

Risco de Explosão em Unidades Armazenadoras



Dr. Luís César da Silva

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Departamento de Engenharia de Agrícola - DEA
silvaluisc@ufv.br
www.agais.com



Em Ciências Econômica e Exatas, risco refere-se ao conhecimento da probabilidade de ocorrência de um evento indesejável, que mediante a adoção de medidas apropriadas, pode-se minimizar a ocorrência. Nesse contexto, explosões por pó em unidades armazenadoras e moinhos é um risco que o número de ocorrências, bem como, os danos causados, podem ser minimizados.

Para minimização dos riscos pode ser empregada, por exemplo, a técnica APPCC – Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle, que consiste na identificação dos locais com maior probabilidade de ocorrência, ou seja, os pontos críticos, e em sequência estabelecer as medidas de controle.

Parte dessas medidas de controle são oriundas de investigações de explosões ocorridas nos Estados Unidos nos anos setenta. Na ocasião houve clamor as autoridades federais para busca de soluções, pois somente no mês de dezembro de 1977 em cinco ocorrências foram contabilizadas 59 vítimas fatais e 48 feridos. Desse modo, o Departamento de Agricultura, em 1978, solicitou à Acadêmica Nacional de Ciência (NAS) a realização de um simpósio sobre explosão em unidades armazenadoras. Em decorrência desse simpósio, o Departamento do Trabalho, por meio Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA), propôs a NAS a criação de um Grupo de Estudos para apurar as causas e propor medidas de prevenção. Esse grupo contou com profissionais com as seguintes expertises: análise de sistemas, dinâmica de explosões, investigação e prevenção de acidentes, instrumentação, processamento e armazenagem de

grãos, relações trabalhistas, métodos captação de pó e aerodinâmica.

O Grupo de Estudos, entre 1979 e 1981, investigou quatorze ocorrências e em doze foram constatadas a ocorrência de explosão primária seguida de explosões secundárias, o que infelizmente leva a maiores danos.

Em 8 de junho de 1988, a explosão ocorrida na unidade armazenadora da empresa Debruce Grain (Figuras 1 e 2) sediada na cidade de Wichita, estado do Kansas, com sete vítimas fatais e dez feridos levou a criação da Equipe de Investigação de Explosões em Unidades Armazenadoras Grãos (GEEIT), que tinha por membros especialistas da NAS, OSHA e da iniciativa privada.

A explosão na Debruce Grain chamou a atenção da mídia e sociedade por se tratar da maior unidade armazenadora do mundo, que possuía 246 silos e 164 intercélulas, totalizando a capacidade estática de 520 mil toneladas, dedicadas exclusivamente ao armazenamento de trigo.

Essa unidade edificada na direção norte sul, tinha ao centro a casa de máquinas e nas extremidades norte e sul baterias de silos disposta em leiaute linear com três fileiras de 41 silos de concreto justapostos, permitindo o armazenamento nos silos e intercélulas.

Relatórios da equipe GEEIT apontaram três principais fatos que contribuem para a ocorrência do sinistro: (i) falta de reparo e manutenção do sistema de captação pó; (ii) manutenção inadequada dos transportadores de grãos; e (iii) acúmulo excessivo de pó nos diferentes setores da unidade. E complementando as investigações, especialistas da OSHA concluíram que a provável causa da explosão foi o superaquecimento de um dos roletes da correia transportadora localizada no túnel 2 na extremidade sul da unidade.

Ocorrência de explosão por pó

Sob aspectos militares, explosivos são substâncias ou mistura dessas, suscetíveis a bruscas transformações químicas sob influência de calor ou ação mecânica. Dessas transformações são gerados gases superaquecidos sob alta pressão que tendem a expandir rapidamente rompendo estruturas, destruindo equipamentos e ceifando vidas humanas.

Em explosões por pó a transformação química está associada a reação de combustão em ambiente confinado, onde o pó em suspensão é o combustível, e o oxigênio presente no ar na concentração de 20% é a substância comburente. Essa mistura é detonada ao atingir a temperatura de ignição, devido ao calor transferido de uma fonte de ignição, que nesse caso pode ser: cargas eletrostáticas geradas em transportadores de grãos, curtos-circuitos, descargas atmosféricas, atrito de componentes metálicos ou descuidos no uso de aparelhos de soldagem. Mediante a essas ocorrências, tem-se a explosão primária, que faz surgir as frentes de chamas e de pressão, que deslocam a 30 e 300 m/s, respectivamente.

Com o deslocamento da frente de pressão em ambientes confinados, o pó depositado sobre as superfícies é colocado em suspensão, potencializando novas detonações, originado assim as explosões secundárias, que passam a ter como fonte de ignição o calor das detonações anteriores. A prevalência das explosões secundárias dar-se-á, enquanto houver condições favoráveis: pó em suspensão em ambiente confinado na presença de oxigênio e calor.

As pressões associadas as frentes de pressão durante as explosões primárias e secundárias chegam a 1,4 e 56,24 metros de coluna de água, respectivamente. Portanto, em explosões que se limitam a primárias pode ocorrer danos a equipamentos, paralisação da operação e ferimentos em trabalhadores, enquanto na ocorrência de explosões secundárias ocorrerá rompimento de estruturas, destruição de equipamentos e ocorrência de vítimas fatais.

O pó em suspensão é constituído por partículas oriundas da massa de grãos em movimento e para avaliar o risco potencial de explosão são considerados dois parâmetros: Concentração Mínima para Explosão (CME) e a Concentração Ótima para Explosão (COE), que são definidas em função do tipo de produto e a granulometria e umidade das partículas em suspensão.

Especificamente, para grãos, tem-se baixo risco de explosão aos se constatar valores da CME inferiores a 0,08 e 0,17 L de pó/m³ de ar (150 a 300 g/m³), enquanto altos riscos para valores de COE entre 0,83 e 1,73 L de pó/m³ de ar (1500 a 3000 g/m³). Essas concentrações podem ser alcançadas, caso sobre superfícies de pisos, maquinários e transportadores forem observadas espessuras de pó como as relacionadas na Tabela 1. A título de comparação, ressalta-se que a espessura de uma folha de papel é de aproximadamente 0,10 mm.

Vale ressaltar, que segundo as normas da OSHA, a concentração de particulados acima de 15 g/m³ traz danos à saúde do trabalhador.

Minimização da ocorrência de explosões

Conforme supra descrito, a explosão por pó em unidades armazenadoras e moinhos dá-se pela alta concentração de pó em suspensão em espaço confinado mediante a ocorrência de uma fonte de ignição na presença de oxigênio. Portanto, ao empregar a técnica de APPCC, para cada ponto crítico das instalações, normalmente, são aplicadas medidas de controle que visem reduzir ao máximo a concentração de pó em suspensão e evitar a ocorrência de fontes de ignição.

Tabela 1: Espessura de pó em superfícies para ocorrências da Concentração Mínima para Explosão (CME) e a Concentração Ótima para Explosão (COE)

Altura do espaço confinado (m)	Espessura de pó em superfícies (mm)					
	Ocorrência da CME			Ocorrência da COE		
0,5	0,04	a	0,08	0,42	a	0,83
1,0	0,08	a	0,17	0,84	a	1,72
1,5	0,13	a	0,26	1,25	a	2,61
2,0	0,17	a	0,35	1,67	a	3,51
2,5	0,21	a	0,44	2,09	a	4,40
3,0	0,25	a	0,53	2,51	a	5,29



Os pontos críticos nesse caso são, por exemplo: túneis e galerias localizados baixo e acima de baterias de silos ou graneleiros, respectivamente; poços de elevadores; silos vazios; silos para o armazenamento de pó e, ou impurezas; dutos de aeração; e interiores de transportadores de grãos.

Quanto ao controle para minimização da concentração de pó em suspensão, uma medida a ser adotada é a implantação do Manejo Integrado de Pragas – MIP, pois um dos pilares do MIP é limpeza e sanitização de todos os setores das unidades armazenadoras e moinhos. Sendo assim, mesmo que ocorra uma explosão primária, o risco de surgimento das explosões secundárias é altamente minimizado.

Medidas operacionais como a redução do teor de impureza da massa de grãos e a instalação de sistemas de captação de pó em túneis, galerias e transportadores contribuirão para redução da concentração de pó em suspensão durante a movimentação de produto.

Destaca-se, que o pó em suspensão é proveniente das impurezas presente na massa de grãos, bem como, de material particulado resultante da quebra, trincamento e, ou esfacelamento grãos, o que ocorre em secagens conduzidas sob condições drástica e, ou choques mecânicos durante a movimentação. O material particulado proveniente de grãos, com milho, trigo, cevada e outros cereais, elevam o risco de explosão, devido ao maior teor de carbono. E esse risco é potencializado, quanto menores for a umidade das partículas e a umidade relativa do ar no ambiente confinado.

Medidas de controle operacionais

Alinhado a Legislação Brasileira Aplicada a Segurança e Medicina do Trabalho, que visa a minimizar os riscos ambientais a saúde e segurança dos trabalhadores, são destacadas abaixo medidas operacionais para minimizar o risco de explosões em unidades armazenadoras:

- proceder cuidadosa limpeza da massa de grãos;
- fazer uso contínuo dos sistemas de captação de pó;
- limpar periodicamente os sistemas de captação de pó trocando os filtros nos períodos definidos pelos fabricantes;
- fazer manutenções periódicas dos equipamentos eletromecânicos;

- certificar periodicamente os estados dos cabos elétricos;
- monitorar a temperatura de rolamentos e mancais em transportadores, bem como, o alinhamento de correias e correntes desses equipamentos;
- checar os cabos e aterramento dos maquinários e transportadores de grãos;
- tomar os devidos cuidados ao utilizar aparelhos de solda nos serviços de manutenção;
- aspergir a massa de grãos em movimento com óleos minerais supressores de pó; e
- substituir as caçambas dos elevadores e pás dos transportadores correntes metálicas por componentes plásticos.

Aspectos técnico construtivo

Como aspectos técnicos construtivos recomenda-se os seguintes cuidados quando da elaboração e implantação de projetos de unidades armazenadoras:

- dotar os ambientes como túneis, galerias e pontos de carga e descarga de grãos com sistemas de captação de pó;
- instalar sistema de captação de pó em elevadores caçambas e estruturas de encapsulamento de transportadores de grãos;
- proceder o aterramento dos componentes eletromecânicos como maquinários e transportadores de grãos, que são potenciais pontos geradores de cargas eletrostáticas;
- projetar edificações que estruturalmente contemplem áreas de fácil ruptura caso ocorram explosões, facilitando assim a dissipação das frentes de chamas e pressão no ambiente externo;
- instalar sistemas de para-raios; e
- projetar sistemas de iluminação apropriados aos ambientes confinados com risco de explosão.

Ponderações Finais

Pó em suspensão, em ambiente confinado, mediante a uma fonte de ignição e na presença de oxigênio são os cinco fatores que potencializam o risco de explosão em unidades armazenadoras e moinhos. A exceção da concentração de oxigênio, os demais fatores podem ser trabalhados para minimizar o risco de explosões por pó em unidades armazenadoras e moinhos.

Portanto, para minimizar a ocorrência de explosões pó, a modelo das recomendações da Legislação Brasileira Aplicada a Segurança e Medicina do Trabalho por meio das Normas Reguladoras – NR cabe as empresas privadas e públicas e aos trabalhadores observância dos preceitos técnicos quanto a ocorrência do evento para evitar, principalmente a perdas de vidas, e bem como as perdas de bens materiais.

Referências

Jones, C. Preventing grain dust explosions. Oklahoma State University Cooperative Extension Service, 2011.
OSHA. DeBruce Grain Elevator Explosion – Report (<https://www.osha.gov/grain-handling/geeit>)

Figura 01: Efeitos da explosão na casa de máquinas e a galeria sobre os silos da extremidade norte.



Crédito: The Wichita Eagle

Figura 02: Efeitos da explosão na na galeria sobre os silos da extremidade norte.



Crédito: The Wichita Eagle