decorrentes da acumulação de excedentes de estoques de munição convencional. O grupo observou que a cooperação em relação às necessidades de gerenciamento efetivo de estoque precisa apoiar uma abordagem de "gestão integral", compreendendo desde sistemas de categorização e de contabilidade, que são essenciais para garantir o manuseio e armazenamento seguros e para a identificação de excedentes, para sistemas de segurança física e de vigilância e procedimentos de teste para avaliar a estabilidade e confiabilidade da munição. O grupo recomendou especificamente o desenvolvimento de diretrizes técnicas adequadas.

A sexagésima terceira sessão da Assembleia-Geral aprovou a Resolução A/RES/63/61³, que acolheu favoravelmente o relatório do grupo de peritos governamentais e incentivou fortemente o Estado para implementar suas recomendações. Isso proporcionou ao mandato a elaboração de diretrizes técnicas apropriadas.⁴

O trabalho de preparação, análise e revisão destas diretrizes foi realizado por um Painel de Análise Técnica (TRP), com o apoio de organizações internacionais, governamentais e não governamentais. A versão mais recente de cada diretriz, juntamente com informações sobre o trabalho do grupo de análise técnica, pode ser encontrada em <http://www.un-arm.org>. A IATG será analisada pelo menos a cada cinco anos para refletir o desenvolvimento de normas e práticas de gestão de estoques de munições convencionais, e para incorporar mudanças devido a alterações aos regulamentos e exigências internacionais apropriadas.

¹ UN General Assembly (UNGA) Resolution A/RES/61/72, *Problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus*. 06 Dezembro 2006.

² UN General Assembly (UNGA) Resolution A/RES/63/182, *Problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus*. 28 Julho 2008. (Relatório do Grupo de Especialistas Governamentais).

³ UN General Assembly (UNGA) Resolution A/RES/63/61, *Problems arising from the accumulation of conventional ammunition stockpiles in surplus*. 12 Janeiro 2009.

⁴ Referido como Diretrizes Técnicas Internacionais de Munição (IATG) para fácil referência.

Introdução

Um elemento crítico de planejamento e gestão de operações de estoques de munição convencional deve ser a implementação de um sistema robusto, eficaz e integrado de gestão de risco, de preferência, de acordo com a orientação da ISO. Este sistema deve examinar gestão, processos e procedimentos administrativos e operacionais da organização.

Os requisitos do Guia ISO 51 foram integrados dentro dos módulos IATG, que, em si mesmos, fazem parte de um processo de gestão de riscos. A aderência às diretrizes significa que uma organização de gestão de estoques de munição convencional já está implementando vários componentes de um sistema integrado de gestão de risco. O processo de gestão de risco genérico do ISO Guia 51 é explicado nesta IATG com ênfase na sua aplicação ao armazenamento de munição convencional.

Os fenômenos físicos da explosão, fragmentação e radiação térmica resultante de explosões são bem compreendidos, como são os mecanismos que causam mortes, ferimentos e danos como resultado destes efeitos. Como resultado disso, compreender uma variedade de técnicas e modelos, foram desenvolvidos pelos quais estes efeitos podem ser estimados; estas técnicas e modelos constituem um elemento fundamental do processo de gestão de risco global. O termo 'estimado' é importante, porque a gama de variáveis envolvidas significa que os efeitos exatos danos não são suscetíveis de serem previstos com precisão; margens de segurança adequadas são, portanto, projetadas em medidas preventivas.

Os efeitos de explosão e técnicas preditivas consequentes e modelos variam em sofisticação dependendo da finalidade para a qual foram concebidos. Alguns fornecem uma indicação aproximada de vítimas e danos, enquanto outros irão fornecer estimativas mais precisas de efeitos da explosão. Modelos de efeitos de explosão e técnicas de previsão que são relativamente fáceis de implementar foram projetados no software IATG, que é projetado para suportar o gerenciamento de risco de estoques de munição convencional.

A variedade de técnicas para estimar o risco está contida nesta IATG, com ênfase em sua aplicação para a gestão de estoques de munição convencional. Abordagens baseadas no risco assumem muitas formas e podem ser usados como ferramentas para ajudar em uma variedade de processos de tomada de decisão. Novas aplicações estão sempre sendo definidas, e essa IATG também fornece referências a outras opções para aquelas contidas na diretriz.

A gestão de riscos deve ser vista pelos Estados como uma medida preventiva essencial para apoiar a gestão segura de estoques de munição convencional. Decisões de gestão de risco com base em conhecimento mais completo podem ser feitas se a probabilidade de um acidente de explosivos pode ser levada em conta, bem como as consequências. As técnicas abrangidas, ou referidas nesta IATG devem, portanto, serem aplicadas.

Introdução aos princípios e processos da gestão de risco.

1 Escopo

Esta IATG introduz o conceito de gestão de risco e explica as atividades necessárias para assegurar a gestão adequada do risco dentro de um sistema de gerenciamento de munição convencional. Concentra-se principalmente sobre os riscos para a comunidade civil do armazenamento de munição, mas também fornece orientação sobre técnicas de estimativa de risco que podem ser usados para outras áreas funcionais da gestão de estoques de munição convencional.

Abordagens baseadas no risco assumem muitas formas, variam em graus de complexidade e estão em constante evolução. Esta IATG introduz os princípios de gestão de risco e fornece diretrizes para as técnicas de avaliação de risco relativamente simples que podem ser usados nas mais diversas circunstâncias. Os sistemas mais complexos podem ser encontrados nas referências informativas.

2 Referências normativas

Os seguintes documentos referidos são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, somente a edição citada se aplica. Para referências não datadas, a última edição do referido documento (incluindo quaisquer emendas) deve ser aplicada.

Uma lista de referências normativas é dada no Anexo A. Referências normativas são documentos importantes aos quais se faz referência neste guia, e que fazem parte das disposições do presente guia.

Outra lista de referências informativas é dada no Anexo B, na forma de uma bibliografia, que lista os documentos adicionais que contêm outras informações úteis sobre a gestão de estoques de munição convencional.

3 Termos e definições

Para os propósitos deste guia, os seguintes termos e definições, bem como a lista mais abrangente dada em IATG 01.40:2015 (E) *Termos, definições e abreviaturas*, podem ser aplicados.⁵

O termo "evento explosivo" refere-se a uma iniciação inesperada e indesejada de uma substância explosiva ou artigo dentro de um depósito de munição levando a consequências significativas ou catastróficas.

O termo "dano" refere-se à *lesão física ou dano a saúde de pessoas, ou danos à propriedade ou ao ambiente*.

O termo "perigo" se refere a *uma fonte potencial de dano*.

O termo "risco" refere-se a *uma combinação da probabilidade de ocorrência de dano e da gravidade desse dano*.

O termo "análise de risco" refere-se ao *uso sistemático de informações disponíveis para identificar perigos e estimar o risco*.

O termo "avaliação de risco" refere-se ao processo global que compreende uma análise de risco e uma avaliação de risco.

⁵ Todos os termos e definições relacionadas ao risco são do Guia ISO 51, (uma referência normativa no Anexo A).

O termo "avaliação de risco" se refere ao processo com base na análise de risco para determinar se foi atingido o risco tolerável.

O termo "gestão de risco" refere-se a *todo o processo de tomada de decisão baseada no risco*.

O termo "redução de risco" refere-se às *medidas tomadas para reduzir a probabilidade de consequências negativas, ou ambas, associadas a um risco particular*.

O termo "segurança" refere-se à redução do risco para um nível tolerável.

O termo "risco tolerável" refere-se ao risco de que seja aceito em um determinado contexto com base nos valores atuais da sociedade.

Em todos os módulos das Diretrizes Técnicas Internacionais de Munição as palavras 'deve', 'deveria', 'pode' e 'poderia' são usados para expressar disposições de acordo com o seu uso em normas ISO.

- a) **"deve" indica um requisito:** É usado para indicar requisitos a serem estritamente seguidos para a conformidade do documento e do qual nenhum desvio é permitido
- b) **"deveria" indica uma recomendação:** É usado para indicar que uma, entre várias possibilidades, é recomendada como particularmente adequada, sem mencionar ou excluir as outras, ou que uma determinada linha de ação é preferível, mas não necessariamente requerida, ou que (na forma negativa, "não deveria".) certa possibilidade ou plano de ação é obsoleto, mas não proibido.
- c) **"poderia" indica permissão:** É usado para indicar um plano de ação permissível dentro dos limites do documento.
- d) **"pode" indica possibilidade e capacidade:** É usado para as declarações de possibilidade e capacidade, seja material, física ou casual.

4 Introdução

O Risco é definido como $Risco = Probabilidade \times Consequência$. Uma vez que uma medida de risco é escolhida, então os termos Probabilidade e Consequência podem ser expandidos usando o protocolo matemático aceito. Uma medida de risco (vide Cláusula 6.2) pode ser a probabilidade de que uma pessoa será morta durante um ano de exposição (Risco Individual Anual de Fatalidade ($IR_{Fatalidade}$)).

Probabilidade pode então ser expandida em probabilidade de um evento perigoso por ano (P_{Evento}).

Consequência pode então ser definida como a probabilidade de que a pessoa continuamente exposta é morta se ocorrer um evento ($P_{Fatalidade|Evento}$). Do que se segue:

$$\text{Risco Individual Anual de Fatalidade } (IR_{Fatalidade}) \Rightarrow (P_{Evento}) \times (P_{Fatalidade|Evento})$$

No entanto, um indivíduo apenas pode ser prejudicado se ele estiver presente durante um processo perigoso. Portanto, o risco (por ano) é reduzido na proporção da fração do ano que eles estão realmente expostos a um processo / situação perigosa (uma proporção adimensional). Se a probabilidade da pessoa estar presente ou exposta é indicado por (E_P), então:

$$\text{Risco Individual Anual de Fatalidade } (IR_{Fatalidade}) = (P_{Evento}) \times (P_{Fatalidade|Evento}) \times (E_P)$$

Outras equações semelhantes podem ser desenvolvidas a partir desta para atender diferentes necessidades, e o nível de detalhe aumentado com base em sólida ciência e engenharia explosiva.

Tomada de decisão baseada em risco deve ser um ethos fundamental incorporado nos processos de gestão de estoques de munição convencional. Decisões com base no risco são rotineiramente

e, instintivamente, feitos em uma base muito frequente e deve ser gerado dependendo do nível de conhecimento dos parâmetros da Tabela 1.

| Parâmetro | Tipos Genéricos de Risco | Exemplo de Requisito de Conhecimento |
|-----------------|--|---|
| Frequência | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Risco Individual ($I_{(R)}$) ▪ Riscos Coletivos ▪ Riscos Percebidos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantas vezes há eventos explosivos indesejáveis dentro de depósitos de munição no país A? |
| Efeitos Físicos | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quanto explosivo é armazenado dentro de um depósito? ▪ Qual será a sobrepressão da explosão e os níveis de impulso contra o alcance caso detone? |
| Consequências | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Qual é a distância em que as mortes e os ferimentos podem ser esperados? ▪ Qual é a distância em que danos estruturais podem ser esperados? |
| Exposição | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantos edifícios civis estão dentro da área de perigo, e quais os níveis de dano cada um deve esperar? ▪ Quantos civis estão na área de perigo de explosão e fragmentação a qualquer momento? |

Tabela 1: Parâmetros para as decisões com base no risco

O alvo das organizações controladoras estoques de munição convencional deve ser a gestão de estoque de munição convencional, explosivos, propelentes e pirotécnicos segura, eficaz e eficiente.⁶ Existem riscos potenciais nesse processo:

- a) condições inadequadas de armazenamento de munição convencional podem resultar em eventos explosivos indesejáveis durante o armazenamento;⁷
- b) inspeção física e análise química ineficaz da munição, como parte de um sistema de vigilância técnica pode resultar em eventos explosivos indesejáveis durante o armazenamento, devido à munição deteriorada; e
- c) manuseamento e processamento inadequado de munição convencional tem o potencial de causar a morte ou lesões dos trabalhadores ou observadores.

Adicional a estes perigos, há uma gama de potenciais causas de um evento explosivo indesejável:

- a) incêndio acidental em um veículo, revista ou armazém explosivo;
- b) erro humano devido a acidente, a fadiga ou a manipulação inadequada;
- c) ambiental (por exemplo, queda de raio);
- d) iniciado por intruso (por exemplo, sabotagem); ou
- e) ação do inimigo (em períodos de conflito) (por exemplo, dispositivo explosivo improvisado, fogo direto ou indireto).

Um dos principais objetivos do processo de gestão de risco durante a gestão de estoques de munição convencional é promover uma cultura em que a organização de gestão de estoques procura atingir a meta de segurança por:

- a) desenvolvimento e aplicação de procedimentos de gestão e operacionais adequados;
- b) estabelecer e melhorar continuamente as habilidades dos gestores e trabalhadores;

⁶ Referido como munição convencional pelo o restante desta IATG.

⁷ O Anexo C resume os efeitos gerais de explosões.

- c) garantindo que munição convencional é armazenada e processada dentro de uma infraestrutura física adequada; e
- d) aquisição de equipamento segura, eficaz e eficiente.

5 O conceito de segurança

A segurança é conseguida através da redução do risco para um nível aceitável, a qual é definida na presente IATG como risco tolerável. Não pode haver segurança absoluta; algum risco permanecerá e este é o risco residual. [Guia 51 ISO: 1999(E)].

Portanto, no contexto da gestão de estoques de munição convencional dos processos, permitindo o armazenamento, manuseio, destruição etc. nunca pode estar absolutamente seguro; eles só podem ser relativamente seguros. Este é um fato inevitável da vida, o que não quer dizer que todos os esforços para garantir a segurança não estão sendo feitos. Significa apenas que não pode ser provado, com 100% de confiança, que a segurança absoluta está sendo alcançada. Os sistemas de gestão de risco recomendados em IATG, e utilizados no software IATG, procurar ser o mais próximo possível que o nível de confiança ideal de 100% como é realisticamente possível, ao mesmo tempo permitindo que as organizações de gestão de estoques determinem qual é o risco tolerável que eles estão dispostos a aceitar nos seus ambientes particulares.

6 O processo genérico de gestão de risco⁸

A gestão de risco é uma área complexa para a qual existe um corpo significativo de trabalho para fornecer orientação. Seria impraticável cobrir todas as várias opções e técnicas nesta IATG e, portanto, apenas os processos de gestão de risco com aplicação comprovada na gestão de estoques de munição convencional foram incluídos.

Os riscos podem ser classificados como caindo em uma ou mais das três categorias:

- a) riscos para os quais pode haver algumas provas, mas onde a conexão entre causa e prejuízo para qualquer indivíduo não pode ser rastreada;
- b) riscos para os quais as estatísticas de vítimas identificadas podem estar disponíveis; e
- c) riscos para os quais as melhores estimativas de probabilidade de eventos que ainda não aconteceram são feitas por especialistas.

Os riscos inerentes à gestão de estoques de munição convencional serão classificados como pertencentes às categorias (b) e/ou (c) acima. A evidência estatística de eventos explosivos anteriores dentro de áreas de armazenamento de munição está disponível,⁹ e existem técnicas estabelecidas para estimar o risco com base em modelos empíricos ou equação científica.¹⁰

6.1 Componentes da gestão de risco

A gestão de risco é, por vezes, um termo mal compreendido, dentro do qual há equívocos comuns em termos da relação entre, por exemplo, avaliação de risco e análise de risco. Nas diretrizes IATG a gestão de risco é o processo completo de tomada de decisão baseada no risco. A matriz na Tabela 2 identifica a relação entre os diferentes componentes de gestão de risco que devem ser usados na série de orientações IATG:

⁸ Do Guia 51 ISO

⁹ Vide *A Ameaça de Eventos Explosivos em Áreas de Armazenamento de Munição*. Capacidades Explosivas Limitadas. RU. 26 Setembro 2009.

¹⁰ (Vide IATG 01.80 *Fórmulas para a gestão de munição*).

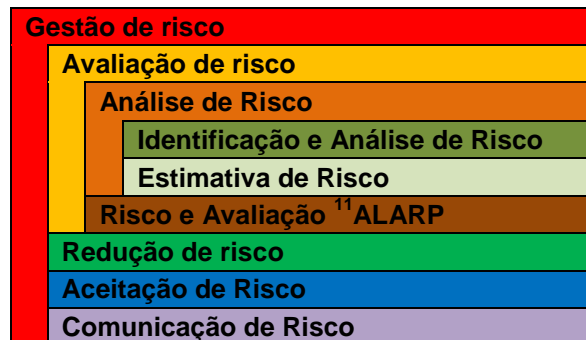


Tabela 2: Matriz de gestão de risco

Mais explicações de cada componente da gestão de risco, juntamente com as técnicas recomendadas que devem ser utilizadas durante o processo de gestão de risco para a gestão de estoques de munição convencional estão nas Cláusulas 7-12. Essas técnicas também estão incluídas no software IATG, que automatiza muitos dos processos mais técnicos de gestão de risco para a gestão de estoques de munição convencional.

6.2 Tipos de risco

Existem dois tipos genéricos de risco que podem ser considerados durante o processo de gestão de risco para as instalações de explosivos:

- a) risco individual (I_R). Esta é a chance de uma fatalidade ou ferimentos graves a um indivíduo em particular em um local específico, como resultado de uma iniciação acidental de explosivos; e
- b) risco social (S_R). Isso expressa a probabilidade do maior número de pessoas que podem ser fatalidades ou gravemente feridos em resultado de um acidente de explosivos.

Como o critério de IR ou SR são derivados de fontes diferentes os níveis de risco que foram estimados durante o processo de gestão de riscos devem ser claramente anotados para indicar se a estimativa é de IR ou SR. Os respectivos limites de tolerabilidade para IR e SR são geralmente independentes uns dos outros. Na prática, IR seria normalmente utilizado durante o processo de avaliação de risco como SR é muitas vezes mais difícil de estimar. Isso ocorre porque as preocupações sociais de risco, muitas vezes envolvem uma gama muito mais ampla de resultados potenciais.

É possível que o risco aceitável pode ser alcançado usando um conjunto de critérios, mas não alcançada utilizando os outros critérios. Neste caso, devem ser tomadas medidas corretivas para garantir que os dois conjuntos de critérios. Se isso não for possível ou viável, então a autoridade técnica nacional exercerá melhor julgamento e também procurar aprovação política formal para o uso continuado da instalação de explosivos.

6.3 Determinando risco tolerável

O risco tolerável é determinado pela busca de segurança absoluta contrasta com fatores, tais como:

¹¹ Mais Baixo Possível.

- a) os riscos de segurança inerentes a explosivos de armazenamento, manuseamento e processamento de munição;
- b) recursos disponíveis.
- c) as convenções da sociedade, onde a munição está sendo armazenada; e
- d) os custos financeiros.

Conclui-se que há, portanto, uma necessidade de rever continuamente o risco tolerável que sustenta o conceito por trás das operações de gestão de estoques em um ambiente particular.

O nível de risco aceitável deve ser determinado pela autoridade nacional competente, mas não deve ser menor do que o risco tolerável aceito, por exemplo, na fabricação ou processos industriais. Os níveis de risco tolerável (com base em critérios de risco individuais) mostrados na Tabela 3 podem ser considerados como razoável e possível:

| Grupo "Em Risco" | Nível de Risco Tolerável (I_R) | Observações |
|---|------------------------------------|---|
| Trabalhadores em Instalações de Explosivos ¹² (Limite Máximo Tolerável) | 1×10^{-3} | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os trabalhadores podem estar expostos a este nível de risco de forma ocasional. ▪ Uma licença de limite de explosivos não padronizados deve ser emitida nesse nível de risco.¹³ ▪ Se o I_R for maior 1×10^{-3} então um caso especial para o licenciamento deve ser apresentado à autoridade técnica nacional e aceitação política do risco, por escrito, deve ser formalmente solicitada. |
| Trabalhadores em Instalações de Explosivos (Nível de Aviso) | 1×10^{-4} | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Este deve ser o nível máximo de risco que os trabalhadores estão expostos a em uma base regular. ▪ Uma licença limite de explosivos não padronizados deve ser emitida nesse nível de risco.¹⁴ |
| Trabalhadores em Instalações de Explosivos (Limite Aceitável) | 1×10^{-6} | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Este deve ser o nível ideal de risco de exposição diária. ▪ Uma licença de limite de explosivos padronizado deve ser emitida nesse nível de risco.¹⁵ |
| Público Geral (Limite Máximo Tolerável) | 1×10^{-4} | <ul style="list-style-type: none"> ▪ O público em geral poderá ser exposto a este nível de risco de forma ocasional e em circunstâncias excepcionais. ▪ Uma licença de limite de explosivo não padronizado deve ser emitido nesse nível de risco.¹⁶ ▪ Se o I_R for maior 1×10^{-3} então um caso especial para o licenciamento deve ser apresentado à autoridade técnica nacional e aceitação política do risco, por escrito, deve ser formalmente solicitada. |

¹² Isto inclui todo o pessoal que trabalha no interior da instalação de explosivos. Podem ser ainda subdivididos em Trabalhadores de Explosivos, que trabalham diretamente com as munições e explosivos, e Trabalhadores em Apoio aos Explosivos, que prestam apoio administrativo.

¹³ Vide IATG 02.30 *Licenciamento de áreas de armazenamento de explosivos*.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Ibid.

| Grupo "Em Risco" | Nível de Risco Tolerável (I_R) | Observações |
|----------------------------------|------------------------------------|--|
| Público Geral (Nível de Aviso) | 1×10^{-5} | <ul style="list-style-type: none"> Este deve ser o nível máximo de risco que o público geral está exposto a uma base regular. Uma licença de limite de explosivo não padronizado deve ser emitido nesse nível de risco.¹⁷ |
| Público Geral (Limite Aceitável) | 1×10^{-6} | <ul style="list-style-type: none"> Este deve ser o nível ideal de risco de exposição diária. Uma licença de limite de explosivos padronizado deve ser emitida nesse nível de risco.¹⁸ |

Tabela 3: Níveis de risco tolerável sugeridos

Um nível tolerável sugerido de risco social (SR) deve ser que a probabilidade máxima de um acidente em qualquer ano que causa a morte de 50 pessoas ou mais não deve ser inferior a 1 em 5.000 ($1 \times 2-4$).¹⁹

Um protocolo deve ser estabelecido que formalmente registra como o risco tolerável foi determinado e qual autoridade o aceitou. A Tabela 4 resume os requisitos de um "Protocolo de Risco Aceitável".

Risco tolerável é conseguido através do processo iterativo de avaliação de risco (análise de risco e avaliação de risco) e redução de riscos. Vide Figura 1.

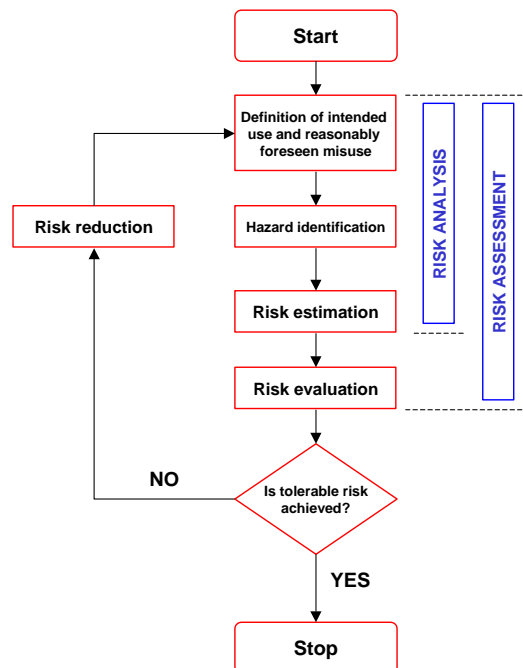


Figura 1: Processo iterativo de avaliação de risco²⁰

A avaliação eficaz do risco tem uma gama de benefícios, entre eles temos que:

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ as unidades S_R são o número de acidentes por ano. Portanto, este nível sugerido de risco tolerável é equivalente a um acidente nas instalações de cada 5.000 anos, que mata 50 pessoas ou mais.

²⁰ Este processo de fluxo, ligeiramente modificado, vai aparecer em outra IATG quando necessário.

- a) ela ajuda no ranking da importância das contribuições individuais de risco para o risco global;
- b) ela ajuda a identificar riscos que são facilmente reduzidos ou eliminados;
- c) ela ajuda a esclarecer o que se sabe e o que não se sabe sobre o risco potencial;
- d) ela pode fornecer uma base objetiva para as decisões sobre os riscos controladores, especialmente as que se aplicam às comunidades locais civis perto de áreas de armazenamento de munição;
- e) ela pode fornecer informação quantitativa importante como entrada para as decisões de alocação de recursos para a gestão de estoque de munição convencional;
- f) torna-se possível classificar as alternativas de redução de riscos ou de reparação em termos de risco para os trabalhadores, o meio ambiente e para o público; e
- g) ela pode fornecer um processo para a construção de consensos e um fórum para a participação dos interessados no desenvolvimento do processo de avaliação de risco e identificação de risco tolerável. Espera-se que esse processo levará a uma maior aceitação desse risco.

6.4 Atingindo risco tolerável

Os seguintes procedimentos genéricos devem ser seguidos para reduzir os riscos a um nível tolerável durante a gestão de estoque de munição convencional:

- a) identificar os prováveis interessados no processo de gestão de estoques de munição convencional, (ou seja, comunidade civil local, trabalhadores depósito de munição, gestão etc.);
- b) identificar cada risco (incluindo qualquer situação de risco e evento danoso) provenientes de todas as fases do processo de gestão de estoque;
- c) estimar e avaliar o risco de cada usuário ou grupo identificado, (por exemplo, as consequências de um evento explosivo em termos de mortes, ferimentos, danos materiais, a poluição ambiental e perda financeira);
- d) julgar se o risco é tolerável (por exemplo, pela comparação com outros riscos ao usuário e o que é aceitável para a sociedade); e
- e) se o risco não for tolerável, então, reduzir o risco até ele se tornar tolerável.

Na condução do processo de redução de risco, a ordem de prioridade deve ser como segue:

- a) equipamento e processo projetado com segurança inerente;
- b) imposição das distâncias de segurança apropriadas entre o armazenamento de munição e locais potencialmente expostos;
- c) procedimentos de operação com segurança inerente, onde o risco foi reduzido a um nível tolerável para cada procedimento e atividade;
- d) treinamento efetivo e apropriado da equipe;
- e) uso de equipamento de proteção pessoal durante o processamento de munição, quando apropriado; e
- f) informação para a equipe de gestão de estoque e comunidades locais.

7 Avaliação de risco (armazenagem de munição)

7.1 Avaliação de risco qualitativo

As avaliações do risco qualitativo são descritivas, em vez de utilizar dados mensuráveis ou determináveis, e elas são, destacadamente, a abordagem mais amplamente utilizada para a análise de risco, em muitas circunstâncias. Os dados de probabilidade não são exigidos e somente potencial estimado de perda é usado. Eles devem ser raramente utilizados durante os processos de avaliação de risco de armazenamento de munições convencionais, pois há uma série de técnicas cientificamente aceitas e comprovadas disponíveis para permitir uma avaliação mais quantitativa dos riscos. Eles podem ser usados embora para processos específicos que suportam a gestão de munição onde poucos dados quantitativos estão disponíveis, como os procedimentos técnicos para as tarefas de processamento de munição.

Um exemplo de técnica de Avaliação de Risco Qualitativo está no Anexo D.

7.2 Avaliação de risco quantitativo

Avaliação de Risco Quantitativo (QRA) é uma ferramenta poderosa de investigação e redução de risco. Deve ser utilizado para estimar a probabilidade aproximada de uma explosão acidental durante o armazenamento de munições e, em seguida, estimar a mortes, ferimentos, lesões e outras perdas de tal explosão (referidas como as consequências) Isto permite o julgamento profissional a ser aplicado se o risco cumpre ou não ALARP²¹ principal. É usado no software IATG.

QRA fornece uma vantagem sobre os métodos mais subjetivos em que um conjunto mais completo de informações disponíveis é usado para quantificar "risco" como um parâmetro. Isto permite a consistência e repetibilidade de decisão para decisão (por exemplo, quando se compara o risco apresentado por cada armazém explosivo dentro de um depósito de munição).

A principal limitação de algumas das técnicas utilizadas dentro de QRA (para explosivos) é um grau de incerteza inerente ao parâmetro calculado (vide Cláusula 14); esta é muitas vezes devido à ampla gama de variáveis. Não obstante, a precisão no sentido absoluto ou total pode ser discutida dentro de "ordens de grandeza" (fatores de 10) e ainda permitir a tomada de decisão adequada. Fidelidade²² pode ser muito boa, e as opções relativas podem ser comparadas com um grau de confiança (dentro de um fator de 2 ou melhor).

Um exemplo de técnica de Avaliação de Risco Qualitativo está no Anexo E.

8 Análise de Risco

8.1 Identificação e Análise de Risco

Identificação e análise de risco é um processo razoavelmente simples para o processo de gestão de risco que apoia o armazenamento de munição convencional. Como os riscos são definidos como uma fonte potencial de dano, então o risco de, por exemplo, depósitos individuais de explosivos (ESH) vão depender da quantidade, a classificação²³ de perigo, a condição física e estabilidade química da munição contida no ESH.

²¹ Tão Baixo Quanto Razoavelmente Possível. Julgamento técnico e de engenharia explosiva é necessário para determinar se o nível alcançado é tão baixo quanto razoavelmente possível.

²² Fidelidade neste caso significa "na medida em que o modelo de QRA é susceptível de ser comparado a um evento na vida real".

²³ Vide IATG 01.50 *Sistema de Classificação de Risco de Explosão da ONU e Códigos*.

Se as distâncias entre armazéns (IMD) não estão de acordo com as recomendações contidas na IATG 02.20 Quantidade e separação distâncias então, mais análise de risco será necessária. Normalmente cada ESH é considerado um Local de Explosão Potencial (PES) individual. No entanto, se houver um risco de Propagação Praticamente Instantânea (PIP), devido à IMD inadequada entre o ESH, então eles podem ter de ser tratados como um PSE, e a quantidade de explosivo agregada.

8.2 Estimativa de Risco

Como "risco" é definido como *uma combinação da probabilidade de ocorrência de dano e da gravidade desse dano*, em seguida, para eventos explosivos em áreas de armazenamento de munição a estimativa de risco deve estabelecer e / ou estimar:

- a) a probabilidade de um evento explosivo não planejado e indesejável;
- b) os efeitos físicos de tal explosão;
- c) o número de vítimas a se esperar; e
- d) o nível de dano a se esperar; e

Cláusulas 8.2 b) a d), acima da cobertura que é conhecida como a "análise de consequências". (Vide Cláusula 13,3);

8.2.1. Estimativa de probabilidade de um evento explosivo indesejável (NÍVEL 1)

Em muitos casos, será difícil determinar a probabilidade de um evento explosivo não planejado e indesejável em uma área de armazenamento de explosivos em particular. No entanto, existem dados disponíveis sobre o número de tais eventos anualmente²⁴ e uma organização de gestão de estoques deve estar ciente dos acontecimentos anteriores semelhantes na sua região; isso vai ajudar a organização na avaliação de frequência, e, portanto, probabilidade. Isto é conhecido como a abordagem "histórica" e um modelo de exemplo é a Cláusula 8.2.1.1. Uma abordagem mais qualitativa está na Cláusula 8.2.1.2.

Métodos alternativos para o estabelecimento de frequência e, portanto, a probabilidade de eventos explosivos, durante o processo de avaliação de risco incluem técnicas analíticas, tais como tentativas de definir e quantificar todos os possíveis cenários em que um evento explosivo pode ocorrer. Abordagens de avaliação lógica ou de falhas são muitas vezes utilizadas, dependendo da complexidade e as várias situações propostas que levam a um evento. Ele pode ser um processo complexo e sofisticado, e mais orientações estão disponíveis nas referências informativas no anexo B.

8.2.1.1. Exemplo de Modelo de Estimativa de Probabilidade (histórica) (NÍVEL 1)

O seguinte exemplo de modelo de probabilidade para um evento explosivo indesejável devido a sistemas ou processos de gestão de estoques inadequados pode ser usado, ou adaptado, caso não haja outros dados ou evidências disponíveis. Os dados para este modelo simples baseiam-se no seguinte:

- a) há 192 Estados Membros nas Nações Unidas. Se for conservadoramente assumido que a média de depósitos de munições de uma dimensão significativa em cada Estado é de 10, então há 1.920 depósitos de munição de tamanho significativamente em nível mundial;
- b) é então assumido, com base na experiência adquirida durante as visitas de observadores internacionais, que pelo menos 40% desses depósitos não estão em linha com as melhores práticas internacionais de segurança de explosivos; e

²⁴ Aproximadamente 20+ por ano.

- c) também há evidência²⁵ documentada de uma média de 21,4 eventos explosivos indesejáveis conhecidos ocorrendo anualmente em cada um dos últimos 5 anos (2004 - 2008, inclusive); a grande maioria ocorreram onde os processos de gestão de estoques inadequados estavam em vigor.

Por conseguinte, poderia ser razoavelmente argumentado que a probabilidade anual de um evento explosivo indesejável que ocorre dentro de um depósito de munição, com sistemas ou processos de gestão de estoques inadequados, é atualmente de aproximadamente:

$$P_{\text{Evento}} = (21.4 / (1920 \times 0.4)) = 0.0278 = 2.78 \times 10^{-2} \text{ (2.78\%)}$$

Esta estimativa de probabilidade é certamente dentro de uma ordem de grandeza e podem ser utilizados para efeitos de planeamento.

A probabilidade de 2.78×10^{-2} para um evento explosivo em um depósito de munição com processos de gestão de estoques inadequados pode ser percebida como bastante elevada quando avaliada contra o risco tolerável na maioria das sociedades. Particularmente como o impacto em termos de taxa de mortalidade média (2004 - 2008) para cada evento explosivo indesejável em uma área de armazenamento de munição é de 20,7 fatalidades,²⁶ com uma taxa de baixas (feridos) de 23,1 por evento explosivo.²⁷

O inverso deste modelo é que se os sistemas e processos de gestão de estoques apropriados estão em vigor, e estão sendo efetivamente aplicados, então a probabilidade de não haver eventos explosivos indesejáveis dentro dos restantes depósitos de munição restantes ($P_{\text{Sem Evento}}$) é:

$$P_{\text{Não-Evento}} = (1 - 0.0278) = 97.22\%²⁸$$

8.2.1.2. Exemplo de modelo de estimativa de probabilidade (qualitativo) (NÍVEL 1)

A Tabela 5 ilustra um meio mais qualitativo de estimar a probabilidade de um evento explosivo:

| Descrição Genérica | Probabilidade | Definição Qualitativa |
|--------------------|----------------|---|
| Provável | Frequente | ▪ Espera-se que ocorra uma ou mais vezes. |
| | Quase Certo | |
| | Muito Provável | |
| | Provável | |
| Ocasional | Possível | ▪ Improvável, mas possível de ocorrer. |
| Improvável | Raramente | ▪ Pode-se supor que isso não irá ocorrer. |
| | Raro | |
| | Improvável | |

Tabela 5: Estimativa qualitativa da probabilidade do evento explosivo

²⁵ A Ameaça de Eventos Explosivos em Áreas de Armazenamento de Munição. Capacidades Explosivas Limitadas. RU. 26 Setembro 2009. Isso será convertido em breve em um Banco de Dados da ONU sobre Explosões em Depósitos de Munição (ADED), que estará disponível a partir da ONU ODA, em meados de 2010. A base de dados pode então ser utilizada para atualizar este modelo de risco.

²⁶ 443 fatalidades durante 2004-2008. Fonte Ibid.

²⁷ 494 fatalidades durante 2004-2008. Fonte Ibid.(Uma explosão excluída dos resultados por conta do número não confirmado de vítimas). A taxa é susceptível de ser mais elevada.

²⁸ Convertendo probabilidade em uma "percentagem de acaso" não é uma boa prática estatística ou matemática, mas ajuda como forma de educar e informar políticos, o público em geral e da política de não técnicos e tomadores de decisão do risco.

8.2.2. Estimativa dos efeitos físicos de um evento explosivo não-planejado ou indesejável (NÍVEL 2)

Os efeitos físicos de um evento explosivo indesejável dentro de um depósito de munição pode ser estimado usando a equação apropriada contida na IATG 01.80 *Fórmulas para a gestão de munição* (cláusula 6.2). Isto pode ser usado para determinar a sobrepressão da explosão e do impulso na distância a partir de um local de explosão potencial para um local exposto a partir de uma massa explosiva conhecida.

Limites de sobrepressão de explosão para efeitos sobre os seres humanos foram criados por experimentação, (34,5 kPa para o surgimento de lesão auditiva, 207kPa para danos nos pulmões e 690kPa para fatalidade),²⁹ e, portanto, se a densidade populacional é conhecida dentro das distâncias adequadas uma estimativa de número total de vítimas mortais e feridos pode ser derivada. Alternativamente, o *Modelo Exterior ESTC* pode ser usado. (Ambos na Cláusula 11.2 da IATG 01.80 *Fórmulas para a gestão de munição*).

Da mesma forma os efeitos da explosão em edifícios, dentro e fora do perímetro do depósito de munição podem ser estimados. (Cláusula 10 da IATG 01.80 *Fórmulas para a gestão de munição*).

8.2.3. Estimativa individual de risco (NÍVEL 2)

O Risco é definido como "*probabilidade x consequências*". Quando os dados nacionais sobre acidentes de todos os tipos estão disponíveis o Risco Individual de Fatalidade ($IR_{\text{fatalidade}}$) (Tabela 6), pois o resultado de uma explosão indesejada pode ser comparado ao "risco tolerável" aceito por outras atividades ou processos industriais. A partir da Cláusula 4, o IR anual é definida como:

| | |
|---|--|
| $IR_{\text{Fatalidade}} \Rightarrow P_e \times P_{\text{Fatalidade Evento}} \times E_p$ | $IR_{\text{Fatalidade}}$ = Risco Individual Anual de Fatalidade (IR) P_e = Evento por Ano $P_{\text{fatalidade}}$ = Probabilidade de Fatalidade ³⁰ E_p = Probabilidade de Exposição ao Risco |
|---|--|

Tabela 6: Risco Individual Anual de Fatalidade ($IR_{\text{Fatalidade}}$)

Por exemplo, se os dados estimados a partir de Cláusula 8.2.1 são usados para um local exposto que está dentro da distância³¹ de separação apropriada para uma sobrepressão de explosão fatal em um local exposto (ou seja, o lado de fora de uma casa civil) caso haja um evento explosivo, então o IR naquela casa pode ser estimado como se segue:

- P_e (Eventos por Ano) = 2.78×10^{-2}
- $P_{f|e}$ = Probabilidade de Fatalidade = 0.99
- E_p = probabilidade de exposição a risco = 0,0833 (Supondo que um indivíduo está fora de casa por 2 horas)³²
- $IR_{\text{Fatalidade}} = 2.78 \times 10^{-2} \times 0.99 \times 0.0833 = 2.29 \times 10^{-3}$ (0.23%)

Uma categorização qualitativa de risco alternativa está contida na Tabela 7:

| Descrição | Definição Qualitativa |
|-----------|-----------------------|
|-----------|-----------------------|

²⁹ Estimativa da Tolerância do Homem aos Efeitos Diretos do Choque de Ar. Bowen. Outubro 1968.

³⁰ Para uma pessoa exposta continuamente.

³¹ VIDE IATG 02.20 *Distâncias quantitativas e de separação*

³² Para os indivíduos dentro da casa este método deve ser utilizado em paralelo com os das Cláusulas 10 e 11.3 da IATG 01,80 *Fórmulas para a gestão de munição*.

| Descrição | Definição Qualitativa |
|--------------|---|
| Catastrófico | ▪ Evento indesejável levando a várias fatalidades e/ou lesões graves a pessoas físicas e / ou perda significativa ou danos ao equipamento ou infraestrutura crítica. |
| Maior | ▪ Evento indesejável levando a algumas fatalidades e/ou lesões graves a pessoas físicas e / ou perda significativa ou danos ao equipamento ou infraestrutura crítica. |
| Menor | ▪ Evento indesejável levando a poucas fatalidades e/ou lesões graves a pessoas físicas e / ou perda significativa ou danos ao equipamento ou infraestrutura crítica. |

Tabela 7: Categorização qualitativa do risco

8.2.4. Índice de risco qualitativo

Uma combinação das estimativas qualitativas nas Tabelas 5 e 7 pode, então, ser utilizada para desenvolver um índice qualitativo de risco como mostrado na Tabela 8:

| Probabilidade | Severidade do Risco | | |
|---------------|---------------------|-------|-------|
| | Catastrófico | Maior | Menor |
| Provável | Alto | Alto | Médio |
| Ocasional | Alto | Médio | Baixo |
| Improvável | Médio | Médio | Baixo |

Tabela 8: Índice de risco qualitativo

9 Avaliação de Risco e ALARP

O objetivo da avaliação de risco é comparar os efeitos estimados, em termos de mortes humanas e lesões, custos financeiros e impacto político de um evento explosivo em relação ao que é tolerável na sociedade. Se o risco é avaliado como tolerável, então, não deve ser necessária qualquer ação corretiva, embora também deve ser considerado se o risco é Tão Baixo Quanto Razoavelmente Possível (ALARP).

Um método para avaliar a $IR_{\text{Fatalidade}}$ estimada em relação ao risco tolerável em uma sociedade particular pode ser para comparar com outra $IR_{\text{Fatalidade}}$ que pode estar disponível para eventos, tais como: 1) mortes devido a acidente de trânsito; 2) fatalidades ocorridas em processos industriais; ou 3) fatalidade através de doença³³ etc.

Se o risco não é avaliado como sendo tolerável, então medidas corretivas adequadas devem ser tomadas a fim de reduzir o risco. (Vide Cláusula 10);

10 Redução de risco

A fim de reduzir o risco estimado a partir de um evento de explosivo não planejado ou indesejável para uma área de armazenamento de munições, uma ou a combinação das seguintes medidas devem ser tomadas:

- uma redução dos níveis de estoque de munição dentro das área de armazenamento de explosivos até que os níveis apropriados previstos de sobrepressão da explosão são alcançados no local exposto; **(NÍVEL 1)**

³³ Informação sobre isso está disponível por país a partir do banco de dados das Estatísticas de Informações da Organização Mundial de Saúde (WHOIS). www.who.int/whois

- b) um aumento da distância de separação entre o local de explosão potencial e o local exposto até que níveis toleráveis de sobrepressão de explosão sejam atingidos no local exposto; **(NÍVEL 2)**
- c) melhorias na infraestrutura física de armazenamento de munição para atingir os níveis toleráveis de sobrepressão de explosão estimados no local exposto; **(NÍVEL 2 e 3)**³⁴
- d) instigação de sistemas eficazes de vigilância e prova de munição para identificar munições e propelentes que se deterioraram a uma condição perigosa (vide IATG 07.20 Fiscalização e prova); **(NÍVEL 3)**
- e) encerramento do depósito de munição e de transferência de estoques para um depósito de munição com capacidade ociosa; **(NÍVEL 1)** ou
- f) o impacto provável do risco estimado para a comunidade local é formalmente aceito em nível político apropriado. **(NÍVEL 1)**

11 Aceitação de risco (NÍVEL 1)

Critérios de aceitação de risco irão resultar de três fatores:

- a) percepções locais de risco social e, portanto, a especificação detalhada de "risco tolerável";
- b) o custo econômico e potencial de perdas devido a um evento explosivo indesejado (que incluirá: 1) Os custos de remediação de descarte de material explosivo; 2) Os custos de reconstrução (para edifícios públicos e civis); 3) os custos de compensação a ferimentos; e 4) os custos de reposição de munição). Uma análise de custo-benefício de apoio (CBA) pode ser necessária antes que o risco possa ser formalmente aceito, uma vez que possa ter impacto sobre o risco tolerável e, portanto, exigem uma reiteração do processo de avaliação de riscos (vide Cláusula 15); e
- c) impacto ambiental.

Onde foi alcançado risco tolerável, e, quando necessário, apoiada pela CBA, em seguida, o risco e o risco residual deve ser formalmente aceito pela autoridade competente em uma organização de gestão de estoques de munições convencionais. Em termos de armazenamento de munição, isso deve geralmente tomar a forma de emissão de licenças de explosão para a área de armazenamento de munição. Vide IATG 02.30 *Licenciamento de áreas de armazenamento de explosivos*.

Se não tiver sido alcançado risco tolerável, e onde os recursos não estão sendo disponibilizados para alcançar o risco aceitável no curto prazo, o risco residual deve ser formalmente aceito por escrito pela entidade responsável pela alocação de recursos para a organização da gestão de estoques. Medidas previstas para atingir risco tolerável foram identificadas, em seguida, o risco residual é agora uma questão de alocação de recursos e não de conhecimento técnico.

Caso a entidade de alocação de recursos se recuse em aceitar formalmente o risco por escrito, logo, a questão deve ser encaminhada para o próximo nível de governo para a reconciliação da questão. Se este estágio é atingido, então é uma responsabilidade política liberar os recursos necessários, ou o risco deve ser aceito formalmente, por escrito, a esse nível de governo. A aceitação formal de risco significa que assumir a responsabilidade individual e pessoal deve haver consequências futuras; portanto, é provável que a questão da aceitação do risco pode alcançar níveis muito altos de governo e em âmbito político. Isso garante a responsabilidade caso haja um evento explosivo indesejável no futuro, uma vez que os políticos deveriam ter aceito as consequências de uma decisão de não alocar recursos suficientes para alcançar risco tolerável. Este processo deve ocorrer anualmente durante o processo de desenvolvimento de orçamento para a organização de gestão de estoque.

³⁴ O grau de melhora vai determinar o nível apropriado alcançado.

12 Comunicação de risco (NÍVEL 1)

A comunicação de risco é um processo interativo de intercâmbio de informação e opinião sobre o risco entre avaliadores e gestores dos riscos, e outras partes interessadas, que podem incluir representantes da comunidade civil local, que pode ser afetada pelo risco.

A comunicação de risco é parte integrante e permanente do processo de gestão de riscos, e, idealmente, todos os grupos interessados devem ser envolvidos desde o início. A comunicação de risco faz com que as partes interessadas informadas sobre os resultados da avaliação de risco, a lógica por trás do processo de análise de risco e as medidas corretivas tomadas para garantir um nível de risco aceitável.

A identificação de determinados grupos de interesse e seus representantes devem incluir uma parte de uma estratégia de comunicação de risco global. Esta estratégia de comunicação de risco deve ser discutida e acordada entre os gestores de risco no início do processo, para garantir a comunicação dos dois lados. Esta estratégia deve abranger também, quem deve apresentar informações para o público, e a maneira em que ela deve ser feita. A estratégia de comunicação de risco deve ter como objetivo melhorar as percepções de segurança para o pessoal dentro dos depósitos de munição e também para a comunidade local.

13 Técnicas de estimativa de risco

A técnica usada para estimar o risco deve ser facilmente explicável, mesmo se as fórmulas usadas forem complexas. Às vezes há ceticismo quanto a avaliação de risco, e pode, portanto, valer a pena o esforço para desenvolver explicações que são facilmente compreendidas. Isso não significa que a seleção de métodos que é simples, é imprecisa. Isso significa que o tempo necessário para desenvolver a análise e explicação clara e compreensível, vale bem a pena o esforço. Se ele não pode ser explicado e justificado como o uso de engenharia explosiva ou ciência, pode não ser aceita como consenso. Caso não haja consenso, pode não se justificar em tribunal.

13.1 Testes (NÍVEL 3)

Onde não há dados suficientes disponíveis, pode ser desejável a realização de um teste físico, na escala real ou reduzida, para obter dados específicos onde os eventos têm sido raros ou inadequadamente registrado. Em termos de eventos explosivos indesejáveis, ou não planejados em áreas de armazenamento de munição, tais testes são muito caros, raramente realizados e geralmente são realizado em uma base bi-lateral. Felizmente os resultados de testes³⁵ anteriores foram disponibilizados, e eles formam a base da quantidade de distâncias e de separação recomendada, usados em uma variedade de "melhores práticas" internacionais.³⁶

13.2 Quantidade de distâncias e separação (NÍVEL 2)

O uso de Quantidade de Distâncias (QD) para desenvolver distâncias de separação adequadas entre locais de potencial explosão (PES) e áreas expostas aos efeitos de tal explosão (locais expostos (ES)) é uma prática comum para muitas organizações de gestão de estoque de munições convencionais IATG 02.20 Quantidade de distância e de separação fornece informações mais detalhadas sobre a aplicação desta técnica, e as distâncias adequadas para serem usadas.

³⁵ Incluindo testes em larga escala na Austrália ao longo dos últimos 40 anos em nome de uma série de governos trabalhando juntos.

³⁶ NATO AASPT-1, UK MSER etc.

Os modelos utilizados para a avaliação dos critérios de quantidade de distância fornecem resultados que desvia para o lado da segurança, uma vez que oferece a confiança de que os efeitos de uma explosão não são subestimados. Como o resultado de explosões acidentais em áreas de armazenamento de explosivos depende de muitos fatores, alguns dos quais não são facilmente modelados com precisão, existem limitações na praticidade de aplicação dos critérios de quantidade de distância em todas as circunstâncias. Embora o uso de critérios de quantidade de distância seja um processo razoavelmente simples, o nível de proteção adequado só pode ser formulado para grandes categorias de PES e ES. O projeto de construção, estado de conservação, topografia e etc. irá variar em diferentes cenários e, portanto, os critérios QD apenas fornecem estimativas precisas para os tipos de construção para os quais existem dados disponíveis.

Nem sempre é possível proporcionar as distâncias de separação propostas pela QD, caso que a Análise de Consequência de Explosão (CEA), deve ser, então, considerada.

13.3 Análise de consequências de explosão (NÍVEL 2)

A Análise de Consequência de Explosão (ECA) pode ser definida como um processo estruturado, utilizando ciência de explosivos e engenharia de explosivos, para fornecer evidência científica do risco potencial para pessoas e bens dos efeitos de explosão e fragmentação, em caso de um evento explosivo indesejável.

A ECA pode ser um componente essencial do processo de análise de risco durante o desenvolvimento de uma Avaliação Quantitativa de Riscos e/ou qualitativa. O componente inicial de uma ECA deve ser compilado usando a fórmula científica adequada (e) a partir da IATG 01.80 Fórmulas para a gestão de munição.

Os objetivos de uma ECA devem ser:

- a) considerar um cenário realístico de ameaça explosiva;
- b) estimar os efeitos da explosão em pessoas e estruturas próximas; e
- c) destacar as áreas de risco particularmente vulneráveis que podem exigir requisitos de proteção especial.

Um exemplo de uma metodologia ECA simples que poderia ser usado está no Anexo E. Uma ECA mais completa também deve considerar os seguintes perigos externos adicionais e contribuições à frequência de iniciação:

- a) queda de raios. Onde proteção contra raios, de acordo com os padrões de segurança 05.40 IATG *Normas de segurança para instalações elétricas* não é fornecida;
- b) inundação. Onde a instalação de explosivos está no meio de uma planície conhecida de inundação;
- c) acidente de avião. Onde a instalação de explosivos está próxima de rotas aéreas comerciais ou se em uma área de alta utilização por aeronaves leves;
- d) instalações nas proximidades perigosas. Quando a instalação de explosivos está próxima, ou co-localizada com, por exemplo, depósitos de petróleo ou locais de eliminação de munições;
- e) destruição maliciosa. A ameaça de sabotagem ou ataque terrorista; e/ou
- f) iniciação consequente. Quando os locais de potencial explosão (PES) estão dentro de distâncias de separação inadequadas, e uma explosão em um dos locais, causa a iniciação de explosivos nas proximidades de PES.

O software IATG inclui uma ECA "automatizada" que exige apenas a entrada de dados básicos prontamente disponíveis.³⁷ Detalhes do software IATG estão no Anexo F.

14 Incerteza na estimativa de risco

As incertezas são inevitáveis na estimativa do risco, quando prevendo as consequências de eventos explosivos devido à gama de variáveis envolvidas. Pressupostos durante o processo devem sempre ser claramente indicados, assim como fontes de dados. Também pode ser possível incluir margens de erro e os níveis de confiança, embora isso exigirá o acesso a uma série de dados estatísticos que podem muito bem estar indisponíveis. É possível que a incerteza na probabilidade de eventos (vide o exemplo na Cláusula 8.2.3) pode ser de um fator de dois ou três; em alguns casos, até mesmo um fator de 10. Em termos matemáticos isso seria indesejável, durante, por exemplo, um processo orçamento financeiro, mas na estimativa do risco, pode ser aceitável.

Para explicar, muitas nações aceitaram que uma IR fatalidade para os trabalhadores de um processo industrial, deve ser na ordem de 1×10^{-5} a 1×10^{-6} , e, por conseguinte, se uma IR fatalidade foi calculada para um evento explosivo indesejável deve ser 1×10^{-3} , então isso não seria claramente um risco tolerável, uma vez que de duas a três ordens de magnitude de distância dos níveis de risco sociais aceitáveis nessas nações particulares.

A estimativa do risco é uma ferramenta poderosa para garantir a segurança dos estoques de munições convencionais, mas deve ser usada criteriosamente e por pessoas que entendem os riscos e possuem a experiência técnica para avaliar quando ela produz resultados improváveis. Ele não é uma técnica precisa, e os resultados serão aproximados, mas no campo da engenharia de explosivo é uma técnica comprovada que melhorou significativamente a segurança de explosivo quando ela foi aplicada.

15 Análise de custo-benefício (NÍVEL 2)

15.1 Valores monetários esperados (NÍVEL 2)

Uma técnica de análise de custo-benefício que pode ser usado para estimar os custos das medidas de remediação versus os custos financeiros de um evento explosivo indesejado dentro de uma área de armazenamento de munição é a do Valor Monetário Esperado (EMV).³⁸ Esta é uma técnica que é extensamente usada pelo atuário no setor de seguro.

A Tabela 9 ilustra os custos financeiros indicativos de recuperação após uma explosão indesejada dentro de um depósito de munição. Considerar três cenários:

- a) um incêndio menor resultando em: 1) dano aos estoque de munição; e 2) dano limitado a infraestrutura;
- b) um incêndio maior conduzindo a explosões menores, resultando em: 1) destruição dos estoques de munição; 2) destruição do armazém de explosivos; 3) danos limitados em outras partes do depósito; 4) contaminação limitada por UXO no interior dos depósito de munição; 5) ferimentos leves da população civil; e 6) pequenos danos à propriedade civil fora do depósito de munição; e

³⁷ Sistemas mais complexos foram projetados pelos países. Estes incluem AMMORISK (Noruega e Suíça), AUSRISK (Austrália), NOHARM (EUA), RISKWING (RU), SAFER (EUA). Os Estados devem considerar a tentativa de obter esses sistemas em bases de suporte bilaterais.

³⁸ Fonte do conceito para o uso de EMV. Keeley R. *The Economics of Landmine Clearance*. www.dissertation.de. 2006.

- c) um grande incêndio levando a grandes explosões, resultando em: 1) destruição do armazém de explosivos; 2) destruição dos armazéns de explosivos aos arredores; 3) a destruição de uma parte significativa dos estoques de munição no interior dos depósito de munição; 4) contaminação significativa por UXO fora do perímetro da área de explosivos; 5) fatalidades e ferimentos na população civil; e 6) destruição e danos à propriedade civil fora do depósito de munição.

Devido à grande variação nos custos econômicos em diferentes regiões do mundo, não é possível alocar custos financeiros finitos, mas é possível indicar a ordem de grandeza dos custos, apresentados na Tabela 9 como 'x'.

| Área de Custo Financeiro | Custos do Evento (\$x) | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| | Incêndio Menor (Nenhuma Explosão) | Incêndio Maior (Explosão Menor) | Incêndio Maior (Explosão em Massa) ³⁹ |
| Custo de Limpeza EOD | x | xx | xxxxx |
| Custos de Reparo (Depósito de Munição) | xx | xxxx | xxxxx |
| Custos de Reparo (Edifícios Civis) | | x | xxxx |
| Custos de Reconstrução (Depósito de Munição) | xx | xxxx | xxxxx |
| Custos de Reconstrução (Edifícios Civis) | | | xxx |
| Custos de Compensação de Danos | | x | xxxx |
| Custos de Reposição de Munição | xxx | xxxx | xxxxx |
| Custos de Treinamento de Equipe (Nova Equipe) | | xx | xxxx |
| Custos Totais | 8 x | 18 x | 35 x |

Tabela 9: Indicativo de ordens EMV de magnitude de eventos explosivos

A Tabela 10 ilustra os custos financeiros indicativos de possíveis medidas de redução de riscos que devem ser adotadas para reduzir a probabilidade de uma explosão indesejada dentro de um depósito de munição.

Devido à grande variação nos custos econômicos em diferentes regiões do mundo, não é possível, novamente, alocar custos financeiros finitos, mas é possível indicar a ordem de grandeza dos custos, apresentados na Tabela 10 como 'y'.

| Área de Custo Financeiro | Custos de Redução de Risco contra Evento (\$y) | | |
|---|--|---------------------------------|--|
| | Incêndio Menor (Nenhuma Explosão) | Incêndio Maior (Explosão Menor) | Incêndio Maior (Explosão em Massa) ⁴⁰ |
| Edifícios Robustos de Armazenamento de Explosivo (ESH). ⁴¹ | | yyy | yyyyy |
| Barricadas e Travessas ⁴² | | yy | yy |
| ESH e Manutenção Anual de Barricadas | y | y | y |

³⁹ Assumindo que Propagação de um armazém explosivo para o próximo.

⁴⁰ Assumindo a Propagação de um armazém explosivo para o próximo.

⁴¹ Custos de aquisição inicial e de construção

⁴² Custos de aquisição inicial e de construção

| Área de Custo Financeiro | Custos de Redução de Risco contra Evento (\$y) | | |
|---|--|------------------------------------|---|
| | Incêndio Menor (Nenhuma Explosão) | Incêndio Maior (Explosão Menor) | Incêndio Maior (Explosão em Massa) ⁴⁰ |
| Equipamentos efetivos de Combate a Incêndio. | y | yy | yy |
| Custo de Limpeza de Vegetação | y | y | y |
| Treinamento Efetivo de Equipe | y | yy | yyy |
| Procedimentos Efetivos de Depósito de Munição | y | y | y |
| Medidas Efetivas de Contrabando | y | y | y |
| Custos Totais | 6 y | 13 y | 16 y |

Tabela 10: Indicativo de ordens EMV de magnitude para custos de redução de risco

O EMV usa uma matriz de payoff para estimar os custos financeiros anuais de qualquer tomada de medidas corretivas, ou da não tomada de ação corretiva. O EMV é calculado assim:

$$EMV (\$) = (\text{Custos de Reparação tomada ou Não Tomada} \times P_{\text{Evento}}) + (\text{Custos de Reparação Tomada ou Não Tomada} \times P_{\text{SEM-Evento}})$$

Um exemplo do uso de valores indicativos de EMV para o depósito de munição real, onde uma explosão ocorreu devido a um incêndio, é explicado no Anexo G; isso abrange o cenário de Incêndio Maior / Explosão em Massa, nas Tabelas 9 e 10.

Anexo A (normativo) Referências

Os seguintes documentos normativos contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta parte do guia. Para referências datadas, as futuras alterações ou análises de qualquer uma destas publicações não se aplicam. No entanto, as partes em acordos com base nesta parte do guia são encorajadas a investigar a possibilidade de aplicar as edições mais recentes dos documentos normativos indicadas abaixo. Para referências não datadas, a última edição do referido documento se aplica. Os membros da ISO mantêm registros ISO ou EN atualmente válidos:

- a) IATG 01.40:2015[E] *Termos, glossário e definições*. UNODA. 2015;
- b) IATG 01.80:2015[E] *Fórmulas para gestão de munição*. UNODA. 2015;
- c) IATG 02.20:2015[E] *Distâncias quantitativas e de separação*. UNODA. 2015;
- d) ISO Guide 51:1999 *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*. ISO. 1999; e
- e) *Selection and Use of Explosion Effects and Consequence Models for Explosives*. (ISBN 07176 1791 2). Executivo de Segurança e Saúde do Reino Unido. RU. 2000.⁴³

A versão/edição mais recente destas referências deve ser usada. O Escritório da ONU para Assuntos de Desarmamento (UN ODA) mantém cópias de todas as referências⁴⁴ utilizadas neste guia. Um registro da última versão/edição das Diretrizes Técnicas Internacionais de Munições é mantido pela UN ODA, e pode ser lido no site da IATG: <http://www.un-arm.org>. As autoridades nacionais, empregadores e outras entidades e organizações interessadas devem obter cópias antes de iniciar programas de gestão de estoques de munições convencionais.

⁴³ Disponível em <http://books.hse.gov.uk>.

⁴⁴ Onde os direitos autorais permitirem

Anexo B **(informativo)** **Bibliografia**

Os seguintes documentos informativos contêm disposições, que também devem ser consultados para fornecer mais informações de base para o conteúdo deste guia:

- a) Riscos de Explosão e Avaliação. W E Baker et al. (ISBN 0 444 42094 0). Elsevier. Amsterdã. 1983;
- b) IATG 02.30:2015[E] *Licenciamento de áreas de armazenagem de explosivos (ESA)*. UNODA 2015;
- c) NATO AASPT-4 *Explosives Safety Risk Analysis*. Edition 1. OTAN.
- d) *Assessing Explosives Safety Risks, Deviations and Consequences*. Technical Paper 14. Department of Defense Explosives Safety Board, Alexandria, Virginia, USA. 29 Fevereiro 2000; e
- e) *Risk Based Explosives Safety Analysis*. Technical Paper 23. Department of Defense Explosives Safety Board, Alexandria, Virginia, USA. 31 Julho 2009.

A versão/edição mais recente destas referências deve ser usada O Escritório da ONU para Assuntos de Desarmamento (UN ODA) mantém cópias de todas as referências ⁴⁵ utilizadas neste guia. Um registro da última versão/edição das Diretrizes Técnicas Internacionais de Munições é mantido pela UNODA, e pode ser lido no site da IATG: <http://www.un-arm.org>. As autoridades nacionais, empregadores e outras entidades e organizações interessadas devem obter cópias antes de iniciar programas de gestão de estoques de munições convencionais.

⁴⁵ Onde os direitos autorais permitirem

Anexo C (informativo) **Efeitos gerais de explosões**

C.1 Geral

Uma explosão é uma súbita liberação de energia causada por uma reação química muito rápida que transforma um sólido ou líquido em calor e gás. Essa reação ocorre em menos de um milissegundo. No processo de transformação de um líquido ou sólido em um gás, ocorre expansão, por isso, no caso de uma explosão, a expansão do gás é produzida de forma extremamente rápida e empurra o ar circundante para fora na frente do mesmo, criando assim a onda de pressão, conhecido como a Onda de Explosão.

Quando uma explosão ocorre ao nível do solo, há diversos efeitos criados que podem causar danos e lesões. A extensão desses efeitos será geralmente dependente da energia, qualidade e quantidade de explosivo empregado.

Os seis efeitos básicos são:

- a) radiação térmica;
- b) capacidade de detonação ou estilhaçamento;
- c) fragmentos primários;
- d) onda de explosão;
- e) Choque do Solo; e
- f) fragmentos secundários.

Cada um desses efeitos está resumido nas seções seguintes.

C.2 Efeitos térmicos

Os efeitos térmicos podem ser considerados como uma "bola de fogo" criada como parte do processo explosivo. É bem no local da fonte de explosão e é de duração muito curta (alguns milissegundos).

Os efeitos térmicos são particularmente perigosos para aqueles muito próximos da explosão (isto é, tendo uma estrutura de abrigo em uma estrutura dura) uma vez que o calor é capaz de penetrar pequenas aberturas em uma estrutura. Para aqueles em campo aberto, a onda de explosão e efeitos de fragmentos, possuem um maior alcance para infligir danos.

C.3 Capacidade de detonação

A capacidade de detonação é o efeito do estilhaçamento, e é muito local para ao local da explosão, e é geralmente associada com altos explosivos. O efeito da capacidade de detonação pode ser grave quando um dispositivo explosivo é colocado diretamente em contato com a componente estrutural. Uma abertura de ar pequena entre o explosivo e o alvo é eficaz em mitigar o aparecimento de falhas induzidas por capacidade de detonação.

C.4 Fragmentos Primários

Estes são os fragmentos do dispositivo ou container do dispositivo, que foram destruídos pelo efeito, e são impelidos em alta velocidade ao longo de grandes distâncias. Fragmentos primários podem viajar à frente da onda de choque, e têm o potencial de causar ferimentos em uma escala maior do que a onda de choque.

C.5 Onda de Explosão

A onda de choque é uma onda de alta pressão se movendo muito rápida, criada pelo gás em rápida expansão da explosão, o que diminui gradualmente com a distância. A onda de choque é capaz de refletir em superfícies, e no processo pode ampliar-se. Isso normalmente é exibido quando grandes dispositivos são detonados em ambientes urbanos, e a explosão é "canalizada" para baixo das ruas estreitas.

A onda de choque tem o potencial de causar fatalidades e ferimentos graves, incluindo danos no pulmão e órgãos, ruptura dos tímpanos e afins. Pode também envolver lesões devido ao translado do corpo todo (ou arremesso) do indivíduo.

C.6 Choque do Solo

O choque do solo é produzido pelo efeito da explosão, estilhaçando o solo local para a sede da explosão, ou seja, a criação de cratera da explosão. A onda de choque resultante da criação da cratera continua pelo chão, e é conhecido como choque do solo.

O choque do solo tem o potencial de causar danos às obras subterrâneas (por exemplo, água, eletricidade, etc.), bem como as estruturas abaixo do solo. Não é incomum para as inundações ocorrerem depois de um ataque de bomba veículo, causado pelo rompimento de adutoras.

C.7 Fragmentos Secundários

Estes são os fragmentos que foram criados pela pressão proporcionadora de onda de choque em materiais frágeis, que são incapazes de resistir a essa pressão ou artigos soltos. A energia transmitida aos fragmentos criados pela explosão pode ser tal que arremessá-lo de grandes distâncias e em grande velocidade. Os materiais típicos frágeis que formam fragmentos secundários são vidro, telhas de telhado, de madeira, armações de metal e afins.

Devido à resistência moderada do corpo humano para os efeitos da 'onda de choque', fragmentos secundários são suscetíveis em causar ferimentos a uma distância maior do que a onda de choque. A formação de fragmentos secundários podem causar mortes e ferimentos graves.

C.8 Efeitos do Confinamento

A detonação de um explosivo no interior de um edifício é mais grave do que em um ambiente aberto. Isto porque a onda de explosão é capaz de submeter-se a múltiplas reflexões (de paredes, pisos, etc.), o que leva a um aumento na amplitude e duração da pressão de explosão. Isto aumenta a gravidade do dano a elementos estruturais e aos humanos.

Para explosões internas sem salas robustas, é possível que ocorra um efeito de confinamento ainda mais grave. Este é um resultado do confinamento de gases extremamente quentes que são produzidos pela detonação. Pela supressão da expansão dos gases, pressões/forças muito altas são aplicadas na sala fechada. Quanto menor a sala, maior a pressão resultante. °

Anexo D
(informativo)
Exemplo de Metodologia da Avaliação do Risco Qualitativo (NÍVEL 1 e 2)

SEÇÃO A- FICHA DE RESUMO DA AVALIAÇÃO DE RISCO GERAL⁴⁶

Preencha esta folha uma vez que as seções B a D foram utilizadas para realizar a Avaliação de Risco Esta folha, em seguida, age como um resumo da página inicial e registro da revisão.

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------------|-------|--------------|-----------------------|
| AVALIAÇÃO Nº | Exemplo IATG 1 | LOCALIZAÇÃO DA TAREFA: | APB 1 | DATA: | 25 de agosto de 2009. |
| DESCRIÇÃO DA TAREFA: | Remoção de Espoletas de Munições de Artilharia 152 mm, pela ferramenta remota hidráulica de remoção de espoleta. | | | | |

| # ⁴⁷ | RISCOS RESIDUAIS IDENTIFICADOS | AÇÃO EXIGIDA PARA RETIFICAR (ADICIONAL A MEDIDAS DE CONTROLE ATUAIS) |
|-----------------|---|---|
| 1 | A falha do sistema de pressão hidráulica para o sistema remoto de remoção de espoleta, resultando em tubos quebrados. | ▪ Proteção para canos hidráulicos |
| 2 | Eletricidade estática presente em indivíduos que trabalham no APB, iniciando dispositivos eletro-explosivos de[sic?] pó explosivo nu. | ▪ Invocar medidas de controle como para o risco de n ° 5. |
| 3 | Lesões ao levantar grupos de munição de artilharia de 152 mm, e de munições individuais. | ▪ Considerar a instalação de dispositivos de içamento mecânico |
| 8** | Iniciação acidental da munição quando as espoletas são removidas devido à cristalização do conteúdo explosivo TNT em rosca. | ▪ Ações como mostrado para # 6 e # 7. |

⁴⁶ A avaliação do risco foi concluída por uma equipe de 4 pessoas removendo as espoletas de granadas de artilharia em um prédio de processamento de munição.

⁴⁷ Da Seção C.

SEÇÃO B- FOLHA DE RESUMO DA AVALIAÇÃO DE RISCO GERAL

Use esta seção para identificar Riscos e Sub-riscos. Detalhes de riscos identificados aqui na Seção C da avaliação

| RISCOS | MECÂNICO | | ELÉTRICO | | ACESSO E AMBIENTE | | MANUSEIO IÇAMENTO E TRANSPORTE | | EXPLOSIVOS E PERIGOSAS SUBSTÂNCIAS | | BARULHO E EXPLOSÃO | | RADIAÇÃO E AMBIENTE | |
|------------|---------------------|---|--------------------|---|-----------------------------|--|--------------------------------|--------|------------------------------------|---|-------------------------|---|---------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| SUB RISCOS | Abrasão | | Estático | 2 | Escorregões, Tropeços, etc. | | Manuseio Manual | 3 | Primário | | Lançar | | RF | |
| | Cortar | | Piezoelétrico | | Queda de objetos etc. | | Equipamento Mecânico | | Secundário | 5 | Impacto | | Radar | |
| | Cisalhamento | | Ignição por Faisca | | Altura | | Gancho de Içamento | | Propelentes | | Iniciação Estática | | Ionização | |
| | Perfuração | | Conexões | | Trincheira | | Objetos Pesados | | Pirotécnicos; | | Onda explosão de | 6 | Não ionizante | |
| | Impacto | | | | Espaço Confinado | | Transporte Explosivos | 4 | WP | | Fragmentação | 7 | Laser CI 1 | |
| | Esmagamento | | | | Áreas Expostas | | Transporte Produtos Perigosos | | Químicos | | Transferência de choque | | Laser CI 2 | |
| | Sistema de Pressão | 1 | | | Barulho | | | | Lacrimogêneo | | | | Laser CI 3A | |
| | Ferramenta Mecânica | | | | Vibração | | | | Tóxico | | | | Laser CI 3B | |
| | Cavitação | | | | Umidade | | | | Corrosivo | | | | Laser CI4 | |
| | Cascalho | | | | Temperatura | | | | Irritante | | | | | |
| | | | | | Tempo | | | | Tintas e Solventes | | | | | |
| | | | | | | | | | Poeira | | | | | |
| | | | | | | | | Fumaça | | | | | | |

Agora use a Seção C para expandir os riscos identificados, avaliar as medidas de proteção existentes e "Classificar" de Risco.

FOLHA DE RESUMO DA AVALIAÇÃO DE RISCO GERAL- SEÇÃO C

Use esta seção para registrar os riscos identificados na seção B, com mais detalhes e avaliar medidas de controle, se houver. Em seguida, usando a seção D como um guia, avaliar o risco e dar-lhe uma classificação.

Registre as classificações nesta Seção e Identificar os Riscos Residuais.

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------------|-------|--------------|-----------------------|
| AVALIAÇÃO Nº | Exemplo IATG 1 | LOCALIZAÇÃO DA TAREFA: | APB 1 | DATA: | 25 de agosto de 2009. |
| DESCRIÇÃO DA TAREFA: | Remoção de Espoletas de Munições de Artilharia 152 mm, pela ferramenta remota hidráulica de remoção de espoleta. | | | | |

| # ⁴⁸ | DETALHES ADICIONAIS DE RISCO DA SEÇÃO B | MEDIDAS ATUAIS DE CONTROLE | RISCO TAXA | RISCO RESIDUAL |
|-----------------|---|--|------------|--|
| 1 | A falha do sistema de pressão hidráulica para o sistema remoto de remoção de espoleta, resultando em tubos quebrados. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Treinamento efetivo inicial e de reciclagem. ▪ Supervisão por equipe qualificada de munição ▪ Manutenção regular de sistemas hidráulicos | 120 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Muito Alto ▪ Ação Imediata |
| 2 | Eletricidade estática presente em indivíduos que trabalham no APB, iniciando dispositivos eletro-explosivos de[sic?] pó explosivo nu. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificar o uso de sistema de descarga estática no acesso ao APB. ▪ Uso de descarga estática conduz aos pulsos da equipe. | 45 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto ▪ Ação assim que possível |
| 3 | Lesões ao levantar grupos de munição de artilharia de 152 mm, e de munições individuais. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificar a equipe treinada em técnicas de içamento manual | 60 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto ▪ Ação assim que possível |
| 4 | Explosão durante o movimento de explosivos a partir de armazéns de explosivos (ESH) para o edifício de processamento de explosivos. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Em conformidade com IATG 08.10 | 0,3 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceitável ▪ Aceitar o risco e continuar sob avaliação |

⁴⁸ Da Seção B.

| # ⁴⁸ | DETALHES ADICIONAIS DE RISCO DA SEÇÃO B | MEDIDAS ATUAIS DE CONTROLE | RISCO TAXA | RISCO RESIDUAL |
|------------------|---|--|------------|--|
| 5 | Exposição de explosivos nus a atmosferas quando as espoletas estão removidas. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Categoria C condições de operação disponível. ▪ As munições são imediatamente conectadas após a remoção da espoleta. | 0 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceitável ▪ Aceitar o risco e continuar sob avaliação |
| 6 | Iniciação acidental da munição quando as espoletas são removidas devido a cristalização do conteúdo explosivo TNT em rosca. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Use um sistema hidráulico remoto de remoção de espoleta. ▪ Rosca de munição limpas com acetona para garantir que nenhum explosivo possa ficar preso quando os obturadores estiverem montados. ▪ Limite de homens de 4 equipes imposta na APB O trabalho cessa quando este limite é alcançado | 0 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceitável ▪ Aceitar o risco e continuar sob avaliação |
| 7 | Fragmentação da munição no evento de 6 acima. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Use um sistema hidráulico remoto de remoção de espoleta. ▪ Sistema remoto de remoção de espoleta por trás de telas blindadas. ▪ Limite de homens de 4 equipes imposta na APB O trabalho cessa quando este limite é alcançado | 0 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceitável ▪ Aceitar o risco e continuar sob avaliação |
| 8* ⁴⁹ | Iniciação acidental da munição quando as espoletas são removidas devido à cristalização do conteúdo explosivo TNT em rosca. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NENHUM | 150 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Muito Alto ▪ Ação Imediata |

Agora complete a folha de resumo de Avaliação de Risco, seção A, transferência de riscos residuais e identificar ações corretivas apropriadas

⁴⁹ Isso foi incluído para mostrar a diferença de risco caso NÃO forem tomadas medidas de controle.

AVALIAÇÃO DE RISCO GERAL- TABELAS DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO- SEÇÃO D

Use esta seção para identificar Riscos e Sub-riscos. Detalhes de riscos identificados aqui na Seção C da avaliação

Use essa Seção para avaliar Risco e calcular uma Classificar para cada Risco. As classificações devem ser, então, anotadas como aplicável na Seção C.

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------------|-------|--------------|-----------------------|
| AVALIAÇÃO Nº | Exemplo IATG 1 | LOCALIZAÇÃO DA TAREFA: | APB 1 | DATA: | 25 de agosto de 2009. |
| DESCRIÇÃO DA TAREFA: | Remoção de Espoletas de Munições de Artilharia 152 mm, pela ferramenta remota hidráulica de remoção de espoleta. | | | | |

| RISCO # DE SEÇÃO C | PROBABILIDADE DE EXPOSIÇÃO 'E' | FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO 'F' | MÁXIMO PERDA 'L' | PESSOAS EM RISCO 'N' | CLASSIFICAÇÃO DE RISCO E x F x L x N | TABELAS DE PONTUAÇÃO | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|------|-----------------|-----|--|------|-----------------|----|
| | | | | | | 'E' | | 'F' | | 'L' | | 'N' | |
| 1 | 15 | 4 | 2 | 1 | 120 | Impossível | 0,0 | Infrequente | 0,1 | Fatalidade | 15,0 | 1 - 2 Pessoas | 1 |
| 2 | 15 | 2,5 | 0 | 1 | 45 | Quase Impossível | 0,1 | Anualment e | 0,2 | Permeante Lesão Séria | 8,0 | 3 - 7 Pessoas | 2 |
| 3 | 15 | 4 | 1 | 1 | 60 | | | Mensal | 1,0 | | | 8 - 15 Pessoas | 4 |
| 4 | 2 | 0,1 | 15 | 1 | 0,3 | Altamente Improvável | 0,5 | Semanalm ente | 1,5 | Temporário Lesão Séria | 4,0 | 16 - 50 Pessoas | 8 |
| 5 | 15 | 4 | 0 | 1 | 0 | | | Diário | 2,5 | | | > 50 Pessoas | 12 |
| 6 | 2 | 0,1 | 0 | 1 | 0 | Improvável | 1,0 | De hora em hora | 4,0 | Quebra maior osso ou maior doença | 2,0 | | |
| 7 | 2 | 0,1 | 0 | 1 | 0 | Possível | 2,0 | Constante mente | 5,0 | | | | |
| 8** | 2 | 5 | 15 | 1 | 150 | Chance equilibrada | 5,0 | | | Lacerações ou problemas leves de saúde | 1,0 | | |
| | | | | | | Provável | 8,0 | | | | | | |
| | | | | | | Muito Provavelmente | 10,0 | | | | | | |
| | | | | | | Certo | 15,0 | | | Arranhão ou Hematomas | 0,5 | | |

| CLASSIFI CAÇÃO DE RISCO | RISCO | CRONOGRAMA DE AÇÃO | CLASSIFI CAÇÃO DE RISCO | RISCO | CRONOGRAMA DE AÇÃO |
|-------------------------------|---------------|--|----------------------------------|-------------|---|
| 0 - 0,9 | Aceitável | Aceitar o risco, mas Manter sob avaliação. | 50 - 100 | Alto | Ação assim que possível |
| 1,0 - 4,9 | Muito baixo | Considerar medidas e definir cronograma para a conclusão | 100 - 200 | Muito Alto | Ação Imediata |
| 5,0 - 9,9 | Baixo | Considerar medidas e definir cronograma para a conclusão | 200 - 300 | Extremo | Considerar atividade arada- Ação imediata |
| 10,0 - 49,9 | Significativo | Considerar medida e reparar assim que possível | 300 + | Inaceitável | Parar a atividade |

Leve em conta as medidas de controle existentes ao avaliar esses valores.

Agora complete a folha de resumo na secção C, ponto A e garantir que a avaliação é assinada pelas pessoas competentes.

Anexo E (informativo)

Metodologia de Análise de Consequência de Explosão **(NÍVEL 2)**

A metodologia ECA na Tabela E.1 abaixo é apenas um conceito e exemplo de como uma ECA pode ser realizada. Ela é modelada em um único armazém explosivo (ESH), e considera apenas a consequência para a população civil local; um modelo mais detalhado deve também analisar a potencial perda de capacidade operacional. Uma ECA para um depósito de munição completo será muito mais complexa, mas os mesmos princípios utilizados na Tabela E.1 devem ser aplicáveis.

As fases da ECA são explicados por meio dos relacionamentos de terminologia de gestão de riscos da Tabela E.1. Portanto, uma ECA é essencialmente um processo de avaliação de risco, uma vez que proporciona a análise e avaliação técnica e científica para permitir decisões com base no risco de serem feitas depois. Não é o papel de uma ECA tomar decisões, embora possa conter recomendações.

Uma ECA não deve ser necessária se as exigências da IATG 02.20 *Quantidade de distâncias e separação* podem ser atendidas.

| Componente do Processo de Avaliação de Risco | Ser | Atividade ECA | Fonte de Dados |
|---|-----|--|--|
| Análise de Risco (Identificação e Análise de Risco) | 1 | Determinar Divisão de Risco de Munição da ONU | <ul style="list-style-type: none"> ▪ IATG 01.50:2015[E] <i>Sistema e Códigos de Classificação de Risco de Explosão da ONU</i> |
| | 2 | Determinar a Quantidade Líquida de Explosivo (NEQ) de munição pela Divisão de Risco em ESH. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ |
| | 3 | Agregar a HD 1.1 caso aplicável | <ul style="list-style-type: none"> ▪ |
| | 4 | Determinar nível de proteção em ESH. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ IATG 02.20 <i>Distâncias quantitativas e de separação</i> (Tipo de ESH) |
| | 5 | Determinar Distância (m) da estrada pública mais próxima. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Google Earth. ▪ Plano e mapas do local. |
| | 6 | Determinar Distância (m) do edifício de habitação mais próximo (casa civil). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medidor de distância a laser. |
| | 7 | Determinar Distância (m) do edifício vulnerável mais próximo (hospital). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medida de fita. ▪ Ritmo. |
| | 8 | Determinar a condição da munição e a probabilidade de ignição espontânea do propelente. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Histórico ▪ Resultados de vigilância. |
| Análise de Risco (Estimativa de Risco) | 9 | Determinar efeitos físicos (sobrepessão refletida e impulso refletido) em cada distância. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ IATG 01.80, Cláusula 6.2. (usar software IATG). |
| | 10 | Estimar distâncias por limite de impacto em humanos (de <i>Bowen</i>). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ IATG 01.80, Cláusula 11.2. |
| | 11 | Determinar número de humanos que provavelmente estarão em campo aberto ao alcance da Série 10. (Baixas humanas em campo abertas, agora estimadas para efeitos de explosão). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ |
| | 12 | Para NEQ na Série 2 determinar as distâncias nas quais vários níveis de dano a edifícios podem ser esperados. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ IATG 01.80, Cláusula 10.1. |
| | 13 | Determinar o número de edifícios dentro de cada critério de distância de dano estimada na Série 12. (Danos aos edifícios pela explosão agora estimados) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ |
| | 14 | Para NEQ na Série 2 estimar a distância na qual o Choque do Solo provavelmente causará dano. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ IATG 01.80, Cláusula 10.3. |

| Componente do Processo de Avaliação de Risco | Ser | Atividade ECA | Fonte de Dados |
|--|-----|---|--|
| | 15 | Determinar o número de edifícios dentro do alcance do Choque do Solo. Verifique se eles não estão também danificados pela explosão, a fim de evitar "dupla contagem". (Danos aos edifícios pelo Choque do Solo agora estimados) | ▪ |
| | 16 | Aplique os valores de probabilidade de lesão por explosão secundária aos resultados da Série 13. (Probabilidade de ferimentos por explosão secundária para cada edifício agora estabelecida.) | ▪ IATG 01.80, Cláusula 11.3, Tabela 36 |
| | 17 | Estimar níveis de ocupação e probabilidades de exposição para casa na Série 16. Então estimar número de baixas. (Baixas humanas em campo abertas agora estimadas para efeitos de explosão). | ▪ |
| | 18 | Estimar valores financeiros dos estoques, custos de reconstrução/reparo da infraestrutura de armazenagem, reparo/reconstrução de edifícios civis danificados. | ▪ |
| | 19 | Usar os dados da Série 18 em modelo EMV para estimar possíveis consequências financeiras de um evento de explosão. | ▪ Cláusula 15.1 |
| Risco e Avaliação ALARP | 20 | Compare as baixas previstas estimadas nas Séries 11 e 17 para os outros níveis de acidentes industriais. As baixas previstas são toleráveis? | ▪ |
| | 21 | As consequências financeiras na Série 19 são aceitáveis para o governo? Em caso negativo, o Ministério da Defesa está preparado para aceitar níveis de estoque menores? Em caso afirmativo para ambos, então o risco é tolerável. Em caso negativo para ambos, então o risco é intolerável. | ▪ |

Anexo F
(informativo)
Gestão de Risco e software IATG

A seguir após o desenvolvimento do software.

Anexo G (informativo) Estimativa do Valor Monetário Esperado (NÍVEL 2)

Um exemplo do uso de valores indicativos de EMV para o depósito de munição real, onde uma explosão ocorreu devido a um incêndio, é explicado abaixo; isso abrange o cenário de Incêndio Maior / Explosão em Massa, nas Tabelas 5 e 6. Este evento, que teve lugar em Abril de 2000, resultou em duas mortes, 10 feridos e a perda de US \$ 90 milhões de estoque de munição.

Os dados de entrada para a análise EMV são assumidos como segue, que irão fornecer custos indicativos.

- a) A probabilidade de um evento explosivo P_e (Eventos por Ano) no depósito de munição foi de 2.78×10^{-2} . (Cláusula 8.2.1). Isto é devido à inadequada gestão de estoques de munição;
- b) A probabilidade de que o evento explosivo sendo causado por fogo = 0,455; ⁵⁰
- c) A probabilidade de um evento explosivo P_e (Eventos por Ano) no depósito de munição, se houvesse processos de gestão de estoques efetivos, em vigor, é assumido como sendo duas ordens de grandeza menor, ou seja, $2,78 \times 10^{-4}$;
- d) A probabilidade de que o evento explosivo sendo causado por um incêndio permanece em 0,455, já que não há dados disponíveis que sugerem que as causas desses eventos mudará essa probabilidade;
- e) Os custos financeiros no Ano 1 para reduzir a probabilidade do evento acontecendo foram estimados em US \$ 200.000. Isso reduz a \$ 50.000 para o ano 2 em diante. (Esta figura, obviamente, precisa ser estimada para cada caso);
- f) O custo financeiro anual de funcionamento do depósito sem medidas tomadas para reduzir a probabilidade de um evento é de \$ 5.000;
- g) A perda declarada de estoques de munição, o que vai exigir a substituição, equivale a US \$ 90 milhões, se medidas corretivas não forem tomadas;
- h) A perda prevista de estoques de munição, o que teria exigido a substituição, equivale a US \$ 1 milhão se houvesse medidas corretivas tomadas antes do evento. (Como as medidas corretivas protegeram outros estoques no depósito);
- i) O custo de compensação no Ano 1 para cada fatalidade que ocorreu é assumido como US \$ 10.000. (Esta é baixo, mas isso é devido à explosão que ocorre em um país menos desenvolvido);
- j) O custo de compensação no Ano 1 para cada ferimento que ocorreu é assumido como US \$ 5.000.
- k) Não há custos de compensação para o Ano 2, uma vez que assumiram que a ação corretiva é eficaz, ainda que não deve haver um evento explosivo.

Neste exemplo, como ação corretiva exigiria um custo financeiro "único" de melhoria de infraestrutura para o depósito de munição e treinamento de pessoal técnico, são necessários dois cálculos: Ano 1 e Ano 2. Estes são mostrados nas Tabelas G.1 e G.2.

⁵⁰ A partir de dados contidos em Capacidades Explosivas Limitadas, *A Ameaça de Eventos Explosivos em Áreas de Armazenamento de Munição*. Anexo B.01 Abril de 2009. Isto inclui incêndios iniciados devido à instabilidade do propelente, bem como incêndios externos e internos.

| Ações Corretivas | Custos Financeiros (US\$) | | EMV (US\$) |
|--|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| | Cenário do Incidente Não Ocorre | Cenário do Incidente Ocorre | |
| Tomado (Depósito de armazenagem melhorado e operado de acordo com as recomendações da IATG) (Perde de estoque minimizado para \$100.000) | \$ 200.000 | \$ 300,000 | \$ 201,265 |
| Não Tomado Perda de estoque de \$90M e custo de compensação de \$100K) | \$ 5.000 | \$ 90.080.000 | \$1.144.359 |
| Diferencial EMV | | | \$943.094 |

Tabela G.1: EMV valores indicativos (US\$) com base no evento explosivo de abril 2002 (Ano 1)

Assim, para o ano 1 do presente cenário de incidente, haveria um benefício EMV US\$ 943.094 se US\$ 200 mil foram gastos em medidas corretivas para reduzir a probabilidade de um evento explosivo causado por fogo dentro do depósito de munição. À medida que o EMV não tomar qualquer ação é US \$1.144.359, então o investimento financeiro em treinamento e infraestrutura necessária para dar cumprimento às diretrizes IATG durante o Ano 1 poderia ser justificado até um nível de valor de US \$1.155.175⁵¹ somente em benefício financeiro EMV.

Assumindo que as ações corretivas de infraestrutura e treinamento foram tomadas no Ano 1, então os custos de operação do depósito de munição caem significativamente para o Ano 2 em diante, até que seja necessário grande trabalho de manutenção ou reforma (geralmente após 20 anos). Na Tabela G.2 a probabilidade de um evento é de duas ordens de grandeza menor do que na Tabela 1, mas os níveis de perda de estoque permanecem os mesmos caso um evento ocorra.

| Ações Corretivas | Custos Financeiros (US\$) | | EMV (US\$) |
|--|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | Cenário do Incidente Não Ocorre | Cenário do Incidente Ocorre | |
| Tomado (Depósito de armazenagem melhorado e operado de acordo com as recomendações da IATG) (Perda de estoque minimizado para \$100.000) | \$ 50.000 | \$ 1.000.000 | \$ 50.120 |
| Não Tomada (nos Ano 1 e 2) Perda de estoque de \$90M e custo de compensação de \$100K) | \$ 5.000 | \$ 90.080.000 | \$1.144.359 ⁵² |
| Diferencial EMV | | | \$1.094.239 |

Tabela G.2: Valores indicativos EMV (US%) por ano baseado em evento explosivo de abril de 2002 (Anos 2-20)

⁵¹ Esta figura é obtida utilizando a folha de cálculo contida no software IATG. A entrada de dados para as despesas financeiras (Cenário do Incidente Não Ocorre / Medidas Corretivas tomadas) é ajustado até o EMV do valor de Ações Tomadas e o valor de Ações Não Tomadas.

⁵² A probabilidade para este EMV permanece em 1.11×10^{-2} como nenhuma ação de reparação foi tomada nos Anos 1 e 2.

Assim, para os Anos 2-20 deste cenário de incidente, haveria um benefício de US \$1.094.239 por ano, se EMV US \$ 50,000 foi gasto em medidas corretivas continuamente para reduzir a probabilidade de um evento explosivo causado por fogo dentro do depósito de munição. À medida que o EMV não tomar qualquer ação nos Anos 1 e 2 ainda é US \$1.144.359, então, teoricamente, o investimento financeiro em treinamento e infraestrutura necessária para dar cumprimento às diretrizes IATG durante os Anos 2 a 20 poderia ser justificado até um nível de valor de US \$ 1.144.378 apenas no benefício financeiro EMV.

Este exemplo ilustra a utilidade do sistema EMV quando se comparam os meios financeiros necessários para estar em conformidade com as Diretrizes IATG contra os custos financeiros reais de um evento explosivo dentro de um depósito de munição. Análise EMV deve ser feita para cada tipo genérico de cenário que tende a resultar em um evento explosivo, comparado com os custos financeiros das ações corretivas necessárias para reduzir a probabilidade e consequências de um evento como esse para os níveis de risco toleráveis (para custos financeiros, capacidades reduzidas de defesa, humanos e políticos).