



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOECONÔMICAS -
ESAG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA: ESTUDOS
ESTRATÉGICOS NO CBMSC

VALDIR FLORENÇA

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS DE
ARMAZENAGEM DE GRÃOS

FLORIANÓPOLIS - SC
AGOSTO DE 2014

VALDIR FLORENÇA

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS

Monografia apresentada ao CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA: ESTUDOS ESTRATÉGICOS NO CBMSC, UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOECONÔMICAS - ESAG, como requisito parcial para a obtenção do grau de especialista em EM GESTÃO PÚBLICA: ESTUDOS ESTRATÉGICOS NO CBMSC

Orientadora: Janice Mileni Bogo, Dr^a

FLORIANÓPOLIS - SC

Agosto de 2014

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na fonte

F632s Florença, Valdir
Segurança contra incêndios em silos de armazenagem de grãos. / Valdir
Florença. - Florianópolis : UDESC, 2014.
160 f. : il.

Monografia (Especialização em Gestão Pública com Ênfase à Atividade de Bombeiro Militar) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2014.

Orientadora: Janice Mileni Bogo, Dra.

1. Prevenção contra incêndios em silos. 2. Medidas preventivas contra incêndio e pânico. 3. Normas de Segurança Contra Incêndio. 4. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. I. Bogo, Janice Mileni. II. Título.

CDD 363.377

VALDIR FLORENÇA

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS DE ARMAZENAGEM DE
GRÃOS**

Monografia apresentada ao Curso De Pós-Graduação em Gestão Pública: Estudos Estratégicos no CBMSC, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC Centro De Ciências Da Administração E Socioeconômicas - ESAG, como requisito parcial para a obtenção do grau de especialista em Gestão Pública: Estudos Estratégicos No CBMSC

Banca Examinadora:

Orientadora:

Janice Mileni Bogo, Dr^a.
UDESC / ESAG - Florianópolis

Membro:

Daniel Moraes Pinheiro, Dr.
UDESC / ESAG - Florianópolis

Membro:

Major BM Alexandre Vieira, Esp.
Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

FLORIANÓPOLIS - SC

Agosto de 2014

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde, força e perseverança para superar todas as dificuldades ao longo da minha carreira.

A minha esposa Vanice Scarabelot Florença pelo incentivo nas horas difíceis, que mesma tomada pelo cansaço, esforçou-se diuturnamente em dar o seu apoio para que eu vencesse mais esta etapa em minha vida.

À minha mãe, Maria Andrade, que mesmo estando longe, prestou o seu apoio e carinho através dos telefonemas, desejando sorte e sua benção.

Ao meu pai José Capelo Florença e minha irmã Dora E.S. Florença de Morais (ambos in memoriam) que pelos seus exemplos de vida, serviram de inspiração para a superação das dificuldades encontradas.

Obrigado a toda a minha família, pela contribuição valiosa e, que nos momentos de minha ausência dedicados a este curso de especialização, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Agradeço a todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho monográfico.

À minha orientadora Janice Mileni Bogo, pelo suporte, apoio, incentivo, e pelas suas correções, sugestões.

Expresso meus sinceros agradecimentos às pessoas e entidades que gentilmente repassaram informações e bibliografias, e disponibilizaram parte de seu tempo às visitas em seus empreendimentos: “Indústrias Pagé” (município de Araranguá), Empresa “Arroz Rampinelli” (município de Forquilha), Empresa “Arroz Realengo” (município de Turvo) e “Cooperativa do Sul Catarinense – Copersulca” (município de Turvo).

RESUMO

Este trabalho de monografia possui levantamentos bibliográficos, os quais apontam sobre as necessidades de conhecimento e dos riscos à segurança física e saúde do trabalhador existentes em uma indústria de manipulação, beneficiamento e armazenamento de grãos de cereais, bem como o conhecimento de que a produção de pós resultante do processo produtivo podem apresentar riscos de explosões, de tamanho suficiente para a destruição geral da edificação envolvida.

A deficiência de informações sobre as ocorrências que acontecem em unidades de silos, resultam numa desinformação geral dos trabalhadores sobre as causas e as consequências desastrosas desses sinistros. Os dados obtidos em artigos especializados, seja em revistas, noticiários e em jornais, demonstram que o investimento voltado para a prevenção contra incêndio, proporciona uma economia muito superior a aquelas voltadas para a recuperação dos danos causados por uma explosão nessas edificações.

Em nosso país, mais precisamente em Santa Catarina, a legislação referente a prevenção contra incêndios em silos, está muito aquém das encontradas em outros países. Estes investigam e apontam as causas dos acidentes e investem em pesquisa e tecnologia para a implementação de medidas preventivas e assim salvaguardar vidas e patrimônios.

Nas pesquisas efetuadas, buscou-se definir as explosões primárias e secundárias, as quais permeiam dados sobre os fatores influentes e identificam os locais de risco numa área produtiva. No relato sobre o desenvolvimento de uma explosão, o texto mostra a formação de uma atmosfera explosiva a partir de pós-combustíveis e como os setores industriais podem ganhar proporções e poder resultar em incêndios e explosões. Descreve ainda sobre a existência de sistemas e medidas preventivas adequadas para as áreas industriais que mais necessitam de medidas para a prevenção contra explosão e captação de pós.

De acordo com as informações estabelecidas, sugestões alternativas foram apontadas como forma de diminuição dos riscos existentes. Estabelece ainda quais os equipamentos disponíveis no mercado e o modo do seu emprego nos principais setores da produção.

Uma proposta de uma atualização da Instrução Normativa nº 34, que faz parte do conjunto das Normas de Segurança Contra Incêndio, foi inserida no apêndice deste trabalho onde sugere medidas preventivas contra incêndio e pânico a serem instaladas nos equipamentos das indústrias já instaladas e aquelas que ainda serão construídas., de forma de que se possa empreender um maior espírito preventivo e seguro em nosso Estado.

ABSTRACT

This monograph has bibliographic surveys, which focus on the needs of knowledge and of the risks to safety and health of workers that exist in an industry of handling, processing and storage of grain and the knowledge that the post production can present risks of explosions, of sufficient size to the total destruction of the industry.

The deficiency of information on occurrences that happen in silos units, resulting in a total General misinformation about the causes and the disastrous consequences of those accidents. The data obtained in specialized articles, whether in magazine, newscasts and newspapers, demonstrate that the investment focused on fire prevention, provides an economy far exceeds those who aimed at the recovery of the damage caused by an explosion in these buildings.

In our country, more precisely in the State of Santa Catarina, the law of fire prevention in silos, is far short of those found in other countries. These countries investigate and indicate the causes of accidents and invest in research and technology for the implementation of preventive measures and protect lives and assets.

In the polls conducted, sought to definitions of the meaning of primary and secondary explosions, which pervade data about the influential factors and identify the locations of risks in a production area. In reporting on the development of an explosion, the text shows the formation of an explosive atmosphere from pós-combustíveis and as the industrial sectors can win porporções and can result in fires and explosions. Describes the existence of adequate preventive measures and systems for the industrial areas most in need of measures for preventing explosion and capture business post.

According to the information provided, alternative suggestions were pointed as a way of reducing the risks. Establishes which still equipment available on the market and the way of your job in the main sectors of production.

A proposal for an update of Normative Instruction No. 34, which is part of the set of Fire Safety Standards, was inserted in the appendix of this work which suggests preventive measures against fire and panic to be installed in equipment industries already established and those still will be built so that it can undertake a greater preventive and safe spirit in our State.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema de fluxo operacional de uma indústria manipuladora e armazenadora de grãos.....	21
Foto 1 – Silos verticais.....	22
Foto 2 – Vista interna do silo e sua “Rosca Varredora” para transferência dos grãos.....	23
Foto 3 – Silo horizontal.....	23
Foto 4 – Armazém de fundo V – com detalhe de cabeamento da termometria.....	24
Foto 5 – Recepção das cargas.....	24
Foto 6 – Entrada da moega.....	25
Foto 7 – Galeria subterrânea com esteira transportadora.....	25
Foto 8 – Redler de transporte de grãos sem a cobertura.....	25
Foto 9 – Conjunto de máquinas de limpeza de grãos - “circuito aberto”.....	26
Foto 10 – Máquina de limpeza de grãos.....	26
Figura 2 – Detalhe da torre de secagem.....	27
Foto 11 – Detalhe dos cavaletes da torre de secagem por onde passam os grãos.....	28
Foto 12 – Fornalha.....	28
Foto 13 – Ciclone para extinção de fagulhas.....	28
Foto 14 – Vista do Secador.....	29
Foto 15 – Vista interna do Secador.....	29
Foto 16 – Sistema de termometria.....	30
Foto 17 – Elevador de Cereais.....	30
Foto 18 – Elevador de Cereais.....	30
Foto 19 – Setor de expedição – tulha.....	31
Foto 20 – Setor de expedição – tulha.....	31
Figura 3 - Processamento de explosões primária e secundárias.....	36
Foto 21 - Área da Moega no momento do descarregamento de grãos no tombador.....	43
Foto 22 – Moega com sistema de captação de pó e grelhas bloqueadoras.....	44
Foto 23 – Enclausuramento das moegas com sistemas de captação de pó.....	45
Foto 24 – Esteira de transporte de grãos (acúmulo de pó).....	46
Foto 25 – Esteira aberta em funcionamento.....	46
Foto 26 – Galeria subterrânea.....	47
Foto 27 – Luminária à prova de explosão danificada.....	47
Foto 28 – Galeria subterrânea.....	48

Foto 29 – Galeria subterrânea.....	48
Foto 30 – Redler de transporte de grãos.....	49
Foto 31 – Redler de transporte de grãos.....	49
Foto 32 – Corte esquemático do elevador de canecas.....	51
Foto 33 – Elevador interligado a esteira sob a moega.....	51
Foto 34 – Componentes do elevador.....	52
Foto 35 – Componentes do pé do elevador.....	52
Foto 36 – Dutos intercalados da torre de secagem.....	55
Foto 37 - Fornalha do secador de grãos.....	56
Foto 38 – Corte esquemático de um secador de cereais.....	57
Foto 39 – Máquina de limpeza circuito aberto.....	58
Foto 40 – Máquinas de limpeza de circuito aberto em operação (produção de pó).....	58
Foto 41 – Máquina de Limpeza com “Ciclone” para captação de partículas.....	59
Foto 42 – Máquina de limpeza - "circuito fechado".....	59
Foto 43 – Máquina de limpeza com ciclone (captação de partículas).....	60
Foto 44 – Filtro manga instalado externamente com ciclone (captação de partículas).....	60
Foto 45 – Captação de pó no pé do elevador.....	69
Foto 46 – Sistema de captação de pó instalado sobre o redler.....	69
Foto 47: Dispositivos e equipamentos supressivos para elevadores.....	70
Foto 48- Isolação Mecânica de Explosão BS&B -Válvula “Pinch“ de Ação Rápida IVE.....	71
Foto 49 – Sistema de ventilação sem chama.....	72
Foto 50 - Válvula de ventilação sem chama de explosão.....	73
Foto 51 – Válvula de alívio de pressões internas (abafador).....	74
Foto 52 – Sistema de detecção de faíscas.....	76
Foto 53 – Sistema de detecção de faíscas.....	76
Foto 54 – Sistema aplicado a coletor de pó.....	78
Foto 55 – Janelas de ruptura.....	80
Foto 56 – Janelas rupturas em silos.....	80
Foto 57 – Discos de rupturas.....	80
Foto 58 – Painel de alívio de explosão.....	81
Foto 59 – Teste dinâmico do VSB.....	81

LISTA DE TABELAS E GRÁFICO

Tabela 1 – Caraterísticas da partícula e limites críticos para explosão.....	35
Gráfico 1 - Temperaturas de ignição de nuvem de poeira.....	37
Tabela 2 – Prováveis causas de ignição em explosões nas instalações agrícolas (USA,1988-1997).....	41

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMSC	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina
CV	Cavalo Vapor
DAT	Diretoria de Atividades Técnicas
DT	Divisão Técnica
DNSPC	Departamento Nacional de Seguros Privados e Capitalização
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	International Electrotechnical Commission (Comissão Internacional Eletrotécnica)
IN	Instrução Normativa
Kpa	Quilo pascal. O pascal (símbolo: Pa) é a unidade padrão de pressão e tensão no SI . Equivale a força de 1 N aplicada uniformemente sobre uma superfície de 1 m² .
OBM	Organização de Bombeiros Militares
OSHA	Occupational Safety & Health Administration (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho)
ATEX	Atmosphère Explosible (para a entrada em serviço de dispositivos, componentes e sistemas de proteção elétrica e mecânica, com protecção contra explosões)
BR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association (Associação Nacional de Proteção Contra Fogo)
NSCI	Normas de Segurança Contra Incêndios
NR	Norma Regulamentadora (do Ministério do Trabalho)
SAT	Seções de Atividades Técnicas
193	Sistema Informatizado para Atendimento de Ocorrências via telefone 193

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
1.1	Descrição da situação-problema/oportunidade.....	14
1.2	Objetivos.....	16
1.2.1	Objetivo geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	Contribuição do trabalho.....	17
2	O contexto.....	18
2.1	Diagnóstico da situação-problema e/ou oportunidade.....	20
2.1.1	Especificidade e sequência do fluxo operacional.....	20
2.1.2	Unidades armazenadoras.....	21
2.1.3	Ação de pré-limpeza e limpeza.....	26
2.1.4	Secagem dos grãos	27
2.1.5	Estocagem dos grãos.....	29
2.1.6	Moagem e trituração	31
2.1.7	Setor de expedição – Tulhas.....	31
3	A realidade investigada.....	32
3.1	Atmosferas explosivas – aspectos gerais.....	32
3.1.1	Conceito de explosão e características de uma atmosfera explosiva.....	32
3.1.2	Fontes de ignição para as nuvens de poeira.....	36
3.1.3	Formação de energia estática.....	37
3.1.4	Formação de gás metano.....	39
3.2	Locais com maiores probabilidades de ocorrência de sinistros.....	41
3.2.1	Identificação dos setores com maior geração de pó e soluções para sua diminuição.....	42
3.2.2	Soluções para diminuição da geração de pó combustível nos setores operacionais.....	43
3.2.2.1	Setor da moega.....	43
3.2.2.2	Ações para a resolução da dispersão de pó no setor de moegas.....	44
3.2.2.3	Setor de galerias subterrâneas.....	45
3.2.3	Redlers – equipamentos transportadores horizontais.....	49
3.2.3.1	Alternativas para melhorar a segurança em galerias subterrâneas.....	50
3.2.4	Elevadores de canecas e alternativas para diminuição de pó em seu interior.....	51
3.2.5	Secador.....	54
3.2.6	Setor de máquinas de limpeza.....	57
3.2.6.1	Solução para diminuição de pó nos setores de máquinas de limpeza.....	58
3.3	Métodos de proteção contra incêndios e explosões de poeiras.....	61
3.4	Medidas preventivas e treinamentos operacionais.....	61
3.5	Limpeza e manutenção periódica.....	62
3.6	Cuidados com o uso de aparelhos de solda.....	63
3.7	Instalações e equipamentos elétricos.....	63
3.8	Incêndios.....	64
3.9	Sistema de termometria.....	64
3.10	Superdimensionamento.....	65
3.11	Estanqueidade.....	66
3.12	Separadores de metais.....	66
3.13	Empregos de sensores eletrônicos para controle do alinhamento e velocidade dos sistemas de transporte de grãos.....	66
3.14	Ventilação.....	67
3.14.1	Exaustor eólico para telhados de silos.....	67
3.15	Sistemas de captação de pós-combustíveis.....	68

3.16	Proteção contra explosão em elevadores	69
3.17	Sistemas de isolamento de tubulações às explosões.....	71
3.18	Alívio de pressões internas.....	74
3.19	Sistemas de detecção de faíscas.....	75
3.19.1	Outro exemplo de emprego de corpos inertes em dutos, tubulações e espaços confinados.....	76
3.20	Agentes supressivos.....	77
3.21	Discos e janelas de ruptura (sopros).....	80
3.22	Aspectos construtivos.....	82
3.22.1	Instalação e equipamentos elétricos.....	82
3.22.2	Normas brasileiras.....	83
3.22.3	Normas internacionais.....	84
3.22.4	Dimensionamento de sistemas de aterramento elétrico.....	85
3.22.5	Compartimentação das construções.....	85
4	Análise e proposta de intervenção.....	87
5	Conclusão.....	88
6	Referências bibliográficas.....	92
7	Apêndice.....	96
8	Anexos.....	97

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, que é considerado o celeiro do mundo, a cada ano vem aumentando significativamente sua produção agrícola. Dessa forma torna-se necessário o crescimento de unidades de estocagem para a produção e, por sua vez, a armazenagem e processamento de grãos é realizada diuturnamente em edificações conhecidas como silos de armazenagem de grãos.

Conforme dados do IBGE de 2014, há uma estimativa para o país de uma safra de 192,5 milhões de toneladas de grãos, totalizando um aumento de 2,3% de aumento em relação à safra de 2013 (188,2 milhões de toneladas). Em 2013 a região sul foi responsável pela produção de 73 milhões de toneladas, com incremento de 32,2% em comparação a safra anterior, sendo que os principais produtos que tiveram variação percentual positiva foram: arroz em casca (3,2%), aveia em grão (22%) e, milho (25,6%).

De acordo com as informações de Fernandes (2011), a maioria dos acidentes ocorrem em silos localizados principalmente nas áreas rurais, em razão de haver limitação de acesso à informações, sendo que, em se tratando de silos de cereais os principais riscos para os trabalhadores são, as explosões de poeiras combustíveis, problemas ergonômicos no setor de trabalho e seus equipamentos, lesões respiratórias (poeiras) e lesões oculares, riscos físicos (ruído, iluminação, umidade e vibrações) e acidentes gerais como queda e asfixia.

Após a colheita, os cereais são levados para as unidades armazenadoras, onde passam por processos operacionais como recebimento, beneficiamento, armazenagem, conservação e expedição (WEBER, 2005). As diversas operações nesses ambientes, são consideradas como insalubres tanto do aspecto de saúde do trabalhador, como também de operações de risco dentro da ótica da segurança contra incêndios e pânico, nesse tipo de ocupação.

O silo metálico é um componente indispensável para armazenar os cereais e manter a qualidade do produto agrícola, além de propiciar a comercialização do produto em melhores períodos. (WEBER, 2005). Entretanto silos metálicos apresentam características de espaços confinados, os quais são geralmente enclausurados, locais considerados perigosos tanto para a vítima como para o socorrista nos casos de atendimento a acidentes.

Sá (1997) esclarece que as indústrias de manipulação de grãos em todas as suas fases, que resultam a produção de pó, devem ser consideradas edificações de grande potencial de

risco, no que se refere a incêndios e explosões. Edificações que se destinam à armazenagem, secagem e beneficiamento de grãos, rações, indústrias alimentícias e outras em geral deve-se ter o cuidado de efetuar uma análise mais apurada dos riscos quanto à sua ocupação para que se consiga planejar sistemas ou ações preventivas e isso vale tanto para as edificações novas como para as já existentes.

O maquinário industrial e seus vários setores (pontos geradores de pó) ficam repletos de pó em suspensão, vindo a formar uma atmosfera explosiva. Esses locais também apresentam possíveis fontes de ignição, os quais podem tanto dar início à princípios de incêndios (pó depositado em camadas, perto de um motor elétrico aquecido), como também para desencadear explosões (pó em suspensão) quando uma nuvem de poeira potencialmente explosiva entrar em contato com uma fonte de ignição considerável, vindo a ocorrer uma primeira ignição e desencadear uma explosão inicial e outras sucessivas (explosões secundárias).

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina (CBMSC) obteve sua emancipação da Polícia Militar na data de 13 de junho de 2003.

De acordo com a Constituição Estadual, as atividades intrínsecas de atividade técnicas do CBMSC estão relacionadas com a prevenção contra incêndio, de acordo com a especificação do Art 108, a seguir:

- I – Realizar os serviços de prevenção de sinistros ou catástrofes, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens e o atendimento pré-hospitalar;
- II – estabelecer normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio, catástrofe ou produtos perigosos;
- III – analisar, previamente, os projetos de segurança contra incêndio em edificações, contra sinistros em áreas de risco e de armazenagem, manipulação e transporte de produtos perigosos, acompanhar e fiscalizar sua execução, e impor sanções administrativas estabelecidas em Lei. [...]

Conforme o exposto acima, é função do CBMSC, proceder a normatização e a fiscalização da proteção contra incêndio no âmbito de Santa Catarina.

Outras corporações de bombeiros militares também já possuem normativas tais como o Corpo de Bombeiros Militar de Goiás (Norma Técnica nº 24), Corpo de Bombeiros Militar

do Paraná (Instrução Técnica nº 27), Corpo de Bombeiros da Brigada Militar do Rio Grande do Sul (Resolução Técnica nº 18), Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo (Instrução Técnica nº 27), etc, todas elas fazendo referência sobre armazenagem em silos.

Outros órgãos normativos já determinam em suas legislações que as unidades coletadoras de grãos adotem as legislações do Corpo de Bombeiros Militar, como por exemplo a Instrução Normativa do Ministério do Trabalho nº 29, que determina que “Todas as unidades armazenadoras devem ser dotadas de sistema de combate a incêndio que atenda às normas vigentes, definidas pelo Corpo de Bombeiros estadual ou municipal. São aceitas como comprovação de conformidade as licenças de funcionamento emitidas por prefeituras, órgãos de segurança ou ambiental.”

Em Santa Catarina, a LEI Nº 16.157, DE 7 de novembro de 2013, estabelece que o CBMSC é o órgão que possui a competência para elaborar, fiscalizar as Normas de Segurança Contra Incêndios (NSCI), de forma a manter a prevenção contra incêndio e pânico nos diferentes tipos de edificações no âmbito estadual.

Desse modo, o Art. 116 da Instrução Normativa (IN) nº 001 estabelece que os sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico para as edificações cuja ocupação se relaciona às ATIVIDADES AGROPASTORIS e SILOS deverão seguir os previstos na IN 034/DAT/CBMSC, elaborada e editada em data de 28/03/2011, onde o Engenheiro Responsável Técnico pelo projeto preventivo contra incêndio (a ser apresentado no CBMSC para análise e aprovação) deve apresentar o atendimento das medidas de proteção conforme especificas os artigos de 12 a 16 da referida IN.

Todavia, deve-se ter a atenção e os devidos cuidados para com uma planta industrial desse tipo de ocupação, não devendo prever e instalar apenas os sistemas mais comumente empregados, previstos nas NSCI, pois é inviável concluir que um silo de cereal pode ser protegido simplesmente com tais sistemas, em razão de que um dos maiores riscos presentes em um silo é o da explosão mediante o acúmulo de poeira no ambiente, pois em contra partida, pode-se dar prioridade a previsão e instalação de um sistema de ventilação ou exaustão eficientemente calculado a fim de eliminar a possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva formada pela concentração de poeira combustível.

Outro aspecto importante é que o CBMSC não possui controle estatísticos sobre ocorrências de incêndio ou explosão em silos, uma vez que a sua classificação no sistema de

gerenciamento informatizado de ocorrências é referida como depósito ou indústria. Sendo assim, para que se possa efetuar uma estatística de ocorrência de incêndio em silos, seria necessário verificar no histórico do boletim das ocorrências de incêndio, se a ocupação do mesmo se refere a armazenamento e/ou processamento de grãos (silos) e, em seguida catalogar manualmente cada atendimento.

Diante deste pressuposto, o CBMSC deve se preocupar com as particularidades desse tipo de edificação e seus possíveis sinistros, tendo em vista da necessidade de readequação dessas edificações no âmbito da segurança contra incêndios, pois ao longo da história, um número considerável de ocorrências envolvendo essas edificações, vêm causando enormes prejuízos a vidas e a patrimônios.

Este estudo tem o propósito de efetuar o levantamento das características e os riscos de ocorrências de explosões com pó de cereais e derivados, de forma a se conseguir a fazer o levantamento e as possíveis maneiras de prevenção dos riscos de incêndios e explosões nesses ambientes.

1.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA/OPORTUNIDADE

Nas atividades desenvolvidas com o processamento de grãos e seus derivados, existem potenciais de risco para todos os envolvidos na planta industrial (além dos riscos relacionados a segurança no trabalho), tais como incêndios e explosões nas instalações industriais, potencialmente provocados pelo pó em suspensão e em contato com uma fonte de ignição. Esses tipos de sinistros, são os que mais trazem danos ao patrimônio, bem como produzem perdas irreparáveis com relação à vidas e suas consequências psicológicas, dias parados em decorrência do acidente, perda no comércio e a competitividade no mercado, além do investimento necessário para a recuperação das perdas.

De acordo com as NSCI/CBMSC, a Instrução Normativa (IN) nº01, “Da atividade técnica” têm por finalidade padronizar os procedimentos e requisitos mínimos de segurança contra incêndio e pânico para os imóveis, fiscalizados pelo CBMSC, estabelecendo Normas para a Segurança Contra Incêndios e Pânico (NSCI), no Estado de Santa Catarina, para a proteção de pessoas e seus bens, de acordo com a Lei nº 16.157, de 7 de novembro de 2013 e com Decreto nº 1.957, de 20 de dezembro de 2013.

Dentro das NSCI, o artigo 84 da IN 01, detalha a classificação de ocupação dos mais variados tipos de ocupação de imóveis, sendo que a indústria de armazenamento e manipulação de grãos, está classificada no item XXII como edificação do tipo que exerce atividades pastoris e silos, a qual define que “Para determinação dos sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico, os imóveis serão assim classificados:

- I – residencial privativa multifamiliar;
- II – residencial coletiva (pensionatos, asilos, conventos, internatos e congêneres);
- III – residencial transitória (hotéis, apart-hotéis, albergues, motéis e congêneres);
-
- XXII – atividades agropastoris e silos;**
-

O Art. 90 da IN 001, especifica que para riscos especiais de instalações, ocupações ou áreas de risco, conforme segue deverá ser adotado sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico específicos, definidas em IN, além das previstas nesta IN:

- I – instalações de gás combustível (GLP e GN);
- II – armazenamento de recipientes de GLP (PRGLP)
-;
- XIV – atividades pastoris e silos;**
-

De acordo com o artigo 116 da IN 01, as edificações que se enquadram como atividades pastoris e silos, deverão atender às exigências e medidas de medidas de segurança contra incêndio e pânico, previstos na IN 034/DAT/CBMSC. Em se tratando de exigências da instalação de sistemas preventivos contra incêndios nas indústrias de armazenamento e manipulação de grãos, a IN 34 necessita de informações mais atualizadas com referência as medidas de segurança contra incêndios que o mercado disponibiliza.

De posse de uma IN atualizada, as equipes das Seções de Atividades Técnicas (SAT) em todas as Organizações de Bombeiros Militares (OBM) envolvidas com a análise de projetos preventivos contra incêndios terão subsídios para a determinação da filosofia de proteção a ser adotada nessas edificações, ou seja, quais sistemas e medidas de proteção contra incêndios que deverão ser instalados em cada setor de produção industrial.

A IN nº 34 trata a respeito da edificação de ocupação tipificada como silos e, a mesma está apresentada de forma genérica, isto é, não detalha claramente os setores produtivos e equipamentos da natureza dessa ocupação. É necessário maiores esclarecimentos do sistema funcional da indústria de grãos, bem como as alternativas para a instalação de sistemas que previnam contra a ocorrência de incêndios e explosões.

Será necessário que a corporação repasse informações inerentes aos procedimentos operacionais adequados desse tipo de edificação, seja para as guarnições de serviço de prontidão ou para os cursos de formação.

Destaque porém deve ser dado às edificações existentes, pois necessitam de um tratamento diferenciado das que ainda serão construídas, tendo em vista que por já estarem em funcionamento (e não poder cessar a produção), necessitam de um espaço de tempo maior para readaptações às NSCI e proceder a instalações de medidas e sistemas preventivos contra incêndios.

Atualmente o CBMSC não possui dados estatísticos sobre o levantamento do número de ocorrências de sinistros envolvendo silos de armazenamento e manipulação de grãos de cereais. Com a possibilidade da atualização da IN 34, o sistema informatizado 193, para atendimento a ocorrências nesse tipo de edificação, poderá acrescentar uma nova denominação desse tipo de edificação a ser inserida no rol de edificações do referido sistema e, assim se consiga a integração junto ao quadro de estatísticas de ocorrências atendidas pelo CBMSC.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

“Criar a base de informações, tecnologias e procedimentos para a elaboração de Instrução Normativa voltada à prevenção contra incêndio e pânico em unidades industriais de armazenamento e manipulação de grãos de cereais em Santa Catarina, tendo em vista evitar acidentes relacionados com explosões de pó”.

1.2.2 Objetivos específicos

- Investigar a sequência do fluxo operacional da indústria de armazenamento e manipuladora de grãos e apresentar as características presentes numa atmosfera propícia à explosão no ambiente foco, tendo em vista identificar medidas preventivas que possam evitar explosões;
- Elaborar proposta de elaboração de instrução normativa para a atualização da IN 34/DAT/2014 – Atividades Agropastoris e Silos.

1.3 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

Nas atividades industriais onde são desenvolvidas o manuseio de grãos de cereais, além dos acidentes causados pelos incêndios e explosões; existem riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos para os trabalhadores, inclusive com ocorrências de soterramento nas operações de limpeza das moegas, armazéns graneleiros e silos.

Este trabalho busca trazer informações mais detalhadas a respeito da indústria de manipulação e armazenamento de grãos e, através destas estimular a multiplicação de informações para as ações de prevenção e operacionais do CBMSC.

O CBMSC ainda não possui normatização mais detalhada que facilite o entendimento desse setor produtivo, bem como os procedimentos operacionais adequados (claros e específicos) para o atendimento de sinistros nas edificações de manipulação e armazenagem de grãos de cereais, sendo que outras corporações já possuem legislação pertinente, sendo necessário que a corporação desenvolva meios para que as edificações existentes possam se adequar preventivamente e colaborar com a diminuição de perdas.

Com as pesquisas desenvolvidas, entrevistas com engenheiros, empresários e trabalhadores do ramo, bem como as visitas efetuadas em indústrias armazenadoras e beneficiadoras de grãos, conseguiu-se obter uma verdadeira noção do ambiente de trabalho e as características de cada setor industrial de forma a se conseguir estabelecer as medidas preventivas necessárias.

2 O CONTEXTO

O sistema de atualização das Normas de Segurança Contra Incêndios em nosso Estado vem crescendo nas últimas décadas, tendo em vista a necessidade e rapidez da construção civil e do surgimento de novas de novas tecnologias que tratam a respeito de prevenção contra incêndios.

Com relação ao surgimento da atividade técnica em Santa Catarina, historicamente, Cardoso (2014) detalha que após os grandes incêndios do Edifício Andraus e Joelma ocorridos na cidade de São Paulo durante a década de 70 e alinhado ao risco que se fazia crescer na cidade de Florianópolis em virtude do boom da construção civil, serviram de fulcro para a criação de uma sessão de serviços técnicos para tratar da segurança contra incêndios de uso coletivo. Foi instituída em 1973 a Divisão Técnica (DT) que seria diretamente subordinada ao Comando do Corpo de Bombeiros. A DT ao instituir o espírito da prevenção contra incêndios, foi responsável pela mudança de filosofia de emprego da corporação que somente era adotada para apagar incêndios, para um comportamento pró-ativo, isto é, antecipar-se aos eventos, dotando as edificações com sistemas capazes para debelar os sinistros no seu início.

Oficiais catarinenses trouxeram para SC, a prática e os conhecimentos preventivos do Curso de Bombeiros para Oficiais realizados em São Paulo, os quais começaram a ser difundidos junto ao poder público e a sociedade. Entretanto, o comprometimento profissional da Divisão Técnica (DT) foi responsável pelo estabelecimento de uma visão científica nos processos de segurança das edificações.

Definidos procedimentos em comum acordo com as autoridades municipais, a previsão dos sistemas preventivos contra incêndios, passaram a ser exigidos na análise dos projetos das edificações e por sua vez durante as construções das mesmas quando da solicitação do Atestado de Habite-se.

Em 1975, foram instituídas taxas estaduais para os serviços de prevenção contra incêndios, sendo que as normas de prevenção tinham sua base na Portaria 21 do Departamento Nacional de Seguros Privados e Capitalização (DNSPC) , da Portaria 21 do Ministério do Trabalho, cujo Art. 271 do Código de Postura da Prefeitura Municipal de Florianópolis, servia de amparo para os procedimentos técnicos utilizados na análise de

projeto.

Após 1975 as NSCI passaram por mais três edições, tendo em vista a necessidade de atualização das normas e dos sistemas preventivos, sendo que atualmente a Lei que institui o poder de polícia administrativa (Lei nº 16.157, de 7 de novembro de 2013 e Decreto nº 1.957 de 20 de dezembro de 2013) confere ao CBMSC o ato de criar e atualizar a legislação referente aos sistemas preventivos contra incêndio e sua fiscalização no território catarinense.

Atualmente, ao se tratar de edificações de armazenamento e manipulação de grãos de cereais (silos), necessariamente as NSCI precisam de um maior estudo e investigação científica para lidar corretamente com a elaboração de novas medidas de segurança contra incêndio para a ocupação desses tipos de edificações.

Em se tratando de edificações do tipo silos, Bet (2010) relata que na atividade diária da manipulação industrial de cereais, existem riscos diários para os trabalhadores, tais como físicos, químicos, biológicos e ergonômicos na manipulação dos grãos de cereais (e os seus derivados) em todas as suas fases. Todavia, os locais que possuem maior risco na atividade diária, são aqueles encontrados nos setores com grande produção de pó-combustível, nas quais existem maiores probabilidades de ocorrência de explosão de pó em suspensão, isto é, nas áreas de processamentos de grãos de cereais.

No entanto, em algumas visitas a indústrias da área, esse tipo de sinistro (explosões de pó), para muitos trabalhadores da área, são acontecimentos de pouca frequência, entretanto, são os que mais trazem danos inclusive com perdas de vidas, incapacidades temporárias e/ou permanentes de funcionários, dias parados, perda de espaço no mercado, sem falar do investimento necessário para o recomeço das atividades.

Conforme detalha Casagrande (1999):

Atualmente, devido ao aumento da capacidade armazenadora do país, como também devido ao processamento em maior escala destes produtos, tem ocorrido acidentes tão graves que torna-se difícil passar despercebido pela população. Com isso, temos observado alguns noticiários de sinistros envolvendo explosões de pó agrícola com perdas materiais inestimáveis, bem como de muitas vidas humanas.

Algumas explosões ocorridas no Brasil:

- Ceval (Pranchita/PR): Janeiro/85;
- Cotrirosa (Santa Rosa/RS): Agosto/85;
- Porto (Paranaguá/PR): Julho/86;
- Canorpa (Apucarana/PR): Agosto/88;

- Ceval (Xanxerê/SC): Julho/91;
- Porto (Paranaguá – PR) Novembro/91
- Porto(Paranaguá/PR): Janeiro/92;
- Coopervale (Assis Chatoubriand/PR): Junho/93.

Diante do acima exposto, a busca de informações para estudo do fenômeno e suas consequências são importantes para a prevenção contra incêndios e pânico, somando-se aos objetivos do CBMSC.

Torna-se importante a implementação de uma política de ações no âmbito industrial, tanto no aspecto de segurança no trabalho, tanto ao que se refere aos cuidados com os riscos de incêndio e explosão em todos os setores da planta.

2.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA E/OU OPORTUNIDADE

Edifício de armazenamento, silos, estabelecimentos utilizados para armazenagem de grãos (silos, depósitos e congêneres) correspondem a indústrias agrícolas de porte pequeno, médio e grande, construídas na colônia, empresas particulares e cooperativas. Esse tipo de edificação visa proporcionar a conservação do produto estocado por período de tempo prolongado e mantendo e controlando as propriedade físico-químicas e biológicas da massa de grãos.

Em visita realizada em algumas empresas armazenadoras e beneficiadoras de grãos de cereais (na cidade de Turvo-SC e região), foi possível verificar a sequencia operacional desse tipo de indústria, onde na sua maioria, as plantas são constituídas de moegas, elevadores (para grãos), máquina de pré-limpeza, secador, fomalha, transportadores horizontais, silos de armazenagem e silos de expedição (tulhas).

2.1.1 Especificidade e Sequencia do Fluxo Operacional da Estrutura de uma unidade armazenadora de grãos

Esses equipamentos são constituídos na planta de forma sequencial e de maneira operacional e ordenada, iniciando-se pelo recebimento, beneficiamento, armazenagem e expedição dos grãos de cereais. Essa ordenação tem como objetivo a racionalização da

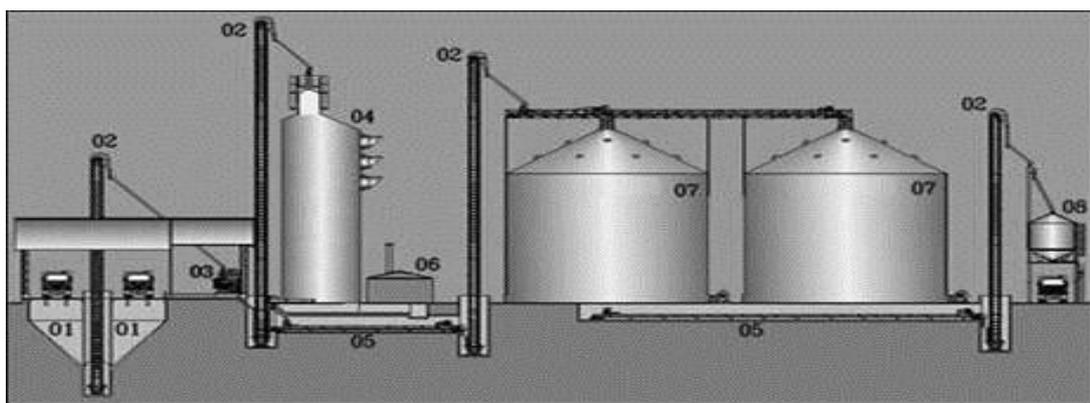
dinâmica das diversas operações visando o controle da qualidade preservativa do produto a ser estocado e/ou movimentado. O sistema é composto por equipamentos manuais e/ou automatizados para dar sequencia e simultaneidade das ações na planta industrial.

Essa operacionalização permite o emprego de um número reduzido de operários, além do mais, os silos são de tamanho variado, isto é, dependem exclusivamente das necessidades do proprietário/empresa, sendo que o sistema de estocagem escolhido pode ser orientado tanto no sentido horizontal como no sentido vertical.

De acordo com Amarilla (2012), o sistema de fluxo operacional desenvolvido em uma unidade armazenadora de grãos nos equipamentos são discriminados conforme esboço:

- Moega, representada no nº 01;
- Elevador transportador vertical dos grãos, correspondente ao nº 02;
- Máquina de pré-limpeza, correspondente ao nº 03;
- Secador, representado no nº 04;
- Transportador horizontal dos grãos, correspondendo ao nº 05;
- Fornalha queimador de lenhas ou outro combustível, representada no nº 06;
- Silo de armazenagem de grãos, correspondente ao nº 07;
- Silo de expedição de grãos, correspondendo ao nº 08;

Figura 1 - Fluxo operacional de uma indústria manipuladora e armazenadora de grãos.



Fonte: Amarilla, 2012

2.1.2 Unidades armazenadoras

Weber (2005) apud Amarilla (2012, p. 5) afirma que os silos metálicos são

amplamente utilizados no Brasil e estão praticamente instalados nas mais diversas regiões agrícolas, possuindo durabilidade e qualidade na conservação dos grãos. De rápida montagem, provém economia de espaço por ser vertical. A unidade armazenadora vertical é caracterizada pela predominância da dimensão da altura em relação ao diâmetro da base, caracterizando a forma cilíndrica, sendo que a sua cobertura constitui de um semi-cone.

De acordo com Fernandes (2011), a base do silo pode ser constituída de forma plana, cônica ou de forma tronco-cônica. Os silos, de acordo com a solicitação, podem ser equipados com sistema de termometria, espalhadores de grãos, sistema de carga/descarga e aeração de acordo com o tipo de armazenagem. Para o seu acesso interno, são instalados com escadas interna e externa, porta de inspeção lateral e na tampa, totalmente vedados com parafusos, arruelas de neoprene e massa de calafetar de forma a eliminar a saída de ar e a entrada de umidade. Projetados e montados sobre uma base de concreto, são fixados através de chumbadores tipo âncora executados em aço de alta resistência e sapatas da base, de forma a garantir uma sólida fixação do silo e atendendo a norma regulamentadora NR (Norma Regulamentadora) 31 no item 31.14.1 onde menciona o dimensionamento e construção dos silos em solo com resistência compatível com a carga de trabalho. Os silos verticais, geralmente são circulares e possuem a altura maior do que a dimensão da base. São conhecidas quatro classificações de tipos de silos, de acordo com a função do tipo de fundo: a) fundo plano; b) tronco cone; c) fundo cônico; d) fundo “melita”.

Foto 01: Silos verticais



Fonte: do autor

Foto 2 - Vista interna do silo e sua “Rosca Varredora” para transferência dos grãos.



Fonte: Weber (2014)

O catálogo da Weber (2014) especifica que a rosca varredora foi desenvolvida para agilizar o processo de descarga dos silos e reduzir a intervenção do operador. O seu sistema de avanço é automático e o conjunto de calhas autoportantes permitem que o equipamento inicie o seu funcionamento submerso e realize em uma única passada a remoção do produto. Na mesma figura, verifica-se fios instalados para o emprego do sistema de termometria dos grãos em várias camadas do armazenamento.

Conforme catálogo da Coamo – Agroindustrial Cooperativa (2014), o Silo Horizontal; na foto nº 3 que correspondente a unidade armazenadora horizontal, prevalecem as dimensões da base em relação à altura, podendo vir a ser subterrânea ou semi-subterrânea.

Foto 3 - Silo horizontal



Fonte: Marin (2014)

A estocagem, neste caso, se dá no sentido horizontal, por meio de compartimentos separados por septos divisórios. As laterais do silo horizontal são construídos em concreto armado e cobertura metálica, sendo que o fundo do silo é construído em base plana ou em forma de talude (com formas em “V” ou “W”).

Foto 4 - Armazém fundo V – com detalhe de cabeamento da termometria



Fonte: Marin (2014)

Após passar pela recepção da indústria de armazenamento e beneficiamento de grãos, a carga (a granel) do caminhão, passa por um processo de verificação de amostras por meio de sondas manuais, onde uma porção da massa é classificada segundo aspectos físicos como umidade, impurezas, PH, presença de insetos, odor entre outros.

Foto 5 – Recepção das cargas.



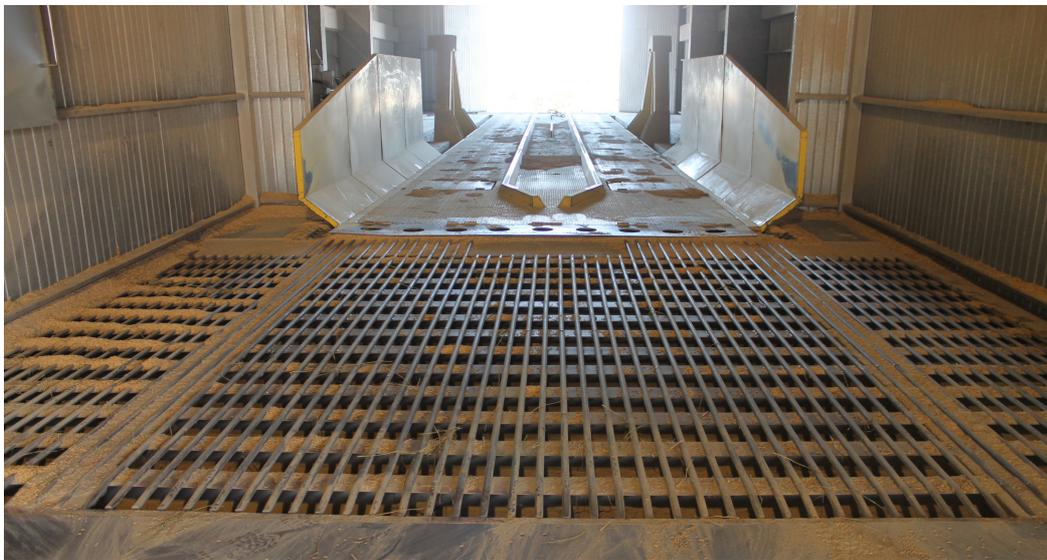
Fonte: do autor

Feita a classificação do produto, a destinação do mesmo fará o seu descarregamento às

diversas moegas e aos silos e armazéns.

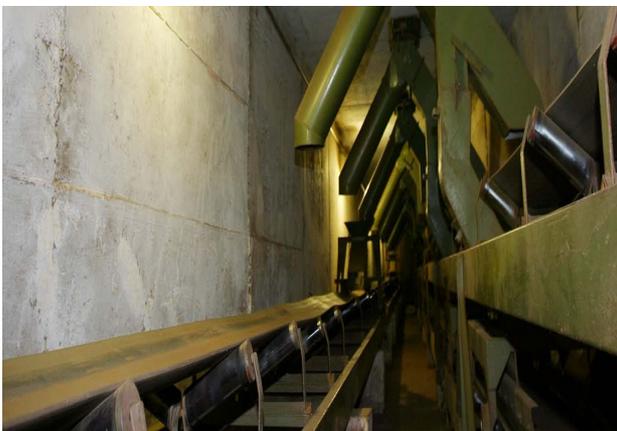
Conforme detalha o catálogo da empresa Coamo (2014), o descarregamento dos grãos são feitos manualmente pelas bicas de descarga dos caminhões graneleiros ou por plataformas basculantes (tombadores) das indústrias e, que por sua vez, sob as moegas há um túnel com transportadores (cintas transportadoras, redlers – e transportadores mediante parafusos de rosca sem fim), que leva os grãos à casa de máquinas para o beneficiamento e secagem;

Foto 6 – Entrada da moega



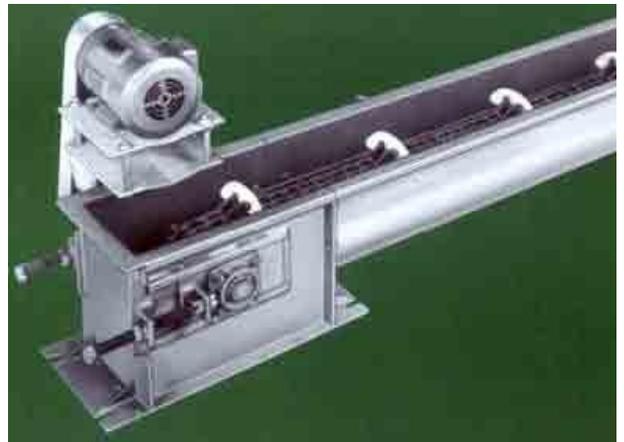
Fonte: Do autor

Foto 7 - Galeria sub c/esteira transportadora



Fonte: Marin (2014)

Foto 8 - Redler de transporte de grãos sem a cobertura



Fonte: Leite (2014)

2.1.3 Ação de pré limpeza e limpeza

Segundo o catálogo da COAMO, a ação de limpeza dos grãos, caracteriza-se pela primeira etapa para o beneficiamento do produto, antes da etapa da secagem, onde se procede a retirada das impurezas mais grosseiras, utilizando-se de maquinário específico de peneiragem, deixando o produto em melhores condições para a secagem. A ação de exaustão de pó durante o processo é extremamente necessária, tendo para isso a necessidade de estarem instalados, ciclones, filtros manga ou hidro-filtros (MARIN, 2014).

Foto 9 - Conjunto de máquinas de limpeza de grãos - “circuito aberto”.



Fonte: Marin (2014)

Constituídas de material metálico, as máquinas de pré-limpeza e limpeza atuam como peneiras, coletando as impurezas a serem transportadas para o descarte, onde geralmente o agricultor utiliza-o como adubo nas lavouras.

Foto 10 - Máquina de limpeza de grãos



Fonte: Pagé (2014)

Após a secagem dos grãos, na etapa seguinte é produzida uma limpeza mais apurada, de forma a separar os grãos quebrados que são levados através de transportadores para um silo de “resíduos”, de forma a favorecer a conservação do produto nos silos e graneleiros (essa operação facilita a aeração dos grãos sãos).

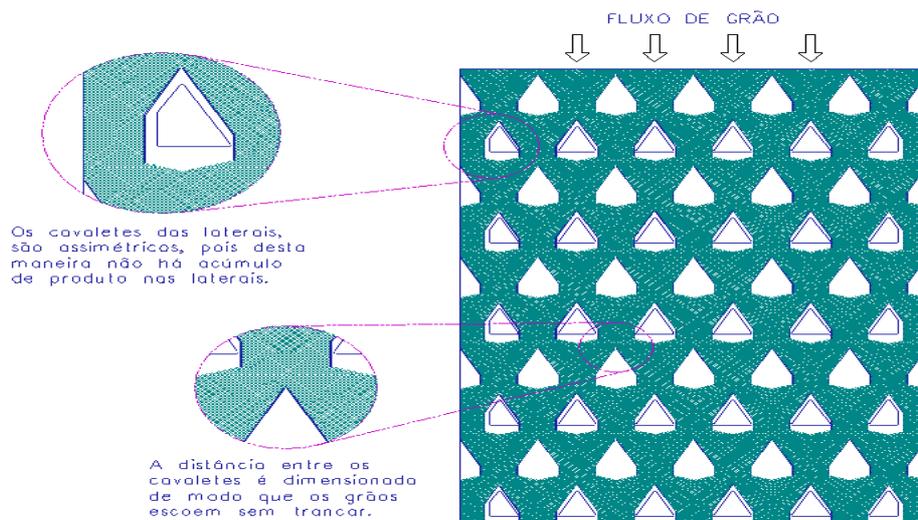
2.1.4 Secagem dos grãos

Conforme o Manual de Operação e Manutenção Secador de Cavalete da Pagé – SC (2014), os secadores têm por finalidade, reduzir o teor de umidade dos grãos provenientes da lavoura, uma vez que os mesmos, quando colhidos, não apresentam o teor de umidade adequado para o armazenamento.

O catálogo da Pagé (2014) especifica ainda que o fornecimento de calor necessário aos secadores de grãos, se dá pelo meio de fornalhas, as quais poderão ser movidas pelos mais diferentes tipos de combustível, onde o calor produzido é canalizado aos secadores.

O secador de grãos é construído de chapas metálicas galvanizadas e o seu corpo principal é constituído por uma câmara de secagem e outra de resfriamento, formada por dutos triangulares, sendo que o processo de aquecimento do ar ocorre na fornalha, é sugado pelos ventiladores (exaustores) axiais localizados na parte superior do secador, forçando a passagem do ar quente pela massa de grãos.

Figura 2 - Detalhe da torre de secagem



Fonte: Pagé (2014)

A figura 2 disponibilizada no catálogo das Industrias Pagé (2014), detalha a Torre de secagem, a qual é formada por espelhos cegos, espelhos vazados e cavaletes. Nesse local é por onde os grãos devem permanecer durante o processo de secagem, recebendo em 2/3 da torre o ar aquecido e em 1/3 recebe o ar ambiente para resfriamento, quando a secagem for com resfriamento. No caso de secagem em coluna inteira, a torre receberá 100% do ar de secagem.

Foto 11 – Detalhe dos cavaletes da torre de secagem por onde passam os grãos



Fonte: Do autor

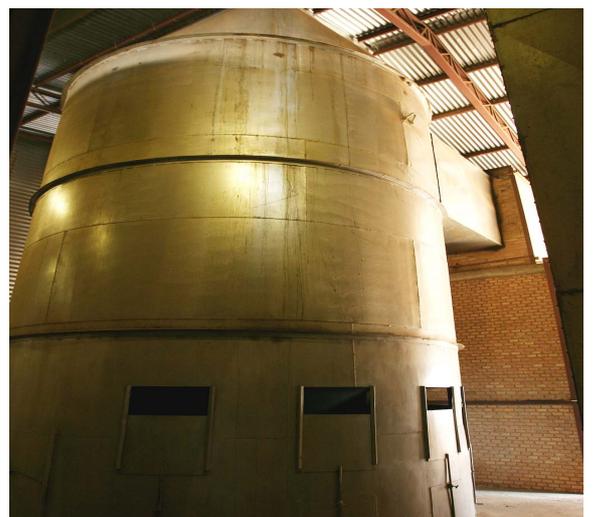
A Instalação de um equipamento denominado ciclone metálico de grande capacidade é de extrema necessidade prevenir e reter as fagulhas provenientes do combustível (no caso da queima da lenha na fornalha) alcançar o secador causando o risco da combustão do cereal.

Foto 12 - Fornalha



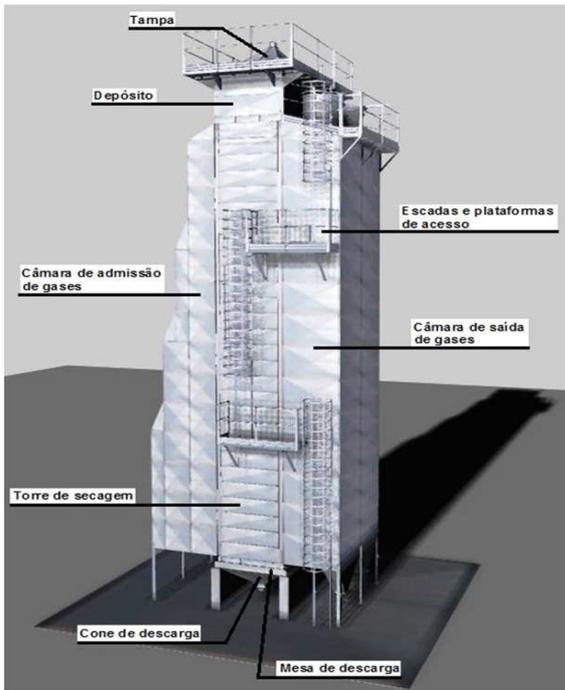
Fonte: do autor

Foto 13 - Ciclone para extinção de fagulhas



Fonte: Marin (2014)

Foto 14 - Vista do Secador



Fonte: Pagé (2014)

Foto 15 - Vista interna do Secador



Fonte: Pagé (2014)

Casagrande apud Chiotti (1977), do ano de 1964 até 1973 a quantidade de ocorrências de incêndios em silos de cereais nos Estados Unidos superou a marca de 29.000, o que significa a incidência de aproximadamente de 2.900 incêndios por ano. Segundo informações (dessa fonte), ainda que as causas sejam numerosas, muitos dos incêndios tiveram origem nas operações de secagem.

2.1.5 Estocagem dos grãos

Como já foi dito, os grãos de cereais, após todo o seu processo de manipulação e secagem, passam a ser armazenados em silos verticais metálicos ou em armazéns graneleiros com fundo em V, de concreto armado.

A transferência dos grãos é efetuada pela parte superior dos silos, operação esta precedida pelo elevador de cereais e em seguida pelos redlers, onde os grãos ficam armazenados por períodos variados, de modo que a temperatura dos grãos armazenados deve

ser acompanhada por um sistema de termometria computadorizado (MARIN, 2014)

Foto 16 – Sistema de termometria



Fonte: Pagé (2014)

De acordo com o catálogo da Weber (2014), o sistema é ligado on-line e, através de cabos pendulares (sensores) monitora toda a massa de grãos (em diferentes níveis), onde, por ventura do acontecimento de alguma anormalidade em relação a temperatura normal da massa de grãos, o ponto afetado é beneficiado com a injeção de ar (os sistemas de termometria e aeração podem ser integrados) com velocidade equivalente de 0,20 m³ de ar/m³ de cereal/minuto, a fim de que se obtenha o estabelecimento da temperatura nos padrões normais.

Em situações onde não se consiga restabelecer a temperatura normal da massa de grãos, a alternativa técnica indicada é que se proceda a “transilagem” dos grãos, ou seja, movimentá-lo, do ponto que está, para outra parte do mesmo armazém ou outro vizinho.

Foto 17 - Elevador de Cereais



Fonte: Weber (2014)

Foto 18 – Elevador de cereais



Fonte: Do autor

2.1.6 Moagem e trituração

Casagrande (2009) cita que em algumas indústrias de manipulação e beneficiamento de grãos, existem setores que exercem o processo de moagem e trituração de cereais e, dessa forma, alguns silos servem às indústrias especializadas que necessitam de cereais processados. Para sua operacionalização, utilizam moinhos de martelo ou trituradores para reduzir o tamanho dos grãos. Estes equipamentos são fontes habituais de explosões produzidas por pós-combustíveis, especialmente em moinhos de ração. Os moinhos de martelos se utilizam, com frequência, para moer milho e outros grãos para ração animal. Medidas de segurança devem ser adotadas a fim de que seja evitado que objetos estranhos adentrem nos mecanismos trituradores, especialmente pedras e objetos metálicos.

2.1.7 Setor de expedição – Tulhas

No catálogo da Weber (2014) é mencionado que as tulhas são equipamentos utilizados para a expedição rodoviária ou ferroviária. Possuindo estrutura modular, e visa permitir a uniformidade do fluxo e redução do tempo de expedição do produto. Dentre as características técnicas, destacam-se: as tulhas são dimensionadas de maneira a garantir segurança estrutural e operacional; as chapas laterais e a cobertura do equipamento são construídas em aço galvanizado; a cobertura é constituída com funil com inclinação de 35° em aço de alta resistência; respiros na parte superior para que se consiga a equalização a pressão interna da tulha durante o processo de carga e descarga.

Foto 19 – Setor de expedição - tulha



Fonte: Weber (2014)

Foto 20 – Setor de expedição - tulha



Fonte: COAMO (2014)

3 A REALIDADE INVESTIGADA

3.1 ATMOSFERAS EXPLOSIVAS – ASPECTOS GERAIS

Betenheuser (2005) menciona que na indústria manipuladora de grãos, as explosões ocorrem frequentemente nas unidades processadoras de produtos que possam evoluir para a formação de poeiras com propriedades combustíveis, onde primeiramente é necessário que as mesmas estejam dispersas no ar e em concentrações adequadas, tal como ocorre nos locais da edificação onde se processa a descarga, a limpeza, moagem, movimentação, transporte, etc., locais estes, que não possuem o seu devido controle de exaustão (de poeiras) e que, obviamente, existem os fatores desencadeantes.

3.1.1 Conceito de explosão e características de uma atmosfera explosiva

Segundo Cruice (1991)

Define-se uma explosão como uma súbita liberação de gás a alta pressão em um ambiente. A palavra chave é súbita; a liberação deve ser o suficientemente rápida de tal forma que a energia contida nos gases se dissipe mediante uma onda de choque. O segundo termo de suma importância é alta pressão, que significa que o instante da liberação a pressão dos gases é superior a da atmosfera circundante.

Betenheuser (2005) cita ainda que uma atmosfera é considerada explosiva quando a concentração dos elementos gás, pó ou vapor se encontram numa proporção ideal para que uma faísca de um circuito elétrico ou através do aquecimento de algum equipamento venha a provocar uma explosão, sendo necessário para esse evento termos a combinação de quatro elementos fundamentais (triângulo do fogo, hoje tetraedro do fogo): combustível + comburente + calor + reação em cadeia = combustão.

A explosão corresponde a uma onda de combustão ou de deflagração (que significa uma combustão com chama intensa), onde sua propagação move-se a velocidade inicial menor que a velocidade do som (300 m/s), desde o fenômeno não esteja confinado, sendo que a frente de chamas navega no início com pouca rapidez, todavia, a sua velocidade aumenta logo após a ignição, transformando-se em uma onda de alta pressão.

De acordo com Bet (2010), para que se possa evitar a explosão nos ambientes onde haja manipulação de grãos e em decorrência da formação da poeira, (geralmente em atividades industriais de beneficiamento de produtos agrícolas, indústrias de fabricação de rações, indústrias alimentícias, metalúrgicas, farmacêuticas, plásticas, de beneficiamento de madeira e outras), a probabilidade da não ocorrência de incêndio ou explosão será necessária que a quantidade de combustível seja grande, e as partículas possuam pouco espaço entre si de forma a impedir o contato direto e abundante com o oxigênio do ar.

Pode-se observar que as reações somente se produzem na superfície de contato entre as partículas dispersadas e o comburente (oxigênio) no ambiente. A pressão resultada por uma explosão está diretamente relacionada a área disponível onde o combustível (poeira) se faz presente.

Quanto menor o tamanho das partículas de uma massa de pó, maior é a superfície de contato com o oxigênio (O₂) e, dessa forma maior será a intensidade da combustão.

As menores partículas constituem os maiores riscos tendo em vista a facilidade de sua dispersão e estabilidade, mantendo-se por maior tempo, e queimando rapidamente em relação a partículas maiores.

O resultado das pressões geradas na ignição das partículas em suspensão são suficientes para provocar a destruição de estruturas e ambientes.

As partículas inferiores a 100 microns são aderentes aos grãos durante a operação de limpeza, podendo se desprender durante a movimentação e, por isso, permanecem em suspensão. Estudos revelam que, partículas inferiores a 100 microns demoram mais de 24 horas para decantar em dois cm. As partículas de pó apresentam as seguintes propriedades: teor de umidade – 5 a 11% b.u., carboidratos – 6 a 20%, lipídios – 1 a 4% e fibras 7 a 15%.
(ANDRADE; BORÉM, p. 07)

Em decorrência da existência de diversos tipos de indústria de manejo de grãos, cada planta industrial deve se voltar seus estudos de acordo com as características do seu produto, conhecendo as periculosidades do tipo de grão armazenado, conhecer as probabilidades de ignição em cada setor de sua indústria e quais as alternativas para diminuir o acontecimento

de acidentes.

Fernandes (2014) cita que, de acordo com o processamento de uma explosão ou incêndio, os pós-combustíveis distribuídos em um setor, necessita atender a limites de concentrações específicos, diferentes para cada tamanho de partícula em suspensão no ambiente. Outras características que podem alterar o índice de concentração da poeira (combustível) seria o diâmetro da partícula, a concentração de oxigênio (comburente), energia da fonte de ignição (calor), a turbulência da nuvem e o teor da pureza do pó. Pode-se considerar que a poeira combustível é também proveniente das impurezas que vem acompanhando os cereais desde o ato da colheita.

É recomendado que nos setores operacionais da indústria a concentração máxima de poeira de grãos (conforme tabela nº 1) no ambiente de trabalho seja de **4 g/m³** (grama por metro cúbico) de ar, sendo que a faixa mais perigosa para gerar uma explosão, varia entre **20 e 4.000 g/m³ de ar**. Tem-se como parâmetro empírico sobre a concentração de partículas em uma área, é verificar se uma lâmpada de bulbo (incandescente) de 25 watts pode ser vista a 2 m de distância num ambiente empoeirado, isso é provável que a concentração de poeira é inferior a 40 g/m³ de ar, mas mesmo assim, dentro do limite da explosividade.

De acordo com Sá (2014), existe um equipamento que foi criado nos Estados Unidos para efetuar testes em poeiras explosivas e, que por meio de sensores diversos instalados, permitem conhecer as suas características explosivas. Para os trabalho em espaços confinados, recomenda-se que antes de se entrar no recinto se efetue a medição (existem pequenos aparelhos portáteis de medição) da concentração de partículas que indicam a concentração de gases perigosos nos ambientes.

Andrade (2004) detalha tabela nº 1, os limites considerados críticos para uma explosão de pó, os quais devem ser observados nos setores de uma planta industrial. A probabilidade de uma detonação dessa mistura poderá vir a ocorrer em qualquer setor da indústria onde possam estar reunidos: a poeira combustível, o comburente e a temperatura do ponto de detonação. A detonação é geralmente causada por uma fonte de ignição (acúmulo de corrente eletrostática, curto-circuitos, quedas de raios unidade, mau emprego dos aparelhos de solda, atrito entre componentes metálico que possam produzir faíscas ou gerar calor.

Tabela 1 – Características da partícula e limites críticos para a explosão

Limites Críticos de Ocorrência de Explosões de Pó de Grão Agrícola	
<i>Características da partícula</i>	<i>Limites críticos</i>
Tamanho	< 0,1 mm (milímetro)
Concentração	4g / m ³ – 4000 g / m ³
Teor de umidade	< 100% b.u.
Concentração de oxigênio	> 12%
Energia de ignição	> 10 mJ – 100 mJ (mili joule)
Temperatura de ignição	410 – 600 °C (graus celsius)

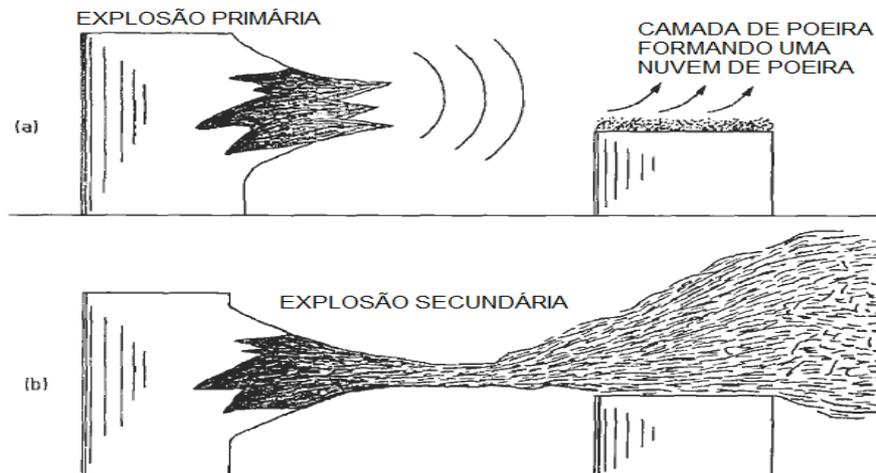
Fonte: ANDRADE, BORÉM (2004, pg. 07)

De acordo com Betenheuser (2005), os depósitos de poeira que se formam sobre vigas, maquinários e equipamentos que procedem a transferência e o transporte dos grãos, são suscetíveis a incendiar com chamas, sendo que ao entrar em ignição, as poeiras combustíveis dispersas no ambiente podem produzir fortes explosões.

Sá (2014) esclarece que quando do acontecimento de uma detonação, a energia calorífica produzida será dissipada e fará com que mais pó depositado em outros ambientes entrem em suspensão e ao encontrar no percurso, o foco calorífico, entram imediatamente em combustão vindo a estabelecer uma série de outras detonações (explosões secundárias), passando para outros locais da edificação através de condutos dos elementos de comunicação.

Neste caso, as partículas, apresentando uma superfície específica grande em relação ao seu volume e massa, muito rapidamente passam pela oxidação contribuindo com o aumento do volume gasoso do ambiente, sendo que este volume estando concentrado em um local exíguo, não consegue aliviar as pressões geradas, produzindo então explosões finais e catastróficas em razão da resistência do recinto, podendo chegar a elementos que interligam os mais diversos setores da linha de produção, tais como um elevador de canecas, uma rosca transportadora, uma rede de dutos de ventilação, permitindo com que as áreas vizinhas são agitadas pelas vibrações subsequentes.

Figura 3 - Processamento de explosões primária e secundárias



Fonte: Silva (2012)

Betenheuser (2005) expressa que; detonação é um fenômeno rápido e em muitos dos casos ela pode ocorrer (como já foi observado), de maneira sequencial, pois as detonações em série chegam a atingir velocidades de propagação de até 7.000m/s (metros por segundo) e chegando a atingir pressões da ordem de 550 kPa (Kilo Pascal) com a geração de ondas de choque com velocidades de 300 m/s.

O resultado da explosão do pó combustível traz consigo três efeitos: ondas de choque em decorrência de sua rápida expansão, a radiação térmica (incêndio) e a fragmentação e lançamentos de partes dos equipamentos da planta em todas as direções. Para que se tenha uma ideia, as pressões da ordem de 35 a 50 kPa são capazes de destruir uma residência.

3.1.2 Fontes de Ignição para as Nuvens de Poeira.

Dentro de um setor fabril, as nuvens de poeiras em suspensão podem vir a incendiar-se por meio da ação de chamas abertas, aparelhos de soldagem e suas faíscas, arcos elétricos, filamentos incandescentes, faíscas de fricção, faíscas eletrostáticas e outras superfícies quentes, rolamentos aquecidos em virtude de seu defeito e aquecimento espontâneo, correias

frouxas. A temperatura necessária para pôr em ignição as diversas partículas em suspensão varia de 300 e 600 °C. e a grande maioria das potências está entre 10 e 40 milijoules.

Gráfico 1 - Temperaturas de ignição de nuvem de poeira



Fonte: Revista Proteção(2010)

Segundo Sá (2014), comparando-se os acima citados dados com as energias de ignição necessárias para inflamar vapores, que são de 0,2 a 10 milijoules, verifica-se que as poeiras necessitam de 20 a 50 vezes mais energia do que para os gases inflamáveis. Como a temperatura e a fonte de ignição necessárias para explodir poeiras são muito mais baixas do que as produzidas pela maior parte das fontes de ignição comuns, a eliminação de todas as fontes é um princípio básico na prevenção de acidentes por explosão. Estas fontes estão identificadas e descritas nas normas NFPA.

3.1.3 Formação de energia estática

A causa de incêndios e explosões que ocorrem em planta industriais pode ter como ponto de origem a formação de eletricidade estática. Este fenômeno está associado ao contato e a separação de duas superfícies heterogêneas, as quais participam da transferência de elétrons entre si, sendo que os riscos de fogo e explosão podem ocorrer se a carga acumulada for suficiente para causar uma descarga no ambiente com atmosfera carregada de pó-combustível.

Segundo Pascon (2014), as explosões em ambientes carregados de pós-combustíveis,

as investigações em seu artigo publicado no site www.processos.eng.br, especifica que as investigações disponíveis mostram que em 9% das explosões tiveram como fonte de ignição a centelha da energia estática. Este índice sobe para 35% quando se trata de pós poliméricos. Dessa forma entende-se que o controle e eliminação desses riscos, pode ser obtido por meio de aterramento e dimensionamento envolvendo todo o sistema produtivo industrial, utilizando também materiais não-metálicos condutores, etc.

De uma maneira geral a carga eletrostática é formada toda vez que ocorrer separação de duas superfícies. Isso significa que, qualquer movimentação de pó envolve a aproximação e afastamento de um grande número de superfícies das partículas dos grãos e, dessa forma podemos verificar que nas indústrias de beneficiamento de grãos, onde se processa a movimentação de pó (nuvens) irá resultar em geração de eletricidade estática. Os fatores que influenciam a natureza e a grandeza da carga são as características elétricas e físicas do produto, sendo que a maioria dos pós não são considerados bons condutores de eletricidade. (Pascon 2014)

Pascon (2014), diz que em condições de processo típicas da indústria de orgânicos, a resistividade de pós secos normalmente excede 10^8 ohm.m. Para os pós poliméricos os valores de resistividade estão na faixa de $10^{14} \sim 10^{16}$ ohm.m.

A eletricidade estática é gerada em muitas etapas de processamento de pós, e em muitas delas a taxa de dissipação é baixa.

Entre os tipos de operações mais significativos para a geração de carga eletrostática temos:

a- mistura, moagem, peneiramento, entornamento e micronização do produto

b- movimento de pó em dutos de transporte

c- movimento de material sobre esteiras e “chutes” de carga

d- movimento de funcionários isolados

e- movimento de veículos isolados. (PASCON, 2014, pág. 04)

Para Betenheuser (2005) um dos meios para que se consiga evitar a acumulação de energia estáticas em alguns tipos de equipamentos, são recomendados para locais específicos tais como a utilização de canecas plásticas para elevadores de cereais, pois serve de agente anti-estático, bem como tomar providências quanto ao aterramento elétrico dos silos, dos componentes eletro-mecânicos e pontos geradores de cargas eletrostáticas.

Já Pascon (2014) tem a preocupação de como garantir o aterramento de um sistema

misto de metal-plástico. Caso qualquer item condutor seja isolado da terra, e a presença de um item não condutor carregado fará com que o condutor se torne carregado por indução. Numa planta fabril constituídas de itens condutores e não condutores é necessário cuidado adicional para garantir que os últimos não isolem os primeiros da terra.

A dimensão da partícula faz aumentar também a capacidade elétrica das nuvens de pó, ou seja, o tamanho das cargas elétricas que podem se acumular na partícula da nuvem. Como a capacidade elétrica dos sólidos se dá em função de sua superfície, a possibilidade que se produzam descargas eletrostáticas de suficiente intensidade para colocar em ignição a nuvem de pó aumenta ao se reduzir a dimensão média da partícula. Porém, para que se produzam descargas eletrostáticas, são requeridas, dentre outros, consideráveis quantidades de pó em grandes volumes, com forças dielétricas relativamente altas, e conseqüentemente, longas períodos de relaxação. A causa de uma explosão de pó também pode ser atribuída a outros fatores, a não ser que existam provas definitivas a demonstrar ter sido esta a causa provável. As dimensões das partículas de poeiras consideradas como explosivas, estão na ordem de 70 micron ou menores no caso das metálicas, de madeira e agrícolas, sendo para efeito de comparação que 1 micron é milionésima parte do mm (SÁ, 2014, pág 29).

Pascon (2014) cita ainda que ao mesmo tempo em que o perigo de materiais não condutores torna-se mais amplamente reconhecido, os materiais poliméricos tradicionais estão sendo desenvolvidos também na forma condutora. Para que seja estabelecido uma segurança intrínseca, destaca ainda que todos os materiais não metálicos deveriam igualmente se tornar um agente condutor através da incorporação de aditivos apropriados. Equipamentos, calçados, pavimentos e outros materiais fabricados de borracha, podem se tornar suficientemente condutores para evitar o acúmulo de níveis perigosos de carga.

3.1.4 Formação de Gás Metano

Em uma estocagem de grãos nos silos, pode ocorrer a decomposição dos cereais, desde que não se sejam observadas as orientações técnicas adequadas, os grãos podem sofrer decomposições e gerar vapores inflamáveis. Nos casos, onde a umidade do grãos for superior a 14%, inicia-se o processo de aceleração metabólica e, em decorrência o aumento da

temperatura e produção de gases (monóxido e dióxido de carbono - CO e CO₂, metano - CH₄, dióxido de nitrogênio, NO₂, Sulfeto de Hidrogênio - H₂S e outros).

O metano é um gás incolor que quando ao se misturar com o oxigênio a temperatura de 67°C forma uma mistura detonante. O metano pode ser gerado por meio dos processos de fermentação e putrefação, porém possui pouca toxicidade. Quando a concentração do metano no ambiente aumenta, diminuindo a percentagem de oxigênio, pode também vir a causar asfixia de quem adentrar ao interior do silo. O metano quando em altas concentrações, migrará para a corrente sanguínea, agindo como um narcótico sobre o sistema nervoso central, anestesiando e provocando vertigens à vítima. O metano e etano, também produzidos pela decomposição de grãos, são também gases inflamáveis e podem gerar explosões.

3.2 LOCAIS COM MAIORES PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE SINISTROS

Rangel (2014), destaca que uma das fontes de ignição mais comumente encontradas nas instalações em atmosferas explosivas é a centelha, geralmente produzida por equipamentos elétricos inadequados à sua função, ou mesmo instalados de forma incorreta diante das normas técnicas aplicáveis.

Uma tabela extraída do mesmo artigo de Rangel (2014) indica uma estatística sobre 129 eventos de explosões em instalações agrícolas americanas entre 1988 e 1997, em que 70% das causas puderam ser identificadas.

Tabela 2. Prováveis causas de ignição em explosões nas instalações agrícolas (USA, 1988-1997)

CAUSAS DE IGNIÇÃO	% IDENTIFICADO
Incêndios	16
Falhas em rolamentos	15
Centelhas	10
Solda e corte	9
Superfícies metálicas quentes	8
Falha elétrica	3
Materiais estranhos	3

Os principais equipamentos e/ou locais críticos ao surgimento destes acidentes são:

- Moinhos e trituradores = 40%;
- Elevadores = 35%;
- Transportadores = 35%
- Coletores de pó e silos = 15%;
- Secadores = 10%.

As principais instalações que sofreram acidentes por explosão de pó são:

- Instalações de silos armazenadores = 67%; Instal. de processamento de milho= 3%
- Moinhos de alimentos balanceados = 16%; Moinhos de farinha = 2%;
- Outros lugares = 12%. (PÓ MORTAL, [entre 1970 e 1980]).

3.2.1 Identificação dos setores com maior incidência de geração de pó e soluções para amenizar essa ocorrência

Os locais com maior probabilidade de ocorrência de sinistros, geralmente vem acompanhado com fatores que influenciam as explosões em pós-combustíveis, tais como: a dimensão das partículas, concentração, umidade, impurezas, concentração de oxigênio e potência da fonte de ignição.

Segundo artigo publicado pelo Eng Bet (2010), o mesmo realizou levantamentos dos setores de uma planta industrial cuja produção de pó é considerável em termos de quantidade e periculosidade. Em seu campo de pesquisa foi realizado nos diversos setores da planta industrial onde a geração de pó é considerável, principalmente nos períodos de safra, onde a manipulação de grãos é crescente, sendo que a obtenção dos dados de concentração de poeira de cereais foram obtidos em condições reais de trabalho (desde o recebimento até a expedição do produto), de uma indústria manipuladora de grãos, passando pelas etapas de recebimento, transporte, limpeza, secagem, armazenagem e expedição de cereais como soja, milho e trigo.

O pesquisador entrevistou funcionários a fim de identificara os setores geradores de pó combustível nos pontos considerados críticos, os quais forma: coletores de pó nas moegas de recebimento de grãos com descarga manual e descarga por tombador, secador para secagem dos grãos, redler de transporte horizontal do produto, máquinas de limpeza de grãos, galeria subterrâneas (com esteiras transportadoras de grãos) e elevador de transporte vertical.

A forma de coleta de poeira nos ambientes acima nominados seguiu a norma MB 3422: Agentes químicos no ar – Análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1991). As amostras de poeiras foram coletadas e analisadas conforme os procedimentos técnicos e métodos de ensaio recomendados pela FUNDACENTRO (TEIXEIRA et al., 1985; SANTOS, 1989, FUNDACENTRO, 2001, 2002, 2007).

De acordo com as informações resultantes dos gráficos obtidos através das amostras coletadas durante o período de avaliação de campo (locais geradores de pó), e face ao resultado da concentração total encontrada nas três fases de medição sendo elas no início da

operação, após 4 horas e 8 horas de funcionamento normal da unidade, foi verificada grandes variações dos valores onde se permitiu visualizar exatamente quais locais que se deve dar maior atenção quanto ao risco de explosividade, de forma a estabelecer medidas preventivas nos pontos comprovadamente críticos.

3.2.2 Soluções para diminuição da geração de pó combustível nos setores operacionais.

Segundo Instrução Normativa nº 29, de 08/06/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece a necessidade/obrigatoriedade da instalação nos setores produtivos, os sistemas de captação de pó de cereais, bem como outros relacionados ao tema.

3.2.2.1 Setor da moega

Bet (2010) destaca que o setor das moegas é considerada como o local de maior produção de pó, onde justamente é feito o descarregamento do cereal, seja manualmente pelas bicas de descarga dos caminhões ou então pelos equipamentos tombadores. Sendo o piso vazado, todo o pó oriundo da descarga fica em suspensão na área de descarga, onde o pó vai se dirigindo e tendo acesso em todas as direções, é considerada um local de grande risco de explosão quando o setor não detém de um sistema de captação de pó.

Foto 21 - Área da Moega no momento do descarregamento de grãos no tombador.



Fonte: Bet (2010)

É notório a percepção de uma moega desprovida de um sistema de captação de pó ao vermos uma descarga com tombador por uma moega com implantação desse sistema onde não se percebe a existência de pó durante a descarga conforme podemos observar na figura abaixo.

3.2.2.2 Ações para resolução da dispersão de pó na área das moegas

Uma das soluções encontradas para se captar o pó no momento de descarga, seria a instalação de sistemas de captadores e filtros do tipo manga e dotados com motores de 50 CV (cavalo vapor) de potência ou mais de modo a diminuir a suspensão do do pó no ambiente.

Foto 22 – Moega com sistema de captação de pó e grelhas bloqueadoras



Fonte: Vectra equipamentos (2010)

Bet (2010) explica que uma outra alternativa para diminuir a concentração de pó, seria o emprego de um sistema de contenção mecânica do pó, instalados imediatamente abaixo das grelhas da moega, cuja função é impedir que a poeira sai do compartimento da moega, retendo-o nesse ambiente e direcionando o pó unicamente com uma canalização que direciona o pó diretamente para o filtro de mangas, preferencialmente instalado no lado externo do ambiente do setor de moegas, a fim de proceder a separação do pó e do ar. O sistema é mais econômico onde pode-se instalar apenas um motor elétrico de até 10 CV.

Algumas indústrias preocupadas com a geração de pó e com o objetivo de baratear os custos buscaram enclausurar o sistema de tombadores juntamente com os caminhões no momento de descarga, de maneira que o pó gerado seja sugado pelo sistema de filtragem. A circulação de pessoas próximo ao setor de moegas no momento de descarga é grande, onde regras básicas de segurança como não fumar nesses ambientes não são cumpridas.

Foto 23 – Enclausuramento das moegas com sistemas de captação de pó



Fonte: BET (2010)

3.2.2.3 Setor de galerias subterrâneas

Bet (2010) define galeria subterrânea como uma área semelhante a um espaço confinado onde se encontra as esteiras transportadoras, que, na sua maioria são correias de estrutura metálica com longarinas de vigas U ou L, cuja função é de efetuar o transporte de

grãos para grandes distâncias. Na sua maioria, os setores de recebimento, beneficiamento e armazenagem de grãos, possuem túneis subterrâneos construídos em concreto armado, onde tem seu início na área abaixo da moega até encontrar o setor de descarga do elevador localizado no poço de elevador que por sua vez conduzirá o produto para as máquinas de limpeza.

Foto 24 – Esteira de transporte de grãos



Fonte: Do autor

Foto 25 – Esteira aberta em funcionamento



Fonte: Do autor

Abaixo dos setores dos silos de armazenagem também são instalados túneis subterrâneos para efetuar o transporte dos grãos, segundo a sua finalidade operacional, sendo que o comprimento desses túneis chegam medir até 200 metros em virtude do número de silos de armazenagem que a indústria possui.

O setor de transporte de grãos em uma galeria subterrânea é um local para a circulação/transporte de cereais, sendo considerado um local propício a riscos de explosões, pois gera, visualmente, uma quantidade grande de pó, concomitantemente a existência de motores elétricos para acionamento das correias transportadoras, podendo vir a gerar ignição (caso equipamentos estiverem instalados deficientemente) para ocorrência de uma explosão. Nesse local, tem-se que dar atenção também com a parte elétrica de iluminação, sendo que em locais com atmosferas explosivas, as luminárias e instalações elétricas tem que ser do tipo à prova de explosão.

Por ser um local confinado e de acesso aos funcionários, primeiramente deve-se ter o cuidado de se verificar a presença de gases no interior da mesma (através de equipamentos portáteis), antes de se abrir os registros de descarga para a fita transportadora. Nesses locais se encontram instalados elementos transportadores para a transferências de grãos, elevadores de

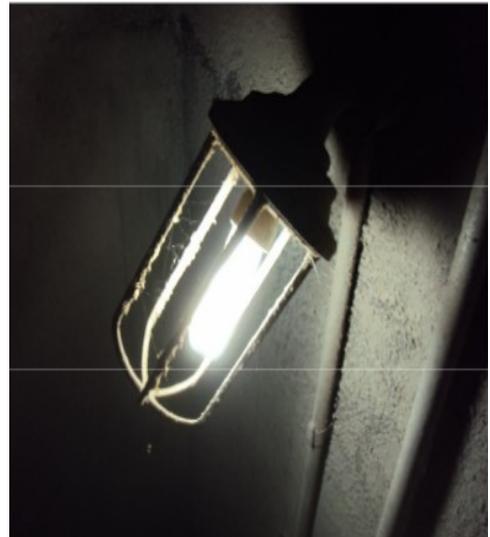
canecas e moegas para a descarga de grãos.

Foto 26 – Galeria subterrânea



Fonte: Do autor

Foto 27 – Luminária à prova de explosão danificada



Fonte: Bet (2010)

Esses tipos de edificações necessitam de um grande número de instalações desse tipo para que possa ser gerido pela ocupação humana, sobretudo necessita de serem projetados com normas de acesso e saída com dimensões adequadas e com sistemas de ventilação forçada de modo que se possa efetuar as operações com a constante presença dos operários para a permanência e trabalho sem riscos presentes (BET, 2010, p. 55).

Nas galerias subterrâneas, o acesso às mesmas é efetuado diariamente, pois é necessário fazer verificações constantes como o comportamento do fluxo do produto nos transportadores, o estado do equipamento de transporte (se existe algum rolamento aquecido), existência (excesso) do produto emperrando a passagem dos grãos e ações de abertura ou fechamento manual das comportas de descarga dos silos. Por se tratar de um local perigoso, recomenda-se que esse tipo de operação seja feita por meio de sistema de controle remoto, e outros controles automáticos tais como medidores de concentração de oxigênio e pó, visualização através de câmeras, etc. Recomenda-se para cada planta um projeto específico para o controle operativo do setor (BET, 2010, pg. 55).

Foto 28 – Galeria subterrânea



Fonte: Do autor

Foto 29 – Galeria subterrânea



Fonte: Do autor

Conforme mostra as imagens das fotos 28 e 29, a galeria subterrânea é um espaço amplo de movimentação, iluminação, sistemas de exaustão de poeiras e ventilação geral e pode-se considerar que este local é de risco eminente. O acesso e as ações nesta área, são destinados somente aos operários desse setor, em razão do conhecimento e execução das tarefas, sendo que qualquer pessoa estranha ao ambiente deva ser proibido a sua entrada em razão dos riscos presentes relativos a ignorância do local, exemplificando os operários de empresas terceirizadas que costumeiramente prestam serviços de manutenção, principalmente no emprego de equipamentos a fogo ou a quente.

O responsável pela segurança do setor, antes de que seja efetuado o reparo, deve verificar antecipadamente se o ambiente está adequado, isto é, com os sistemas de controle de emissões aéreas instalado e em funcionamento, pois esse local deverá estar livre e isento de poeiras depositadas e em quantidade propícias para que se desenvolva um princípio de incêndio e explosão.

As galerias subterrâneas, na sua maioria apresentam características de área de espaço confinado, devido ao pó que é gerado durante a movimentação dos grãos durante os processos de descargas, nas transferências e também na transilagem.

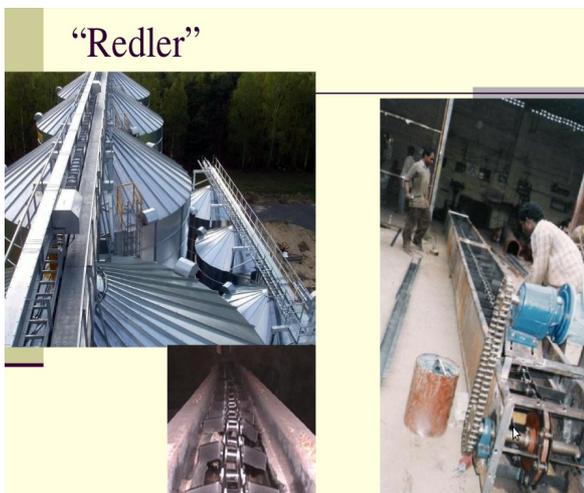
Caso a produção de pó durante esse processo não seja captada, passará ao ambiente, vindo a criar a probabilidade de enriquecimento da mistura em suspensão e o seu depósito na

planta industrial e nos locais de difícil acesso, sendo que por algum descuido, essas poeiras depositadas forem agitadas, poderá colocar em suspensão o pó depositado e no caso da existência de uma fonte de ignição poderá incorrer num princípio de incêndio, podendo evoluir para explosões secundárias.

3.2.3 Redlers - equipamentos transportadores horizontais

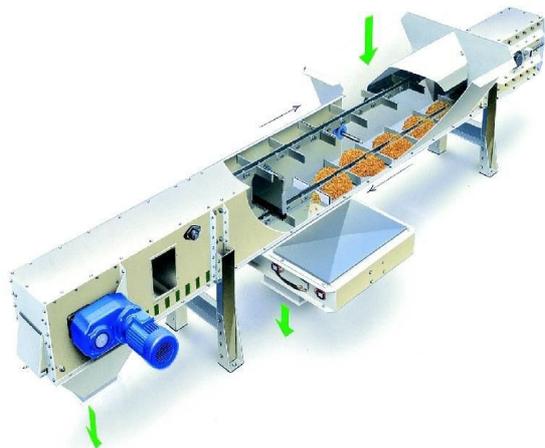
Os redlers são equipamentos constituídos por uma calha aberta ou fechada por onde o produto é transportado (arrastado) por meio de uma ou mais correntes propulsora(s) conhecidas por taliscas arrastadoras. Geralmente trabalha com a corrente de arraste imersa no produto transportado, onde geralmente é utilizado para efetuar a descarga dos silos (que podem passar por galerias subterrâneas), das máquinas de limpeza, transporte para os secadores de grãos, transporte das moegas para os elevadores (BET 2010).

Foto 30 – Redler de transporte de grãos



Fonte: Leite (2014)

Foto 31 – Redler de transporte de grãos



Fonte: Leite (2014)

Verifica-se que em uma planta industrial, a maioria dos sistemas operativos produzem poeira em suspensão, contribuindo para o risco de explosão, ainda mais se esta suspensão estiver em local confinado, assim como ocorre no interior dos transportadores tais como os redlers, cujo desenho levam em seu corpo (enclausurado) os ingredientes úteis para a

propagação de um sinistro, mas só com danos superiores aos que poderiam ocorrer em um outro ambiente (mais aberto), pois o acontecimento de uma explosão confinada, as pressões são superiormente aumentadas para buscar o seu equilíbrio natural.

O redler possui fontes de ignição, as quais podem ser originada pelo seu motor de acionamento ou pelo possível acúmulo de energia eletrostática, durante o processo de operação do transportador.

Para amenizar os risco com a concentração de pó em transportadores horizontais é necessário:

- a) projetar a instalação de sistemas de captação de pó ao longo do trajeto dos grãos, junto a parte superior do transportador;
- b) em razão dos riscos de explosão devido a formação de fagulhas, recomenda-se proceder o aterramento do equipamento;
- c) projetar a instalação de um supervisor de alinhamento de elevador (sensor capacitivo), para efetuar a detecção de possíveis desvios axiais da correia, e também acoplado a sensores de velocidade (o mesmo que supervisor de diferencial de rotação – para detectar a patinagem da correia, que é um foco de sobre-aquecimento) e a um sensor de obstrução instalado na saída do elevador;
- d) prever instalação de sistemas supressivos nos ambientes de transporte dos produtos

3.2.3.1 Alternativas para melhorar a segurança em galerias subterrâneas

Na maioria das galerias subterrâneas, há necessidade de que seja identificado e projetado um sistema de ventilação exaustora, de forma que a concentração de poeira gerada seja retirada do local (diminuindo o combustível para o risco de incêndio e explosão) e conduzida a filtros localizados no ambiente externo.

Em visita feita a algumas indústrias de armazenamento e manipulação de grãos de cereais, pôde-se verificar o acúmulo de pó sobre equipamentos de transporte de grãos, próximo às instalações das moegas e galerias subterrâneas. Nos locais confinados existe a necessidade de se prever a instalação de ventiladores à prova de explosão, com acionamento

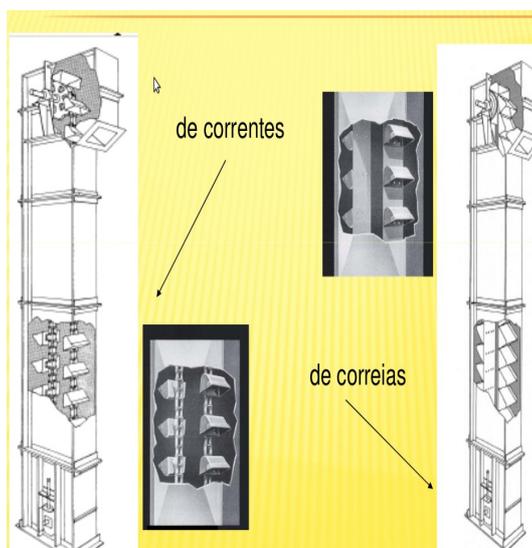
manual ou automático, devidamente dimensionados para permitir a retirada de poeira e gases e a renovação do ar. Outro item verificado foi a não observância de atendimento a NBR 5418 e NBR 5363, no quesito a necessidade de instalações elétricas à prova de explosão em acionadores de equipamentos e luminárias.

A fim de complementar as medidas preventivas contra incêndio no setor, sobretudo aos equipamentos empregados para manter o ambiente isento de poeiras, deve ser projetado também a instalação de sistemas de janelas de alívio e agentes supressores de incêndio, de maneira que se possa estancar qualquer princípio de incêndio e explosão, e complementar assim as medidas preventivas contra incêndio da galeria subterrânea.

3.2.4 Elevadores de canecas e alternativas para diminuição da concentração de pó em seu interior

Os elevadores de transporte são equipamentos utilizados para transferir os grãos para os diversos setores da planta industrial, tais como: da galeria subterrânea para os silos, para os secadores de grãos, das moegas para as máquinas de limpeza, etc.

Foto 32 – Corte esquemático do elev. de canecas Foto 33 – Elevador interligado a esteira sob a moega



Fonte: Santos (2009)



Fonte: Do autor

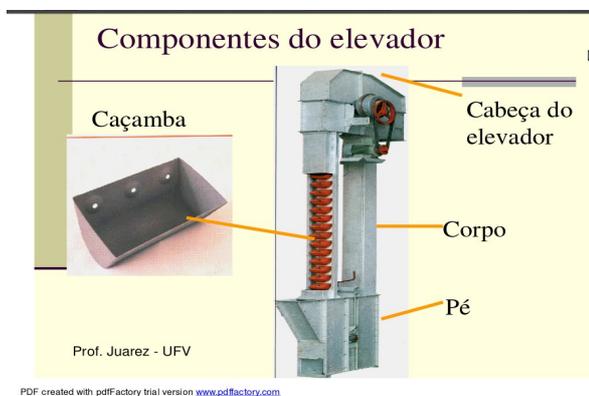
Segundo Casagrande (1999, apud Cristensen y Kaufmann) informa que os elevadores de caçamba são os maiores geradores de pó em silos, e é o ponto de origem mais frequente de explosões cujas origens se tem podido determinar.

Para melhor entendimento do sistema, de acordo com Bet (2010), junto ao pé do elevador, estão instalados:

- a) o sistema de ajuste/esticamento da correia, a fim de manter seu correto posicionamento e tensão;
- b) a polia raiada, projetada para evitar o acúmulo e o esmagamento do grão;
- c) rolamentos auto-compensadores de esferas alojados em mancais SN bipartidos, para facilitar a retirada em eventuais manutenções.
- d) registros do tipo gaveta, o que permite sua limpeza;
- e) duas entradas de produtos, para carregamento em ambos os lados.

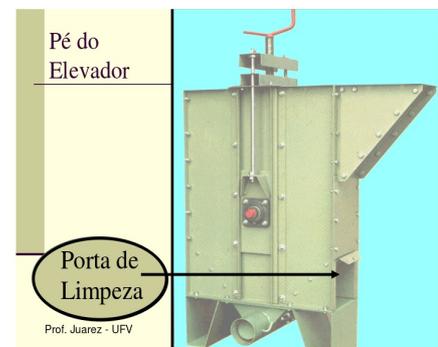
Bet (2010) diz que os elevadores são construídos com revestimentos internos intercambiáveis (chapas de desgaste), juntamente nas entradas de produtos (grãos), fabricado em aço de alta resistência à abrasão ou opcionalmente podem ser fornecidos em outros materiais como o Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular. Junto a cabeça do elevador, é instalado um sistema de acionamento, com motor-reductor. O elevador possui ainda um sistema de contra-recuo, de forma a impedir o retorno da correia na ocorrência da falta de energia elétrica.

Foto 34 – Componentes do elevador



Fonte: Leite (2014)

Foto 35 – Componentes do pé do elevador



Fonte: Leite (2014)

O sistema é composto ainda de janelas de inspeção junto a saída do produto, a fim de facilitar uma eventual inspeção ou manutenção, sendo que o tambor de acionamento é emborrachado para evitar deslizamento e desgaste da correia. É instalado com chapas de desgaste em áreas internas (de contato com o grão) em aço de alta resistência a abrasão, com a opção de outros materiais.

A calha é fabricada em aço galvanizado e possui estrutura modular e autoportante que facilita sua montagem e composição da altura necessária. Alguns modelos de elevadores possuem calhas com janelas para permitir o acesso para inspeção e manutenção das caçambas e correia.

As caçambas são feitas para obter o máximo de aproveitamento volumétrico, as quais podem ser fornecidas em modelos metálico soldados, estampados, vazados e em modelos plásticos injetados. A correia é fabricada de poliéster e nylon, proporcionando grande durabilidade e vida útil.

Bet (2010) ainda relata que existem elevadores que já saem da fábrica dotados com calha anti-explosão, a qual, possui um sistema de abertura (fusível) em alumínio quando ao ser acionada por uma eventual explosão devido ao acúmulo de poeira e gases, o fusível é liberado sem comprometer os componentes do elevador e, assim garantir a integridade estrutural do equipamento.

Para que seja criada alternativas para a diminuição da concentração de pó no interior dos elevadores, Bet (2010) lembra ainda que os elevadores são considerados equipamentos com alto risco de explosão, devido ao acúmulo de pó e carga eletrostática causada pela fricção das caçambas metálicas, bem como, possui fonte de ignição através dos motores de acionamento do sistema. A fim de amenizar os riscos com a concentração de pó em todo o corpo dos elevadores, existem algumas alternativas:

a) projetar a instalação de sistemas de captação de pó ao longo do trajeto dos grãos, próximo à parte inferior, e um ou mais pontos dos dutos e na parte superior, junto ao sistema de acionamento.

b) em razão dos riscos de explosão devido a formação de fagulhas, recomenda-se o uso de canecas plásticas para elevadores, que também funciona como agente anti – estático.

Quando da aquisição de equipamentos novos, deve-se priorizar a aquisição de elevadores de canecas de material constituído de poliuretano ou nylon.

c) projetar a instalação de um supervisor de alinhamento de elevador (sensor capacitivo), para efetuar a detecção de possíveis desvios axiais da correia, e também acoplado a sensores de velocidade (o mesmo que supervisor de diferencial de rotação – para detectar a patinagem da correia, que é um foco de sobre-aquecimento) e a um sensor de obstrução instalado na saída do elevador.

Pascon (2014) afirma em seu artigo sobre eletricidade estática que a eliminação de descargas perigosas de condutores pode ser obtida por meio de aterramento. Mas em se tratando de componentes mistos (metal-plástico) no sistema de elevadores, torna-se difícil que todos os componentes metálicos estejam devidamente aterrados. Outra questão é que todo item condutor seja isolado da terra e a presença de um item não condutor carregado fará com que o item condutor seja carregado por indução.

Lembra ainda que em uma área industrial dotada de equipamentos e materiais não condutores e condutores isolados, existe a probabilidade de representar um sistema com perigo máximo, pois haver a possibilidade de retenção de carga grande e por longo período no item não condutor com a possibilidade de toda a energia armazenada ser liberada em uma única centelha do item condutor.

3.2.5 Secador

O secador é um equipamento na indústria de grãos utilizado para secagem do mesmo através da retirada da umidade da massa. O secador possui uma torre de secagem composta por painéis (espelhos) e dutos intercalados, por onde percorre o produto e recebendo constantemente o fluxo de ar quente oriundo da fornalha, processando a secagem.

O processo de secagem dos grãos pode se dar na coluna inteira ou utilizando-se 2/3 (dois terços) da torre para secagem (nos casos de secagem de pouca quantidade de um produtor) e 1/3 (um terço) para resfriamento conforme foto 36.

Foto 36 – Dutos intercalados da torre de secagem



Fonte: Bet (2010)

De acordo com o catálogo da Pagé atualizado por Silvino (2012), a torre de secagem de grãos possui dois fechamentos (revestimento) externos, sendo o primeiro revestimento está fixado por onde circula o ar quente que vem canalizado da fôrnalha e o segundo para servir de duto de resfriamento. Externamente está revestido em painéis modulares construídos com chapas galvanizadas. Na parte interior a esse revestimento estão instalados ventiladores, as entradas de ar e as venezianas para mistura do ar ambiente com o ar proveniente da fôrnalha ou de queimadores. Possui divisórias internas que possibilitam o duplo aproveitamento do ar de secagem, sendo que são instalados ventiladores na parte frontal do camisamento do secador, mantendo uma velocidade uniforme do fluxo de ar de forma homogênea na passagem pela torre de secagem.

Logo após da saída dos ventiladores, um sistema de captação de partículas é instalado cuja função é retirar as impurezas durante o processo de secagem, liberando o ar limpo para o meio externo.

A fôrnalha é parte integrante do equipamento secador, cuja construção é feita de tijolos comuns, revestida internamente de tijolos refratários (para guardar maior calor dentro da câmara de combustão). A planta da fôrnalha possui ainda um eficiente sistema de galerias criada para a extinção de fagulhas. Para que haja um melhor controle do processo de secagem, um sensor de temperatura deverá ser instalado entre os dispositivos de produção de

calor (fornalha) e o secador.

Foto 37 - Fornalha do secador de grãos



Fonte: Manual de manutenção secador cavalete da Pagé (2014)

O secador por sua vez, deve ter um sensor de temperatura regulado para limitar o ar introduzido no secador a uma temperatura segura. Ao extrapolar a temperatura de trabalho, este sistema de controle deve cortar todo calor que está sendo fornecido ao secador e deve permitir a continuação do movimento de ar não aquecido através do secador.

De forma a prevenir sinistros durante o processo de secagem, é conveniente a instalação de um controle de temperatura e descarga monitorando o ar de secagem por meio de sensores em três pontos da torre, os quais seriam: nas entradas do primeiro e segundo estágio de secagem e na saída para os ventiladores. O referido aparelho de medição, geralmente é incorporado ao quadro de comando de descarga, podendo ser programado para emitir sinal sonoro quando o valor ultrapassar os limites de temperaturas pré-estabelecidos, de acordo com o tipo de grão (BET 2010).

O combustível mais usado comumente para o secador é a lenha, onde este tipo de material promove o risco constante neste setor, pois nem sempre se tem madeira de boa qualidade para a queima e, devido a fagulhas que podem ser emitidas.

Foto 38 – Corte esquemático de um secador de cereais



Fonte: Weber (2014)

Um dos cuidados que a equipe de serviço deve ter, está relacionado com o sistema de galerias para extinção de fagulhas, pois é considerada como uma ótima fonte de ignição pra provocar uma explosão no secador, em face da elevada quantidade de material em seu interior, sendo a sua extinção de muito difícil e trabalhosa (PAGÉ 2014). A instalação de um ciclone de extinção de fagulhas é recomendado antes de se conduza o calor da fornalha para o secador.

3.2.6 Setor de máquinas de limpeza

Conforme detalha o catálogo de produtos da WEBER (2014), esse tipo de máquina possui um equipamento dotado um sistema de peneiramento oscilatório onde efetua a pré-limpeza, que retira o máximo de impurezas do grão (tais como impureza grossa como palha e sabugo). Com a oscilação do equipamento ocorre a movimentação do grão gerando pó em suspensão. As figuras a seguir, mostram bateria de máquinas instaladas em uma unidade

industrial.

Foto 39 – Máquina de limpeza circuito aberto



Fonte: Weber (2014)

Foto 40 – Máquinas de limpeza de circuito aberto em operação (produção de pó)



Fonte: Do autor

3.2.6.1 Soluções para diminuição da produção de pó nos setores das máquinas de limpeza de grãos

Na sua grande maioria, as máquinas de limpeza possuem sistemas captadores de pós

conforme figura , abaixo, todavia ainda existem em instalações antigas máquinas desprovidas desse sistema, bem como o “ciclone” que tem a função de separar e ensacar as impurezas (e poeira) contidas no ar proveniente do exaustor, liberando-o ao meio ambiente livre de resíduos em até 90%.

Foto 41 – Máquina de Limpeza com “Ciclone” para captação de partículas.



Fonte: Weber (2014)

Foto 42 – Máquina de limpeza - "circuito fechado"



Fonte: Weber (2014)

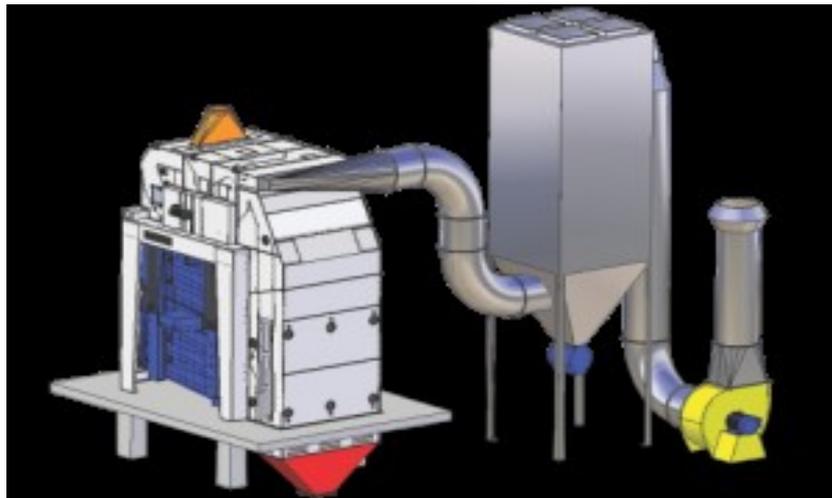
Segundo o catálogo da Weber (2014), o princípio de funcionamento do movimento oscilatório (orbital) das caixas de peneiras que promovem a limpeza pela separação por diferença de tamanhos é feito por um sistema de bielas, acionadas por motor e polias. A máquina de limpeza possui ainda um exaustor centrífugo, o qual deve ser dimensionado com vazão e pressão específica para esta aplicação, promovendo o fluxo de ar para remover as partículas mais leves e conduzi-las para um ciclone que decanta as impurezas e liberando o ar limpo para o ambiente.

Próximo as máquinas de limpeza existe a presença de fonte de ignição, os motores de acionamento elétrico.

O sistema de proteção por Câmara de Aspiração – conforme catálogo da WEBER (2014) é utilizado para efetuar a separação de impurezas mais leves como cascas e pós. A passagem do produto forma uma coluna de grãos pela qual passam várias lâminas de ar, sendo

que cada lâmina possui um registro de ajuste independente. A câmara de aspiração possui um sistema de recirculação interno do ar, onde apenas uma parte do ar utilizado na limpeza do produto é eliminada para ser filtrada em ciclone ou filtro de mangas.

Foto 43 – Máquina de limpeza com ciclone (captação de partículas)



Fonte: Beker (2014)

Foto 44 – Filtro manga instalado externamente com ciclone (captação de partículas)



Fonte: Do autor

3.3 MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS E EXPLOSÕES DE POEIRAS

Existem no mercado muitos equipamentos que pode auxiliar nas medidas de segurança contra incêndios e explosões na indústrias. Entretanto, muito das pesquisas foram efetuadas em sites da Internet, onde se buscou informações sobre sistemas para evitar explosões, tais como: sistemas de ventilação, venting, sistemas de alívio de pressões em vasos e tubulações, janelas de rupturas, sistemas supressivos, sistemas de emprego de gases inertes, etc.

3.4 MEDIDAS PREVENTIVAS E TREINAMENTOS OPERACIONAIS

Em uma área industrial, muitas precauções devem ser tomadas na presença de fontes de ignição quando em operações na presença de poeiras explosivas. Elas estão presentes por fazer parte do processo, como é o caso dos secadores de cereal que usam o fogo direto para a secagem do produto.

A proteção de todo o sistema, não poderá ser obtida após o início de uma explosão ou incêndio, mas sim ser debelada pelas brigadas de incêndio, sendo que caso haja poeiras explosivas junto aos grãos, poderá haver explosões. Pode-se concluir que não se pode fazer uma generalização de métodos de proteção em relação ao risco de explosão, porque os mesmos irão depender diretamente das propriedades da poeira, tipo de projeto, dimensão e particularidades da planta industrial, equipamentos existentes, prováveis riscos de instalações vizinhas e valor do equipamento em si.

Por essas razões, os métodos de prevenção contra incêndios estão agrupados diversas categorias a seguir, mas os mesmos não são todos alternativos: alguns, se usados em conjunto, podem conferir mais segurança à indústria a ser estudada.

Conforme explicita Betenheuser (2005), é necessário que todos os funcionários detenham conhecimento sobre os riscos a respeito de explosão de pó nas áreas operacionais da indústria de grãos. Sendo assim, a indústria deve manter treinamento constante quer seja dos operários, quer seja dos integrantes da Brigada de Incêndio e desse modo criar a conscientização sobre as atitudes diárias quanto a segurança contra incêndios e pânico e assim

conseguir diminuir os índices de ocorrências de incêndio e explosão de pó. As empresas devem estabelecer suas normas internas, estabelecendo também relatórios de inspeção e manutenção dos sistemas industriais em todos os setores da indústria.

3.5 LIMPEZA E MANUTENÇÃO PERIÓDICA

A ação de limpeza em uma indústria de cereais é de extrema importância, tendo em vista que o ambiente de trabalho ser considerado insalubre, bem como de risco de incêndios e explosões. Dessa forma, a normatização interna da indústria deve estabelecer que a limpeza deve ser efetuada regularmente nas instalações e da produção de grãos de forma a evitar o acúmulo de pó. Recomenda-se o uso de aspiradores de pó no lugar das vassouras, para não formar a suspensão no ar da poeira do piso. O produto a ser armazenado deverá ter no máximo de 1% de impureza, pois a qualidade dos grãos armazenados também podem influir na existência ou não de risco de explosão, pois um cereal que passou por máquinas de limpeza deficientes ou mal reguladas, irá transferir para os silos, as poeiras e sujeiras que não foram devidamente separadas nos processos de limpeza (Beteneuser 2005).

Como já foi dito, a indústria deve possuir suas normas específicas para a sua existência, como por exemplo a elaboração de um bom programa de manutenção na atividade industrial que deverá estar sobre a responsabilidade de uma empresa terceirizada ou sob a orientação e responsabilidade de um de um especialista em proteção contra explosão que também deverá cobrar/elaborar periodicamente os relatórios relacionados ao estado dos equipamentos eletro-mecânicos.

Em se tratando de estado das instalações elétricas, Beteneuser (2005), lembra que a totalidade da parte elétrica deverá contar com revisão periódica, pois com a maioria dos equipamentos metálicos são interligados entre si por peças também metálicas, sendo que nos eventuais contatos de cabos não isolados devidamente, a corrente elétrica pode se transmitir gerando acidentes que podem ser de grande extensão. Os motores de acionamento do maquinário industrial devem estar aterrados, e naqueles motores de mais alto risco, possuir chave de segurança, também chamada chave de pé .

3.6 CUIDADOS COM O USO DE APARELHOS DE SOLDA

Antes de qualquer de que se efetue serviços de solda, o chefe especialista em proteção contra explosão deve utilizar-se de equipamentos para aferir da concentração de gases combustíveis de que não existem gases combustíveis ou pó em suspensão no ambiente a ser reparado, sendo que toda tarefa de solda deve-se ter em mãos um extintor de incêndio em caso de necessidade.

3.7 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

A proteção contra explosão em instalações e equipamentos elétricos é um assunto extenso, sujeito a muitas normas impostas pelas várias entidades normatizadoras e órgãos governamentais de vários países. Somente equipamentos protegidos contra explosão podem ser usados em áreas nas quais uma atmosfera explosiva, perigosa, pode ser esperada, apesar da implementação de medidas primárias de proteção contra explosão. Um equipamento elétrico protegido contra explosão pode ter vários tipos de proteção conforme as regras de construção normatizadas. O tipo de proteção usado pelo fabricante de aparelhos depende essencialmente do tipo e da função do aparelho, sendo o sistema de blindagem, o procedimento mais comum e comprovadamente seguro.

Luminárias modernas, protegidas contra explosão, também usam uma combinação de vários tipos de proteção para alcançarem os melhores resultados com respeito à segurança, função e economia. Pelo sistema de blindagem do aparelho, qualquer explosão que venha a ocorrer em seu interior não deverá apresentar risco para o ambiente. Geralmente são fabricados com o corpo e grade de alumínio fundido e o refrator prismático ou liso de vidro boro silicato.

Os equipamentos devem ser mantidos numa condição adequada para manutenção e inspeção regulares. Para tomadas e plugues instalados em atmosferas explosivas, a inserção e a extração do plugue só deverá ser feita com a tomada desenergizada. (R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH; R. STAHL FÖRDERTECHNIK GMBH , 1999).

3.8 INCÊNDIOS

Lembrando que incêndios sempre são os processadores das explosões, embora de difícil visualização, sendo é sabido que princípio de incêndio inicialmente ocorre um emissão gasosa, causado pela emissão de seus voláteis, na forma de uma fumaça, que ao atingir sua temperatura de ignição, inflama, e quando em contato com uma nuvem de poeira explode, em micro explosões sucessivas até vir a atingir um valor significativo para causar uma explosão mais forte que normalmente mexe com as estruturas da planta industrial, provocando a suspensão das poeiras depositadas em forma de pó, acontecendo então uma explosão mais violenta que percorre as instalações provocando outras explosões secundárias cada vez mais fortes e destrutivas.

Como se percebe, primeiramente, sempre ocorrerá um incêndio, sendo que nos incêndios, já são conhecidos as formas de controle e emprego efetuado pelas brigadas de incêndios, porém, estes controles (empregados basicamente com água e extintores, o uso da água), resulta em um posterior processo de limpeza demorado e com muitas perdas de patrimônios que serão inutilizados de forma irreversível.

3.9 SISTEMA DE TERMOMETRIA

O sistema de termometria instalado no interior dos silos, servem para que se obtenha o controle da qualidade dos grãos e é também um sistema de auxílio no controle de riscos com explosões de pó, sendo que atualmente existe no mercado sistemas que possuem dupla função: de controle (sensor) de nível e detector de incêndio. Deve-se evitar a ancoragem da termometria na base do silo a fim de que o sistema passa a ser um condutor (BETENHEUSER 2005).

Segundo informações colhidas durante visita a uma indústria de processamento de grãos, a termometria possui as funções de:

- a) acompanhamento diário da umidade do produto estocado no silo sem a obrigação de se efetuar amostragens;
- b) colher sinais de umidade relativa do ar e temperatura ambiente de uma central

meteorológica;

c) fazer a varredura nos sensores dentro dos silos imersos na massa de grãos;

d) promover a redução de perdas pela aeração excessiva através do controle obtido da temperatura na massa de grãos, juntamente com os dados lidos na Estação Meteorológica;

e) fazer com que o dispositivo de segurança não acione os aeradores em caso de chuva;

Desse modo, o sistema de termometria é considerado um ótimo aliado na prevenção do desenvolvimento dos focos de combustão passiva do cereal armazenado .

3.10 SUPERDIMENSIONAMENTO

Em razão do alto custo inicial e periódicas manutenções exigidas por um superdimensionamento estrutural e dos equipamentos para que resistam aos efeitos das explosões, superdimensionar as instalações, somente são recomendáveis em situações onde outros métodos alternativos não são interessantes, pela localização particular de certas unidades (SÁ 2014).

3.11 ESTANQUEIDADE

Estudos dizem que uma explosão de pó pode gerar pressões na ordem de até 7 kg/cm² em recintos fechados, como em linhas de transporte pneumático, redlers, silos, roscas transportadoras, etc. Por conseguinte, a fim de se evitar danos maiores, estes elementos devem ser providos de válvulas de alívio (janelas de ruptura) contra o aumento de pressões e suas consequências, sendo que estas descargas de emergência, devem ser instaladas fora do ambiente industrial, uma vez que podem no caso de haver poeiras espalhadas, provocar explosões no ambiente.

Uma área industrial raramente resistiria a tal pressão; as máximas pressões que as edificações podem suportar são da ordem de 0,07 kg/cm². Desse modo, as edificações devem possuir ter telhados, aberturas, portas e outros itens de resistência inferior à estrutura da edificação, sob pena de haver perdas totais em tais eventos (SÁ 2014).

3.12 SEPARADORES DE METAIS

Bet (2010) cita que para se conseguir evitar algum tipo de fagulhas junto aos equipamentos, recomenda-se a instalação de separadores de metal, os quais possuem a função junto ao equipamento de retirar/reter corpos estranho no interior dos sistemas. O Sistema a ser projetado deve ser do tipo eletromagnético e instalado na entrada dos equipamentos de forma a evitar a formação de fagulhas no interior dos equipamentos e tubulações repletas de poeira combustível. De acordo com algumas bibliografias, além das exigências também do uso de ímãs permanentes nas instalações que procedam a mistura, moeção, trituração, de forma a que se execute a limpeza automática por meio dos eletroímãs ou através de separadores pneumáticos dos corpos metálicos.

3.13 EMPREGOS DE SENSORES ELETRÔNICOS PARA CONTROLE DO ALINHAMENTO E VELOCIDADE DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE DE GRÃOS

SÁ (2014) recomenda a supervisão constante do alinhamento dos sistemas de transportes de grãos tais como, redlers esteiras transportadoras e elevadores e, que para a solução dessa questão é necessário:

- a) a previsão de instalação de sensores a fim de detectar possíveis desvios axiais da correia;
- b) a instalação de sensores de velocidade que são utilizados para identificar patinagens da correia (ponto de sobre-aquecimento);
- c) a instalação de sensores de obstrução junto a saída de elevadores;
- d) as correias transportadoras devem ser mantidas esticadas, de modo a prevenir contra os possíveis atritos entre a correia e a polia motoras (o qual pode gerar aquecimento), queima e início de incêndio;
- e) que nas correias transportadoras seja instalados sensores de velocidade no eixo do tambor de retorno e sensor de embuchamento na descarga.

Os mesmos sistemas são recomendados também nos transportadores do tipo redlers,

roscas, fitas, etc., também recomenda-se a utilização de equipamento supervisor de velocidade, bem como sensores de obstrução nas saídas desses equipamentos.

3.14 VENTILAÇÃO

Betenheuser (2005) especifica que as medidas de ventilação local exaustora nos processos de geração de pó evitam que o pó se disperse no ambiente formando depósitos indesejáveis sobre estruturas, tubulações e muitos outros locais de difícil acesso, porém com enorme potencial de incêndio e explosões. Deve ser feito um levantamento físico do local da instalação dos equipamentos objeto do sistema exaustor local, catálogo das máquinas envolvidas, local de fixação dos dutos de aspiração, local do equipamento de separação. Um bom captor é aquele que consegue aspirar o máximo de substâncias, com a menor vazão de ar, pois isto implica no tamanho do equipamento, potência absorvida e tamanho dos dutos de transporte, porém é importante que capture o máximo de substâncias indesejáveis.

A tubulação condutora do ar dos pontos ao sistema de separação deve ser bem dimensionada, objetivando não haver depósitos de material ao longo da mesma, nem possibilitar a formação de eletricidade estática. Deve possuir janelas de segurança e portas para facilitar a ação de inspeção. As velocidades de controle devem ser bem definidas para não usar potência em demasia, nem tão baixas que possam vir a implicar na ocupação de grandes áreas. Deve ser utilizada uma tubulação que possa ser resistente aos esforços mecânicos das pressões envolvidas, dilatações, aterramento, etc. Os equipamentos de separação e o destino dos resíduos deverão atender às normas de emissões externas, conforme legislações pertinentes.

3.14.1 Exaustor eólico para telhado de silos

De acordo com informações prestadas pelos trabalhadores das indústrias, a variação de temperatura do ar existente nos silos, entre a massa de grãos e o telhado (geralmente metálico), é elevada durante o dia e fria à noite, o que pode levar a umidade existente em

suspensão no ar, a se condensar durante à noite e gotejar sobre os grãos. Isto acontece com muita frequência, trazendo prejuízo aos grãos e financeiros para os produtores e armazenadores.

De uma maneira geral, os silos possuem respiros com a finalidade de evitar a condensação, entretanto geralmente não são colocados em número suficiente e não são extremamente eficazes, e em grandes massas de grãos, todo produto cuja tecnologia não apresente garantia de desempenho, precisa ser rejeitada dado os grandes valores investidos e armazenados. O exaustor eólico utilizado em conjunto com o sistema de termometria e ventilação do silo, objetiva a proporcionar uma maior eficiência no controle da temperatura dos grãos e na prevenção da exaustão para o exterior o composto das atmosferas explosivas.

3.15 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE PÓS-COMBUSTÍVEIS

Segundo Bet (2010) a fim de que seja providenciada a concentração perigosa de pós combustíveis, a utilização dos sistemas de captação de pó deverão ser projetados no âmbito industrial, obedecendo todo o trajeto de caminhamento dos grãos, tais como:

- a) nos elevadores de grãos - na sua porção inicial, parte inferior, e outros pontos dos dutos no setor superior, anexo ao acionamento;
- b) nos setores das esteiras transportadoras de grãos;
- c) na calha de carga, no carro de descarga móvel, inclusive na descarga e no "chute" de descarga;
- d) além dos pontos mais críticos das tubulações de transporte de grãos;
- e) transportadores como nos redlers, roscas, fitas;
- f) nas máquinas de beneficiamento, máquinas de limpeza e secadores de grãos,
- e) limpar periodicamente os sistemas de captação de pó de acordo com as orientações dos fabricantes;
- f) é orientado que o sistema de aspiração seja interligado ao sistema de transporte de grãos, de modo a assegurar a operação simultânea em ciclones e filtros.

Em visita a uma indústria de armazenagem e manipulação de grãos, o proprietário da empresa, a fim de se conseguir diminuir a concentração de pó nos elevadores, instalou na interconexão entre a esteira de transporte ao pé do elevador um sistema de captação de pó para o sistema de transporte dos elevadores.

Foto 45 – Captação de pó no pé do elevador
(foi retirado do seu local para melhor visualização)



Fonte: Do autor

Foto 46 – Sistema de captação de pó instalado sobre o redler



Fonte: Do autor

3.16 PROTEÇÃO CONTRA EXPLOSÃO EM ELEVADORES

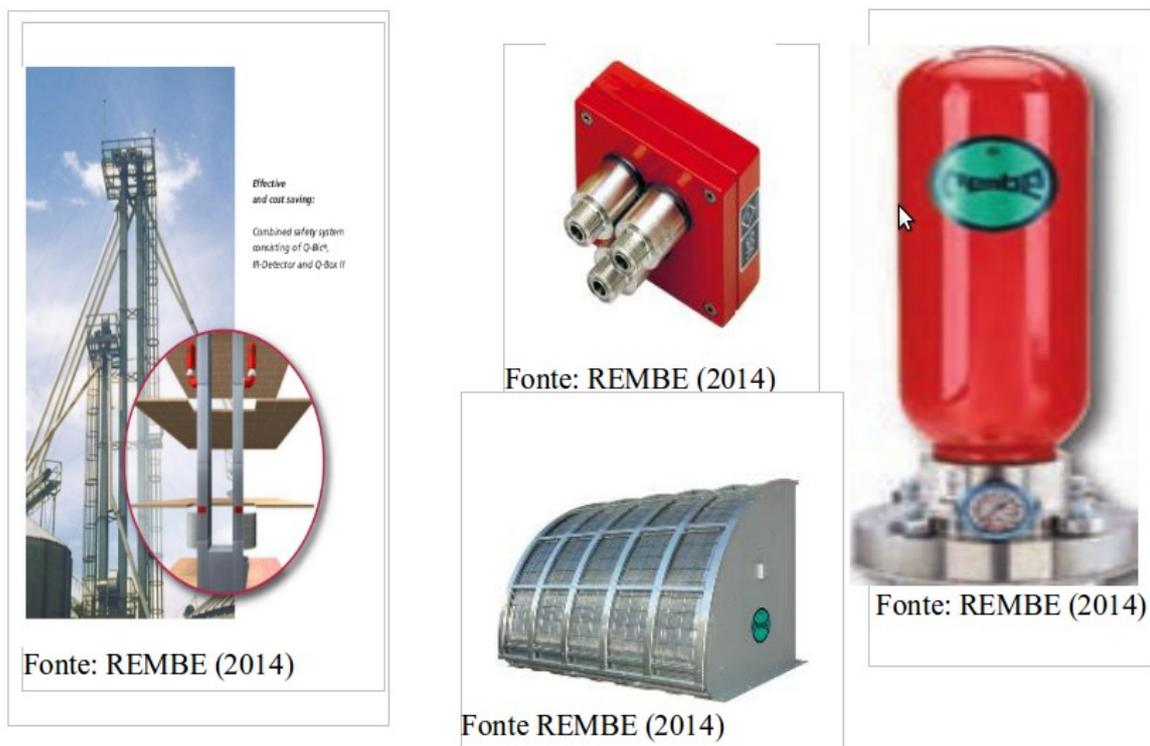
As caçambas geralmente são utensílios projetados para se obter o máximo de volume possível no transporte de grãos em elevadores. Geralmente são projetadas aço e soldados, contudo recomenda-se a utilização de caçambas plásticas, pois como agente estático, sendo que a correia é composta de materiais do tipo poliéster, nylon ou outro. A recomendação para esse tipo de material também deve ser aplicado aos redlers (pás e as correntes metálicas por material plástico).

Betenheuser (2005) referente ao objetivo de melhorar as condições preventivas contra explosão nos elevadores, lembra que o sistema de elevadores de cereais possui potenciais de

riscos a explosões em seu interior, principalmente a faíscas ocasionadas pelo contato entre partes metálicas. Para solucionar esse tipo de incidente, relata ainda que algumas empresas instalam em seus equipamentos de elevação, aberturas na cabeça do elevador, cobrindo-as apenas com um cone tipo chapéu chinês. Dessa forma consegue-se criar um ponto fraco no equipamento de modo que se consiga evitar o rompimento e/ou danos em outras partes. Contudo, não se consegue evitar que, durante o acontecimento de uma explosão, as chamas (e o pó em chamas) se dispersem para o exterior do equipamento, dissipando-se para outros pontos da indústria.

Existe em outros países soluções mais eficazes para que se consiga aliviar as pressões resultantes de uma explosão, onde foram desenvolvidos sistemas supressivos em elevadores metálicos de cereais, todavia o sistema pode também ser instalado em outros equipamentos fechados de transporte.

Foto 47: Dispositivos e equipamentos supressivos para elevadores



O equipamento se destina justamente a equipamentos fechados. Consiste dispositivos (detectores e cilindros com agente supressivo de incêndio) instalado em pontos do

equipamento onde haja maior concentração de pó (no caso dos elevadores, nos pontos onde haja o tombo da carga de grãos e nos locais de possível geração de centelhas e acúmulo de energia estática), no caso de um princípio de explosão em seu interior, sua função é evitar a propagação de chamas para o exterior, reter o pó em chamas do interior, além de minimizar as pressões de detonação e o perigo de afetar outros equipamentos próximos. Assim, conforme o grau de pressões a que o sistema foi exposto numa explosão interna, é totalmente reaproveitável, bastando uma simples limpeza ou troca de alguns discos de ruptura internos. (REMBE, 2014).

3.17 SISTEMAS DE ISOLAMENTO DE TUBULAÇÕES ÀS EXPLOSÕES

As explosões podem propagar-se através de tubos e de outros processos de ligações. Mesmo quando os depósitos individuais encontram-se protegidos contra explosões ou outros meios, há o perigo potencial de chamas a altas pressões se propagarem para o interior de outras áreas resultando em labaredas de chamas e explosões com grandes consequências. O sistema comanda as funções de detecção e controle iniciando o fechamento de uma válvula especial em milionésimos de segundo, bloqueando o percurso de propagação das chamas.

Empresas que atuam na área de proteção contra explosões desenvolveram válvulas de isolamento de explosões tipo conduto. O equipamento é composto ainda por um atuador pneumático e um reservatório de nitrogênio pressurizado, projetados para atuação da válvula em milionésimos de segundo. (FIKE CORPORATION, 2001).

Foto 48- Isolação Mecânica de Explosão BS&B
-Válvula “Pinch“ de Ação Rápida IVE



Fonte: Rembe (2014)

Segundo o catálogo da REMBE (2014), o sistema IQR por duas partes, sendo a primeira de um painel de explosão e a segunda parte, de um corta chamas. O painel de explosão responde rapidamente à pressão desenvolvida por uma deflagração e abre para aliviar esta pressão. Ao passo que a bola de fogo se desenvolve, a mesma passa por através do painel de explosão aberto, sendo interceptada pelo corta chamas, que compreende em uma malha de precisão em aço inoxidável, a qual é instalada em um suporte de aço inoxidável, atuando como um supressor de chama em três dimensões extinguindo a chama. O mesmo tem a incumbência de reter as chamas e os gases quentes da combustão resultantes da deflagração, o pó queimado e tudo isso sem queimar o que passa através do painel de explosão aberto.

Através do processo do resfriamento da chama, a retenção do pó e controle da pressão e temperatura fornecidas pelo sistema IQR, verifica-se que há possibilidade de que esse sistema de segurança , apresenta viabilidade de ser aplicado no interior de instalações industriais, nos setores em que o impacto de uma explosão ventilada tenha que ser evitado.

Foto 49 – Sistema de ventilação sem chama



Fonte: Rembe (2014)

O sistema IQR apresenta cinco funções de segurança:

- a) Interceptação da chama - Os produtos da combustão não são descarregados, vindo a assegurar um ambiente operacional seguro para o pessoal e maquinário;
- b) Eliminação de uma ignição secundária externa e a subsequente explosão externa ao equipamento protegido ;
- c) Retenção da poeira - Mantém o produto de processo (manipulado) dentro do equipamento, eliminando a possibilidade de produto potencialmente tóxico ser descarregado no ambiente.;
- d) Retenção da Pressão - Absorve pico de pressão da explosão e, protege o pessoal e o ambiente ao redor do equipamento, de uma onda de pressão provocada pela explosão;
- e) Controle de Temperatura – Ao absorver a bola de fogo, impede o aumento de temperatura no lado externo do equipamento.

Foto 50 - Válvula de ventilação sem chama de explosão



Fonte: BSB (2014)

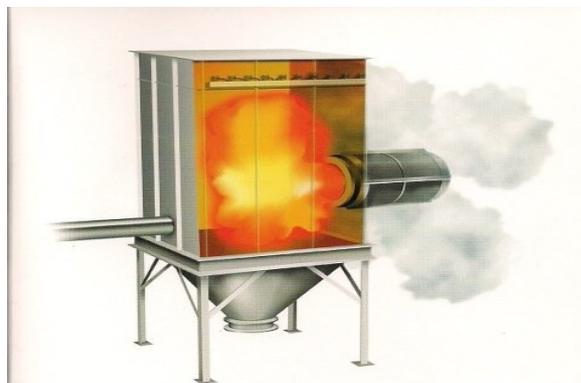
3.18 ALÍVIO DE PRESSÕES INTERNAS

O catálogo da REMBE (2014), especifica que quando da ocorrência de um evento de surto de explosão em um filtro e, que o mesmo esteja dentro do ambiente fabril, em virtude de não ter sido possível deixá-lo fora do prédio e, no caso de uma explosão, ao serem rompidas as janelas de alívio, é gerado na horizontal perpendicular a janela, um “jato” de fogo e pressão que pode atingir até 20 m de distância, que seria fatal para alguém ou outro equipamento que na área dessa trajetória. Por essa razão é vedado o uso de janelas de alívio dentro de prédios. Entretanto, medidas são necessária a fim de que se evitar esse tipo de incidente:

- a) instalar um duto horizontal (com no máximo 3 m de extensão) junto com a janela de alívio para conduzir esta explosão para fora da edificação;
- b) que este equipamento seja instalado o mais próximo a parede;
- c) possibilidade de instalação de um dispositivo abafador sobre a janela de alívio, de forma a suprimir o efeito da liberação da explosão, sendo que as chamas ficarão contidas dentro do abafador, deixando sair apenas os gases sem a irradiação, como exemplifica a figura abaixo.

A princípio, estando os equipamentos com pó enclausurado dentro de prédios, o ideal seria a utilização de sistemas de supressão de explosão com pó químico no lugar de janelas de alívio; pois assim não teremos, no caso de um evento, a explosão propriamente dita com a liberação de chama, calor e sobre pressão, que pode gerar explosões secundárias e incêndio pela agitação e elevação da poeira presente ao entorno dos equipamentos.

Foto 51 – Válvula de alívio de pressões internas (abafador)



Fonte: SÁ (2014)

3.19 SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE FAÍSCAS

O sistema de detecção e extinção de faíscas é fundamental para gerenciar o risco de um incêndio ou ignição de uma explosão, cuja causa seja originada pelas faíscas e partículas quentes que são transportadas através de um sistema coletor de pó combustível.

Conforme apresenta o catálogo da REMBE, nas tubulações e equipamentos devem ser instalados detectores infravermelhos, onde faíscas e partículas são primeiramente localizadas e então extintas por pulverização de água a jusante do ponto de detecção, de forma que a operação do sistema seja totalmente automática.

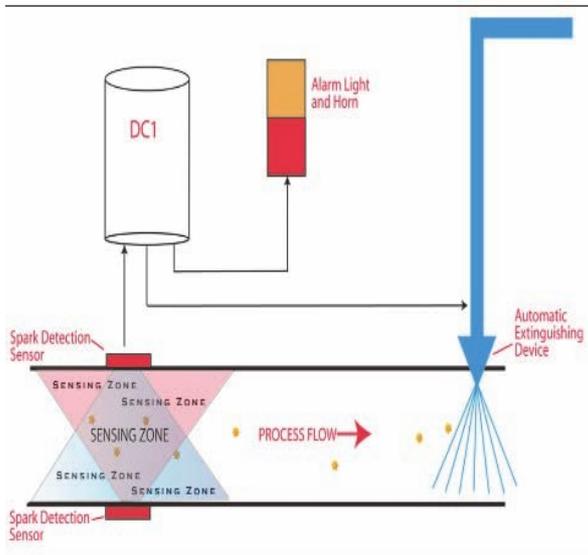
Os detectores instalados na parede das canalizações e dutos de processo, a jusante da fonte de faíscas ou partículas, monitoram continuamente a presença de energia próxima ao nível da área infravermelha. Os sensores de alta resposta têm um campo de visão de 120° de amplitude.

Quando da recepção de um sinal de alarme de um ou mais sensores do sistema, a unidade de controle do Sistema de Detecção e Extinção de imediato ativa circuito da válvula de controle eletromagnético para a pulverização de água a jusante.

O sistema de controle, juntamente com os sensores de apoio e unidades de pulverização de água são certificados para uso em área de trabalho com poeira. O emprego e utilização de fiação no local é mínima de maneira a permitir que o pessoal da planta tenha acesso ao status do equipamento diretamente.

No caso do acionamento do alarme, o operador pode ver diretamente qual setor está em risco. O fornecimento de monitoramento externo opcional pode atender a vários sistemas de detecção e extinção de faíscas. Os componentes críticos do sistema de detecção e extinção de faíscas ficam submetida a vigilância monitorada pela unidade de controle para garantir uma operação confiável (REMBE 2014).

Foto 52 – Sistema de detecção de faíscas Foto 53 – Sistema de detecção de faíscas



Fonte: BSB (2014)



Fonte: BSB (2014)

3.19.1 Outro exemplo de emprego de corpos inertes em dutos, tubulações e espaços confinados

As explosões de poeiras podem ser prevenidas com o emprego de gases ou poeiras inertes, os quais reduzem a concentração de oxigênio no interior de tubulações da edificação, de maneira que não haja propagação de chama através da nuvem de pó. O gás inerte é eficaz na prevenção das explosões de pós, uma vez que dilui o O₂ a uma concentração muito baixa.

Dois tipos são conhecidos: os frágeis e os pressurizados.

a) Frágeis: são constituídos por depósitos de fina parede no qual se introduz uma carga explosiva, que é detonada pelo sensor. Como o recipiente não é pressurizado, é a carga explosiva que rompe as paredes e expande a carga supressora.

b) Pressurizados: extintores de grande velocidade de descarga contém agente supressor sob pressão de Nitrogênio. A abertura é por carga explosiva, é mais lento que o frágil, porém adequado para pressões médias ou lentas.

Algumas vantagens deste processo: a explosão pode ser evitada; a atmosfera inerte pode ser empregada para controle e extinção de incêndios que podem se desenvolver na

poeira; pode ser usado onde o método de ventilação é ineficiente.

Algumas desvantagens: rígido controle para a manutenção da composição do gás e dos sensores e custo mais elevado do que para implantação do sistema de ventilação local exaustora. Ao se pensar em adotar tal processo a instalações que trabalham com produtos alimentícios para consumo humano ou animal, deve-se levar em conta que obrigatoriamente o gás inerte deve ser atóxico e não pode ser cancerígeno. (SÁ, 1997, 1998; SCHUTH, 2000; SILVA, 1999; WEBER, 2003).

3.20 AGENTES SUPRESSIVOS

Conforme Sá (2014), quando do acontecimento de uma explosão de pó, em ambientes confinados, produtos gasosos são formados com a liberação de calor, fazendo aumentar a temperatura do ar contido no recinto. Os gases expandem-se ao se aquecerem, exercem pressões crescentes no espaço circundante, e quanto mais resistentes forem estes espaços circundantes, maiores serão os efeitos das explosões, a menos que existam áreas de alívio suficientes no dispositivo para enfim conseguir realizar a evacuação dos gases quentes antes que atinjam níveis de pressão destrutivas.

Para esses locais, um sistema de alívio adequado deve ser adequadamente projetado, para saída dos gases formados, a baixa pressão, preferencialmente para áreas abertas e seguras (atmosfera inerte ou instalação de supressores automáticos, de modo a evitar os danos subsequentes.

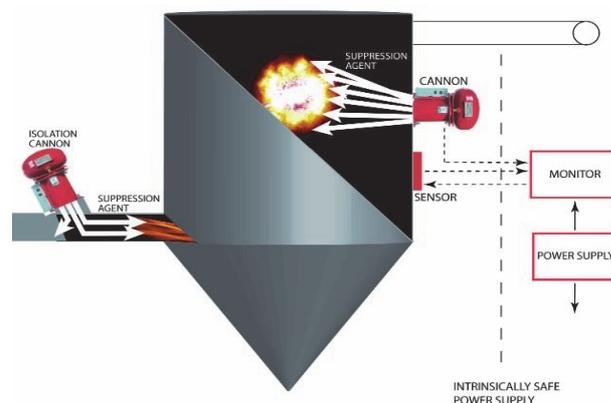
Estes supressores de incêndio é composto por um sistema formado por detectores de pressão ou de chamas e um agente extintor confinado e submetido a pressão contínua. No caso de um detector do sistema veja uma chama, o sistema de disparo é acionado através da abertura de uma válvula de derrama no setor onde ocorreu o evento. Uma quantidade de produto gás inerte ou pó químico, é lançado de maneira a inundar esse ambiente, ocupando o espaço do oxigênio do local, evitando sua propagação do incêndio nos demais locais da edificação.

Outro exemplo de sistema supressivo: Uma ativação do Sistema IPD, onde o sensor detecta as ondas de pressão geradas pela bola de fogo e que rapidamente ativa o módulo do

canhão de supressão para extinguir a bola de fogo dentro do coletor de pó. O canhão de isolamento, em seguida, bloqueia a entrada da chama no equipamento de processo adjunto. Os relês são rapidamente ativados para desativar os equipamentos de processo para cortar o fornecimento de material combustível e gerar um alarme.

Os canhões supressivos podem ser instalados diretamente no equipamento de processo, coletores de pó, filtros manga, ou em dutos de conexão em qualquer ângulo, evitando a necessidade de grandes dutos de extensão e bocais para a dispersão do agente supressor. O tamanho reduzido dos canhões visam permitir facilidade na instalação. Conforme determina o catálogo, os canhões são prontos para montagem em campo, e são entregues ao cliente totalmente despressurizados, em duas partes, o que reduz o peso a ser manipulado pelo pessoal.

Foto 52 – Sistema aplicado a coletor de pó



Fonte: BSB (2014)

De forma semelhante, usa-se os chamados supressores limpos, que atuam com um produto químico tipo pó, que ao ser derramado no ambiente, reaciona com os gases reagindo com o oxigênio presente na mistura e impedindo desta forma a continuidade do fogo ou da explosão.

Agentes como estes, são de muita utilidade no controle de incêndios, em locais, onde hajam objetos de valor histórico ou patrimônios da humanidade, bem como para arquivos de informática. Uma vez que estes supressores são sistemas contra incêndios limpos, não

comprometendo objetos que estejam participando do incêndio, onde uma simples limpeza, deixa a área livre para continuar suas atividades. Ao contrário do que acontece quando se usa agentes extintores a água ou a base de água, que muitas vezes compromete a integridade dos objetos que estão nos ambientes expostos ao fogo e posteriormente à ação dos agentes que podem danificar irreversivelmente a qualidade dos mesmos.

Estes equipamentos hoje disponíveis no mercado, tiveram sua fase inicial com o halogêneos, os quais tem sua confiabilidade comprometida em face da camada de ozônio, que atualmente merece novo enfoque, com a nova produção de gases e químicos usados no processo de extinção de incêndios de uma forma limpa, que além de não destruir itens perecíveis, não compromete os trabalhadores e os bens patrimoniais de elevado valor material e histórico, como deve comumente empregado principalmente em museus.

Conforme matéria da revista incêndio (nº 105, pág 24), os agentes limpos são acondicionados em cilindros de aço que mantém o gás limpo pressurizado por nitrogênio (N₂), sendo mantidos nesses cilindros por válvulas que devem ser abertas automaticamente no momento do incêndio. Os agentes limpos agem na absorção do calor da chama como princípio de extinção; diferentemente dos gases inertes, os quais trabalham pela combinação do aumento do dióxido de carbono (CO₂) e a redução da concentração do oxigênio (O₂) para ofertar a segurança aos equipamentos e as pessoas, pois permite a manutenção do nível de O₂ e o nível de toxicidade segura aos seres humanos. Diante dessas características, a melhor escolha recai sobre os agentes limpos (Novec-1230 TM da 3M, FM-200 e FE-25 da DuPont etc) ou de gases inertes (CO₂, Inergen, Argonite, etc)

Desta forma, nestas situações, deve-se voltar a esses produtos quando houver risco de perdas, estes equipamentos hoje disponíveis, permitem uma contenção limpa dos riscos de incêndios com rápido retorno das atividades cotidianas.

Embora o enfoque principal sejam as explosões, elas não existem sem um incêndio inicial, e mesmo assim, em face da rápida evolução das explosões, os sistemas preventivos contra incêndios, para eficiência total também deve conter os supressores para que as explosões não avancem para outros locais causando grandes destruições na edificação.

No mercado estão disponíveis, recursos tecnológicos para o controle dos incêndios e explosões, no estado do conhecimento da atualidade, lembrando que os profissionais e técnicos da área, devem sempre ser assessorados por profissionais qualificados.

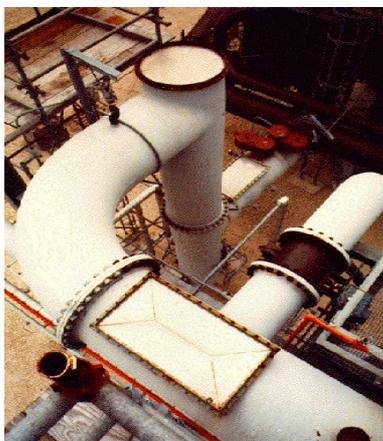
No mercado atual, existem vários tipos de sistema de alívio da explosão ou sobre pressão, os de alta pressão, para atender as tubulações cilíndricas, cuja instalação pode ser efetuada em qualquer ponto da rede entre flanges da rede de dutos.

De fácil aplicação em silos metálicos ou de alvenaria, onde grandes quantidades de grãos são armazenadas, sendo considerado um dispositivo ideal para esse tipo de estrutura, pois durante o transbordo dos transportadores de cereais para dentro deles, existe um espaço superior onde o produto ao cair nesse ambiente, provoca uma nuvem de poeira. Existe a probabilidade de formação de eletricidade estática, sendo que já foi presenciado que numa instalação neste espaço, ocorreu uma explosão em silo de malte por eletricidade estática vindo a explodir este silo. Entretanto, convém lembrar que a maioria dos silos são interconectados por meio da rede de dutos, sendo que uma explosão inicial pode migrar para os demais silos, para assim gerar as explosões secundárias nos demais silos e sistemas operativos.

3.21 DISCOS OU JANELAS DE RUPTURA (SOPROS)

Outra alternativa seria a recomendação de instalação de discos e/ou janelas de rupturas (janelas de alívio) para a rede de dutos condutores gases e poeiras inflamáveis de grande seção.

Foto 55 – Janelas de ruptura



Fonte: Rembe (2014)

Foto 56 – Janelas rupturas em silos



Fonte: Rembe (2014)

Foto 57 – Discos de rupturas



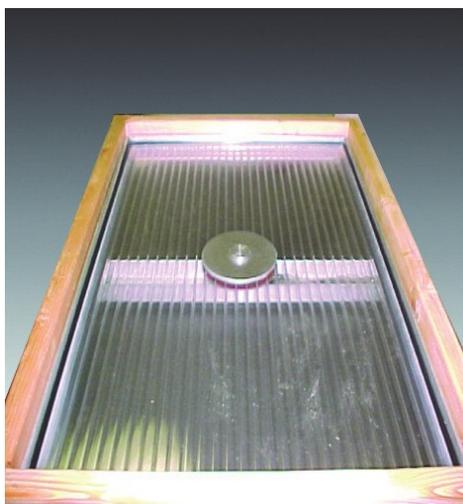
Fonte: Rembe (2014)

Em caso de um sinistro, liberam as pressões diretamente para a atmosfera externa reduzindo os efeitos deixando queimar os mesmos até sua extinção, observa-se, porem que o todo o circuito na planta industrial deve ser estudado com critério, a fim de se verificar a necessidade de usar posteriormente um agente supressor para impedir a continuidade das explosões subseqüentes no caminho da rede.

Para as paredes dos silos ou dutos de transporte de grãos, os discos e/ou janelas de rupturas também poderão ser instalados. De diferentes formatos, tamanhos e de diferentes materiais, trata-se de um dispositivo a ser utilizado para a descarga da pressão explosiva através de janelas e é provavelmente a mais usada e conhecida medida de proteção utilizada para controlar os efeitos de uma explosão num complexo industrial, devido à sua natureza passiva. O sopro da explosão é destinado a evitar a destruição de um compartimento fechado devido à condição de sobrepressões causadas por uma explosão.

O sistema é composto por membranas de ruptura que fornecem uma área de alívio para uma pressão específica, isto é, a janela rompe a uma pressão predeterminada sendo que esse sistema devem ser projetados e instalado(s) em ponto(s) estratégico(s) do silo, pois ao ocorrerem pressões provenientes do início de uma explosão no interior do silo, ocorre o alívio dessa pressão direcionada para pontos seguros do lay-out da instalação. Esse sistema deve ser projetado para eliminar os riscos de fragmentação e possuem tempos de resposta extremamente rápidos. (REMBE, 2014).

Foto 58 – Painel de alívio de explosão



Fonte: BSB (2014)

Foto 59 – Teste dinâmico do VSB



Fonte: BSB (2014)

Segundo o catálogo da BS&B o material de construção da janela de ruptura (modelo VSB) é constituída:

1. Lamina de Policarbonato ou Alumínio;
2. Quadro em alumínio;
3. Dispositivo de ruptura montado centralmente para controle da pressão de abertura;
4. Vedação dupla entre o quadro e o painel;
5. Cabo dinâmico para retenção da lâmina após ativação.

O painel em policarbonato visa a permitir que a transmissão da luz do dia, seja repassada ao ambiente interno e manter uma isolação com propriedade similar ao painel de vidro duplo. Esse tipo de painel pode ser instalado em várias aberturas das edificações, de maneira a atender a área necessário de alívio previamente calculada em caso da possibilidade de alguma deflagração.

3.22 ASPECTOS CONSTRUTIVOS

3.22.1 Instalações e equipamentos elétricos

O sistema para proteção contra explosão em instalações e equipamentos elétricos é um assunto bastante vasto, tendo em vista ao número de normas existentes, as quais são impostas pelas várias entidades normatizadoras e órgãos governamentais de muitos países. Nas áreas industriais contendo atmosferas explosivas, são necessários equipamentos especiais à prova de explosão, mesmo que já se tenha sido tomadas medidas preventivas de proteção contra explosão.

O tipo de equipamento elétrico a ser instalado irá depender exclusivamente da função do aparelho irá desempenhar no setor industrial. A blindagem na maioria dos casos é o procedimento mais usual e comprovadamente seguro.

Na instalação de luminárias e outros sistemas elétricos nos locais de atmosferas explosivas, nas áreas classificadas, as mesmas deverão ser protegidas contra explosão, por razões de que em caso de qualquer explosão que possa ocorrer no seu interior não oferecerá risco ao ambiente em razão da sua blindagem. As luminárias de um modo geral são fabricados com o corpo e grade de alumínio fundido e o refrator prismático ou liso de vidro boro silicato.

As tomadas e plugues instalados nesses ambientes, devem passar periodicamente por manutenção e inspeções regulares, sendo que deve ser consignado operacionalmente no setor de que a extração do plugue só deverá ser efetuado com a tomada desenergizada. (R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH; R. STAHL FÖRDERTECHNIK GMBH , 1999).

3.22.2 Normas brasileiras

Rangel (2008), apresenta inicialmente que a Norma Regulamentadora (NR) 31 é a diretriz que visa definir as exigências para o trabalho agrícola por meio de diretrizes para a execução de maneira geral para as instalações dos silos. No quesito elétrico, a NR 31 tem destaque no item 31.14.12, o qual define que todas as instalações elétricas e de iluminação no interior dos silos devem ser apropriados à área classificada. Esta área classificada é identificada como sendo uma região com capacidade de formação de atmosfera explosiva, a qual é definida após estudo rigoroso feito por especialista que tenha preferencialmente experiência e aperfeiçoamento no exterior, tendo em vista que não há cursos no Brasil nessa área.

A Instrução Normativa nº 29, de 08 de junho de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, detalha em seus artigos sobre o atendimento da instalação de sistema/exaustão, de sistema de captação de pós-combustíveis nos setores industriais e de outros sistemas de segurança contra incêndios estabelecidos pelos Corpos de Bombeiros Militares nos Estados da Federação.

A execução das instalações elétricas são definidas pelas Diretrizes Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), basicamente pela NR 10, atendendo ao item 10.1.2, o qual faz referência à geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo também as etapas de montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes, e na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Existe um subcomitê (SC-31) do comitê brasileiro de eletricidade e eletrônica e etc (Comissão de Estudo CE: 03-031.06), que estuda que definem pelas normas ABNT para as instalações elétricas em atmosferas explosivas, de modo a definir o texto da norma a partir de

uma norma internacional (IEC – International Electrotechnical Commission). No entanto, o Brasil já detém normas relativas a pós-combustíveis, dos quais:

a) NBR IEC 61241-0 – Equipamentos elétricos para uso em poeiras combustíveis – parte 0 requisitos gerais;

b) NBR IEC 61241-1 – Equipamentos elétricos para uso em poeiras combustíveis – parte 1: proteção por invólucro tD.

3.22.3 Normas internacionais

Nos Estados Unidos, a norma NFPA 68, regulamenta todos os procedimentos para combate a incêndios e explosões. Entretanto, a NFPA trabalha em conjunto com o OSHA. A fim de que seja evitado perigos de explosão, regras de proteção em forma de leis, de especificações e normas são desenvolvidas em muitos países, objetivando a garantir que um alto nível de segurança seja atendido. Em virtude do crescimento econômico internacional, progressos tem sido feitos na conciliação de regras para a proteção contra explosões. As condições para a completa harmonização foram criadas na União Européia pela Diretriz EC 91/94. A Diretriz 94/9/EC foi lançada em 1994 para padronizar a proteção contra explosão. No entanto, mundialmente há muito ainda a ser feito nessa área (R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH; R. STAHL FÖRDERTECHNIK GMBH, 1999).

Consultando o catálogo de Aroeira (2014), o nome ATEX 94/CE (Comunidade Européia – CE), trata a respeito de segurança de instalações elétricas em atmosferas explosivas, sendo que esta sigla corresponde a uma abreviação para "AT mosphere EX plosible" e, que ao mesmo tempo, ATEX é a sigla abreviada da Directiva 94/9/CE Europeia, relativa à inserção no mercado de equipamentos elétricos e mecânicos à prova de explosão, e material relativo a sistemas de proteção. A Directiva 94 entrou em vigor em 1/07/2003, sendo que os novos equipamentos e sistemas de proteção tiveram que sujeitar a compatibilização dessa normatização a partir dessa data.

Essa normatização é empregada e aplicada em toda a Comunidade Européia, sendo que todos os equipamentos e dispositivos de segurança a serem instalados em atmosferas potencialmente explosivas devem atender aos seus requisitos. Desse modo, o fabricante é o único responsável por garantir que todos os produtos incluídos nesta categoria dar

cumprimento à Diretiva (AROEIRA, 2014).

ATEX 94/9/CE substitui as três Diretivas anteriores preocupados com explosões: 76/711/EEC, 79/196/CEE e 82/130/CEE.

A Diretiva ATEX aplica a todos os equipamentos elétricos e mecânicos e sistemas de proteção que estão localizados em ambientes potencialmente explosivos.

3.22.4 Dimensionamento de sistemas de aterramento elétrico

Projetar o aterramento elétrico dos componentes eletro-mecânicos e pontos geradores de cargas eletrostáticas; ligações equipotenciais devem abranger todas as estruturas metálicas da instalação à malha de aterramento, da descarga atmosférica e dos condutores neutros; todos devem estar interligados. Projetar também sistemas de pára-raios conforme NSCI/CBMSC (Lei 16.157, de 07/11/2013).

3.22.5 Compartimentação das construções

No estudo efetuado por Betenheuser (2005), o mesmo relata sobre a necessidade de se projetar as áreas de armazenamento separadas das demais áreas (produção, manutenção, escritórios, etc.) por paredes resistentes ao fogo. Baseado em acidentes ocorridos em várias regiões do planeta, deve-se evitar a adoção de sistemas construtivos que induzem à formação de ambientes confinados e transferência de riscos de explosão a outros setores. As construções destinadas a escritório e outros prédios administrativos devem estar localizados em distância segura dos demais setores de produção.

Os transportadores e os elevadores de grãos devem ser instalados preferencialmente em ambientes não confinados por paredes e cobertura, caso contrário pode tornar esses locais suscetíveis à formação de pó se o sistema de exaustão não for bem dimensionado, onde o pó pode se acumular em quantidades perigosas. Existindo comunicação dos ambientes confinados a outros setores da indústria e, na ocorrência de uma explosão, a primeira deflagração geraria ondas de pressão que levantariam a poeira depositada nos outros ambientes, gerando explosões secundárias, podendo vir a destruir o complexo por completo.

Desta forma, é aconselhado que a instalação dos equipamentos de transporte

(elevadores e transportadores horizontais) sejam feitos externamente ao prédio.

Betenheuser (2005) destaca que a necessidade de compartimentação de armazéns ou entre armazéns contíguos, empregando-se de paredes e tetos corta-fogo e/ou ainda guardando-se as devidas distâncias um do outro (isto válido também para as construções com outras finalidades no pátio industrial), o que contribui de forma importante para a prevenção de ocorrências de incêndios e, conseqüentemente, pelos acidentes por explosão de pó. Na elaboração do projeto industrial, devem ser definidos os setores de incêndios, como sendo as partes de um edifício ou grupo de edifícios que estão separados por paredes e/ou pisos resistentes ao fogo.

4 ANÁLISE E PROPOSTA DE INTERVENÇÃO/RECOMENDAÇÃO

O transcurso diário das atividades numa indústria de armazenamento, manipulação e beneficiamento de grãos possui várias particularidades que necessitam identificação e estudo. Durante as visitas efetuadas nas indústrias, conseguiu-se identificar as características da operacionalização do sistema produtivo consignado aos riscos decorrentes das atividades em cada setor.

Uma série de inconformidades foram observadas em relação as medidas de segurança contra incêndio, porém, em alguns casos foi verificada a criatividade na resolução de questões relacionadas ao controle e concentração de pó nos setores industriais.

Existe a real necessidade de se estudar mais a respeito sobre a formação de energia estática formada pelo atrito entre as partículas de pó em suspensão, bem como ao seu comportamento em conjunto aos diversos equipamentos e nas edificações.

Para isso deve ser criada uma nova filosofia da prevenção contra incêndio, tendo em vista que novos sistemas/equipamentos preventivos contra incêndios são inseridos no mercado diariamente.

É necessário de que se desenvolva pesquisas constantes na busca de novas informações e equipamentos que possam minimizar os riscos de explosão nos setores industriais.

Para um melhor conhecimento dos sistemas preventivos citados nesta pesquisa, é necessário que a Diretoria de Atividades Técnicas (DAT), passe a efetuar contatos com representantes comerciais dos referidos equipamentos, de maneira que seja estabelecido troca de informações e testes laboratoriais com o objetivo que seja verificada a eficiência e a comprovação dos produtos por laboratórios reconhecidos/credenciados junto a órgãos oficiais.

Para que se possa realizar a atualização das NSCI, mais precisamente a IN 34, é necessário a elaboração de uma uma proposta, de modo que a mesma seja submetida à aprovação da DAT do CBMSC.

De posse dos levantamentos feitos a bibliografias, vistorias em indústrias da área de armazenamento, beneficiamento de grãos e pelas entrevistas junto aos profissionais da área, foi criado neste trabalho monográfico, um apêndice onde poderá servir de base para a construção da atualização da IN 34.

5 CONCLUSÃO

Com as informações obtidas através da extensa bibliografia, visitas e entrevistas efetuadas com industriários, produtores, proprietários e engenheiros construtores de silos, criou-se a base de dados necessária para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, com a efetiva construção da Instrução Normativa constante no apêndice.

Inicialmente os dados apresentados possuem um caráter de estudo, orientação e informação suficiente para identificar os riscos de explosão de pó-combustível nos processos de manipulação, beneficiamento e armazenagem de grãos.

A pesquisa efetuada permitiu identificar os setores com maior concentração de poeiras com potencial explosivo tais como as moegas, os secadores, galerias subterrâneas, redler, elevador de grãos e máquinas de limpeza, levando-se em conta os serviços ininterruptos realizados durante o período de safra, onde a concentração e acumulação de pó nos setores podem vir a comprometer a segurança das instalações e das pessoas na planta industrial.

Dessa forma a pesquisa objetivou visualizar os setores em que deve haver a preocupação em relação ao risco de explosividade e as alternativas para minimizar os riscos de explosão nos setores elencados.

Em bibliografia pesquisada foram encontrados experimentos de coleta de pó nos maquinários e setores produtivos da indústria durante o trabalho em época de safra, onde amostras foram coletadas em três períodos (início da operação, após 4 horas e 8 horas) durante o funcionamento normal do ambiente fabril. A concentração total de pó encontrada nas três fases de medição, foram percebidas grandes variações dos valores, de forma a visualizar exatamente os locais que merecem atenção quanto ao risco de explosividade e assim adotar medidas preventivas nos pontos considerados mais perigosos.

Em consulta ao link <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/silo.htm> verifica-se que estudos realizados nos Estados Unidos relacionado aos riscos das operações efetuadas em Silos e Armazéns, mostram que o parâmetro perigoso para gerar uma explosão, está no intervalo de 20g/m³ à 4.000g/m³ de grãos de cereais.

Nos locais onde a moega esteja situada em local fechado, e a descarga de grãos seja do tipo tombador (descarga rápida do produto; maior produção de pó), com dificuldade de dispersão do pó para o ambiente externo, observa-se uma preocupação maior quanto à

explosão de pó, pois na coleta feita após 8 horas de funcionamento da unidade, o resultado da concentração total de pó foi 31,182g/m³, dentro da faixa de explosividade.

A solução encontrada para diminuir a concentração de pó nesse ambiente, foi a instalação de sistemas de captação do pó para moegas, para que se consiga diminuir a concentração do pó em suspensão e evitar fagulha neste local.

No setor de Secadores de cereais, as concentrações totais encontradas no secador de cereais nas três medições realizadas, foi observada uma concentração de 17,313g/m³, muito próximo do limite inferior de explosividade, todavia, sendo esse setor um local característico a produção de fagulhas que vem por meio do duto de ar quente oriundo da fornalha e que pode trazer uma fagulha que pode possibilitar a uma ignição junto a uma concentração ideal e gerar uma explosão.

É comum ocorrências com incêndios em secadores, devendo ser observado que treinamentos periódicos cujo conteúdo abordem a respeito de operações dos sistemas de controle, riscos de explosões, limpeza periódica de todo o sistema, bem como a inspeção do duto quebra-chama instalado entre a fornalha e o secador, de forma a impedir que o duto não permita conduzir fagulha durante o processo de secagem dos grãos.

As galerias subterrâneas por onde os grãos são movimentados pelos elementos transportadores, as concentrações se comportam dentro da faixa de explosividade (entre 21,432g/m³ e 41,254g/m³), sendo considerado locais confinados onde não tem pra onde o pó se deslocar, bem como um local que possui fonte de ignição o próprio motor da fita transportadora e outros pontos de iluminação do túnel. Como medidas preventivas, a limpeza diária do local deve ser efetiva em razão da concentração de pó é grande, todas as instalações elétricas devem ser à prova de explosão, as correias de transmissão devem ser mantidas esticadas, de modo a evitar o atrito (e aquecimento) entre a correia e a polia e sendo de fundamental importância a instalação de sistemas de captação do pó nesses túneis de forma a diminuir a concentração do pó em suspensão. Para que se tenha uma ideia didática a respeito de uma simulação de uma explosão de cereais, está inserida nos anexos deste trabalho uma “Análise de um Modelo Simulado” realizada pelo Eng.º Ary de Sá, na qual relata um cálculo sobre as dimensões de uma galeria por onde passam os grãos, define a quantidade de poeira em suspensão de diferentes tipos de grãos, quais as consequências para a indústria e efeitos a serem causados nos trabalhadores advindas de uma explosão.

Para o setor das máquinas de limpeza é necessário a transmissão de conhecimentos sobre de segurança o treinamento dos operadores e de todos os funcionários a respeito dos potenciais riscos de explosões e orientação pra limpeza diária do local. As máquinas de limpeza mais modernas já possuem o seu sistema de captação de pó, todavia ainda persistem instalações que não possuem o dispositivo chamado ciclone, o qual separa e ensaca as impurezas contidas no ar proveniente do exaustor para liberar. Os motores de acionamento das máquinas de limpeza devem ser do tipo a prova de explosão.

O elevador de transporte é considerado uma das maiores preocupações quanto a concentração de poeira, pois seus componentes estão instalados em local confinado, sendo que a concentração de pó nesse local durante a sua operações está dentro da faixa de explosividade variando de 99g/m^3 a 122g/m^3 . Como medidas de segurança neste local, existem várias opções, tais como: instalar sistema de aspiração de pó junto ao tombamento da carga da esteira ao pé do elevador; pode-se instalar aberturas na cabeça do elevador e fazer a cobertura apenas com um cone tipo chapéu chinês evitando assim o rompimento de outras partes; prever instalação de sistema de detecção e supressão de explosões pra evitar a propagação de chamas para o exterior em caso de uma explosão; instalação de janelas de ruptura (sopros) de explosão para descarga de pressão quando ocorrer; instalação de motores dos elevadores à prova de explosão; cuidado quando do uso de aparelhos de solda e fazer a manutenção preventiva.

A concentração de pó nos redlers de transporte varia de 98g/m^3 a 113g/m^3 durante o transporte de grãos. Se trata de um aparelho com os sistemas de transportes confinados, sendo que em seu interior podem ocorrer faiscamentos durante o contato entre as partes metálicas. Medidas de segurança, tais como: instalação de motores dos redlers à prova de explosão, instalação de janelas de alívio de explosão para descarga de pressão em caso da ocorrência, instalação de sistema de captação de pó nos setores desse tipo de transportador.

Em decorrência da falta de dados estatísticos mais precisos no banco de dados do CBMSC, em razão da inexistência de classificação desse tipo de edificação (silos), verifica-se que muitas das ocorrências foram catalogadas com outras classificações de ocupação (como depósito, por exemplo), deixando incerto a incidência desse tipo de atendimento pelas guarnições do CBMSC.

Acidente em silos são verificados mundialmente, sendo que as ocorrências envolvendo

explosões de pós, os danos encontrados são enormes e dificilmente se consegue identificar o ponto onde se deu o início da explosão primária. Realidades como esta passa a ser um desafio para todos os envolvidos no ramo e para os peritos de incêndios, sendo que existe muitas particularidades sobre o comportamento do pó em cada setor industrial, a formação de energia estática na concentração de pós-combustíveis.

Outras medidas preventivas contra incêndio poderão ser tomadas a fim de que se possa diminuir a probabilidade de explosão de pó em todos os maquinários e equipamentos da indústria, como mostra o estudo apresentado e na proposta de atualização de Instrução Normativa. Convém que a Diretoria de Atividades Técnicas do CBMSC passe a analisar e discutir seu conteúdo com entidades dos setores produtivos e de segurança contra incêndio.

A pesquisa pelo assunto em pauta deve continuar, pois o mesmo é vasto e, cada setor industrial tem suas particularidades. É necessário que a corporação tenha informações sobre procedimentos operacionais no atendimento a sinistros dessa natureza, bem como adotar formas preventivas para a edificação, sendo que os sistemas apontados neste trabalho já existe no mercado há algum tempo, necessitando que estes sistemas sejam submetido a testes que possam comprovar sua eficácia para que possam ser adotados por nossas IN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Ednildo Tavares de; BORÉM, Flávio Moreira. **A safra pelos ares.** Revista Cultivar – Máquinas, março de 2004. Disponível em www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/mais_artigos.php. Acesso em 01/07/2014.

AMARILLA, Rosemara Santos Deniz et alli. VIII congresso nacional de excelência em gestão (8 a 9 de julho de 2012). **Aplicação das normas regulamentadoras para gerenciar os riscos na operação de silos metálicos.** Disponível em http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg8/anais/t12_0493_2603.pdf, página 4. Acesso em 15/07/2014.

AROEIRA, A.W. Componentes e sistemas elétricos - Ltda. **Princípios da proteção contra explosão.** Disponível em: http://www.avv-aroeira.pt/assets/content/files/antideflagrante_2013.pdf . Acesso em 10/07/2014.

BET, Andrísio. **Explosões de pós em unidades de recebimento e armazenagem de grãos de cereais na cidade de Chapecó** - universidade comunitária da região de Chapecó . Disponível em <http://www5.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/00006B/00006B89.pdf>. Acesso em 15/07/2014.

BEKER Carlos. Metalúrgica industrial Ltda. **Máquinas de pré-limpeza e limpeza de cereais.** Disponível em http://carlosbecker.com.br/site/pdf/maquinas_prelimpeza.pdf. Acesso em 25/07/2014.

BETENHEUSER, Cláudio et alli. **Explosão de pó em unidades armazenadoras e processadoras de produtos agrícolas e seus derivados.** Universidade estadual de Ponta Grossa, 2005. Disponível em http://www.uepg.br/denge/eng_seg_2004/tcc/tcc17.pdf . Acesso em 17/07/2014.

BRASIL, Norma regulamentadora NR-33. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A39E4F614013A0CC54B5B4E31/NR-33%20%28Atualizada%20201%29.pdf>. Acesso em 23/07/2014.

BRASIL. Ministério da agricultura. **Instrução normativa do ministério da agricultura nº 29.** Disponível em <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?>

[method=visualizarAtoPortalMapa&chave=677165707](#). Acesso em 10/06/2014.

CARDOSO, Luiz Antônio. **Prevenção de incêndios, uma retrospectiva dos primeiros anos das atividades técnicas em Santa Catarina, 1973 – 1993**. Florianópolis-SC, 2014.

CRUICE, Willian J. **Manual de Protección Contra Incêndios – Explosiones**. 17 ed. Espanha: 1991.

Fernandes, Silvino Neto. **Manual de operação e manutenção de secador de cavalete**. Industrial pagé ltda. Histórico da revisão - Atualização das informações, 15/06/2014.

FERNANDES, M. E.; NAMBA C. E. Y.; GOZZI M. P. Inovação tecnológica e propriedade intelectual: **desafios da engenharia de produção na consolidação do Brasil no cenário econômico mundial**. Estudo de prevenção de acidentes por explosões verticais para abastecimento de cereais In: XXXI Encontro nacional de engenharia de produção, 10/2011, Belo Horizonte, Anais eletrônicos... Belo Horizonte, MG. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_138_877_18380.pdf. Acesso em 10/06/2014.

MARIN, José. **Apresentação do power point-mapa_armazéns_coamo.pdf**. Junho de 2014. Disponível em http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/C%C3%A2mara_Setorial_Logistica/MAPA_Armaz%C3%A9ns_Coamo.pdf. Acesso em 29/06/2014.

LEITE, Maurício Augusto. **Armazenamento e beneficiamento de grãos – transportadores de grãos**. Disponível em <http://www.agr.feis.unesp.br/defers/docentes/mauricio/pdf/Aula%20Transportadores.pdf>. Acesso em 10/07/2014.

LEI ESTADUAL nº 16.157, de 07 de novembro de 2013. Dispõe sobre as normas e os requisitos mínimos para a prevenção e segurança contra incêndio e pânico e estabelece outras providências. Disponível em: <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=261859>. Acesso em 14/07/2014.

PASCON, P. E. **Controle da eletricidade estática em plantas químicas**. Disponível em http://www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/control_e_da_eletricidade_estatica_em_plantas_quimicas.pdf. Acesso em 30/06/2014.

Pagé, indústrias. **Manual de equipamentos. Máquinas de limpeza**. Disponível em <http://www.indpage.com.br/upload/1398281157.pdf>. Acesso em 18/07/2014.

WEBER, Kepler. **Catálogo de máquinas de limpeza.** Disponível em <http://www.kepler.com.br/view/pt/literatura.aspx>. Acesso em 25/07/2014.

RANGEL, Estellito Jr. Atmosfera explosiva. O setor elétrico. Disponível em: <http://www.internex.eti.br/estellitopremioabracopel2009.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2014.

SÁ, Ary de. **Prevenção e controle dos riscos com poeiras explosivas.** Disponível em http://www.ares.org.br/uploads/pdf/explosoes_com_poeiras.pdf. Acesso em 23 de junho de 2014.

SÁ, Ary de. **Prevenção e controle dos riscos com poeiras explosivas.** Disponível em <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/poeiras-explosivas.pdf>. Acesso em 22 de julho de 2014.

SANTOS, Cecília Débora dos. **Elevadores de caneca – estudo da arte e projeto de dimensionamento.** Universidade federal de Uberlândia – faculdade de engenharia química. Uberlândia 2009. Disponível em ftp://ftp.feq.ufu.br/%2F/Curso_Eng_Quimica/Monografias%20-%20Projetos%20de%20Gradua%E7%E3o/2009/Cec%EDlia%20D%E9bora%20dos%20Santo%20-%20Elevadores%20de%20caneca%20-%20Estudo%20da%20arte%20e%20projeto%20de%20dimensionamento/Apresenta%E7%E3o%20final.pdf. Acesso em 10/07/2014.

SILVA, Janaína de Andrade. **Monografia – modelagem de explosões de pós em silos.** Universidade federal de Lavras, 2012. Disponível em <http://www.prrg.ufla.br/esistemas/wp-content/uploads/2012/08/MODELAGEM-CFD-DE-EXPLOS%C3%95ES-DE-P%C3%93S-EM-SILOS.pdf>. Acesso em 17/07/2014.

REMBE. **Catálogo de produtos.** Disponível em <http://www.rembe.com/fileadmin/products/RSC/Downloads/Leaflets/GUE/GBP-GUE-10064.pdf>. Acesso em 22/07/2014

REVISTA PROTEÇÃO. Ary de Sá, **Riscos de Explosão - Produtos em forma de pó representam perigo nas atividades industriais**, 1997. Explosão de pós. Ed. 219. Março de 2010.p. 81-86

REVISTA INCÊNDIO. Emília Sobral. **Agente limpo eficiente e seguro**, 2014. Supressão de incêndio eficaz e redução de danos. Ano XVIII. Abril de 2014. Ed. 105. P. 20-29

ATEX. Norma de explosão

[http://www.bureauveritas.pt/wps/wcm/connect/bv_pt/local/services+sheet/directiva-atex-949ce-e-9992ce?](http://www.bureauveritas.pt/wps/wcm/connect/bv_pt/local/services+sheet/directiva-atex-949ce-e-9992ce?presentationtemplate=bv_master_v2/Services_sheet_full_story_presentation_v2)

[presentationtemplate=bv_master_v2/Services_sheet_full_story_presentation_v2](http://www.bureauveritas.pt/wps/wcm/connect/bv_pt/local/services+sheet/directiva-atex-949ce-e-9992ce?presentationtemplate=bv_master_v2/Services_sheet_full_story_presentation_v2)

APÊNDICES



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
DIRETORIA DE ATIVIDADES TÉCNICAS - DAT

NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN /DAT/CBMSC)

SISTEMA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS

Editada em: / /2014

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	- DISPOSIÇÕES INICIAIS	4
Seção I	- Objetivo	4
Seção II	- Das referências	4
Seção II	- Terminologias	4
CAPÍTULO II	- PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS	5
Seção I	- Exigência	5
Seção II	- Conceitos	5
CAPÍTULO III	- DIMENSIONAMENTO E COMPARTIMENTAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES	6
CAPÍTULO IV	- DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS E DE ATERRAMENTO ELÉTRICO	7
CAPÍTULO V	- SISTEMA DE VENTILAÇÃO	8
CAPÍTULO VI	- MOEGAS PARA DESCARGA DE GRÃOS	8
CAPÍTULO VII	- UNIDADES ARMAZENADORAS VERTICAIS E HORIZONTAIS	8
CAPÍTULO VIII	- SETOR DE GALERIAS SUBTERRÂNEAS E TRANSPORTADORES	9
CAPÍTULO IX	- MÁQUINAS DE LIMPEZA E PRÉ-LIMPEZA	10
CAPÍTULO X	- SECADORES DE GRÃOS	11
CAPÍTULO XI	- MOAGEM E TRITURAÇÃO	11
CAPÍTULO XII	- ELEVADORES DE CANECAS	12
CAPÍTULO XIII	- SETOR DE EXPEDIÇÃO - TULHAS	12
CAPÍTULO XIV	- SISTEMAS DE ISOLAMENTO DE TUBULAÇÕES ÀS EXPLOSÕES	13
CAPÍTULO XV	- ALÍVIO DE PRESSÕES INTERNAS	13
CAPÍTULO XVI	- SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE FAÍSCAS	13
CAPÍTULO XVII	- EMPREGO DE CORPOS INERTES EM DUTOS E TUBULAÇÕES NA PLANTA INDUSTRIAL	14
CAPÍTULO XVIII	- AGENTES SUPRESSIVOS	14
CAPÍTULO XIX	- DISCOS OU JANELAS DE RUPTURA (SOPROS)	15

ANEXOS		
A	- Terminologias	16
B	- Detalhes	14
		15
Detalhe 1	Sistema de Fluxo Operacional de uma Indústria Armazenadora e Manipuladora de Grãos	19
Detalhe 2	Silos verticais e horizontais	20
Detalhe 3	Setor de recebimento e balança para pesagem das cargas	21
Detalhe 4	Setor da moega com tombador de carga para caminhões	22
Detalhe 5	Galeria subterrânea com esteira de transporte de grãos e redler de transferência de grãos (sem a tampa de cobertura)	23
Detalhe 6	Máquinas de limpeza de grãos com circuito aberto	24
Detalhe 7	Secador de grãos e fornalha	25
Detalhe 8	Sistemas de elevadores de grãos de cereais	26
Detalhe 9	Setor de expedição de cargas - tulhas	27
Detalhe 10	Dispositivos supressivos de proteção em filtros manga	28
Detalhe 11	Janelas de ruptura (sopros), janelas de ruptura em tubulações e janelas de ruptura em silos	29
Detalhe 12	Sistema de bloqueamento de isolamento mecânica de explosões em dutos	30
Detalhe 13	Sistema de detecção e extinção de faíscas e detectores de faíscas aplicados a um conjunto de dutos horizontais	31
Detalhe 14	Sistema supressivos para elevadores	32

INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN 006/DAT/CBMSC)

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS

Editada em: / /2014

O Comando do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, no uso das atribuições legais que lhe confere o inciso II do artigo 108 da Constituição Estadual, e ainda o que dispõe a Lei 16.157/13 e o art. 1º do Decreto 1.957/13, considerando as necessidades de adequação e atualização de prescrições normativas, face evoluções tecnológicas e científicas, resolve: editar a presente Instrução Normativa.

CAPÍTULO I DISPOSIÇÕES INICIAIS

Seção I Do Objetivo

Art. 1º - Esta Instrução Normativa tem como objetivo estabelecer e padronizar critérios de concepção, dimensionamento e padrão mínimo de apresentação de projetos de segurança contra incêndios do sistema de Proteção Contra Incêndios em Silos, dos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina – CBMSC.

Seção II

Das Referências

Art. 2º As Referências utilizadas para elaboração desta IN são:

- I - ABNT NBR IN 29/ 2009 – Ministério da Agricultura;
- II - ABNT NBR IEC 61241-0 – Equipamentos elétricos para uso em poeiras combustíveis – parte 0 requisitos gerais;
- III - ABNT NBR IEC 61241-1 – Equipamentos elétricos para uso em poeiras combustíveis – parte 1: proteção por invólucro tD;
- IV – ABNT NBR NR 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Sicultura, Exploração florestal e Aquicultura;

Seção III

Terminologias

Art. 3º Aplicam-se as terminologias específicas definidas no Anexo A..

CAPÍTULO II SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM SILOS

Seção I

Exigência

Art. 4º Para as edificações do tipo silo, independente da área total construída, os sistemas preventivos contra incêndios previstos nas NSCI deverão ser adequados e instalados obedecendo as particularidades e exigências de cada sistema preventivo contra incêndios a serem previstos nas edificações do complexo industrial. De acordo com cada setor industrial, medidas de segurança contra incêndios deverão ser previstas nos demais capítulos da presente Instrução Normativa (IN) de modo a prevenir a ocorrência de sinistros, visando a salvaguarda de vidas e do patrimônio.

Art. 5º Em razão da alta carga de fogo existente na indústria de grãos, a Reserva Técnica de Incêndio (RTI), deverá ser projetada com capacidade de acordo com o resultado da planilha da carga de fogo total do referido projeto preventivo contra incêndio.

Art. 6º Os hidrantes deverão ser posicionados junto ao lado externo das edificações e em número suficiente para atender ao caminhamento previsto nas Normas de Segurança Contra Incêndios do CBMSC.

Seção II

Conceitos

Art. 7º De acordo com o Fluxo Operacional de uma Indústria de Armazenagem, Manipulação e Beneficiamento de Grãos de Cereais, temos a seguinte sequência dos setores produtivos:

- a) Recepção das Cargas – área destinada ao recebimento dos caminhões carregados de cereais, cuja recepção destina-se a verificar a variedade e a qualidade do produto a ser descarregado;
- b) Balança – local onde é estacionado os caminhões e carretas para o controle e processo de pesagem;
- c) Setor Administrativo – geralmente onde estão localizados os escritórios administrativos contábeis e gerência da indústria;
- d) Tombadores e Descargas dos Grãos – local destinado às carretas onde geralmente são presas seguramente pelo seu eixo e por processo de elevação hidráulica, os caminhões são inclinados a ângulos pré determinados para proceder de modo seguro a descarga total dos grãos;
- e) Moegas – local anexo ao tombador por onde é feito o descarregamento dos cereais, seja manualmente pelas bicas de descarga dos caminhões ou pelos tombadores;
- f) Galerias Subterrâneas – é uma área semelhante a um espaço confinado onde se encontra as esteiras transportadoras dos cereais. Geralmente tem seu início na área abaixo da moega até encontrar o setor de descarga do elevador, localizado no poço do elevador que por sua vez, conduzirá o produto para a máquina de limpeza;
- g) Esteiras Transportadoras e Redlers – sistemas de transporte de grãos horizontais. Os

redlers geralmente, são equipamentos constituídos por uma calha aberta ou fechada por onde o produto é arrastado por meio de corrente propulsora, dotada de taliscas arrastadoras. O mecanismo trabalha com a corrente de arraste imersa no produto transportado, onde geralmente é utilizado para efetuar a descarga dos silos, das máquinas de limpeza, transporte para os secadores de grãos, transporte das moegas para os elevadores;

h) Máquinas de Limpeza – equipamento dotado de um sistema de peneiramento oscilatório onde efetua a pré-limpeza e limpeza, retirando o máximo de impurezas dos grãos;

g) Elevadores de Canecas – equipamento transportador vertical dos grãos, onde são utilizados para transferir os grãos para os diversos setores da planta industrial, tais como: da galeria subterrânea para os silos, para os secadores de grãos, das moegas para as máquinas de limpeza, etc;

i) Secadores – é um equipamento utilizado para secagem dos grãos através da retirada da umidade da massa. Possui uma torre de secagem composta por painéis (espelhos) e dutos intercalados, por onde escorre o produto e recebendo constantemente o fluxo de ar quente oriundo da fornalha, processando a secagem;

j) Fornalha – é parte integrante do secador de grãos, cuja construção é feita de tijolos comuns e internamente de tijolos refratários. A planta da fornalha possui ainda um eficiente sistema de galerias criada para a extinção de fagulhas;

l) Silo de Armazenagem de Grãos – caracterizadas por células ou compartimentos estanques, onde os produtos agrícolas são armazenados em silos verticais metálicos ou em armazéns graneleiros com fundo em V, de concreto armado e de capacidades de estocagem variadas. Os silos recebem os grãos pela parte superior, trazidos pelos redlers ou cintas transportadoras;

m) Silo de Expedição de Grãos – “Tulhas” – são equipamentos utilizados para a expedição rodoviária ou ferroviária. Os produtos são movimentados pelas correias transportadoras e elevadores de canecas, até chegarem aos silos de expedição, os quais são equipados com balanças de fluxo, totalmente automatizadas, que liberam a carga com o peso exato desejado;

Art. 8º De acordo com o fluxo operacional do complexo industrial a ser detalhado, os sistemas poderão ser compostos por equipamentos manuais e/ou automatizados para dar sequência e simultaneidade das ações na planta industrial.

Art. 9º Apresentar projeto contendo uma apresentação geral da indústria, locando os maquinários e equipamentos empregados na sequência operacional.

Art. 10º Apresentar detalhes individuais dos equipamentos e maquinários e suas especificações conforme determina a presente instrução normativa.

Art. 11º Junto ao projeto preventivo contra incêndio, o Engenheiro Responsável Técnico deverá apresentar um exemplar de um folder explicativo que contenha informações sobre o funcionamento de cada equipamento de cada setor industrial.

Art. 12º Apresentar detalhes de todas as galerias subterrâneas, incluindo especificações e detalhes sobre aterramento (energia estática) dos sistemas de redlers e cinta transportadoras.

Art. 13º Para as edificações existentes e, nos casos de ampliação do sistema de armazenamento ou de outros setores da indústria, o projetos deverão passar por apreciação do CBMSC, para análise e aprovação.

CAPÍTULO III DIMENSIONAMENTO E COMPARTIMENTAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES

Art. 15º Na elaboração do projeto industrial, o Responsável Técnico deverá definir os setores de incêndios, como sendo as partes de um edifício ou grupo de edifícios que estão separados por paredes e/ou pisos resistentes ao fogo, de forma a guardar as devidas distâncias entre os mesmos (isto válido também para as construções com outras finalidades no pátio industrial).

Art. 16º As construções destinadas a escritório e outros prédios administrativos devem estar

localizados em distância segura dos demais setores de produção (1,5 x a altura das edificações dos setores industriais)

Art.17º Deverá ser definido sobre a necessidade de se projetar as áreas de armazenamento separadas das demais áreas da indústria, tais como: setores de produção, manutenção de equipamentos, escritórios, refeitórios, banheiros, oficinas, posto de reabastecimento, etc.

Art. 18º Evitar a adoção de sistemas construtivos que induzem à formação de ambientes confinados e transferência de riscos de explosão a outros setores.

Art. 19º Os transportadores e os elevadores de grãos devem ser instalados preferencialmente em ambientes não confinados por paredes e cobertura, caso contrário pode tornar esses locais suscetíveis à formação de pó se o sistema de exaustão não for bem dimensionado, onde o pó pode se acumular em quantidades perigosas. Desta forma, é aconselhado que a instalação dos equipamentos de transporte (elevadores e transportadores horizontais) sejam feitos externamente ao prédio.

Art. 20º Evitar a comunicação dos ambientes confinados a outros setores da indústria, tendo em vista que em caso de ocorrência de uma explosão, a primeira deflagração pode gerar ondas de pressão que levantem poeiras depositada nos outros ambientes, gerando explosões secundárias.

CAPÍTULO IV DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS E DE ATERRAMENTO ELÉTRICO

Art. 21º O projeto e execução das instalações elétricas numa planta industrial, devem ser atendidas observando-se as Diretrizes Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho – NR 10, a qual estabelece sua aplicação às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

Art. 22º Conforme a NR 31, em seu item 31.14.12, define que todas as instalações elétricas e de iluminação no interior dos silos devem ser apropriados à área classificada.

Art 23º O projetista deverá estabelecer e identificar em projeto as “Áreas Classificadas”, que correspondem os setores onde uma atmosfera explosiva (Gases, Vapores Inflamáveis e Poeiras Combustíveis) está presente, ou pode estar presente, em quantidades tais que requerem precauções especiais para o projeto, fabricação, instalação, inspeção e manutenção de equipamentos elétricos.

Art. 24º A classificação da área deve ser determinada por um grupo multidisciplinar de profissionais como:

- a) Engenheiro responsável pelo projeto;
- b) Engenheiro responsável pela manutenção industrial;
- c) Engenheiro de processo;
- d) Responsável pela operação da planta;
- e) Responsável pela segurança industrial;
- f) Especialistas “Ex”.

Art. 25º Os sistemas de para-raios (conforme capítulo específico das NSCI/CBMSC) e o sistema de aterramento elétrico dos componentes eletro-mecânicos e pontos geradores de cargas eletrostática, deverão ser previstos conjuntamente no projeto preventivo contra incêndio, sendo que todas as As ligações equipotenciais devem abranger todas as estruturas metálicas da instalação à malha de aterramento, da descarga atmosférica e dos condutores neutros; todos devem estar interligados.

Art. 26º Para os locais de atmosferas explosivas, as instalações elétricas deverão observar características da NBR 5410, NBR IEC 60079, dentre outras relacionadas aos sistemas elétricos.

Art. 27º Os equipamentos elétricos a serem instalados nos setores produtivos, onde existam instalações elétricas em atmosferas explosivas, deverão atender aos preceitos das NBR IEC 61241-0 (IEC – International Electrotechnical Commission):

a) NBR IEC 61241-0 – Equipamentos elétricos para uso em poeiras combustíveis – parte 0 requisitos gerais;

b) NBR IEC 61241-1 – Equipamentos elétricos para uso em poeiras combustíveis – parte 1: proteção por invólucro tD.

Art. 28º Todas as luminárias da área de risco, inclusive as de emergência devem ser à prova de explosão e de pó.

CAPÍTULO V SISTEMA DE VENTILAÇÃO

Art. 29º Conforme a Instrução Normativa nº 29, de 08 de junho de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, detalha em seus artigos sobre o atendimento da instalação de sistema/exaustão, de sistema de captação de pós-combustíveis nos setores industriais e de outros sistemas de segurança contra incêndios estabelecidos pelos Corpos de Bombeiros Militares nos Estados da Federação.

Art. 30º Todos os locais confinados devem ser providos de ventiladores à prova de explosão, com acionamento manual ou automático, devidamente dimensionados para permitir a retirada de poeira e gases e a renovação do ar.

CAPÍTULO VI MOEGAS PARA DESCARGA DE GRÃOS

Art. 31º Deverá ser apresentado projeto detalhado de todas as moegas da área industrial.

Art. 32º O sistema elétrico de instalação dos equipamentos do setor de moega, tais como de iluminação do ambiente e equipamentos de tombadores (sistema de elevação para caminhões), deverão ser do tipo a prova de explosão.

Art. 33º O setor de moegas deverá ser dotado de sistema de captação de pó devidamente detalhado.

Art.34º O setor de moegas poderá apresentar a configuração detalhada do enclausuramento (compartimentação do setor de moegas ou do caminhão/carreta) de forma que toda a poeira produzida durante a descarga dos grãos, não adentre a outros setores da indústrias, sendo necessário a combinação de instalação de um sistema de captação de pó.

Art. 35º Prever que o sistema de captação de pó deve ser acionado no momento de descarga, sendo necessário a instalação de sistemas de captadores e filtros do tipo manga e dotados com motores de 50 CV ou mais de modo a diminuir a suspensão do do pó no ambiente.

Art. 36° Outra alternativa a ser prevista em projeto consiste no sistema de contenção mecânica do pó, instalados imediatamente abaixo das grelhas da moega, cuja função é impedir que a poeira sai do compartimento da moega, retendo-o nesse ambiente e direcionando o pó unicamente com uma canalização que direciona o pó diretamente para o filtro de mangas.

CAPÍTULO VII

UNIDADES ARMAZENADAS VERTICAIS E HORIZONTAIS

Art. 37° Apresentar detalhes construtivos dos sistemas de silos (verticais e horizontais), tais como:

- I – constituição da construção,
- II – capacidade total de armazenagem do silo,
- III – locais de acesso e escadas,
- IV – sistema de termometria,
- V – sistema de ventilação,
- VI – sistema de exaustão junto ao teto,
- VII – sistema de aterramentos (quando for estrutura auto protegida),
- VIII – sistema de pára-raios (quando se tratar de silos de alvenaria, etc),
- IX – janelas de alívio de explosão, instalados junto aos corpos/telhados dos silos,
- X – outros equipamentos, etc.

Art. 38° Para evitar a proliferação de fungos e o processo de formação de gases inflamáveis (como metano), deverão ser instalados sistemas de respiro, vedação contra pós e água, sistemas de captação de pó e sistemas de ventilação eólica junto ao teto dos silos.

Art. 39° As unidades armazenadoras devem dispor de proteção contra descargas elétricas Atmosféricas.

Art. 40° Os silos e estruturas metálicas devem ser convenientemente aterrados.

Art. 41° Não deve haver nenhuma abertura entre silos;

Art. 42° O sistema de termometria deverá ser instalado no interior dos silos, os quais devem possuir quadro de indicadores para pontos aquecidos em várias camadas de grãos.

Art. 43° O sistema de termometria deverá estar interligado ao sistema de ventilação interna, cujo posicionamento é feito na parte inferior do silo, pois os grãos necessitam ser constantemente aerados para evitar sua decomposição que podem gerar vapores inflamáveis como metanol, propanol ou butano.

Art. 44° Junto a cada silo, deverá ser previsto a instalação combinada de sistemas de ventilação junto a base dos mesmos e preferencialmente interligado ao sistema de termometria dos grãos, de forma a proporcionar uma estabilidade da temperatura dos grãos e a prevenção com a formação de uma atmosfera explosiva no interior do mesmo.

Art. 45° A poeira coletada deve ser filtrada e armazenada em silo situado fora do local de risco, devendo ser equipado com dispositivo corta-fogo no duto de conexão e provido de dispositivos de alívio de explosão.

Art. 46° Deverá ser prevista a instalação do sistema de rosca varredora na base do silo.

Art. 47° Quando não for possível dotar os sistemas de transportes externamente, de modo a evitar a formação de espaços confinados (galerias subterrâneas), o projetista deverá proceder ao detalhamento de galerias subterrâneas com instalação de redlers e roscas transportadoras, devendo os referidos equipamentos ser dotados de sistemas de captação de pó e sistemas de aterramento para prevenção contra a eletricidade estática.

CAPÍTULO VIII

SETOR DE GALERIAS SUBTERRÂNEAS E TRANSPORTADORES

Art. 48º As galerias subterrâneas deverão possuir janelas/ entradas para inspeção visando a manutenção do sistema e ventilação do local.

Art. 49º Dotar de sistema de captação de pó, os referidos transportadores (enclausurados, protegidos por cobertura) ao longo da galeria subterrânea. Dessa forma, todos os locais confinados devem ser providos de ventiladores a prova de explosão, com acionamento manual ou automático, devidamente dimensionados para permitir a retirada de poeira e gases e a renovação do ar.

Art. 50º As luminárias e equipamentos instalados no setor de galerias subterrâneas deverão ser à prova de explosão.

Art. 51º Os transportadores deverão possuir equipamentos de controle de velocidade e alinhamento, bem como prever sistemas que interrompam o funcionamento do equipamento nos casos de emperramento/obstrução pelo produto ou outra forma de ocorrência. Este processo visa garantir o funcionamento do sistema de transporte, prevenindo o setor contra a produção de faíscas e do aquecimento de mancais do sistema de transporte.

Art. 52º O redler possui fontes de ignição, as quais podem ser originada pelo seu motor de acionamento ou pelo possível acúmulo de energia eletrostática, durante o processo de operação do transportador.

Art. 53º Para amenizar os risco com a concentração de pó em transportadores horizontais é necessário:

a) projetar a instalação de sistemas de captação de pó ao longo do trajeto dos grãos, junto a parte superior do transportador;

b) em razão dos riscos de explosão devido a formação de fagulhas, recomenda-se proceder o aterramento do equipamento;

c) projetar a instalação de um supervisor de alinhamento de elevador (sensor capacitivo), para efetuar a detecção de possíveis desvios axiais da correia, e também acoplado a sensores de velocidade (o mesmo que supervisor de diferencial de rotação – para detectar a patinagem da correia, que é um foco de sobre-aquecimento) e a um sensor de obstrução instalado na saída do elevador;

d) prever instalação de sistemas supressivos nos ambientes de transporte dos produtos deve ser projetado também a instalação de sistemas de supressão automática, como janelas de alívio e agentes supressores de incêndio, de maneira que se possa estancar qualquer princípio de incêndio e explosão, e complementar assim as medidas preventivas contra incêndio da galeria subterrânea;

e) os materiais dos redlers devem ser compostos de materiais do tipo poliéster, nylon ou outro, (pás e as correntes metálicas por material plástico) a fim de se evitar o acúmulo de cargas eletrostáticas;

CAPÍTULO IX

MÁQUINAS DE LIMPEZA E PRÉ-LIMPEZA

Art. 54º Estabelecendo a primeira etapa de beneficiamento dos grãos, retirando as impurezas mais grosseiras, antes da sua secagem e armazenamento, as máquinas de pré-limpeza, geralmente de circuito aberto, preferencialmente devem ser instaladas em setores bem ventilados,

fora da área interna da indústria, de forma que toda a produção de pó esteja em local bastante arejado.

Art. 55° O setor de máquinas de limpeza, localizado e instalado em seguida aos setores de moegas e aos setores de transporte de grãos (galeria subterrânea), deverá ser detalhadamente apresentado no projeto preventivo contra incêndio, contendo todas as especificações das medidas preventivas contra incêndios (tais como sistemas supressivos de incêndios) e as formas de captação de pó-combustível.

Art. 56° Nas instalações internas, onde haja a possibilidade de formação de atmosfera explosiva, o projetista deve prever a instalação de máquinas de limpeza de circuito fechado.

Art. 57° As máquinas de limpeza a ser instalada deve vir acompanhada com sistema de captação de pó e do sistema de ciclone. As canalizações do sistema de exaustão de poeiras deve levar o pó-combustível para o setor externo da edificação, sendo que estes resíduos devem ser destinados para a formação de adubos para a agricultura, fabricação de paletes para alimentação de fornos, etc. o “ciclone” que tem a função de separar e ensacar as impurezas (e poeira) contidas no ar proveniente do exaustor, liberando-o ao meio ambiente livre de resíduos em até 90%.

Capítulo X SECADORES de GRÃOS

Art. 58° Os secadores são equipamentos que tem a finalidade de fornecer calor necessário aos grãos para reduzir o teor de umidade para o seu armazenamento, sendo que o aquecimento do ar é fornecido por meio de fornalhas, as quais utilizam os mais variados tipos de combustíveis, sendo que deverá ser apresentado e especificado em detalhe o tipo de combustível a ser utilizado na fornalha, bem como a capacidade total de secagem do equipamento secador.

Art. 59° Apresentar detalhes do secador e fornalha, tais como: a capacidade de trabalho, detalhes internos de cada elemento funcional. o sistemas de dutos de ar aquecido e saturado, sistema de ventiladores axiais localizados na parte superior do secador.

Art. 60° Apresentar detalhamento da fornalha e especificar do tipo de material que é construído, sistema de galerias e sistemas de ciclones, ambos criados para a extinção de fagulhas.

Art. 61° Prever instalação de sistemas para controle de temperatura e descarga (do produto). O sistema deve ser instalado com sensores em três pontos de sensores em três pontos da torre, de forma a monitorar as entradas do primeiro e segundo estágio de secagem e o último na saída para os ventiladores.

Art. 62° Apresentar detalhamento da câmara de admissão de gases (lado da fornalha), cuja localização é estabelecida antes da torre de secagem, tem a função de direcionar o ar aquecido da fornalha e o ar de resfriamento para a torre de secagem.

Art. 63° Detalhar localização do registro de ar quente para a regulagem da quantidade do fluxo de ar e 02 sensores de temperaturas.

Art. 64° Detalhar localização da câmara de saída de gases (lado do ventilador): Localizada depois da torre de secagem, tem a função de direcionar o ar saturado da secagem através do(s) ventilador(es) e o ar de resfriamento para a torre de secagem, através do registro de ar frio. Deve possuir registro de ar para a modificação do fluxo de ar (secagem com resfriamento ou com coluna inteira). Possuir 01 sensor de temperatura.

Art. 65° Os secadores de grãos que utilizem combustível sólido devem ter as fornalhas instaladas a, no mínimo, 4,0m de distancia do secador, de forma a reduzir o risco da introdução de fagulhas no secador.

Art. 66° As fornalhas deverão possuir câmaras que impeça propagação das fagulhas para o interior do secador.

Art. 67° Deverá ser previsto a instalação de equipamento ciclone para a extinção de fagulhas. O ciclone deve ser instalado entre a fornalha e o secador, quando o combustível de aquecimento for a lenha.

Art. 68° O sistema de secagem deve ser ligado on-line e, através de cabos pendulares (sensores) monitorar toda a massa de grãos (nos diferentes níveis) de forma a identificar alguma anormalidade em relação a temperatura de trabalho.

Art. 69° Os secadores devem ter um sensor de temperatura regulado para limitar o ar introduzido no secador a uma temperatura segura.

CAPÍTULO XI MOAGEM E TRITURAÇÃO

Art.70° Detalhar os setores e equipamentos para as indústrias que necessitam efetuar o processamento de cereais e durante a sua operacionalização, sendo que as indústrias que utilizam moinhos de martelo ou trituradores (equipamentos que são fontes habituais de explosões produzidas

por pós-combustíveis, especialmente em moinhos de ração), necessitam de medidas de segurança a fim de que seja evitado que objetos estranhos adentrem nos mecanismos trituradores, especialmente pedras e objetos metálicos.

CAPÍTULO XII ELEVADORES DE CANECAS

Art. 71° Apresentar detalhes do sistema de elevadores de transporte nos setores cujo equipamentos são utilizados para transferir os grãos para os diversos setores, tais como: da galeria subterrânea para os silos, para os secadores de grãos, das moegas para as máquinas de limpeza, etc.

Art. 72° Para as edificações novas a serem projetadas, os sistemas de canecas já devem sair da fábrica dotados com calha anti-explosão (janelas de ruptura), a qual, possui um sistema de abertura (fusível) em alumínio quando ao ser acionada por uma eventual explosão (devido ao acúmulo de poeira e gases), o fusível é liberado sem comprometer os componentes do elevador e, assim garantir a integridade estrutural do equipamento.

Art. 73° Prever instalação um sistema de captação de pó do elevador, na interconexão entre a esteira (que efetua o transbordo de grãos dos setores de moegas, sistemas de transilagem entre silos ou secadores de grãos) de transporte ao pé do elevador.

Art. 74° Para prevenir a acumulação de pó e carga eletrostática (causada pela fricção das caçambas metálicas), bem como, e fontes de ignição (motores de acionamento), deverá ser previsto:

a) projetar a instalação de sistemas de captação de pó ao longo do trajeto dos grãos, próximo à parte inferior do elevador, e um ou mais pontos dos dutos e na parte superior, junto ao sistema de acionamento.

b) projetar a instalação de um supervisor de alinhamento de elevador (sensor capacitivo), para efetuar a detecção de possíveis desvios axiais da correia, e também acoplado a sensores de velocidade (o mesmo que supervisor de diferencial de rotação – para detectar a patinação da correia, que é um foco de sobre-aquecimento) e a um sensor de obstrução instalado na saída do elevador.

c) prever e detalhar em projeto sobre dispositivos de detecção de faíscas/chamas e cilindros com agente supressivo de incêndio, os quais devem ser instalados em pontos dos elevadores onde haja maior concentração de pó (nos pontos onde haja o tombo da carga de grãos e nos locais de possível geração de centelhas e acúmulo de energia estática). Sua função é evitar a propagação de chamas para o exterior, (no caso de um principio de explosão em seu interior), reter o pó em chamas do interior, além de minimizar as pressões de detonação, com o conseqüente perigo de afetar outros equipamentos interligados.

CAPÍTULO XIII SETOR DE EXPEDIÇÃO - TULHAS

Art. 75° Prever sistemas de captação de pó e respiros na parte superior da cobertura da tulha, de forma a conseguir a equalização a pressão interna da tulha durante o processo de carga e descarga.

Art. 76° Prever sistema de detecção de faíscas e sistemas supressivos contra incêndios no setor de tulhas.



CAPÍTULO XIV

SISTEMAS DE ISOLAMENTO DE TUBULAÇÕES ÀS EXPLOSÕES

Art. 77º Em determinados casos, as explosões podem propagar-se através de tubos e de outros processos de ligações. Mesmo quando depósitos individuais encontram-se protegidos contra explosões ou outros meios, há o perigo potencial de chamas a altas pressões se propagarem para o interior de outras áreas resultando em labaredas de chamas e explosões com grandes conseqüências. Um estudo minucioso deve ser efetuado de modo que seja previsto em projeto um sistema de isolamento de explosões, o qual comanda as funções de detecção e controle iniciando o fechamento de uma válvula especial em milionésimos de segundos e bloqueia o percurso potencial de propagação de chamas.

CAPÍTULO XV

ALÍVIO DE PRESSÕES INTERNAS

Art. 78º O sistema deve ser projetado de forma para os casos em que não há possibilidade de instalação dos filtros de mangas são instalados dentro do ambiente fabril (quando não é possível deixá-lo fora da edificação) e, quando da ocorrência de um evento de surto de explosão em um filtro (de mangas ou outros sistemas).

Art. 79º O sistema de janelas de alívio é vedado em instalações internas pois em caso de ocorrência de uma explosão, as mesmas seriam rompidas, gerando na horizontal perpendicular a janela, um “jato” de fogo e pressão que pode atingir até 20 m de distância, que seria fatal para alguém ou outro equipamento que na área dessa trajetória. Por essa razão é vedado o uso de janelas de alívio dentro de prédios.

Art. 80º Algumas medidas devem ser tomadas a fim de que seja evitado esse tipo de incidente, como por exemplo:

- a) instalar um duto horizontal (com no máximo 3 m de extensão) junto com a janela de alívio para conduzir esta explosão para fora da edificação;
- b) este equipamento seja instalado o mais próximo a parede;
- c) possibilidade de instalação de um dispositivo abafador sobre a janela de alívio, de forma a suprimir o efeito da liberação da explosão, sendo que as chamas ficarão contidas dentro do abafador, deixando sair apenas os gases sem a irradiação.

CAPÍTULO XVI

SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE FAÍSCAS

Art. 81º O sistema de detecção e extinção de faíscas é fundamental para gerenciar o risco de um incêndio ou ignição de uma explosão, cuja causa seja originada pelas faíscas e partículas quentes que são transportadas através de um sistema coletor de pó combustível.

Art. 82º Nas tubulações e equipamentos devem ser instalados Detectores Infravermelhos, onde faíscas e partículas são primeiramente localizadas e então extintas por pulverização de água (ou agente inerte) a jusante do ponto de detecção, de forma que a operação do sistema seja totalmente

automática.

Art. 83° Os detectores instalados na parede das canalizações e dutos de processo, a jusante da fonte de faíscas ou partículas, monitoram continuamente a presença de energia próxima ao nível da área infravermelha. Os sensores de alta resposta têm um campo de visão de 120° de amplitude e quando da recepção de um sinal de alarme de um ou mais sensores do sistema, a unidade de controle do Sistema de Detecção e Extinção de imediato ativa circuito da válvula de controle eletromagnético para a pulverização de água (ou agente inerte) a jusante.

Art. 84° O sistema de controle, juntamente com os sensores de apoio e unidades de pulverização de água devem ser certificados para uso em área de trabalho com poeira. O emprego e utilização de fiação no local é mínima de maneira a permitir que o pessoal da planta tenha acesso ao status do equipamento diretamente. No caso do acionamento do alarme, o operador pode ver diretamente qual setor está em risco.

Art. 85° O fornecimento de monitoramento externo opcional pode atender a vários sistemas de detecção e extinção de faíscas. Os componentes críticos do sistema de detecção e extinção de faíscas ficam submetida a vigilância monitorada pela unidade de controle para garantir uma operação confiável.

CAPÍTULO XVII EMPREGO DE CORPOS INERTES EM DUTOS E TUBULAÇÕES NA PLANTA INDUSTRIAL

Art. 86° As explosões de poeiras podem ser prevenidas com o emprego de gases ou poeiras inertes, os quais reduzem a concentração de oxigênio no interior do prédio, de maneira que não haja propagação de chama através da nuvem de pó. O gás inerte é eficaz na prevenção das explosões de pós, uma vez que dilui o O₂ a uma concentração muito baixa.

Art. 87° Para o detalhamento em projeto dois tipos de sistemas de corpos inertes conhecidos poderão ser empregados: os frágeis e os pressurizados.

Art. 88° Sistemas Frágeis: são constituídos por depósitos de fina parede no qual se introduz uma carga explosiva, que é detonada pelo sensor. Como o recipiente não é pressurizado, é a carga explosiva que rompe as paredes e expande a carga supressora.

Art. 89° Sistemas Pressurizados: extintores de grande velocidade de descarga contém agente supressor sob pressão de Nitrogênio. A abertura é por carga explosiva, é mais lento que o frágil, porém adequado para pressões médias ou lentas.

CAPÍTULO XVIII AGENTES SUPRESSIVOS

Art. 90° Quando do acontecimento de uma explosão de pó, em ambientes confinados, produtos gasosos são formados com a liberação de calor, fazendo aumentar a temperatura do ar contido no recinto. Os gases expandem-se ao se aquecerem, exercendo pressões crescentes no espaço circundante, e quanto mais resistentes forem os corpos dos espaços circundantes, maiores serão os efeitos das explosões, a menos que existam áreas de alívio suficientes no dispositivo para enfim conseguir realizar a evacuação dos gases quentes antes que atinjam níveis de pressão destrutivas.

Art. 91° Para esses locais, um sistema de alívio adequado deve ser adequadamente projetado,

para saída dos gases formados, a baixa pressão, preferencialmente para áreas abertas e seguras (sistemas de atmosferas inertes ou instalação de supressores automáticos), de modo a evitar os danos subsequentes.

Art. 92º Os supressores de incêndio devem ser compostos por um sistema formado por detectores de pressão ou de chamas e um agente extintor confinado e submetido a pressão contínua. O sistema passa a funcionar, quando um detector do sistema é acionado quando da presença de uma chama, onde o sistema de disparo é acionado através da abertura de uma válvula de derrama no setor onde ocorreu o evento. Uma quantidade de produto gás inerte ou pó químico, é lançado de maneira a inundar esse ambiente, ocupando o espaço do oxigênio do local, evitando sua propagação do incêndio nos demais locais da edificação.

CAPÍTULO XIX DISCOS OU JANELAS DE RUPTURA (SOPROS)

Art. 93º Prever a instalação de discos e/ou janelas de ruptura (janelas de alívio) para a rede de dutos (de grande seção) condutores de gases e poeiras inflamáveis, a instalação de discos e/ou janelas de rupturas (janelas de alívio). O princípio de funcionamento em caso de um sinistro, consiste no rompimento das janelas de alívio, liberando as pressões diretamente para a atmosfera externa e reduzindo os efeitos deixando queimar os mesmos até sua extinção.

Art. 94º Todo o circuito na planta industrial deve ser estudado com critério, a fim de se verificar a necessidade de usar posteriormente um agente supressor para impedir a continuidade das explosões subsequentes no caminho da rede.

Florianópolis, de setembro de 2014.

MARCOS DE OLIVEIRA
Cel BM Cmt Geral do Corpo de Bombeiros Militar

ANEXOS

A - Terminologias Específicas.

B - Detalhes

Detalhe 1 - Sistema de Fluxo Operacional de uma Indústria Armazenadora e Manipuladora de Grãos

Detalhe 2 – Silos verticais e horizontais

Detalhe 3 - Setor de recebimento e balança para pesagem das cargas

Detalhe 4 – Setor da moega com tombador de carga para caminhões

Detalhe 5 – Galeria subterrânea com esteira de transporte de grãos e redler de transferência de grãos (sem a tampa de cobertura)

Detalhe 6 – Máquinas de limpeza de grãos com circuito aberto

-
- Detalhe 7** – Secador de grãos e fornalha
- Detalhe 8** – Sistemas de elevadores de grãos de cereais
- Detalhe 9** – Setor de expedição de cargas - tulhas
- Detalhe 10** – Dispositivos supressivos de proteção em filtros manga
- Detalhe 11** – Janelas de ruptura (sopros), janelas de ruptura em tubulações e janelas de ruptura em silos
- Detalhe 12** – Sistema de bloqueamento de isolamento mecânica de explosões em dutos
- Detalhe 13** – Sistema de detecção e extinção de faíscas e detectores de faíscas aplicados a um conjunto de dutos horizontais
- Detalhe 14** – Sistema supressivos para elevadores

ANEXO A

Terminologias Específicas

Agente supressivo: envolve a extinção de chama de alta velocidade por meio da detecção e supressão da deflagração (com a dispersão de agentes extintores no ambiente) antes que sejam criadas pressões destrutivas;

Alívio de pressões internas: são sistemas onde geralmente são empregados janelas de alívio (para conduzir a explosão para fora da edificação) ou por instalações equipamentos abafadores, de forma a suprimir o efeito da liberação da explosão, onde as chamas ficam contidas dentro do abafador, deixando sair apenas os gases sem a irradiação;

Discos ou janelas de ruptura: também chamadas de janelas de alívio, o sistema é composto por membrana que fornecem uma área de alívio para uma pressão específica, onde em caso de sinistro liberam as pressões diretamente para o ambiente externo;

Elevador de canecas (transportador): equipamentos para efetivam a elevação dos grãos dos diversos setores da indústria. Eleva os produtos a grandes alturas que podem variar de 30 a 90 metros;

Eletricidade estática: ocorre entre dois objetos em contato, sendo que as cargas elétricas são produzidas quando eles estão separados. Quando a carga aumentar, esta desenvolverá energia suficiente para centelhar para um objeto aterrado ou menos carregado que se encontre próximo;

Esteiras: cintas transportadoras para transferências dos grãos, como por exemplo do setor das moegas para os elevadores;

Fornalha: local instalado para a queima de lenhas ou outro combustível, para fornecer ao secador o calor necessário para a secagem dos grãos;

Galeria subterrânea: túnel onde são instalados esteiras transportadoras e redlers para a transferência dos grãos;

Isolação mecânica da explosão: sistemas empregados em tubulações, onde quando do início de uma deflagração de explosão, a mesma é detectada e inicia o fechamento (em milionésimos de segundos) de uma válvula especial e bloqueia o percurso potencial de propagação de chamas;

Máquinas de limpeza: equipamentos destinados a efetuar a separação de resíduos mais grosseiros contidos nos cereais;

Moegas: compartimento para a descarga dos grãos;

Redlers: equipamentos transportadores constituídos por uma calha aberta ou fechada por onde o produto é transportado (arrastado) por meio de uma ou mais correntes propulsora(s) dotada(s) de taliscas arrastadoras. Geralmente trabalha com a corrente de arraste imersa no produto transportado;

Secador: equipamento que produz o calor necessário para reduzir o teor de umidade dos grãos até o grau de umidade adequado para o armazenamento e conservar a sua qualidade;

Silos: unidades armazenadoras de produtos agrícolas (grãos de cereais), caracterizados por silos verticais e horizontais (graneleiros);

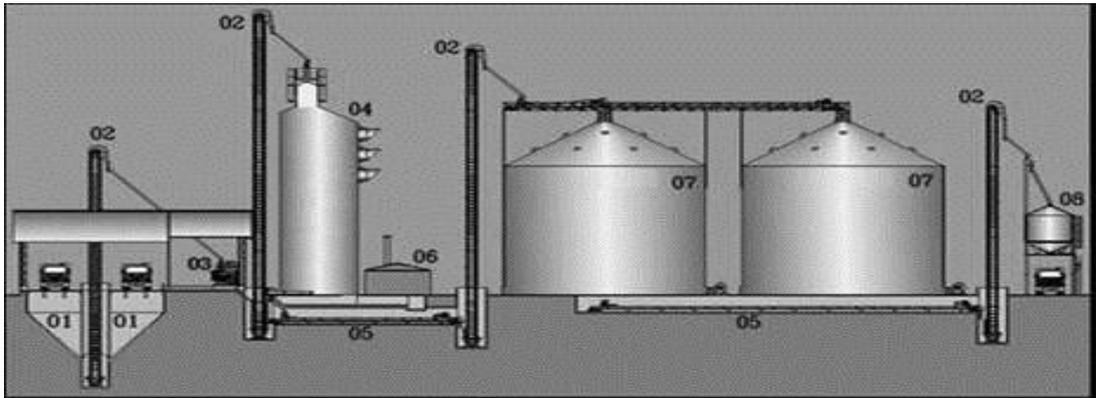
Silo de expedição de grãos – Tulhas: são equipamentos utilizados para a expedição rodoviária ou ferroviária;

Sistema de detecção de faíscas: são equipamentos detectores instalados no interior de tubulações, onde faíscas são primeiramente localizadas e então extintas por pulverização de água ou outro agente extintor;

Tombadores: elevadores hidráulicos para os caminhões realizar a descarga dos produtos agrícolas.

ANEXO B – DETALHE 1

Sistema de Fluxo Operacional de uma Indústria Armazenadora e Manipuladora de Grãos



- Moega, representada no nº 01;
- Elevador transportador vertical dos grãos, correspondente ao nº 02;
- Máquina de pré-limpeza, correspondente ao nº 03;
- Secador, representado no nº 04;
- Transportador horizontal dos grãos, correspondendo ao nº 05;
- Fornalha queimador de lenhas ou outro combustível, representada no nº 06;
- Silo de armazenagem de grãos, correspondente ao nº 07;
- Silo de expedição de grãos, correspondendo ao nº 08.

ANEXO B – DETALHE 2

SILOS VERTICAIS



SILOS HORIZONTAIS

SILOS HORIZONTAIS



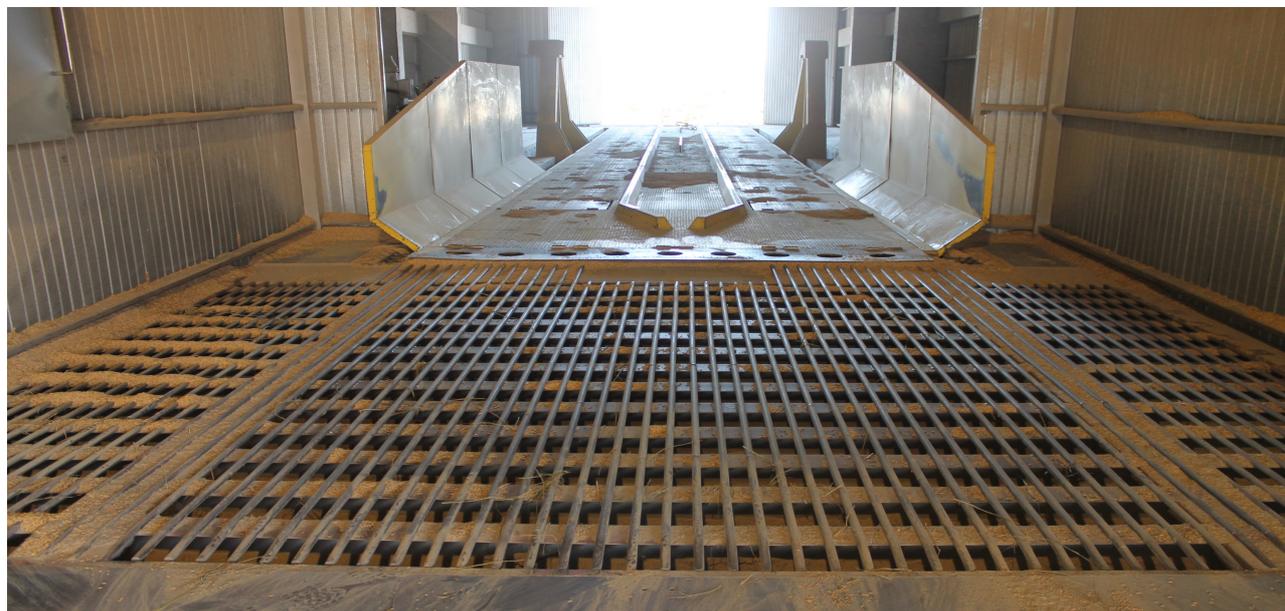
ANEXO B – DETALHE 3

SETOR DE RECEBIMENTO E BALANÇA PARA PESAGEM DAS CARGAS



ANEXO B – DETALHE 4

SETOR DA MOEGA COM TOMBADOR DE CARGA PARA CAMINHÕES

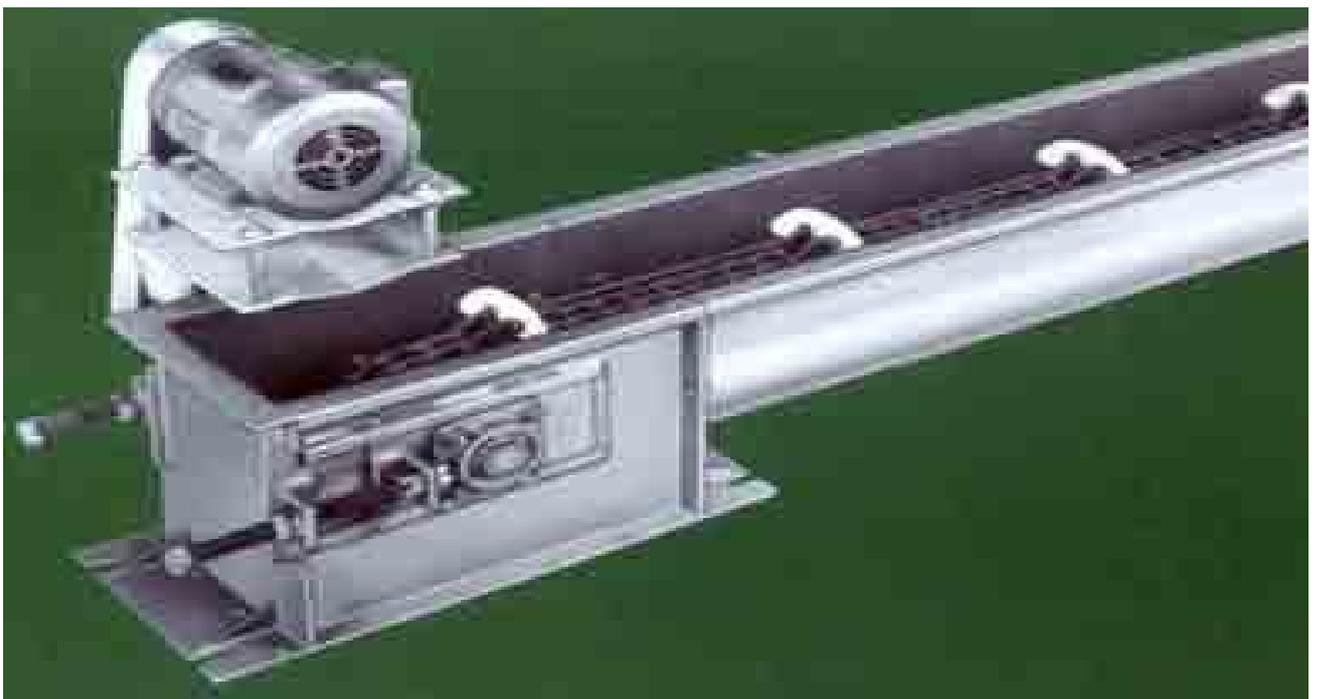


ANEXO B – DETALHE 5

GALERIA SUBTERRÂNEA COM ESTEIRA DE TRANSPORTE DE GRÃOS



REDLER PARA TRANSFERÊNCIA DE GRÃOS (SEM A TAMPA DE COBERTURA)



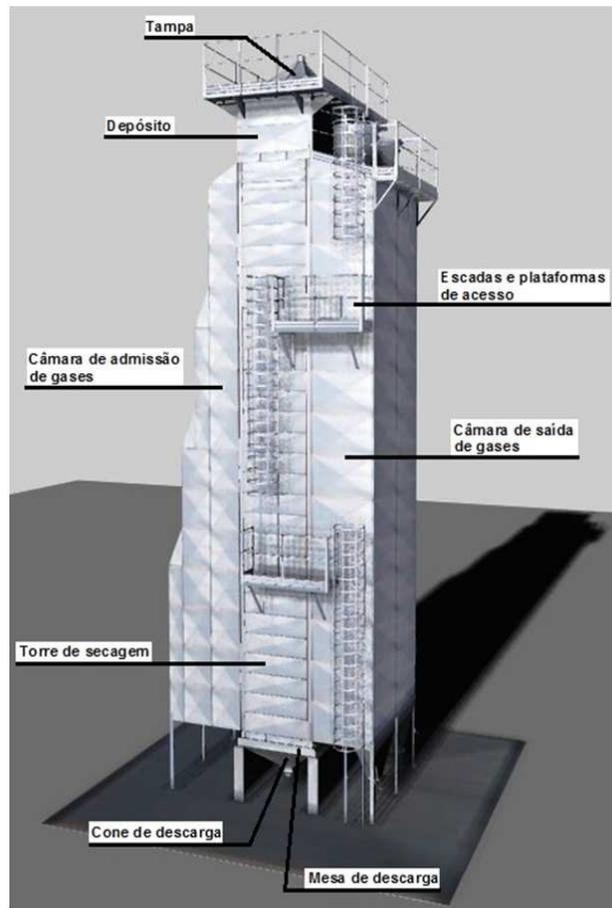
ANEXO B – DETALHE 6

MÁQUINAS DE LIMPEZA DE GRÃOS COM CIRCUITO ABERTO



ANEXO B – DETALHE 7

SECADOR DE GRÃOS



FORNALHA



ANEXO B – DETALHE 8

SISTEMAS DE ELEVADORES DE GRÃOS DE CEREAIS



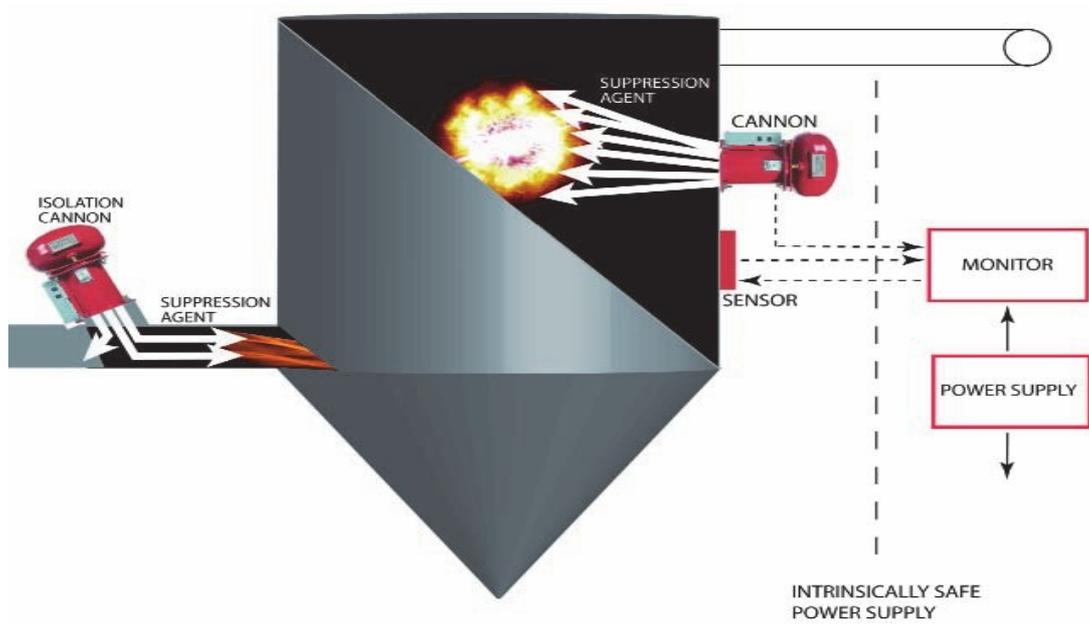
ANEXO B – DETALHE 9

SETOR DE EXPEDIÇÃO DE CARGAS - TULHAS



ANEXO B – DETALHE 10

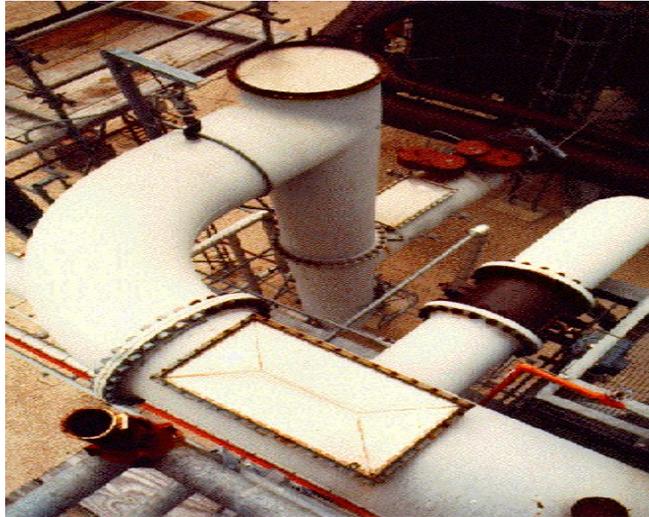
DISPOSITIVOS SUPRESSIVOS DE PROTEÇÃO EM FILTROS MANGA



ANEXO B – DETALHE 11

JANELAS DE RUPTURA (SOPROS)

JANELAS DE RUPTURA EM TUBULAÇÕES



JANELAS DE RUPTURA EM SILOS



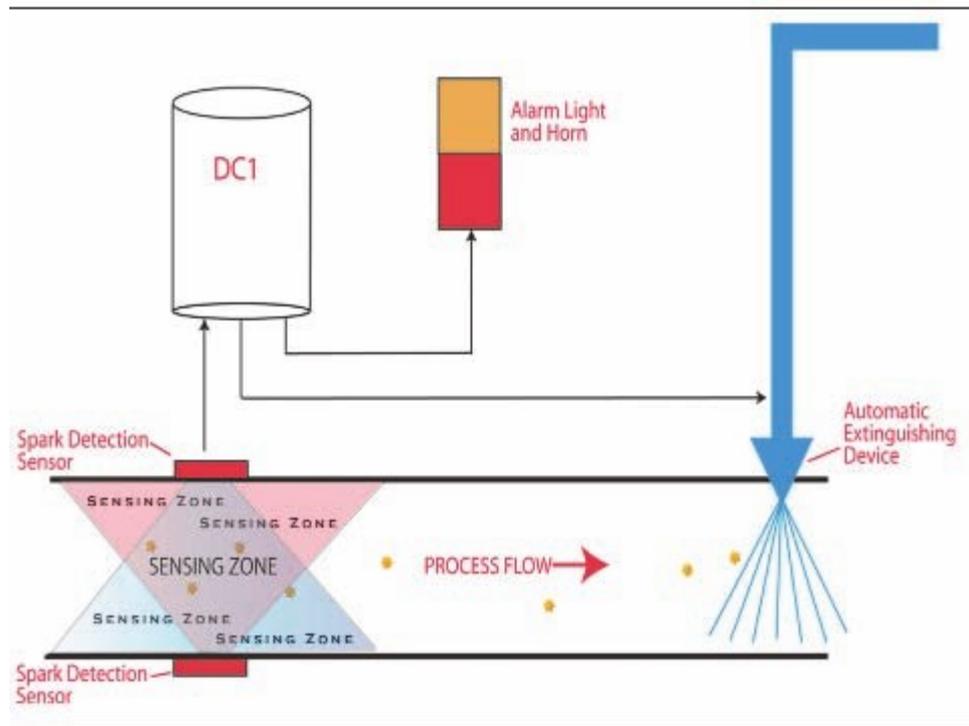
ANEXO B – DETALHE 12

SISTEMA DE BLOQUEAMENTO DE ISOLAÇÃO MECÂNICA DE EXPLOSÕES EM DUTOS

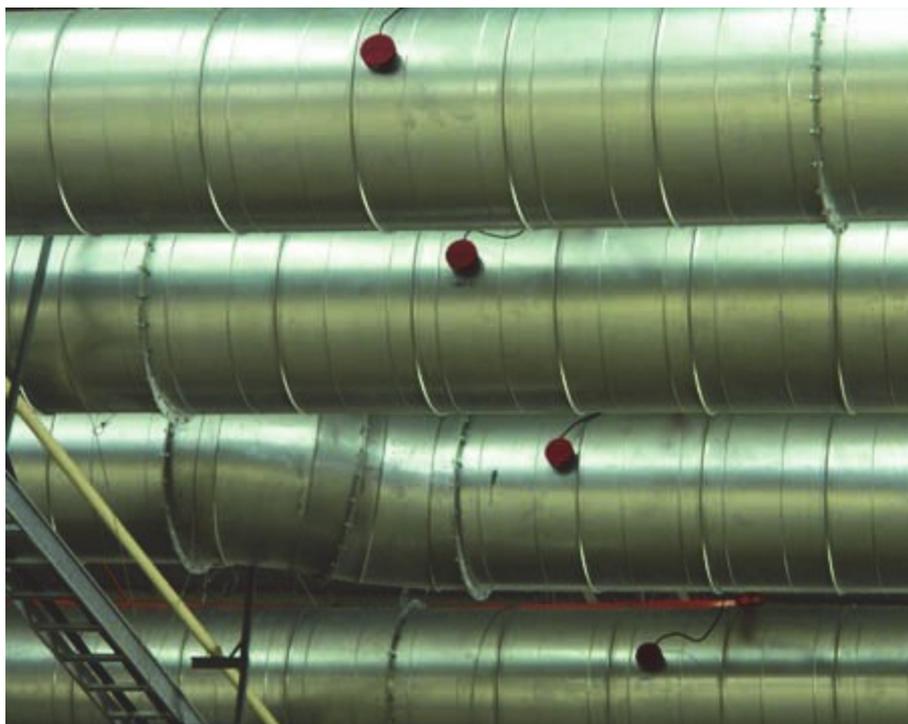


ANEXO B - DETALHE 13

SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE FAÍSCAS

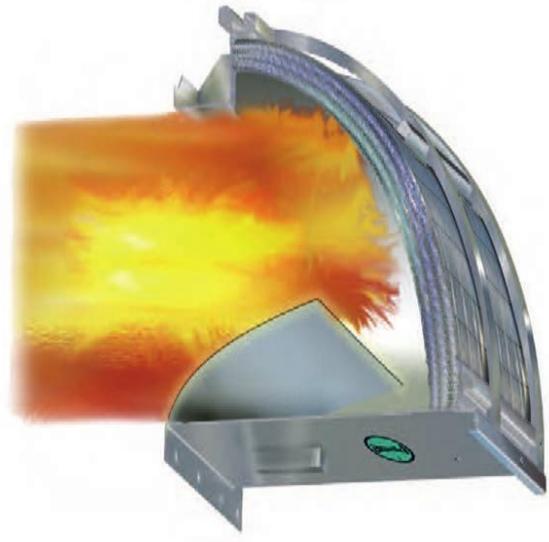
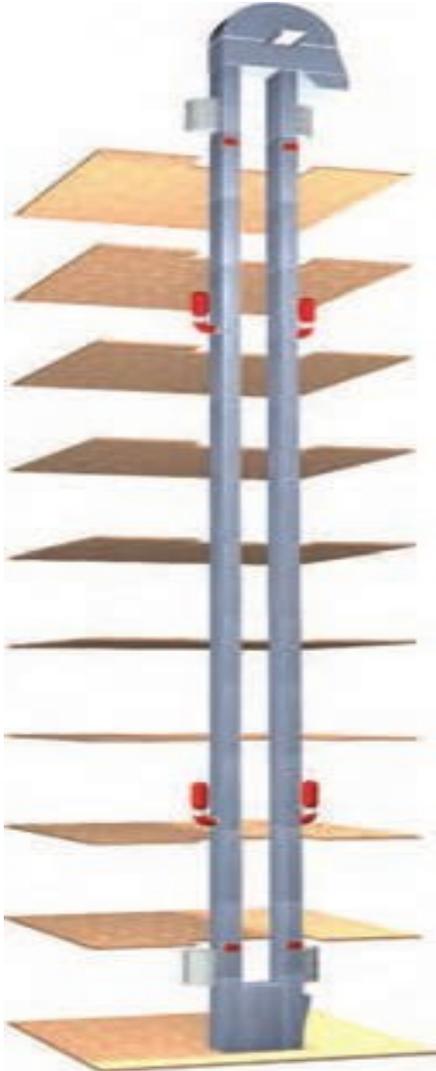


DETECTORES DE FAÍSCAS APLICADOS A UM CONJUNTO DE DUTOS HORIZONTAIS



ANEXO B – DETALHE 14

SISTEMA SUPRESSIVOS PARA ELEVADORES



ANEXOS

6. ANÁLISE DE UM MODELO SIMULADO:

Um dos locais mais suscetíveis a eventos desastrosos nas plantas de grãos são os túneis subterrâneos, com a movimentação e transporte dos cereais sob as moegas de grãos. Nestes, estão localizados os transportadores responsáveis pelo recolhimento do cereal e seu destino à planta. Durante a movimentação e as mudanças de direção, os grãos se fragmentam, gerando, pelo atrito entre eles, uma poeira muito fina e muito inflamável. Este é o local onde mais ocorrem acidentes com explosões nas plantas da agroindústria. Isto ocorre porque tais indústrias não estão providas de equipamentos de controle de emissões aéreas localizadas, e o pó gerado com o tempo vai se depositando sobre as estruturas, o piso e as paredes. Quando movimentado e em presença de calor, pode evoluir para explosões.

6.1. Simulação de uma Explosão com Poeiras de Cereais.

Este exemplo visa levar ao leitor o conhecimento de situações que, quando ocorrem, provocam estragos imensos e até a morte de ocupantes. O modelo testado representa um túnel de moega de grãos com dimensões usuais. A conclusão deste exemplo visa conduzir o leitor aos valores das explosões causadas pelo crescimento das ondas geradas e contidas pelo túnel.

Como dimensões, adotaremos um túnel de movimentação com 2 m de altura por 1,5 m de largura por 30 m de comprimento, localizado sob as moegas, a uma profundidade que varia de 6 a 20 m.

Para caracterizar bem nosso exemplo e suas consequências, adotaremos quatro tipos de poeiras, comuns nestas plantas da agroindústria: **arroz, milho, soja e trigo**.

Os dados informados na tabela N.º I, em negrito, foram retirados das tabelas anexas a este trabalho, da NFPA no item 6.5.4. tabela de poeiras explosivas.

Dados:

Túnel de descarga da moega com: **2 x 1,5 x 30 m.**

Volume interno do túnel = **90 m³**

Área interna das paredes do túnel = **210 m²**

Peso de Mat. = Material necessário para uma explosão = Conc. x v.

Observar que este volume é considerado em toda extensão do túnel, e embora parecendo muito é um valor muito aquém dos que se encontram depositados ao longo do tempo.

Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas R4.

arroz = 50,3 x 90 = 4527grs. ou 5,57 kg. de pó por explosão.
 milho = 25 x 90 = 2250 grs. ou 2,25 kg. de pó por explosão.
 soja = 35,5 x 90 = 3195grs. ou 3,195 kg. de pó por explosão.
 trigo = 65 x 90 = 5850grs. ou 5,87 kg. de pó por explosão.

P.int. = Pressão interna exercida no sistema pela explosão = Pmp. x 10 = Kg/m²

P.par. = Pressão exercida nas paredes durante a explosão = Pmp. x S/ 1000 = Toneladas Força sobre a superfície do túnel

P.h. = Pressão da explosão sobre o homem com S=1m² = Pmp./ 1000 = Toneladas Força exercida sobre um operário envolvido no evento.

6.2. Tabelas de referência do fenômeno causado pelos poeiras dos quatro grãos simulados.

Tipo de pó	-	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	°C	Joules	Gr./m ³
	ie	si	ge	Pmp	Vmp	T	E	Conc.
Arroz	0,3	0,5	0,5	3,3	49	510	0,10	50,3
Milho	6,9	2,3	3,9	5,27	218,15	480	0,04	25
Soja	0,7	0,6	1,1	6,6	56	550	0,10	35,5
Trigo	2,6	1,0	2,6	6,43	154,8	500	0,06	65

Tabela I

	Kg.	kg./m ²	Ton.	Ton.			
Tipo de pó	P.mat.	P.int.	P. par	P.h.	ie	si	ge.
Arroz	5,6	33	6930	33	M	M	M
Milho	2,25	52,7	11067	74	F	F	MF
Soja	3,2	66	13860	66	M	M	F
Trigo	5,9	64,3	13503	68	F	F	MF

Tabela II "Efeito das explosões do exemplo"

Tipo da Explosão	ie.	si	ge.
(P) Pequena	< 0,1	< 0,2	< 0,5
(M) Moderada	0,1 - 1,0	0,2 - 1,0	0,5 - 1,0
(F) Forte	1,0 - 10	1,0 - 5,0	1,0 - 2,0
(MF) Muito forte	> 10	> 5,0	> 2,0

Tabela III, "definição para análise comparativa", parâmetros de comparação.

6.3. Conclusões

3.1. Ordem De Grandeza Dos Produtos.

Comparando os nossos valores com os índices da tabela parâmetro, temos que: "ie" (índice de explosividade) sequência em ordem crescente: arroz, soja, trigo e milho.

"si" (sensibilidade de ignição) sequência em ordem crescente: arroz, soja, trigo e milho.

Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas R4.

"ge" (grau de explosividade) sequência em ordem crescente: arroz, soja, trigo e milho.

Concluindo que o pó de milho é o que produz efeitos mais catastróficos no túnel analisado, seguido pelo trigo, pela soja e pelo arroz (menor índice), lembrando que mesmo assim causam resultados significativos.

Na tabela acima indicamos a quantidade mínima de pó para uma explosão, porem com sabemos o material dentro do túnel depositado ou no piso, era muita vezes superior, desta feita embora todo ele não tenha participado da explosão, evolui ao final para incêndio ate sua extinção.

A tabela I apresenta a compilação dos dados conforme as tabelas de propriedades dos cereais, anexa a este trabalho (item 6.5.4);

A tabela II retrata nosso exemplo para as situações adotadas; e

A tabela III compara os dados e indica, para cada produto, seu grau de segurança, a ser observado na proteção.

6.4. Efeitos Nos Trabalhadores Presentes no Túnel.

Antes de tecermos nossos comentários, anexamos a esta um quadro resumo dos efeitos das explosões nos elementos envolvidos em sinistros quando presentes no local do sinistro, e de se notar, que invariavelmente acontecem óbitos pelas diversas situações elencadas na sequencia, e objeto de investigações pós sinistros nestes tipos de atividades.

Abaixo informamos as consequências que sofreriam os trabalhadores que estivessem presentes no túnel quando da explosão.

6.4.1. Efeito De Explosões Sobre Os Trabalhadores Presentes.

Pressão (Bar)	Para Pessoas	
0,35	3500 mmCa	Limite ruptura tímpano
0,70/0,85	7000 a 8500 mmCa	Limite danos nos pulmões
1,05/1,4	10500 a 14000 mmCa	Ruptura tímpano 50% casos
2,11/2,95	21100 a 29500 mmCa	Limite mortal
2,95/4,00	29500 a 40000 mmCa	Morte 50% dos casos
4,0/5,0	40000 a 50000 mmCa	Morte 100% dos casos

Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas R4.

6.5. Consequências.

Em nosso exemplo, com pressões internas de até 3,3 kg/cm² ou 30000 mmCa, teríamos a morte de 50% dos envolvidos na planta de arroz; nas demais, todos morreriam.

6.5.1. Danos Ao Patrimônio.

Efeito De Explosões Em Estruturas

PRESSÃO (bar) Efeito em

<0,07	700 mmCa	Quebra de vidros
0,07/0,150	700 a 1500 mmCa	Destruição de galpões
0,15/0,250	1500 a 2500 mmCa	Remoção de batentes
0,20/0,30	2500 a 3000 mmCa	Esmagamento de tanques
0,35/0,50	3000 a 5000 mmCa	Ruptura de estruturas de madeira
0,50/0,90	5000 a 9000 mmCa	Destruição de prédios
0,90/2,00	9000 a 20000 mmCa	Ruptura de estruturas de concreto

Nesta planilha, face às pressões atingidas às edificações ao final, e como se demonstra acima, os elementos da indústria envolvida foram destruídas de forma irremediável.

6.5.2. Processos e Origens de Acidentes Recentes.

PROCESSO	%	FONTE	%
Armazenagem	21,3	Faísca metálica	29,6
Moagem	13,1	Ptos. incandescentes	9,3
Transport. mecânicos	11	Desc. eletrostática	9,3
Filtragem	11	Fricção	8,9
Secagem	8,6	Chama aberta	8,2
Combustão	6,2	Superfícies aquecidas	6,5
Mistura	5,2	Autocombustão	5,8
Polimento, Revto.	5,2	Soldagem	8,2
Outros	18,6	Outros	14,1
Total	100%	total	100%

6.5.3. Da Simulação.

No nosso exemplo prático, todos os materiais analisados seriam catastróficos para as edificações, equipamentos e participantes do evento, confirmando o acidente ocorrido por ocasião do trabalho pericial.



REMBE® ALLIANCE

**Continuous Excellence
in Safety and Control**



Engineered
and Manufactured
in Germany





Sarah Brügger
Sales Assistant
Explosion Protection Department
sarah.bruegger@rembe.de
T +49 (0) 29 61 / 74 05 - 116
...since 2005 at REMBE®



Nadja Trubnikow
Sales Assistant
Explosion Protection Department
nadja.trubnikow@rembe.de
T + 49 (0) 29 61 / 74 05 - 123
...since 2008 at REMBE®



Mariana Becker
Sales Assistant
Explosion Protection /
Projects + Expansion Department
mariana.becker@rembe.de
T + 49 (0) 29 61 / 74 05 - 124
...since 2010 at REMBE®



Claire Lloyd
Business Development Europe
claire.lloyd@rembe.co.uk
T +44 (0) 191 469 88 56
...since 2012 at REMBE®

Conventional Explosion Venting with Explosion Panels





EX-GO-VENT

The EX-GO-VENT incorporating bionic structures guarantees extraordinary stability to suit most standard applications. Unlike other manufacturers' options, the EX-GO-VENT is NOT torque dependent during installation. Typically, mounting is directly made onto walls or round-shaped equipment, e. g. cyclones, filters, silos, etc.



EX-GO-VENT-HYP

This flat bursting disc EX-GO-VENT-HYP has been especially developed for hygienically demanding applications found in the industries of food processing and pharmaceuticals. The smooth surfaces, in connection with the patented, full surface and tapered sealing concept, enable the implementation of these special bursting discs in previously critical plants such as spray-dryers with/without wet cleaning, fluidized bed dryers, filters and mixers. To ensure a wide-spread acceptance of the application in operational practice, the design of the EX-GO-VENT-HYP is based on the strict criteria of EHEDG (European Hygienic Engineering & Design Group).



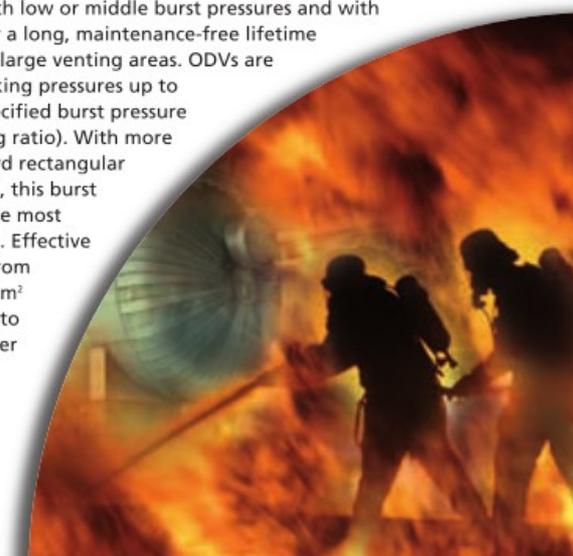
EDP

The single-layer EDP explosion panel is recommended for protection against fluctuating working pressures. The domed construction provides high stability up to a pressure of 80 %. The rated breaking points (Pat. No. EP 07 73 393) are integrated within the mounting frame. The domed construction also greatly reduces contamination. Sterility and cleaning is simplified (SIP/CIP Cleaning).



ODU / ODV

The domed triple-section burst discs are mainly used for applications with low or middle burst pressures and with the demand for a long, maintenance-free lifetime combined with large venting areas. ODVs are applied to working pressures up to 80 % of the specified burst pressure (80 % operating ratio). With more than 70 standard rectangular and round sizes, this burst disc design is the most all-purpose one. Effective venting areas from 0.05 m² up to 2 m² (77.5 sq inch up to 3,100 sq inch) per burst disc are available.





Roland Bunse
Head of Explosion Protection
Department / Product Manager
roland.bunse@rembe.de
T +49 (0) 29 61 / 74 05 - 112
...since 1994 at REMBE®



Klaus Meichle
Sales Engineer
Explosion Protection Department
klaus.meichle@rembe.de
T + 49 (0) 29 61 / 74 05 - 119
...since 2010 at REMBE®



Andre Häger
Project Engineer /
Product Manager
Explosion Protective Systems
epd@rembe.de
T +49 (0) 29 61 / 74 05 - 129
...since 2012 at REMBE®



Johannes Lottermann
Head of Projects + Expansion
Department
Senior Consultant
Explosion Protection
johannes.lottermann@rembe.de
T + 49 (0) 29 61 / 74 05 - 122
...since 2010 at REMBE®

Indoor Explosion Venting Systems with Flame Absorber and Dust Retainer



Q-Rohr®-3

The patented REMBE® Q-Rohr®-3 consists of a special stainless steel mesh construction and an integrated REMBE® bursting disc. An integrated controller keeps the plant personnel informed about full operation.

In case of emergency, flames are extinguished and pressure and noise are reduced to negligible levels. No burned or unburned dust passes through. Even the surface temperature (< 90° C / 194° F) is cooled down to a minimum.

**REMBE®
invented
Flameless
Venting**



NFPA Compliant

Pat.-Nos. DE 38 22 012
US 7,905,244

**Certified according to
EN 16009**



**The
Original**



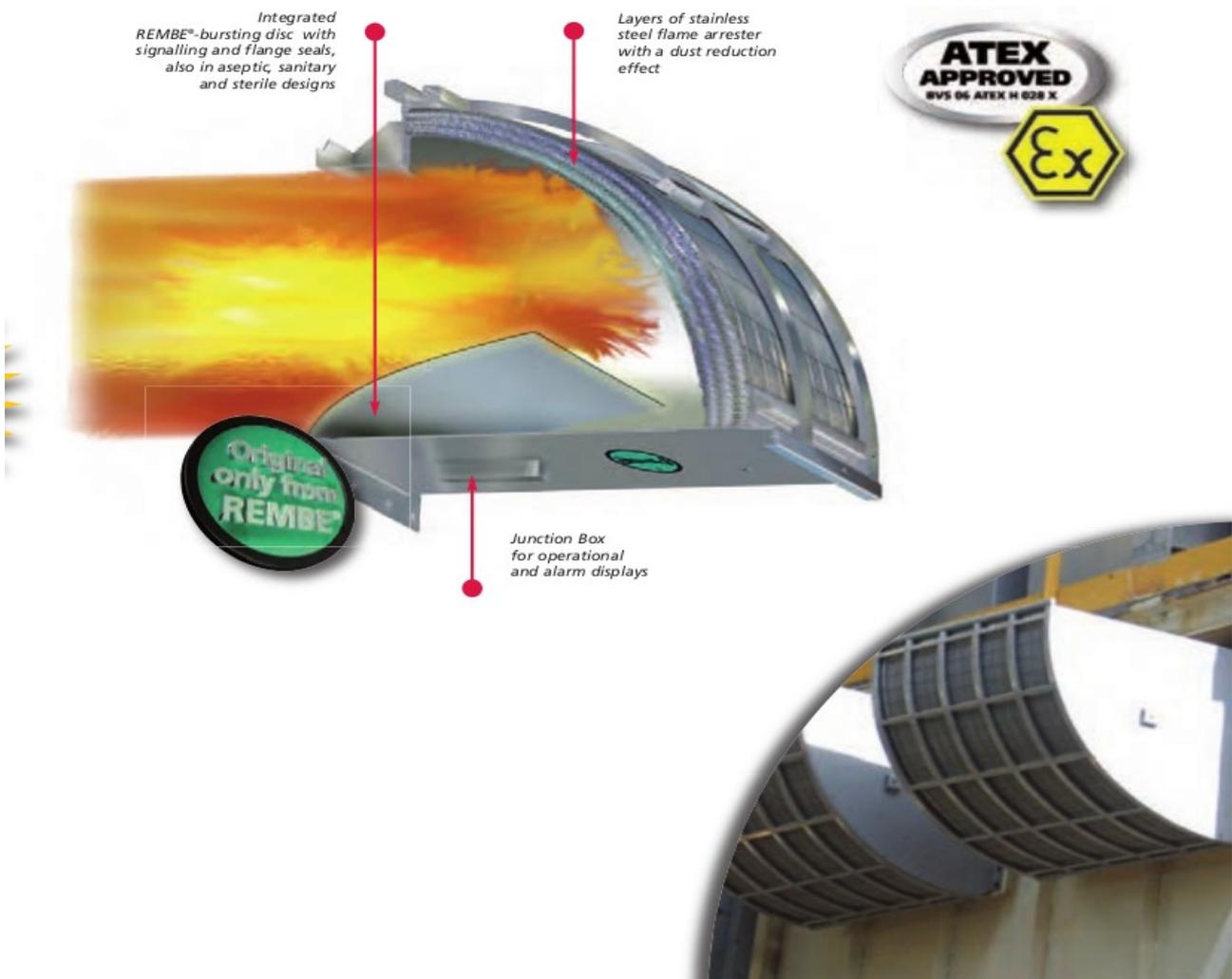
Q-Box II in two standard sizes

Explosion venting with flame absorber

Flamebreaker **Q-Box II**

The Q-Box II flame-reduced explosion vent can be used to great effect either outdoors or indoors. When used indoors, it dispenses with the headaches of positioning complex, cumbersome and expensive vent ducting.

The Q-Box II provides low pressure resistance, effectively eliminating flame and heat emissions, and thereby allowing easy indoor installation and positioning of relevant machinery.



Explosion isolation

Q-Bic

Plant components with constructive explosion protection regime are often interconnected via big pipes or rectangular shafts with further apparatus. If these pipes or shafts convey combustible dusts or bulks the single apparatus have to be isolated against explosions. This way the explosion spreading in further plant components is prevented as explosions are forwarded by flames but not by shock waves.

The Q-Bic explosion isolation system extinguishes the flame front of the explosion which prevents the ignition of the flame jet with pre-compressed pressure in further apparatus. Compared with other systems, e.g. explosion barrier slide valves, the operational cost are considerably lower.



EXKOP® II

The EXKOP® system provides safe, economic and easy explosion, spark and flame front isolation. The quench valves protect interconnected equipment by high speed closure of a fast-acting rubber hose. The valve is triggered by any signal available. The complete system is failsafe due to an integrated pressure storage tank and a self-monitoring controller. In case of explosion, plant personnel can reset the EXKOP® system quickly and easily after inspection. Plant downtime is reduced to a minimum.



EXKOP® MINI

The EXKOP®^{MINI} has especially been developed for applications with 1-2 pinch valves. Two separate inputs (burst panels, Q-Rohr®, spark detectors, etc.) can be combined with two QV II valves. The use of the system is one-button simple and is designed for easy handling.

Q-FlapCompact II / Q-Flapcompact II Plus

With the non-return explosion valve series Q-FlapCompact II, explosions in virtually all industrial sectors can effectively be isolated. The Q-FlapCompact II is certified as an autonomous protective system according to EU guideline 94/9/EC (ATEX 114) and is approved for decoupling enclosures containing organic and inorganic dusts.



The Q-FlapCompact II is suitable for horizontal aspiration lines with a max. K_{St} value of 300 bar (4,350 psig) x m/s and 0.7 bar (10.15 psig) excess pressure.



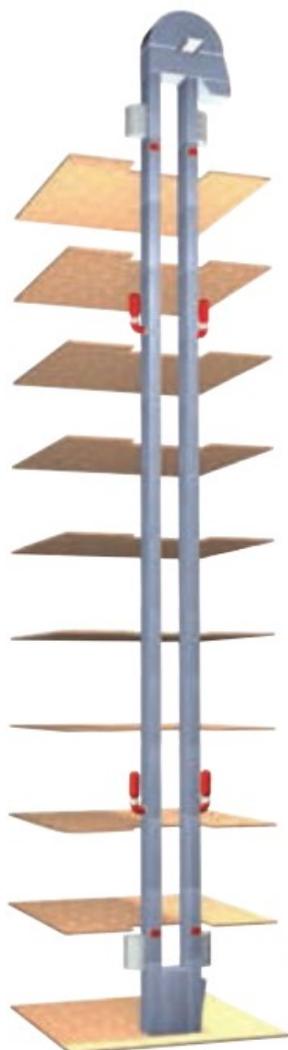
Explosion suppression



Q-Bic

Plant components like silos, mills, filters, collectors, mixers or dryers, in which combustible dusts or bulks are processed, conveyed or stored are hazardous in case of sufficient fine dust. If ignition sources cannot reliably be excluded constructive and efficient explosion protection solutions are required.

With use of the Q-Bic suppression system the starting explosion is rapidly detected by the redundant p-RED detectors and the explosion flame is extinguished due to the prompt blowing out of dry powder in the endangered area. It extinguishes the explosion at the point of ignition. The explosion cannot be discharged to the outside atmosphere. Q-Bic is especially suitable for applications with toxicant materials, which might not be released in case of explosion.



Explosion Protection for Conveyor Systems

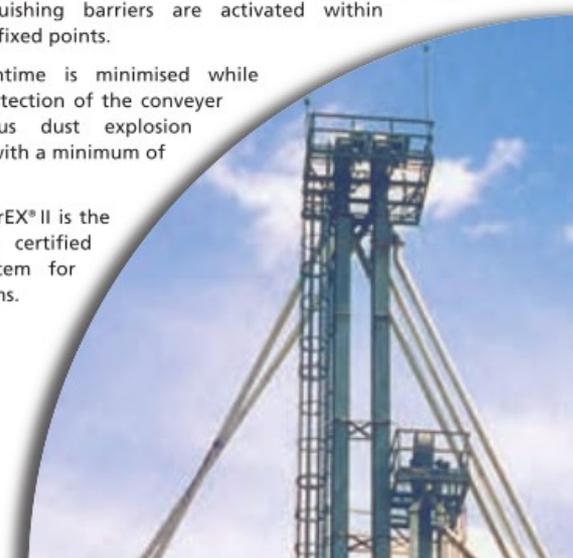
ElevatorEX® II

The improved explosion protection system of ElevatorEX® II for bucket elevators, drag conveyors and transportation systems distinguishes itself by combining a variety of different proven features.

Critical components on the elevator's foot and head are protected by maintenance-free relief devices such as Q-Box II or bursting discs. Infrared detectors sense possible ingress of a flame front into the elevator shafts, feed openings or discharge chutes. Extinguishing barriers are activated within milliseconds at fixed points.

Plant downtime is minimised while maximising protection of the conveyor from disastrous dust explosion consequences with a minimum of investment.

The ElevatorEX® II is the only globally certified protection system for conveyor systems.





REMBE® GMBH
SAFETY+CONTROL



KERSTING GMBH
SAMPLING+GROUNDING



REMBE®
FIBRE FORCE GMBH

Gallbergweg 21
59929 Brilon / Germany
T+ 49 (0) 29 61 - 74 05 - 0
F+ 49 (0) 29 61 - 5 07 14
sales@rembe.de
www.rembe.de





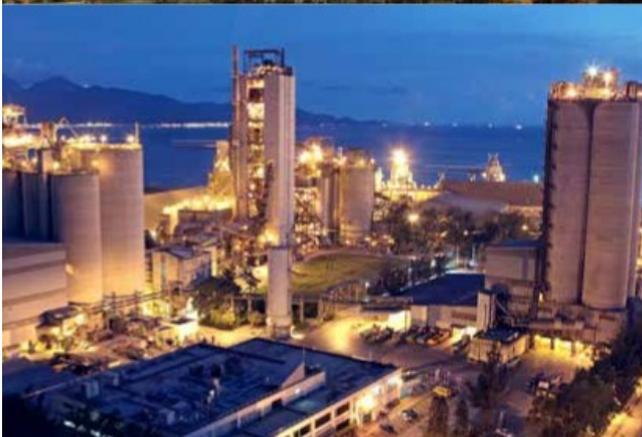
Fike[®]

SALVANDO
VIDAS E
PRESERVANDO
PATRIMÔNIOS

PROTEÇÃO CONTRA
EXPLOSÃO E ALÍVIO DE
PRESSÃO



FIKE, soluções que protegem pessoas e patrimônios.



O que é a FIKE?

A FIKE é uma empresa globalizada, dinâmica e com ações locais, reconhecida mundialmente como provedora e desenvolvedora de soluções completas – produtos e serviços para proteção de pessoas e ativos, com sistemas de Alarme, Detecção e Supressão de Incêndio, Proteção contra explosão, Alívio de Pressão e Equipamentos para Petróleo.

Somos especialistas em produtos para salvar vidas, assim como em produtos de proteção para estabelecimentos e ativos. Os produtos são oferecidos com a mais alta tecnologia, desenvolvidos para atender a sua necessidade específica.

A FIKE, desde 1945 entrega produtos e serviços confiáveis, com mais de vinte patentes, sendo a primeira em 1955 com discos de ruptura. Em 1994 obteve a certificação ISO 9001/ EN29001 atestando a qualidade de seus processos e produtos em todas as suas unidades, somando também às certificações UL – Underwriters Laboratories, FM – Factual Mutual e CE – Conformité Européenne, que atestam a robustez, eficiência e eficácia de suas soluções.

Nossas soluções de proteção contra explosão ajustam-se às suas necessidades crescentes de segurança. Nossa história, experiência de mais de 60 anos e um time de engenheiros de aplicações, especialistas em explosões e pesquisadores em combustão, nos possibilita a garantia de oferecermos a solução mais adequada aos processos de sua empresa, normas e códigos aplicados.

Nós sabemos quão crítica é a continuidade dos seus processos produtivos, por isso nos comprometemos com a qualidade de nossos produtos, com a capacidade de testar os possíveis riscos explosões em larga escala.

Nossos Distribuidores são treinados em fábrica para projetar, instalar, distribuir e oferecer assistência técnica para atender a todos os requisitos de serviços e instalações no mundo todo.

Não importa o nível hierárquico de um funcionário, ou o tamanho da empresa – se global ou pequeno comércio – segurança é responsabilidade de todos. Esta é a razão pela qual a FIKE oferece um variado portfólio de soluções para atender grande diversidade de demanda.

Temos a solução certa para seu negócio.

Faça o download do QRCode Reader em seu dispositivo móvel e saiba muito mais sobre os nossos produtos.



Fike Latina



Av. Juvenal Arantes, 2500
Condomínio Industrial Bracaiuva
Bairro do Medeiros
CEP: 13212-354
Jundiaí, SP, Brasil

Tel: +55 11.4525-5900
Fax: +55 11.4525-1201
vendas@fike.com.br

PROTEÇÃO CONTRA EXPLOSÃO

A Fike é líder de Mercado em soluções de proteção contra explosão, com produtos patenteados e tecnologia de última geração.

Somos a única empresa que oferece soluções completas e personalizadas.

Janelas de Alívio de Explosão

Janelas de Alívio são as mais comuns aplicações passivas de proteção contra explosão.

A Fike é líder no desenvolvimento de soluções efetivas, de melhor custo-benefício e com certificação ATEX, entre outras.

Na Fike nós sabemos que segurança não significa acidente, por esta razão que nós provemos simples e confiáveis soluções de proteção para suas necessidades

de crescimento seguro. Com mais de seis décadas de experiência no campo e com um time próprio de engenheiros, especialistas de aplicação, e pesquisadores da área de combustão, nós entendemos os processos industriais, e as normas existentes, e o quão crítico é a continuidade da operação de sua planta.

Os painéis de alta qualidade da Fike, são de fácil instalação e manutenção.



Existem vários benefícios escolhendo os painéis de explosão da Fike como seu recurso de segurança:

- Os painéis são testados dinamicamente em condições reais de explosão — Exclusividade da Fike!
- O programa de estoque possibilita preços e prazos melhores;
- Melhor área de alívio em diversos tamanhos e configurações;
- Certificados de pressão de ruptura garantindo abertura total;
- Facilidade – Monitoramento com indicador de ruptura;
- Não fragmentação (modelos não fragmentados).



Abafador de Explosão

Na maioria das vezes os equipamentos que requerem proteção contra explosão estão localizados dentro de prédios, tornando impossível a aplicação de Janelas de Alívio. A Fike desenvolveu uma solução de Alívio de Explosão com um abafador, que permite proteger estes equipamentos de forma segura e econômica, sem necessidade de realocar equipamentos e processos ou

utilizar dutos de alívio.

Durante o alívio, uma explosão é livremente descarregada, seguida de chama e pó saindo do processo inicialmente protegido.

Quando o vaso do processo está localizado dentro da planta, mediante um estudo preliminar, dutos podem ser instalados para direcionar seguramente o alívio originado de uma explosão para

fora do prédio, apesar disso dutos têm suas desvantagens e podem resultar numa decrescente eficiência.

ABAFAMENTO em combinação com o painel de explosão da Fike pode extinguir a chama proveniente de uma explosão ventilada sem a utilização de dutos caros, limitações da localização de equipamentos ou outras formas de proteção contra explosão mais onerosas.



FlamQuench II™ SQ

- Kit de reforma disponível para o campo;
- Para ser usado com painéis de explosão retangulares;
- Aprovado pela comunidade europeia – CE e Certificação ATEX.

FlamQuench II™

- Kit de reforma disponível para o campo;
- Para ser usado com painéis de explosão retangulares;
- Aprovado pela factory mutual e comunidade europeia - CE e Certificação ATEX.



Ele-Quench™

(Alívio de Explosões para elevadores de Canecas)

- Para ser usado com os painéis de explosão Eleguard;
- Aprovado pela comunidade europeia – CE, Certificação ATEX e FM FlamQuench II™;
- Para ser usado com painéis de explosão retangulares;
- Kit de reforma disponível para o campo;
- Aprovado pela FM (Factory Mutual) e comunidade europeia - CE;
- Elimina a necessidade de dutos de alívio, relativamente caros;
- Melhor eficiência no alívio se comparado com utilização de dutos;
- Virtualmente não tem a necessidade de manutenção.



Detecção e Supressão de Explosão

Experiência

Há muitos anos, os sistemas de supressão de explosão se evoluíram a partir dos sistemas industriais de supressão de fogo. Assim como em muitas áreas da tecnologia, houve progresso significativo desde então. Em meados de 1980 os pesquisadores da Fike reconheceram os benefícios dos supressores de pó químico com relação aos utilizados

anteriormente.

A fike tem estado diretamente envolvida com este desenvolvimento tecnológico, como mostra o seu pioneirismo em vários segmentos, muitos dos quais são tão significantes que receberam patentes nos Estados Unidos e fora do país.

Conceito de Supressão de Explosão

O conceito de supressão de explosão envolve a detecção e a extinção da chama antes que os níveis destruidores de pressão possam se desenvolver. Um dos únicos elementos que distingue as

explosões dos incêndios é a velocidade na qual cada um destes eventos ocorre. No caso de explosão industrial de pó ou vapor, o tempo de combustão do combustível até que pressões

destrutivas sejam desenvolvidas, é apenas questão de milissegundos. É por isso que a velocidade de resposta do sistema de supressão é um fator crítico para uma supressão bem sucedida.



1 Software que supervisiona o sistema

2 Detectores de pressão e luminosidade e faísca

3 Módulos de controle

Certificação:



Sistema EPACO

Através de módulos sofisticados e de compatibilidade universal, o Sistema EPACO da FIKE é a solução mais confiável para detecção de explosões e controle do sistema de proteção. E o sistema mais rápido de detecção e atuação existente no mercado.



Isolamento de Explosão

A Fike oferece sistemas de isolamento de explosão que bloqueiam mecanicamente ou quimicamente a passagem de chamas através de dutos, prevenindo que uma explosão atinja outros equipamentos no processo (propagação de explosão).

Esses sistemas previnem a propagação de incêndios e explosões de um equipamento do processo para outro, pela utilização de válvulas de isolamento químico ou barreiras mecânicas.

Válvula de Isolamento Mecânico

Em dutos e tubulações com válvulas de isolamento, é uma barreira física contra uma explosão.

Pinch Valve



EIV



Ventex



Certificação:



Isolamento Químico

O Isolamento Químico, projeta contra as mais altas classes de perigos de explosão industrial com sistemas bidirecionais que isolam uma explosão dentro de milissegundos.

- Eles são recuperados em campo, portanto seu tempo de manutenção é minimizado.
- Pacotes sanitários estão disponíveis.
- O isolamento químico está disponível com uma variedade de opções de agentes supressantes.





Teste de Explosividade

A Fike possui laboratórios para realização de testes de Explosividade e identificação dos riscos de explosão para qualquer material.

Este laboratório presta serviços a terceiros e também é utilizado no desenvolvimento de novas soluções para proteção contra explosão.

Os laboratórios de teste de Explosividade da FIKE são o estado-de-arte para verificar as estratégias de proteção

corretas para sua empresa.

Nossos testes definem as características de perigo de seus produtos e o ajudam administrar seu processo, selecionando o equipamento de segurança certo para sua necessidade.

Os laboratórios obedecem a padrões internacionais reconhecidos para prova de perigo inclusive ASTM e CEN.



De um simples teste de Explosividade até projetos customizados de grande escala, nossas habilidades incluem os seguintes parâmetros:

- Teste de Explosividade;
- Limites de flamabilidade;
- Temperatura de autoignição;
- Energia de ignição mínima;
- Entre outros.

Todos os produtos de proteção contra explosão da FIKE foram testados sob condições de explosão completas, nós temos grande experiência em várias aplicações e instalações e somos membros ativo de comitês de padrões técnicos como ABNT, CEN, NFPA, VDI e ASTM.

ALÍVIO DE PRESSÃO

Por mais de 60 anos, a Fike é líder em inovação de discos de ruptura e soluções para alívio de pressão. Os produtos da Fike atendem aos códigos de normas globais e são projetados para atender ou exceder as exigências de desempenho da Indústria.

Para salvar e guardar seus processos industriais críticos e proteger suas válvulas de segurança (PSV), os produtos da Fike fazem parte do caminho para redução de seus custos e o ajudam a elevar a rentabilidade de seu negócio.

O que a falta de proteção pode causar?

- Dano Mecânico
- Perda de Produto
- Dano Ambiental
- Danos Pessoais
- Paradas para a Manutenção com custo elevado

Causas comuns para elevação de pressão:

- Descargas bloqueadas
- Expansão Térmica
- Reação Química
- Fogo Externo ou perda de resfriamento
- Perda de purga de gás

Discos de Ruptura

Condições de sobre pressão podem conduzir os processos industriais a uma variedade de desastres – ferimentos, danos a equipamentos, interrupção de negócios e tempo de parada para reparos. A Fike oferece soluções com melhor custo-benefício: discos de ruptura de alta qualidade e acessórios.

A Fike possui especialistas em alívio de pressão e isolamento de válvulas de segurança. A Fike especifica a mais variada gama de discos de ruptura para as mais diferentes aplicações. Além disso, oferece sistemas de isolamento de válvulas de segurança que prolongam a vida de seus componentes internos, garantido melhor confiabilidade dos sistemas de segurança dos processos.



Economize tempo ocioso, controle as emissões, proteja suas válvulas de alívio de pressão.

AUMENTE

- A capacidade de produção;
- A proteção contra vazamento;
- A vida útil da PRV (Válvula de Alívio de Pressão);
- A segurança;
- A MTBUR (Mean Time Between Unscheduled Removal - Intervalo de tempo médio em Remoção não programada).

REDUZA

- O tempo ocioso;
- Os custos de manutenção;
- Perda dos produtos processados;
- Multa emissões fugitivas;
- Investimento inicial de PRV (Válvula de Alívio de Pressão)



Proteção de PSV

CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS FIKE PARA ALÍVIO DE PRESSÃO

	Modelo	Generalizadores	Faixa Dimensional	Faixa de Pressão de Ruptura	Razão de Operação	Não Fragmentação
Sanitários	 AXIUS SC	Design Avançado Tecnologia G2 Alto desempenho Ação Reversa	1 - 4 in (DN25 - 100)	10 - 275 PSIG (0,69 - 18,96 BARG)	95%	✓
	 SR-H TM	Excelente performance para líquido Disco reverso	1 ½ - 4 in DN40 - 100	"12 - 140 PSIG .83 - 9.66 BARG"	90%	✓
	 SHX	Aplicação para altas pressões	"1 - ½ - 2 in DN40 - 50"	"300 - 1500 PSIG 20.68 - 103.42 BARG"	90%	✓
	 LO-V	Operação Bi-Direcional	"3 - 8 in DN80 - 200"	"1"WC - 150 PSIG .002 - 10.34 BARG"	80%	✓
Ação Reversa	 AXIUS	"Performance Superior p/ Ciclagem Maior vida útil"	"1 - 12 in DN25 - 300"	"7 - 600 PSIG .48 - 41.37 BARG"	95%	✓
	 ATLAS	Performance Superior p/ Ciclagem	"1 - 4 in DN25 - 100"	"60 - 1375 PSIG 4.14 - 94.80 BARG"	95%	✓
	 SRL TM	Aplicação para líquidos	"1 - 8 in DN25 - 200"	"10 - 320 PSIG .69 - 22.06 BARG"	90%	✓
	 SRX	"Disco Reverso Maior Vida Util"	"1 - 24 in DN25 - 600"	"20 - 820 PSIG 1.38 - 56.54 BARG"	90%	✓
Ação Direta Progressiva	 POLY-SD TM	Ideal para processos de polimerização	"½ - 24 in DN15 - 600"	"15 - 3000 PSIG 1.03 - 206.84 BARG"	90%	✓
	 SCRD	"Aplicação para altas pressões Proteção de PSVs"	½ - 24 in DN15 - 600	"20 - 6000 PSIG 1.38 - 413.69 BARG"	90%	✓
	 HO	Grande variedades de aplicações	"1 - 24 in DN25 - 600"	"1.5 - 6000 PSIG .10 - 413.69 BARG"	80%	
	 AD	"Proteção de vazos atmosféricas AD-H Aplicação sanitarios"	"1 - ½ - 24 in DN40 - 600"	"1 - 15 PSIG .07 - 1.03 BARG"	50%	
Convencional	 Serie P	"Grande variedade de diâmetros Economico"	"½ - 24 in DN15 - 600"	"1.5 - 11,000 PSIG .10 - 758.42 BARG"	70%	

			Proteção de PSV	Alojamento Convencional	Alojamento Convencional	TC para alta pressão	Alojamento tipo União	Alojamento Roscado	TC - Para processos Sanitários
Resistência a Vácuo	Aplicação em processos pulsantes ou cíclica	Meio de processo							
✓	Melhor	Líquido - Vapor/Gas	✓			✓			✓
✓	Bom	Líquido - Vapor/Gas	✓			✓			✓
✓	Bom	Líquido - Vapor/Gas	✓			✓			✓
	Não Recomendado	Vapor/Gas		✓					✓
✓	Melhor	Líquido - Vapor/Gas	✓	✓	✓				
✓	Melhor	Líquido - Vapor/Gas	✓	✓					
✓	Bom	Líquido - Vapor/Gas	✓	✓	✓				
✓	Melhor	Vapor/Gas	✓	✓	✓				
✓	Bom	Líquido - Vapor/Gas	✓	✓	✓				
✓	Bom	Líquido - Vapor/Gas	✓	✓			✓	✓	
✓	Bom	Líquido - Vapor/Gas		✓			✓		
✓	Não Recomendado	Líquido - Vapor/Gas							✓
✓	Melhor	Líquido - Vapor/Gas		✓			✓	✓	



Alojamentos para Discos de Ruptura

A Fike fabrica diferentes configurações de alojamentos (porta discos), para melhor atender sua necessidade:



GI

Mais comum em 3 peças, projetado para utilização entre flanges.

Pré Torqueável

Projetado para permitir a montagem em bancada, e depois ser levado às instalações.



Tipo união, tipo Roscado

Fácil adaptação à tubulação e equipamentos.

T Viscoso

Projetado para permitir fluxo viscoso, prevenindo contra a formação de borras e conseqüentemente bloqueio.



Discos de Ruptura Customizados



A Fike tem uma extensa linha de discos de ruptura padrão. Mas em algumas situações é necessária uma abordagem diferente.

Flexibilidade no formato, uma ampla gama de materiais e uma equipe de engenharia com extensa experiência em discos de ruptura, tornam a Fike a única empresa capaz de construir produtos precisos para vedação, ventilação também para espaços pequenos, válvulas de proteção para alívio de pressão ou qualquer outra necessidade especial.

Nossa atenção aos detalhes e vontade de explorar necessidades específicas de cada aplicação e a vasta lista de patentes e produtos inovadores, é o que garante satisfação total de nossos clientes.

Nós começamos por reunir o máximo de informações

sobre suas necessidades de aplicação de disco de ruptura, considerando todos os fatores de desempenho, incluindo o tipo de aplicação para alívio de pressão, condições de operação, configurações de entrada e saída, especificações do disco de ruptura e processos especiais.

Fatores críticos para o tempo de resposta para a pressão do disco de ruptura e requisitos de vazão são examinados para atender suas necessidades.

Devido à natureza crítica de algumas aplicações, procedimentos especiais de testes através de equipamentos, podem ser feitos para simular as condições para a aplicação dos discos de ruptura, além de possuímos programas de ensaios destrutivos e não destrutivos e utilizar a certificação ASME, laboratório de testes para certificar e customizar produtos.

Discos de Ruptura para processos de extrusão

Os Discos de Ruptura para Extrusão da FIKE são dispositivos de alívio de pressão especialmente projetados para proteção contra sobrepressão de processos de extrusão de plástico. As aplicações são únicas, onde se exige uma combinação exclusiva de dimensões, segmento e configuração do molde.

A Fike tem uma variedade de dispositivos padrões de Discos de

Ruptura para Extrusão, e capacidade para fabricar especificações dos clientes.

Altas pressões e classificação de temperatura podem ser atingidas com um desenho soldado.

Os materiais padrão de construção são de aço inoxidável e Inconel® 600 para o Disco de Ruptura. Outros materiais estão disponíveis mediante solicitação.





Acessórios para Alívio de Pressão

Indicadores de ruptura são usados para fornecer notificação instantânea de uma ativação do Disco de Ruptura ou fuga através do disco. Dependendo do dispositivo selecionado, os indicadores de ruptura Fike podem ser usados para ativar alarmes, sinos, anunciadores remotos ou em interface com sistemas de controle de processo, tornando possível que medidas adequadas para segurança sejam tomadas.

Utilize este guia de seleção para ajudar a determinar o acessório para Alívio de Pressão mais apropriado para a sua aplicação industrial ou sanitária.

	BurstCheck	BurstCheck Plus	BC2	BCH	Integral
Serviço líquido ou Gás	✓	✓	✓ ²	✓	✓
Temperatura de Processo	400° F	400° F	500° F	350° F	450° F ⁵
Classificação de Área	X	NEMA 7,9	X	X	X
Intrinsicamente Seguro	✓ ¹	N/A	✓ ¹	✓ ¹	✓ ¹
Isolamento de Válvula	✓	✓	✓	X ³	X ³
Faixa de Atuação	10 to 1000 psi	10 to 500 psi	N/A ⁴	10 psi mínimo	Ver nota 5
Tipo de Discos	Todos	Todos	SRX, SRL POLY-SD AXIUS MRK, HO, P	AXIUS SC SR-H SHX AD-H TC	AXIUS SC SR-H AD-H TC AD-H LO-V
Tamanho	Todos	Todos	0,5 - 24"	1,5 - 4"	

1) Para áreas classificadas instalar em barreiras intrínsecas de acordo com a legislação vigente.

2) As dimensões e o meio podem influenciar diretamente os limites de pressão. Consulte a FIKE para outras pressões.

3) Pequenos vazamentos não são detectados pelo indicador de ruptura.

4) Consultar a FIKE quando o sensor de ruptura é usado com discos de grafite.

5) Verificar os limites de aplicação para todos os modelos de disco em seus respectivos data sheets.



SERVIÇOS FIKE

Promovemos segurança com alta tecnologia e profissionais de qualidade, o que nos torna mundialmente reconhecidos por salvar vidas e preservar patrimônios.

É de extrema importância para o funcionamento de nossas soluções, o acompanhamento de todos os procedimentos, com uma boa infraestrutura, executada por uma equipe especializada e seguida de serviços de manutenção preventiva, garantindo a operacionalidade do sistema no que tange a sua ação eficaz.

Por isso que a FIKE conta com um corpo técnico altamente capacitado a executar toda infra necessária, bem como garantir a funcionalidade através de planos de manutenção preventiva.

Nosso Portifólio

- Treinamentos;
- Projeto de Instalação de Sistemas;
- Plano de manutenção preventiva;
- Comissionamento e Start Up e infra estrutura para Sistemas de Proteção contra Explosão.



BR-2013-1003-V01



Fike no Mundo

Alemanha	Bélgica
Brasil	Canadá
Dubai	Espanha
Estados Unidos	França
Índia	Itália
Japão	Malásia
Reino Unido	



Fike Latina

Av. Juvenal Arantes, 2500
Condomínio Industrial Bracaiuva
Bairro do Medeiros
CEP: 13212-354
Jundiaí, SP. Brasil

Tel: +55 11.4525-5900
Fax: +55 11.4525-1201
vendas@fike.com.br