

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**GUILHERME COSTA MARKOWICZ**

**AVALIAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE FÓSFOROS DE SEGURANÇA**  
**QUANTO AO ATENDIMENTO À NR-19**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

CURITIBA  
2019

**GUILHERME COSTA MARKOWICZ**

**AVALIAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE FÓSFOROS DE SEGURANÇA  
QUANTO AO ATENDIMENTO À NR-19**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski

CURITIBA  
2019

**GUILHERME COSTA MARKOWICZ**

**AVALIAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE FÓSFOROS DE SEGURANÇA  
QUANTO AO ATENDIMENTO À NR-19**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski  
Professor da UTFPR – Câmpus Ponta Grossa.

Banca:

---

Prof. Dr. Ronaldo Luis dos Santos Izzo  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mario Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2019

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha antiga empresa pela oportunidade dada para concluir essa especialização.

Agradeço aos meus pais por todo o suporte dado para concluir essa especialização.

Agradeço à minha esposa por me acompanhar em todos os momentos de dificuldade.

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado à minha filha Helena, pois é a ela todo esse esforço e é por ela que tudo vale a pena.

*“Sofrer é só uma vez,  
Vencer é para a eternidade”  
Soren Kierkegaard*

## RESUMO

Quando usados sem conhecimento, explosivos tem a capacidade de ferir gravemente as pessoas e causar grandes danos aos arredores. O objetivo geral deste trabalho é fornecer uma visão dos meios de manipulação, transporte e armazenamento de materiais explosivos numa fábrica de fósforos de segurança e dos riscos existentes no contato com produtos controlados, tanto operacionais quanto financeiros devido às possíveis penalidades aplicadas pelo Ministério do Trabalho numa vistoria em que fosse avaliado o teor da Norma Regulamentadora 19 – Explosivos. Foram considerados aspectos da gestão, do processo, da estrutura organizacional, das operações, layout, etc., além dos procedimentos e fluxo de informações que podem mostrar o nível de autonomia e independência das políticas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente da organização. Foi avaliado os cenários em cada setor e contabilizado o montante da multa a que a empresa está sujeita caso uma fiscalização ocorra com o intuito de avaliar os riscos com os explosivos presentes. Além de contribuir para a segurança financeira da empresa, a avaliação auxiliou na exposição e determinação de riscos e melhorias que podem ser feitas para prevenir acidentes graves com a manipulação de materiais controlados.

Palavras-chave: análise de risco, produtos controlados, explosivos.

## **ABSTRACT**

*When used without proper knowledge, explosives have the ability to seriously injure people and cause great damage to the surroundings. The general objective of the study is to provide an overview of the means of handling, transporting and storing explosive materials in a factory of safety matches and the risks of contact with controlled products, both operational and financial, due to possible penalties applied by the Ministry of Labor in an inspection in which the content of Regulatory Standard 19 – Explosives was evaluated. Management, process, organizational structure, operations, layout, etc. were considered, as well as procedures and flow of information that can show the level of autonomy and independence of the organization's Health, Safety and Environment policies. There was an evaluation of the scenarios of each sector and the amount of the fine that the company is subject in the event of an inspection is carried out to assess the risks with explosives. In addition to contributing to the company's financial security, the assessment assisted in the exposure and determination of risks and improvements that can be made to prevent serious accidents with the handling of controlled materials.*

*Key words: risk analysis, controlled products, explosives.*



## Lista de figuras

Figura 1: Classificação dos explosivos. Fonte: AKHAVAN (1998). .....	17
Figura 2: Artefato a base de fósforo vermelho e clorato de potássio. Fonte: KIDS-ARMY (2019).....	25
Figura 3: Localização do clorato de potássio e derivados. Fonte: Autoria própria (2019).....	29
Figura 4: Depósito 1 de clorato de potássio. Fonte: Autoria própria (2019). .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 5: Depósitos 2 e 3 de clorato de potássio. Fonte: Autoria própria (2019)..	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 6: Layout da área dos depósitos. Fonte: Autoria própria (2019). .....	32
Figura 7: Depósito de clorato de potássio com capacidade máxima. Fonte: Autoria própria (2019).....	33
Figura 8: Pallet de clorato de potássio. Fonte: Autoria própria (2019). .....	34
Figura 9: Caixa de areia para combate à pequenos incêndios no depósito 1. Fonte: Autoria própria (2019). .....	34
Figura 10: Caixa de areia para combate à pequenos incêndios nos depósitos 2 e 3. Fonte: Autoria própria (2019). .....	35
Figura 11: Check list de conferência de temperatura e umidade nos depósitos de clorato. Fonte: Autoria própria (2019).....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 12: Operador realiza conferência de materiais. Fonte: Autoria própria (2019). .....	36
Figura 13: Operador realizando pesagem dos materiais. Fonte: Autoria própria (2019).....	36
Figura 14: Tanques misturadores de massa de encabeçamento. Fonte: Autoria própria (2019).....	37
Figura 15: Operador adicionando clorato de potássio ao tanque misturador. Fonte: Autoria própria (2019). .....	37
Figura 16: Tanques de armazenamento de massa de encabeçamento. Fonte: Autoria própria (2019). .....	38
Figura 17: Alimentação de vapor de segurança nas válvulas dos tanques de armazenamento. Fonte: Autoria própria (2019).....	38

Figura 18: Sacos de clorato de potássio armazenados no setor. Fonte: Autoria própria (2019).....	39
Figura 19: Sistema de abastecimento de massa. Fonte: Autoria própria (2019).....	40
Figura 20: Transbordamento do copo de alimentação. Fonte: Autoria própria (2019). .....	40
Figura 21: Operação de limpeza do cocho de massa. Fonte: Autoria própria (2018). .....	41
Figura 22: Paleteira para movimentação dos pallets de clorato de potássio. Fonte: Autoria própria (2019). ....	44
Figura 23: Distância entre os depósitos de clorato e a ferrovia. Fonte: GOOGLE MAPS (2019).....	46

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Balanço de oxigênio em explosivos e seus componentes. Fonte: MEYER (2007).....	20
Tabela 2: Composição dos estopins mais comuns. Fonte: COOPER (1996). ....	21
Tabela 3: Categorias de atividades controladas pelo Exército Brasileiro. Fonte: EXÉRCITO BRASILEIRO (2019). ....	26
Tabela 4: Símbolos e grupos de utilização de explosivos. Fonte: EXÉRCITO BRASILEIRO (2019). ....	26
Tabela 5: Valores máximos para multas de Segurança e Medicina do Trabalho. Fonte: BRASIL (2017). ....	27
Tabela 6: Gradação das multas em UFIR. Fonte: BRASIL (2017). ....	27
Tabela 7: Check list usado para auditar a empresa. Fonte: Autoria própria (2019). .	30
Tabela 8: Check list do setor Almoxarifado nos depósitos de clorato. Fonte: Autoria própria, 2019. ....	42
Tabela 9: Distâncias mínimas permitidos por quantidade de material explosivo. Fonte: BRASIL (2017). ....	45
Tabela 10: Check list do setor Produção na Química de Massa. Fonte: Autoria própria (2019).....	47
Tabela 11: Check list do setor Produção nas máquinas de fósforo. Fonte: Autoria própria (2019).....	49

## Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	OBJETIVO GERAL	13
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	REVISAO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Explosivos	15
2.2	Fósforos de segurança	21
2.3	Clorato de potássio	23
2.4	Normas e regulamentações	25
3	METODOLOGIA	28
3.1	Delimitação do estudo	29
3.2	Coleta e tratamento dos dados	30
3.3	Descrição das atividades	31
3.3.1	Setor Almoxarifado – Depósitos de clorato de potássio	31
3.3.2	Setor Química – produção de massa à base de clorato	35
3.3.3	Setor Fósforo – produção de palitos de fósforo	39
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1	Setor Almoxarifado – Depósitos de clorato de potássio	42
4.2	Setor Química – produção de massa à base de clorato	46
4.3	Setor Fósforo – produção de palitos de fósforo	49
4.4	Melhorias	50
5	CONCLUSÃO	52
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53

## **1 INTRODUÇÃO**

Explosões são fenômenos extremamente perigosos e imprevisíveis. Quando usados sem conhecimento, explosivos tem a capacidade de ferir gravemente as pessoas e causa grandes danos aos arredores. Uma grande quantidade de energia está envolvida numa explosão. Há grande formação de gases pela combustão e pouco tempo para que eles possam expandir, o que acarreta em aumento de pressão e temperatura e liberação descontrolada de energia.

Por serem materiais extremamente sensíveis, o uso industrial deve seguir normas rígidas de segurança. Expor desavisadamente estes materiais à estímulos externos como choques mecânicos, calor, fricção podem desencadear efeitos nada agradáveis.

Os tipos mais sensíveis de todos são os explosivos primários, que além de ter interesse militar, são largamente empregados industrialmente, como por exemplo, na indústria de artefatos pirotécnicos e fósforos de segurança. Falhas no processo por imperícia, falta de manutenção, treinamento negligenciado, procedimentos inadequados ou levianos podem resultar em graves acidentes pessoais e até explosões e incêndios de larga escala.

A fim de manter preventivamente o ambiente de trabalho seguro, a manipulação de produtos controlados deve ser feita sempre por pessoas completamente treinadas e conscientes dos riscos envolvidos, das medidas de segurança e dos cenários de combate à emergências.

Além de medidas de controle e combate à emergências, procedimentos de armazenamento, conferência e controle de acesso são capazes de evitar acidentes, mau uso e desvios do produto para interesses escusos.

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é fornecer uma visão dos meios de manipulação, transporte e armazenamento de materiais explosivos numa fábrica de fósforos de segurança e dos riscos existentes no contato com produtos controlados, tanto operacionais quanto financeiros devido às possíveis penalidades aplicadas pelo Ministério do Trabalho numa vistoria em que fosse avaliado o teor da Norma Regulamentadora 19 – Explosivos.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mensurar passivo trabalhista de uma fábrica de fósforos em contra ponto à Norma Regulamentadora 19 – Explosivos.
- Identificar riscos no armazenamento e manuseio de produtos controlados.
- Apontar melhorias e boas práticas para contribuir para a segurança operacional do processo.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A motivação para a pesquisa decorreu de o pesquisador perceber os possíveis riscos envolvidos na fabricação de fósforos e que ainda exibem um padrão simplista na sua produção.

Explosivos e suas matérias-primas são materiais de grande interesse econômico e militar e sofrem rígido controle por parte das autoridades na sua fabricação, utilização, armazenamento, importação, exportação, desembaraço alfandegário, tráfego e comércio. Por essa razão o estudo proposto é fundamental para apontar possíveis riscos não detectados no manuseio de materiais perigosos na indústria, protegendo os trabalhadores e a própria empresa de eventuais lesões, danos ou perdas.

## 2 REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica foi pautada em normas e regulamentações nacionais e internacionais para armazenamento e manipulação de produtos controlados, além de artigos, publicações e estudos relevantes para a melhor percepção dos riscos envolvidos com a manipulação de explosivos.

No desenvolvimento deste trabalho, visando apontar possíveis riscos não detectados no manuseio de materiais perigosos na indústria de fabricação de fósforos serão abordados os processos industriais com produtos controlados, em especial o clorato de potássio, destacando-se a importância da padronização de procedimentos de trabalho e cumprimento das normas específicas para manter níveis toleráveis de risco de acidentes na empresa. É abordado também o potencial risco financeiro à empresa em uma suposta auditoria realizada em contra ponto à NR 19.

### 2.1 Explosivos

Explosivos tem o potencial de serem erroneamente usados e essa imperícia pode tanto ferir pessoas quanto causar danos ou destruição à propriedades e estruturas e perturbação de todos os entornos (HSE, 2014).

Uma explosão ocorre quando uma grande quantidade de energia é liberada num curto período de tempo, podendo ser proveniente de gases sob pressão, reações nucleares descontroladas ou uma reação envolvendo produtos químicos (explosão física, nuclear e química) (AKHAVAN, 1998)

A maioria dos explosivos químicos é formada por oxigênio, nitrogênio e elementos oxidáveis. Durante o processo de manufatura ou manuseio, os explosivos são expostos a vários estímulos físicos e mecânicos, como calor, fricção e impacto. Explosivos primários ou iniciadores são mais sensíveis à estímulos como fricção e impacto, diferente dos secundários que necessitam da ação do detonador primário, por isso acidentes e explosões podem ocorrer durante a preparação, se fazendo necessário procedimentos seguros rígidos (AKHAVAN, 1998).

Controles inadequados podem resultar em entradas não autorizadas à locais onde explosivos são manipulados, armazenados ou mantidos, o que aumenta a probabilidade de um incêndio ou explosão ocorrerem inadvertidamente (HSE, 2014).

Além de medidas de controle, medidas de mitigação devem ser providenciadas para reduzir os danos causados pelo fogo, explosão ou qualquer incidente similar (HSE, 2013).

Métodos robustos de segurança devem estar em andamento antes de se iniciar as operações com explosivos e eles devem permanecer até que as atividades com explosivos cessem. Todas as pessoas envolvidas nas operações devem ser competentes para seu respectivo papel e todos os riscos associados devem ser entendidos (HSE, 2014).

Como explosões são fenômenos rápidos e incontrolláveis, as ações que precisam ser implementadas com estes produtos são preventivas. Isso inclui os possíveis geradores de aumento de temperatura, choque e fricção. Além do risco de explosão imediata na ocorrência de incêndios, existe liberação de gases tóxicos (necessária utilização de respiração autônoma), por isso explosões são incidentes extremamente perigosos e com consequências imprevisíveis. Em caso de incêndios há também a chance de parte da carga explosiva não ter sido consumida, havendo possibilidade de explosões posteriores, sendo necessária uma remoção manual cuidadosa do material residual. (SESI, 2008)

A história dos explosivos se inicia com a descoberta da pólvora negra em 220 A.C. quando alquimistas chineses acidentalmente a criaram, ao tentar separar ouro da prata, misturando substâncias inadvertidamente. Apesar disso, ela começou a ser usada militarmente apenas a partir do século XIII. (AKHAVAN, 1998)

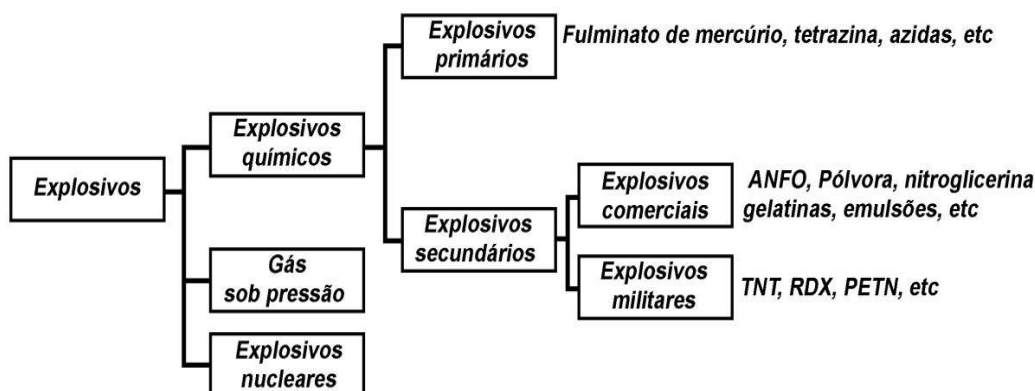
Explosivos podem ser classificados tanto do ponto de vista químico quanto de acordo com sua aplicação. Por um ponto de vista químico podemos distingui-los entre substâncias individuais e misturas. Os últimos são como as pólvoras por exemplo. Os primeiros são divididos em:

- Nitro componentes
- Ésteres nitrogenados
- Nitraminas
- Derivados de ácido clórico e perclórico
- Azidas



- Componentes capazes de produzir explosões como fulminatos, tetrazeno, peróxidos, etc (URBANSKI, 1964).

Ainda podem ser classificados de acordo com sua performance e aplicação, sendo denominados Altos Explosivos, que ainda se dividem em primários (mais conhecidos como iniciadores) e secundários (conhecidos pela própria designação de altos explosivos), e Baixos Explosivos, também chamados propelentes (AKHAVAN, 1998).



**Figura 1: Classificação dos explosivos. Fonte: AKHAVAN (1998).**

Explosivos secundários necessitam de uma energia muito maior para detonação e não são tão sensíveis à estímulos externos. Os explosivos primários, por outro lado, são muito mais suscetíveis à estímulos externos, como calor, atrito, impacto, descargas eletrostáticas, ondas de choque, etc. Devido à sua sensibilidade, esses materiais não são usados como o explosivo principal para diminuir o risco de detonação acidental mas são muito usados como detonadores e estopins de explosivos secundários (MAURICIO, 2015).

Os Altos Explosivos são compostos metaestáveis ou misturas que podem rapidamente reagir provendo uma enorme quantidade de gases a alta temperatura e pressão. Os iniciadores são extremamente sensíveis à calor, choque, descargas eletrostáticas, etc. e por isso são muito usados em artefatos pirotécnicos, estopins, espoletas, etc. Os altos explosivos diferem dos explosivos primários em 3 pontos principais:

- Pequenas cargas confinadas, mesmo em ignição, não costumam detonar facilmente.
- A ignição eletrostática é muito difícil de ocorrer, exceto nos casos em que há poeiras explosivas.

- Ignições de qualquer tipo demandam uma quantidade muito maior de energia (choque, descarga elétrica) (DOBRATZ, 1972).

A combustão de explosivos pode ocorrer por deflagração ou detonação. Basicamente a detonação depende da velocidade da onda de choque que comprime o material forçando-o a detonar. Deflagração ocorre principalmente pela transferência de calor e é facilmente iniciada por uma fagulha, centelha, fricção, etc. e ocasiona uma combustão muito mais rápida e violenta do material, criando chamas, faíscas, silvos e ruídos. Se a deflagração ocorre em um espaço enclausurado a súbita produção de gases fará aumentar a pressão interna na mesma proporção que a taxa de deflagração (AKHAVAN, 1998).

A queima de um explosivo de deflagração é um fenômeno superficial similar ao de materiais combustíveis, exceto que materiais explosivos não necessitam de um fornecimento de oxigênio para a manter a queima. A quantidade de material explosivo queimando na superfície em uma unidade de tempo depende da superfície de contato  $A$ , da densidade  $\rho$  e da taxa de queima  $r$ . A massa  $m$  do material explosivo consumida em uma unidade de tempo pode ser calculada pela equação (1) (AKHAVAN, 1998):

$$m = rA\rho \quad (1)$$

Quando um explosivo é iniciado, seja por queima ou detonação, sua energia é liberada em forma de calor  $Q$ . Em condições de volume e pressão constante  $Q$  pode ser calculado através da diferença da entalpia padrão de formação dos produtos e da entalpia padrão de formação dos componentes explosivos, conforme mostra a equação (2) (AKHAVAN, 1998):

$$Q - \Delta H_{(reação)} = \sum \Delta H_{f(produtos)} - \Delta H_{f(componentes\ explosivos)} \quad (2)$$

A reação de explosão, como é extremamente rápida, não dá tempo aos gases expandirem. O calor liberado vai aumentar a temperatura dos gases a um valor  $T_c$  que pode ser calculado pela equação (3) (AKHAVAN, 1998):

$$T_c = \frac{Q}{\sum C_v} - T_i \quad (3)$$

Onde  $Q$  é o calor gerado,  $C_v$  é a capacidade calorífica e  $T_i$  é a temperatura inicial (AKHAVAN, 1998).

De conhecimento das principais equações que regem o fenômeno da explosão repara-se que os principais fatores que comandam são a superfície de contato, a densidade e a taxa de queima. Se lembrarmos que as condições que definem temperatura crítica: o calor produzido no explosivo devido à reação na taxa correspondente à  $T_c$ , foi transferido à mesma taxa, então a temperatura não pode subir acima de  $T_c$  num tempo infinito. Se a temperatura externa for pouco maior que  $T_c$ , então a taxa de reação vai aumentar, aumentando a temperatura interna para uma reação descontrolada ou explosão (COOPER, 1996).

A habilidade de um explosivo reagir a um estímulo, acarretando em uma detonação ou combustão, é denominada sensibilidade. Testes de sensibilidade são extremamente necessários para a determinação dos parâmetros de segurança em explosivos, seja para transporte, manuseio ou armazenamento. Um dos fatores que afetam a sensibilidade é a habilidade de liberar oxigênio do composto (MEYER, 2007).

A quantidade de oxigênio, também levando a denominação de balanço de oxigênio, é expressada em percentual de massa, e é liberada como resultado da completa conversão de material explosivo para  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , entre outros produtos da combustão (balanço de oxigênio positivo). Se a quantidade de oxigênio limitada no explosivo é insuficiente para a completa reação de oxidação (balanço de oxigênio negativo), a quantidade de oxigênio necessária para completar a reação é expressada com um sinal negativo. Esse balanço negativo de oxigênio pode ser calculado exatamente da mesma maneira que para combustíveis não explosivos (MEYER, 2007).

**Tabela 1: Balanço de oxigênio em explosivos e seus componentes. Fonte: MEYER (2007).**

Material Disponível	O <sub>2</sub> , %	Material Disponível	O <sub>2</sub> , %
alumínio	-89,0	cloreto de amônio	-44,9
nitrato de amônio	+20,0	perclorato de amônio	+34,0
picrato de amônio	-52,0	nitrato de bário	+30,6
dinitrobenzeno	-95,3	dinitrotolueno	-114,4
serragem, purificada	-137,0	clorato de potássio	+39,2
nitrato de potássio	+39,6	carbono	-266,7
clorato de sódio	+45,0	nitrato de sódio	+47,0
nitroglicerina	+3,5	nitroguanidina	-30,8
nitrocelulose (algodão)	-28,6	nitrocelulose (algodão solúvel)	-38,7
ácido pícrico	-45,4	enxofre	-100,0
Tetryl	-47,4	trinitroresorcinol	-35,9
TNT	-74,0		

A composição mais favorável para um explosivo pode ser facilmente calculada pelos valores de oxigênio dos seus componentes. Explosivos comerciais devem ter um balanço de oxigênio próximo de zero para minimizar a quantidade de sub produtos gasosos tóxicos, particularmente o monóxido de carbono e gases nitrosos, que são formados nos fumos da combustão (MEYER, 2007).

Para este estudo é interessante aprofundarmos os conhecimentos relativos aos explosivos primários ou iniciadores. Os iniciadores mais simples são os iniciadores não elétricos. Eles são simples em construção mecânica, mas não necessariamente em termos de dos mecanismos de iniciação, design químico ou análise de performance. Os iniciadores não elétricos podem ser desmembrados em 4 categorias principais de acordo com o mecanismo de iniciação: fogo ou centelha, fricção, estocada e percussão (COOPER, 1996).

Iniciadores por fogo ou centelha são geralmente dispositivos detonadores. A entrada do detonador tem uma carga de azida ou outro explosivo primário que detona instantaneamente após exposição a centelhas, partículas quentes ou fogo; e um explosivo secundário como carga de saída (COOPER, 1996).

A fonte de chama ou centelha para esse detonador vem de um estopim seguro que está inserido na saída aberta. O explosivo primário possui um revestimento para protegê-lo de fatores externos (COOPER, 1996).

**Tabela 2: Composição dos estopins mais comuns. Fonte: COOPER (1996).**

Ingredientes	FA-956	FA-982	PA-100	PA-101	NOL-60	NOL-130	M31 Igniter Mix
estifnato de chumbo, básico	-	-	-	53	60	40	-
estifnato de chumbo, normal	37	36	-	-	-	-	-
nitrate de bário	32	22	-	22	25	20	-
azida de chumbo	-	-	5	-	-	20	-
tetraceno	4	12	-	5	5	5	-
dióxido de chumbo	-	9	-	-	-	-	-
silicato de cálcio	-	-	-	-	-	-	-
alumínio em pó	7	-	-	10	-	-	-
sulfeto de antimônio	15	7	17	10	10	15	-
PETN	5	5	-	-	-	-	-
zircônio	-	9	-	-	-	-	-
clorato de potássio	-	-	53	-	-	-	55
tiocianato de chumbo	-	-	25	-	-	-	45

Composições de estopins caem em 2 categorias principais: misturas corrosivas baseadas em clorato de potássio/tiocianato de chumbo; e misturas não corrosivas baseadas em chumbo estifnado/tetraceno. Algumas dessas misturas foram listadas previamente na Tabela, que traz variantes dos tipos de estopins conhecidos (COOPER, 1996).

## 2.2 Fósforos de segurança

Nas primeiras décadas do século XIX a indústria química europeia investiu bastante em pesquisa, o que culminou em 1830 na industrialização do “fósforos de fricção”. Com a introdução do fósforo branco eliminou-se o odor ruim das primeiras hastes de algodão, o que tornou o produto muito popular apesar do envenenamento provocado pelo fósforo branco. Em 1845 foi obtido sucesso em desenvolver um substituto para o fósforo branco, o fósforo vermelho, que resultaria no início da produção do que a partir de então começou a ser chamado de “fósforos de segurança”, mas essa mudança acarretava em maior complexidade e maior custo do processo, além da preferência do consumidor pelo fósforo antigo, só se consolidando de fato em 1906 quando a Convenção de Berna proibiu o uso do fósforo branco.

O surgimento dos fósforos transformou radicalmente diversos aspectos do cotidiano das pessoas. Atividades como cozinhar e fumar se tornaram muito mais simples (BADOZA, 2009).

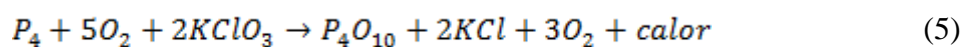
O palito de fósforo leva seu nome graças aos experimentos do alquimista alemão Hennig Brand, que descobriu por acaso o elemento fósforo (do grego fonte de luz), ao tentar obter ouro destilando urina por possuírem colorações amarelas, e perceber que o pó branco resultante (fósforo branco ou  $P_4$ ) se inflamava espontaneamente se não fosse armazenado debaixo d'água (PEREIRA, 2009).

Alguns protótipos foram inventados por outros cientistas como o palito impregnado com enxofre para ser atritado numa folha de  $P_4$  ou o palito revestido de sacarose e clorato de potássio a ser mergulhado num frasco de ácido sulfúrico. Ambos não fizeram sucesso por motivos óbvios, a folha de  $P_4$  se acendia espontaneamente e não havia praticidade e segurança ao se carregar um frasco de ácido sulfúrico (PEREIRA, 2009).

Os palitos se tornaram mais fáceis de manusear com os resultados obtidos pelo inglês John Walker, que aderiu à ponta dos palitos uma mistura de clorato de potássio (iniciador), sulfeto de antimônio (combustível propelente) e uma pequena quantidade de fósforo branco (fornecedor do calor) mas, apesar de funcionar muito bem ao ser riscado o palito na lixa, as caixinhas costumavam se incendiar sozinhas quando expostas ao Sol ou agitadas (PEREIRA, 2009).

Quando o alótropo do fósforo branco  $P_4$  foi descoberto, o fósforo vermelho  $P_n$ , houve grande ganho na segurança da utilização do fósforos de segurança, pois esse composto, além de não ser tóxico, não se acendia espontaneamente com a exposição ao ar, sem necessitar mais estar misturado nos componentes da cabeça do palito, fornecendo o calor para a massa da cabeça ao riscar o palito na lixa (PEREIRA, 2009).

Nos palitos de fósforo atuais não há o elemento fósforo na cabeça do palito e sim na lateral áspera da caixinha, que é chamada de lixa. A cabeça do palito ganha um revestimento de parafina e possui clorato de potássio misturado com aglutinantes. Quando o palito é riscado na lixa é produzida uma centelha que ativa o clorato de potássio, liberando uma grande quantidade de oxigênio e ativando uma reação em cadeia descontrolado (explosão), propiciando a combustão da parafina e da madeira, além de quaisquer outros compostos adicionados à cabeça do palito (GOMES, 2011).



Acima temos representado pelas equações (4) e (5) de modo simplificado as reações que ocorrem durante o acendimento de um palito de fósforo (GOMES, 2011).

### 2.3 Clorato de potássio

O clorato de potássio foi descoberto por Berthollet em 1786 quando ele passou cloro por uma solução de potassa, método esse que foi base da manufatura desse produto na Europa por muitos anos. A desvantagem desse procedimento é que formava uma parte de clorato de potássio para cada cinco partes de cloro adicionadas ao sistema. Esse baixo rendimento foi amplamente melhorado por Liebig, que começou a produzir o clorato de potássio a partir de misturas de cloreto de potássio com clorato de cálcio. A produção de cloratos por método eletrolítico (como é feita em sua maior parte até hoje) só foi inserida no contexto industrial depois de 1880. Após muitas melhorias envolvendo os eletrodos e catalisadores do processo, a conversão do método eletrolítico é praticamente completa. Esse método é utilizado principalmente para produção do clorato de sódio, a partir do qual, por uma dupla decomposição, se obtém o clorato de potássio (ARMED SERVICES TECHNICAL INFORMATION AGENCY, 1960).

O clorato de potássio é utilizado tanto para fins industriais quanto militares. Por volta dos anos 1900 o principal uso do clorato de potássio era para fósforos, com uma parcela menor da sua produção (em 1903 a produção foi estimada em 5000 ton nos Estados Unidos) destinada à explosivos, geração de oxigênio e farmacêuticos. Na década seguinte o cenário foi modificado devido à I Guerra Mundial, com aumento no consumo de cloratos e percloratos na fabricação de explosivos. O aumento na produção de clorato de potássio durou até a II Guerra Mundial, período em que se estabilizou. Os problemas encontrados na produção de cloratos são de duas naturezas: operacional (corrosão, eficiência da cristalização e secagem do produto) e de segurança. Compostos clorados e perclorados são extremamente sensíveis à impacto e se tornam ainda mais perigosos se misturas à qualquer material orgânico. Em geral,

cloratos são mais perigosos que percloratos, que são muito mais estáveis na sua forma pura (ácido perclórico é o mais estável dos ácidos de cloro). Cuidados devem ser tomados com as poeiras de clorato seco dispersas. O acúmulo de partículas deste tipo com poeiras comuns pode levar a reações violentas e incêndios, o que deve ser prevenido (ARMED SERVICES TECHNICAL INFORMATION AGENCY, 1960).

Quando úmido ou em solução os cloratos não apresentam riscos particulares, no entanto as medidas preventivas devem ser as mesmas, pois contato com ácidos, agentes redutores, óleos ou material orgânico de qualquer tipo ainda oferece uma condição perigosa, especialmente se houver a evaporação da água. Há um alerta para que os equipamentos e peças utilizados no manuseio de cloratos não possuam componentes que possam oxidar pela ação do composto, como rolamentos com óleos lubrificantes ou vedações com qualquer material que possa sofrer oxidação rápida, especialmente equipamentos de mistura ou bombeamento, sendo recomendado selos mecânicos de Teflon ou Kel-F em bombas e misturadores. Todas as pessoas que manipulam estes compostos devem estar treinadas e completamente cientes dos potenciais riscos de fogo e explosão, além de utilizar vestimentas e EPI's apropriados. Trabalhos a quente como solda e corte devem ser evitados em áreas em que haja cloratos (ARMED SERVICES TECHNICAL INFORMATION AGENCY, 1960).

Explosivos clorados são misturas explosivas de cloratos de metais alcalinos com compostos orgânicos ricos em carbono como serragem, petróleo, óleos, gorduras e derivados nitrosos do benzeno e tolueno; também podem conter ésteres de nitrato. Os grupos presente nas moléculas dos componentes explosivos clorados são os característicos de cloratos orgânicos e inorgânicos,  $-\text{OCIO}_2$  e  $-\text{OCIO}_3$ . Dentre esses compostos, temos o clorato de potássio que foi especialmente usado até o fim da I Guerra Mundial como iniciador de misturas explosivas (URBANSKI, 1964).

A mistura de clorato de potássio com fósforo vermelho é a mais sensível, perigosa e imprevisível das misturas iniciadoras que a indústria de artefatos pirotécnicos precisa manipular. Esta mistura explode através de estímulo mecânico ou calor, mas não queima de forma ordenada como a pólvora ou a maioria das outras misturas pirotécnicas. Não se deve permitir nas instalações nenhum acúmulo de resíduo destes materiais, devendo ser removidos de hora em hora, úmidos ou não (DAVIS, 1941).





**Figura 2: Artefato a base de fósforo vermelho e clorato de potássio. Fonte: KIDS-ARMY (2019).**

A legislação inglesa estritamente proíbe a produção, armazenamento e importação de artigos pirotécnicos com enxofre ou fósforo misturado com clorato de potássio ou qualquer outro clorato ou qualquer mistura derivada destes materiais (SECRETARY OF STATE OF GREAT BRITAIN, 2005).

## 2.4 Normas e regulamentações

Diretrizes de Segurança do Trabalho são relativamente recentes na sociedade, tendo se iniciado a estudar técnicas e procedimentos com a finalidade de proteger física e mentalmente o trabalhador apenas no período entre as duas Guerras Mundiais (CRUZ, 2016).

A legislação brasileira passou a contemplar essas normas com a publicação das NR's ou Normas Regulamentadoras, dentre elas a NR 19 que regulamenta o uso, fabricação, transporte, armazenamento e comercialização de explosivos. A implementação foi dada pela Portaria 3214 de 8 de junho de 1978 e veio sendo ampliada em alguns pontos desde então (BRASIL, 2017).

Além das normas trabalhistas, o trabalho com explosivos também é controlado pelo Exército Brasileiro. O Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados, também

conhecido como R-105, tem redação original no Decreto nº 1.246 de 11 de dezembro de 1936 e sofreu diversas alterações, já sendo uma legislação bem antiga. A última redação é dada pelo Decreto nº 3.665 de 20 de novembro de 2000. O objetivo deste regulamento é estabelecer normas para a fiscalização de atividades exercidas por pessoas físicas ou jurídicas que envolvam produtos controlados pelo Exército (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2019).

**Tabela 3: Categorias de atividades controladas pelo Exército Brasileiro. Fonte: EXÉRCITO BRASILEIRO (2019).**

Categoria de Controle	Atividades Sujeitas a Controle						
	Fabricação	Utilização	Importação	Exportação	Desembaraço Alfandegário	Tráfego	Comércio
1	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	-	X	X	X
3	X	-	X	X	X	X(*)	-
4	X	-	X	X	X	-	-
5	X	-	X	X	X	-	X

**Tabela 4: Símbolos e grupos de utilização de explosivos. Fonte: EXÉRCITO BRASILEIRO (2019).**

Símbolo	Grupos de Utilização
AcAr	Acessório de Arma
AcEx	Acessório Explosivo
AcIn	Acessório Iniciador
GQ	Agente Químico de Guerra, Armamento Químico ou Munição Química
Ar	Arma
Pi	Artifício Pirotécnico
Dv	Diversos
Ex	Explosivo ou Propelente
MnAp	Munição Autopropelida
Mn	Munição Comum
PGQ	Precursor de Agente de Guerra Química
QM	Produto Químico de Interesse Militar

De acordo com as diretrizes do Exército Brasileiro, o clorato de potássio é um produto químico usado no fabrico de misturas explosivas e recebe as seguintes classificações em seus Anexos:

- Grupo de Utilização: QM (Produto Químico de Interesse Militar)
- Categoria de controle: 2.
- Emprego e Efeitos Fisiológicos: componente da pólvora branca (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2019).

O não cumprimento dessas normas acarreta em penalidades previstas na NR 28 Fiscalização e Penalidades e as multas aplicadas são contabilizadas de acordo com as Tabelas 5 e 6.

**Tabela 5: Valores máximos para multas de Segurança e Medicina do Trabalho. Fonte: BRASIL (2017).**

<b>Valor da Multa (em UFIR)</b> <b>UFIR = 1,0641</b>	
Segurança do Trabalho	Medicina do Trabalho
6.304	3.782

**Tabela 6: Gradação das multas em UFIR. Fonte: BRASIL (2017).**

n° de empregados	Segurança do Trabalho				Medicina do Trabalho			
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>
1-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792	378-428	676-839	1015-1524	1350-1680
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334	429-498	840-1002	1255-1500	1681-1998
26-50	831-963	1665-1935	2496-2898	3335-3876	499-580	1003-1166	1501-1746	1999-2320
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418	581-662	1167-1324	1747-1986	2321-2648
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3718	4419-4948	663-744	1325-1482	1987-2225	2649-2976
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490	745-826	1483-1646	2226-2471	2977-3297
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033	827-906	1647-1810	2472-2717	3298-3618
mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304	907-990	1811-1973	2718-2957	3619-3782

### 3 METODOLOGIA

Para uma análise mais consistente inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica para conhecimento das metodologias, modelos ou técnicas em manuseio de produtos perigosos nas organizações e temas relevantes ao trabalho com explosivos e sua segurança operacional. Outras questões de vanguarda independentes foram surgindo como consequência da primeira questão abordada como inventário de produtos químicos, acompanhamento das rotinas operacionais e segurança operacional nos setores envolvidos.

Após o embasamento teórico foi delimitado o alcance do estudo. Apesar de haver outros materiais inflamáveis, como solventes e o próprio fósforo vermelho, de acordo com as informações fornecidas pela empresa, o único composto controlado pelo Exército Brasileiro que consta no seu inventário é o clorato de potássio. Portanto ficou definido que os procedimentos e áreas a serem avaliados seriam somente os que envolvessem o armazenamento e manipulação desse produto e seus derivados.

Por se tratar de uma pesquisa de cunho exploratório foram identificadas variáveis que podem gerar hipóteses para pesquisas futuras. A abordagem quantitativa e qualitativa foi desenvolvida por meio de investigação, pesquisa de campo e análise empresarial, com ferramentas como a observação dos locais e estruturas de armazenamento e dos procedimentos operacionais envolvendo os produtos explosivos, registrando todos os dados para posterior análise e a antecipação de riscos através da avaliação da realidade operacional confrontada com as normas e boas práticas. A pesquisa pode ser aplicada, pois se caracteriza por seu interesse prático, ou seja, busca a aplicação dos resultados de modo imediato, a fim de solucionar problemas concretos que ocorram na realidade.

A empresa auditada possui 250 funcionários em seu quadro, dentre eles equipe com treinamento de brigadista. O sistema de combate à incêndios da empresa conta com 2 casas de bomba com uma bomba elétrica e uma à diesel, rede de hidrantes distribuída na área fabril e de depósitos de produto acabado, 1 reservatório de 120000 L de água para a área fabril e 1 de 60000 L para os depósitos de produto acabado, aproximadamente 250 extintores e sistema automático de liberação de vapor na parte frontal de cada máquina de fósforo.

A partir desses dados foi procedido uma verificação das estruturas onde há manipulação desses compostos e acompanhamento das rotinas operacionais nos setores envolvidos.

As informações coletadas através das observações e registros foram confrontadas com a NR 19 para verificar não conformidades e com a NR 28 para mensurar o passivo trabalhista existente.

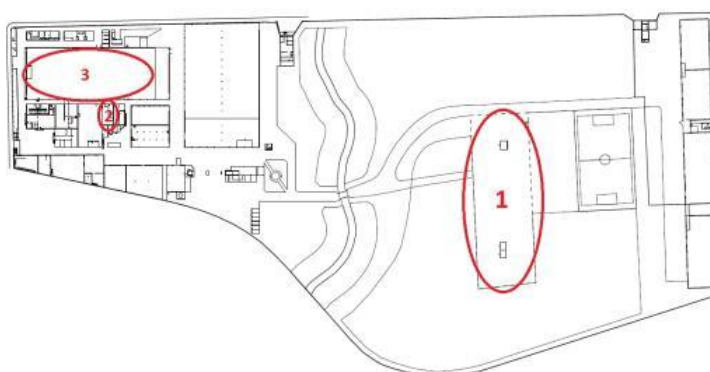
### 3.1 Delimitação do estudo

O trabalho limita-se à fábrica de produção de fósforos e o estudo realizado na cidade de Irati no Estado do Paraná, sendo os dados da avaliação foram obtidos na empresa existente na região. Contudo, a metodologia foi desenvolvida com o propósito de ser aproveitada e difundida para outras empresas de fabricação de fósforos.

Pelo inventário de produtos químicos e descrição dos processos da empresa auditada, pode-se rastrear a localização de armazenamento e manipulação de produtos químicos explosivos regulados pela NR-19.

A realização do trabalho sobre a temática proposta tem como foco áreas identificadas na Figura 3 como sendo setores com manuseio ou armazenamento de produtos explosivos foram:

1. Depósito 1, 2 e 3
2. Produção de massa de encabeçamento
3. Produção de fósforos



**Figura 3: Localização do clorato de potássio e derivados. Fonte: Autoria própria (2019).**

Os acompanhamentos feitos dizem respeito apenas à procedimentos realizados nas áreas demarcadas na Figura 3 e que envolvam diretamente o manuseio de clorato de potássio e derivados.

### 3.2 Coleta e tratamento dos dados

O processo de coleta e tratamento de dados funcionou similarmente à uma auditoria. A finalidade é indicar as não conformidades e desenvolver um plano de ação para que se cumpra integralmente a norma.

A aplicação da auditoria se restringiu à procedimentos internos específicos aos setores de Almoxarifado, Química e Fósforo em que haja risco de explosão por contato com o clorato de potássio ou algum derivado. A coleta dos dados se deu por meio de check list simples em que foi assinalado o cumprimento ou não de cada item da NR 19, representado na Tabela 8.

**Tabela 7: Check list usado para auditar a empresa. Fonte: Autoria própria (2019).**

CHECK LIST NR-19											
SETOR: _____			/ LOCALIZAÇÃO: _____								
	C	NC	NA		C	NC	NA				
19.1.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.4 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.1.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.4 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.1.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 f	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.1.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 h	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 i	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 j	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 k	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 l	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anexo I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anexo II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19.2.3 f	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19.2.4 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19.2.4 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Para cada item da norma foram considerados aspectos da gestão, do processo, da estrutura organizacional, das operações, layout, etc., além dos procedimentos e fluxo de informações que podem mostrar o nível de autonomia e independência das políticas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente da organização. Alguns pontos considerados para a avaliação da conformidade de cada ponto foram destacados abaixo:

- Eficácia, suficiência e aplicação dos controles.
- Extensão do cumprimento das normas, planos e procedimentos.
- Controle e proteções sobre perdas e acidentes.
- Grau de confiança e fluxo de informações.
- Gravidade dos riscos estratégicos e de processo da organização.
- Fluxo de reporte de ocorrências em cada situação.

Com as informações de cada setor coletadas nos check lists, foi destacado o valor do passivo trabalhista resultante do não cumprimento de cada item e por fim o somatório de todos os valores de penalidades para encontrar o passivo trabalhista integral da empresa.

Além disso, através das pendências apontadas foi criado um plano de ação com tópicos de melhorias que, se implementadas, regularizam a situação da empresa no que se refere à NR 19.

### **3.3 Descrição das atividades**

#### **3.3.1 Setor Almoxarifado – Depósitos de clorato de potássio**

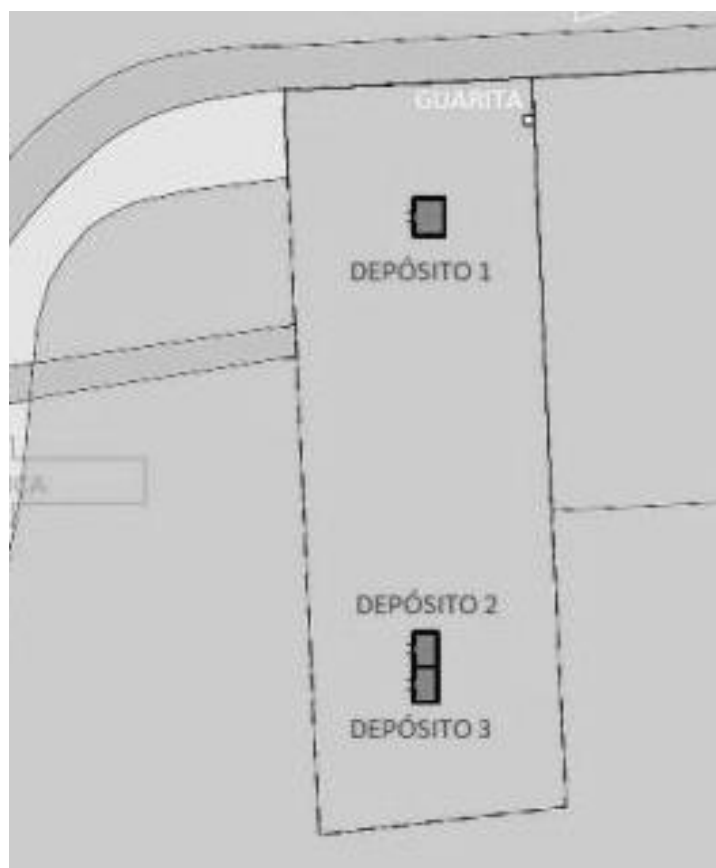
O armazenamento e transporte de clorato de potássio é de responsabilidade do Almoxarifado, que faz o recebimento deste material no pátio da empresa. Após a conferência fiscal o contêiner é encaminhado para a área dos depósitos de clorato, onde o operador de empilhadeira realiza o descarregamento e organização do material nos depósitos.

Os depósitos se situam em terreno plano e seco e contam com uma guarita e portão que sempre estão fechados quando não está sendo feito transporte do clorato de potássio. A área possui aproximadamente 161,5 m de comprimento e 55,5 m de largura (área total de aproximadamente 8963 m<sup>2</sup>).

Estes depósitos são em alvenaria com tamanhos iguais e se localizam em uma área bem afastada das demais instalações da fábrica ou quaisquer vias de tráfego. Suas dimensões são as seguintes:

- 5,5 m de largura
- 4,5 m de comprimento
- 3,1 m de altura

A disposição dos terrenos no entorno dos depósitos está representado na Figura 6.



**Figura 4: Layout da área dos depósitos. Fonte: Autoria própria (2019).**



Os depósitos armazenam até 21000 kg de clorato de potássio, ou seja, 14 pallets, quando em sua capacidade máxima ficam armazenados como mostra a Figura 7.



**Figura 5: Depósito de clorato de potássio com capacidade máxima. Fonte: Autoria própria (2019).**

O clorato está acondicionado em pallets de 1500 kg com 60 sacos de 25 kg cada, dispostos como na Figura 8. Mediante requisição emitida pela Produção, o Almoxarifado realiza a entrega da quantidade solicitada ao setor de produção de massa de encabeçamento. Essa entrega é realizada uma vez ao dia pelo operador de empilhadeira do setor.



**Figura 6: Pallet de clorato de potássio. Fonte: Autoria própria (2019).**

Para a entrega o operador realiza a retirada do pallet do interior do depósito com auxílio de uma paleteira ou manualmente montando um novo pallet no lado externo, dependendo da quantidade requisitada, e transporta com empilhadeira o pallet até a fábrica.

A quantidade de clorato de potássio transportada diariamente, de acordo com os formulários de requisição de matéria-prima da empresa, varia de 900 a 1300 kg.

Os depósitos possuem caixas de areia e extintores no lado externo para combate à incêndios.



**Figura 7: Caixa de areia para combate à pequenos incêndios no depósito 1. Fonte: Autoria própria (2019).**



**Figura 8: Caixa de areia para combate à pequenos incêndios nos depósitos 2 e 3. Fonte: Autoria própria (2019).**

O responsável pelo transporte do clorato de potássio também realiza conferência diária das condições e temperatura e umidade no interior dos depósitos.

### **3.3.2 Setor Química – produção de massa à base de clorato**

Neste setor ocorre o preparo da massa à base de clorato de potássio, que é aderida à cabeça do palito. O clorato de potássio é entregue com a empilhadeira, sendo o material conferido pelo responsável no setor.

Os sacos são removidos do pallet e separados até que seja feito o seu uso.



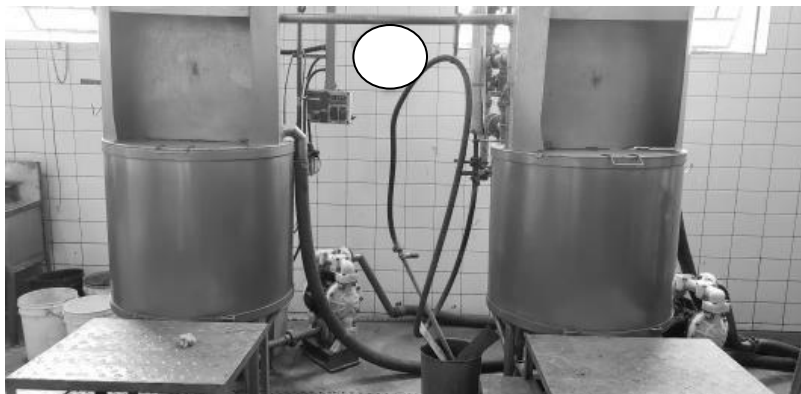
**Figura 9: Operador realiza conferência de materiais. Fonte: Autoria própria (2019).**

Antes do preparo, todos os materiais são pesados de acordo com a formulação e plano de produção.



**Figura 10: Operador realizando pesagem dos materiais. Fonte: Autoria própria (2019).**

No setor há dois misturadores para a preparação de massa, ambos idênticos, com capacidade para 0,525 m<sup>3</sup>. Ambos possuem controle de temperatura automático, pois a massa deve ser misturada em temperatura pré determinada. Há 2 tipos de formulação e o que basicamente as diferencia é a presença de enxofre em uma delas (além de corantes), mas as duas são à base de clorato de potássio.



**Figura 11: Tanques misturadores de massa de encabeçamento. Fonte: Autoria própria (2019).**

Os materiais da mistura, dentre eles o clorato de potássio, são adicionados manualmente aos misturadores, onde ficam por tempo pré determinado até homogeneização da massa.



**Figura 12: Operador adicionando clorato de potássio ao tanque misturador. Fonte: Autoria própria (2019).**

Após o tempo necessário para a homogeneização da mistura, ocorre o bombeamento, através de duas bombas pneumáticas instaladas na base de cada misturados, para 5 tanques de armazenamento, que também possuem misturadores de menor. Todos os tanques são idênticos e possuem capacidade de 0,462 m<sup>3</sup>. Como a densidade da mistura é de aproximadamente 1,3 kg/m<sup>3</sup> cada tanque armazena em torno de 600 kg de massa de encabeçamento.



**Figura 13: Tanques de armazenamento de massa de encabeçamento. Fonte: Autoria própria (2019).**

A massa preparada fica então disponível para uso no setor Fósforo, onde é realizado o encabeçamento dos palitos, e é transportada em pequenos tanques com rodízios (carrinhos), que são enchidos através da abertura das válvulas na parte inferior dos tanques.



**Figura 14: Alimentação de vapor de segurança nas válvulas dos tanques de armazenamento. Fonte: Autoria própria (2019).**

As atividades no setor iniciam às 02:00 e vão até 00:00. Diariamente ficam armazenados nos tanques em torno de 1500 kg de massa úmida, já preparada para uso já no início do turno. Além disso, como a entrega de materiais do almoxarifado é realizada apenas uma vez ao dia, ficam armazenados no setor de 200 a 400 kg de clorato de potássio.

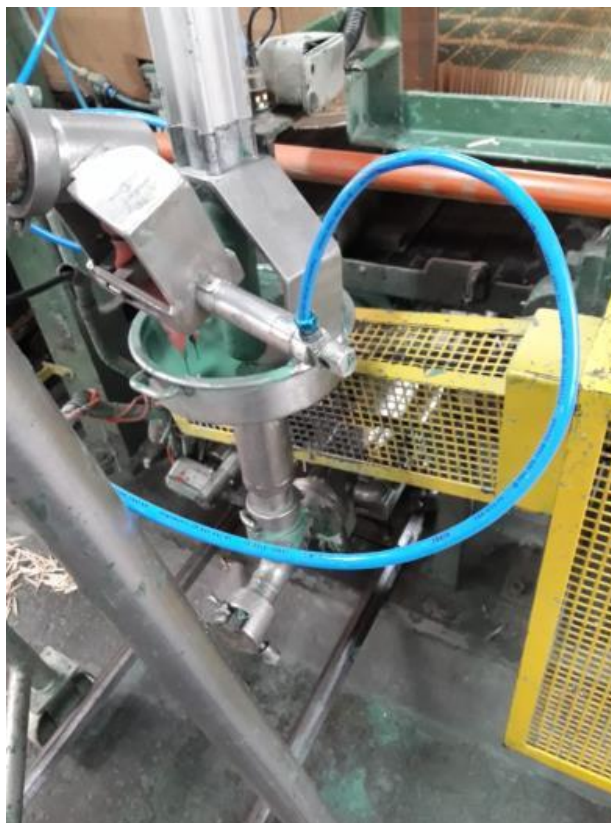


**Figura 15: Sacos de clorato de potássio armazenados no setor. Fonte: Autoria própria (2019).**

### **3.3.3 Setor Fósforo – produção de palitos de fósforo**

Compreende 12 máquinas de produção de fósforo de diversos tipos, consumindo a massa produzida (média de aproximadamente 1700 kg por dia), mas apenas um tipo de máquina causa o enclausuramento da massa à base de clorato de potássio.

Este tipo de máquina possui um reservatório de massa com rolo aplicador para formação das cabeças. A massa é alimentada pela abertura manual da válvula do carrinho e pelo sistema automático de alimentação, que consiste num copo de abastecimento com um pistão de fechamento e um pistão para pressionar a massa. Após ser empurrada pelo pistão, a massa é empurrada por dentro de um tubo que distribui através de orifícios a massa pelo reservatório.



**Figura 16: Sistema de abastecimento de massa. Fonte: Autoria própria (2019).**

É essencial a limpeza constante de todos os equipamentos pois assim que seca a massa fica suscetível a acendimento espontâneo.



**Figura 17: Transbordamento do copo de alimentação. Fonte: Autoria própria (2019).**



Neste setor as operações iniciam às 05:00 e encerram à 00:00. No intervalo em que as máquinas estão paradas trabalha a equipe de limpeza. Todos os reservatórios de massa são limpos, em especial o tubo de alimentação que deve ser aberto pelos 2 lados e enxaguado vigorosamente para evita que resíduos de massa seca permaneçam no tubo, podendo vir a causar uma explosão.



**Figura 18: Operação de limpeza do cocho de massa. Fonte: Autoria própria (2018).**

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Com as observações feitas na indústria, foi construído um check list, referenciando cada item da NR 19 que apresenta uma penalidade. O check list se encontra no Anexo I.

Foi avaliado os cenários em cada setor e contabilizado o montante da multa a que a empresa está sujeita caso uma fiscalização ocorra com o intuito de avaliar os riscos com os explosivos presentes. A contabilização foi realizada baseando-se nas tabelas 5 e 6 dadas pelas NR 28 – Fiscalização e Penalidades. Após justificar o por que da não conformidade encontrada também foi proposto algumas alterações para que a situação fique regularizada e

também ações para que o ambiente de trabalho se torne um ambiente mais seguro e organizado.

#### 4.1 Setor Almojarifado – Depósitos de clorato de potássio

De acordo com o observado nesta área, o resultado obtido com o preenchimento do check list está exposto na Tabela 8:

**Tabela 8: Check list do setor Almojarifado nos depósitos de clorato. Fonte: Autoria própria, 2019.**

CHECK LIST NR-19											
SETOR: Almojarifado / LOCAL: Depósitos de clorato											
	C	NC	NA		C	NC	NA		C	NC	NA
19.1.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.4 c	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 d	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.1.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.2.4 d	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 e	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.1.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.2 f	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 g	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 b	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 h	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 c	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 i	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.3.1 d	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 j	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.3.2 a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 k	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.3.2 b	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 l	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.3.2 c	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anexo I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.3 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.3.2 d	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anexo II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19.2.3 f	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.2 a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19.2.4 a	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 b	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
19.2.4 b	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 c	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<b>OBSERVAÇÕES</b>											
Instalação ou edificação mais próxima: ferrovia											
19.1.2 Paleteira no setor, problema com R-105.											

Item 19.1.5 – não foi constatado nenhuma avaliação dos riscos de incêndio, explosão, medidas de controle nem nada similar a um Plano de Atendimento à Emergência. Penalidade: C=119.226-4/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72.

Item 19.2.4 a – não foi constatado proibição ao uso de ferramentas que possam causar centelhas ou calor por atrito, encontrado equipamento de movimentação de pallets que pode produzir calor ou centelha através do atrito. Penalidade: C=119.230-2/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.4 b – não foi constatado proibição à atos que possam gerar centelhamento. Penalidade: C=119.231-0/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.3.1 c – foi constatado que os depósitos de clorato tem ocupação maior do que 60% da sua capacidade. Penalidade: C=119.237-0/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26

Item 19.3.1 d – não foi constatada sinalização externa. Penalidade: C=119.238-8/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72

Item 19.4.1 – não foi observado procedimentos ou normas de transporte interno do produto químico controlado nem identificação do material no transporte. Penalidade: C=119.243-4/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.4.2 c – não há evidência de verificação do veículo que transporta o clorato de potássio diariamente. Penalidade: C=119.246-9/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72

Item 19.4.2 d – ao ser transportado dos depósitos com a empilhadeira não há qualquer identificação do clorato de potássio e sinalização do risco da carga. Penalidade: C=119.247-7/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72

Item 19.4.2 g – ao ser transportado o material fica exposto à incidência direta do sol e de intempéries. Penalidade: C=119.250-7/I=4/T=S. Valor: R\$ 3514,72

Item 19.4.2 i – não foi constatado prova de que o local de descarga do material é inspecionado antes da entrega. Penalidade: C=119.252-3/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72

Há uma observação a ser feita quanto ao item 19.1.2 que traz a obrigatoriedade do cumprimento do Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados (R-105) do Exército Brasileiro. Como a empresa possui o CR (Certificado de Registro) que atesta o cumprimento ao Regulamento e autoriza o uso industrial de produto controlado este item foi considerado como conforme mas uma fiscalização por parte do Exército Brasileiro podia resultar em

sanções à empresa. Foram flagradas não conformidades como a presença de objetos metálicos que podem produzir centelhamento no interior dos depósitos como registrado na Figura e a ocupação dos depósitos, como já apontado anteriormente na Figura. As não conformidades citadas fazem referência também aos itens 19.2.4a e 19.3.1c.

Esta proibição está amparada no Artigo 142 do supracitado regulamento, que dispõe sobre trabalhos executados nos depósitos de armazenamento de produtos químicos controlados, entre outros.



**Figura 19: Paleteira para movimentação dos pallets de clorato de potássio. Fonte: Autoria própria (2019).**

Para avaliar o Anexo II que trata das distâncias e quantidades a serem armazenadas, é preciso utilizar a Tabela 9 justificado pelo que traz a própria norma no seu item d do referido Anexo, que diz que “produtos químicos usados no fabrico de misturas explosivas e fogos de artifício, como nitrato de amônio, dinitrotolueno, nitrocelulose úmida, cloratos, percloratos e outros que somente detonam em condições especiais” e estando em condições que “apresentem apenas o risco de fogo”, pois não há outros materiais armazenados próximos a estes depósitos.

**Tabela 9: Distâncias mínimas permitidos por quantidade de material explosivo. Fonte: BRASIL (2017).**

Peso Líquido		Distâncias Mínimas (m)			
(Kg)		Edifícios Habitados	Ferrovias	Rodovias	Entre Depósitos ou Oficinas
De	Até				
0	450	25	25	25	15
451	2.250	35	35	35	25
2.251	4.500	45	45	45	30
4.501	9.000	60	60	60	40
9.001	18.000	70	70	70	50
18.001	31.750	80	80	80	55
31.751	45.350	90	90	90	60
45.351	90.700	115	115	115	75
90.701	136.000	110	110	110	75
136.001	181.400	150	150	150	100
181.401	226.800	180	180	180	120

A quantidade máxima armazenada em cada depósito é de 21000 kg. Também não há edificações, rodovias, depósitos ou oficinas a menos de 100 m dos depósitos de clorato de potássio. Há apenas uma ferrovia mais próxima ao depósito 3.

Os depósitos 2 e 3 dividem uma parede, portanto é possível considerar que funcionam como um só, somando 42000 kg em um só depósito. Mesmo tomando por base este pior cenário as distâncias mínimas são contempladas.

Usando a ferramenta “*Medir distâncias ou áreas*” do Google Maps, podemos observar que o depósito 3 está a 90 m de distância da ferrovia, o limite de distância permitido para a quantidade considerada neste cenário.



**Figura 20: Distância entre os depósitos de clorato e a ferrovia. Fonte: GOOGLE MAPS (2019).**

#### **4.2 Setor Química – produção de massa à base de clorato**

Avaliando o pior cenário, considerou-se para este estudo que a massa à base de clorato de potássio deve ser igualmente controlada por possuir grande potencial de reatividade assim como o clorato puro, sendo uma propriedade fundamental do composto para que haja a combustão do palito. A massa úmida não traz riscos mas a massa seca pode ativar-se espontaneamente mesmo sem estímulo relevante, por esse motivo os tanques precisam permanecer sempre fechados para evitar a perda de umidade, exceto em períodos de limpeza ou ajustes operacionais. Nas válvulas de saída dos tanques há também alimentação de vapor para que a massa ali presente esteja sempre úmida e aquecida, para permanecer num estado mais pastoso e sem risco de uma ativação pelo atrito de abertura da válvula, como mostra a Figura 17.

Neste setor as informações coletadas estão representadas na Tabela 10.

**Tabela 10: Check list do setor Produção na Química de Massa. Fonte: Autoria própria (2019).**

CHECK LIST NR-19											
SETOR: Produção / LOCAL: Química de Massa de encabeçam.											
	C	NC	NA		C	NC	NA		C	NC	NA
19.1.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.4 c	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.4 d	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 e	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 f	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.2 g	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.2 h	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.2 i	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.1 d	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.4.2 j	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.3 a	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 a	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 k	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.3 b	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 b	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 l	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.3 c	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 c	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anexo I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19.2.3 d	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.3.2 d	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anexo II	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.2.3 e	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
19.2.3 f	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
19.2.4 a	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
19.2.4 b	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19.4.2 c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
OBSERVAÇÕES (Anexo I)											
<p>4.4 Não há separação distante suficiente com o local de preparo do fósforo vermelho, sendo setores com ligação direta, assim como não há controle de movimentação de pessoas e materiais.</p> <p>4.6 A sinalização quanto aos riscos explos. e inflam. é inexistente</p> <p>4.7 Pisos, ferramentas, etc. são sujeitos à energia estática.</p> <p>4.8 Comp. elétricos não são à prova indep. nem à prova de explosão</p> <p>4.9 Equipamentos não são aterrados.</p> <p>5.2 PPRA não possui inventário de riscos e planos específicos, como Plano de Emergência, plano de manutenção preventiva, informações de segurança nos procedimentos</p> <p>14.1 Não há cronograma e programa de treinamento.</p>											

Item 19.1.3 – a fábrica se encontra em perímetro urbano. Penalidade: C=119.224-8/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.1.4 – não há distância mínima de 25 m entre o setor de produção de massa e outros setores, inclusive parte administrativa, considerando-se que uma quantidade de clorato de potássio fica armazenada já para uso no começo do turno. Penalidade: C=119.225-6/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.1.5 – não foi constatado nenhuma avaliação dos riscos de incêndio, explosão, medidas de controle nem nada similar a um Plano de Atendimento à Emergência. Penalidade: C=119.226-4/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72.

Item 19.2.3 a – observado diversos equipamentos, ferramentas, tubulações, etc em mal estado de conservação. Penalidade: C=119.217-5/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.3 c – piso não é anti estático e teto não é de material incombustível. Penalidade: C=119.219-1/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.3 d – não foi constatado proibição à atos que possam gerar centelhamento e os equipamentos elétricos e tanques não são aterrados. Penalidade: C=119.220-5/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.4 a – são utilizadas ferramentas que produzem calor por atrito ou centelha. Penalidade: C=119.230-2/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.4 b – não foi constatado proibição a atos que possam gerar centelha. Penalidade: C=119.231-0/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.5 – a matéria-prima utilizada é suficiente para muito mais tempo do que 4 horas de trabalho. Penalidade: C=119.234-5/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.3.2 d – o setor de produção não é destinado para armazenamento do clorato de potássio, mesmo em quantidade reduzida. Penalidade: C=119.242-6/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Foram observados alguns pontos do Anexo I da NR 19, mesmo que este anexo trate especificamente de Segurança e Saúde na Indústria e Comércio de Fogos de Artifício e Outros Artefatos Pirotécnicos. Como o próprio Anexo define que trata de “artigos preparados para transmitir inflamação” com finalidade diversa, admitiu-se aqui avaliar o setor quanto aos itens deste anexo apenas com o intuito de recomendar medidas proativas para conter riscos no setor quando supomos estarmos no pior cenário.





Item 19.1.5 – não foi constatado nenhuma avaliação dos riscos de incêndio, explosão, medidas de controle nem nada similar a um Plano de Atendimento à Emergência. Penalidade: C=119.226-4/I=3/T=S. Valor: R\$ 3514,72.

Item 19.2.4 a – são utilizadas ferramentas que produzem calor por atrito ou centelha. Penalidade: C=119.230-2/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

Item 19.2.4 b – não foi constatado proibição a atos que possam gerar centelha. Penalidade: C=119.231-0/I=4/T=S. Valor: R\$ 4702,26.

#### 4.4 Melhorias

O valor total resultante de uma multa no caso de inspeção com base no texto da NR 19 é de R\$ 98.651,66, considerando-se para esse cálculo as menores alíquotas em UFIR da Tabela de Penalidades da NR 28 (valores maiores em UFIR para as multas geralmente são considerados quando há reincidência).

Para uma indústria de médio porte é um valor razoavelmente alto mas nada comparado com o valor material e, principalmente, humano que pode ocorrer com as consequências do não cumprimento integral da norma.

Para adequar a empresa à todos os pontos da norma e às boas práticas operacionais recomenda-se:

- Elaborar procedimentos criteriosos com análises de risco das atividades de transporte e manuseio, que contemplem segurança e boas práticas operacionais, com foco nos atos inseguros que possam produzir calor ou centelhas, assim como um cronograma de treinamentos internos.
- Criar um Plano de Atendimento à Emergências contemplando todos os possíveis cenários de combate à explosão e incêndio, juntamente com um cronograma de exercícios simulados.
- Reduzir o clorato de potássio estocado nos depósitos de modo a atingir uma ocupação do espaço menor do que 60% ou construir novo depósito para atingir mesmo objetivo.
- Sinalizar as áreas de armazenamento e veículos de transporte do clorato de potássio.

- Usar um tipo de revestimento ou manta térmica sobre o material transportado para proteção contra incidência do Sol e intempéries.
- Implementar check list para evidenciar a conferência dos meios de transporte e locais de armazenamento e entrega de clorato de potássio.
- Como a fábrica é antiga, em certo momento já esteve localizada afastada de zonas povoadas. Hoje já se faz necessário um planejamento visando possível realocação da planta.
- Alterar o local de manipulação de fósforo vermelho (lixa), que se encontra muito próximo da área de manipulação do clorato de potássio (massa), assim como o escritório de qualidade e laboratório de controle de qualidade que são anexos aos 2 setores. De imediato, criar barreiras físicas entre os dois setores e controle de acesso e movimentação de materiais.
- Estabelecer procedimento restringindo acesso ao setor de produção de massa apenas à pessoas treinadas.
- Sinalizar as entradas do setor quanto à existência de materiais explosivos e inflamáveis.
- Realizar a manutenção corretiva de equipamentos que estão em más condições, principalmente tubulações de vapor.
- Revestir o piso com material antiestético, substituir o teto por material incombustível e substituir o uso de ferramentas ou de difícil manejo por materiais que não produzam centelhamento ou calor por atrito.
- Reestruturar a parte elétrica do setor, aterrando equipamentos, tanques, bombas, etc. e instalando materiais à prova de explosão.
- Criar inventário e descritivo de equipamentos, máquinas e ferramentas (*as built* de rede elétrica, hidráulica, partes mecânicas e tubulações de processo e utilidades), definir um plano de manutenção preventiva e estabelecer regras, criticidade e plano de contingência de cada situação.

## 5 CONCLUSÃO

O check list criado para verificar as condições onde se opera com materiais potencialmente explosivos determinou que o passivo trabalhista existente na empresa em se tratando de cumprimento à Norma Regulamentadora 19 é um montante de R\$ 98.651,66.

Pode-se constatar que a avaliação na empresa foi de grande valia, pois das 14 ações propostas para eliminar o passivo, 11 delas, ou seja, 78%, não demandam altos investimentos, sendo de fácil aplicação, apenas pela implementação de boas práticas operacionais e de controle de processo. Com uma redução de 78% no passivo trabalhista o valor cai para R\$ 21.703,37 e se torna muito mais ponderado para que a empresa assuma qualquer ônus oriundo de uma fiscalização.

Além de contribuir para a segurança financeira da empresa, a avaliação auxiliou na exposição e determinação de riscos e melhorias que podem ser feitas para prevenir acidentes graves com a manipulação de materiais controlados. No entanto para o sucesso das modificações se faz necessária alterações sistêmicas na empresa com adoção de políticas preventivas e não meramente corretivas. Para a quebra de paradigma e adesão à uma nova cultura de segurança é recomendado a realização de treinamentos, reuniões, dinâmicas, integrações que promovam um engajamento grupal com acompanhamento da alta direção.

Com isso o objetivo do estudo foi alcançado, pois se determinou o montante de uma possível multa aplicada à empresa por descumprimento da NR 19, assim como os riscos e práticas que contribuem para a segurança de trabalhadores que atuam nestas condições e manipulam materiais de alta periculosidade, servindo como guia para as empresas observarem e controlarem esses riscos a que estão expostos seus colaboradores. Também espera-se contribuir com a comunidade acadêmica, compilando várias informações sobre a manipulação de materiais sensíveis e suscetíveis à explosões ou acidentes por combustão ou deflagração espontânea.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AKHAVAN, Jacqueline, **The Chemistry of Explosives**. 1ª ed. Bedford: RSC Paperbooks, 1998.

ARMY KIDS. **Toy: Round caps**. <https://www.kids-army.com/9-x-8-round-caps-2-packs-of-72> acessado em 01/04/2019 às 23:30.

BADOZA, S.; BELINI, C. **La Compañía General de Fósforos 1889-1929: expansion y limites de una gran empresa em una economía agro-exportadora**. Revista Desarrollo Económico, vol. 49, nº 193, 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-19 - Explosivos**. Manual de Legislação Atlas. 79ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-28 – Fiscalização e Penalidades**. Manual de Legislação Atlas. 79ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017a.

COOPER, Paul W. **Explosives Engineering**. 1ª ed. Albuquerque: Wiley-VCH, 1996.

CRUZ, S. **O ambiente do trabalho na construção civil: um estudo baseado na norma**. Santa Maria, 1996. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSM.

DAVIS, Tenney L. **The Chemistry of Powder and Explosives**. 1ª ed. New York: John Wiley, 1941.

DEPARTMENT OF CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING. **Chlorates and Perchlorates: Their Manufacture, Properties and Uses**. Armed Services Technical Information Agency. Arlington, 1960.

DOB RATZ, Brigitta M. **Properties of Chemical Explosives and Explosive Simulants vol. 1.** 1ª ed. Livermore: Lawrence Livermore Laboratory – Univeristy of California, 1972.

EXÉRCITO BRASILEIRO, DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE PRODUTOS CONTROLADOS. **Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados R-105.** <http://www.dfpc.eb.mil.br/index.php/component/content/article/2-uncategorised/170-r-105-art-1-ao-29#def> acessado em 20/03/2019 às 19:00.

GOMES, Maron S. S. O.; LIMA, Camila A. **Ensino de distribuição normal na disciplina de Estatística aplicada à Química utilizando palitos de fósforo.** [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2012000100014&lang=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000100014&lang=pt) acessado em 16 de fevereiro de 2019 às 14:40.

GOOGLE MAPS. **Meus mapas.** [https://www.google.com/maps/d/edit?hl=pt-BR&mid=1HwNAJeG\\_9mhu-nhthWnhfESpAjQ&ll=-25.47715874890234%2C-50.65921408841615&z=19](https://www.google.com/maps/d/edit?hl=pt-BR&mid=1HwNAJeG_9mhu-nhthWnhfESpAjQ&ll=-25.47715874890234%2C-50.65921408841615&z=19) acessado em 21 de março de 2019 às 17:00.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Controlling fire and explosion risks in the workplace.** London, 2013.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Explosives Regulations: safety provisions – L150.** London, 2014.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Explosives Regulations: safety provisions – L151.** London, 2014.

MAURICIO, Filipe G. B. **Marcação de Explosivos baseado em fotoluminescência para codificar e identificar resíduos pós-explosão.** 2015. 72 f. Dissertação de Mestrado em Química da Universidade de Brasília, 2015.

MEYER, R.; KÖHLER, J.; HOMBURG, A. **Explosives**. 7<sup>a</sup> ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2015.

PEREIRA, Luis F. **A brilhante história de um simples palito de fósforo**. Caderno FOVEST Folha de São Paulo, 2009.

SECRETARY OF STATE OF GREAT BRITAIN. **The manufacture and storage of explosives regulations**. London, 2005.

SESI, Departamento Regional da Bahia. **Legislação comentada: NR 19 – Explosivos**. 1<sup>a</sup>ed. Salvador: SESI – Departamento Regional da Bahia, 2008.

URBANSKI, Tadeusz. **Chemistry and Technology of Explosives**. 1<sup>a</sup> ed. Warszawa: PWN-Polish Scientific Publishers, 1964.