

SISTEMAS DE PREVENÇÃO E DE PROTEÇÃO CONTRA EXPLOÇÃO DE PÓ EM SILOS

Gabriela Pires Santos¹

* Gabriela Pires Santos é Engenheira de Alimentos da ambev. Pós-graduada em Engenharia de Segurança.

RESUMO

Explosões em Silos de Armazenagem apresentaram resultados que em alguns casos foram catastróficos. O pó orgânico é um combustível altamente eficaz devido à sua grande superfície específica e baixa umidade. Este artigo tem o objetivo de evidenciar as causas das explosões de pó em silos, enfatizando as formas de prevenção e sistemas de proteção. Após estudo, definiu-se que a proporção da explosão é determinada pela característica do pó e a melhor forma de prevenir uma explosão de pó está em cumprir ações como: limpeza; evitar fontes de ignição; manutenção periódica dos equipamentos; instalar sistemas de aterramento e filtros de manga; cuidados com peças girantes (faíscas); manter umidade local; e instalação de sensores. E a melhor forma de evitar que explosões se propaguem está na instalação de dispositivos de alívio de pressão, instalação de detectores de faíscas e válvulas de isolamento. Portanto, conclui-se que não pode ser feita uma generalização de métodos de proteção em relação ao risco de explosão e que as medidas de prevenção e proteção devem ser atendidas para garantir a segurança dos funcionários da planta.

Palavras-chave: Silos, pó, explosão.

ABSTRACT

Explosions results in Storage Cereals Tanks showed that in some cases been catastrophic. The organic powder is a highly fuel efficient due to its large specific surface and low humidity. This article aims to highlight the causes of this explosions, emphasizing the ways of prevention and protection systems. After study, we defined the proportion of the explosion is determined by the characteristics of the powder and the best way to prevent a explosion is to comply with actions such as cleaning, avoid ignition sources; maintenance of the equipment, installing grounding systems and filters; care rotating parts (sparks); maintain local humidity, and installation of sensors. And the best way to prevent explosions from spreading is to install pressure relief devices, installation of detectors and spark isolation valves. Therefore, we

conclude that there may not be a generalization of methods of protection against the risk of explosion and the prevention and protection must be to ensure the safety of employees of the plant.

Keywords: Storage tanks, powder, explosion.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, no Brasil e no Mundo, houve várias explosões em diversos Silos de Armazenagem, Terminais Portuários, Cervejarias e Maltarias. Os resultados em alguns casos foram catastróficos com mortes, feridos e destruição total de empresas ou com perdas milionárias [2].

O pó de cereais é explosivo. O risco mais importante na Indústria de Cereais é a explosão de pó, que tem causado fortes perdas de vida e considerados danos materiais [2].

Durante o processamento dos grãos, grandes quantidades de pó orgânico, gerado pelo atrito dos grãos, são postos em suspensão. O pó orgânico é um combustível altamente eficaz devido à sua grande superfície específica e baixa umidade. A nuvem de pó, em concentrações adequadas, na presença do agente comburente (oxigênio) e de uma fonte de energia (energia que inicia a combustão), constituem-se como fatores para o desencadeamento de uma explosão ou incêndio [1].

No processamento de cereais, o pó sempre estará presente na potencialidade de explosão e nunca poderá ser excluído totalmente, pois onde há movimentação de grãos sempre haverá um potencial de explosão [2].

As explosões são decorrências do descuido e da negligência das normas técnicas. Não seguir a risca a legislação trabalhista implica em punições cabíveis, além de comprometer vidas de terceiros, indo contra a responsabilidade civil [5].

Para proteger uma planta de uma explosão se faz necessário eliminar um dos três fatores de risco do Triângulo “pó + oxigênio + ignição”. A eliminação de qualquer um desde três segmentos vai prevenir a reação. Isso pode ser possível neutralizando as fontes de ignição ou eliminando e reduzindo as emissões de pó [2].

Além de danos físicos e fatalidades, estas explosões acabam por causar interrupção de negócios e perdas financeiras. Dependendo da severidade do incidente, o tempo de parada e as perdas de produção podem se estender de semanas até meses. Pagamento de indenizações, tempo necessário para conduzir uma investigação, fazer mudanças na planta existente e reprojeter, adquirir e comissionar novas instalações acabam sendo o resultado de lições aprendidas tardiamente. Em alguns casos a planta poderá estar totalmente condenada [8].

Hoje são encontrados no mercado eficientes dispositivos de alívio de pressão e proteção contra explosão, instalação de detetores de faíscas, que reconhecem essa anomalia, e acionam os extintores e válvulas de isolamento.

Este artigo tem o objetivo de evidenciar as principais causas das explosões de pó em silos, desde o seu descarregamento até o armazenamento, enfatizando as formas de prevenção e alguns sistemas de proteção para evitar a ocorrência do sinistro. A metodologia utilizada baseia-se em um estudo realizado sobre artigos e sites especializados no assunto.

DESENVOLVIMENTO

Nos últimos anos, no Brasil e no Mundo, houve várias explosões em diversos Silos de Armazenagem, Terminais Portuários, Cervejarias e Maltarias. Os resultados em alguns casos foram catastróficos com mortes, feridos e destruição total de empresas ou com perdas milionárias [2].

O pó de cereais é explosivo. O risco mais importante na Indústria de Cereais é a explosão de pó, que tem causado fortes perdas de vida e considerados danos materiais [2].

As poeiras são: Partículas sólidas geradas mecanicamente por manuseio, moagem, raspagem, esmerilhagem, impacto rápido, denotação, etc. De materiais orgânicos e inorgânicos como: grãos, minérios, pedras, madeiras e metais. As poeiras não tendem a flocular, a não ser sob ação de forças eletrostáticas. Elas se depositam pela ação da gravidade. São encontradas em dimensões perigosas que vão de 0,5 a 10 mg/m³. São expressas em m.p.p.c.

(milhões de partículas por pé cúbico de ar ou mg/m^3 de ar conforme método a ser usado para detecção) [4].

Nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Bahia, onde também é intensa a atividade de manipulação de grãos, os riscos são ainda maiores em função da baixa umidade relativa do ar, transformando as unidades armazenadoras de grãos em verdadeiros barris de pólvora. A contabilização da incidência de incêndios e explosões nos silos brasileiros ainda é uma incógnita para os especialistas [7].

O silo como qualquer outro espaço confinado é um local ou área não projetada para ocupação humana e possui meios limitados de entradas e saídas, contendo ventilação insuficiente para excluir os contaminantes, e possui pequenas concentrações de oxigênio, como forma de prevenção e combate aos organismos patológicos aeróbicos que possam danificar os grãos [5].

As indústrias que processam unidades armazenadoras de grãos apresentam alto potencial de risco de incêndios e explosões por receber os produtos, descarregá-lo, transportá-lo e armazená-lo. A tarefa se inicia com a chegada dos caminhões carregados de grãos, logo depois eles são descarregados na moega criando uma imensa nuvem de poeira contendo condições propícias para uma explosão, caso estiver em contato com uma fonte de ignição [5].

Durante o processamento dos grãos, grandes quantidades de pó orgânico, gerado pelo atrito dos grãos, são postos em suspensão. O pó orgânico é um combustível altamente eficaz devido à sua grande superfície específica e baixa umidade. A nuvem de pó, em concentrações adequadas, na presença do agente comburente (oxigênio) e de uma fonte de energia (energia que inicia a combustão), constituem-se como fatores para o desencadeamento de uma explosão ou incêndio [1].

Havendo a combustão em um ponto, a energia calorífica liberada é capaz de inflamar as partículas de pó ao seu redor, estabelecendo uma série de detonações, que podem atingir velocidades de propagação de até 7000 m/s , exercer pressões de até 550 KPa e gerar ondas de choque com velocidades de até 300 m/s . A potência da explosão dependerá da velocidade das detonações, da temperatura e do volume dos gases produzidos [1].

Fogo e incêndio apresentam a mesma definição linguística; sob o ponto de vista químico, são definidos por uma reação química exotérmica, isto é, libera

energia. Esta reação, normalmente, denominada de combustão envolve a oxidação rápida de um combustível resultando em subprodutos e calor [3].

No processo de formação do fogo existe um conceito antigo que é o Triângulo do Fogo. No Triângulo do Fogo três fatores são necessários para que haja fogo [3]:

- Combustível: É toda substância capaz de queimar e alimentar a combustão, permitindo a propagação do fogo;
- Comburente: É o elemento ativador do fogo, o comburente possibilita vida às chamas, e intensifica a combustão. O principal comburente existente em praticamente todos os ambientes, já na concentração necessária para a combustão é o oxigênio. Abaixo de 14% de oxigênio, a maioria dos combustíveis não mantém a chama, já em concentrações menores de 8%, é certo que já não existe mais fogo;
- Calor: Elemento que dá início ao fogo. É gerado da transformação de outra energia, através do processo físico ou químico. Fontes de ignição:
 - Térmica: a ignição é feita através de uma fonte de calor ou por uma energia de ativação direta;
 - Química: A energia se produz através de uma reação química do tipo exotérmica dada por diluição, decomposição, etc;
 - Mecânica: Quando a energia é obtida através de um fenômeno de caráter mecânico, tais como compressão, fricção, atrito, etc;
 - Nuclear: Quando a energia se produz como consequência de um processo de cisão de núcleos de átomos radioativos [3].

A combustão é uma reação química de oxidação, auto-sustentável, com liberação de luz, calor, fumaça e gases [3].

Explosão é um processo onde ocorre uma violenta e rápida liberação de energia. É a queima de gases ou partículas sólidas em altíssima velocidade, em locais confinados, acarretando o aumento da pressão acima da pressão atmosférica. A deflagração e a detonação podem ser classificadas como dois tipos de explosão [3].

Deflagração é o fenômeno de explosão que ocorre com velocidade de chama de um a 100 m/s e é o que acontece com maior frequência nas indústrias. Detonação é o fenômeno de explosão em que a velocidade da chama é igual ou superior à velocidade do som, chegando aos 1000 m/s. No caso da explosão em

cadeia a deflagração inicial evolui para detonação nas fases posteriores. A velocidade da chama não é constante e depende de fatores como: composição química do pó e do oxidante, calor de combustão, umidade e granulometria. Além disso, a velocidade dependerá da turbulência do gás na qual a poeira está dispersada, porque o aumento da turbulência conduz ao aumento da velocidade da chama [4].

O pó pode causar uma explosão ou uma rápida combustão. Os elementos causadores da explosão de pó são: Mescla de ar e pó em suspensão (combustível); uma fonte de ignição de suficiente energia; oxigênio (mais de 8%) para uma rápida combustão [2].

Quanto maior é a intensidade da mescla pó/ar, mais violenta será a explosão. Esta mescla não deve estar em um ambiente confinado ou fechado. Se o pó estiver em um ambiente fechado, a pressão que acumula durante a explosão aumenta, e portanto o dano estrutural será maior [2].

No processamento de cereais, o pó sempre estará presente na potencialidade de explosão e nunca poderá ser excluído totalmente, pois onde há movimentação de grãos sempre haverá um potencial de explosão [2].

As chamas e os efeitos do aumento de pressão numa explosão não são os únicos problemas a enfrentar. Na atmosfera do evento ocorre uma deficiência de oxigênio e a formação de gases tóxicos em virtude da combustão, particularmente o CO. A concentração de gases pode ser suficientemente alta durante alguns momentos, e assim causar inconsciência, ainda que momentânea, à pessoas presentes, e assim conduzir à morte [4].

Nos Estados Unidos, que estudam as explosões de poeira de grãos há mais tempo, recomenda-se que a concentração máxima de poeira de grãos no ambiente de trabalho seja de 4 g/m³ de ar. A faixa mais perigosa para gerar uma explosão, varia entre 40 e 4.000 g/m³ de ar. Se uma lâmpada de bulbo (incandescente) de 25 watts pode ser vista a 2 m de distância num ambiente empoeirado, isso significa que a concentração de poeira é inferior a 40 g/m³ de ar mas, mesmo assim, dentro do limite da explosividade. Foi criado nos Estados Unidos um equipamento experimental para testar peiras explosivas, com sensores diversos que permitem conhecer as características das peiras explosivas [6].

Há umas poucas regras básicas a observar para ver se uma determinada poeira apresenta risco de explosão [6]:

- A poeira deve ser combustível. Teor de umidade menor que 11%;
- Ela deve ser capaz de permanecer em suspensão no ar;
- Deve ter um arranjo e tamanho passível de propagar a chama. Tamanho menor que 0,1mm;
- A concentração da poeira deve estar dentro da faixa explosiva. Concentração de 40 a 4000 g/m³;
- Uma fonte de ignição com energia suficiente deve estar presente. Energia de ignição maior que 10 a 100 mJ e temperatura de 410 a 600°C;
- E a atmosfera deve conter oxigênio suficiente para suportar e sustentar combustão. Índice maior que 12%.

Se todas essas condições estiverem presentes, pode ocorrer a explosão da poeira. A melhor maneira de evitá-la é anular a maior parte dessas pré-condições [6].

Se um pó explosivo é identificado, testes adicionais para determinar a energia mínima de ignição (MIE) e temperatura mínima de ignição (MIT) de nuvem de pó possibilitarão ter conhecimento da probabilidade de explosões com esse pó [8].

Os dados de MIE informarão se centelhas eletrostáticas podem causar a ignição do pó e também ajudarão a decidir que precauções tomar. Alguns pós são tão sensitivos á ignição por centelha eletrostática, por exemplo, que o simples uso de “big bags” de polipropileno padrão, ou mesmo o uso de revestimentos de politeno não são recomendáveis [8].

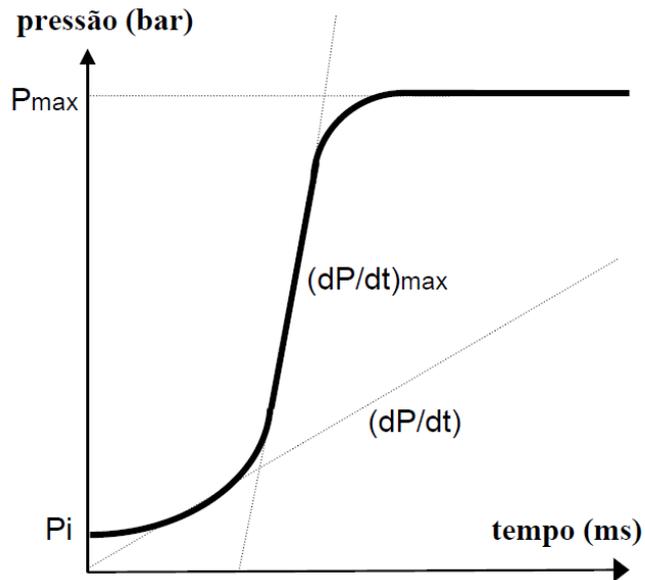


Figura 1. Curva de elevação da pressão em função do tempo para uma explosão.

Os dados de MIT informarão a temperatura de superfície acima da qual uma nuvem de pó pode entrar em ignição espontânea. Além do uso mais óbvio de garantir que temperaturas de secagem sejam suficientemente baixas para evitar ignição, os dados de MIT também são usados como um dos parâmetros para especificar a temperatura de equipamentos elétricos em atmosfera de pó. Quando usados em conjunto com o MIE, serve para avaliar a probabilidade de ignição por centelha de impacto em operações tais como transporte e moagem de pó [8].

As consequências de uma explosão com pó dependerá não só da força da explosão em si, mas também dos detalhes construtivos da planta, sua localização e distribuição populacional. Na realidade, a severidade da explosão de alguns pós, excede a de muitos solventes tradicionais [8].

Embora se reconheça que muitos combustíveis tradicionais, em determinadas condições, possam ocasionar explosões; isto também se aplica a muitos produtos que normalmente são considerados não combustíveis: alumínio, zinco, milho, açúcar, etc..., quando se encontram na forma de pó finamente dividido [8].

Farinha, malte, café instantâneo, açúcar e leite em pó tem sido a causa de muitas explosões na indústria alimentícia em anos recentes. As estatísticas mostram que mais de 30% das explosões envolvendo pós ocorreram na indústria alimentícia e de ração animal [8].

Existem regras preventivas para limitar os perigos de explosão de pó que consistem em evitar: A formação e concentração explosiva de ar e pó; qualquer fonte de ignição que possa conduzir a uma explosão primária; qualquer risco de explosão que possa gerar uma explosão secundária [2].

Estudos mostram que mais de 70% das explosões de pó no mundo, são iniciadas nos elevadores de canecas. Um elevador possui todos os elementos do Triângulo da Explosão: trabalha em alta velocidade, movendo grandes quantidades de ar e material combustível; canecas metálicas que giram, criando uma nuvem de partículas de pó em suspensão confinados na caixa do elevador, podendo gerar uma fonte de ignição; O^2 (Oxigênio). Estas combinações produzem a Explosão de Pó. O que gera as Fontes de Ignição [2]:

- Escorregamento (patinagem) da correia sobre a polia;
- Canecas metálicas em contato com o corpo de Elevador;
- Desalinhamento da correia;
- Aquecimento de mancais;
- Incidência de metais nas tubulações e equipamentos (corpos estranhos);
- Soldar junto com a equipe em operação;
- Faíscas elétricas.

O pó depositado no piso ou nos cantos causa riscos adicionais, pois a onda expansiva de uma primeira explosão agita o ar, gerando combustível para uma explosão secundária, que normalmente é muito mais violenta que a primeira, e que pode, por sua parte, criar uma terceira explosão. Desta forma produz uma reação em cadeia, cada vez mais intensa, que culmina em uma destruição total e incêndio [2].

O aumento limitado de pressão da primeira explosão pode sair através de janelas, portas e aberturas. Por outro lado, durante a explosão secundária, a onda expansiva é tão forte que as aberturas de alívio de explosão não são suficientes e produz o colapso das estruturas mais resistentes [2].

Para proteger uma planta de uma explosão se faz necessário eliminar um dos três fatores de risco do Triângulo “pó + oxigênio + ignição” [2].

A eliminação de qualquer um desde três segmentos vai prevenir a reação. Isso pode ser possível neutralizando as fontes de ignição ou eliminando e reduzindo as emissões de pó [2].

As explosões são decorrências do descuido e da negligência das normas técnicas. Não seguir a risca a legislação trabalhista implica em punições cabíveis, além de comprometer vidas de terceiros, indo contra a responsabilidade civil [5]. Pode-se usar métodos preventivos, tais como [6]:

- Proceder à limpeza frequente do local;
- Evitar fontes de ignição (solda, fumo, etc.);
- Manutenção periódica dos equipamentos;
- Aterramento de motores;
- Peças girantes devem trabalhar sem pó;
- Instalar bom sistema de aterramento (eletricidade estática);
- Nunca varrer o armazém;
- Usar o aspirador de pó;
- Equipar elevadores, balanças e coletores de alívios contra pressões;
- Usar sistemas corta-fogo em dutos de transporte, e outros;
- Cuidados com ventiladores e peças girantes (faíscas);
- E manter umidade do local => 50% (ambiente seco é explosivo).

Para evitar a formação de pó se faz necessário por meio de: controle da aspiração por Filtro de Mangas, eficientes planos de limpeza, controle da velocidade dos equipamentos, aplicação de óleo mineral sobre os grãos evitando a formação de pó, que impede a contaminação ambiental e assegura a não geração de pó explosivo em todo processo [2].

A eliminação de fontes de ignição. Evitar as fontes de ignição deve ser o ponto principal para prevenção contra explosão e se pode obter com [2]:

- Instalação de sensores de sub-velocidade em transportadores;
- Instalação de sensores de transbordo de produto;
- Instalação de sensores de desalinhamento de correia;
- Instalação de canecas plásticas em elevadores;
- Instalação de magnéticos para remoção de corpos metálicos;

- Instalação de máquinas de limpeza para remover partículas como pedras, areia, corpos estranhos e etc;
- Instalação de máquinas separadoras de pedras.

Outras medidas preventivas recomendam instalações elétricas nos silos à prova de explosões como enclausuramento de lâmpadas e tomadas; apurado controle da umidade relativa do ar (abaixo de 50%, caracteriza-se faixa crítica de risco); controle da eletricidade estática, através de sistema de aterramento dos silos; controle de chamas abertas com o uso de aparelhos de soldagem, fósforos e operações de esmirilhamento de metais, além da instalação de pára-raios [7].

Hoje são encontrados no mercado eficientes dispositivos de alívio de pressão e proteção contra explosão, tais como [2]:

- Painel Vent ou Janela de Explosão. Estes sistemas previnem os equipamentos aliviando a pressão interna e pode ser de uso In door e Out door.



Figura 2. Painel Vent ou Janela de Explosão.

- Dispositivo de Alívio de Pressão Q-box e Q-roth. Estes sistemas previnem os equipamentos aliviando a pressão interna e são de uso In door.



Figura 3. Dispositivo de Alívio de Pressão Q-box e Q-roth.

- Válvula de Isolamento. Impede que a explosão se propague para outros equipamentos ou áreas.



Figura 4. Válvula de isolamento

No caso de proteção para moinhos, que operam normalmente com velocidade de rotação bastante elevada, há riscos de um corpo estranho, como uma pedra, partes metálicas, ou um dano mecânico no sistema desencadear um violento processo com muitas faíscas; como melhoria no sistema de controle de proteções, pode-se sugerir a instalação de detetores de faíscas, que reconhecem essa

anomalia, e acionam os extintores, protegendo também as instalações acopladas ao moinho. Através do controle sistemático de faíscas (no caso, faíscas isoladas), as mesmas podem ser combatidas sem necessariamente desligar o sistema. Apenas quando o nível de segurança for ultrapassado, o sistema é imediatamente desligado e, por exemplo, inundado com água [7].

Ainda com relação à sistemas de proteção, podemos considerar para o evento de incêndio, que sprinklers automáticos devam ser instalados em todos os prédios onde haja processamento e estocagem de grãos, onde a construção ou equipamentos sejam de natureza combustível. Os sprinklers, embora desejáveis, podem ser omitidos nas áreas onde possuam características não combustíveis, ou que tenham uma resistência ao fogo, se apenas houver os grãos propriamente. Os sprinklers devem ser instalados no interior dos maiores equipamentos de processo, nas partes mais secas, como por exemplo, sacos coletores de pó, e suportes dos elevadores. No caso dos suportes dos elevadores, os sprinklers são necessários apenas no topo, a menos que seus anexos sejam combustíveis. Em todos os casos, não deixamos de levar em conta a proteção pelos meios convencionais de combate a incêndios, como extintores e hidrantes [7].

Além de danos físicos e fatalidades, estas explosões acabam por causar interrupção de negócios e perdas financeiras. Dependendo da severidade do incidente, o tempo de parada e as perdas de produção podem se estender de semanas até meses. Pagamento de indenizações, tempo necessário para conduzir uma investigação, fazer mudanças na planta existente e reprojeter, adquirir e comissionar novas instalações acabam sendo o resultado de lições aprendidas tardiamente. Em alguns casos a planta poderá estar totalmente condenada [8].

Talvez muitas empresas ainda não tenham consciência da importância destes sistemas de proteção, mas a cada dia os Órgãos Governamentais estão lutando para que haja uma legislação que obrigue a instalação de sistemas de proteção em plantas que tenham os riscos de Explosão de Pó [2].

CONCLUSÃO

Uma explosão causada por poeira de grão pode gerar prejuízos irreversíveis ao patrimônio como paradas no processo produtivo e o pior, muitas pessoas são mortas ou ficam permanentemente incapacitadas para o trabalho, além do alto prejuízo para o empregador.

As explosões são decorrências do descuido e da negligência das normas técnicas. Não seguir a risca a legislação trabalhista implica em punições cabíveis, além de comprometer vidas de terceiros, indo contra a responsabilidade civil.

A implantação de sistema de ventilação local exaustora para retirada da poeira nos pontos de geração é uma das principais medidas de controle e prevenção dos sinistros e a limpeza diária da poeira residual depositada nas máquinas, equipamentos e instalações é uma exigência para o controle da concentração da poeira ambiental. Sistemas de proteção e combate, bem como características operacionais precisam ser cogitados e considerados.

Portanto, conclui-se que não pode ser feita uma generalização de métodos de proteção em relação ao risco de explosão, porque a mesma dependerá das propriedades da poeira, tipo de projeto, planta industrial, equipamentos existentes, risco de instalações vizinhas, e valor do equipamento em risco.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] VIOLA, Marcelo Ribeiro. **Proteção como descargas atmosféricas diretas e indiretas e unidades armazenadoras de grãos.** Anais do IV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Agroindústria. Disponível em: <http://sbiagro.110mb.com/pdf/iv_congresso/art193.pdf> Acesso em 30 de jan. 2011.

[2] PKK do Brasil, Soluções Integradas do Brasil. **Explosão de pó em silos e sistemas de proteção contra explosão de pó.**

[3] ARAÚJO, Flávio Amorim Gomes. **Prevenção e combate de incêndios.** Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). Versão 02. Jan. 2008.

[4] SÁ, Ary. **Efeito Devastador**. Revista Proteção, São Paulo, n. 181, jan. 2007, pg.63. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/silo.htm>> Acesso em 07 de dez. 2010.

[5] TAVARES, Brunna; JEAN, Marcos. **O Perigo da Poeira Vegetal produzido na movimentação de grãos nos silos e os métodos d prevenção**. IFMA Campus.

[6] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. **Risco do Trabalho em Silos e Armazéns**.

Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/silo.htm>> Acesso em 15 de jan. 2011.

[7] Corretor Unibanco. **Aceitação para riscos envolvendo grãos**. Disponível em: <http://publica.corretorunibancoaig.com.br/arq/pac/Propostas/Aceitacao_para_Riscos_envolvendo_graos.pdf> Acesso em 27 de dez. 2010.

[8] CARTWRIGHT, P.; PASCON, P. E. **Explosões (parte 1)**. Disponível em: <www.processos.eng.br> Acesso em 27 de dez. 2010.

