

JADE CARVALHO MONTEIRO

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS EM ATIVIDADE DE DESTRUIÇÃO DE  
AZIDA DE CHUMBO NÃO GRANULADA

São Paulo

2018

JADE CARVALHO MONTEIRO

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS EM ATIVIDADE DE DESTRUIÇÃO DE  
AZIDA DE CHUMBO NÃO GRANULADA

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2018

Ao saudoso colega e amigo Max Roberto de Abreu, vítima fatal de acidente do trabalho. Que a sua lembrança me guie na incansável busca pela proteção da vida do trabalhador.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar tudo possível.

À minha família, pelo apoio incondicional de sempre.

A Cylas Muniz, pelo incentivo, paciência e companheirismo em todos os momentos.

Aos amigos de longa data, pela compreensão com a constante ausência.

Aos novos amigos, encontrados durante esta especialização: Thiago Bonifácio Neiva Oliveira, Michelle Shibazaki de Almeida, Silvana Medeiros de Moraes Dias, Devani Martins Junior, Ewerton Diego Gonçalves, Daiane Thomaz Viana e Thadeu Salin Sahão, pela parceria firmada e por tornarem esta fase mais agradável.

Aos professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, por compartilhar tanto conhecimento técnico e ensinamentos para a vida.

Aos funcionários das bibliotecas da Universidade de São Paulo: Biblioteca de Engenharia de Minas da Escola Politécnica e da Biblioteca da Escola de Engenharia de Lorena, que me atenderam tão bem, com atenção e presteza.

Aos amigos e colegas de trabalho: Anderson Rocha Araújo, Elcia Maria da Silva, Francisco Rodrigues dos Santos, José Augusto Nogueira e Maria Ilisi Monteiro por todo auxílio na elaboração deste trabalho.

## RESUMO

A destruição de pequenas quantidades de explosivos e seus resíduos é uma atividade comum na rotina de uma empresa fabricante de explosivos. Porém, quando é necessário realizar a destruição de grande quantidade de um produto explosivo altamente sensível, esta atividade passa a ser extremamente complexa e mais crítica do ponto de vista da segurança ocupacional, que apresenta particularidades próprias em função do tipo de explosivo envolvido e do método de destruição escolhido. Gerenciar os perigos neste tipo de situação para garantir a segurança na realização da tarefa passa a ser essencial. Após a ocorrência de um acidente com explosão em uma planta industrial de fabricação de azida de chumbo granulada, nas dependências de um fabricante de explosivos no Brasil, restaram 34 kg deste produto não finalizado e que, portanto, deveria ser destruído devido à impossibilidade de reaproveitamento. Este trabalho se propõe então a realizar a identificação de perigos envolvidos na destruição da azida de chumbo não granulada, através do uso da técnica de estudo de perigos e operabilidade *What / if*, a fim de definir ações preventivas e estabelecer um procedimento de operação seguro para a execução da atividade. Os resultados, por sua vez, demonstram que é possível aplicar com sucesso este tipo de metodologia para uma atividade não rotineira e de alta periculosidade, atingindo assim o objetivo do estudo.

Palavras-chave: Identificação de perigos. Análise de perigos. *What / if*. Destruição. Explosivos. Azida de chumbo.

## ABSTRACT

The destruction of small quantities of explosives and their wastes is a common activity in the routine of an explosives manufacturer. However, when it is necessary to carry out the destruction of a large quantity of a highly sensitive explosive product, this activity becomes extremely complex and more critical, from the point of view of occupational safety, and presents its own peculiarities depending on the type of explosive involved and the method of destruction. Managing hazards in this situation to ensure safety in performing the task becomes essential. After an explosion occurred at an industrial plant for the manufacture of granulated lead azide, at the site of an explosives manufacturer in Brazil, approximately 34 kg of this unfinished product remained and should be destroyed due to the impossibility of reuse. This study proposes to carry out an identification of the hazards involved in the destruction of non-granulated lead azide through the use of the What / if operability and hazards study technique, in order to define preventive actions and establish a safe operation procedure for the execution of the activity. The results demonstrate that it is possible to apply this methodology to a non-routine and high risk activity, achieving the study objective.

Keywords: Hazard identification. Hazard analysis. What / if. Destruction. Explosives. Lead azide.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Conceito de gestão de risco segundo a norma ISO 31000.....	16
Figura 2 – Relação entre princípios, estrutura e processo de gestão de risco.....	17
Figura 3 – Iniciadores de reações explosivas.....	24
Figura 4 – Classificação das substâncias explosivas.....	27
Figura 5 – Calor de formação de azidas selecionadas.....	29
Figura 6 – Esquema de produção de azida de chumbo granulada .....	31
Figura 7 – Propriedades da azida de chumbo.....	32
Figura 8 – Diferentes aspectos dos cristais de azida de chumbo.....	32
Figura 9 – Aspecto da azida de chumbo granulada e com corante.....	33
Figura 10 – Procedimentos permitidos para destruição de explosivos.....	35
Figura 11 - Fluxo de desenvolvimento do trabalho.....	42
Figura 12 - Quadro de características mais relevantes da azida de chumbo.....	45
Figura 13 - Armazenamento da azida de chumbo embebida em óleo de rícino .....	47
Figura 14 - Adição de óleo de rícino à azida de chumbo não granulada.....	50
Figura 15 – Funcionário realizando descarga de energia estática em barramento ...	51
Figura 16 - Amostra de azida de chumbo para realização de teste de sensibilidade	52
Figura 17 - Caixa de transporte de amostras .....	52
Figura 18 - Equipamento para teste de sensibilidade .....	53
Figura 19 - Posicionamento da amostra.....	54
Figura 20 - Cama de queima.....	55
Figura 21 - Caixa de transporte das bandejas.....	56
Figura 22 - Adaptação de gabarito na caixa solidária .....	57
Figura 23 - Condições climáticas .....	58
Figura 24 - Direção do vento.....	58
Figura 25 - Colocação das bandejas nas caixas de transporte.....	59

Figura 26 – Trajeto de transporte da caixa até o veículo .....	60
Figura 27 - Veículo de transporte aguardando a chegada da caixa .....	60
Figura 28 - Acomodação da caixa de transporte na caixa solidária .....	61
Figura 29 - Trecho do trajeto até o crematório .....	62
Figura 30 - Posicionamento da caixa na cama de queima .....	62
Figura 31 - Camas de queima montadas com a caixa de azida de chumbo .....	63
Figura 32 - Posicionamento da linha de estopim.....	64
Figura 33 - Linha de estopim fixada .....	64
Figura 34 - Combustão da linha de estopim.....	65
Figura 35 - Combustão da pólvora de iniciação .....	66
Figura 36 - Combustão da azida de chumbo.....	66
Figura 37 - Observação da continuidade da queima.....	67
Figura 38 - Recolhimento de cinzas e resíduos .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COLOG	Comando Logístico
DFPC	Divisão para Fiscalização de Produtos Controlados
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico
FDS	<i>Ficha de Datos de Seguridad</i>
NR	Norma Regulamentadora
PPRA	Programa de Proteção de Riscos Ambientais
QSSMA	Qualidade, Saúde, Segurança Ocupacional e Meio Ambiente
SDS	<i>Safety Data Sheet</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1	OBJETIVO.....	13
1.2	JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1	GERENCIAMENTO DE RISCOS E PERIGOS.....	14
2.1.1	<b>Conceitos fundamentais sobre gerenciamento de riscos e perigos</b> .....	<b>14</b>
2.1.2	<b>Gerenciamento de riscos e perigos na prática</b> .....	<b>16</b>
2.1.3	<b>Análise de perigos utilizando a ferramenta <i>What / If</i></b> .....	<b>19</b>
2.2	EXPLOSIVOS.....	21
2.2.1	<b>Legislação Brasileira</b> .....	<b>21</b>
2.2.2	<b>Conceitos fundamentais sobre explosivos</b> .....	<b>21</b>
2.2.3	<b>Características das substâncias químicas explosivas</b> .....	<b>23</b>
2.2.4	<b>Classificação dos explosivos</b> .....	<b>25</b>
2.2.5	<b>Azida de chumbo</b> .....	<b>28</b>
2.2.6	<b>Destruição de explosivos</b> .....	<b>34</b>
2.2.7	<b>Segurança no manuseio de explosivos primários e azida de chumbo</b> ...	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
4.1	DEFINIÇÃO DA DEMANDA .....	44
4.2	ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS E LEGISLAÇÃO.....	45
4.3	ANÁLISE DE PERIGOS .....	46
4.4	IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES PRÉVIAS E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.	49
4.4.1	<b>Teste de sensibilidade</b> .....	<b>50</b>
4.4.2	<b>Preparação do crematório</b> .....	<b>54</b>
4.4.3	<b>Transporte das bandejas para o crematório</b> .....	<b>56</b>

4.4.4	Destruição da azida de chumbo .....	63
4.4.5	Considerações finais.....	68
5	CONCLUSÃO .....	70
	REFERÊNCIAS.....	71
	APÊNDICE A – RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS – WHAT / IF ....	73
	APÊNDICE B – CHECK-LIST DE AÇÕES PRÉVIAS .....	87
	ANEXO A - FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA DA AZIDA DE CHUMBO .....	88

## 1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de situações perigosas relacionadas a processos industriais tem sido observada e relatada há muito tempo, ao mesmo tempo em que o ser humano descobria novos elementos e compostos químicos, conhecia também seus efeitos na prática, inclusive os mais desastrosos. Os processos evoluíram à medida que as habilidades humanas foram se tornando mais especializadas, no entanto, alguns ainda se mantiveram perigosos (KING, 1990).

O processo de manufatura de explosivos é um exemplo de processo que se mantém sabidamente perigoso. A visão popular sobre explosivos é fortemente influenciada por suas experiências ou relatos relacionados a explosões, passando sempre uma ideia de um processo governado pelas leis do acaso, quando, na verdade, explosivos podem ser produzidos e utilizados de forma controlada e precisa (FORDHAM, 1980). Porém, todo o ciclo de manuseio de explosivos (produção, armazenamento, transporte, utilização) requer cuidados para evitar acidentes, como qualquer outro processo que envolva produtos perigosos (URBANSKI, 1967). O explosivo representa um perigo real para o trabalhador que o manuseia, já que este se encontra inserido na zona de risco. Se uma explosão ocorre, o trabalhador certamente sofrerá danos e a gravidade destes dependerá da distância que estiver do ponto de origem da ocorrência, do tipo e da quantidade de explosivos. É impossível proteger o trabalhador dos efeitos de uma explosão (AYRES; CORRÊA, 2017).

Em geral a destruição de produtos explosivos é uma atividade não habitual na rotina de seus fabricantes e, por isso, cercada de perigos. Sendo assim, se aconselha a adoção de uma série de medidas de precaução específicas, especialmente quando se trata da destruição de quantidades consideráveis de explosivos úteis que, por qualquer motivo, não possam ser utilizados. Diversos são os métodos que promovem a decomposição do explosivo de modo que não seja mais possível sua utilização, portanto, são necessários conhecimentos específicos para que se estabeleçam as medidas de segurança mais adequadas em cada caso (UEE, 2002). A azida de chumbo, objeto deste estudo, por ser um explosivo de alta

sensibilidade, apresenta grandes riscos de ser iniciada durante seu manuseio, podendo causar graves acidentes (GALANTE et al., 2014).

Todavia, acidentes com explosivos podem ser evitados, assim como para a maioria das atividades industriais. Estudos indicam que a maior parte dos acidentes industriais é causada por falhas humanas e de equipamentos, que podem ser perfeitamente evitáveis através do gerenciamento das suas possíveis causas (DUARTE, 2002). Análises de grandes acidentes evidenciam que, em alguns casos, a indústria não dispunha na sua rotina diária de trabalho, de um processo de segurança que fosse adequado para atuar com medidas de prevenção aos pequenos acidentes e incidentes que precederam os grandes (SOUZA, 2000 apud KAERCHER; LUZ, 2017). Neste contexto, a realização de uma análise profunda e prévia das situações potencialmente perigosas é indiscutivelmente útil para apontar as causas e os meios para que um acidente seja evitado (DUARTE, 2002).

Até a década de 1970, o controle de emergências era uma atividade essencialmente empírica e as informações utilizadas para definir procedimentos e métodos de operação geralmente eram oriundas de ocorrências trágicas. Este modo de obter informações para organizar as diversas iniciativas e atividades, somado às limitações técnicas da época não favoreciam o controle dos perigos e riscos e muito menos privilegiava o desenvolvimento de estratégias para o desempenho eficiente e seguro (DUARTE, 2002).

A partir do desenvolvimento de metodologias de análise da engenharia de confiabilidade, originadas nas indústrias aeronáutica, militar e nuclear, o planejamento das iniciativas de segurança tem evoluído constantemente. As informações que norteiam decisões contam agora com estudos e cálculos de probabilidades que permitem avaliar a confiabilidade de sistemas e definir ações necessárias à sua manutenção. Neste sentido, acidentes podem ser entendidos como a materialização de uma probabilidade residual, já que não existem sistemas cem por cento confiáveis e algum nível de risco estará sempre presente em qualquer processo (DUARTE, 2002). Deste modo, observa-se a tendência de empresas de todos os portes buscarem com êxito a adoção de técnicas de gerenciamento de riscos visando o controle de emergências e perdas, eliminando ou até mesmo reduzindo, efetivamente, a maioria dos possíveis riscos (KAERCHER; LUZ, 2017).

## 1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade e eficácia da metodologia de identificação de perigos e operabilidade, utilizando a ferramenta *What / if*, para identificar e gerenciar os perigos envolvidos na atividade de destruição de azida de chumbo não granulada.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A ocorrência de um acidente com explosão na planta industrial de fabricação de azida de chumbo de uma indústria de explosivos teve como uma de suas consequências a completa destruição de todos os equipamentos e estrutura produtiva. Felizmente a explosão não atingiu a sala de armazenamento de produto intermediário (não finalizado), onde estavam armazenados 34 kg de azida de chumbo não granulada e, devido à impossibilidade técnica de ser finalizado em um processo de granulação ou ser reaproveitado de outra maneira, o produto foi classificado como resíduo, devendo ser destruído. Deste modo, este trabalho foi promovido pela empresa objeto do estudo e é fruto da experiência da autora em fazer parte da equipe designada para planejar e realizar a destruição de todo o material. Sendo assim, ao considerar que a azida de chumbo é um explosivo de alta sensibilidade, a grande quantidade a ser manuseada e destruída, o caráter não rotineiro da atividade e a indiscutível obrigatoriedade de oferecer proteção efetiva aos trabalhadores envolvidos na atividade, se fez necessário planejar a atividade fazendo uso de técnicas de análise de riscos e perigos que permitissem antecipar e eliminar ou minimizar todos os perigos envolvidos, a fim de que seja realizada de forma segura.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS E PERIGOS

#### 2.1.1 Conceitos fundamentais sobre gerenciamento de riscos e perigos

Promover a compreensão sobre gerenciamento de riscos e perigos envolve, antes de tudo, padronizar o significado de alguns termos específicos e usuais. É comum, no entanto, encontrar um conjunto de definições adequadas para a maioria das situações, porém, algumas definições se diferenciarão entre si devido ao escopo da abordagem e à forma utilizada para conceituação. Existem conceitos que simplesmente visam apontar o significado do termo (definição descritiva) e outros que pretendem resumir em sua descrição alguns elementos típicos da prática ou até mesmo incorporar a descrição de resultados ideais e objetivos relacionados aos termos (definição normativa) (HARMS-RINGDAHL, 2004).

Neste sentido, são apresentadas a seguir as definições utilizadas para alguns termos-chave em gerenciamento de riscos e perigos. As definições foram retiradas das seguintes normas: BS OHSAS 18001 (versão aprovada em 2007), que define requisitos para certificação de sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional, e da norma NBR ISO 31000 (versão aprovada em 2009), que fornece diretrizes para implantação de um sistema de gestão de riscos.

A norma BS OHSAS 18001 (BSI, 2007) define perigo (*hazard*) como: “fonte, situação ou ato com potencial para provocar danos humanos em termos de lesão ou doença, ou uma combinação destas”. Conceito semelhante é utilizado pela norma NBR ISO 31000 (ABNT, 2009) para definir o termo fonte de risco (*risk source*) - elemento que, individualmente ou combinado, tem o potencial intrínseco para dar origem ao risco.

Já o termo identificação de perigo (*hazard identification*) é definido pela BS OHSAS 18001 (BSI, 2007) como: “processo de reconhecimento de que existe um perigo e definição de suas características”.

Risco (*risk*) é definido como: “combinação da probabilidade de ocorrência de um evento perigoso ou exposição com a gravidade da lesão ou doença que pode ser causada pelo evento ou exposição” (BS OHSAS 18001) (BSI, 2007); e como “efeito da incerteza sobre os objetivos” (NBR ISO 31000) (ABNT, 2009).

A norma BS OHSAS 18001 (BSI, 2007) define avaliação de risco (*risk assessment*) como o “processo de avaliação de riscos provenientes de perigos, levando em conta a adequação de qualquer controle existente e decidindo se o risco é ou não aceitável”.

Por sua vez, a norma NBR ISO 31000 (ABNT, 2009) define o mesmo termo original em inglês (*risk assessment*) de forma mais detalhada. O que a norma BS OHSAS 18001 (BSI, 2007) chama de avaliação de risco, para a norma NBR ISO 31000 (ABNT, 2009) é processo de avaliação de risco (*risk assessment*), termo definido como “processo global de identificação de riscos, análise de riscos e avaliação de riscos”. Sua versão traduzida para o português inclui a seguinte nota explicativa: “para os efeitos desta Norma Brasileira, o termo *risk assessment* foi traduzido como ‘processo de avaliação de riscos’ para evitar conflito com o termo *risk evaluation*, que foi traduzido como ‘avaliação de riscos’”.

Por conseguinte, as atividades que constituem o processo de avaliação de risco são definidas, ainda pela norma NBR ISO 31000 (ABNT, 2009), da seguinte forma: identificação de riscos (*risk identification*) é o “processo de busca, reconhecimento e descrição de riscos”. E ressalta que “a identificação de riscos envolve a identificação das fontes de risco, eventos, suas causas e suas consequências potenciais”; análise de riscos (*risk analysis*) é o “processo de compreender a natureza do risco e determinar o nível de risco”; e por fim, avaliação de riscos (*risk evaluation*) é o “processo de comparar os resultados da análise de riscos com os critérios de risco para determinar se o risco e/ou sua magnitude é aceitável ou tolerável”.

Gerenciamento de Riscos ou Gestão de Riscos (*risk management*) é finalmente definido pela norma NBR ISO 31000 (ABNT, 2009) como “atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos”.

A Figura 1 ilustra de forma simplificada o conceito de gerenciamento de riscos segundo a norma ISO 31000:

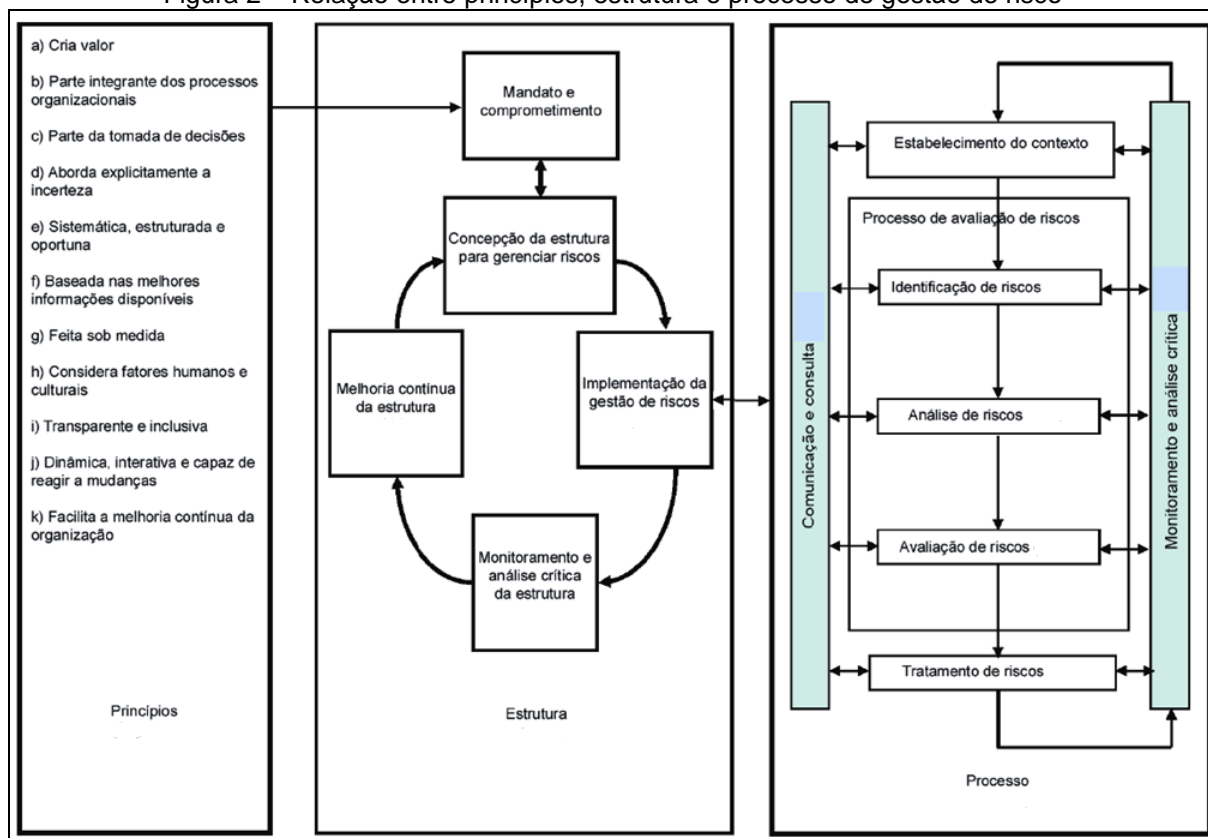


probabilidades de falha e assim estimar riscos, comprovando que sempre existirá um nível de incerteza nos sistemas, não existindo risco zero (DUARTE, 2002).

Independente do tamanho, complexidade e contexto de uma organização, todas as suas atividades envolvem riscos e perigos que devem ser geridos (ABNT, 2009; USP, 2017). Em algum nível, todas as organizações fazem a gestão destes fatores, embora algumas não tenham uma estrutura definida para este processo (HARMS-RINGDAHL, 2004).

Neste contexto, a norma ISO 31000 foi criada no intuito de auxiliar organizações a gerir riscos de forma eficiente através de um processo sistemático e lógico. Para isso, a norma estabelece uma série de princípios que auxiliam na construção de uma estrutura de trabalho para aplicação do processo de gestão de riscos (ABNT, 2009). A relação entre estes fatores está representada na Figura 2.

Figura 2 – Relação entre princípios, estrutura e processo de gestão de risco



Fonte: adaptado de ABNT, 2009.

A norma ISO 31000 é uma norma de adesão voluntária e não tem propósito de certificação, porém, ressalta as vantagens de implantar um sistema de

gerenciamento de riscos que seja internacionalmente padronizado: aumentar a probabilidade de atingir objetivos; promover a gestão proativa; estar atento à necessidade de identificar e tratar riscos; melhorar a identificação de oportunidades e ameaças; cumprir requisitos legais e regulatórios e normas internacionais relevantes; melhorar relatórios obrigatórios e voluntários; melhorar a administração; melhorar a confiança de parceiros; estabelecer bases confiáveis para tomada de decisão e planejamento; melhorar controles; alocar e usar recursos para tratamento de risco de forma eficaz; melhorar a eficácia e eficiência operacional; elevar o desempenho em segurança e saúde, bem como em proteção ambiental; melhorar a prevenção de perdas e gestão de incidentes; minimizar perdas; melhorar o aprendizado organizacional; e melhorar a resiliência organizacional (ABNT, 2009).

A Federação Europeia de Engenharia Química define que realizar uma análise de riscos e perigos significa basicamente responder a três questões. A primeira questão é: “O que pode dar errado?”; a segunda questão: “Quais os efeitos e as consequências?”; e, por fim, a terceira questão: Com que frequência ocorrerá?” (KING, 1990). O objetivo de analisar riscos e perigos é prover dados para que seja possível formar opinião sobre as potenciais ocorrências e suas consequências (KAERCHER; LUZ, 2017).

Analisar riscos e perigos permitirá conhecer a fundo os processos analisados promovendo a descoberta de como as coisas funcionam e de como as pessoas interagem com tudo que acontece ao seu redor. No campo da segurança e saúde ocupacional o principal objetivo de se realizar uma análise de riscos é garantir a proteção das pessoas envolvidas. A grande questão é estabelecer os critérios de aceitação de riscos: “Quão seguro é seguro suficiente?”. Neste sentido, tanto as técnicas para identificação de perigos quanto as de análise de riscos podem auxiliar, porém sempre permanecerá um nível de incerteza sobre o que é um risco aceitável (USP, 2017).

Análise de riscos e perigos é um assunto extenso, complexo e se divide em muitas áreas, assim como os métodos e técnicas utilizados podem ser classificados de várias formas (KING, 1990). A escolha do tipo de análise a ser empreendida e da técnica mais adequada depende do objetivo da realização da análise e também da disponibilidade de informações sobre o processo a ser analisado (USP, 2017). Cada técnica é adequada a um tipo de abordagem de

segurança e não existe o conceito de que uma é melhor que outra, elas são complementares, interatuantes, inter-relacionadas e interdependentes (CARDELLA, 2008).

Análises de risco devem utilizar técnicas em que seja possível identificar desvios e perigos, analisar suas causas e consequências, definir as probabilidades de ocorrência, determinar a gravidade das consequências, estimar ou calcular riscos, definir o nível de segurança aceitável e propor soluções para atingir este nível. Nestes casos há a possibilidade de utilizar métodos de valoração de riscos qualitativos (qualificam os riscos em grupos pré-determinados), semiquantitativos (permitem a priorização dos riscos dentro de cada grupo de riscos pré-determinados) e quantitativos (possibilitam o cálculo do risco) (USP, 2017).

Análises de perigos utilizam métodos de identificação de perigos e operabilidade, que permitem identificar desvios e problemas operacionais em processos e/ou atividades e relacionar as ações necessárias para atingir um nível de segurança aceitável. Uma das técnicas mais conhecidas que podem ser utilizadas dentro desta metodologia é a ferramenta *What / if* (USP, 2017).

### **2.1.3 Análise de perigos utilizando a ferramenta *What / If***

*What / if* é uma técnica de identificação de perigos, desenvolvida a partir de uma ferramenta muito utilizada para controle de processos chamada *Check-list*, que tem como objetivo definir ações a serem tomadas (KAERCHER; LUZ, 2017).

A aplicação deste método consiste em analisar uma determinada situação realizando uma série de questionamentos sobre vários aspectos, iniciando estes questionamentos com “O que aconteceria se...?” e pode ser utilizada para uma ampla gama de situações: sistemas, processos, equipamentos, eventos ou atividades. É uma técnica simples e de grande poder de detecção de perigos, já que promove uma análise detalhada da situação e é mais abrangente, em questão de foco, do que outras ferramentas. Os eventos detectados por meio desta técnica podem ser investigados mais a fundo através da combinação com outras técnicas (CARDELLA, 2008; KAERCHER; LUZ, 2017; USP, 2017).

A técnica requer o envolvimento de equipe multidisciplinar e experiente, pois, quanto mais pontos de vista e abordagens distintas, melhores serão os resultados. Por isso, promove o consenso entre as áreas envolvidas na busca de um caminho seguro a ser tomado. Além disso, requer também que a equipe responsável seja adequadamente treinada. Sua limitação reside no seu caráter pouco sistematizado, por isso é importante um bom planejamento (CARDELLA, 2008; USP, 2017).

A metodologia a ser seguida pode ser descrita em fases, de acordo com os objetivos a serem alcançados em cada uma. O tempo gasto em cada fase dependerá da complexidade da situação analisada (USP, 2017).

A primeira fase consiste em explicar aos participantes a situação a ser analisada, o que deve ser feito pela pessoa que tiver mais informações sobre o processo ou sistema em questão. Todos os recursos disponíveis devem ser usados para promover o entendimento da situação por todos. O processo deve então ser dividido em etapas ou atividades para facilitar a análise. Feito isto, deve ser realizada a definição dos eventos através de questionamentos iniciados por “O que aconteceria se...?” para cada etapa. As perguntas devem ser feitas livremente sem interrupções, exceto para esclarecimentos. É vetado responder às questões neste momento. Todas as perguntas devem ser registradas até que se esgotem (USP, 2017).

Na segunda fase as questões devem ser respondidas pelos participantes, definindo claramente as consequências de cada evento, da forma mais detalhada possível. A solução deve possibilitar identificar os perigos envolvidos, as potenciais consequências, as falhas dos controles que já existem e as ações necessárias. Todos os questionamentos devem ser investigados e respondidos, independente de quantas reuniões forem necessárias. Tudo deve ser registrado resultando em um relatório que apresente todas as recomendações para minimizar ou eliminar os perigos identificados (USP, 2017).

## 2.2 EXPLOSIVOS

### 2.2.1 Legislação Brasileira

No Brasil, o Exército Brasileiro, através de sua Divisão para Fiscalização de Produtos Controlados (DFPC) do Comando Logístico (COLOG), regula todas as atividades relacionadas a produtos controlados, como é o caso dos explosivos. O Decreto-lei nº 3.665 de 20 de novembro de 2000 dá a redação ao Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados, também conhecido como R-105, e tem por objetivo definir os requisitos para fiscalização de atividades como: fabricação, recuperação, manutenção, utilização industrial, manuseio, uso esportivo, colecionamento, exportação, importação, desembaraço alfandegário, armazenamento, comércio, tráfego e destruição de produtos controlados (BRASIL, 2000). Orientações mais detalhadas sobre as atividades fiscalizadas contidas no R-105 estão contidas no Manual Técnico sobre Material Bélico, aprovado pela Portaria nº 107, de 20 de outubro de 1970, mais conhecido como Manual T 9-1903, ou simplesmente Manual T 9 (BRASIL, 1970).

Outro documento norteador da atividade com explosivos no Brasil é a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho de número 19, aprovada pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978. A NR 19 estabelece parâmetros de segurança para atividades com explosivos (BRASIL, 1978).

No mais, os conceitos e requisitos, determinados pela legislação brasileira através das normas citadas, para atividades desenvolvidas com explosivos serão apresentados ao longo deste capítulo.

### 2.2.2 Conceitos fundamentais sobre explosivos

Os explosivos são substâncias encontradas em qualquer estado físico (sólido, líquido ou gasoso), simples ou em compostos e misturas, que podem sofrer rápida decomposição se transformando em gases, acompanhada de intensa liberação de calor e pressão e, em alguns casos, deixando resíduos líquidos ou

sólidos. Esta reação abrupta pode ser espontânea ou iniciada, mas para que ocorra é necessário que seja fornecida à substância explosiva uma determinada quantidade de energia, definida como energia de ativação, que é uma característica intrínseca do material. Esta energia pode ser fornecida de várias formas, que serão discutidas mais adiante (ALMEIDA, 1988).

Segundo definição dada pela legislação brasileira, explosivo é uma substância que quando iniciada, sofre decomposição muito rápida transformando-se em gases e produtos mais estáveis, com grande liberação de calor e desenvolvimento súbito de pressão (BRASIL, 1970, 1978, 2000).

Explosão é, em síntese, uma expansão rápida do volume da matéria, seja esta expansão motivada pela transformação do estado da matéria ou por mudança de parâmetros físicos (ALMEIDA, 1988).

A legislação brasileira por sua vez, define explosão como: “violento arrebatamento ou expansão, normalmente causado por detonação ou deflagração de um explosivo, ou ainda, pela súbita liberação de pressão de um copo com acúmulo de gases” (BRASIL, 2000).

Para o estudo de substâncias explosivas outros conceitos são importantes de serem definidos e assimilados: combustão, ignição, deflagração e detonação.

Combustão é comumente conhecida por uma reação exotérmica entre combustível e oxigênio, geralmente proveniente do ar atmosférico, e normalmente acompanhada de chamas (ALMEIDA, 1988; AKHAVAN, 2011). A decomposição de explosivos por combustão ocorre sem a participação do ar atmosférico, sendo uma “decomposição de superfície com reação entre os próprios ingredientes” (ALMEIDA, 1988). Explosivos são compostos por substâncias oxidantes e combustíveis, portanto a combustão de explosivos pode ser definida como uma reação exotérmica, de rápida oxidação e autossustentável (AKHAVAN, 2011).

A decomposição de uma substância explosiva pode ser dividida em fases: ignição, deflagração, transição da deflagração em detonação e propagação da detonação. Em determinados casos algumas fases podem ser suprimidas e a ignição levar direto à detonação (AKHAVAN, 2011).

Ignição é um fenômeno que ocorre quando um material é aquecido acima de sua temperatura de ignição. Temperatura de ignição por sua vez, é a mínima temperatura necessária para que um material seja iniciado e sua decomposição persista (AKHAVAN, 2011).

A legislação brasileira, no entanto, não apresenta definição para combustão e ignição.

Deflagração e detonação são fenômenos de decomposição, diferenciados principalmente pela velocidade. Na deflagração a velocidade de decomposição da substância é menor que na detonação. Uma mesma substância pode apresentar ambos os fenômenos (ALMEIDA, 1988). Porém, outras características destes fenômenos os diferenciam. A deflagração ocorre quando um material é iniciado por fatores externos que desencadeiam um processo térmico. Explosivos deflagrantes queimam mais rápido que qualquer material combustível comum. Já detonação ocorre através da passagem de onda de choque pela substância explosiva, em velocidade de propagação muito superior à observada na deflagração. A ignição de substâncias explosivas detonantes gera gases que causarão um aumento de pressão na superfície do material, esse incremento de pressão aumenta a velocidade de queima, tanto que supera a velocidade do som causando o que definimos como detonação (AKHAVAN, 2011).

De acordo com os incisos XLIII e XLIV do artigo 3º da R-105, a legislação brasileira define deflagração como um fenômeno de autocombustão de uma matéria em qualquer estado físico que ocorre por camadas e em velocidades controladas, que variam de alguns décimos de milímetros a 400 metros por segundo. Este fenômeno é característico dos baixos explosivos. Por sua vez, define detonação como um fenômeno que consiste na autopropagação de uma onda de choque através do material explosivo que promove a sua transformação em produtos mais estáveis com liberação de grande quantidade de calor e que ocorre em alta velocidade (de 1.500 a 8.500 metros por segundo). Este fenômeno é característico dos altos explosivos (BRASIL, 2000).

### **2.2.3 Características das substâncias químicas explosivas**

Conforme já exposto anteriormente, de forma geral, uma explosão ocorre quando uma substância sofre uma reação que produz gases e libera energia de forma muito rápida e violenta. A liberação de gases e energia causa uma elevação abrupta da temperatura ambiente, que pode atingir de 2.000 a 3.000°C, e da pressão, produzindo uma onda de choque que caracteriza o seu poder explosivo (PATNAIK, 2007).

Uma reação explosiva pode ser espontânea ou iniciada por meios mecânicos (impacto e atrito), por ação do calor (fornecido por faíscas, chamas e aumento de temperatura), por ondas e choque de alta pressão, luz, ou catálise (ALMEIDA, 1988; PATNAIK, 2007). A Figura 3 lista exemplos de reações iniciadas por diferentes fatores:

Figura 3 – Iniciadores de reações explosivas

Iniciador	Exemplos
Luz	Combinação fotoquímica de hidrogênio e cloro para formar ácido clorídrico HCl.
Calor <sup>a</sup>	Explosões violentas podem ocorrer quando um explosivo primário é aquecido (p.ex., azidas, acetilides, fulminatos, nitretos, compostos azo [diazometano]).
Choque <sup>a</sup>	A maioria dos explosivos primários são sensíveis ao choque ou impacto (p.ex., azidas, fulminatos e acetilides de cobre, prata, ouro ou mercúrio; muitos peróxidos orgânicos e peróxi-ácidos).
Catalisador	Polimerizações básico- ou ácido-catalisadas (p.ex., acroleína explode com potassa cáustica).
Reforçador	Todos os altos explosivos ou detonadores requerem um baixo explosivo reforçador (p.ex., dinamites, picrato de amônio).
<sup>a</sup> Normalmente, um explosivo químico de qualquer tipo pode explodir quando aquecido ou submetido a impacto mecânico. Os termos calor e choque se referem a aquecimento suave a moderado e choque leve, respectivamente.	

Fonte: adaptado de PATNAIK, 2007.

As características mais importantes no estudo dos explosivos são: estabilidade e sensibilidade. A estabilidade do explosivo é determinada pela sua resistência térmica, relacionada ao ponto de ignição, e a sensibilidade consiste na facilidade com que uma reação pode ser iniciada, relacionada à energia de ativação. A sensibilidade e a estabilidade são fatores determinantes para a segurança no uso de explosivos (ALMEIDA, 1988).

Outras características importantes dos explosivos são a quantidade de energia liberada e sua velocidade. A quantidade de energia liberada está relacionada com a propriedade termodinâmica da substância, que pode ser estimada pelo respectivo calor de formação. Por exemplo, azidas e fulminatos de certos metais são explosivos, pois apresentam valores positivos e altos de calor de formação. Uma reação exotérmica que apresente uma taxa excessivamente rápida de reação também poderá explodir (PATNAIK, 2007).

Explosivos químicos em sua maioria são compostos por oxigênio, nitrogênio e elementos oxidáveis como carbono e hidrogênio. O oxigênio geralmente aparece ligado ao nitrogênio em grupos como NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub>, com exceção das azidas, dos compostos nitrogenados como o triiodeto de nitrogênio (NI<sub>3</sub>) e da azoimida (NH<sub>3</sub>NI<sub>3</sub>). Quando uma explosão ocorre, o oxigênio se separa do nitrogênio e se liga posteriormente aos elementos oxidáveis (AKHAVAN, 2011).

Bretherick (1990 apud KING, 1990) propôs uma lista de 42 grupos estruturais químicos que conferem instabilidade aos compostos nos quais estão presentes, porém muitos desta lista foram observados apenas em laboratório. Nitrogênio molecular, amônia e grupos amino são estáveis, porém, os compostos formados pela reação de amônia ou grupo amino com agentes oxidantes estão entre os mais instáveis, e entre estes estão a azida de chumbo e o fulminato de mercúrio (KING, 1990).

Os produtos da decomposição de explosivos são sempre mais estáveis que a sua composição inicial, possuindo menor disponibilidade energética (ALMEIDA, 1988).

#### **2.2.4 Classificação dos explosivos**

Vários autores apresentam classificações distintas para explosivos, que diferem de acordo com critérios que consideram sua natureza, desempenho e uso (AKHAVAN, 2011).

Quanto à sua natureza, se classificam em (ARAGÃO, 2010):

- Químicos: compostos químicos formados por elementos combustíveis e elementos comburentes;
- Mecânicos: mistura de compostos na qual uns funcionam como combustíveis e outros como comburentes;
- Mistos: mistura de compostos explosivos com substâncias inertes.

Quanto ao emprego prático (ARAGÃO, 2010):

- Iniciadores: tem por objetivo fornecer a energia necessária para a iniciação de outros explosivos;
- De ruptura: utilizados para realizar trabalhos de destruição por ação conjunta de onda de choque e liberação de gases;
- Propelentes: destinam à produção de efeito balístico.

Propelentes são materiais combustíveis, que podem ser iniciados por chama e queimam de forma violenta apresentando som sibilante e faíscas. Passam do estado sólido para o gasoso lentamente. Basicamente explosivos e propelentes são compostos pelas mesmas substâncias, porém os propelentes se decompõem por deflagração enquanto explosivos são decompostos por deflagração ou detonação (AKHAVAN, 2011).

Quanto à velocidade de decomposição (ARAGÃO, 2010):

- Baixos Explosivos (*Low explosives*): deflagram com velocidade menor que 1000 metros por segundo.
- Altos Explosivos (*High explosives*): apresentam velocidade de detonação superior a 1000 metros por segundo. Se dividem em primários ou iniciadores (velocidade de detonação entre 1000 e 6000 metros por segundo) e secundários ou de ruptura (velocidade de detonação superior a 6000 metros por segundo).

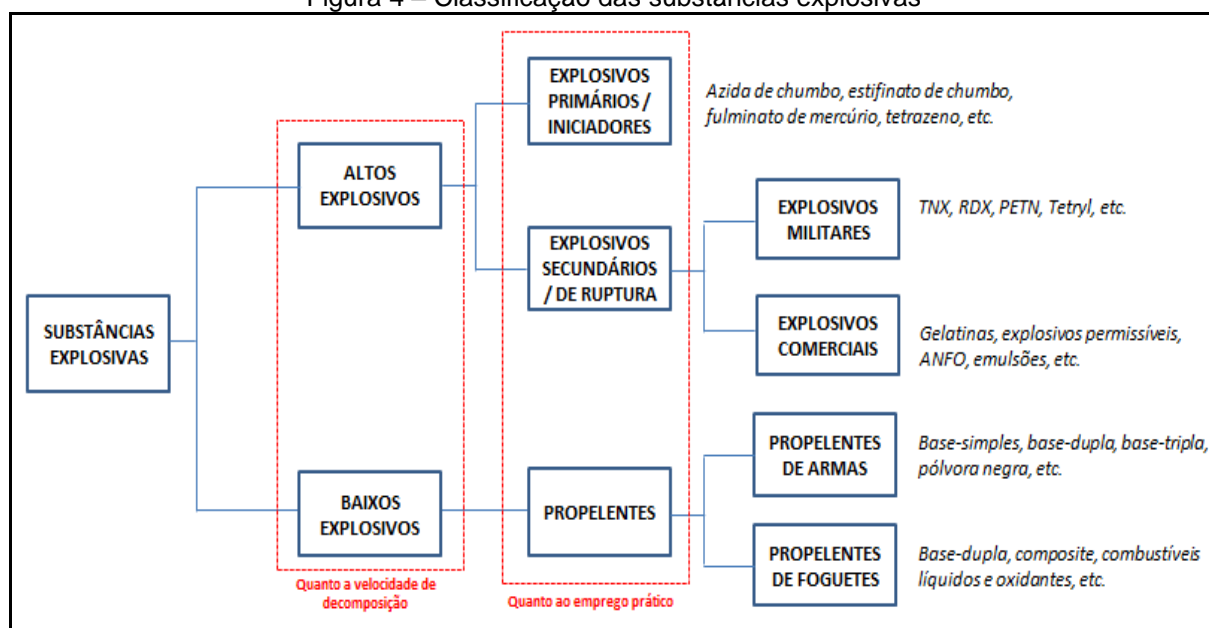
Altos explosivos decompõem-se de forma muito rápida e promovem uma onda de choque extremamente forte que causa a detonação, porém, para isso necessitam de um dispositivo iniciador. Baixos explosivos deflagram e queimam persistentemente e tem baixa velocidade de detonação e precisam estar confinados para explodir (ARAGÃO, 2010; PATNAIK, 2007).

Explosivos primários ou iniciadores tem alto grau de sensibilidade mecânica a choque e atrito, sensibilidade a faíscas elétricas e a calor, entrando facilmente em ignição em contato com chama ou eletricidade. Apresentam rápida transição entre queima e detonação e transmitem a detonação para explosivos menos sensíveis e, por isso, são utilizados como iniciadores (AKHAVAN, 2011; URBANSKI, 1967).

A diferença entre explosivos primários e secundários reside principalmente na sensibilidade ao calor e impacto, sendo que os primários são mais sensíveis aos eventos iniciadores (AKHAVAN, 2011; PATNAIK, 2007). Os explosivos secundários, no entanto, apresentam maior potência e velocidade de detonação (AKHAVAN, 2011).

A relação entre as classificações mais comuns e alguns de seus exemplos pode ser esquematizada conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Classificação das substâncias explosivas



Fonte: adaptado de AKHAVAN, 2011; ARAGÃO, 2010.

A R-105 não define parâmetros para a classificação dos explosivos. Ao longo do texto da lei é possível encontrar menção a altos explosivos e iniciadores, mas não há conceituação dos termos. No artigo 3º, das definições, é possível encontrar as definições para: acessório explosivo, acessório iniciador e trem explosivo. Acessório explosivo consiste em um engenho destinado a fornecer

energia para a continuidade de um explosivo, apresenta elevada energia de ativação e baixa sensibilidade, necessitando, portanto, de um acessório iniciador para ser ativado. Acessório iniciador, por sua vez, é um engenho de alta sensibilidade e baixa energia de ativação, usado para fornecer a energia necessária para a ativação de um trem explosivo. Ao conjunto dos engenhos energéticos, arranjos em ordem crescente de potência e decrescente de sensibilidade, dá-se o nome de trem explosivo (BRASIL, 2000).

O Manual T 9, por sua vez, apresenta uma classificação baseada na velocidade de produção de energia: explosivos iniciadores, explosivos reforçadores, explosivos de ruptura e pólvoras. Explosivos iniciadores são muito sensíveis ao atrito, calor e choque e são utilizados para iniciação ou excitação de cargas explosivas, por exemplo: azida de chumbo, estifinato de chumbo, fulminato de chumbo e tetraceno. Explosivos reforçadores são os intermediários entre os iniciadores e a carga explosiva, por exemplo: ciclonita RDX, nitropenta PETN e tetril. Explosivos de ruptura constituem os alto-explosivos, por exemplo: ácido pícrico, amatol, composições à base de RDX (A, A-2, A-3, B, B-2, C, C-2, C-4), pentolite, picrato de amônio, picratol, tetritol, torpex, tritonal, trotil, haleita e ednatol. Pólvoras dividem-se em químicas e mecânicas e são utilizadas para propulsão ou projeção (BRASIL, 1970).

### **2.2.5 Azida de chumbo**

As azidas são compostos químicos derivados do ácido hidrazóico,  $\text{HN}_3$ , que podem conter um radical orgânico, ou um metal pesado ou um metal alcalino ligado a um nitrogênio. As azidas da maioria dos metais pesados, tais como cobre, mercúrio, prata e chumbo, são altamente sensíveis à fricção e impacto (PATNAIK, 2007).

A capacidade explosiva das azidas, ou seja, a quantidade de energia que as azidas liberam, deriva de sua instabilidade termodinâmica e é diretamente proporcional ao seu calor de formação  $\Delta H^{\circ}_f$  (s). A azida de sódio não é uma substância explosiva, assim como qualquer outra azida que apresente calor de formação igual ou menor que +16,8 (PATNAIK, 2007). A Figura 5 lista alguns tipos de azidas e seus respectivos parâmetros de calor de formação.

Figura 5 – Calor de formação de azidas selecionadas

Azida <sup>a</sup>	Fórmula	Calor de Formação $\Delta H_f^{\circ}(s)$ (kcal/mol)
Azida de Mercúrio	Hg(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+133,0
Azida de Cádmio	Cd(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+107,8
Azida de Chumbo	Pb(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+104,3
Acido Hidrazóico	HN <sub>3</sub>	+70,3
Azida de Prata	AgN <sub>3</sub>	+66,8
Azida de Cobre	Cu <sub>2</sub> (N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+60,5
Azida de Estrôncio	Sr(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+48,9
Azida de Sódio	NaN <sub>3</sub>	+16,8
Azida de Cálcio	Ca(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+11,0

<sup>a</sup>Sólido puro em forma cristalina

Fonte: adaptado de PATNAIK, 2007.

Descoberta por Curtius em 1891 (AKHAVAN, 2011; FORDHAM, 1980), a azida de chumbo é um explosivo primário utilizado como carga em cápsulas metálicas para a produção de detonadores (AKHAVAN, 2011; PATNAIK, 2007) e é o mais importante explosivo primário depois do fulminato de mercúrio, que foi substituído ao longo do tempo devido à sua escassez (URBANSKI, 1967). Outros motivos que explicam a substituição residem nos fatos de que a azida de chumbo apresenta melhores propriedades para armazenamento em temperaturas mais altas e tem maior poder de ignição em relação ao fulminato de mercúrio (FORDHAM, 1980).

A azida de chumbo é produzida a partir da reação entre azida de sódio e nitrato ou acetato de chumbo (FORDHAM, 1980; URBANSKI, 1967). Quimicamente a azida de chumbo se apresenta em duas formas alotrópicas de estruturas cristalínicas diferentes, chamadas de forma  $\alpha$  e forma  $\beta$ . A forma  $\alpha$  é obtida partir da rápida mistura entre os reagentes. A forma  $\beta$  é preparada a partir da difusão lenta entre as mesmas substâncias. A diferença nas estruturas cristalínicas conferem algumas diferenças às duas formas, tais como densidade, dureza e tamanho do cristal, entre outras (URBANSKI, 1967).

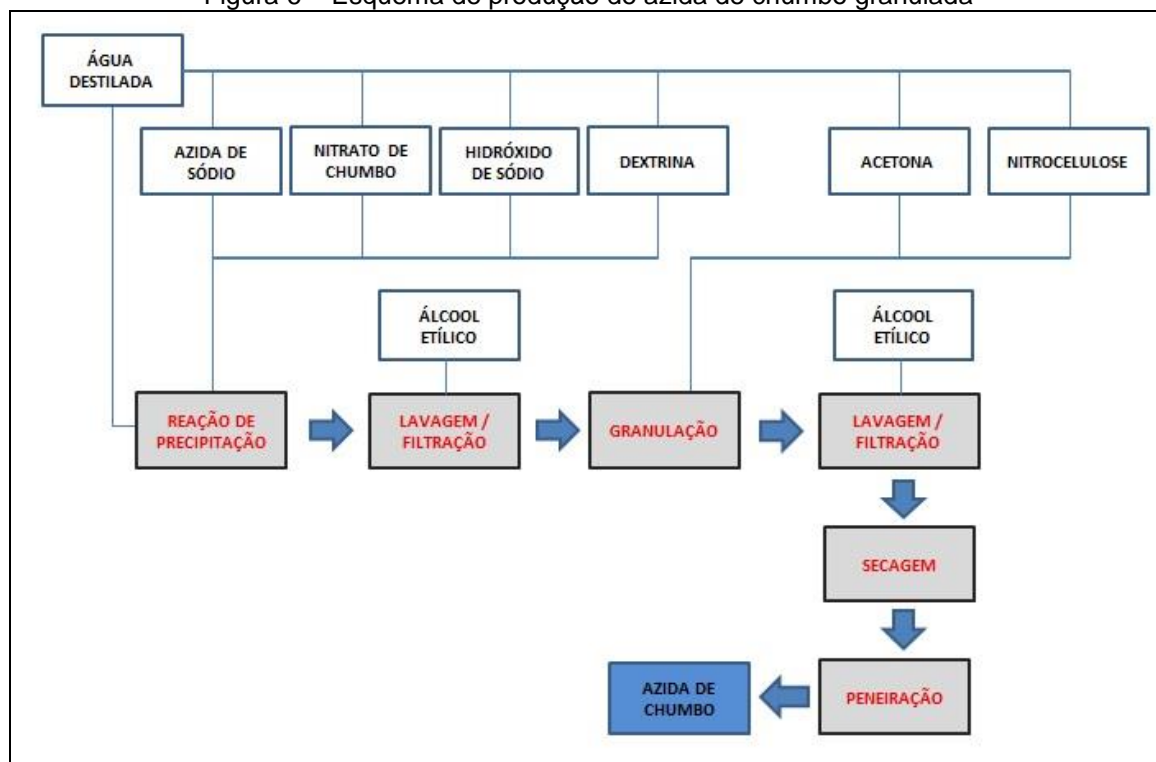
Historicamente, a ocorrência de muitos acidentes durante processos que promoviam a manipulação e movimentação dos cristais de azida comprovou sua alta sensibilidade ao atrito. Durante algum tempo se acreditou que a forma  $\beta$  era mais

sensível a impactos e o maior responsável por explosões espontâneas, principalmente devido ao tamanho de seus cristais, considerados longos (3 a 4 mm) (URBANSKI, 1967).

Atualmente sabe-se que mesmo a forma  $\alpha$  é também bastante sensível e explosões podem acontecer quando efeitos de difusão controlam a formação dos cristais de azida de chumbo (FORDHAM, 1980; URBANSKI, 1967). Os trabalhos de investigação de explosões espontâneas sob condições controladas, conduzidos por Wöhler e Krupko (1913 apud URBANSKI, 1967) mostraram que explosões ocorriam durante o processo de cristalização. Fato que foi confirmado pelo trabalho de Miles (1931 apud URBANSKI, 1967) demonstrando que explosões espontâneas podem ocorrer durante os estágios iniciais da cristalização, quando há a formação lenta e difusa de cristais de azida de chumbo.

Nos métodos de produção atuais, a azida de chumbo é precipitada em presença de dextrina, que é adicionada ao reator usualmente na mesma proporção da solução de nitrato ou acetato de chumbo (FORDHAM, 1980). A dextrina é utilizada como agente coloidal para impedir a formação de cristais longos e sensíveis e também para regular o seu formato (AKHAVAN, 2011). A reação acontece com agitação controlada e deve ser conduzida à distância para a devida segurança do operador. Quando o tempo de reação é completo, a agitação é parada, o precipitado se acumula no fundo do reator e o líquido da reação é decantado. O produto segue então para lavagem e secagem. Existe também a possibilidade de precipitar a azida de chumbo em gelatina, o que melhora a sensibilidade à chama em relação à azida de chumbo precipitada em dextrina (FORDHAM, 1980). Outra possibilidade no processo produtivo consiste em granular a azida de chumbo com nitrocelulose em solução de acetona, antes da secagem final, logo depois de precipitada e lavada. A Figura 6 mostra um esquema simplificado de produção de azida de chumbo granulada.

Figura 6 – Esquema de produção de azida de chumbo granulada



Fonte: arquivo pessoal.

O processo químico de obtenção de azida de chumbo é representado pela reação a seguir e algumas de suas propriedades são mostradas na Figura 7 (AKHAVAN, 2011).

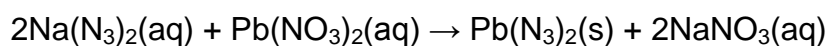


Figura 7 – Propriedades da azida de chumbo

Características	Parâmetros
Fórmula <sup>a</sup>	PbN <sub>3</sub>
Estrutura <sup>a</sup>	Pb(N <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Formato	Esférico; diâmetro < 0,07 mm
Cor	Sólido sem cor a branco cristalino (cristais de azida de chumbo pura)
Aparência	Opaca (azida de chumbo comercial)
Peso molecular	291,24
Temperatura de decomposição	190 °C
Ponto de ebulição	350 °C
Temperatura de ignição	327 - 360°C
Densidade a 20°C	
Forma α orthorômbica	4,17 g cm <sup>-3</sup>
Forma β monoclinica	4,93 g cm <sup>-3</sup>
Entalpia de formação	+468,61 kJ.mol <sup>-1</sup>
Energia de formação	+476,06 kJ.mol <sup>-1</sup>
Solubilidade <sup>a</sup>	
Água a 18°C	0,023%
Água a 70°C	0,09%
Velocidade de detonação <sup>b</sup>	5,1 km/s
<sup>a</sup> Dados retirados de PATNAIK, 2007.	
<sup>b</sup> Dados retirados de MEYER, 1989 <i>apud</i> PATNAIK, 2007.	

Fonte: adaptado de AKHAVAN, 2011.

A azida de chumbo pode apresentar coloração amarela em sua superfície quando exposta à luz. As propriedades do material não sofrem alterações e esta camada protege as camadas mais internas da decomposição. Porém, se misturada, a decomposição pode acontecer de forma mais rápida (URBANSKI, 1967).

A Figura 8 mostra fotos de diversos aspectos de cristais de azida de chumbo vistos ao microscópio:

Figura 8 – Diferentes aspectos dos cristais de azida de chumbo



Fonte: arquivo pessoal.

A Figura 9 mostra o aspecto da azida de chumbo granulada e com corante, produzida em escala industrial.

Figura 9 – Aspecto da azida de chumbo granulada e com corante



Fonte: arquivo pessoal.

A solução aquosa de azida de chumbo é considerada tóxica principalmente devido aos efeitos tóxicos do chumbo. Porém, não se tem maiores dados sobre a toxicidade do composto azida de chumbo (PATNAIK, 2007) além dos divulgados em Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) por fabricantes (ver ANEXO A – Ficha de Dados de Segurança da Azida de Chumbo).

Em contato com outros metais pode formar azidas destes metais e, especialmente, em contato com cobre e zinco forma azidas altamente sensíveis, gerando perigo de explosões. Pode explodir violentamente quando em contato com dissulfito de carbono e estearato de cálcio (PATNAIK, 2007).

A azida de chumbo consta da Relação de Produtos Controlados pelo Exército, sob o Número de Ordem 00380, pertencendo ao Grupo Ex - Explosivo ou Propelente (BRASIL, 2000).

### 2.2.6 Destruição de explosivos

A destruição de explosivos no Brasil, conforme já exposto anteriormente, é uma das atividades reguladas pela DFPC. A R-105 discorre sobre generalidades e normas para destruição ao longo dos artigos 221 a 237. Segundo a referida norma, os produtos controlados, dentre eles os explosivos, que apresentem mal estado de conservação ou instabilidade química, cujo reaproveitamento ou recuperação não sejam economicamente ou tecnicamente aconselhável, devem ser destruídos (BRASIL, 2000). Explosivos deteriorados, como nas condições descritas no regulamento R-105, são geralmente menos estáveis e mais perigosos, exigindo grande cuidado no manuseio e destruição (DUPONT, 1969).

Os artigos 221 e 236 tratam sobre a necessidade de submeter todos os procedimentos de destruição à aprovação da Região Militar onde o fabricante ou usuário de explosivos esteja atuando ou da DFPC, com exceção de procedimentos de destruição de restos e refugos. Já no artigo 222, verificam-se os procedimentos permitidos para destruição de produtos controlados: combustão, detonação, conversão química ou outro processo desde que autorizado pelo DFPC. Qualquer que seja o procedimento escolhido, a destruição do material deve ser completa, segura, planejada e executada de forma a preservar a integridade da vida dos envolvidos e também patrimonial. É proibido enterrar, lançar em fossos ou poços, deixar submersos em cursos ou espelhos d'água ou abandonar em terrenos materiais desta natureza (BRASIL, 2000).

Os procedimentos permitidos para destruição de produtos explosivos são resumidos na Figura 10:

Figura 10 – Procedimentos permitidos para destruição de explosivos

Explosivos	Procedimentos permitidos pela R-105
Pólvoras	-Combustão, desde que não haja possibilidade de detonarem durante o processo. -Conversão química.
Altos explosivos	-Combustão, desde que não haja possibilidade de detonarem durante o processo. -Detonação, quando suscetíveis de detonarem quando sujeitos a outro processo de destruição.
Acessórios explosivos	-Combustão, desde que não haja possibilidade de detonarem durante o processo. -Detonação, quando suscetíveis de detonarem quando sujeitos a outro processo de destruição.
Dispositivos de Propulsão	-Detonação, quando suscetíveis de detonarem quando sujeitos a outro processo de destruição.
Explosivos	-Conversão química.
Observação: Os casos omissos serão resolvidos pela DFPC.	

Fonte: adaptado de BRASIL, 2000.

A partir do artigo 223 até o artigo 237 do regulamento R-105, verificam-se a aplicabilidade e os requisitos de segurança execução de cada um dos procedimentos permitidos: combustão, detonação e conversão química, porém, não são definidos métodos de execução (BRASIL, 2000).

Neste sentido a norma cita que o método empregado para combustão deve ser executado a céu aberto; o material a ser destruído por detonação deve estar em fosso que limite a projeção lateral de estilhaços; e que ambos sejam realizados através de “processo seguro e eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar”. Para o processo de destruição por conversão química a R-105 determina que o material deve ser convertido em produtos cuja a toxidez seja baixa o suficiente para permitir o seu emprego civil e que o procedimento adotado seja submetido a aprovação (BRASIL, 2000).

A orientação sobre os métodos de destruição de explosivos é encontrada no Manual T 9, nos parágrafos 58 a 61. De acordo com o manual, os elementos perigosos, deteriorados e falhados de munições e explosivos, podem ser destruídos através de três métodos: detonação, queima ou combustão, ou imersão no mar. É proibido enterrar ou lançar munições em fosso, poço, pântano, córrego ou terreno abandonado (BRASIL, 1970).

Para o procedimento de destruição por detonação, o Manual T 9 apresenta as seguintes orientações, em seu parágrafo 59: utilizar estopim amolgado com espoleta comum ou explosor com fios elétricos e espoletas elétricas para iniciar a detonação; utilizar de preferência espoletas destinadas a fins militares, que são mais potentes que as comerciais, a fim de minimizar a possibilidade de ocorrência de falhas (BRASIL, 1970).

A realização de destruição por queima ou combustão deve seguir orientações específicas, contidas ao longo do parágrafo 60. Para realizar a destruição de grande quantidade de material, este deve ser empilhado sobre material inflamável e o fogo deve ser ateado à distância, utilizando para isso um rastilho de pólvora ou estopim. É aconselhável espalhar na pilha certa quantidade de pólvora para auxiliar na combustão. Em caso de queimas sucessivas, um intervalo mínimo de 24 horas entre cada queima deve ser respeitado. O local de queima deve estar sempre limpo antes de iniciar um processo de destruição e é necessário um cuidado especial com vestígios, brasas ou calor retido no solo, provenientes de queimas anteriores. Todo o material a ser queimado deve ser retirado de sua embalagem a fim de evitar explosões por confinamento, com exceção das dinamites com vazamentos. Toda a vegetação seca que estiver presente num raio de 60 metros do ponto de destruição deve ser removida e material de combate a incêndio deve estar disponível no local. Resíduos inflamáveis deverão ser queimados em área separada ou, quando da indisponibilidade de áreas separadas, uma porção da área de destruição de explosivos pode ser utilizada para isso, desde que não sejam operadas ao mesmo tempo. Por fim, o local de destruição deve ser molhado ao término de cada operação (BRASIL, 1970).

Para realizar um processo de destruição por imersão no mar o Manual T 9 define que as autoridades navais deverão ser consultadas antes de qualquer outra providência. O local escolhido deve ficar no mínimo a 16 km do litoral e deve ser mais profundo que sua circunvizinhança. O material a ser destruído desta forma deve ser retirado da embalagem sempre que possível e ser pesado o suficiente para atingir o fundo do mar no local escolhido: munições químicas devem atingir no mínimo 1.200 metros de profundidade e outras munições devem atingir 900 metros. É proibida a imersão de munições, explosivos e artifícios em baías ou vias navegáveis (BRASIL, 1970).

Seguindo a leitura do Manual T 9, é possível encontrar algumas recomendações para destruição de alguns tipos de explosivos à granel, entre estes explosivos altamente sensíveis como a azida de chumbo. A orientação é que se realize a destruição deste tipo de material por detonação. No máximo 200 g de material devem estar acondicionados em saquitos de tecido de algodão e deverão permanecer molhados durante transporte para a zona de destruição. A destruição deve então ser realizada em fosso com escovas de espoletas (BRASIL, 1970).

De acordo ainda com o Manual T 9, a destruição química da azida de chumbo pode ser feita com acetato de amônia ou nitrato de cério, apesar de não estar entre os métodos recomendáveis para destruição de explosivos (BRASIL, 1970). De acordo com literatura técnica, a azida de chumbo pode ser decomposta quimicamente por solução feita pela mistura de ácido nítrico ou acético e de nitrito de sódio. A mistura de 15% de ácido nítrico e 8% de nitrito de sódio é recomendada para a destruição química de resíduos de azida de chumbo (URBANSKI, 1967).

### **2.2.7 Segurança no manuseio de explosivos primários e azida de chumbo**

A necessidade de obter um método mais seguro, confiável e eficiente de iniciar altos explosivos fomentou a pesquisa por novos métodos de ignição. Alfred Nobel obteve sucesso ao usar substâncias fulminantes como compostos de ignição e, devido às suas características de maior sensibilidade à manipulação em menor quantidade, estas substâncias passaram a ser colocadas em cápsulas metálicas fechadas, garantindo a segurança na produção, transporte e manipulação. As necessidades específicas de segurança para o emprego de explosivos em detonações pautaram o desenvolvimento tecnológico dos métodos de ignição: poder iniciar explosivos à distância promoveu o desenvolvimento dos estopins; poder iniciar vários estopins ao mesmo tempo, promovendo ignição simultânea e com exatidão de tempos de detonação requeridos, promoveu o desenvolvimento dos cordéis detonantes e mais recentemente dos detonadores. Assim, os explosivos que hoje conhecemos como primários, são essenciais para o desempenho eficiente dos explosivos de detonação e para a segurança do usuário (FORDHAM, 1980).

Todo o ciclo produtivo de explosivos primários em geral deve ser cercado de cuidados a fim de evitar acidentes. O maior perigo reside no acúmulo de energia estática próximo ao produto devido aos equipamentos, à movimentação de pessoas e até mesmo devido à fricção entre os próprios cristais ou dos cristais com o ar durante processo de secagem. É recomendável que toda a operação das plantas produtivas seja realizada à distância, em outro prédio ou separado por uma parede ou obstáculos reforçados que se comportem como escudo em caso de explosões. É essencial que toda a estrutura seja aterrada, que seu piso seja feito com material macio e dissipativo. Substâncias como grafite e pó de alumínio podem ser utilizadas como auxílio na dissipação de energia estática gerada. A umidificação do ambiente é recomendada já que o acúmulo de energia estática é favorecido em ambientes secos. Por fim, os resíduos e efluentes deste tipo de processo devem ser tratados para a destruição das substâncias explosivas. Estas substâncias podem ser precipitadas e neutralizadas quimicamente (URBANSKI, 1967). Quanto ao armazenamento, os cuidados estruturais são os mesmos e é importante considerar que a azida de chumbo não se decompõe quando armazenada por longos períodos em temperaturas moderadas (GALANTE et al., 2014).

Para o manuseio seguro da azida de chumbo é importante ter em mente que a sua sensibilidade a descargas elétricas varia em função de alguns parâmetros, tais como: tamanho do cristal, densidade e temperatura da azida. Via de regra, quanto maior o tamanho do cristal e menor a densidade e temperatura da azida de chumbo, menor será a sua sensibilidade, pois a energia de ativação requerida para ultrapassar o ponto de ignição será consideravelmente maior (STEN'GACH, 1974).

Em determinadas circunstâncias é recomendável a dessensibilização da azida de chumbo para seu manuseio seguro. “Substâncias que podem cobrir as partículas de materiais explosivos (parafina, ceresina, cera, óleo de rícino, cânfora, etc.) são comumente utilizadas como dessensibilizadoras durante o uso de explosivo”. A adição destas substâncias reduz a densidade da azida de chumbo criando um filme que cobre cada cristal. Sendo assim, para atingir o ponto de ignição da azida de chumbo será necessário aquecer este filme de dessensibilizador e, quanto mais espesso este filme, maior a energia requerida (STEN'GACH, 1974).

A legislação brasileira também apresenta requisitos gerais de segurança para manuseio de explosivos. Nestas situações a NR19 desaconselha: a manipulação de explosivos com uso de ferramentas e utensílios que possam gerar centelha ou calor por atrito; fumar ou produzir fogo ou centelha; usar calçados que contenham peças metálicas; manter próximos da atividade objetos que não tenham relação direta com esta (BRASIL, 1978). Estas recomendações gerais são reforçadas e detalhadas no Manual T 9, que destaca que qualquer fonte de energia pode iniciar um explosivo, por isso é recomendável que quanto maior a sensibilidade do explosivo, menor deve ser a quantidade manipulada por vez e maiores devem ser os cuidados para que se minimize o risco de explosão acidental (BRASIL, 1970).

Além dos requisitos gerais de segurança para manuseio de explosivos, o regulamento R-105 apresenta requisitos de segurança mais específicos. Em procedimentos de destruição a céu aberto por combustão, no seu artigo 224, é obrigatório que a área destinada à destruição de materiais deve esteja a mais de 700 metros de distância de habitações, ferrovias, rodovias e depósitos. Todo o material que estiver na área aguardando para ser destruído, deve ficar a, pelo menos, 100 metros de distância do local de destruição e estar protegido de possíveis projeções. O método de iniciação escolhido deve ser seguro, eficaz, de largo emprego e aceitação, e tecnicamente aprovado pela fiscalização militar. Deverá ser apresentado um responsável pela destruição, que ficará a cargo da guarda de equipamentos e materiais utilizados para a iniciação. Durante o acionamento da carga o pessoal deve estar abrigado a uma distância segura. Após 30 minutos a destruição deve ser verificada e em caso de existir material não destruído após o processo, este não deve ser removido e tem que ser destruído no local. Os executantes da destruição devem estar treinados e equipados para combater possíveis incêndios (BRASIL, 2000).

Como complemento às regras de segurança para destruição por combustão, o Manual T 9 orienta que a direção do vento deve ser verificada, bem como a presença de massas detonáveis (BRASIL, 1970).

O regulamento R-105 estabelece ainda, nos seus artigos 232 e 233, os requisitos específicos de segurança para destruição por detonação, além dos já apresentados para destruição por combustão. O material deve ser destruído em fosso que impeça projeção de estilhaços e a quantidade máxima por detonação

deve ser condizente com o nível de segurança da operação, de forma que: não promova a detonação de outros materiais que estejam próximos, através de onda de choque, irradiação ou por projeção de resíduos quentes; não coloque em risco a integridade física dos executantes; e não cause danos às estruturas que estejam em áreas limítrofes ao local de destruição (BRASIL, 2000).

Por fim, determina como requisitos de segurança para destruição por conversão química, no seu artigo 235, que todo o material seja convertido em produtos cuja toxicidade seja baixa o suficiente para permitir seu emprego civil. Produtos intermediários ou subprodutos do processo de conversão química que sejam altamente tóxicos não podem ser armazenados (BRASIL, 2000).

Quanto aos riscos à saúde advindos da manipulação de explosivos, o Manual T 9 também destaca que existe o risco de intoxicação por inalação, ingestão ou absorção pela pele. Outra questão colocada pelo manual é o preparo psicológico de pessoas que trabalham com explosivos; treinamento, preparo, atitude calma e consciente são sempre recomendáveis (BRASIL, 1970).

Como forma de proteção à integridade física trabalhador que manuseia explosivos e de prevenção de acidentes são utilizadas medidas de engenharia e proteção coletiva. Embora não exista proteção eficaz para o indivíduo em caso de detonação, o uso de alguns EPIs é recomendado para minimizar riscos paralelos, quando for o caso (AYRES; CORRÊA, 2017).

Sempre que for necessário manipular um produto químico é imprescindível consultar a sua Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) ou suas equivalentes: *Safety Data Sheet* (SDS), em inglês, e *Ficha de Datos de Seguridad* (FDS), em espanhol. Estes documentos são elaborados pelos fabricantes e devem apresentar todas as informações de segurança necessárias para o uso do produto químico de interesse. Na FDS da Azida de Chumbo, elaborada por um fabricante multinacional espanhol (ver ANEXO A – Ficha de Dados de Segurança da Azida de Chumbo), os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) indicados para o manuseio em condições normais são: óculos de segurança, roupas antiestáticas e calçados de segurança com sola semicondutora.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

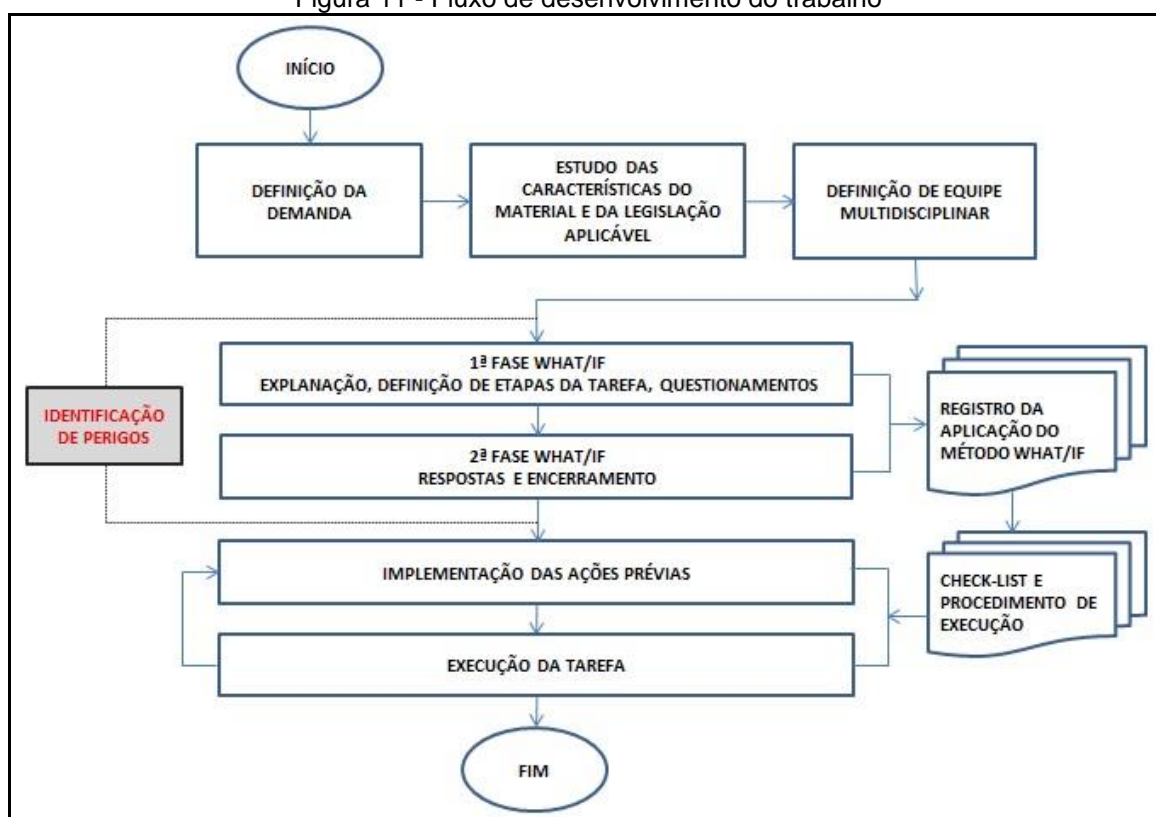
A empresa onde o presente trabalho foi desenvolvido é uma fabricante multinacional de explosivos civis e acessórios, de grande porte, presente em mais de 100 países. Opera no Brasil há mais de uma década prestando serviços de desmonte de rochas e comercializando uma vasta gama de produtos, a maioria fabricada em território nacional.

Conforme relatado anteriormente, o fator motivador deste trabalho foi uma das consequências de uma explosão na planta industrial de azida de chumbo, ocorrido em 2016. A esta época, a empresa contava com mais de 400 funcionários atuando no país, alocados em: fábrica, escritório, centros de distribuição, equipes de prestação de serviço. Destes, aproximadamente 200 funcionários ficavam alocados na área fabril. A fábrica contava com diversas plantas industriais onde eram fabricados: emulsão explosiva a granel e encartuchada, explosivo tipo ANFO, reforçador, estopim, estopim-espoletado, cordel detonante e detonadores não-elétricos e seus produtos intermediários: nitropenta, pólvora negra, tubo de choque, azida de chumbo, mistos de retardo e espoletas. A planta industrial de azida de chumbo, antes do acidente, operava com 2 funcionários e possuía capacidade produtiva de aproximadamente 4 kg por batelada. A azida de chumbo granulada é utilizada na produção de espoletas em quantidade aproximada de 200 mg por espoleta, e a azida de chumbo sem granulação é considerada fora dos padrões técnicos definidos pela empresa.

Este trabalho foi planejado e desenvolvido ao longo do ano de 2017 considerando todas as suas etapas: definição da demanda, análise das características do material e da legislação, análise de perigos e execução da destruição.

Para realizar a análise de perigos da atividade de destruição da azida de chumbo optou-se por utilizar a ferramenta de identificação de perigos *What / if*. Porém, antes de partir para a aplicação da técnica, foi necessário definir alguns parâmetros e etapas essenciais para o desenvolvimento do trabalho, de acordo com o fluxo mostrado na Figura 11:

Figura 11 - Fluxo de desenvolvimento do trabalho



Fonte: arquivo pessoal.

Inicialmente foi preciso definir a demanda, ou seja, definir o escopo da análise de perigos: situação problema, objetivo da análise e atividades a serem analisadas e realizadas.

Depois foi necessário levantar os fatores técnicos que poderiam influenciar na realização da atividade, neste caso: características do material explosivo a ser destruído e parâmetros técnicos e legais para a realização da atividade.

A aplicação da ferramenta *What / if* foi então iniciada pelo seu planejamento, definindo os integrantes necessários para formar uma equipe multidisciplinar relevante, levando em consideração as informações levantadas na definição da demanda.

A primeira fase da ferramenta *What / if* foi realizada de acordo com as diretrizes de aplicação: a atividade foi apresentada da forma mais detalhada possível para os participantes, e todas as eventuais dúvidas foram esclarecidas. A atividade então foi dividida em etapas a fim de facilitar a análise de perigos e foram registradas em relatório padrão utilizado pela empresa em questão. Então, foi

explicado aos participantes como seria aplicada a ferramenta de identificação de perigos e todas as regras do processo. Quando todo o processo foi entendido por todos, os participantes foram motivados a pensar em todo aspecto que poderia dar errado na execução da tarefa e assim apresentaram seus questionamentos iniciando pela frase “O que aconteceria se...?”. As etapas das atividades foram apresentadas uma a uma para que o processo não se tornasse caótico, esperando que os questionamentos se esgotassem antes de seguir para a próxima etapa. Todos os questionamentos foram registrados no relatório padrão.

A segunda fase, de respostas, só foi iniciada após todas as questões se encerrarem para a última etapa das atividades. Todas as questões colocadas foram respondidas e suas consequências apontadas e, deste modo, os fatores que realmente poderiam influenciar na realização segura da atividade foram identificados e registrados. Para cada perigo identificado foi indicada uma ação preventiva ou de contenção (barreira), visando eliminar as condições inseguras ou minimizar suas consequências. Todas as informações obtidas nesta fase foram registradas. Com base nos resultados da segunda fase um *check-list* de ações prévias e um procedimento operacional padrão foram elaborados para apoio à execução das atividades.

A atividade de destruição do material foi preparada através da implementação das ações prévias e quando finalmente todas as providências foram tomadas, a destruição foi realizada levando em consideração todas as ações preventivas e de contenção apontadas pelo estudo dos perigos do processo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DEFINIÇÃO DA DEMANDA

Após um acidente com explosão na planta de produção de azida de chumbo da empresa onde o trabalho foi desenvolvido, restaram aproximadamente 34 kg deste produto não granulado (não finalizado), divididos em 12 bandejas com aproximadamente 2,8 kg em cada. Devido à destruição total do equipamento de granulação no referido acidente, entre outros equipamentos, não foi possível finalizar este material e da forma que se encontrava estava fora dos padrões de qualidade da empresa para ser utilizado no processo de fabricação de espoletas. Portanto, diante da impossibilidade técnica de reaproveitamento deste produto, foi necessário encontrar uma forma de disposição segura: a destruição.

A manipulação e destruição de pequenas quantidades de resíduos de azida de chumbo são atividades realizadas de forma rotineira e controlada pela empresa. O que torna esta situação mais crítica do ponto de vista da segurança de processos e ocupacional é a quantidade envolvida. Para garantir que todas as decisões sobre o que fazer com este material fossem acertadas e principalmente seguras, a situação foi classificada como não rotineira, exigindo assim uma análise de perigos ou riscos antes de sua execução.

O objetivo de se empreender uma análise desta situação era realizar a identificação prévia de desvios e problemas que pudessem ocorrer durante a execução das atividades, que se dividem em: testes de sensibilidade, transporte, preparação da área de queima e, por fim, destruição. E, a partir da identificação destes perigos, levantar todas as ações necessárias para preveni-los ou mitiga-los para que todo o processo fosse realizado de forma segura.

O caráter não rotineiro da atividade, o objetivo da análise e a pouca disponibilidade de informações (por se tratar de uma atividade nunca realizada nas proporções desta demanda) são os fatores que direcionaram a escolha da metodologia de análise e da ferramenta de apoio. Foi definido que seria realizado um estudo de perigos e operabilidade através da ferramenta *What / if*. No entanto, não foi necessário utilizar métodos de valoração de riscos, pois todos os perigos

deveriam ser prevenidos ou minimizados e todas as ações deveriam ser tomadas, independente do nível de risco do perigo aos quais estavam relacionadas. As ações não necessitariam de critérios de priorização nesta atividade, por isso a análise foi essencialmente qualitativa.

## 4.2 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS E LEGISLAÇÃO

Escolhidos o método de análise e a ferramenta, foi então necessário verificar as características químicas da azida de chumbo não granulada, a fim de que as pessoas envolvidas no trabalho tivessem informações suficientes que garantissem sua segurança. As características levantadas estão detalhadas no Capítulo 2 deste trabalho, Revisão da Literatura, e as mais significativas para o desenvolvimento do trabalho estão resumidas na Figura 12:

Figura 12 - Quadro de características mais relevantes da azida de chumbo

Características	Parâmetros
Temperatura de decomposição	190 °C
Temperatura de ignição	327 - 360°C
Sensibilidade	Pode explodir por ação de: choque mecânico, atrito, descarga de energia estática e elétrica, fontes de ignição, temperatura maior ou igual à de ignição.
Dessensibilização	Adição de: óleo de rícino, parafina, cera, cerasina, cânfora.
Classificação	Explosivo primário

Fonte: arquivo pessoal.

De posse das informações técnicas sobre o material, foi necessário verificar o que a legislação brasileira permite, aconselha e/ou proíbe sobre destruição de explosivos. Para resíduos e restos de explosivos primários ou iniciadores, sem condições técnicas de reaproveitamento, em situação de deterioração que possa causar instabilidade, a legislação brasileira, através do

Regulamento R-105, permite a destruição por: detonação, combustão ou conversão química.

A empresa optou por realizar a destruição por combustão a céu aberto, por já dispor de área específica e de liberação legal para a execução deste tipo de atividade. A área é devidamente regularizada de acordo com requisitos do Exército Brasileiro. O pleno domínio da técnica de destruição de resíduos de explosivos por combustão também foi fator determinante para esta escolha. Os requisitos legais estão detalhados no Capítulo 2 deste trabalho, Revisão da Literatura.

#### 4.3 ANÁLISE DE PERIGOS

Para a realização da análise de perigos foi estruturada uma equipe multidisciplinar, convocando os seguintes profissionais: Engenheiro de Segurança do Trabalho; Engenheiro de Processos; Técnico de Segurança do Trabalho; Coordenador de Laboratório; Supervisor de Produção; Gerente de Materiais e Logística Interna; Auxiliar de Crematório; Analista de Qualidade, Meio Ambiente e Segurança Ocupacional (QSSMA). O Engenheiro de Segurança do Trabalho atuou como líder da análise por deter mais informações sobre processos de destruição de explosivos.

A primeira fase foi iniciada com uma reunião, quando a demanda problemática e os objetivos da análise de perigos foram explicitados. Foi apresentada uma visão geral de como o processo deveria ocorrer, explicando as atividades: testes de sensibilidade do material; preparação do crematório; transporte da azida de chumbo até o crematório; e destruição do material por combustão. Cada uma destas atividades foi subdividida em etapas para facilitar a análise de perigos (vide APÊNDICE A – Relatório de Identificação de Perigos *What / If*). Foram feitas visitas ao laboratório, onde seriam realizados os testes, e ao crematório, onde seria realizada a destruição, além de percorrer por completo os trajetos de transporte. Estas visitas tiveram por objetivo auxiliar cada participante na criação de uma representação mental do que aconteceria nos dias em que as atividades seriam realizadas. Para evitar exposição desnecessária a riscos, a situação do material foi mostrada através de fotos, como as mostradas na Figura 13. A azida de chumbo

não granulada estava passando por processo de dessensibilização por adição de óleo de rícino, conforme orientação de especialistas da matriz da empresa e de acordo com literatura técnica sobre o assunto.

Figura 13 - Armazenamento da azida de chumbo embebida em óleo de rícino



Fonte: arquivo pessoal.

Ainda no cumprimento da primeira fase da análise de perigos, ocorreu uma segunda reunião, na qual foi explicado o passo-a-passo da aplicação da ferramenta *What / if*, descrevendo suas regras e objetivos. Os participantes foram então encorajados a pensar em tudo que poderia dar errado para cada etapa das atividades e assim realizar seus questionamentos através de perguntas iniciadas por: “O que aconteceria se...?”. A participação foi considerada satisfatória tendo em vista que todos contribuíram com perguntas que refletiram representações mentais corretas sobre as etapas do processo, seus conhecimentos em suas áreas de atuação e relevantes às atividades, e sua preocupação com a segurança dos envolvidos.

A resposta a todos os questionamentos levantados foi dada na terceira reunião, para cada questão foram apontados todos os acontecimentos possíveis, sem considerar sua probabilidade de ocorrência, já que este parâmetro não seria avaliado. Foram também apontadas as consequências para estas ocorrências, o que foi imprescindível para a definição de ações preventivas e de contenção.

Para a definição das ações preventivas e de contenção foi necessário partir de algumas premissas e fazer algumas considerações (AYRES; CORRÊA, 2017):

- Qualquer atividade que envolva o manuseio de explosivos é uma atividade de alto risco. A possibilidade de ocorrência de acidente fatal é real, pois se trata de um perigo intrínseco da atividade. Por isso, é essencial avaliar previamente quais fatores podem causar um acidente e agir no sentido de evitar esta ocorrência;
- Não existem EPIs que promovam a plena proteção das pessoas em caso de acidentes com explosivos. A ocorrência de uma fatalidade ou de danos, ou até mesmo de nenhum dano, vai depender da magnitude do acidente e da proximidade das pessoas em relação à ocorrência. Desta forma, as ações são sempre voltadas para eliminar ou, ao menos, minimizar a exposição ao perigo e suas consequências, limitando inclusive o número de pessoas executando e/ou acompanhando as atividades;
- Qualquer atividade com explosivos só pode ser executada por pessoas capacitadas. Os testes de laboratório só podem ser realizados por profissionais com formação em química (técnicos e engenheiros) e para as atividades de destruição e/ou detonação é necessário ter registro como *Blaster* (profissional habilitado para realização de carregamentos e detonações).

A indicação de determinados EPIs foi feita com base no Programa de Proteção de Riscos Ambientais (PPRA) da empresa, seguindo os seguintes critérios (AYRES; CORRÊA, 2017):

- Proteção dos olhos: devem ser utilizados óculos convencionais que ofereçam proteção contra estilhaços;
- Proteção de membros superiores: devem ser utilizadas luvas de punho ou cano, conforme necessidades específicas da atividade a ser desenvolvida. Para atividades que envolvam agentes escoriantes, abrasivos, perfurantes e cortantes, como é o caso da atividade de preparação de destruição de explosivos, deve ser utilizada luva de vaqueta. Para atividades que envolvam o contato com a azida de chumbo embebida em óleo de rícino é recomendado utilizar luvas de látex de nitrila (luva nitrílica), pois esta luva apresenta proteção de nível muito bom em relação ao óleo de rícino que estará contaminado por chumbo.

- Proteção de membros inferiores: calçado condutivo ou dissipativo, que dissipa a energia estática acumulada no corpo do usuário, a fim de evitar a geração de centelhas que podem provocar a iniciação de explosivos. Para a eficácia deste calçado também é necessário que o piso do local da atividade seja dissipativo ou que seja realizada a descarga de energia estática em barramento adequadamente aterrado;
- Proteção auditiva: deve ser utilizado protetor que ofereça atenuação de ruídos de impacto (circum-auriculares ou de inserção), na atividade de teste de sensibilidade da azida de chumbo;
- Proteção respiratória: deve ser utilizada máscara PFF2 para atividades com presença de particulados, como é o caso da atividade de recolhimento de cinzas e resíduos;
- Vestimentas especiais: recomenda-se evitar roupas de tecido sintético que podem favorecer o acúmulo de energia estática. Deve ser utilizado uniforme cedido pela empresa que é confeccionado com fibras naturais.

Todas as perguntas, respostas, consequências, ações preventivas e de contenção foram registradas no relatório de Identificação de Perigos – Método *What / If* (vide APÊNDICE A). Este relatório serviu como base para a elaboração de um *Check-list* de Ações Prévia (vide APÊNDICE B) e de um procedimento operacional padrão para o processo<sup>1</sup>.

#### 4.4 IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES PRÉVIAS E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Para liberar a execução de cada atividade foi necessário implementar as ações prévias indicadas no *check-list*, dentro dos prazos corretos, conforme detalhado a seguir.

---

<sup>1</sup> Os documentos originais (relatório de análise de perigos, *check-list* de ações prévias e procedimento operacional padrão) não foram anexados neste trabalho devido à política de divulgação de documentos oficiais da empresa onde este trabalho foi desenvolvido. No entanto o conteúdo da análise de perigos e do *check-list*, apresentados na seção Apêndices, foi revisado por representante da empresa e liberado para ser reproduzido neste trabalho.

#### 4.4.1 Teste de sensibilidade

Antes da realização do teste de sensibilidade das amostras, foram realizadas as seguintes ações:

- As bandejas contendo azida de chumbo não granulada foram embebidas em óleo de rícino por 40 dias para promover a dessensibilização do material, como mostra a Figura 14. Também foi derramado óleo de rícino no chão da sala de armazenamento a fim de dessensibilizar qualquer resíduo que pudesse estar presente no chão.

Figura 14 - Adição de óleo de rícino à azida de chumbo não granulada



Fonte: arquivo pessoal.

- Foi verificada a situação da manutenção do veículo que seria utilizado para o transporte das amostras, assim como a manutenção do equipamento de teste de sensibilidade e as condições de limpeza do caminho da sala de armazenamento até o estacionamento, a fim de minimizar a possibilidade de ocorrência de acidentes.

Assim, a execução do teste de sensibilidade foi liberada e, no dia anterior ao primeiro dia de destruição, foi realizado o teste da azida de chumbo não granulada embebida em óleo de rícino.

Para retirada de amostras das bandejas, antes de entrar na sala de armazenamento, foi feito o processo de descarga de energia estática em barramento, ilustrado na Figura 15. Os EPIs indicados para entrar no local de armazenamento de azida de chumbo são: óculos de proteção, calçado com sola dissipativa, uniforme de fibras naturais e luvas nitrílicas para manuseio do produto.

Figura 15 – Funcionário realizando descarga de energia estática em barramento



Fonte: arquivo pessoal.

Foi retirada uma amostra de cada bandeja, com o auxílio de um pedaço de casca de bambu, por ser um material isolante e que minimiza o atrito, em quantidade suficiente para realizar duas vezes o teste de sensibilidade para cada amostra. As amostras foram acondicionadas em pequenos potes de borracha dissipativa, devidamente identificados. A Figura 16 mostra a quantidade suficiente para a realização de um teste.

Figura 16 - Amostra de azida de chumbo para realização de teste de sensibilidade



Fonte: arquivo pessoal.

Os potes foram acomodados em uma caixa de transporte de madeira de alça longa para transporte até o laboratório, como ilustra a Figura 17. As alças longas mantêm o material mais perto do chão e, em caso de queda da caixa, minimiza o impacto sofrido pelo material.

Figura 17 - Caixa de transporte de amostras



Fonte: arquivo pessoal.

As amostras foram transportadas a pé até a entrada da planta de produção da azida, onde o veículo de transporte estava estacionado. O veículo de

transporte é dotado de uma caixa de estrutura de aço em sua carroceria, chamada de caixa solidária. Esta caixa é apropriada para transporte de produtos explosivos, pois, no caso de uma detonação as consequências são minimizadas por sua estrutura. As amostras foram então colocadas na caixa solidária e levadas ao laboratório. No laboratório, as amostras foram colocadas uma a uma no equipamento para teste de sensibilidade. A Figura 18 mostra o equipamento utilizado.

Figura 18 - Equipamento para teste de sensibilidade



Fonte: arquivo pessoal.

O teste consiste em ajustar o martelo de impacto, travando-o na altura desejada, e colocar uma pequena quantidade de material explosivo dessensibilizado na parte inferior do equipamento, sob o martelo de impacto, conforme mostra a Figura 19. O operador deve então se dirigir até o outro lado da parede, onde estará seguro e acionará uma alavanca que soltará o martelo. Se a amostra detonar, um estalo bem característico será ouvido, o que significa que o material ainda não está totalmente dessensibilizado ao impacto. O mesmo teste também pode ser feito adicionando um pouco de areia polvilhada em cima da amostra, se ocorrer

detonação nestas condições significa que o material não está completamente dessensibilizado ao atrito.

Figura 19 - Posicionamento da amostra



Fonte: arquivo pessoal.

Para cada bandeja foram testadas duas amostras: uma com areia e outra sem areia. O teste foi realizado com o martelo de impacto ajustado a 3 alturas diferentes: 798mm, 598mm e 148mm. Nenhuma das 24 amostras testadas detonou. Nestas mesmas condições, azida de chumbo granulada e seca sempre detona.

Os EPIs indicados para esta atividade são: óculos de proteção, calçado com sola dissipativa, luva nitrílica, uniforme de fibras naturais e protetor auricular.

Todo o processo de teste de sensibilidade ocorreu conforme o planejado, sem ocorrência de detonações e principalmente de acidentes.

#### **4.4.2 Preparação do crematório**

Como ações prévias à atividade de preparação do crematório:

- Foram verificadas as condições do solo do crematório não sendo observada nenhuma condição adversa à realização de atividades de combustão;
- As condições meteorológicas foram checadas antes da montagem das camas de queima: dia ensolarado com poucas nuvens e com ventos amenos.

Deste modo, a preparação das plataformas de combustão foi liberada.

O crematório da empresa dispõe de 3 plataformas para queima, então foi possível preparar 3 camas de queima por vez, o que permitiria realizar a queima de 3 bandejas por dia. A montagem das camas de queima sobre plataformas foi feita no dia anterior aos dias de destruição, com carvão, pallets de madeira, papelão, papel e pólvora. As camadas são formadas intercalando os materiais, com altura de 2 pallets, como mostra a Figura 20.

Figura 20 - Cama de queima



Fonte: arquivo pessoal.

A montagem das camas somente foi feita após a retirada de resíduos de queimas anteriores e após intervalo mínimo de 24 horas, conforme determina a legislação brasileira.

Nesta atividade de montagem de camas o operador (auxiliar de crematório) precisa utilizar como EPI's: uniforme de mangas compridas, calçado de borracha dissipativa, óculos de proteção e luvas de vaqueta. Na atividade de

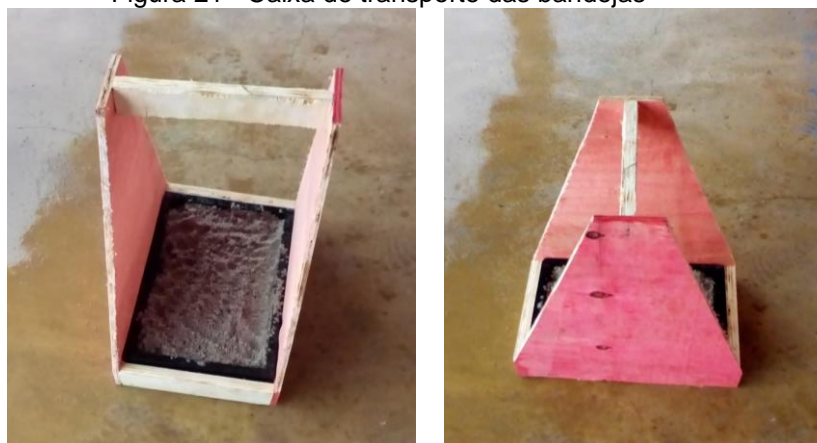
recolhimento de cinzas e resíduos de queima anterior é necessário utilizar proteção respiratória PFF2.

#### 4.4.3 Transporte das bandejas para o crematório

Para a realização do transporte e da destruição da azida de chumbo, as seguintes ações prévias foram executadas:

- Confeccionada caixa de transporte, em madeira, considerando as dimensões da bandeja. A caixa foi projetada com alça fixa, para evitar balanços, e longa, para ficar mais próxima do chão minimizando choque mecânico em caso de queda, conforme Figura 21;

Figura 21 - Caixa de transporte das bandejas



Fonte: arquivo pessoal.

- A resistência mecânica das caixas de transporte foi testada para até 8 kg de carga a fim de verificar a possibilidade de ocorrer uma quebra durante transporte. Conforme já relatado, as bandejas continham aproximadamente 2,8 kg de azida de chumbo, porém as caixas precisariam suportar um peso extra por causa da adição do óleo de rícino. Todas as caixas resistiram à carga de 8 kg;
- Adaptado um gabarito na caixa solidária do veículo de transporte, para evitar que a caixa de transporte se movimentasse durante o transporte. Embora apenas uma caixa fosse transportada por vez, foram colocados dois gabaritos

para o caso de um deles sofrer avaria durante o processo, ilustrado pela Figura 28. Realizada também a limpeza e lubrificação do trinco e dobradiças da caixa solidária;

Figura 22 - Adaptação de gabarito na caixa solidária

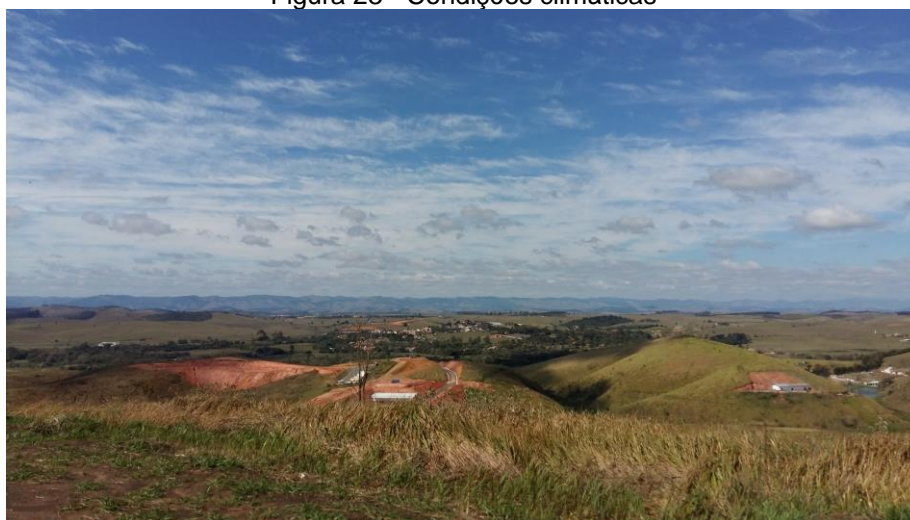


Fonte: arquivo pessoal.

- Foi verificado que a manutenção dos veículos que seriam utilizados estava em dia, uma caminhonete dotada de caixa solidária para transporte e outra caminhonete para atuar como apoio;
- As equipes de portaria e de brigada de incêndio foram informadas de como as atividades aconteceriam e sobre como poderiam auxiliar no processo. A equipe de portaria deve atuar bloqueando ou liberando o tráfego e acionando a sirene de aviso assim que fosse solicitado pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho. A equipe de brigada de incêndio deve ficar de sobreaviso para o caso de ocorrência de incêndios. O processo também foi explicado a todos os funcionários da fábrica para que tivessem ciência dos alertas que seriam emitidos;
- Foi realizado um simulado do processo, utilizando material inerte (areia) no lugar da azida, para verificar se haveria mais algum ajuste necessário no processo ou na análise de perigos. Nenhuma necessidade de modificação relevante foi observada. O simulado contou com todas as pessoas que estariam envolvidas no dia: Engenheiro de Segurança do Trabalho, Técnico de Segurança do Trabalho, Coordenador de Laboratório, Auxiliar de Crematório, Analista de QSSMA, Porteiros e Brigada de Incêndio;

- Nos dias da realização das atividades, as condições meteorológicas foram verificadas logo no início do dia: dia ensolarado com algumas nuvens, como mostra a Figura 23, sem previsão de chuvas, com vento ameno direcionado para a área de mata, conforme mostra a Figura 24, em todos os dias de trabalho;

Figura 23 - Condições climáticas



Fonte: arquivo pessoal

Figura 24 - Direção do vento



Fonte: arquivo pessoal.

- Foi verificada a possível presença de obstruções e obstáculos (pedras soltas, buracos, obstáculos, lama, barro, etc.) e as condições de limpeza do caminho entre o estacionamento da planta de azida de chumbo e o crematório. Tudo

que foi encontrado no caminho foi retirado, consertado ou sinalizado para que fosse eliminada a necessidade de manobras bruscas com o veículo de transporte e minimizados os solavancos e balanços na carga de azida de chumbo;

- A primeira sirene de aviso foi acionada e a área industrial da fábrica foi devidamente evacuada.

As atividades de transporte e destruição estavam então liberadas.

O operador responsável pelo transporte das caixas, entrou na sala de armazenamento, realizando antes o procedimento de descarga de energia estática. Tomando cuidado com o chão encharcado de óleo, apoiou a caixa de transporte no chão, segurou firmemente a bandeja e a colocou dentro da caixa, conforme mostra a Figura 25. Cabe ressaltar que, por medidas de segurança, o chão da sala de armazenamento foi mantido encharcado com óleo de rícino para evitar o perigo de iniciar uma detonação, a partir do atrito sofrido por algum resíduo de azida de chumbo que porventura estivesse presente no chão.

Figura 25 - Colocação das bandejas nas caixas de transporte



Fonte: arquivo pessoal.

A Figura 26 mostra como a caixa foi transportada por todo o trajeto da sala de armazenamento até o veículo de transporte que estava estacionado na entrada da planta produtiva. Este pequeno trajeto, que totaliza aproximadamente 200 metros, era um ponto crítico do processo, principalmente por causa de uma escadaria na entrada da planta. O operador realizou todo o trajeto com muita

concentração e calma, evitando movimentação desnecessária da caixa e cuidando para não esbarrar em nada.

Figura 26 – Trajeto de transporte da caixa até o veículo



Fonte: arquivo pessoal.

O veículo estava estacionado, com o motor desligado, de ré para a escada, com a porta da caixa solidária aberta, minimizando a movimentação da caixa de transporte e o tempo de exposição do operador ao perigo. Foi posicionado um pano umedecido com óleo de rícino sobre o gabarito, caso acontecesse de algum resíduo cair da caixa o pano auxiliaria no seu recolhimento, conforme mostra a Figura 27.

Figura 27 - Veículo de transporte aguardando a chegada da caixa



Fonte: arquivo pessoal.

Quando o operador chegou com a caixa, esta foi encaixada no gabarito sobre o pano, sempre tomando extremo cuidado para evitar choques. A porta da caixa solidária foi travada para iniciar o transporte até o crematório. A Figura 28 mostra este processo.

Figura 28 - Acomodação da caixa de transporte na caixa solidária



Fonte: arquivo pessoal.

O operador então entrou no veículo de transporte e a equipe de apoio entrou no veículo de apoio, a equipe de portaria da área produtiva foi informada sobre o início do transporte. O transporte foi realizado por um trajeto de aproximadamente 3,5 km, em velocidade sempre abaixo de 20 km/h e evitando solavancos que pudessem deslocar a caixa de transporte de azida de chumbo e provocar a sua queda. O veículo de apoio acompanhou durante todo o trajeto, a alguns metros atrás do veículo de transporte, por medida de segurança. A cada dia de destruição 3 caixas foram transportadas uma a uma até o crematório. Todo o processo de transporte (sala de armazenamento – veículo – crematório) foi realizado com sucesso em todos os dias, sem nenhuma ocorrência fora do que foi planejado.

A Figura 29 mostra um trecho do trajeto que foi percorrido durante o transporte das caixas e ilustra a complexidade do processo.

Figura 29 - Trecho do trajeto até o crematório



Fonte: arquivo pessoal.

Chegando ao crematório, o veículo foi estacionado ao lado da plataforma de queima. Com cuidado e calma a caixa solidária foi aberta e a caixa de transporte foi retirada. A caixa com azida foi então posicionada sobre a cama de queima, cuidando para que estivesse em posição estável. A Figura 30 mostra o posicionamento da caixa com azida de chumbo sobre a cama de queima.

Figura 30 - Posicionamento da caixa na cama de queima



Fonte: arquivo pessoal.

O veículo de transporte então voltou à planta industrial de azida de chumbo para buscar mais uma caixa. Ao término do transporte e posicionamento de 3 caixas nas 3 camas de queima disponíveis (1 em cada plataforma), a atividade de

destruição propriamente dita pode ser iniciada. O posicionamento das caixas foi realizado sem nenhuma ocorrência diversa do planejado. As camas montadas com as caixas posicionadas são mostradas na Figura 31:

Figura 31 - Camas de queima montadas com a caixa de azida de chumbo



Fonte: arquivo pessoal.

#### 4.4.4 Destruição da azida de chumbo

Com as camas de queima devidamente montadas deu-se início à montagem das linhas de iniciação. Para isso foi colocado um pedaço de papelão em frente à base de cada cama e em cima do papelão foi colocado aproximadamente 300 g de pólvora. A pólvora auxilia na geração de energia suficiente para iniciar a rapidamente a combustão de todo o material e evitar falhas. Para garantir que a combustão seria iniciada mesmo se ocorresse falha no estopim, a linha de estopim foi feita em redundância: 2 estopins, de 3 metros cada, foram unidos e uma das extremidades foi colocada em contato com a pólvora no papelão. Com o auxílio da colocação de um tijolo em cima do estopim, a ponta do estopim foi fixada no local para evitar sua movimentação, o que poderia provocar a falha da iniciação e combustão de uma das camas. Uma falha de combustão de uma das camas exigiria que o processo fosse repetido no dia seguinte para a cama falhada, expondo o

operador a perigos extras e gerando atrasos no processo. A Figura 32 mostra a disposição do estopim em relação à cama de queima e ao papelão de iniciação.

Figura 32 - Posicionamento da linha de estopim



Fonte: arquivo pessoal.

A linha de estopins foi esticada e fixada com o auxílio de tijolos, conforme é mostrado na Figura 33, e o mesmo processo foi realizado para as demais camas.

Figura 33 - Linha de estopim fixada



Fonte: arquivo pessoal.

Com as linhas de iniciação das 3 camas montadas e fixadas, os veículos foram retirados da área de queima e estacionados, com motores ligados, na área de

entrada do crematório direcionados em sentido à saída, como medida de segurança. Três operadores se posicionaram junto ao início das linhas. Cada operador portava um maçarico culinário em mãos, que seria utilizado para iniciar o estopim, e mais um maçarico foi colocado próximo, para o caso de eventuais falhas. A equipe da portaria foi informada pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho, via rádio, sobre o início do processo de combustão e a sirene de aviso foi acionada para que todos da empresa fossem alertados. Utilizando o maçarico culinário o estopim foi iniciado. A Figura 34 mostra o momento em que os operadores estão preparando a linha de estopim para iniciar a sua combustão e no detalhe a linha amarela mostra uma leve fumaça que é liberada durante a combustão do estopim, indicando que foi corretamente iniciado.

Figura 34 - Combustão da linha de estopim



Fonte: arquivo pessoal.

Logo após o estopim ser iniciado, os operadores evacuaram a área com agilidade, porém de forma calma a fim de evitar acidentes. O estopim utilizado tem especificação de velocidade de combustão entre 125 e 150 segundos por metro, portanto, na hipótese mais crítica, os operadores teriam pouco mais de 6 minutos para percorrer uma distância de cerca de 100 metros até a saída da área de queima, onde poderiam se abrigar em local seguro, atrás do talude que limita a área.

Os operadores aguardaram em local seguro, protegidos pelos taludes na entrada da área de queima, de onde é possível enxergar com auxílio de binóculos a primeira plataforma. Esta posição foi mantida até a verificação do início da combustão da azida de chumbo, procedimento necessário para garantir que a queima iniciou.

Inicialmente, após o tempo de queima do estopim, foi possível observar a liberação de fumaça branca, o que indica que a pólvora que foi colocada no papelão na base da cama entrou em combustão. Na Figura 35 é possível observar a liberação da fumaça da pólvora em 3 posições diferentes, correspondendo às posições de cada plataforma. Assim foi possível saber que a iniciação da cama ocorreu com sucesso.

Figura 35 - Combustão da pólvora de iniciação



Fonte: arquivo pessoal.

Pouco tempo após a dissipação desta fumaça da pólvora, ocorreu a liberação de uma segunda fumaça, mais encorpada e com coloração levemente amarelada devido à liberação de gases nitrosos, indicando que o fogo atingiu a azida de chumbo. A Figura 36 mostra o início da liberação desta fumaça e no detalhe é possível ver as labaredas de fogo formadas quando a azida de chumbo é atingida.

Figura 36 - Combustão da azida de chumbo



Fonte: arquivo pessoal.

Após verificar que o fogo finalmente atingiu a azida de chumbo, os operadores deixaram a região do crematório, por medida de segurança. Só após 24 horas do início da combustão foi permitido acessar o local novamente, para verificar o resultado da combustão. De pontos mais distantes foi possível observar a continuidade da queima, como mostra a Figura 37.

Figura 37 - Observação da continuidade da queima



Fonte: arquivo pessoal.

Conforme determina a legislação a queima tem que ser verificada depois de 30 minutos de seu início, o que foi feito à distância. Após 24 horas o auxiliar de crematório retornou à área de queima para realizar o recolhimento das cinzas e preparar a próxima queima. O material foi completamente destruído e suas cinzas foram acondicionadas para posterior tratamento e disposição. A Figura 38 mostra o operador realizando o recolhimento das cinzas e resíduos da linha de iniciação.

Figura 38 - Recolhimento de cinzas e resíduos



Fonte: arquivo pessoal.

Os EPIs indicados para a atividade de combustão são: óculos de proteção e calçados com sola de borracha dissipativa. Para a atividade de recolhimento das cinzas são indicados: uniforme de mangas compridas, calçado com sola de borracha dissipativa, óculos de proteção, luvas de vaqueta e proteção respiratória PFF2.

Todo o processo de combustão das 12 bandejas de azida de chumbo ocorreu dentro do planejado. Foi possível implementar todas as ações indicadas na análise de perigos sem relatos de dificuldades ou de necessidade de alterações de última hora. Não foi ouvida nenhuma detonação e não houve nenhuma ocorrência imprevista, evidenciando o sucesso da operação. Toda a atividade desde o início do transporte até o início da combustão da azida de chumbo foi realizada em aproximadamente 3 horas. A destruição dos 34 kg de azida de chumbo não granulada foi realizada em 9 dias no total.

#### 4.4.5 Considerações finais

Ficou assim demonstrado que foi possível aplicar a metodologia de identificação de perigos e operabilidade, utilizando a ferramenta *What / if*, ao conjunto de atividades relacionadas à destruição de azida de chumbo não granulada, a qual se mostrou adequada para identificação de perigos em atividades não rotineiras e de alta periculosidade.

Alguns pontos de dificuldade relacionados com aspectos da legislação brasileira foram observados na elaboração deste trabalho. Faltam definições

importantes no texto da lei que prejudicam o entendimento da aplicação desta, como por exemplo, a falta de parâmetros claros para a classificação de explosivos. A dispersão das informações também representa um problema, pois é necessária consulta de diversos dispositivos legais para o entendimento de um só assunto.

As definições e conceitos relacionados ao universo da gestão de riscos constituem outra questão importante de ser ressaltada. Foi possível verificar que a falta de padronização na tradução de termos originais em inglês provoca alguma confusão no pleno entendimento do assunto.

Por fim, este trabalho serviu para compilar informações sobre dois assuntos que se relacionam intimamente: manuseio de explosivos e gestão de riscos. Espera-se, portanto, que este trabalho tenha contribuído para a compreensão e harmonização de definições e conceitos tão essenciais a estes assuntos.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por meio deste trabalho demonstram que a análise de perigos em atividade de destruição de azida de chumbo não granulada foi realizada com sucesso. A análise de perigos utilizando a ferramenta *What / if* foi eficaz em seu propósito permitindo a identificação dos possíveis desvios, perigos e consequências envolvidos nas atividades estudadas. A aplicação do método promoveu a coleta de informações corretas para a definição de um plano de ações, que foi implementado em sua totalidade e, considerando que não foi observado qualquer desvio, incidente ou acidente durante a execução das atividades, possibilitou o correto gerenciamento dos perigos.

Portanto, é possível concluir que todos os objetivos deste trabalho foram alcançados: demonstrar a aplicabilidade da metodologia de identificação de perigos e operabilidade, utilizando a ferramenta *What / if*, e gerenciar os perigos da atividade de destruição de azida de chumbo não granulada.

## REFERÊNCIAS

AKHAVAN, Jacqueline. **The Chemistry of Explosives**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry RSC Publishing, 2011. 3<sup>rd</sup> ed. 193p.

ALMEIDA, Amilton dos Santos. **Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis**. São Paulo: Epusp, 1988. cap. 3, p 13-78. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) Escola Politécnica da USP.

ARAGÃO, Ranvier Feitosa. **Incêndios e Explosivos**: uma introdução à Engenharia Forense. Campinas, Millennium Editora, 2010. 473p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000: Gestão de riscos** - Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro, 2009.

AYRES, Dennis de Oliveira; CORRÊA, José Aldo Peixoto. **Manual de Prevenção de Acidentes do Trabalho**. São Paulo: Atlas, 2017. 3<sup>a</sup> ed. 263p.

BRASIL. Estado Maior do Exército - EME. Aprova o Manual Técnico T 9-1903 Armazenamento, Conservação, Transporte e Distribuição de Munições, Explosivos e Artifícios. Portaria nº 107, de 20 de outubro de 1970. **Diário Oficial da União**, 20/10/1970.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, NR-19 Explosivos. Portaria n. 3.214 de 8 de junho de 1978. **Diário Oficial da União**, 06/07/1978. Número 127, Seção I, Parte I, p. 10.423. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em 27 jan. 2018.

BRASIL. Decreto nº 3.665, de 20 de novembro de 2000. Dá nova redação ao Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105). **Diário Oficial da União**, 21/11/2000. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://www.dfpc.eb.mil.br>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes**: Uma Abordagem Holística. Segurança Integrada à Missão Organizacional com Produtividade, Qualidade, Preservação Ambiental e Desenvolvimento de Pessoas. São Paulo: Atlas, 2008. 254p.

DUARTE, Moacyr. **Riscos Industriais**: Etapas para a Investigação e a Prevenção de Acidentes. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002. p. 27-72. 340p.

DU PONT. **Manual para o Uso de Explosivos**. São Paulo: DuPont, 1969. p. 99-144. 659p.

FORDHAM, Stanley. **High Explosives and Propellants**. New York: Pergamon Press, 1980. 2<sup>nd</sup> ed. 207p.

GALANTE, Erick Braga F. et al. Life Cycle Inventory for Lead Azide Manufacture. **Journal of Aerospace Technology and Management**. São José dos Campos, v. 6, nº 1, p. 53-60, Jan.-Mar. 2014. Disponível em: <<http://www.jatm.com.br>>. Acesso em 24 jan. 2018.

HARMS-RINGDAHL, Lars. Relationships between accident investigations, risks analysis and safety management. **Journal of Hazardous Materials**. v. 111, p. 13-19, 26 jul. 2004. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org>>. Acesso em 24 jan. 2018.

KAERCHER, Adi Regina; LUZ, Daniel Fonseca da. **Gerenciamento de Riscos: do Ponto de Vista da Gestão da Produção**. Rio de Janeiro: Interscience, 2017. 172p.

KING, Ralph William. **Safety in the Process Industries**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1990. 762p.

PATNAIK, Pradyot. **A Comprehensive Guide to the Hazardous Properties of Chemical Substances**. Hoboken: Wiley-Interscience, 2007. 3<sup>rd</sup> ed. p. 613-621. 1059p.

STEN'GACH, V. V.. **Sensitivity of Lead Azide to Electric Spark**. Charlottesville: Army Foreign Science and Technology Center. Agosto, 1974. (Relatório AD/A – 000 197 Distribuído por National Technical Information Service – NTIS). Disponível em: <<http://www.dtic.mil/dtic/>>. Acesso em 10 fev. 2018.

UNIÓN ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS. **Manual de empleo de explosivos**. Madrid, UEE, 2002. 233p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Apostila: eST-701 Gerência de Riscos. São Paulo: Epusp/PECE, 2017. Apostila para disciplina do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. 244p.

URBANSKI, Tadeusz. **Chemistry and Technology of Explosives**. Warsaw: Polish Scientific Publishers PWN, 1967. Vol. III, p. 129-200, 717p.

THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION – BSI. **BS OHSAS 18001**: Occupational health and safety management systems – specification. London, 2007.

## APÊNDICE A – RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS – WHAT / IF

<b>NÚMERO DE CONTROLE:</b> 1/4		<b>LÍDER:</b> Engenheiro de Segurança do Trabalho	
<b>PROCESSO PRODUTIVO:</b> Azida de Chumbo		<b>EQUIPE:</b> Engenheiro de Processos; Técnico de Segurança do Trabalho; Coordenador de Laboratório; Supervisor de Produção; Gerente de Materiais e Logística Interna; Auxiliar de Crematório; Analista de Qualidade, Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.	
<b>OBJETIVO DESTA ANÁLISE:</b> Identificar previamente os perigos associados à atividade não rotineira de destruição de cerca de 30 kg de Azida de Chumbo não granulada embebida em óleo de mamona (rícino). Elaborar plano de ações preventivas e ações de contenção a fim de assegurar que a atividade seja realizada de maneira segura.			
<b>ATIVIDADE:</b> Realização de testes na azida de chumbo embebida em óleo de rícino para verificar as condições de sensibilidade do material.			
DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Adentrar na sala de armazenamento para retirada de amostras.	Entrar na estufa sem EPIs adequados?	Pode ocorrer uma iniciação do material através da descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação. Pode haver contaminação por absorção de chumbo pela pele e olhos.	Utilizar os EPIs indicados: calçado de segurança com sola dissipativa; uniforme de produção feito com fibras naturais; óculos de proteção, luvas nitrílicas. Não tocar os olhos e a boca. Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.
	Entrar na estufa sem descarregar a energia estática?	Pode ocorrer uma iniciação do material através da descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Descarregar a energia estática através da barra dissipativa antes de entrar no prédio. Evitar movimentos repetitivos e arrastar os pés no chão. Utilizar os EPIs indicados: calçado de segurança com sola dissipativa; uniforme de produção feito com fibras naturais; óculos de proteção, luvas nitrílicas. Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.
	Tiver resíduos de azida de chumbo no chão?	Pode ocorrer uma iniciação do material através de atrito do material com o chão ou através descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Verificar antes de entrar no recinto se na sola do calçado tem alguma pedra presa. Descarregar a energia estática através da barra dissipativa antes de entrar no prédio. Evitar movimentos bruscos, repetitivos ou arrastar os pés no chão. Manter o chão molhado com óleo de rícino. Utilizar os EPIs indicados: calçado de segurança com sola dissipativa; uniforme de produção feito com fibras naturais; óculos de proteção, luvas nitrílicas. Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.
	O operador escorregar e cair por causa do óleo derramado no chão?	Pode ocorrer lesão do funcionário, tanto lesão leve quanto grave.	Estar atento e realizar movimentos calmos. Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração. Não apoiar as mãos na bancada onde estão as bandejas para não correr o risco de puxá-las por instinto em caso de queda.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Coletar uma amostra de cada uma das 12 bandejas.	A azida de chumbo não estiver bem encharcada com óleo de ricino?	Pode ocorrer uma iniciação do material através de atrito do material com o instrumento de coleta ou através descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	<p>A adição de óleo de ricino deve ser realizada todos os dias, durante 40 dias, para garantir que ocorra a completa saturação do material com óleo. Antes desse prazo o material não deve ser manipulado de forma alguma. Se o material apresentar regiões ressecadas não manipular e suspender o processo até que o material aparente estar bem encharcado.</p> <p>Verificar antes de entrar no recinto se na sola do calçado tem alguma pedra presa.</p> <p>Descarregar a energia estática através da barra dissipativa antes de entrar no prédio.</p> <p>Evitar movimentos bruscos, repetitivos ou arrastar os pés no chão.</p> <p>Manter o chão molhado com óleo de ricino.</p> <p>Utilizar os EPIs indicados: calçado de segurança com sola dissipativa; uniforme de produção feito com fibras naturais; óculos de proteção, luvas nitrílicas.</p> <p>Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.</p>
	Tocar acidentalmente na azida de chumbo?	Pode haver contaminação por absorção de chumbo pela pele e olhos.	Utilizar os EPIs indicados: calçado de segurança com sola dissipativa; uniforme de produção feito com fibras naturais; óculos de proteção, luvas nitrílicas. Não tocar os olhos ou a boca.
	O instrumento de coleta e de acondicionamento da amostra não for apropriado?	Pode ocorrer uma iniciação do material através de atrito do material com o instrumento de coleta ou através descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	<p>Coletar a amostra da bandeja com instrumento de material isolante (por exemplo casca de bambu).</p> <p>Acondicionar as amostras em potes de borracha condutiva devidamente identificados para evitar de misturar as amostras.</p> <p>Realizar a coleta de maneira calma e atenta, evitando realizar movimentos bruscos na retirada do material. Cuidar para que nenhum material caia sobre o piso ou bancada.</p>
	A amostrar cair no chão?	Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	<p>Somente manipular o material após os 40 dias e somente se sua aparência não demonstrar ressecamento. Manter no local um pano umedecido com óleo de ricino para recolher o resíduo.</p> <p>Realizar a coleta de maneira calma e atenta, evitando realizar movimentos bruscos na retirada do material. Cuidar para que nenhum material caia sobre o piso ou bancada.</p>
	Uma bandeja cair no chão?	Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	<p>Realizar a coleta da amostra de maneira calma e atenta, evitando realizar movimentos bruscos na retirada do material e causando a queda da bandeja.</p> <p>Estar bem apoiado sobre os dois pés.</p> <p>Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração.</p> <p>Não apoiar as mãos na bancada onde estão as bandejas para não correr o risco de puxá-las por instinto em caso de queda.</p>

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Transportar a amostra até o laboratório (sair da estufa, descer escadaria, acomodar amostra no veículo, descer do veículo, entrar no laboratório).	O responsável por carregar as amostras escorregar, tropeçar ou pisar em falso na escada? O responsável deixar a amostra cair?	<p>Pode ocorrer lesão do funcionário, tanto lesão leve quanto grave.</p> <p>Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e acondicionado de maneira correta. Porém, quanto menor a quantidade carregada menor a proporção da detonação, atingindo apenas partes do corpo que estiverem mais próximas.</p>	<p>Acondicionar as amostras em potes de borracha condutiva.</p> <p>Colocar os potes dentro de caixa de madeira com alça longa apropriada para o transporte de amostras de explosivos primários. A alça deve ser comprida o suficiente para manter o material mais próximo do chão o possível e mais longe do corpo. Deve ser carregada apenas a quantidade de potes que a caixa puder acomodar de forma correta.</p> <p>Garantir, antes de iniciar o transporte, que o caminho esteja livre de obstruções e limpo.</p> <p>Realizar atividade com atenção e calma. Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração.</p> <p>Segurar com uma das mãos o corrimão da escada.</p> <p>Interditar os acessos e garantir que não haja pessoas transitando na área durante a retirada e transporte de amostras.</p>
	O veículo pegar fogo? A amostra detonar?	<p>Pode ocorrer uma iniciação do material por alta temperatura se este não estiver totalmente dessensibilizado e acondicionado de maneira correta. Porém, quanto menor a quantidade carregada menor a proporção da detonação, atingindo apenas o que estiver mais próximo. Lembrando que não se deve combater incêndios em explosivos.</p>	<p>Verificar com o departamento de frotas, antes de iniciar o processo, se a manutenção preventiva do veículo a ser utilizado está em dia. Utilizar apenas veículos com manutenção em dia.</p> <p>Transportar o material apenas em veículo apropriado (caminhonete dotada de caixa solidária na carroceria). A caixa solidária é projetada para minimizar as consequências de uma detonação.</p> <p>Se o veículo pegar fogo, sair imediatamente de perto e se manter a uma distância segura (pontos de encontro da empresa). Avisar imediatamente por rádio a equipe de segurança do trabalho sobre a ocorrência para que a brigada de incêndio seja acionada.</p>

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Executar teste de sensibilidade (equipamento martelo) no laboratório para garantir que o material não detonará.	A amostra detonar?	<p>O teste é feito à distância e o técnico fica protegido por uma parede. A quantidade da amostra não oferece perigo em caso de detonação no equipamento de teste. Porém, a detonação da amostra indica que o material não está bem dessensibilizado.</p> <p>A exposição contínua a ruídos de impacto podem provocar perda auditiva.</p>	<p>Descarregar a energia estática corporal ao entrar no laboratório através da barra dissipativa.</p> <p>Utilizar os EPIs indicados na execução da atividade: bota dissipativa, óculos de proteção, protetor auricular tipo plug.</p> <p>O procedimento para execução do teste deve ser seguido, como em qualquer teste de sensibilidade que já é realizado rotineiramente na empresa.</p> <p>Somente pessoas capacitadas podem realizar o teste. Consultar matriz de responsabilidades no procedimento em caso de dúvidas.</p> <p>O técnico deve se manter no local correto e protegido.</p> <p>Se a amostra detonar em teste, todo o processo deve ser suspenso. A bandeja identificada com o mesmo número da amostra deve passar por novo processo de adição de óleo de ricino por mais uma semana. Novos testes devem ser feitos.</p>
	O equipamento falhar e soltar o peso antes do momento certo? No momento de colocar a amostra no local do teste, por exemplo.	<p>Pode ocorrer o esmagamento de membros superiores e inferiores, gerando lesões leves a graves.</p> <p>Pode haver contaminação por chumbo pela pele e pelas lesões.</p>	<p>Verificar com departamento de manutenção, antes de iniciar o processo, se o dispositivo passou por manutenção preventiva conforme planejado.</p> <p>Garantir que pessoas não autorizadas e não capacitadas estejam no local e acionem o dispositivo acidentalmente.</p> <p>Utilizar os EPIs indicados na execução da atividade. Em caso de dúvidas consultar na matriz de EPIs do procedimento.</p> <p>Realizar a atividade com atenção.</p>
	O equipamento travar e não cair com a força correta?	O material pode não ser detonado mesmo se não estiver completamente dessensibilizado.	<p>Verificar com departamento de manutenção, antes de iniciar o processo, se o dispositivo passou por manutenção preventiva conforme planejado.</p> <p>Realizar teste em duplicidade para cada amostra.</p>
<p><b>OBSERVAÇÕES:</b> Testes de sensibilidade são realizados normalmente para explosivos primários como atividade rotineira da empresa, de acordo com procedimento operacional padrão. Todas as recomendações que estão indicadas nesta análise de perigos devem ser complementares a este procedimento e exclusivas para a atividade analisada. Todas as atividades devem ser realizadas apenas por pessoas autorizadas e capacitadas.</p>			

<b>NÚMERO DE CONTROLE:</b> 2/4		<b>LÍDER:</b> Engenheiro de Segurança do Trabalho	
<b>PROCESSO PRODUTIVO:</b> Azida de Chumbo		<b>EQUIPE:</b> Engenheiro de Processos; Técnico de Segurança do Trabalho; Coordenador de Laboratório; Supervisor de Produção; Gerente de Materiais e Logística Interna; Auxiliar de Crematório; Analista de Qualidade, Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.	
<b>OBJETIVO DESTA ANÁLISE:</b> Identificar previamente os perigos associados à atividade não rotineira de destruição de cerca de 30 kg de Azida de Chumbo não granulada embebida em óleo de mamona (ricino). Elaborar plano de ações preventivas e ações de contenção a fim de assegurar que a atividade seja realizada de maneira segura.			
<b>ATIVIDADE:</b> Preparação do crematório e montagem das camas de queima sobre as plataformas para a destruição da azida de chumbo por combustão.			
DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Montagem das camas de queima sobre plataformas com carvão, pallets de madeira e papelão. Serão formadas as camas com dois pallets de altura. Na primeira camada se fará com carvão, um pouco de pólvora e papelão e mais um pouco de pólvora, depois pallet com carvão salpicado com um pouco de pólvora, e na última camada colocar papelão.	Estiver ventando? E chovendo?	O procedimento de destruição de materiais explosivos não podem ser realizados sob condições meteorológicas desfavoráveis, como chuvas e ventos fortes. A chuva pode deixar o material da cama de queima molhado e assim impedir ou atrapalhar a queima total do material. Em caso de tempestades há o perigo de descargas elétricas, já que o crematório é um local aberto e sem proteção. Ventos fortes podem atrapalhar ou impedir a montagem da cama de queima.	Checkar as condições meteorológicas antes de iniciar a montagem das camas de queima, o que deve ser feito no dia da queima. Em caso de condições desfavoráveis o processo deve ser suspenso até que melhorem.
	Tiver resíduo de outro material explosivo?	Depois do término de qualquer queima é realizada a retirada das cinzas para destinação correta. Esta retirada é obrigatória por lei.	As camas de queima não podem ser montadas sobre nenhum resíduo de queimas anteriores. Apenas após a retirada das cinzas da plataforma de queima e acondicionamento correto, é que o crematório é liberado para novas queimas. O procedimento normal de operação do crematório deve ser seguido na íntegra.
	O operador se machucar no processo? Cair, cortar as mãos, etc..	Pode ocorrer lesão do funcionário, tanto lesão leve quanto grave.	Executar a atividade com calma, atenção e de acordo com procedimento normal de operação do crematório. Garantir que no piso do local não haja pedras soltas e buracos. Em caso de buracos no solo a operação deve ser paralizada até que sejam consertados. Utilizar aos EPIs indicados para a atividade em questão: bota dissipativa, máscara PFF2, óculos de proteção e luvas de vaqueta. Não movimentar sozinho peso superior a 23 kg.
<b>OBSERVAÇÕES:</b> Queima de material explosivo é uma atividade rotineira da empresa, realizada de acordo com procedimento operacional padrão. Todas as recomendações que estão indicadas nesta análise de perigos devem ser complementares a este procedimento e exclusivas para a atividade analisada. Todas as atividades devem ser realizadas apenas por pessoas autorizadas e capacitadas.			

NÚMERO DE CONTROLE: 3/4		LÍDER: Engenheiro de Segurança do Trabalho	
PROCESSO PRODUTIVO: Azida de Chumbo		EQUIPE: Engenheiro de Processos; Técnico de Segurança do Trabalho; Coordenador de Laboratório; Supervisor de Produção; Gerente de Materiais e Logística Interna; Auxiliar de Crematório; Analista de Qualidade, Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.	
OBJETIVO DESTA ANÁLISE: Identificar previamente os perigos associados à atividade não rotineira de destruição de cerca de 30 kg de Azida de Chumbo não granulada embebida em óleo de mamona (rícano). Elaborar plano de ações preventivas e ações de contenção a fim de assegurar que a atividade seja realizada de maneira segura.			
ATIVIDADE: Transporte das bandejas com azida de chumbo da sala de armazenamento na planta produtiva para o crematório.			
DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Adentrar na estufa de armazenamento para retirada das bandejas.	Entrar na estufa sem EPIs adequados?	Pode ocorrer uma iniciação do material através da descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação. Pode haver contaminação por absorção de chumbo pela pele e olhos.	Utilizar os EPIs indicados: calçado de segurança com sola dissipativa; uniforme de produção feito com fibras naturais; óculos de proteção, luvas nitrílicas. Não tocar os olhos e a boca. Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.
	Entrar na estufa sem descarregar a energia estática?	Pode ocorrer uma iniciação do material através da descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Descarregar a energia estática através da barra dissipativa antes de entrar no prédio. Evitar movimentos repetitivos e arrastar os pés no chão. Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.
	O operador escorregar e cair por causa do óleo derramado no chão?	Pode ocorrer lesão do funcionário, tanto lesão leve quanto grave.	Estar atento e realizar movimentos calmos. Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração. Não apoiar as mãos na bancada onde estão as bandejas para não correr o risco de puxá-las por instinto em caso de queda. Estar firmemente apoiado sobre os dois pés.
	Tiver resíduos de azida de chumbo no chão?	Pode ocorrer uma iniciação do material através de atrito do material com o chão ou através de descarga de energia estática e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Verificar antes de entrar no recinto se na sola do calçado tem alguma pedra presa. Evitar movimentos bruscos, repetitivos ou arrastar os pés no chão. Manter o chão molhado com óleo de rícano. Entrar no local somente o número de pessoas necessárias.
Retirar as bandejas com azida de chumbo da estufa.	As bandejas estiverem escorregadias e caírem no chão?	Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Pegar a bandeja com as duas mãos, segurando firmemente. Utilizar luvas nitrílicas para evitar contato com chumbo. Realizar as ações com calma e atenção. Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração.
	As bandejas estiverem muito pesadas?	Pode ocorrer a queda da bandeja e provocar a iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Executar a atividade com calma e atenção e não fazer movimentos bruscos. Confeccionar caixas de madeira com alças longas, adaptadas para o tamanho da bandeja, para que se minimize o tempo que o funcionário deve segurar a bandeja e também reduza o risco de que a bandeja escorregue de suas mãos durante o trajeto do transporte. Se cair azida de chumbo na caixa de madeira não se preocupar em limpar a caixa, pois as caixas serão projetadas para queimar junto do material.
	Estiver chovendo?	O material não seria alterado devido à chuva, bastando cobrir as bandejas com um pano umedecido com óleo de rícano. Porém, o procedimento de queima do material não poderia ser realizado.	Em caso de chuva a atividade deve ser suspensa até que as condições climáticas estejam favoráveis para o prosseguir com o processo de queima.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Deslocamento até o veículo de transporte (sair da estufa, descer escadaria)	O responsável por carregar escorregar, tropeçar, pisar em falso na escada?	<p>Pode ocorrer lesão do funcionário, tanto lesão leve quanto grave.</p> <p>Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.</p>	<p>Verificar antes de iniciar o processo de transporte se o caminho que será percorrido está limpo, livre de obstruções e de resíduos vegetais que possam ser escorregadios.</p> <p>Colocar a bandeja na caixa de madeira e segurá-la com firmeza. Carregá-la de forma a evitar balanços e choques desnecessários.</p> <p>Estar atento e realizar movimentos calmos.</p> <p>Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração.</p> <p>Segurar com uma das mãos o corrimão da escada.</p>
	A caixa de transporte quebrar?	A bandeja pode cair e o impacto da queda pode provocar a detonação da azida de chumbo. A detonação de uma bandeja inteira pode atingir fatalmente a todos que estejam no raio de detonação.	<p>Testar a resistência mecânica das caixas de transporte para cargas superiores à requerida no transporte das bandejas.</p> <p>As pessoas que estiverem apoiando o processo de transporte devem se manter a maior distância que seja possível da pessoa que estiver carregando a azida de chumbo.</p> <p>Só permitir que acompanhe o processo as pessoas estritamente necessárias.</p> <p>Carregar a bandeja evitando balanços e choques desnecessários.</p>
	O material detonar?	A detonação de uma bandeja inteira pode atingir fatalmente a todos que estejam no raio de detonação. Porém, uma detonação do material só ocorre em caso de choque, atrito, descarga de energia (estática, elétrica, faíscas, etc.) ou aumento de temperatura acima de 350°C.	<p>As pessoas que estiverem apoiando o processo de transporte devem se manter a maior distância que seja possível da pessoa que estiver carregando a azida de chumbo.</p> <p>Só permitir que acompanhe o processo as pessoas estritamente necessárias.</p> <p>Realizar o processo de descarga de energia estática através da barra dissipativa antes do transporte de cada bandeja. Utilizar os EPIs indicados: bota dissipativa, óculos de proteção e roupas de fibras naturais. Para o transporte da caixa com as bandejas de azida de chumbo, não é necessário o uso de luva nitrílica, a fim de que o operador consiga maior aderência com a alça da caixa.</p> <p>Carregar a bandeja evitando balanços e choques desnecessários.</p> <p>Não realizar o manuseio e o transporte caso o material apresente regiões com aparência ressecada.</p>

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Acomodar a bandeja dentro da caixa solidária do veículo.	O material cair ou sofrer impacto no momento de ser colocado na caixa solidária?	<p>Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.</p> <p>Há também a possibilidade de não detonar mas contaminar o solo onde o material cair.</p>	<p>Realizar as ações com calma e atenção, segurando com firmeza a caixa de transporte.</p> <p>As pessoas que estiverem apoiando o processo de transporte devem se manter a maior distância que seja possível da pessoa que estiver carregando a azida de chumbo.</p> <p>Qualquer resíduo que caia deve ser recolhido com o auxílio de um pano umedecido com óleo de rícino.</p>
	A caixa de madeira tombar com o material dentro da caixa solidária?	<p>O material pode se espalhar por toda a caixa e dificultar a sua limpeza, expondo o operador a perigos desnecessários.</p> <p>Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico ou atrito durante a limpeza da caixa, se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.</p>	<p>Realizar as ações com calma e atenção, segurando com firmeza a caixa de madeira.</p> <p>Adaptar um gabarito no piso da caixa solidária para que a caixa de madeira para transporte seja encaixada evitando sua queda. O gabarito não deve se encaixar muito justo para não promover atrito desnecessário, deve apenas limitar a movimentação da caixa de transporte.</p> <p>Antes de encaixar a caixa de transporte no gabarito, cobrir esta parte do piso da caixa solidária com um pano umedecido com óleo de rícino de forma que qualquer resíduo que possa cair seja captado pelo pano.</p>
	O operador se machucar ao fechar a caixa solidária?	Pode ocorrer lesão do operador, tanto leve quanto moderada, por prensamento de dedos e mãos.	<p>Garantir a limpeza e lubrificação do ferrolho da caixa solidária.</p> <p>Executar a atividade com calma e atenção; não fazer movimentos bruscos.</p>
	O carro estiver ligado? A azida pode ser detonada?	Pode ocorrer uma iniciação do material por faíscas que eventualmente saiam do escapamento, se o material não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Manter o veículo com motor desligado durante processo de colocação da caixa de transporte no interior da caixa solidária. A partida só deve ser dada após o fechamento da caixa solidária.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Deslocamento do veículo até o crematório.	Se a caixa de transporte se mover dentro da caixa solidária?	Pode ocorrer a queda da caixa de transporte, ou queda do material favorecendo a ocorrência de uma iniciação do material por choque mecânico ou atrito, se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Antes de iniciar o processo de transporte, verificar todo o trajeto para garantir que não haja obstruções, buracos, obstáculos que possam influenciar na segurança do transporte. Garantir que a caixa de transporte esteja bem encaixada no gabarito. Dirigir o veículo com calma e atenção. Manter velocidade de até 20km/h durante o transporte. Não realizar manobras bruscas.
	Se o material detonar?	A detonação de uma bandeja inteira pode atingir fatalmente a todos que estejam no raio de detonação. Porém, uma detonação do material só ocorre em caso de choque, atrito, descarga de energia (estática, elétrica, faíscas, etc.) ou aumento de temperatura acima de 350°C.	Apenas o condutor deve estar no veículo durante o trajeto. Transportar o material apenas em veículo apropriado (caminhonete dotada de caixa solidária na carroceria). A caixa solidária é projetada para minimizar as consequências de uma detonação. Transportar apenas uma caixa com uma bandeja por vez, dentro da caixa solidária. Dirigir o veículo com calma e atenção. Manter velocidade de até 20km/h durante o transporte. Não realizar manobras bruscas. Garantir que todos os acessos ao trajeto a ser percorrido sejam bloqueados para os demais veículos da empresa. Garantir que não haja pessoas transitando pela área no momento do transporte. As pessoas devem ser retiradas da área produtiva ao longo do trajeto, antes de iniciar o processo de transporte. Ao iniciar o transporte, o responsável deve informar à portaria que bloqueará o acesso e soará a sirene indicando que o processo foi iniciado. Todos os funcionários devem ser informados no dia anterior sobre as atividades que serão realizadas. Outro veículo, onde estará a equipe de apoio, deve atuar como batedor, realizando o trajeto um pouco atrás do veículo de transporte, para o caso de necessidade de qualquer auxílio. A maior distância possível deve ser mantida entre os veículos, porém o veículo de transporte deve estar sempre à vista da equipe que está no veículo batedor.
	Se o veículo de transporte pegar fogo?	Pode ocorrer uma iniciação do material por alta temperatura, se este não estiver totalmente dessensibilizado e acondicionado de maneira correta. A detonação pode atingir fatalmente as pessoas que estiverem no raio de detonação. Lembrando que não se deve combater incêndios em explosivos.	Verificar com o departamento de frotas, antes de iniciar o processo, se a manutenção preventiva do veículo a ser utilizado está em dia. Utilizar apenas veículos com manutenção em dia. Transportar o material apenas em veículo apropriado (caminhonete dotada de caixa solidária na carroceria). Se o veículo pegar fogo, o condutor deve sair imediatamente de seu interior e seguir para o carro batedor a fim de que evacuem a área rapidamente. Avisar imediatamente por rádio a equipe de segurança do trabalho sobre a ocorrência para que a brigada de incêndio seja acionada.
	Se o caminho estiver impedido por um tronco, outro veículo parado, etc?	Pode ocorrer a paralisação das atividades, prolongando o tempo de exposição aos riscos.	Todo o trajeto deve ser percorrido e verificado pela equipe de apoio e pelo condutor do veículo de transporte, antes do início do processo de transporte. Qualquer obstrução, obstáculo deve ser removido. Buracos e outras condições devem ser consertados ou sinalizados adequadamente antes do início do processo de transporte.
	Se o carro peder o freio?	Pode ocorrer a perda de controle do veículo, gerando uma iniciação do material por choque mecânico caso o veículo venha a colidir com qualquer obstáculo, se o material não estiver totalmente dessensibilizado e acondicionado de maneira correta. A detonação pode atingir fatalmente as pessoas que estiverem no raio de detonação.	Verificar com o departamento de frotas, antes de iniciar o processo, se a manutenção preventiva do veículo a ser utilizado está em dia. Utilizar apenas veículos com manutenção em dia. Dirigir o veículo com calma e atenção. Manter velocidade de até 20km/h durante o transporte. Não realizar manobras bruscas.
	Se o carro atolar? Ou não conseguir chegar na área do crematório?	Pode ocorrer a paralisação das atividades ou ser necessário realizar transbordo de carga, prolongando o tempo de exposição aos perigos de manuseio e transporte.	Todo o trajeto deve ser percorrido e verificado pela equipe de apoio e pelo condutor do veículo de transporte, antes do início do processo de transporte. Qualquer obstrução, obstáculo deve ser removido. Buracos e outras condições devem ser consertados ou sinalizados adequadamente antes do início do processo de transporte. Se houverem locais com barro ou lama que possam causar o atolamento do veículo, as atividades devem ser reprogramadas para outro momento em que as condições estejam mais favoráveis.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Chegada do veículo no crematório e retirada da bandeja com azida de chumbo.	Ao retirar da caixa solidária, a bandeja caia?	<p>Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e conseqüente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.</p> <p>Há também a possibilidade de não detonar mas contaminar o solo onde o material cair.</p>	<p>Realizar as ações com calma e atenção, segurando com firmeza a caixa de transporte. Se a bandeja estiver corretamente acondicionada dentro da caixa de transporte, não será possível sua queda da caixa.</p> <p>As pessoas que estiverem apoiando o processo de transporte devem se manter a maior distância que seja possível da pessoa que estiver carregando a caixa de transporte com azida de chumbo.</p> <p>Qualquer resíduo que caia da bandeja poderá recolhido pelo pano umedecido com óleo de ricino que foi colocado debaixo da caixa de transporte, sobre o piso da caixa solidária.</p>
	Se o material tiver transbordado e caído na caixa solidária?	<p>O material pode se espalhar por toda a caixa e dificultar a sua limpeza, expondo o operador a perigos desnecessários.</p> <p>Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico ou atrito durante a limpeza da caixa, se este não estiver totalmente dessensibilizado e conseqüente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.</p>	<p>A adaptação do gabarito deve ter sua eficiência testada em impedir a movimentação da caixa de transporte. Este teste deve ser feito antes do início de todo o processo utilizando uma caixa de transporte vazia.</p> <p>Dirigir o veículo com calma e atenção. Manter velocidade de até 20km/h durante o transporte. Não realizar manobras bruscas.</p>
	Se o material detonar?	<p>A detonação de uma bandeja inteira pode atingir fatalmente a todos que estejam no raio de detonação. Porém, uma detonação do material só ocorre em caso de choque, atrito, descarga de energia (estática, elétrica, faíscas, etc.) ou aumento de temperatura acima de 350°C.</p>	<p>As pessoas que estiverem apoiando o processo de transporte devem se manter a maior distância que seja possível da pessoa que estiver carregando a azida de chumbo.</p> <p>Só permitir que acompanhe o processo as pessoas estritamente necessárias.</p> <p>Para o transporte da caixa com as bandejas de azida de chumbo, a luva nitrílica está dispensada para que o operador consiga maior aderência com a alça da caixa.</p> <p>Carregar a bandeja evitando balanços e choques desnecessários.</p> <p>Segurar a caixa de transporte com firmeza.</p> <p>Realizar as ações com calma e atenção.</p>

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Colocar as caixas na cama de queima montada na plataforma.	A bandeja cair da cama de queima?	Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Não é necessário retirar a bandeja da caixa de transporte pois ela foi projetada para ser destruída junto do material. Realizar as ações com calma e atenção, escolhendo um bom local na cama de queima para apoiar a caixa de transporte, de maneira que ela fique estável. A caixa de transporte também servirá para dar maior estabilidade para o material em cima da cama de queima.
	O operador se desequilibrar?	Pode ocorrer lesão do funcionário, tanto lesão leve quanto grave. Pode ocorrer uma iniciação do material por choque mecânico se este não estiver totalmente dessensibilizado e consequente detonação, atingindo todos que estiverem dentro do raio de detonação.	Garantir, antes de iniciar o processo de preparação do crematório, que no piso do local não haja pedras soltas e buracos. Em caso de buracos no solo a operação deve ser paralizada até que sejam consertados. Colocar a bandeja na caixa de madeira e segurá-la com firmeza. Carregá-la de forma a evitar balanços e choques desnecessários. Realizar movimentos calmos e com atenção. Manter os pés firmes em qualquer posição de apoio. Não apoiar nos materiais da cama de queima, dispostos na plataforma. Evitar conversas com outros operadores ou qualquer atividade que possa reduzir a concentração.
OBSERVAÇÕES: O transporte deste tipo de material, nessa quantidade e nessas condições não é atividade rotineira desta empresa. Todas as recomendações que estão indicadas nesta análise de perigos devem ser exclusivas para a atividade analisada. Todas as atividades devem ser realizadas apenas por pessoas autorizadas e capacitadas.			

<b>NÚMERO DE CONTROLE:</b> 4/4		<b>LÍDER:</b> Engenheiro de Segurança do Trabalho	
<b>PROCESSO PRODUTIVO:</b> Azida de Chumbo		<b>EQUIPE:</b> Engenheiro de Processos; Técnico de Segurança do Trabalho; Coordenador de Laboratório; Supervisor de Produção; Gerente de Materiais e Logística Interna; Auxiliar de Crematório; Analista de Qualidade, Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.	
<b>OBJETIVO DESTA ANÁLISE:</b> Identificar previamente os perigos associados à atividade não rotineira de destruição de cerca de 30 kg de Azida de Chumbo não granulada embebida em óleo de mamona (rícin). Elaborar plano de ações preventivas e ações de contenção a fim de assegurar que a atividade seja realizada de maneira segura.			
<b>ATIVIDADE:</b> Destruição por combustão de todas as 12 bandejas de azida de chumbo não ganulada.			
DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Colocar na base da cama uma quantidade de papelão com pouco de pólvora. Preparar o estopim de maneira que fique bem reto e apoiado por algum objeto, para todas as camas montadas.	O estopim se deslocar fazendo com que sua ponta não permaneça em contato com a pólvora?	A pólvora não será iniciada e o material da cama de queima não entrará em combustão. Como serão três plataformas queimando ao mesmo tempo, uma delas não será queimada. O que pode aumentar o risco de detonação do material que não for queimado devido à irradiação de temperatura das outras plataformas.	Com o auxílio da colocação de um tijolo em cima do estopim, fixar a ponta do estopim em contato com a pólvora que está sobre uma parte do material da cama de queima. Colocar mais tijolos ao longo do estopim para evitar que se movimente saindo da posição planejada. Não devem ser utilizados materiais muito pesados para não causar o corte da combustão do estopim.
Realizar a Queima : Acender o estopim de 3m (para cada plataforma serão 2 estopins para garantir a a queima). Evacuar o local de queima e se dirigir ao ponto de observação. Após verificar que a queima da cama iniciou de forma consistente, entrar no veículo e deixar a área do crematório.	O instrumento de iniciação do estopim falhar?  O estopim falhar e cortar a combustão?	A iniciação das três plataformas será feita ao mesmo tempo, portanto pode ocorrer uma diferença de tempo na iniciação de uma das plataformas, aumentando o risco durante a evacuação do local.  Como serão três plataformas queimando ao mesmo tempo, uma delas não será queimada. O que pode aumentar o risco de detonação do material que não for queimado devido à irradiação de temperatura das outras plataformas.	Manter pelo menos um equipamento de iniciação (maçarico culinário) sobressalente próximo do local de acendimento dos estopins. O comprimento dos estopins deve ser suficiente para que mesmo em casos como este, o acendimento seja realizado sem risco para o operador. O comprimento mínimo indicado para o estopim é de 3 metros.  Utilizar 2 estopins para iniciação de cada plataforma. A redundância aumenta a confiabilidade do processo. Depois que os estopins forem iniciados ninguém pode retornar ao local de queima, mesmo que uma plataforma não tenha iniciado. Todas os funcionários que estiverem no local devem se dirigir ao ponto de observação, que está localização em posição segura do local de queima e fora do raio de detonação. Assim que for constatado início da queima da cama (observando com binóculos), os funcionários devem entrar nos veículos e sair do local do crematório. A entrada só será permitida novamente após 24h. Estacionar os veículos direcionados para a saída do crematório para agilizar em caso de evacuação de emergência.

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
<p>Realizar a Queima : Acender o estopim de 3m (para cada plataforma serão 2 estopins para garantir a a queima). Evacuar o local de queima e se dirigir ao ponto de observação. Após verificar que a queima da cama iniciou de forma consistente, entrar no veículo e deixar a área do crematório.</p>	<p>O estopim for muito curto?</p>	<p>O comprimento do estopim interfere diretamente no tempo de evacuação do local de queima. Se o estopim for muito curto (menor que o indicado de 3m) pode expor os funcionários ao perigo de uma detonação, que pode atingir quem estiver no raio de detonação. O tempo de queima do estopim varia de 125 a 150 seg/m, portanto na situação mais crítica, os funcionários tem mais de 6 minutos para deixar a área de queima percorrendo uma distância de 100 metros até a saída da área de queima.</p>	<p>Utilizar obrigatoriamente o comprimento mínimo requerido de 3 metros de estopim. Evacuar a área de queima com agilidade e atenção. Permanecer no local indicado como ponto de observação, pois nesta posição o talude protege da onda de choque de uma eventual detonação. Permanecer no ponto de observação apenas até verificar que a queima da cama iniciou. Logo após a queima iniciar, deixar o local do crematório. Os veículos devem estar estacionados direcionados para a saída do crematório para agilizar em caso de evacuação de emergência. A entrada só será permitida novamente após 24h.</p>
	<p>Estiver muito calor e o material detonar?</p>	<p>A detonação de uma bandeja inteira pode atingir fatalmente a todos que estejam no raio de detonação. Porém, uma detonação do material só ocorre em caso de choque, atrito, descarga de energia (estática, elétrica, faíscas, etc.) ou aumento de temperatura acima de 350°C. A luz do sol que incidir no material não será capaz de promover a detonação, principalmente se estiver dessensibilizado corretamente.</p>	<p>Após expor o material ao sol, ele vai ganhar uma coloração amarelada, é importante não manipular desnecessariamente o material, para evitar sua degradação.</p>
	<p>O material não pegar fogo?</p>	<p>Como serão três plataformas queimando ao mesmo tempo, se alguma delas não for iniciada o material não será queimado. O que pode aumentar o risco de detonação do material que não for queimado devido à irradiação de temperatura das outras plataformas. Se a cama de queima entrar em combustão, o material vai queimar também, sem detonar, pois a dessensibilização com óleo de ricino promove o aumento da estabilidade térmica do material.</p>	<p>Depois que os estopins forem iniciados ninguém pode retornar ao local de queima, mesmo que uma das plataformas não tenha sido iniciada. Todas os funcionários que estiverem no local devem se dirigir ao ponto de observação, que está localizado em posição segura do local de queima e fora do raio de detonação. Assim que for constatado início da queima da cama, os funcionários devem entrar nos veículos e sair do local do crematório. A entrada só será permitida novamente após 24h.</p>
	<p>Estiver ventando?</p>	<p>O procedimento de destruição de materiais explosivos não podem ser realizados sob condições meteorológicas desfavoráveis, como chuvas e ventos fortes. A chuva pode deixar o material da cama de queima molhado e assim impedir ou atrapalhar a queima total do material. Em caso de tempestades há o perigo de descargas elétricas, já que o crematório é um local aberto e sem proteção. Ventos fortes podem atrapalhar ou impedir o processo de destruição por queima. Há também o risco de inalação de gases tóxicos provenientes da queima, mesmo que em quantidade não significativa, já que o local é aberto.</p>	<p>Checkar as condições meteorológicas antes de iniciar o processo de queima. Deve ser observada a direção do vento através da posição da biruta que está na entrada do crematório. Se a biruta estiver direcionada para a área fabril e para o ponto de observação (que fica na mesma direção), as atividades devem ser suspensas. Só iniciar a queima se a biruta estiver direcionada para os lados da mata. Os ventos também não podem estar muito fortes. Observar a movimentação da biruta e em caso de condições desfavoráveis o processo deve ser suspenso até que as condições melhorem.</p>

DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	O QUE ACONTECERIA SE...?	RESPOSTAS / CONSEQUÊNCIAS	AÇÕES PREVENTIVAS E DE CONTENÇÃO
Após 24h, retornar à área de crematório e verificar se a destruição foi completa. Observando primeiro a partir do ponto de observação para depois entrar na área de queima. Verificada a queima completa, o operador deve jogar água no resíduo até molhar toda a área e garantir que não haja pontos quentes que reiniciem uma combustão. Recolher as cinzas em recipiente adequado para destiná-las corretamente.	Durante a queima o material detonar?	Se a cama de queima entrar em combustão, o material vai queimar também, sem detonar, pois a dessensibilização com óleo de ricino promove o aumento da estabilidade térmica do material. Caso alguma das bandejas não tenha sido dessensibilizada corretamente o material pode detonar devido à falta de este resíduo sensível.	Depois que os estopins forem iniciados ninguém pode retornar ao local de queima, mesmo que uma plataforma não tenha iniciado. Todos os funcionários que estiverem no local devem se dirigir ao ponto de observação, que está localizada em posição segura do local de queima e fora do raio de detonação. Assim que for constatado início da queima da cama, os funcionários devem estar preparados para sair da área de trabalho imediatamente.
	Os responsáveis inalarem os gases da queima?	Existe o perigo de intoxicação devido à inalação de gases tóxicos provenientes da queima, mesmo que em quantidade não significativa, já que o local é aberto.	Checar as condições meteorológicas antes de iniciar o processo de queima. Deve ser observada a direção do vento através da posição da biruta que está na entrada do crematório. Se a biruta estiver direcionada para a área fabril e para o ponto de observação (que fica na mesma direção), as atividades devem ser suspensas. Só iniciar a queima se a biruta estiver direcionada para os lados da mata. Os ventos também não podem estar muito fortes. Observar a movimentação da biruta e em caso de condições desfavoráveis o processo deve ser suspenso até que as condições melhorem.
	A queima não for completa?	Há perigo de detonação do resíduo não queimado completamente, atingindo fatalmente as pessoas que estiverem no raio de detonação.	Se a queima do material não for completa, o funcionário não deve tocar no resíduo. Uma nova cama de queima deve ser montada ao redor e o mais próxima possível do resíduo mal queimado. Esta nova cama deve ser iniciada com estopim duplo de 3m, conforme procedimento padrão. A combustão deve ser iniciada. Após 24h deve-se verificar novamente a área de queima. As ações devem ser executadas com calma e atenção a fim de evitar movimentar o material não queimado.
	As cinzas tiverem sido espalhadas?	Não há perigo de contaminação do solo, pois o local é completamente impermeabilizado de acordo com requisitos ambientais para este tipo de área. Há perigo de movimentação de material particulado devido a ação de ventos.	Verificada a queima completa, o operador deve jogar água no resíduo até molhar toda a área e garantir que não haja pontos quentes que reiniciem uma combustão. Ao realizar a atividade de recolhimento das cinzas o operador deve utilizar os EPIs indicados: óculos de proteção, luvas de vaqueta, uniforme de manga comprida, máscara PFF2. A atividade só deve ser realizada por pessoal capacitado e que tenha feito testes para uso de proteção respiratória.
	O operador inalar as cinzas?	Há perigo de intoxicação por material particulado perigoso, devido também à presença de chumbo neste material.	Ao realizar a atividade de recolhimento das cinzas o operador deve utilizar os EPIs indicados: óculos de proteção, luvas de vaqueta, uniforme de manga comprida, máscara PFF2. A atividade só deve ser realizada por pessoal capacitado e que tenha feito testes para uso de proteção respiratória.

**OBSERVAÇÕES:** Destruição de material explosivo por combustão é uma atividade rotineira da empresa, de acordo com procedimento operacional padrão. A destruição por combustão deste material em específico será considerada atividade não rotineira devido ao tipo do material, quantidade e condições. Todas as recomendações que estão indicadas nesta análise de perigos devem ser complementares ao procedimento e exclusivas para a atividade analisada. Todas as atividades devem ser realizadas apenas por pessoas autorizadas e capacitadas.

## APÊNDICE B – CHECK-LIST DE AÇÕES PRÉVIAS

AÇÕES		PRAZO: Até...	RESULTADO OK / NOK	DATA	RESPONSÁVEL / OBSERVAÇÕES
<b>TESTE DE SENSIBILIDADE (Dia D-1)</b>					
1	Adicionar óleo de rícino nas bandejas de azida de chumbo por 40 dias.	40 dias antes	do Teste de Sensibilidade		
2	Manter o chão da sala de armazenamento de azida de chumbo molhado com óleo de rícino.	40 dias antes	do Teste de Sensibilidade		
3	Verificar situação da manutenção periódica da caminhonete placa XXXX.	1 dia antes	do Teste de Sensibilidade		
4	Verificar situação da manutenção preventiva do equipamento de teste de sensibilidade.	1 dia antes	do Teste de Sensibilidade		
5	Verificar obstruções e limpeza do caminho entre a sala de armazenamento e o estacionamento da planta de azida de chumbo, incluindo escadas.	No dia	do Teste de Sensibilidade		
<b>PREPARAÇÃO DO CREMATÓRIO (Dia D-1)</b>					
1	Verificar as condições do solo do crematório: pedras soltas, buracos, poças, lama, etc.	1 dia antes	da Preparação do Crematório		
2	Verificar se as condições meteorológicas (vento e chuva) antes da montagem das camas de queima.	No dia	da Preparação do Crematório		
<b>TRANSPORTE E DESTRUIÇÃO (Dia D)</b>					
1	Confeccionar caixa de madeira para transporte que acomode a bandeja com azida de chumbo.	10 dias antes	do Transporte e Destruição		
2	Adaptar um gabarito na caixa solidária da caminhonete de acordo com as dimensões da caixa de transporte.	4 dias antes	do Transporte e Destruição		
3	Realizar limpeza e lubrificação do ferrolho e dobradiças da caixa solidária.	1 dia antes	do Transporte e Destruição		
4	Verificar situação da manutenção periódica das caminhonetes placa XXXX (batedor) e XXXX (transporte de explosivos).	1 dia antes	do Transporte e Destruição		
5	Explicar procedimento ao pessoal de portaria (bloqueio de tráfego, acionamento de sirene, liberação de tráfego) e ao pessoal da brigada de incêndio.	1 dia antes	do Transporte e Destruição		
6	Informar a todos os funcionários sobre o procedimento.	1 dia antes	do Transporte e Destruição		
7	Realizar um simulado do transporte desde a sala de armazenamento da azida de chumbo até o crematório para verificar se todos sabem o que fazer, se a caixa de transporte se movimenta na caixa solidária, a fim de observar se há a necessidade de revisar a Análise de Perigos.	1 dia antes	do Transporte e Destruição		
8	Verificar se as condições meteorológicas (vento e chuva).	No dia	do Transporte e Destruição		
9	Verificar obstruções e limpeza do caminho entre a sala de armazenamento e o estacionamento da planta de azida de chumbo, incluindo escadas.	No dia	do Transporte e Destruição		
10	Verificar obstruções e limpeza do caminho entre o estacionamento da planta de azida de chumbo e o crematório (verificar pedras soltas, buracos, obstáculos, lama, barro, etc.).	No dia	do Transporte e Destruição		
11	Evacuar área industrial.	No dia	do Transporte e Destruição		

## ANEXO A - FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA DA AZIDA DE CHUMBO

FDS056/01

### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

#### Azida de plomo

Edición 4  
Fecha de edición: 29/05/2015

#### 1. Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa

##### 1.1 Identificación de la sustancia o el preparado

Nombre de la sustancia (registro REACH): Lead diazide

REACH número registro: 01-2119475503-38-0002

NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	DESIGNACION OFICIAL PARA EL TRANSPORTE
Azida de plomo Nitruro de plomo	Azida de plomo

CE NO. 236-542-1  
CAS NO. 13424-46-9  
Fórmula molecular: N6Pb  
DOT No. identificación: UN0129

##### 1.2. Uso del preparado.

USOS IDENTIFICADOS:

Explosivo iniciador utilizado en la fabricación de detonadores y cápsulas iniciadoras, tanto de uso industrial como militar.

USOS DESACONSEJADOS:

Cualquier uso distinto a los usos identificados

##### 1.3. Datos del proveedor de la FDS.

##### 1.4. Teléfono de urgencias

## 2. Identificación de los peligros

### 2.1 Clasificación del producto:


Denominación química internacional	NºCE	Nº CAS	Clasificación Reglamento CE 1272/2008	
			Códigos de clase y categorías de peligro	Códigos de indicaciones de peligro
Azida de plomo	236-542-1	13424-46-9	Unst. Expl. Repr. 1ª Acute Tox. 4 Acute Tox. 4 STOT RE 2 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	H200 H360-Df H332 H302 H373 H400 H410

De acuerdo al Anexo III del artículo 18 del Reglamento CE nº1272/2008, la sustancia se clasifica:

H200 Explosivo inestable  
 H302 Nocivo en caso de ingestión  
 H332 Nocivo en caso de inhalación  
 H360 Puede perjudicar a la fertilidad o dañar al feto  
 H373 Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida  
 H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos  
 H410 Muy tóxicos par los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

### 2.2 Elementos de la etiqueta.

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento CE nº 1272/2008 deberán aparecer en la etiqueta los siguientes elementos:

Pictogramas de peligro	Palabras de advertencia	Indicaciones de peligro	Consejos de prudencia
	PELIGRO	H200: Explosivo inestable	P201 P281 P372 P373 P380 P401

Los consejos de prudencia se detallan en el apartado 16 de la presente Ficha de Datos de Seguridad.

### 2.3 Otros Peligros.

No constan

### 3. Composición / Información sobre los componentes

COMPONENTE	%	Nº CE	Nº REGISTRO CAS
Azida de plomo	88-93 (w/w)	236-542-9	13424-46-9
Dextrina	3-5 (w/w)		9004-53-9
Hidróxido de plomo	5-7 (w/w)		19783-14-3

### 4. Primeros Auxilios

#### 4.1 Descripción de los primeros auxilios.

##### a. Detonación:

En caso de lesiones por detonación accidental del producto, proporcionar atención médica inmediata.

##### b. Inhalación:

En caso de inhalación accidental del producto o de humos procedentes de una detonación, retirar al afectado de la zona de exposición y llevarle al aire libre.

Si el afectado no respira, practicar la respiración artificial y requerir atención médica inmediata.

Si el afectado presenta dificultad respiratoria, proporcionarle oxígeno y requerir atención médica.

##### c. Contacto con la piel:

Si se presenta irritación, retirar las prendas contaminadas y lavar inmediatamente con abundante agua. En caso de que persista, requerir atención médica.

Las prendas contaminadas deben lavarse perfectamente antes de reutilizarlas.

##### d. Contacto con los ojos:

Lavar inmediatamente con abundante agua manteniendo los ojos abiertos, al menos 15 minutos.

En caso de usar lentes de contacto, retirarlas inmediatamente. Atención médica.

##### e. Ingestión:

Tranquilizar al afectado y trasladarlo a una zona cálida. Aclarar la boca del afectado con agua (sólo en el caso de que esté consciente).

Requerir atención médica inmediata y mostrarle la etiqueta del producto o la presente Ficha de Datos de Seguridad.

**NOTA:** En caso de detonación, evitar inhalar productos de combustión mediante el uso de los equipos de protección personal adecuados. Evacuar inmediatamente a los afectados, requerir atención médica inmediata y prestar los primeros auxilios pertinentes.

#### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

a. **Inhalación:** Irritación de las mucosas y vías respiratorias.

b. **Piel:** Irritación localizada

c. **Ojos:** Irritación

d. **Ingestión:** Irritación del tracto alimentario. Vómitos.

#### 4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No procede.

## 5. Medidas de lucha contra incendios

### 5.1 Medios de extinción.

#### a. Medios de extinción adecuados

Debido a su naturaleza explosiva no es posible extinguir el fuego originado en el producto.  
En caso de incendio, evacuar inmediatamente la zona (radio 800 metros).  
Prevenir la propagación del fuego a otros productos.

#### b. Medios de extinción no adecuados

No intente detener el fuego. Evacuar inmediatamente la zona, dejarlo arder y prevenir a las autoridades.

### 5.2 Peligros específicos.

Formación de gases tóxicos, corrosivos y/o irritantes.

### 5.3 Recomendaciones para personal de lucha contra incendios.

No intente detener el fuego, puede producirse una detonación.

Equipo de protección: El personal especializado encargado de controlar el incendio, empleará equipo autónomo de respiración.

## 6. Medidas en caso de liberación accidental

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

#### 6.1.1. Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

- a. Utilizar gafas de seguridad homologadas, calzado de seguridad semiconductor y guantes de cuero.
- b. Evitar toda fuente de llama, calor, fricción, impacto, descargas electrostáticas o energía de radiofrecuencia. No fumar. No pisar el producto vertido.
- c. Impedir acceso de personas no autorizadas. Las tareas de limpieza y eliminación de los residuos sólo pueden ser llevadas a cabo por personal especializado y autorizado

#### 6.1.2. Para el personal de emergencia

- a. Utilizar los equipos de protección personal adecuados.
- b. Evitar toda fuente de llama, calor, descargas electrostáticas o energía de radiofrecuencia. No fumar. Evitar toda clase de choques y fricciones. No pisar el producto vertido
- c. Manipular con extrema precaución. Humedecer el producto siempre que sea posible.

### 6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

Evitar que el producto alcance el medio natural (desagües, aguas superficiales y subterráneas, suelo).  
Avisar a las autoridades.

### 6.3. Métodos y material de contención y limpieza

#### 6.3.1. Contención del vertido

Delimitar y aislar la zona del vertido. Riesgo de explosión

#### 6.3.2. Limpieza del vertido

Consultar inmediatamente con el fabricante los posibles métodos de destrucción de los materiales explosivos. Riesgo de explosión.

Solución de nitrato de cerio y amonio al 10% para descomponerlo.

## 7. Manipulación y almacenamiento

### 7.1. Precauciones para una manipulación segura

- Evitar la manipulación por parte de personal no autorizado.
- Seguir las indicaciones de las Normas, Prácticas Operativas, Instrucciones de trabajo y Ficha de Datos de Seguridad.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Manipular con precaución, evitando movimientos bruscos, golpes y roces
- Mantener el producto alejado de toda fuente de calor, llama o chispa.
- Conectar los equipos a tierra.
- No comer, beber, ni fumar cuando se esté manipulando el producto.
- Mantener unos hábitos higiénicos adecuados: lavar las manos y retirar las prendas contaminadas antes de manipular alimentos.
- Detener la manipulación de explosivos en caso de tormenta.

### 7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

- Mantener las zonas de almacenamiento limpias y ordenadas
- Almacenar en locales autorizados, secos y bien ventilados, al abrigo del sol y aislados de posibles incendios. No almacenar por encima de 50 °C, ni con productos incompatibles (otros explosivos, gases inflamables, gases a presión y sustancias corrosivas), de acuerdo con la legislación vigente en esta materia.
- Los recipientes de almacenamiento deben ser de material conductor o semiconductor.
- Cumplir en todo momento la normativa y legalidad vigente sobre almacenamiento de explosivos: cantidades máximas, distancias mínimas, equipos eléctricos especiales, tipos de edificios autorizados, prevención de cargas estáticas, etc.
- Señalizar las zonas de almacenamiento: Información de riesgos, equipos de protección personal recomendados, prohibiciones.
- No fumar, ni hacer fuego, ni utilizar herramientas que puedan producir calor o chispa, en los locales de almacenamiento.
- Impedir el acceso de personal no autorizado a los locales de almacenamiento.

### 7.3. Usos específicos finales

No procede.

## 8. Controles de exposición / protección individual

### 8.1. Parámetros de control

a. Valores límite de exposición profesional

0.15 mg/m<sup>3</sup> (mg de plomo por metro cúbico de aire, medido o calculado en un periodo de referencia de 8 horas, a 20°C y 101.3 kPa) - INSHT, mayo 2010 (valores para plomo y sus derivados)

b. Valores límite biológicos

El control biológico incluirá la medición del nivel de plomo en la sangre (PbB) utilizando la espectrometría de absorción o un método de resultados equivalentes. El valor límite biológico vinculante será: 70 µg Pb/100 ml de sangre - INSHT, mayo 2010 (valores para plomo y sus derivados).

Deberá procederse a vigilancia médica cuando:

- la exposición a una concentración de plomo en el aire rebase los 0,075 mg/m<sup>3</sup>, calculados con una media ponderada de 40 horas semanales, o

- se mida en determinados trabajadores un nivel de plomo en la sangre superior a 40 µg Pb/100 ml.

## 8.2. Controles de la exposición

Lo que aquí se indica es una recomendación general. Será el análisis de riesgos de cada instalación o de cada aplicación del producto el que pueda sugerir el empleo de otras protecciones.

### 8.2.1. Controles técnicos apropiados

Ventilación.

Aspiración localizada.

Formación e información adecuada a los trabajadores.

Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos y los tiempos de exposición.

### 8.2.2. Medidas de protección individual, tales como equipos de protección personal

- **Protección respiratoria.**  
En el uso habitual del producto no se requiere.  
Después de una explosión se recomienda el uso de máscaras de filtros combinados.
- **Protección cutánea. Manos.**  
En el uso habitual del producto no se requiere protección específica.  
Lavar las manos con agua y jabón antes manipular alimentos o bebidas. Se aconseja tratar la piel con medios hidratantes.
- **Protección de ojos.**  
Se recomienda la utilización de gafas de seguridad homologadas durante la manipulación del producto
- **Protección cutánea. Resto del cuerpo.**  
Para evitar el riesgo generado por la presencia de cargas electrostáticas se emplearán prendas antiestáticas y calzado de seguridad homologado con suela semiconductora.  
Finalizado el trabajo, retirar las prendas contaminadas y lavar antes de su reutilización

### 8.2.3. Controles de exposición medioambiental

Cumplir con la legislación Estatal y Autonómica vigente.

Evitar el contacto con el medio natural y especialmente con el medio acuático.

## 9. Propiedades físicas y químicas

### 9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas.

- Aspecto:** Sólido, cristales incoloros o amarillo claro.
- Olor:** No ofrece un olor característico.
- Umbral olfativo:** no procede
- pH:** no procede
- Punto de fusión:** explosión
- Punto inicial de ebullición o intervalo de ebullición:** No procede. Explosión
- Punto de inflamación:** 314°C
- Tasa de evaporación:** No hay datos.

- i) **Inflamabilidad (sólido, gas):** No procede.
- j) **Límites superior/inferior de inflamabilidad o de explosividad:** No hay datos
- k) **Presión de vapor:** No procede
- l) **Densidad de vapor:** No procede
- m) **Densidad relativa:** 1.6
- n) **Solubilidad:** 0.023 mg/L(agua, 18°C). Soluble en solución acuosa de acetato amónico y en ácido acético caliente  
Es insoluble en éter, acetona, alcohol, amoníaco y solventes orgánicos.
- o) **Coefficiente de reparto n-octanol/agua:** No hay datos
- p) **Temperatura de auto-inflamación:** No hay datos
- q) **Temperatura de descomposición:** Explosión
- r) **Viscosidad:** No procede
- s) **Propiedades explosivas:** Si. Sensibilidad al roce 1N. Sensibilidad al choque 3.5 J

#### 9.1. Información adicional

Higroscópico

### 10. Estabilidad y reactividad

#### 10.1. Reactividad

En las condiciones en que se comercializa es estable

#### 10.2. Estabilidad química

El producto es estable en condiciones normales de almacenamiento durante el período de vida útil.  
En casos excepcionales puede producirse explosiones espontáneas, si no ha cristalizado en la forma adecuada.

#### 10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

La azida de plomo puede hidrolizarse liberando ácido hidrazoico que en contacto con cobre puede formar azida de cobre, lo que puede constituir una fuente de peligro.

Formación de humos de plomo y ácido hidrazoico por reacción con ácidos

#### 10.4. Condiciones que deben evitarse

El producto puede detonar por fricción, impacto, calor, electricidad, energía de radiofrecuencia. Evitar luz UV directa.

No almacenar ni exponer a temperaturas superiores a 50 °C.

En medio ácido presencia de ácido hidrazoico tóxico y fácilmente inflamable.

#### 10.5. Materiales incompatibles.

Evitar contacto con ácidos, oxidantes y materiales como cobre, zinc, aleaciones que contengan cobre o zinc, latón, bronce, plata, mercurio, cadmio y níquel. Sulfuro de carbono. Estearato cálcico

#### 10.6 Productos de descomposición peligrosos.

Gases y humos tóxicos de ácido hidrazoico (fácilmente inflamable) y óxidos de plomo.

## 11. Información toxicológica

### 11.1. Información sobre los efectos toxicológicos

#### a) Toxicidad aguda

Conforme al Reglamento CE nº 1272/2008, la sustancia se clasifica como tóxico agudo (H302 H332 nocivo en caso de ingestión y/o inhalación)

La absorción de grandes cantidades de plomo puede causar sabor metálico, sed, ardor en boca y laringe, salivación, dolor abdominal con cólicos severos, vómitos, diarrea, estreñimiento, fatiga, trastornos del sueño, irritabilidad, pérdida de concentración, encefalopatía con fallo visual, dolor muscular, debilidad, convulsiones y parálisis. La dosis fatal de plomo absorbido es aproximadamente 0.5 gramos.

**TD<sub>10</sub>**, oral, rata (mg/kg), 14 semanas intermitentemente: 3920 (dato Tomes/RTECS, Vol.75)

#### b) Corrosión o irritación cutáneas

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. Sin embargo, en casos aislados puede causar irritación localizada e incluso dermatitis.

#### c) Lesiones o irritación ocular graves

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. Sin embargo, algunos sujetos pueden presentar irritación o inflamación de la membrana conjuntiva.

#### d) Sensibilización respiratoria o cutánea

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

#### e) Mutagenicidad en células germinales

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

#### f) Carcinogenicidad

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

#### g) Toxicidad para la reproducción

Conforme al Reglamento CE nº 1272/2008 la sustancia se clasifica como tóxico para la reproducción (H360 puede perjudicar a la fertilidad o dañar al feto)

Riesgo durante el embarazo – Cat. 1

Riesgo fertilidad – Cat. 3

Produce graves alteraciones en la reproducción humana. Teratógeno.

#### h) Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición única

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

#### i) Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición repetida

De acuerdo al Reglamento CE nº 1272/2008 la sustancia se clasifica como STOT RE2 (H 373 Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida).

La sustancia puede afectar a la sangre, el sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y riñón, dando lugar a anemia, encefalopatía (convulsiones), enfermedades periféricas nerviosas, calambres abdominales y disfunciones del riñón. Produce graves alteraciones en la reproducción humana.

Etapas tempranas de plumbemia se caracterizan por anorexia, pérdida de peso, estreñimiento, apatía, irritabilidad, vómitos, fatiga, dolor de cabeza, debilidad, gingivitis, sabor metálico en la boca y anemia.

Etapas más avanzadas de envenenamiento por plomo se caracterizan por vómitos, irritabilidad y nerviosismo, mialgias, parálisis.

Etapas severas de plumbemia se caracterizan por vómitos, ataxia, periodos de estupor o letargia, encefalopatía con alteraciones de la visión, que pueden desembocar en neuritis y atrofia, hipertensión, parálisis nerviocraneal, delirio,

convulsiones y coma. Secuelas neurológicas pueden incluir retardo mental, seizures, cerebral palsy y dystonia musculorum deformans. Daño renal irreversible puede estar asociado a exposición industrial.

**j) Peligro de aspiración**

Concentración máxima en el lugar de trabajo MAK = 0.1 mg/m<sup>3</sup>

Concentración de pico = 10 \* MAK (30 minutos, una vez por turno de 8 horas)

## 12. Información ecológica

### 12.1 Toxicidad

Conforme al Reglamento CE nº 1272/2008 la sustancia se clasifica como tóxico agudo 1 y tóxico crónico 1.

H400. Muy tóxico para los organismos acuáticos.

H410. Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

Valores de ecotoxicidad para compuestos de plomo:

96 hr CL50 (para peces) ≤ 1 mg/l y/o

48 hr CE50 (para crustáceos) ≤ 1 mg/l y/o

72 o 96 hr CER50 (para algas u otras plantas acuáticas) ≤ 1 mg/l.

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

### 12.3 Potencial de bioacumulación

No hay datos concluyentes. A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. Sin embargo, es probable que la sustancia sea bioacumulable, concretamente en plantas y mamíferos.

Se aconseja impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.

### 12.4 Movilidad en el suelo

No hay datos concluyentes. A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

No hay datos concluyentes. A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

### 12.6 Otros efectos adversos

Prevenir la contaminación de suelos y aguas.

## 13. Consideraciones relativas a la eliminación

### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Los residuos generados por el producto son considerados residuos peligrosos y deben tratarse con respeto a la reglamentación contenida en las Directivas Europeas 2008/98/ CE o a otras leyes estatales, regionales o autonómicas vigentes.

El TNR-Pb se clasifica como residuo peligroso H1 (Explosivo), conforme al Anexo III de la Directiva 2008/98/CE.

Los residuos peligrosos han de ser envasados y etiquetados conforme con las normas comunitarias e internacionales, durante su recogida, transporte y almacenamiento temporal (Art. 19 de la Directiva 2008/98/CE).

Los envases y embalajes vacíos, no limpios, deberán estar bien cerrados y presentar, en su caso, las mismas condiciones de estanqueidad y llevar las mismas etiquetas de peligro que si estuviesen llenos (España, Art. 141 del R.D. 230/1998).

La destrucción del producto se llevará a cabo mediante explosión controlada en lugar autorizado, según recomendaciones del fabricante y siempre por personal especializado y autorizado.

En caso de derrame accidental, humedecer el producto completamente. No manipular en seco.

## 14. Información relativa al transporte

**14.1 Numero ONU:** UN 0129

**14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas:**

AZIDA DE PLOMO HUMIDIFICADA con un mínimo del 20%, en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua

**14.3 Clase de peligro para el transporte:** Clasificación 1.1A Explosivos

Disposiciones especiales: Esta materia no deberá transportarse en el caso de que contenga una cantidad de alcohol, agua o flemador inferior a la especificada, a no ser que vaya provista de una autorización especial expedida por la autoridad competente

**14.4 Grupo de embalaje:** No indicado

**14.5 Peligros para el medio ambiente:**

En caso de vertido accidental, avisar a la autoridad competente y ponerse en contacto con el fabricante.

**14.6 Precauciones particulares para los usuarios:**

Mantenga siempre alejado el producto de toda fuente de calor, llama o chispa y no fume mientras lo manipula.

DISPOSICIONES ESPECIALES

Esta materia no deberá transportarse en el caso de que contenga una cantidad de alcohol, agua o flemador inferior a la especificada, a no ser que vaya provista de una autorización especial expedida por la autoridad competente

CODIGO DE RESTRICCIÓN EN TUNELES: Prohibido el paso por túneles de categoría B, C, D y E

Transporte en vehículos EX/II o EX/III (vehículo destinado al transporte de materias u objetos explosivos).

Cumplir con las disposiciones relativas al transporte de materias y objetos explosivos (clase 1) establecidas en el ADR

EMBALAJE - Disposiciones especiales de embalaje:

- **PP42**
  - a) Ningún envase interior contendrá más de 50 gr. de materia explosiva (cantidad correspondiente a la materia en seco);
  - b) Ningún compartimento entre tabiques divisorios contendrá más de un envase interior, el cual irá firmemente sujeto;
  - c) El embalaje exterior podrá dividirse en un número máximo de 25 compartimentos.
- **MP20:** Puede ser embalado en común con materias del mismo número de ONU. No debe ser embalado en común otras mercancías de la clase 1 de números de ONU diferentes. No debe ser embalado en común con mercancías de otras clases o con mercancías que no estén sometidas a las disposiciones del ADR.

## 15. Información reglamentaria

### 15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o mezcla

En cualquier país en que se use este producto, respetar las leyes y normas relativas al uso, transporte y almacenamiento de explosivos, las leyes de prevención de riesgos laborales, las leyes y normas relativas al trabajo, las leyes y normas relativas a la entrada en espacios confinados y cualquier otra ley o norma relativa a este producto y a su uso y desecho.

#### a. LEGISLACIÓN COMUNITARIA:

- Reglamento (CE) nº 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos (REACH)
- Reglamento (UE) nº453/2010 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006
- Reglamento 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas
- Requisitos esenciales de seguridad, recogidos en el Anexo I de la Directiva 93/15/CEE, de 5 de abril de 1993, relativa a la armonización de las disposiciones sobre la puesta en el mercado y el control de los explosivos con fines civiles.
- Acuerdo Europeo para Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR)
- Directiva 2008/98/CE: Directiva marco de residuos

#### b. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA:

- Reglamento de Explosivos, aprobado por RD 230/1998, de 16 de febrero
- RD 277/2005 por el que se modifica el Reglamento de Explosivos aprobado por RD230/1998
- Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobado por RD 863/1985 y las ITC que lo desarrollan.
- Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos

### 15.2 Evaluación de la seguridad química

No realizado

## 16. Otra información

### 16.1. Recopilación de información de seguridad

Antes de la utilización de este producto, léanse las Recomendaciones de Seguridad incluidas en este documento y en la caja del producto.

Todo el personal que vaya a manejar o trabajar con este producto ha de ser informado en detalle sobre el contenido de este documento.

Este producto debe ser manipulado cuidadosamente y utilizado solo por personal autorizado, que disponga de la acreditación oficial si así lo requieren las leyes.

Este producto debe ser almacenado, manipulado y usado de acuerdo con los procedimientos de una buena higiene industrial y conforme a la normativa legal aplicable.

Seguir siempre todas las leyes, normas y regulaciones (estatales, locales o de otro ámbito), referentes al transporte almacenamiento y uso de este producto.

### 16.2. Códigos de indicaciones de peligro según la clasificación del Reglamento CE 1272/2008

H200	Explosivo inestable
H360Df	Puede perjudicar a la fertilidad o dañar al feto
H332	Nocivo en caso de inhalación
H302	Nocivo en caso de ingestión

H373	Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos
H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

### 16.3. Consejos de prudencia

P201	Solicitar instrucciones especiales antes del uso
P281	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio
P372	Riesgo de explosión en caso de incendio
P373	NO luchar contra el incendio cuando el fuego llega a los explosivos
P380	Evacuar la zona
P401	Almacenar (Condiciones de uso: De conformidad con la normativa local, regional, nacional o internacional)

### 16.4. Bibliografía

- Chemistry and Technology of explosives by Tadeusz Urbanski
- IUCLID 5: Dossier RISC-090194-016-03

### 16.5. Modificaciones respecto a edición 1

Modificación de pictogramas de peligro adaptados a CLP

### 16.6 Modificaciones respecto a edición 2

Adecuación de los pictogramas de peligro de acuerdo al punto 1.3.5 de CLP, eliminando todos, excepto el de explosivo

### 16.7 Modificaciones respecto a edición 3

FDS actualizada acorde a la clasificación del Reglamento CLP de mezclas/sustancias. Se elimina lo relacionado con la Directiva 67/548/CEE

La información contenida en esta Ficha de Datos de Seguridad se basa en el estado actual de nuestros conocimientos y experiencias sobre el producto, en relación con la seguridad, la salud y el medio ambiente, por lo que no puede garantizarse el que dicha información sea completa y precisa. Esta información no supone garantía de las propiedades del producto.

Es responsabilidad del usuario, determinar el uso adecuado de esta información y del producto descrito, la formación de sus empleados en cuanto a los riesgos del producto y las medidas preventivas que lo minimizan, así como el obligado cumplimiento de las disposiciones legalmente aplicables sobre el mismo, en materia de seguridad, salud y medio ambiente.