

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR- MG
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
IGOR LASMAR COSTA

ESTUDO E ELABORAÇÃO DE TEXTO BASE PARA INSTRUÇÃO TÉCNICA EM
UNIDADES DE BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

FORMIGA – MG
2017

IGOR LASMAR COSTA

ESTUDO E ELABORAÇÃO DE TEXTO BASE PARA INSTRUÇÃO TÉCNICA EM
UNIDADES DE BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-MG,
como requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Laurêmia Soares da Silva

FORMIGA – MG

2017

C837 Costa, Igor Lasmar.

Estudo e elaboração de texto base para instrução técnica em unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas no estado de Minas Gerais / Igor Lasmar Costa. – 2017.
69 f. : il.

Orientadora: Laurêmia Soares da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro
Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2017.

1. Explosões. 2. Instrução 3. Técnica. 4. Armazenamento. I. Título.

CDD 620

Igor Lasmar Costa

ESTUDO E ELABORAÇÃO DE TEXTO BASE PARA INSTRUÇÃO TÉCNICA EM
UNIDADES DE BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS


Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-MG,
como requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA




Prof^ª. Espec. Laurêmia Soares da Silva

Orientadora



Prof^ª. M.^a Christiane Pereira Rocha Sousa

UNIFOR-MG



Prof^ª. M.^a Tânia Aparecida de Oliveira Fonseca

UNIFOR-MG

Formiga, 30 de outubro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado nesse caminho e superar cada desafio e dificuldade ao longo do curso.

Ao meu pai Helder Oliveira Costa e a minha mãe Lucélia Lopes Lasmar Costa que sempre me colocaram pra frente em todas as decisões da minha vida, me ajudando quando precisei, apoiando em todos os momentos, sendo uma fonte de inspiração e exemplos de vida.

A meu irmão Andrew pelo companheirismo e compreensão que sempre ajudou quando precisei. A minha irmã Júlia, pelo carinho que sempre teve comigo, me ajudando diretamente nesse trabalho.

A minha namorada Júlia, pelo carinho, amor e ajuda nos momentos difíceis, pelo incentivo e sua compreensão quando estive distante.

A toda minha família, avós, tios e primos que sempre foram exemplos para a minha criação, sempre torcendo por mim e ajudando em todos os momentos.

Aos meus amigos de infância que sempre estiveram comigo ao decorrer da vida e aos amigos que ganhei ao longo da faculdade, essenciais para a conclusão dessa etapa.

À minha orientadora Laurêmia e amigo César, que me ajudaram na criação desse trabalho, me aconselhando e dando apoio, e pelas suas correções e sugestões.

RESUMO

Este trabalho apresenta levantamentos bibliográficos que demonstram a importância de conhecer os riscos que comprometem a qualidade de vida e saúde dos profissionais que trabalham nas unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas. O principal risco para uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas é a poeira agrícola resultante do processo produtivo que apresenta características explosivas, que podem levar a ocorrência de uma explosão de níveis catastróficos a todas as suas edificações. Devido à inexistência de uma Instrução Técnica específica no Estado de Minas Gerais, tem-se como consequência a desinformação dos trabalhadores envolvidos na unidade industrial, sobre as causas e consequências dos possíveis sinistros. De acordo com estudos, a aplicabilidade dos meios de prevenção de explosões e incêndios proporciona uma maior economia do que a recuperação em máquinas, equipamentos e estruturas pelos danos decorrentes de uma possível explosão e incêndio. O levantamento bibliográfico informa os conceitos sobre explosões primárias e secundárias e atmosferas explosivas, e a identificação dos locais onde ocorre o maior acúmulo da poeira agrícola, e das principais fontes de ignição para uma explosão, assim como os meios preventivos necessários para a unidade industrial. Uma proposta de instrução técnica em unidades de beneficiamento e armazenamento no Estado de Minas Gerais foi inserida no apêndice A deste trabalho, onde conta com tópicos que abordam medidas preventivas contra incêndio e pânico, de modo a garantir a saúde física e qualidade de vida dos profissionais envolvidos na unidade industrial.

Palavras-chave: Explosões. Instrução Técnica. Armazenamento.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem aérea da Imperial Sugar Company depois da explosão e incêndio.....	15
Figura 2 – Fluxograma da unidade de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas	17
Figura 3 – Balança e coletor pneumático.....	18
Figura 4 – Tombador.....	18
Figura 5 – Moega.....	19
Figura 6 – Esteira transportadora.....	20
Figura 7 – Transportador horizontal de corrente	20
Figura 8 – Rosca sem fim	21
Figura 9 – Transportador vertical	21
Figura 10 – Canecas do transportador vertical	22
Figura 11 – Máquinas de limpeza.....	22
Figura 12 – Fornalha	23
Figura 13 – Captadores de poeira agrícola	24
Figura 14 – Impurezas retidas	24
Figura 15 – Secador	25
Figura 16 – Imagem ilustrativa de circulação de ar no interior do secador	26
Figura 17 – Exaustor	27
Figura 18 – Silo de grãos quebrados.....	28
Figura 19 – Silo pulmão	28
Figura 20 – Silo Plano fundo	29
Figura 21 – Silo Elevado	30
Figura 22 – Expedição	30
Figura 23 – Explosão da poeira agrícola ocasionada por movimentação.....	35
Figura 24 – (a) Esquema de uma explosão primária gerando uma onda que espalha a poeira agrícola. (b) Esquema de uma explosão secundária gerada a partir de uma primária.....	36
Figura 25 – Triângulo do Fogo	36
Figura 26 – Tetraedro do fogo.....	37
Figura 27 – Motor elétrico coberto com poeira agrícola.....	39
Figura 28 – Soterramento por colapso de pontes de grãos	46

Figura 29 – Soterramento de massa vertical de grãos	46
Figura 30 – Soterramento por fluxo dos produtos agrícolas	47

LISTA DE SIGLAS

Ie. - Índice de explosividade

Ge. - Grau de explosividade

Pmp. - Pressão máxima de explosão

Vmp. - Velocidade máxima de pressão

T1. - Temperatura mínima de ignição

T2. - Temperatura Máxima de ignição

E. - Energia de ignição

C. - Concentração mínima de pó

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CBMMG - Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

CBMPR - Corpo de Bombeiros Militar do Paraná

CBMGO - Corpo de Bombeiros Militar de Goiás

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnica

PM - Polícia Militar

NB - Norma Brasileira

NR - Norma Regulamentadora

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Características de poeiras inflamáveis	31
Tabela 2 – Estatísticas sobre as principais fontes de ignição causadoras de explosões em silos	38
Tabela 3 – Principais equipamentos e/ou locais críticos ao surgimento de explosões.....	39
Tabela 4 – Resultado das concentrações de poeira totais encontradas nos locais de coleta.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 JUSTIFICATIVA.....	13
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1 Contexto histórico das Instruções Técnicas e das atividades do Corpo de Bombeiros.....	14
4.2 Unidades de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas	16
4.2.1 Recebimento.....	17
4.2.2 Plataforma de descarga	18
4.2.3 Moega.....	19
4.2.4 Esteira transportadora	19
4.2.5 Transportador horizontal de corrente (Redler).....	20
4.2.6 Rosca sem fim	20
4.2.7 Transportador Vertical	21
4.2.8 Máquina de limpeza e pré-limpeza.....	22
4.2.9 Fornalha	23
4.2.10 Sistemas de captação de poeira agrícola	23
4.2.11 Secador	25
4.2.12 Ventilador ou exaustor.....	26
4.2.13 Silos.....	27
4.2.13.1 Silo de grãos quebrados.....	27
4.2.13.2 Silo Pulmão.....	28
4.2.13.3 Silo Fundo Plano	29
4.2.13.4 Silos Elevados	29
4.2.14 Expedição	30
4.3 Atmosferas Explosivas	31
4.3.1 Explosões	31
4.3.1.1 Explosões primárias	34
4.3.1.2 Explosões secundárias.....	35
4.3.2 Atmosfera explosiva	36

4.3.3 Formação de gás metano	37
4.4 Principais fontes de ignição em atmosfera explosiva	38
4.4.1 Locais geradores de poeira agrícola	39
4.4.1.1 Métodos preventivos nos locais geradores de poeira agrícola	41
4.5 Medidas de proteção contra incêndio	42
4.5.1 Medidas de proteção contra incêndio em silos	43
4.5.1.1 Medidas para proteção contra incêndios e explosões de poeira	43
4.5.1.2 Medidas preventivas na ignição	44
4.5.1.3 Mitigação de explosões	44
4.6 Controle de riscos em silos.....	44
4.6.1 Trabalho em altura	45
4.6.2 Soterramento	45
5 METODOLOGIA	48
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
7 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE A – Instrução Técnica em Unidades de Beneficiamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas	54

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje um dos maiores produtores de produtos agrícolas no cenário mundial, e em decorrência dessa grande produtividade, faz-se necessário um melhor aprofundamento no armazenamento de produtos agrícolas, visando à qualidade do produto e a segurança dos funcionários envolvidos no processo de armazenagem.

Conforme os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017) a safra 2016/2017 no Brasil foi estimada em 229,91 milhões de toneladas, indicando um aumento de 19,5% em relação à safra 2015/2016.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016) no primeiro semestre de 2016, o Brasil contava com 7818 empresas de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas apresentando uma capacidade útil disponível de 166,5 milhões de toneladas, tal capacidade 0,2% maior que o semestre anterior.

Com o aumento na produção de produtos agrícolas, os agricultores buscam melhorias nas instalações de armazenagem, desta forma, para evitar as perdas e preservar a qualidade dos produtos agrícolas, a armazenagem adequada dos grãos é de fundamental importância. Entretanto, decorrente do aumento da produção de grãos mostra-se necessário à implantação de instruções técnicas específicas nas unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas.

Nas unidades de beneficiamento e armazenamento para produtos agrícolas, os trabalhadores estão submetidos a muitos riscos, dentro deles: as explosões, as quedas de lugares altos e o soterramento no interior dos silos. A instrução técnica tem como finalidade prevenir os possíveis riscos que os profissionais da unidade industrial estão submetidos, preservando e garantindo a sua qualidade de vida e saúde física.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Elaborar um texto base para uma instrução técnica em unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas no Estado de Minas Gerais, com base no estudo de textos técnicos em conjunto com as instruções técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais - CBMMG.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o processo de beneficiamento e armazenamento dos produtos agrícolas e apresentar os principais riscos presentes no ambiente em análise, assim como identificar as principais medidas preventivas que possam evitar incêndio e pânico.
- Criar uma proposta para a elaboração de uma instrução técnica para locais de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas (Silos Agrícolas) no Estado de Minas Gerais.

3 JUSTIFICATIVA

Atualmente o Estado de Minas Gerais não apresenta uma instrução técnica específica para unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas. Com a elaboração e posteriormente a implantação de uma instrução técnica, esta garantiria a segurança dos funcionários envolvidos na unidade industrial, prevenindo-os de possíveis acidentes na indústria, e na ocorrência de algum incêndio ou explosão, possa garantir ao funcionário que ele evacue até algum lugar seguro.

A instrução técnica permite ainda ao empresário, segurança na unidade industrial, prevenindo-o de possíveis perdas em equipamentos e componentes da indústria.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico consiste em revisar os artigos, livros e materiais existentes sobre o tema abordado, visando a melhor sustentação dos conceitos descritos, para que se possa ter a total compreensão do trabalho.

4.1 Contexto histórico das Instruções Técnicas e das atividades do Corpo de Bombeiros

Antes dos grandes incêndios no Brasil a regulamentação sobre medidas de segurança contra incêndio e pânico era esparsa, e as edificações seguiam apenas o Código de Obras dos municípios. O corpo de bombeiros regulamentava apenas áreas advindas de seguradora, indicando em geral medidas de combate ao incêndio, como provisão de hidrantes e extintores, além das suas sinalizações. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) regulamentava mais na área de produção de extintores de incêndio por meio dos órgãos de Comitê Brasileiro de Construção Civil e Comissão Brasileira de Proteção Contra Incêndio (SEITO et al., 2008).

O primeiro grande incêndio em prédios elevados no Brasil ocorreu no dia 24 de fevereiro de 1972 na cidade de São Paulo, no edifício Andraus. O edifício Andraus era um prédio comercial com 31 andares, de concreto armado e acabamento em pele de vidro. Acredita-se que a causa do incêndio tenha iniciado em cartazes sobre a marquise do prédio. O resultado do incêndio foi de 16 mortes e 336 feridos, e as vítimas não foram maiores pela existência de um heliporto na cobertura, onde as pessoas se deslocaram para tal área e foram protegidas pela laje e beirais do equipamento. Como consequência desse incêndio, a prefeitura de São Paulo começou a estudar a reformulação do Código de Obras. E houve também o estudo da reestruturação do corpo de bombeiros, criando Comandos de Corpo dentro das Polícias Militares (PM) e não orgânicos às PM, com exceção do corpo de bombeiros do Rio de Janeiro e Brasília, pois estes já tinham esses comandos (SEITO et al., 2008).

O principal incêndio em prédios elevados no Brasil ocorreu no dia 1 de fevereiro de 1974 no edifício Joelma na cidade de São Paulo, quase dois anos após o incêndio no edifício Andraus. O edifício possuía 23 andares de estacionamento e escritórios. O incêndio teve como consequência a morte de 179 pessoas e 320 feridos (SEITO et al., 2008).

Decorrente dos incêndios ocorridos nos edifícios Andraus e Joelma, a prefeitura de São Paulo fez mudanças imediatas em suas normas, dentro elas a edição do Decreto Municipal nº 10.878 que institui normas para a segurança dos edifícios na elaboração do projeto e logo após a regulamentação é incorporada na lei nº 8266 de 1975, o novo Código de Edificações para o município de São Paulo. Ainda no ano 1974, a Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a NB 208 que normatiza as saídas de emergência em edifícios altos. Em 1975, o governador do Rio de Janeiro apresenta o Decreto-Lei nº 247 que trata da Segurança Contra Incêndio e Pânico no Estado, esta regulamentada no ano de 1976. No ano de 1978 o Ministério do Trabalho edita a norma regulamentadora 23 (NR-23) – Proteção Contra Incêndios, que estipula regras para a proteção contra incêndio ao empregador para total segurança do empregado (SEITO et al., 2008).

No dia 7 de fevereiro de 2008 ocorreu em Port Wentworth no Estado de Geórgia nos Estados Unidos, a explosão e incêndio na empresa de processamento de açúcar granulado e em pó, a Imperial Sugar Company mostrada na FIG. 1, causando a morte de 13 pessoas e deixando outras 40 pessoas feridas.

Figura 1 – Imagem aérea da Imperial Sugar Company depois da explosão e incêndio



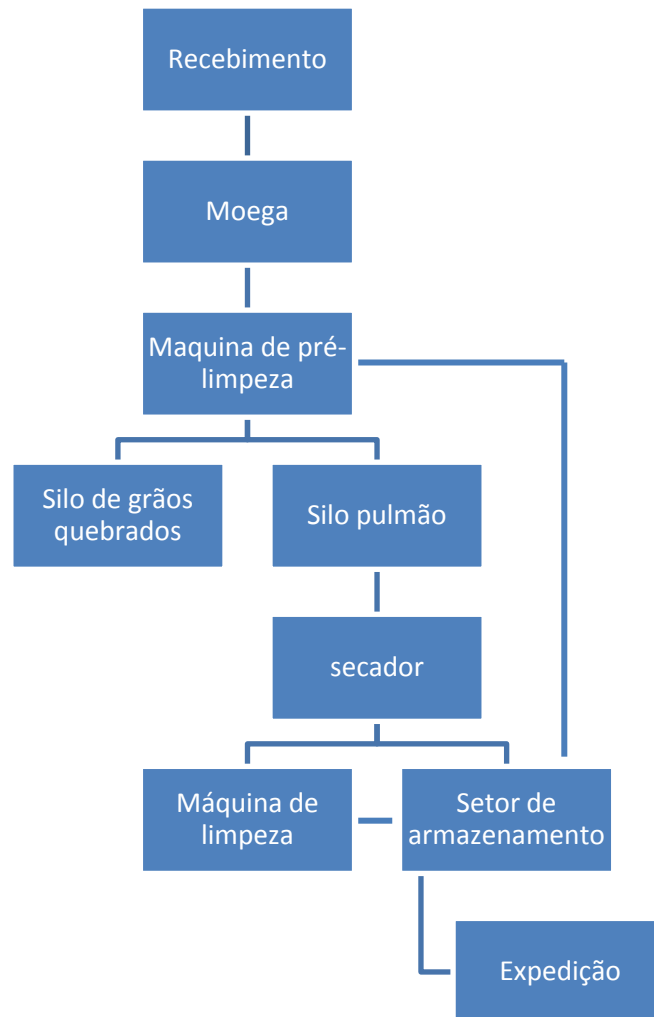
Fonte: ACCA (2011)

As instruções técnicas são um conjunto de procedimentos técnicos, que orientam de maneira segura a construção de quaisquer edificações. O Estado de Minas Gerais conta com 41 instruções técnicas, que normatiza desde iluminação de emergência até plano de intervenção de incêndio. A primeira instrução técnica no Estado de Minas Gerais é a Instrução Técnica – 01 que tem como referência bibliográfica a Lei nº14.130, de 19 de dezembro de 2001 e dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências, que tem ações como análise e aprovação do sistema de prevenção e combate a incêndio e pânico entre outros, e a lei nº 17.212 de 12 de dezembro de 2007. A Instrução Técnica – 01 foi modificada pelas portarias 12 (2011), 17 (2014) e 22 (2015) e tem como objetivo atender o Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado de Minas Gerais, estabelecendo as medidas de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco, critérios e procedimentos para apresentação de processo de segurança contra incêndio e pânico no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG, 2017).

4.2 Unidades de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas

Para que se possa fazer o armazenamento final dos produtos agrícolas nos silos, ele passa por todo um processo de limpeza e secagem para atender a sua melhor qualidade como apresentado na FIG. 2. A unidade industrial consiste em analisar o produto, e a partir dos resultados da amostra, ele vai passar pelo processo onde será feita a limpeza do produto, assim como sua secagem, chegando à porcentagem de umidade desejada.

Figura 2 – Fluxograma da unidade de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas



Fonte: O autor (2017)

4.2.1 Recebimento

O recebimento é a parte inicial da unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, onde é feita a pesagem do caminhão, e a coleta de uma amostra do produto através de coletores manuais ou pneumáticos, para que possa fazer sua análise de impurezas e teor de umidade como na FIG. 3 (CBMPR, 2015).

Figura 3 – Balança e coletor pneumático



Fonte: O autor (2017)

4.2.2 Plataforma de descarga

A plataforma de descarga é o equipamento que realiza a descarga do caminhão através de elevadores hidráulicos, onde realiza o tombamento longitudinal ou lateral do caminhão (FIG. 4), (CBMPR, 2015).

Figura 4 – Tombador



Fonte: O autor (2017)

4.2.3 Moega

A moega é uma estrutura aberta para a passagem de caminhões onde ocorre a descarga do caminhão. O piso inicial é feito de grelhas onde o produto irá escorrer através da gravidade para depósitos temporários. Deve ser bem ventilada, devido à poeira gerada pelos produtos agrícolas no processo de descarregamento (FIG. 5), (CBMPR, 2015).

Figura 5 – Moega



Fonte: CBMPR (2015)

4.2.4 Esteira transportadora

As esteiras transportadoras são estruturas presentes em diversos pontos das unidades de armazenamento, com a finalidade de realizar o transporte horizontal e/ou inclinado dos produtos agrícolas, formado por correias que deslizam sobre roletes, esses movimentados através de motores elétricos, podendo ser reversíveis, isto é, movimentando nos dois sentidos (FIG. 6), (CBMPR, 2015).

Figura 6 – Esteira transportadora



Fonte: Kepler Weber (2017)

4.2.5 Transportador horizontal de corrente (Redler)

O transportador horizontal de corrente é uma estrutura que realiza o transporte horizontal dos produtos agrícolas, por paletas conjugadas a uma corrente movimentada por motores elétricos (FIG. 7), (CBMPR, 2015).

Figura 7 – Transportador horizontal de corrente

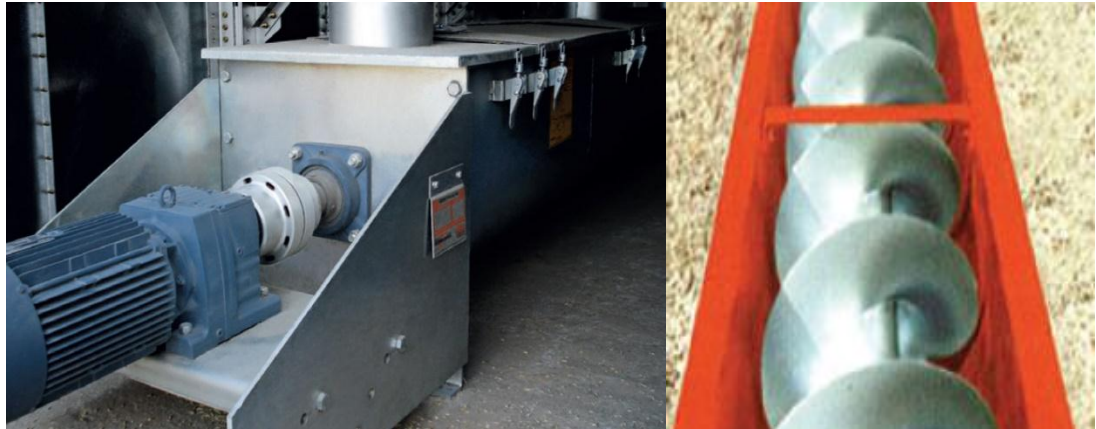


Fonte: Kepler Weber (2017)

4.2.6 Rosca sem fim

A rosca sem fim é o equipamento que realiza o transporte horizontal dos produtos agrícolas, indicado para pequenas distâncias. Formado por uma caixa semicircular com um eixo helicoidal no interior movimentado por um motor elétrico. Apresenta um controle melhor na vazão do produto (FIG. 8), (CBMGO, 2014).

Figura 8 – Rosca sem fim

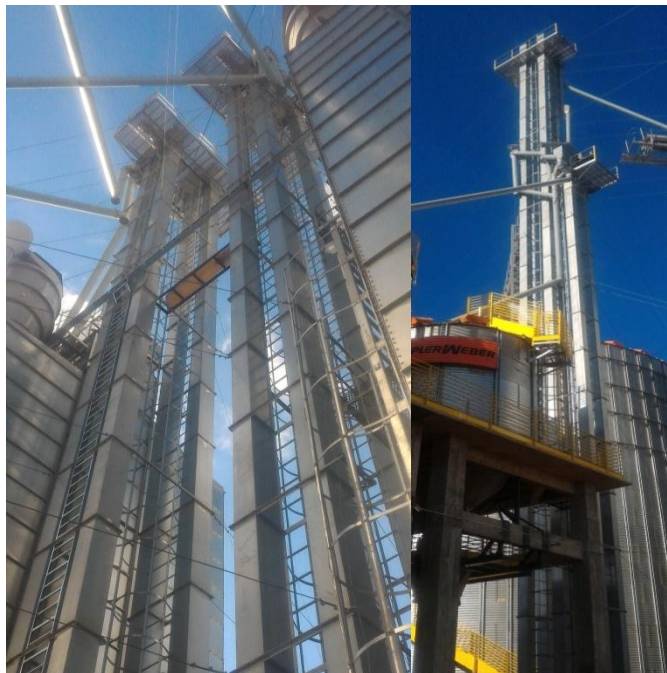


Fonte: Kepler Weber (2017)

4.2.7 Transportador Vertical

Os transportadores verticais são estruturas formadas por uma caixa metálica no plano vertical, contendo em seu interior uma série de canecas conjugadas a uma correia ou corrente como na FIG.10, movimentadas por motores elétricos, que realizam o transporte vertical dos produtos agrícolas, levando-os de um nível inferior a um nível mais elevado (FIG. 9), (CBMPR, 2015).

Figura 9 – Transportador vertical



Fonte: O autor (2017)

Figura 10 – Canecas do transportador vertical



Fonte: Kepler Weber (2017)

4.2.8 Máquina de limpeza e pré-limpeza

Maquinas destinada a limpeza dos produtos agrícolas, separando as impurezas grossas, médias e leves, assim como os grãos inteiros dos grãos quebrados. São divididas em câmara de aspiração, onde através da passagem dos grãos é forçada a passagem da lâmina de ar, retirando as impurezas mais leves do sistema, essas impurezas ficam retidas em um ciclone através da aspiração do exaustor. Logo após a aspiração o produto passa pelo peneiramento rotativo ou vibratório, que tem como objetivo retirar os grãos quebrados, finos e as impurezas mais grossas (FIG. 11), (WEBER, 2017).

Figura 11 – Máquinas de limpeza



Fonte: O autor (2017)

4.2.9 Fornalha

A fornalha é a estrutura onde ocorre a formação do calor necessária para a secagem dos produtos agrícolas, podendo ser manual ou automática. A fornalha manual é constituída de alvenaria com paredes internas constituídos de tijolos refratários, e paredes externas constituídas de tijolos comuns, possuem portas e suportes de ferro fundido, coberturas metálicas com revestimento em fibra de cerâmica e grelhas plenas de ferro fundido. Na fornalha automática, as paredes internas são de tijolos refratários, as paredes externas são de estrutura metálica com revestimento em fibra cerâmica, possui porta lateral de ferro fundido e porta frontal metálica, cobertura metálica com revestimento em fibra cerâmica e grelhas inclinadas de ferro fundido. A disposição das paredes internas tem como finalidade evitar que pequenas brasas e cinzas cheguem ao secador evitando uma possível explosão. São dotadas com um elevador de canecas para que esse possa retirar as impurezas da lenha depositadas no fundo da fornalha (FIG. 12), (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 12 – Fornalha



Fonte: O autor (2017)

4.2.10 Sistemas de captação de poeira agrícola

Em todo processo de exaustão de ar através dos exaustores, o ar contém impurezas, sendo prejudiciais ao meio ambiente e podem fornecer perigo como

explosões ou incêndios. Os sistemas de captação de poeira agrícola têm como finalidade evitar que a poeira seja lançada para fora destes, retendo a poeira agrícola contida no ar (FIG.13), (KEPLER WEBER 2017).

Figura 13 – Captadores de poeira agrícola



Fonte: O autor (2017)

Deve-se ser feito a limpeza desses equipamentos periodicamente como na FIG. 14, para evitar possíveis acidentes e a má eficiência do equipamento.

Figura 14 – Impurezas retidas



Fonte: O autor (2017)

4.2.11 Secador

O secador é o equipamento destinado à secagem do produto agrícola, este ficando no interior até que sua umidade chega aos padrões desejados como na FIG. 15. O sistema de secagem do produto tem origem na fornalha onde esta irá fornecer o calor necessário para a secagem dos grãos, o produto é elevado através dos elevadores de caneca até o topo do secador, descendo por gravidade no interior do secador, onde é composto por compartimentos semelhantes à de uma colmeia. No topo do secador ficam exaustores que juntamente com captadores de pó puxam o ar quente proveniente da fornalha retendo as impurezas do processo de secagem (KEPLER WEBER, 2017).

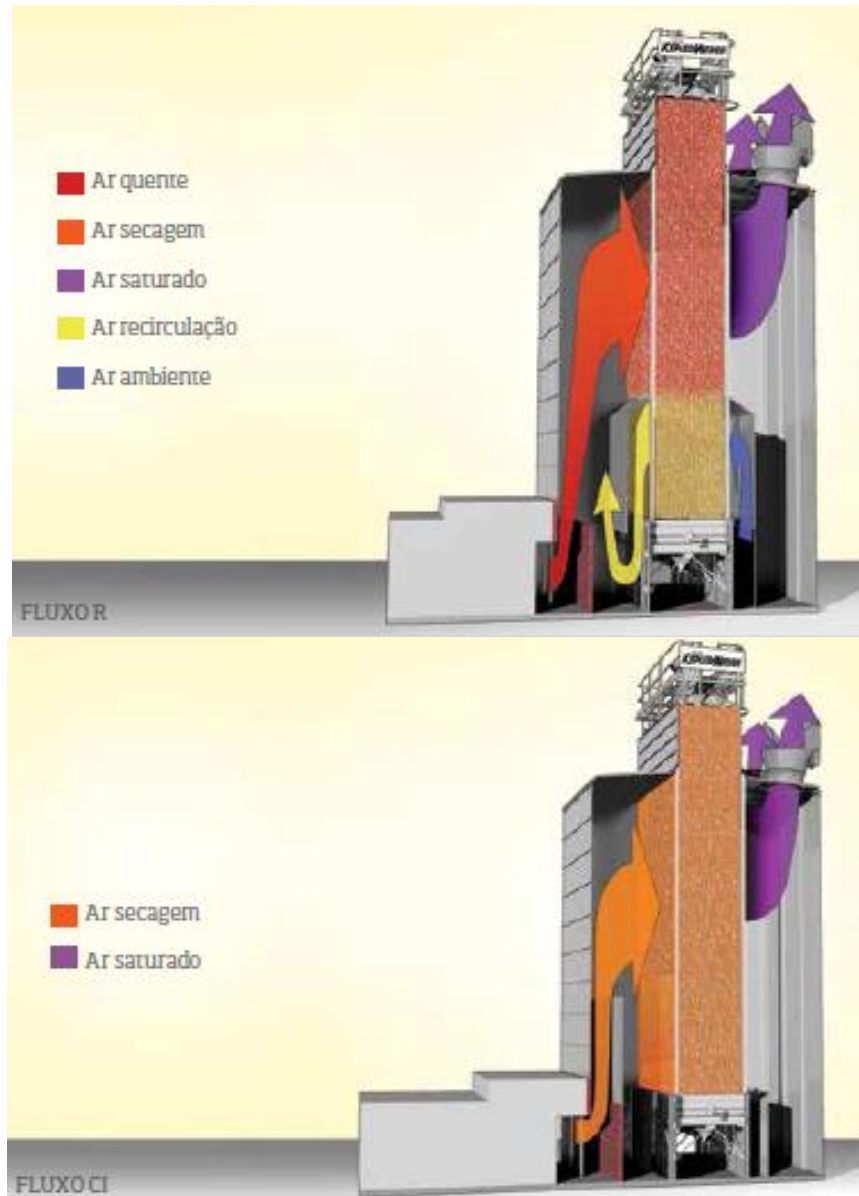
Figura 15 – Secador



Fonte: O autor (2017)

O secador pode ser composto apenas de uma única seção, sem o resfriamento do produto, ou composto por mais seções onde é feito um resfriamento do produto agrícola para que ele possa ser armazenado na temperatura desejável, o ar do resfriamento é novamente aproveitado para a secagem como na FIG. 16 (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 16 – Imagem ilustrativa de circulação de ar no interior do secador



Fonte: Kepler Weber (2017)

4.2.12 Ventilador ou exaustor

O ventilador ou exaustor é o equipamento com finalidade de insuflar ou aspirar o ar, utilizado nas máquinas de limpeza para aspirar o ar com impurezas e também nos sistemas de secagem, este puxando o ar quente para diminuir a umidade do produto. Pode ser usado em outras áreas, com finalidade de limpeza. É composto por hélices soldadas em um eixo, esse movimentado através de um motor elétrico (FIG. 17), (CBMPR, 2015).

Figura 17 – Exaustor



Fonte: O autor (2017)

4.2.13 Silos

Segundo Kepler (2017) os silos são estruturas com a finalidade de armazenar os produtos agrícolas a granel temporariamente, seja no meio do processo de beneficiamento ou como armazenamento final do produto.

4.2.13.1 Silo de grãos quebrados

Após a limpeza do produto, os grãos quebrados são separados dos grãos inteiros e seguem para um silo que faz a armazenagem apenas dos grãos quebrados (FIG. 18), (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 18 – Silo de grãos quebrados



Fonte: O autor (2017)

4.2.13.2 Silo Pulmão

O silo pulmão faz uma armazenagem temporária dos produtos agrícolas antes de sua secagem, são responsáveis pela alimentação do secador (FIG. 19), (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 19 – Silo pulmão



Fonte: O autor (2017)

4.2.13.3 Silo Fundo Plano

São silos que fazem a armazenagem final do produto. Este modelo de silo apresenta um baixo custo de armazenagem por tonelada, fornecendo uma melhor qualidade do produto, podendo armazenar em longos períodos (FIG. 20), (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 20 – Silo Plano fundo



Fonte: O autor (2017)

4.2.13.4 Silos Elevados

São silos com finalidade de armazenamento final do produto. São destinados para pequenas e médias capacidades, oferecendo uma melhor descarga em função do funil cônico elevado (FIG. 21), (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 21 – Silo Elevado



Fonte: Kepler Weber (2017)

4.2.14 Expedição

Após todo processo de beneficiamento e armazenamento dos produtos agrícolas, o produto está pronto para ser comercializado. O produto segue dos silos de armazenagem para o sistema de expedição, que consiste em um pequeno silo elevado onde abaixo será feito o carregamento dos caminhões (FIG 22), (KEPLER WEBER, 2017).

Figura 22 – Expedição



Fonte: O autor (2017)

4.3 Atmosferas Explosivas

O grande risco para uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas são as possíveis explosões que podem ocorrer em decorrência das atmosferas explosivas que é a combinação de fontes combustíveis, fontes de ignição e o comburente.

4.3.1 Explosões

De acordo com Sá (2017) as explosões podem ocorrer com certa frequência em unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, onde se trabalham com produtos que possam gerar em alguma parte do seu processo de beneficiamento, resíduos como a poeira agrícola. Porém, são necessários alguns fatores para que possa ocorrer uma explosão, tais como, uma concentração adequada de poeira agrícola dispersas no ar que possui propriedades combustíveis juntamente com alguma fonte de ignição, ocorrendo geralmente em locais onde existe a movimentação do produto agrícola.

Na TAB. 1 apresentam-se as características de poeiras inflamáveis, como índice de explosividade, grau de explosividade, pressão máxima de explosão, velocidades máxima de explosão, temperatura máxima e mínima de ignição, energia de ignição e a concentração mínima de pó para possa ocorrer uma explosão.

Tabela 1 – Características de poeiras inflamáveis

Poeiras agrícolas	Ie. (adm)	Si. (adm)	Ge. (adm)	Pmp (kg/cm ²)	Vmp (kg/cm ²)	T1 (°C)	T2 (°C)	E (Joules)	C (Gr/m ³)
Açúcar em pó	9,6	4	2,4	7,6	350	370	400	0,03	46,7
Algodão bruto	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5,1	28	520	-	1,9	519
Alho desidratado	0,2	0,2	1,2	4	91	360	-	0,24	104
Amido de milho	9,5	2,8	3,4	7,4	525	400	-	0,04	46,7
Amido de milho malha 325	23,2	4,3	5,4	10	665	390	350	0,03	41,5

Continuação Tabela 1 – Características de poeiras inflamáveis

Amido de trigo tratado	35	10,6	3,3	8,2	455	380	-	0,03	31,1
Arroz	0,3	0,5	0,5	3,3	49	510	450	0,1	88,2
Cacau 19% gordura	0,6	0,5	1,1	4,8	84	510	240	0,1	77,8
Café instantâneo	< 0,1	0,1	0,1	4,8	35	410	350	-	290
Café torrado	< 0,1	0,2	0,1	2,7	10,5	720	270	0,2	88,2
Canela	5,8	2,5	2,3	8,5	273	440	230	0,03	62,2
Casca de amêndoa	0,3	0,9	0,3	7,1	98	450	210	0,08	67,4
Casca de amendoim	4	2	2	8,2	560	460	210	0,05	46,7
Casca de arroz	2,7	1,6	1,7	7,6	280	450	220	0,05	57
Casca de coco	4,2	2	2,1	8,1	2,9	470	220	0,06	36,3
Casca de noz de cacau	13,7	3,6	3,8	5,4	231	470	370	0,03	41,5
Casca de coco	7,1	3,1	2,3	8,1	329	440	210	0,05	31,1
Casca noz preta	5,1	3	1,7	7,9	280	450	220	0,05	31,1
Cebola desidratada	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,5	35	410	-	-	135
Celulose	2,8	1	2,8	9,1	315	480	270	0,08	57,4
Celulose alfa	>10	2,7	4	8,2	560	410	300	0,04	46,7
Chá seco	< 0,1	< 0,1	0,1	3,4	28	580	340	-2	-
Clara de ovo	< 0,1	< 0,1	0,2	4,1	35	610	-	0,7	145
Dextrina de milho cru	12,1	3,1	3,9	8,7	385	410	390	0,04	41,5
Erva de cereais	< 0,1	< 0,1	0,1	4,6	28	620	230	0,8	208

Continuação Tabela 1 – Características de poeiras inflamáveis

Farinha de alfafa	4	1,8	2,2	4,6	77	530	-	0,3	109
Farinha de ervilha	4	1,8	2,2	4,8	133	560	260	0,04	51,9
Farinha de pinho branco	9,9	3,1	3,2	7,9	385	470	260	0,04	36,3
Farinha de soja	0,7	0,6	1,1	6,6	56	550	340	0,1	62,2
Farinha de trigo	4,1	1,5	2,7	6,8	196	440	440	0,06	51,9
Farinha semente de algodão	1,1	0,9	1,2	7,3	154	540	-	0,08	57,4
Fécula de batata dextrinada	20,9	5,1	4,1	8,4	560	440	-	0,03	46,7
Folhas de crisântemo moída	0,4	0,6	0,6	6,7	105	460	210	0,08	104
Goma arábica	1,1	0,7	1,6	5,9	105	500	260	0,1	62,2
Goma de glúten de trigo	-	1	-	-	-	520	-	0,08	51,9
Grão de café	< 0,1	0,1	0,1	2,3	10,5	650	280	0,3	156
Leite desnatado	1,4	1,6	0,9	6,7	161	490	200	0,05	51,9
Linho verde	0,2	0,7	0,3	7,6	105	430	230	0,08	81
Malte de cevada	5,5	2,6	2,1	6,7	308	400	250	0,04	57
Milho	6,9	2,3	3	7,9	420	400	250	0,04	57
Musgo de turfa seco ao sol	2	2	1	7,3	154	460	240	0,05	46,7
Musgo irlandês	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,5	28	480	230	-	-

Continuação Tabela 1 – Características de poeiras inflamáveis

Palha de trigo	5	1,6	3,1	8,2	420	470	220	0,05	57
Pectina	10,3	2,2	4,7	9,2	560	410	200	0,04	77,8
Pele de cítricos	0,6	0,7	0,9	3,6	84	500	330	0,1	62,2
Pelugem de celulose	8,7	2,3	3,8	7,8	490	460	260	0,04	57
Pó cereal trigo, milho e aveia	9,2	2,8	3,3	9,2	490	430	230	0,03	57
Pó de cortiça	-10	3,6	3,3	6,7	525	460	210	0,04	36,3
Proteína de soja	4	1,2	3,3	6,9	455	540	-	0,06	51,9
Sacarose	9,6	4	2,4	7,6	350	370	400	0,03	46,7
Sacarose pura	3,3	1,1	3	5,3	175	420	470	0,1	46,7
Semente erva azul	< 0,1	0,1	0,1	3,6	28	490	180	0,3	301
Semente cereja	4,4	2	2,2	7,9	308	430	220	0,08	31,1
Semente de damasco	1,9	1,6	1,2	7,6	280	440	230	0,08	36,3
Sêmola de espiga de milho	5,5	2,5	2,2	8,9	259	450	240	0,05	46,7
Talo tabaco	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,7	28	420	230	-2	-
Trigo bruto	2,6	1	2,6	5	154	500	220	0,06	67,4

Fonte: O autor (2017)

Nota: Dados extraídos do artigo “Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas R4”.

4.3.1.1 Explosões primárias

Em uma unidade industrial onde se tenha poeira agrícola como resíduo do seu processo de beneficiamento, ao longo do tempo esta poeira irá se acumular em locais de difíceis acessos para que se possa fazer uma limpeza adequada. A poeira agrícola quando agitada ou estiver em suspensão se estiver em um local que tenha uma fonte de ignição com energia suficiente para que possa ocorrer uma

deflagração, poderá explodir e formar um incêndio como na FIG. 23. Após estas séries de eventos ocorrerá a explosão primária, podendo se expandir passando para outros locais da unidade industrial através de elementos de ligação como condutos (SÁ, 1987).

Figura 23 – Explosão da poeira agrícola ocasionada por movimentação

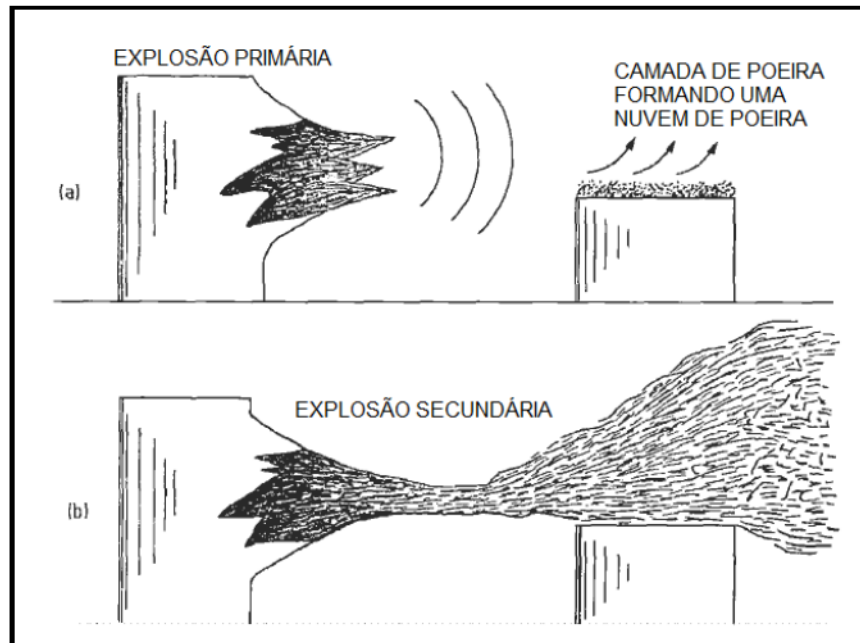


Fonte: CBMPR (2015)

4.3.1.2 Explosões secundárias

Em decorrência da explosão primária a poeira agrícola acumulada nas estruturas da unidade industrial entra em suspensão formando uma nuvem de poeira, quando esta nuvem entra em contato com alguma fonte calorífica ocorre à combustão instantaneamente. A nuvem de poeira agrícola é oxidada rapidamente devido a sua grande superfície em relação ao seu volume e massa, ocasionando um aumento no volume gasoso do local, sendo um espaço pequeno em relação ao volume gasoso, não consegue aliviar a pressões exercidas sobre ele, resultando em explosões catastróficas. Logo após as explosões primárias a poeira agrícola acumulada das áreas vizinhas é suspensa devido às vibrações, aumentando a gravidade da explosão, esta podendo se expandir em toda a área industrial como na FIG. 24 (SÁ, 1987).

Figura 24 – (a) Esquema de uma explosão primária gerando uma onda que espalha a poeira agrícola. (b) Esquema de uma explosão secundária gerada a partir de uma primária.

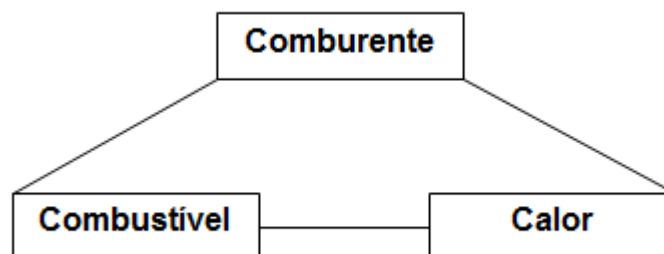


Fonte: Eckhoff *apud* SILVA, Janaina de Andrade (2012)

4.3.2 Atmosfera explosiva

Uma atmosfera explosiva é a combinação de elementos como combustível, comburente e calor, na qual tem o resultado para que se inicie uma explosão. Essa combinação forma o triângulo do fogo como na FIG. 25 (FERNANDES; NAMBA; GOZZI, 2011).

Figura 25 – Triângulo do Fogo

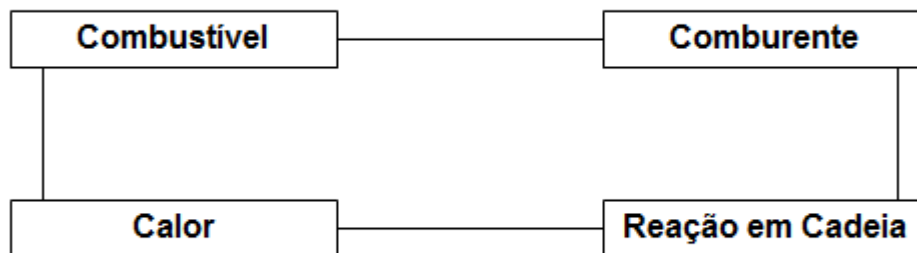


Fonte: Adaptado de A Segurança Contra Incêndio no Brasil (2011)

O elemento combustível é todo material que pode entrar em estado de combustão quando este estiver próximo de uma fonte de calor, podendo ser classificados como combustíveis sólidos, líquidos e gasosos, sendo que o combustível sólido e líquido, quando exposto a fonte de calor, se transforma primeiro em gás para então ocorrer à inflamação. O elemento comburente é o oxigênio, este sendo o ativador do fogo, fazendo que se expanda quando combinado com os vapores inflamáveis dos combustíveis. Numa atmosfera explosiva o elemento comburente é composto por cerca de 21% do ar atmosférico, sendo que para sustentar a combustão é necessário no mínimo 16% do ar atmosférico. O elemento calor é a fonte de ignição de um incêndio e é ele quem irá gerar o fogo, onde pode ser representada pela faísca de algum equipamento ou do atrito de algum componente industrial, superaquecimento em equipamento entre outros (SÁ, 1987).

Segundo Fernandes, Namba e Gozzi, (2011) existe atualmente o tetraedro do fogo como na FIG. 26, onde foi inserido um quarto elemento, a reação em cadeia.

Figura 26 – Tetraedro do fogo



Fonte: Adaptado de A Segurança Contra Incêndio no Brasil (2011)

Para Sá (1997), a reação em cadeia é o resultado de uma transformação gerando outra transformação, onde, após o início da combustão, os combustíveis geram mais calor que irão desprender mais gases ou vapores combustíveis aumentando a gravidade da explosão, causando a reação em cadeia, em que cada reação vai desencadear mais reações.

4.3.3 Formação de gás metano

Com ventilações e aerações inadequadas no processo de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, existe o risco da formação de fungos que

podem gerar gases inflamáveis. Se a umidade dos produtos agrícolas for superior a 14%, ocorre o processo de aceleração metabólica onde vai ocorrer o aumento da temperatura no local e a produção de gases como o metano. Esses gases provenientes da formação dos fungos podem causar problemas respiratórios nos trabalhadores como a asfixia e ser fonte combustível para explosões (FERNANDES; NAMBA; GOZZI, 2011).

4.4 Principais fontes de ignição em atmosfera explosiva

No processo de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, existem muitos locais confinados como elevadores, túneis subterrâneos, silos, etc. Estes espaços confinados podem acumular uma alta concentração de poeira agrícola, e gases como o metano e o etano, produzidos pela decomposição dos produtos agrícolas podendo ocasionar explosões (FERNANDES; NAMBA; GOZZI, 2011).

De acordo com Costella (2015) as principais fontes de ignição, como apresentado na TAB. 2 para se iniciar uma explosão, podem ocorrer pela falta de manutenção periódica nos equipamentos elétricos, estes podendo ocasionar curtos circuitos dando origem a explosão; podem surgir de descargas atmosféricas pela falta de um para-raios; o acúmulo de cargas eletrostáticas pela ausência de um sistema de aterramento nos silos; atritos causados por contato entre equipamentos metálicos, ou desde falhas humanas utilizando algum equipamento contra o metal ou no uso de aparelhos de soldagem.

Tabela 2 – Estatísticas sobre as principais fontes de ignição causadoras de explosões em silos

Fontes de ignição	Estatística em Porcentagem
Faíscas Mecânicas	50%
Eletricidades Estática, Corte, Solda, Faíscas a arco	35%
Sobreaquecimento	15%

Fonte: O autor (2017)

Nota: Dados extraídos do artigo Métodos de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos

A falta de manutenção nos equipamentos pode ocasionar acidentes aos funcionários da empresa ou gerar explosões em algum ponto da unidade. Os

principais equipamentos onde podem ocorrer explosões como mostrado na TAB. 3, é decorrente da ausência de uma boa manutenção, tendo como resultado, atritos nos equipamentos ou o mau funcionamento do equipamento.

Tabela 3 – Principais equipamentos e/ou locais críticos ao surgimento de explosões

Equipamentos	Porcentagem em ocorrência
Moinhos e trituradores	40%
Elevadores Transportadores	35%
Coletores de pó e silos	15%
Secadores	10%

Fonte: O autor (2017)

Nota: Dados extraídos do artigo Métodos de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos

Um bom programa de manutenção periódica nos equipamentos industriais, principalmente nos equipamentos elétricos é necessário para prevenção de acidentes. A falta de limpeza nos equipamentos pode gerar o acúmulo de poeira como na FIG. 27. A poeira agrícola acumulada combinada com uma eventual fagulha em um equipamento elétrico pode desencadear em uma explosão (FERNANDES; NAMBA; GOZZI, 2011).

Figura 27 – Motor elétrico coberto com poeira agrícola



Fonte: MAEX (2012)

4.4.1 Locais geradores de poeira agrícola

Conforme estudos realizados por Costella (2015) onde levanta dados sobre a concentração de poeira agrícola no processo de beneficiamento e armazenamento

de produtos agrícolas, demonstra preocupação em certos locais da indústria como na TAB. 4. O estudo foi realizado em três etapas onde foi feita a coleta das amostras no início da operação da unidade, após quatro horas e após oito horas de funcionamento, visando uma melhor análise das concentrações e informações sobre a decantação e a variação da concentração total de poeiras agrícolas durante as etapas do estudo, tendo como dados a faixa de explosividade de 20 g/m³ e 4000 g/m³ de poeira agrícola.

Tabela 4 – Resultado das concentrações de poeira agrícolas totais encontradas nos locais de coleta.

CONCENTRAÇÃO TOTAL DA POEIRA			
Local	Início da operação (g / m ³)	Após 4 h de operação (g / m ³)	Após 8 h de operação (g / m ³)
Moega–Descarga Manual	0,33	2,62	4,45
Moega-Descarga Tombador	0,80	16,17	31,18
Secador	0,84	10,87	17,31
Túnel subterrâneo	0,94	21,43	41,25
Máquina de limpeza	0,04	0,23	0,43
Elevador de transporte	7,99	99,65	122,65
Redler de transporte	7,62	98,76	113,69

Fonte: O autor (2017)

Nota: Dados extraídos do artigo Métodos de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos

Segundo os dados do estudo de Costella (2015) os locais têm como resultados: na moega com descarga manual não há uma grande uma concentração de poeira agrícola o que se dá por ser um local grande e aberto, e como sua descarga é manual, tem como consequência uma descarga mais lenta, permitindo que a poeira dissipe deste local. Na moega com a descarga feita pelo tombador, a descarga é mais rápida, assim produzindo mais poeira agrícola no local, apresentando resultados mais preocupantes do que pela descarga manual. O secador é um dos locais mais preocupantes da unidade beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, por estar em contato direto com a fornalha e sua concentração estando próximo do limite inferior de explosividade, e por ser uma

área com risco considerável de fonte de ignição devem-se tomar certas medidas preventivas.

No túnel subterrâneo, por ser local confinado, a poeira agrícola fica retida no ambiente, assim aumentando a cada hora de operação a concentração de poeira no local, requerendo uma maneira de diminuir a poeira em suspensão do local. Na máquina de limpeza a concentração de poeira agrícola foi muito abaixo do limite inferior de explosividade nas três etapas do estudo, não requerendo uma maior preocupação nesse local. No elevador de transporte, o estudo tem um resultado muito preocupante, pois nas duas etapas finais a concentração de poeira agrícola está muito acima do limite inferior de explosividade, e é um local com grandes probabilidades de atrito, gerando uma fonte de ignição para uma explosão, assim o local irá precisar de métodos preventivos. A segunda maior concentração de poeira no estudo foi no redler de transporte estando acima do limite inferior de explosividade de 20 g/m^3 , e como nesse local pode ocorrer atrito entre as peças podendo ser uma fonte de ignição para uma explosão, demonstra-se grande perigo no local, sendo necessário a adoção de métodos preventivos (COSTELLA, 2015).

4.4.1.1 Métodos preventivos nos locais geradores de poeira agrícola

Para Costella (2015) na unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas pode-se adotar alguns métodos preventivos em locais geradores de poeira agrícola. Na moega com descarga manual as medidas a serem tomadas é o treinamento preventivo para os funcionários, limpeza periódica no local e a manutenção dos equipamentos para evitar uma fonte de ignição. Na moega com descarga feita por tombador a instalação de sistemas de captação de poeira agrícola é recomendada para diminuir a concentração de poeira em suspensão, e como na moega com descarga manual, deve ser feito o treinamento preventivo para os funcionários, limpeza periódica no local e a manutenção dos equipamentos para evitar uma fonte de ignição.

No secador as medidas preventivas adotadas são a limpeza periódica do local, o treinamento preventivo para os funcionários quanto os riscos de explosões e a manutenção no duto quebra-chama entre a fornalha e o secador para evitar possíveis fagulhas no secador (COSTELLA, 2015).

No túnel subterrâneo, as medidas preventivas são a limpeza periódica no local, e como é um local confinado deve ser feita a instalação de sistemas de captação de poeira agrícola para evitar a poeira em suspensão, e manter esticadas as correias de transmissão para evitar o atrito entre elas e a polia motora. Na máquina de limpeza como a concentração de poeira foi muito baixa, faz apenas necessário a limpeza periódica e o treinamento preventivo para os funcionários como métodos preventivos (COSTELLA, 2015).

No elevador de transporte como foi encontrada a maior concentração de poeira agrícola nesse local, as medidas preventivas devem ser mais brandas, necessitando de canecas de plástico para evitar o atrito; sistema de supressão de explosões para evitar a propagação de chamas para o exterior em caso de uma explosão, assim evitando uma explosão mais catastrófica; janelas de explosão para evitar a pressão no local; motores a prova de explosões e a manutenção periódica nos componentes do elevador de transporte. No redler de transporte, como no elevador de transporte, a concentração de poeira foi muito acima do limite inferior de explosividade e requer maiores medidas preventivas como a instalação de janelas de alívio de explosão para dispersar a pressão no local; motores a prova de explosão; instalação de canecas de plástico para evitar o atrito e a manutenção preventiva dos componentes do redler de transporte (COSTELLA, 2015).

4.5 Medidas de proteção contra incêndio

Segundo Seito et al. (2008) a Segurança Contra Incêndio pode-se dividir em grupos de medidas de Proteção Contra Incêndio:

Prevenção de incêndio – Medida de segurança que tem como finalidade evitar incêndios, onde se trabalha o controle dos materiais combustíveis, as fontes de calor e o treinamento das pessoas para atitudes preventivas.

Proteção contra incêndio – Medida de segurança que tem como finalidade dificultar a propagação do fogo em casos de incêndio, mantendo a estabilidade estrutural da edificação. São divididas em proteção ativa como, por exemplo: sistema de ventilação de fumaça; sistema de chuveiros automáticos (sprinkler). E proteção passiva como, por exemplo: paredes e porta corta-fogo; diques de contenção, proteção estrutural.

Combate ao incêndio – Medida de segurança que compreende tudo que é usado para se extinguir o fogo como, por exemplo: equipamentos manuais (hidrantes e

extintores) complementados por equipes treinadas; sistemas automáticos de extinção; Planos de Auxílio Mútuo – PAMs; corpo de bombeiros.

Meios de escape – Medidas de segurança constituídas por proteção passiva e ativa em conjunto com sistemas de detecção, alarme e iluminação de emergência. Essa medida é de suma importância para a segurança das pessoas, pois as equipes de resgate normalmente acessam a edificação e as vítimas pelos meios de escape.

Gerenciamento – Medida de segurança onde se toma as normas administrativas, tais como: treinamento das equipes de resgate; criação de plano e procedimento de emergência; manutenção dos equipamentos instalados para proteção e combate ao incêndio.

4.5.1 Medidas de proteção contra incêndio em silos

De acordo com Eckhoff (2009 apud COSTELLA 2015, p. 4) os principais métodos preventivos aplicados na edificação para evitar explosões se classificam em três classes:

- Prevenção de explosão de nuvem de poeira agrícola;
- Prevenção de fontes de ignição;
- Mitigação de explosões.

4.5.1.1 Medidas para proteção contra incêndios e explosões de poeira

O principal risco encontrado nas unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas é o acúmulo de poeira agrícola gerado pelos próprios grãos. Consequente desse motivo o principal método preventivo é a limpeza periódica nos sistemas de captação de ar e a limpeza periódica da poeira que fica depositada nas máquinas, instalações e equipamentos (CBMPR, 2015).

Para se originar a explosão, a poeira agrícola é indispensável para essa, assim sendo, o principal método preventivo é a limpeza periódica da poeira visualizada, pois esta não é acumulada imediatamente. A responsabilidade para tal método preventivo vai dos responsáveis pela edificação até os funcionários envolvidos diretamente com a poeira. Deve ser então aplicado aos funcionários da edificação treinamentos preventivo, para que esses possam identificar o perigo iminente no acúmulo da poeira residual (COSTELLA, 2015).

4.5.1.2 Medidas preventivas na ignição

Segundo Costella (2015) no que se diz respeito a métodos preventivos nas fontes de ignição, deve-se ter controle total de tais, evitando ao máximo que a possível fonte seja a causa de uma explosão. Para prevenir possíveis fontes a empresa deve contar com manutenções e precauções principalmente em equipamentos e áreas elétricas como, por exemplo: manutenção periódica nas redes elétricas; utilização de protetores para lâmpadas; utilização de motores blindados; nos silos, suas instalações elétricas devem ser à prova de explosões, enclausurando lâmpadas e tomadas. Os silos devem prover de um sistema de aterramento para controle total da eletricidade estática e para toda a área da empresa deve ser instalado um para-raios. Os gestores da empresa devem proporcionar avisos como de proibido fumar nas instalações da empresa e aplicar aos funcionários treinamentos preventivos, como a utilização de aparelhos de soldagem, materiais relacionados ao fogo (fósforo e isqueiro) e equipamentos que possam causar alguma fagulha no atrito com metais, como o esmeril.

4.5.1.3 Mitigação de explosões

Segundo CBMPR (2015) em caso de uma explosão primária, existem sistemas preventivos para que se possa atenuar uma explosão mais catastrófica. Desses sistemas nos silos verticais temos uma base e um corpo fortificado enquanto a sua cobertura seja enfraquecida, pois em caso de uma explosão em seu interior, a cobertura possa desprender evitando uma explosão maior por causa da pressão exercida sobre o silo; deve ser feito o dimensionamento e execução de um sistema de hidrantes na unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, dispensando esse quando a água não for o agente extintor adequado a se conter a explosão; em locais que existe uma maior concentração de poeira como, dutos, exaustores, silos, entre outros, devem ser dimensionados e instalados devidamente equipamentos de alívio de explosão, evitando a pressão dentro de tais áreas, amenizando a explosão.

4.6 Controle de riscos em silos

Além do grave risco de explosões que os funcionários da unidade de beneficiamento e armazenamento estão submetidos, os mesmo estão submetidos a outros riscos na unidade industrial, como a queda de lugares altos e o soterramento ao realizarem serviços no interior dos silos.

4.6.1 Trabalho em altura

Conforme a NR-35 TRABALHO EM ALTURA publicada em 23 de março de 2012 é considerado trabalho em altura toda atividade executada acima de 2 metros do nível inferior, onde haja risco de queda. O trabalho realizado em silos de produtos agrícolas conta com sistemas de armazenagem que possui alturas superiores ao nível estabelecido pela NR 35, assim então, os empregados estão submetidos ao risco de trabalho em altura. A norma especifica uma série de medidas preventivas que devem ser cumpridas tanto por parte do empregador, como informar os trabalhadores sobre os riscos e as medidas de controle, e aos empregados como a interrupção das suas atividades sempre que constatarem a evidência de riscos graves e iminentes.

4.6.2 Soterramento

De acordo com ACCA (2011) há três tipos de soterramento presente nos silos de produtos agrícolas: o colapso de ponte de grãos demonstrado na FIG. 28, onde os produtos agrícolas com teor de umidade ou em más condições formam uma crosta autossustentável na sua superfície e a partir da retirada dos produtos agrícolas do silo forma-se uma cavidade oca em seu interior com a superfície intacta. A vítima ao percorrer a superfície irá cair na cavidade, onde será soterrada sobre os produtos agrícolas.

Figura 28 – Soterramento por colapso de pontes de grãos



Fonte: ACCA (2011)

O segundo soterramento é o de massa vertical de produtos agrícolas conforme a FIG. 29, onde devido às más condições de armazenamento, pode ocorrer a formação de uma grande massa de produtos agrícolas contra a parede do silo ou em outras formações. A vítima ao tentar soltar essa massa de produtos agrícolas, pode ser soterrada instantaneamente pelo desmoronamento (ACCA 2011).

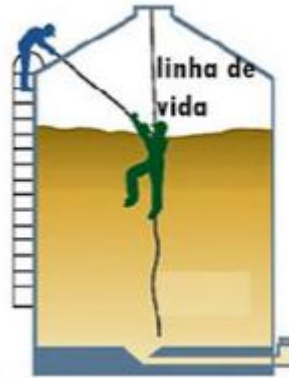
Figura 29 – Soterramento de massa vertical de grãos



Fonte: ACCA (2011)

O terceiro soterramento é o de fluxo de produtos agrícola demonstrado na FIG. 30, que ocorre quando os produtos agrícolas estão sendo retirados dos silos. Com o fluxo dos produtos agrícolas, existe uma forte sucção exercendo uma força suficiente para que a vítima não possa escalar ou caminhar no sentido contrário (ACCA 2011).

Figura 30 – Soterramento por fluxo dos produtos agrícolas



Fonte: ACCA (2011)

5 METODOLOGIA

Na realização deste trabalho foi utilizado levantamento bibliográfico como método direto de pesquisa, onde esta se especificou na análise e interpretação de artigos e livros, buscando um melhor aprofundamento e entendimento sobre os riscos presentes em uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, assim como os métodos preventivos a serem tomados de modo a evitar um possível incêndio e pânico.

Como apresentado no referencial teórico o maior risco para uma empresa de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas seria a ocorrência de uma explosão, que em caso de haver uma, o nível de destruição seria catastrófico. Os riscos existentes para uma explosão na empresa pode-se dividir em dois, que seria o combustível para uma explosão, como a poeira agrícola e os gases formados pela decomposição dos produtos agrícolas, e o segundo risco seria a ignição para uma explosão, como faíscas em equipamentos elétricos e atrito entre materiais.

No dia 12 de maio de 2017 foi realizada uma pesquisa de campo em uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, localizado próximo à cidade de Formiga no Estado de Minas Gerais. A pesquisa foi acompanhada do Engenheiro Civil César, objetivando um melhor entendimento e funcionamento das mediações da unidade industrial. Com a pesquisa, pode-se ter um maior conhecimento sobre os riscos apresentados no referencial teórico, e assim como, uma melhor análise de todo o processo industrial buscando a implantação correta das normas técnicas na empresa.

A partir dos riscos apresentados em uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, foi realizado um novo levantamento bibliográfico, analisando as medidas preventivas a serem tomadas de modo a evitar ou reduzir ao máximo estes riscos, tais como, manutenção nos materiais elétricos, máquinas e equipamentos, e limpeza periódica da poeira agrícola na unidade industrial.

Com as informações sobre os riscos presentes na unidade industrial e os seus métodos preventivos foi criada uma instrução técnica apresentada no APÊNDICE A tendo como principal objetivo garantir e preservar a saúde e segurança das pessoas envolvidas na empresa, sendo aplicadas normas que minimizariam ao máximo a chance de ocorrer uma explosão no processo de

beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, tendo um maior foco em reduzir os riscos pelo combustível e ignição para uma explosão.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho apresenta como resultado uma proposta de instrução técnica em unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas apresentada no APÊNDICE A, onde foi elaborada através do levantamento bibliográfico apresentado nesse trabalho junto com as instruções técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais e Normas Regulamentadoras, tendo como base instruções técnicas sobre unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas existentes de outros Estados.

A aplicabilidade da Instrução Técnica elaborada em determinada empresa, demonstra vários aspectos positivos, bem como, normas técnicas que garantem a qualidade de vida e a saúde física do empregado frente aos riscos inerentes do trabalho, tais como explosões, soterramento no interior dos silos, quedas de altura, entre outros. Apresenta ainda, normas técnicas visando à orientação sobre todos os riscos presentes nas unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas aos empregados, assim conscientizando o empregado sobre todos os procedimentos seguros a se fazer na unidade industrial.

Ademais, a implantação da Instrução Técnica em questão, torna-se mais viável em análise aos aspectos econômicos, visto que trabalhando-se com prevenção e adoção das medidas propostas evitaria custos com a reparação dos inúmeros danos causados por uma possível explosão.

Diante todo o trabalho e estudo realizado a cerca dos benefícios da implantação da Instrução Técnica em unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas no Estado de Minas Gerais e conseqüentemente os malefícios causados pela ausência deste, resta-se por evidente que além de todo benefício proporcionado em todos os aspectos, proporciona ainda uma maior credibilidade à empresa visto que esta contará com normas que visam à prevenção da saúde e integridade física do trabalhador, demonstrando assim, responsabilidade social e referência no mercado.

7 CONCLUSÃO

Através do extenso levantamento bibliográfico feito nesse trabalho, e pela pesquisa feita em campo em uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, criou-se conhecimento suficiente para realizar os objetivos propostos nesse estudo, como o resultado final de uma Instrução Técnica em Unidades de Beneficiamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas no Estado de Minas Gerais apresentado no APÊNDICE A.

O objetivo inicial desse trabalho tem como foco demonstrar o funcionamento de uma unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas, obtendo assim um melhor conhecimento para identificar os riscos presentes na área industrial. Através do estudo bibliográfico obtido nesse trabalho, mostra-se que o maior perigo para a ocorrência de uma explosão e incêndio em determinada unidade de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas é decorrente do acúmulo da poeira agrícola, este sendo o principal combustível de uma explosão. A pesquisa ainda demonstra as principais fontes de ignição para uma explosão, sendo as faíscas mecânicas o maior risco apresentado.

A instrução técnica apresentada conta com uma série de tópicos que abrangem o combate ao incêndio e pânico, limitando-se a três medidas de segurança. A primeira medida seria o combate às fontes combustíveis para uma explosão, controlando a poeira agrícola e o gás proveniente da decomposição de produtos agrícolas, aplicando a limpeza nas áreas da empresa ou instalando sistemas de captação de poeira agrícola e vedações para conter a infiltração da água para que não ocorra o contato com o produto agrícola, formando os gases. A segunda medida de segurança controla as fontes de ignição para uma explosão, como a utilização de materiais que não causam atritos entre si, e a utilização de equipamentos e maquinários de manutenção fora do horário de expediente. Por fim, a terceira medida de segurança seria na ocorrência de uma explosão, objetivando a mitigação da explosão, como a utilização de sistemas de alívio de pressão, sistemas de hidrantes e chuveiros automáticos e as estruturas com a cobertura enfraquecida em relação ao corpo.

REFERÊNCIAS

- ACCA. **Silos**: perigo na movimentação de grãos. Disponível em: <http://zonaderisco.blogspot.com.br/2011_06_01_archive.html>. Acesso em: 27 set 2017.
- ACCA. **Pó**: um perigo mortal. Disponível em: <<https://zonaderisco.blogspot.com.br/2011/10/po-um-perigo-mortal.html>>. Acesso em: 27 set 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Brasília: Conab, v. 4, n. 6, mar. 2017. Mensal. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_marco_2017bx.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIAS. **Norma Técnica 24/2014**: armazenamento em silos. Goiás: Corpo de Bombeiros Militar, 2014. 4 p. Disponível em: <http://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2014/03/nt-24_2014-armazenamento-em-silos.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2017.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **IT01**: procedimentos administrativos. 2015. 65 p. Disponível em: <http://www.bombeiros.mg.gov.br/images/stories/dat/it/it_01_modificada_pela_portaria_22-2015.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ. **NPT 027**: unidades de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas e insumos. 2. ed. 2015. 17 p. Disponível em: <http://www.bombeiros.pr.gov.br/arquivos/File/CSCIP2015/NPT_027.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.
- COSTELLA, M. F; PILZ, S. E; BET, A. **Método de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos**. Gestão & Produção, v. 23, n. 3, p. 503-514, 2016.
- FERNANDES, M. E.; NAMBA, C. E. Y.; GOZZI, M. P. **Estudo de prevenção de acidentes por explosões verticais para abastecimento de cereais**. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte. ENEGEP. Belo Horizonte: ABEPRO, 2011. p. 1 - 13. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_138_877_18380.pdf>. Acesso em: 09 maio 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de estoque**. Rio de Janeiro, 2016. 27 p. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Estoque/Pesquisa_de_Estoques_\[semestral\]/BR_1_semestre2016.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estoque/Pesquisa_de_Estoques_[semestral]/BR_1_semestre2016.pdf)>. Acesso em: 2 mai. 2017.
- KEPLER WEBBER. **Catalogo geral de produtos**. Disponível em: <http://www.stampacom.com.br/pf/kepler/armgr_pt/#/1/>. Acesso em: 12 maio 2017.

MAEX. **Pós – como evitar explosões**. 2012. Disponível em: <<http://www.maex.com.br/?p=2088> .>. Acesso em: 15 maio 2017.

SA, A. de. **Prevenção e controle dos riscos com poeiras explosivas R4**. 1987. Disponível em: <http://www.ares.org.br/uploads/pdf/explosoes_com_poeiras.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2017.

SEITO, A. I.; et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. 457 p.

SILVA, J. de A.. **Modelagem CFD de explosões de pós em silos**. 2012. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas) - Universidade Federal de Lavras, 2012. Disponível em <<http://www.prgg.ufla.br/esistemas/wp-content/uploads/2012/08/MODELAGEM-CFD-DE-EXPLOS%C3%95ES-DE-P%C3%93S-EM-SILOS.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

VAZ, V. A. et al. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos**. Centro Universitário de Formiga. 6. ed. 2017.

APÊNDICE A – Instrução Técnica em Unidades de Beneficiamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas



**INSTRUÇÃO TÉCNICA EM UNIDADES DE
BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS
AGRÍCOLAS**

SUMÁRIO

- 1 Objetivo**
- 2 Aplicação**
- 3 Referências normativas e bibliográficas**
- 4 Definição**
- 5 Procedimentos**
- 6 Medidas de Segurança**

1 OBJETIVO

Estabelecer as medidas de segurança para a proteção contra incêndios e explosões em unidades de armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, atendendo ao previsto no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

2 APLICAÇÃO

Esta Instrução Técnica (IT) aplica-se a toda parte estrutural em unidades de beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas.

3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS

Instrução Técnica 05 – Separação entre Edificações

Instrução Técnica 06 – Segurança Estrutural em Edificações

Instrução Técnica 11 – Plano de Intervenção de Incêndio

Instrução Técnica 13 – Iluminação de Emergência

Instrução Técnica 14 – Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio

Instrução Técnica 15 – Sinalização de Emergência

Instrução Técnica 16 – Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio

Instrução Técnica 17 – Sistema de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a Incêndio

Instrução Técnica 18 – Sistema de Chuveiros Automáticos

Norma Regulamentadora 12 – Máquinas e Equipamentos

Norma Regulamentadora 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura

Norma Regulamentadora 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados

Norma Regulamentadora 35 – Trabalho em Altura

NPT 027 – Unidades de Armazenamento e Beneficiamento de Produtos Agrícolas e Insumos. Corpo de Bombeiros Militar do Paraná.

4 DEFINIÇÕES

4.1 Além das definições constantes da IT 02 - Terminologia de proteção contra incêndio e pânico do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, aplicam-se as definições específicas abaixo:

4.1.1 Plataforma de descarga: Equipamento que realiza a descarga do caminhão através de elevadores hidráulicos, onde realiza o tombamento longitudinal ou lateral do caminhão.

4.1.2 Moega: Estrutura aberta para a passagem de caminhões onde ocorre a descarga do caminhão. O piso inicial é feito de grelhas onde o produto irá escorrer através da gravidade para depósitos temporários. Deve ser bem ventilada, devido à poeira gerada pelos grãos no processamento de descarregamento.

4.1.3 Esteira transportadora: Estruturas com finalidade de realizar o transporte horizontal e/ou inclinado dos produtos agrícolas, formado por correias que deslizam sobre roletes, esses movimentados através de motores elétricos, podendo ser reversíveis, isto é, movimentando nos dois sentidos.

4.1.4 Transportador horizontal de corrente (Redler): Estrutura que realiza o transporte horizontal dos grãos, por paletas conjugadas a uma corrente movimentada por motores elétricos.

4.1.5 Rosca sem fim: Equipamento que realiza o transporte horizontal dos produtos agrícolas, indicado para pequenas distâncias. Formado por uma caixa semicircular com um eixo helicoidal no interior movimentado por um motor elétrico. Apresenta um controle melhor na vazão do produto.

4.1.6 Transportador Vertical: Estruturas formadas por uma caixa metálica no plano vertical, contendo em seu interior uma série de canecas conjugadas a uma correia ou corrente movimentadas por motores elétricos, que realizam o transporte vertical dos produtos agrícolas, levando-os de um nível inferior a um nível mais elevado.

4.1.7 Máquina de limpeza e pré-limpeza: Maquinas destinada a limpeza dos produtos agrícolas, separando as impurezas grossas, médias e leves, assim como os grãos inteiros dos quebrados.

4.1.8 Fornalha: Estrutura onde ocorre a formação do calor necessária para a secagem dos grãos, podendo ser manual ou automática.

4.1.9 Sistemas de captação de pó: Os sistemas de captação de pó têm como finalidade evitar que o pó seja lançado para fora destes, retendo o pó contido no ar.

4.1.10 Secador: Equipamento destinado a secagem do produto agrícola, este ficando no interior ate que sua umidade chega aos padrões desejados.

4.1.11 Ventilador ou Exaustor: Equipamento com finalidade de insuflar ou aspirar o ar.

4.1.12 Silos: os silos são estruturas com a finalidade de armazenar os produtos agrícolas a granel temporariamente, seja no meio do processo de armazenamento e beneficiamento ou como armazenamento final do produto.

4.1.13 Janelas de Inspeção: Janelas presentes nos silos, com a função de realizar a inspeção dos produtos agrícolas no interior do silo.

5 PROCEDIMENTOS ESTRUTURAIS

5.1 Estrutura

5.1.1 Os tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) são aplicados aos elementos estruturais e de compartimentação , conforme os critérios estabelecidos no anexo A da Instrução Técnica 06 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

5.1.2 Deve ser feito um revestimento interno nos silos de modo que impeça o acúmulo de poeira agrícola e formação de barreiras.

5.1.3 Toda parte estrutural do silo deve apresentar vedação contra a entrada de água.

5.1.4 Todo silo deve apresentar respiros curvados ou inclinados de modo a evitar a entrada de água para facilitar a saída de gases e poeira agrícola.

5.1.5 Todo silo deve ser construído de forma enfraquecido na cobertura em relação ao seu corpo.

5.1.6 As canecas dos transportadores verticais devem ser de material plástico resistente.

5.1.7 Deve ser feito o dimensionamento de paredes no interior da fornalha de modo a impedir a passagem de fagulhas ao secador.

5.1.8 Nos locais confinados, silos, dutos e outros equipamentos especificados pelo responsável técnico deverá ser apresentado equipamentos de alívio de explosão.

5.2 Acessos às estruturas

5.2.1 Escadas

5.2.1.1 As escadas devem ser construídas com as seguintes especificações:

- a)** Devem ser construídas com materiais resistentes, inflamáveis e anticorrosivos.
- b)** Os pisos devem apresentar materiais ou revestimentos antiderrapantes.
- c)** Devem ser mantidas desobstruídas.
- d)** Devem apresentar estrutura vazada de modo a não permitir o acúmulo de grãos e poeiras.

5.2.1.2 As escadas com degraus sem espelho devem apresentar:

- a)** largura de 0,60 m a 0,80 m;
- b)** degraus com profundidade mínima de 0,15 m;
- c)** degraus e lances uniformes, nivelados e sem saliências;
- d)** altura máxima entre os degraus de 0,25 m;

- e) plataforma de descanso com 0,60 m a 0,80 m de largura e comprimento a intervalos de, no máximo, 3 m de altura;
- f) projeção mínima de 0,01 m de um degrau sobre o outro;
- g) degraus com profundidade que atendam a formula $0,6 \text{ m} \leq g + 2h \leq 0,66\text{m}$.

Legenda:

w: largura da escada

h: altura entre degraus

r: projeção entre degraus

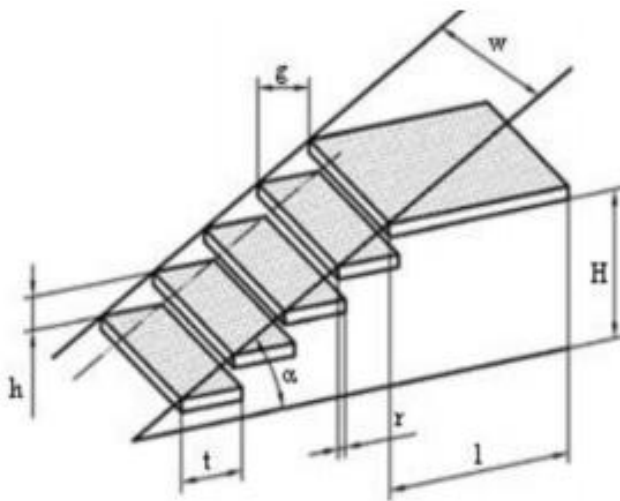
g: profundidade livre do degrau

α : inclinação da escada – ângulo de lance

l: comprimento da plataforma de descanso

H: altura da escada

t: profundidade total da escada



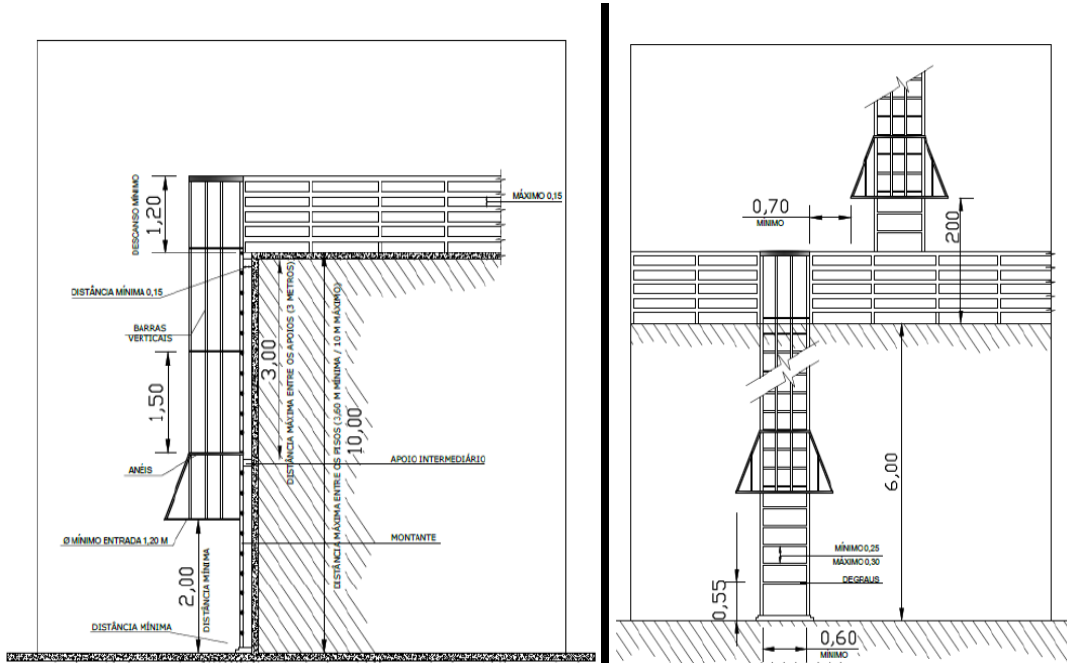
5.2.1.3 As escadas de degraus com espelho devem apresentar:

- a) largura de 0,60 m a 0,80 m;
- b) degraus com profundidade mínima de 0,20 m;
- c) degraus e lances uniformes, nivelados e sem saliências;
- d) altura entre os degraus de 0,20 m a 0,25 m;
- e) plataforma de descanso com 0,60 m a 0,80 m de largura e comprimento a intervalos de, no máximo, 3 m de altura;

5.2.1.4 Nos tópicos 5.2.1.2 e 5.2.1.3, as escadas juntas à parede dos silos, não deverão ter um espaçamento superior a 15 cm da estrutura.

5.2.1.5 As escadas fixas do tipo marinheiro devem apresentar:

- a)** dimensão, construção e fixação seguras e resistentes, de forma a suportar os esforços solicitantes;
- b)** gaiolas de proteção, caso possuam altura superiores a 3,50m, instaladas a partir de 2,0 m do piso, ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior em pelo menos 1,20 m;
- c)** corrimão ou continuação dos montantes da escada ultrapassando a plataforma de descanso ou o piso superior em 1,20m;
- d)** altura total máxima de 10 m se for de um único lance;
- e)** altura máxima de 6m entre duas plataformas de descanso se for de múltiplos lances, construídas em lances consecutivos com eixos paralelos, distanciados no mínimo em 70 cm;
- f)** espaçamento entre barras horizontais (degraus) de 25 cm a 30 cm;
- g)** espaçamento entre o piso da edificação e a primeira barra (degrau) não superior a 55 cm;
- h)** distancia em relação à estrutura em que e fixada de, no mínimo, 15 cm;
- i)** barras horizontais (degraus) de 25 mm a 38 mm de diâmetro com superfície, forma ou ranhuras a fim de prevenir deslizamentos.
- j)** gaiolas de proteção com diâmetro mínimo de 80 cm. A entrada da gaiola deve ter diâmetro mínimo de 1,20 para facilitar o acesso ao interior da gaiola;
- k)** distancia máxima de 1,50m entre os arcos horizontais e barras verticais de sustentação dos arcos com espaçamento máximo de 0,30m entre si.



5.2.2 Guarda Corpos

5.2.2.1 Os guarda-corpos devem ser constituídos de materiais ou revestimentos inflamáveis e anticorrosivos.

5.2.2.2 Os guarda-corpos não podem apresentar qualquer elemento construtivo que cause o enroscamento de roupas, materiais de resgate ou equipamentos a incêndios.

5.2.2.3 É obrigatória a adoção de guardas nas escadas externas, nas escadas de acesso ao topo, junto ao bocal de alimentação do silo, nas plataformas dos elevadores e nas passarelas de interligação entre silos.

5.2.2.4 A altura do guarda-corpo deve ser de no mínimo 1,30 m, apresentando espaçamento entre seus elementos construtivos dispostos horizontalmente de no máximo 15 cm.

5.3 Acesso ao interior do silo

5.3.1 Deve ser feito o dimensionamento de plataformas externas junto às janelas de inspeção de modo a garantir o trabalho do profissional de resgate.

5.3.2 Deverá ser prevista estrutura que permita o ancoramento dos equipamentos de resgate com resistência mínima de 50KN. Esta estrutura deverá ter os pontos de ancoragem a uma altura de, no mínimo, 2,00m acima do nível da janela de inspeção superior para o trabalho de resgate.

5.3.3 As janelas de inspeção deverão possuir área mínima de 1,20m², sendo que uma das dimensões deve ter o mínimo de 1,00m.

5.4 Acesso aos elevadores de produtos agrícolas e tuneis

5.4.1 Os acessos aos elevadores e tuneis devem ser providos de escadas em “U”, com largura mínima de 0,80m.

5.4.2 Deverão possuir ainda um alçapão de entrada com vão mínimo de 0,80x0,80 m para o içamento de macas e serem providos de cabo-guia para o uso do trava-quedas.

5.4.3 Nas unidades existentes, poderá ser aceito a largura mínima livre de 0,60m nos acessos aos tuneis e elevadores.

5.4.4 As unidades que possuírem poços de acesso ao túnel, com diâmetro mínimo de entrada de 0,80x0,80m e altura livre de 2,10m, dispostos entre um e outro armazém ou silo, estarão dispensados do item 5.4.2

5.4.5 Internamente, os tuneis devem ter altura mínima de 2,0m e largura mínima de 0,80m de espaço livre entre os equipamentos e uma das paredes laterais.

5.5 Afastamento entre edificações

5.5.1 As áreas que não fazem parte do processo de beneficiamento e armazenamento de produto agrícola deverá ser isolado das demais.

5.5.2 Os depósitos de lenha deverão estar afastados de todas as edificações, no mínimo 20 metros.

5.5.3 O afastamento deve ser dimensionado de acordo com a Instrução Técnica 05 – Separação entre Edificações do CBMMG.

6 MEDIDAS DE SEGURANÇA

6.1 Rotinas

6.1.2 Deverá ser feito a limpeza de toda fábrica, retirando toda a poeira acumulada nos equipamentos e cômodos. A limpeza deverá ser periódica, de acordo com a especificação do responsável técnico.

6.1.3 Deverá ser feito a fiscalização e manutenção mensal de todo material elétrico, desde equipamentos a cabos.

6.1.4 Em caso de contratações, deverá ser feito a orientação de todos os riscos existentes ao empregado pelo responsável técnico.

6.1.5 Deverá ser feito Plano de Emergência em casos de soterramento nos silos ou referente a queda de lugares altos.

6.1.6 A manutenção na empresa feita por equipamentos que possam causar alguma ignição para uma explosão deve-se ser feita em horário onde a empresa não esteja operando, e que tenha sido feita uma limpeza do local antes.

6.2 Iluminações de emergência

6.2.1 O sistema de iluminação de emergência deverá ser de acordo com a Instrução Técnica 13 – Iluminação de Emergência do CBMMG.

6.2.2 Todos os sistemas de luminárias onde estão em contato direto com a poeira agrícola, devem ser a prova de poeira e explosão.

6.3 Instalações elétricas

6.3.1 As instalações elétricas devem seguir a NBR 14039/03.

6.3.2 Os motores presentes na unidade devem ser a prova de explosão.

6.3.3 A unidade industrial deverá reduzir ao máximo a exposição do material elétrico em locais com índice alto de poeira agrícola.

6.4 Sinalizações de emergência

6.4.1 As sinalizações de emergência deverá ser de acordo com a Instrução Técnica 15 – Sinalização de Emergência do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

6.5 Sistemas de chuveiros automáticos

6.5.1 O dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos pode ser feito por tabelas, de acordo com o risco e carga de incêndio do local.

6.5.2 A reserva de água do sistema de chuveiros automáticos pode ser em conjunto com o sistema de hidrantes desde que seja feito o aumento para atender os dois sistemas.

6.6 Plano de intervenção de incêndio

6.6.1 O Plano de Intervenção de Incêndio consiste num planejamento prévio para a provável ocorrência de uma emergência e visa facilitar o reconhecimento da edificação por parte dos funcionários e das equipes de emergência, proporcionando sua utilização em simulados e treinamentos.

6.6.2 Por meio do plano de intervenção de incêndio, busca-se garantir:

- a)** a segurança dos funcionários da empresa;
- b)** a segurança dos profissionais responsáveis pelo socorro, no caso de ocorrer um incêndio/sinistro;

- c)** o controle da propagação de incêndios;
- d)** a proteção do meio ambiente;
- e)** facilidade de encontrar os meios e rotas para retirada dos funcionários.

6.6.3 O Plano de intervenção de incêndio de uma edificação contém os seguintes dados:

- a)** descrição das possíveis causas de incêndio;
- b)** as ações a serem tomadas pelos responsáveis pelo uso e funcionários;
- c)** a orientação aos usuários temporários;
- d)** os itinerários mais indicados para as viaturas do Corpo de Bombeiros;
- e)** outros dados julgados necessários, a critério do Corpo de Bombeiros.

6.6.4 O Plano deverá ser confeccionado pelo Responsável Técnico habilitado com Assessoria do Corpo de Bombeiros.

6.6.5 O Plano de intervenção de incêndio será avaliado por um Oficial do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico das Unidades e Frações de Bombeiros, responsável pela área da edificação.

6.6.6 Uma vez elaborado e ratificado pelo Corpo de Bombeiros, o plano é arquivado em três vias:

- a)** uma via anexa ao Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico (Pscip);
- b)** uma via no acesso principal da edificação;
- c)** uma via em arquivo digitalizado em CD não regravável.

6.6.7 O Plano de Intervenção de Incêndio deverá ser de conhecimento dos funcionários da edificação.

6.6.8 O responsável pelo uso da edificação deverá entregar ao Corpo de Bombeiros responsável pela área da edificação o Plano de Intervenção para análise e aprovação.

6.6.9 Descrição dos possíveis cenários de acidentes, obtidos a partir da Análise de Riscos.

6.6.10 Exercício simulado anual de salvamento nos possíveis cenários de acidentes em espaços confinados.

6.7 Proteção contra descargas atmosféricas e energia estática gerada

6.7.1 Deverá ser implantado Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas para toda área industrial.

6.7.2 As correias transportadoras deverão ser antiestáticas.

6.7.3 Deverá ser feito aterramento de todo silo, máquina e equipamento.

6.8 Sistema de hidrantes

6.8.1 O sistema de hidrantes deverá ser instalado apenas nos locais onde a água for o agente extintor adequado, ou com a especificação do responsável técnico pela empresa, com a finalidade de apaziguar o fogo.

6.8.2 Nos locais onde for necessário o sistema de hidrantes, deverá haver memorial descritivo, contendo o cálculo da carga máxima de incêndio da área, cálculo e dimensionamento de todo o sistema de hidrantes.

6.8.3 Todos os sistemas devem ser dotados de dispositivos de recalque, consistindo em um prolongamento de diâmetro no mínimo igual ao da tubulação principal, cujos engates devem ser compatíveis com junta de união tipo “engate rápido” de DN 65 mm.

6.8.4 Os pontos de tomada de água devem ser posicionados em posições de áreas protegidas e com a especificação do responsável técnico.

6.8.5 O volume de água da reserva de incêndio deve ser calculado de acordo com a tabela 4 da Instrução Técnica 17 – Sistema de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a Incêndio.

6.9 Prevenção contra explosão em locais confinados

6.9.1 Cabe ao empregador:

- a)** indicar formalmente o responsável técnico pelo cumprimento desta norma;
- b)** identificar os espaços confinados existentes no estabelecimento;
- c)** identificar os riscos específicos de cada espaço confinado;
- d)** implementar a gestão em segurança e saúde no trabalho em espaços confinados, por medidas técnicas de prevenção, administrativas, pessoais e de emergência e salvamento, de forma a garantir permanentemente ambientes com condições adequadas de trabalho;
- e)** garantir a capacitação continuada dos trabalhadores sobre os riscos, as medidas de controle, de emergência e salvamento em espaços confinados;
- f)** garantir que o acesso ao espaço confinado somente ocorra após a emissão, por escrito, da Permissão de Entrada e Trabalho, conforme modelo constante no anexo II da NR 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados;
- g)** fornecer às empresas contratadas informações sobre os riscos nas áreas onde desenvolverão suas atividades e exigir a capacitação de seus trabalhadores;
- h)** acompanhar a implantação das medidas de segurança e saúde dos trabalhadores das empresas contratadas provendo os meios e condições para que eles possam atuar em conformidade com a NR 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados;
- i)** interromper todo e qualquer tipo de trabalho em caso de suspeição de condição de risco grave e iminente, procedendo ao imediato abandono do local;
- j)** garantir informações atualizadas sobre os riscos e medidas de controle antes de cada acesso aos espaços confinados.

6.9.2 Cabe aos Trabalhadores:

- a)** colaborar com a empresa no cumprimento das medidas de segurança;
- b)** utilizar adequadamente os meios e equipamentos fornecidos pela empresa;
- c)** comunicar ao Vigia e ao Supervisor de Entrada as situações de risco para sua segurança e saúde ou de terceiros, que sejam do seu conhecimento;
- d)** cumprir os procedimentos e orientações recebidos nos treinamentos com relação aos espaços confinados.

6.9.3 Identificar, isolar e sinalizar os espaços confinados para evitar a entrada de pessoas não autorizadas.

6.9.4 Antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados.

6.9.5 Proceder à avaliação e controle dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos.

6.9.6 Monitorar continuamente a atmosfera nos espaços confinados nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras.

6.9.7 Adotar medidas para eliminar ou controlar os riscos de incêndio ou explosão em trabalhos a quente, tais como solda, aquecimento, esmerilhamento, corte ou outros que liberem chama aberta, faíscas ou calor.

6.9.8 Garantir que todos os trabalhadores sejam informados dos riscos e medidas de controle existentes no local de trabalho.

6.9.9 A poeira gerada deve ser constantemente retirada de todos os pontos de produção de poeira agrícola dentro da unidade armazenadora e instalações de movimentação.

6.9.10 Todos os locais confinados devem ser providos de exaustores ou ventiladores a prova de explosão, com acionamento manual ou automático, devidamente dimensionados para contribuir na retirada de poeira e gases e garantir a renovação do ar.

6.9.11 Os dutos coletores de poeira agrícola do sistema de filtro de manga dispostos ao longo dos túneis deverão ser providos de sistema de detecção e extinção de faísca para minimizar o risco de um incêndio ou ignição de uma explosão devido a faíscas e partículas quentes que são transportadas através dos dutos.

6.9.12 A poeira agrícola coletada deve ser armazenada fora do local de risco.

6.10 Sistema de detecção e alarme

6.10.1 O sistema de detecção e alarme deverá ser instalado de acordo com a Instrução Técnica 14 – Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio.

6.10.2 Em todos ambientes da unidade deverá ser instalados acionadores de alarme.

6.10.3 Nos túneis deverão ser instalados detectores de temperatura.

6.10.4 Nos silos com armazenamento final deverão ser instalados sensores de temperatura.

6.10.5 A unidade deverá apresentar detector de gás portátil para trabalhos realizados em locais confinados e silos.

6.11 Extintores

6.11.1 Os locais com acúmulo de poeira agrícola não deverá apresentar extintores.

6.11.2 Nas demais áreas os extintores continuarão de acordo com a Instrução Técnica 16 – Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio do CBMMG.