

**SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA**  
**POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Corpo de Bombeiros**

**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 27/2019**

**Armazenamento em silos**

**SUMÁRIO**

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências normativas e bibliográficas
- 4 Definições
- 5 Procedimentos

## 1 OBJETIVO

1.1 Estabelecer as medidas de segurança para a proteção contra incêndios e explosão em silos, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra incêndio e áreas de risco do Estado de São Paulo em vigor.

## 2 APLICAÇÃO

2.1 Esta Instrução Técnica (IT) aplica-se a todo silo destinado à armazenagem de cereais e seus derivados, sementes oleaginosas, sementes agrícolas, legumes, açúcar, farinhas, entre outros produtos que gerem ambiente explosivo.

2.2 Os silos existentes e aprovados com base em norma vigente à época, anterior a edição desta IT ou aprovados através de CTPI ou CTUI, desde que mantidas os critérios de aprovação, podem seguir as exigências do projeto aprovado, respeitando as exigências básicas da IT 43 para as áreas de apoio.

## 3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR IEC 60079** – Parte 10 – 2 – Classificação de áreas – Atmosferas de poeiras combustíveis.

\_\_\_\_\_. **NBR IEC 60079** – Parte 14 – Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas.

\_\_\_\_\_. **NBR 5410** – Instalações elétricas de baixa tensão.

\_\_\_\_\_. **NBR 5419** – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

\_\_\_\_\_. **NBR 10897** – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiro automático.

\_\_\_\_\_. **NBR 11162** – Silos cilíndricos para grãos vegetais.

\_\_\_\_\_. **NBR 11165** – Componentes de silos cilíndricos metálicos para grãos vegetais.

\_\_\_\_\_. **NBR 16385** – Sistemas de prevenção e de proteção contra explosão - Fabricação, processamento e manuseio de partículas sólidas combustíveis – Requisitos.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 6184-1** – Sistemas de proteção contra explosão parte 1: Determinação dos índices de explosão dos pós combustíveis no ar.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 6184-4** – Sistema de proteção contra explosões parte 4: Determinação de eficácia dos sistemas de supressão de explosões.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO/IEC 31010** – Gestão de riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos.

**NR 10** – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

**NR 33** – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados.

**NR 12** – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

**NFPA nº 61** – *Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Products Facilities.*

**NFPA nº 68** – *Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting.*

**NFPA nº 69** – *Standard on Explosion Prevention Systems.*

**NFPA nº 654** – *Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids.*

*FMS 7-11 – Conveyors.*

## 4 DEFINIÇÕES

4.1 Além das definições constantes da IT 03 – Terminologia de segurança contra incêndio, aplicam-se as definições específicas abaixo:

**4.1.1 Análise de risco:** é um estudo de cenários de incêndio/explosão e emissão tóxica, abordando as causas e consequências, visando à segurança do processo conforme normas técnicas;

**4.1.2 Alívio de explosão:** área destinada ao alívio de pressão/chama decorrente de uma explosão, direcionada para um local seguro;

**4.1.3 Balança de fluxo:** trata-se de um sistema de pesagem por bateladas automáticas e intermitentes. Seu projeto de três camadas consiste de silo pulmão, silo e silo receptor;

**4.1.4 Deflagração:** propagação de uma zona de combustão a uma velocidade inferior a velocidade do som em meio isento de reação;

**4.1.5 Detonação:** propagação de uma zona de combustão a uma velocidade superior a velocidade do som em meio isento de reação;

**4.1.6 Elevadores agrícolas:** equipamentos que efetivam a elevação de grãos;



Figura 1: Elevador Agrícola (Tombador)

**4.1.7 Esteira transportadora:** são correias de estrutura metálica com longarinas de vigas “U” ou “L”, fixadas nos pisos por cavaletes parafusados, com a finalidade de transportar grãos no sentido horizontal, a grandes distâncias. Possuem como característica os rolos com rolamentos expostos ao pó;

**4.1.8 Transportador de correia do tipo enclausurado:** são correias de estrutura metálica totalmente enclausurada/fechada, com rolamentos fixados do lado externo, com a finalidade de transportar grãos no sentido horizontal a grandes distâncias. Possuem como característica a não emissão de pó para o ambiente e sistema de recarga e autolimpeza, e consequente eliminação de risco de explosão.



Figura 2: Esteira transportadora

**4.1.9 Explosão:** estouro ou rompimento de confinamento de um recipiente, por desenvolvimento de pressão interna na deflagração;

**4.1.10 Filtro de mangas:** equipamento que faz a coleta do ar impuro através de coifas e realiza o processo de filtragem pela passagem de ar forçado através de mangas onde as partículas finas ficam retidas;

**4.1.11 Isolamento de explosão:** sistema destinado a proteger os equipamentos do efeito da propagação da explosão por barreira química ou mecânica.

**4.1.12 Máquina de limpeza:** equipamento com sistema de peneiramento oscilatório que efetua a limpeza e a pré-limpeza, retirando o máximo de impurezas dos grãos;

**4.1.13 Micron:** medida correspondente a um milésimo do milímetro (mm). É representado pela letra grega  $\mu$ ;

**4.1.14 Moega:** construção da unidade armazenadora que recebe os grãos;



Figura 3: Moega

**4.1.15 Pó combustível:** partículas sólidas combustíveis que apresentam riscos de incêndio ou explosão quando suspensas no ar ou em camadas ou outro meio oxidante em uma faixa de concentração independente de material sólido com granulometria de 500 microns ou inferior, capaz de passar através de peneira padrão U.S. nº 35;

**4.1.16 Transportador de corrente:** tipo de transportador que utiliza uma corrente para o transporte dos grãos;



Figura 4: Transportador de corrente

**4.1.17 Secador:** equipamento que reduz a umidade dos grãos;



Figura 5: Secador

**4.1.18 Transportador helicoidal:** equipamento destinado ao transporte horizontal / inclinado de carga e descarga de grãos nos silos, máquinas de limpeza, secadores e outros equipamentos, podendo descarregar em mais de um ponto ao mesmo tempo. É recomendado para pequenas distâncias;



Figura 6: Transportador helicoidal

**4.1.19 Silo:** estrutura destinada ao armazenamento de cereais e seus derivados, sementes oleaginosas, sementes agrícolas, legumes, açúcar, farinhas, entre outros produtos que gerem ambiente explosivo, sem estarem ensacados. Em silos não há presença humana no seu interior para manuseio direto e constante com os produtos. Os silos podem ser horizontais, semiesféricos ou verticais.

**4.1.20 Silos horizontais:** é um grande depósito horizontal, onde prevalece a relação da base maior que a altura. O piso e parte da construção lateral podem situar-se abaixo do nível do solo para aproveitar o talude como reforço. A deposição do material a granel é feita ao longo do cume da cobertura e o material é acumulado em forma de pirâmide;



Figura 7: Silo Horizontal

**4.1.21 Silos semiesféricos:** são grandes depósitos horizontais cobertos no formato de calota. O piso e parte da construção lateral podem situar-se abaixo do nível do solo para aproveitar o talude como reforço;

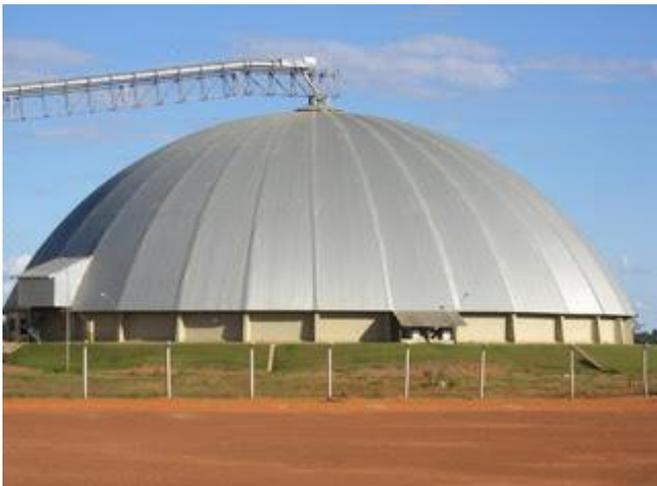


Figura 8: Silo Semiesférico

**4.1.22 Silos verticais:** são silos cilíndricos, construídos em concreto ou em chapas de aço. Prevalece a relação da altura maior que a base;



Figura 9: Silo Vertical

**4.1.23 Supressão de explosão:** sistema destinado à supressão da explosão por agente químico não combustível;

**4.1.24 Ventilador ou exaustor:** equipamento que faz a movimentação de ar forçado (insuflação ou aspiração);



Figura 10: Ventilador ou exaustor

## 5 PROCEDIMENTOS

### 5.1 Estrutura

**5.1.1** O material de construção do silo e equipamentos de transporte e processo deve ser incombustível.

**5.1.2** Silos metálicos devem ser construídos com parafusos ou solda enfraquecida entre a cobertura e o corpo, de forma a permitir a separação neste ponto, em caso de explosão no seu interior.

**5.1.3** A cobertura do silo deve ser dotada de vedação contra escape de pó e contra água.

**5.1.4** Não deve haver nenhuma abertura entre silos.

**5.1.5** Cada silo deve possuir respiros na cobertura, sendo que a quantidade e dimensões devem ser definidas por dimensionamento adequado, para atender a sua finalidade

**5.1.5.1** O respiro deve ser curvado ou inclinado para evitar a entrada de água e a cobertura deve ser vedada contra poeira e água.

### 5.2 Escadas e elevadores nas rotas de fuga

**5.2.1** Escadas internas devem ser do tipo enclausurada com acesso por meio de porta corta-fogo com resistência de 90 min (PCF P-90), não necessitando haver janelas de ventilação no corpo da escada, possuir largura mínima de 1 m, independente da altura do silo.

**5.2.2** Para escadas externas o acesso deve ser por meio de porta corta-fogo com resistência de 90 min (PCF P-90) e possuir largura mínima de 1 m, independente da altura do silo.

**5.2.3** As exigências acima não se aplicam às escadas de áreas técnicas onde não há a permanência de pessoas, devendo ser atendida a NR-12.

**5.2.4** Elevadores internos devem ser fechados em poços estanques com paredes resistentes ao fogo por 2 h e dotados de portas corta-fogo (PCF) do tipo P-90, com fecho automático, em todas as aberturas.

**5.2.5** Não se aplicam as exigências do item 5.2.4 no caso de elevadores externos.

### 5.3 Medidas de segurança contra incêndios

**5.3.1** Rotas de fuga e saídas de emergência, de acordo com a IT 11 – Saídas de emergência e com o item 5.2 desta IT.

**5.3.2** Brigada de incêndio de acordo com a IT 17 – Brigada de incêndio.

**5.3.3** Sistema de iluminação de emergência, de acordo com a IT 18 - Iluminação de emergência.

**5.3.4** Sistema de alarme, de acordo com a IT 19 – Sistema de detecção e alarme de incêndio.

**5.3.5** Sinalização, de acordo com a IT 20 – Sinalização de emergência.

**5.3.6** Extintores portáteis do tipo adequado aos riscos a proteger, atendendo a IT 21 – Sistema de proteção por extintores de incêndio.

**5.3.7** Sistema de proteção por hidrantes, de acordo com a IT 22 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, independente das áreas de construção e de apoio serem inferiores a 750 m<sup>2</sup>.

**5.3.7.1** O tipo do sistema de hidrantes para qualquer tipo e tamanho de silo será o tipo 4 especificado na IT 22, obrigatoriamente com esguicho regulável.

**5.3.7.2** A reserva de incêndio será proporcional às áreas de apoio construídas, devendo seguir os valores de referência para as indicações do grupo J-4.

**5.3.7.3** Para as áreas de apoio inferiores a 750 m<sup>2</sup>, deve ser adotado sempre o valor mínimo previsto para o grupo J-4 (até 2500 m<sup>2</sup>), conforme tabela específica da IT 22.

**5.3.7.4** Preferencialmente os pontos de hidrantes devem ser posicionados de acordo com o conceito de hidrantes externos.

**5.3.7.5** É vedada a instalação de sistema de hidrantes no interior dos silos.

**5.3.8** Deve haver proteção por sistema de chuveiros automáticos do tipo dilúvio sobre as correias transportadoras que estejam enclausuradas ou que tenham a sua maior altura superior a 12 metros, devendo ser calculada a densidade mínima de 12 L/min/m<sup>2</sup>, reserva de incêndio mínima para 30 minutos de operação.

**5.3.8.1.1** A quantidade de chuveiros tipo dilúvio a ser considerado no cálculo será a soma de chuveiros instalados a cada duas chaves seccionadoras (mínimo de 7 por chave). Podendo ser o acionamento de forma manual.

**5.3.8.1.2** Caso não haja chave seccionadora instalada o cálculo deverá levar em consideração todo o sistema acionado ao mesmo tempo.

**5.3.8.1.3** Os demais parâmetros de elaboração do sistema não estipulados nesta IT devem seguir os parâmetros da IT 23 e NBR 10897.

**5.3.9** As correias transportadoras devem ser construídas em material que não propague chamas e evite acúmulo de energia estática.

**5.3.10** Deve haver sistema de detecção de calor em toda extensão da correia, em caso de acionamento do sistema, deverá desligá-la automaticamente.

**5.3.11** Deve ser previsto comando manual alternativo (botão de emergência) em local de fácil visualização, identificação e acesso, para desligar a correia transportadora em caso de incêndio. Pode ser desligado à distância por uma central de monitoramento.

## **5.4 Instalações elétricas**

**5.4.1** As instalações elétricas devem atender à NBR IEC 60079 –Parte 14 – Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas; Instrução Técnica 41 e a NBR 5410 – Instala-

ções elétricas de baixa tensão.

**5.4.2** Todas as luminárias da área de risco, inclusive as de emergência, devem ser à prova de explosão e de pó.

## **5.5 Proteção contra descargas atmosféricas**

**5.5.1** As unidades armazenadoras devem dispor de proteção contra descargas elétricas atmosféricas, dimensionadas e instaladas de acordo com as normas técnicas.

**5.5.2** Os silos e estruturas metálicas devem ser convenientemente aterrados.

## **5.6 Sensor de temperatura**

**5.6.1** Um sensor de temperatura deve ser localizado entre os dispositivos de produção de calor e o secador.

**5.6.2** Os secadores devem ter um sensor de temperatura regulado para limitar o ar introduzido no secador a uma temperatura segura. Tal 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.

**5.6.3** Indicadores de pontos aquecidos devem ser instalados em todos os silos.

**5.6.4** O número e a localização dos sensores devem estar de acordo com as especificações do fabricante.

## **5.7 Controle de pó**

**5.7.1** O pó deve ser coletado em todos os pontos de produção dentro da unidade armazenadora e instalação de movimentação como: na admissão ou descarga de transportadores de correias, redler ou chute, despoeiramento ao longo dos túneis, balanças de fluxo, elevadores e máquinas de limpeza.

**5.7.2** Especial atenção deve ser dada aos pontos de transferência de grãos, nas moegas rodoviárias e moegas ferroviárias assim como no carregamento em caminhões e navios.

**5.7.3** O pó coletado deve ser filtrado e armazenado 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.

**5.7.4** Os dutos de transporte de pó devem ser dotados de sistema de detecção e de extinção de faísca.

**5.7.5** 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 pó, gases e a renovação do ar.

## **5.8 Medidas de proteção contra explosão**

**5.8.1** Todas as edificações e estruturas onde exista o risco de explosão de pó devem contar com dispositivos de proteção contra explosão, de acordo com as normas técnicas.

**5.8.2** Todos os equipamentos, dutos, silos de pó e coletores no interior dos quais o pó fica confinado, devem ser dotados por sistemas de proteção contra explosão, devidamente dimensionados, de acordo com as normas técnicas, devendo ser apresentada a respectivo comprovante de responsabilidade técnica do projeto, instalação e/ou manutenção.

**5.8.3** São medidas de proteção contra explosão: alívio de explosão, supressão de explosão e isolamento de explosão.

**5.8.4** Quando o produto armazenado não gerar atmosfera explosiva devem ser apresentados por empresa especializada laudos e documentações comprovando essa situação. Para esses casos não há necessidade de medidas de proteção contra explosão.

## **5.9 Disposições gerais**

**5.9.1** Transportadores de parafuso (rosca sem fim) devem ser completamente fechados em carcaças metálicas, com tampas de abertura livre na extremidade de descarga e no acoplamento do eixo.

**5.9.2** O combustível (líquido ou gasoso) utilizado pelo secador de grãos deve atender às normas de segurança exigidas nas Instruções Técnicas respectivas.

**5.9.3** Secadores de grãos que utilizem combustível sólido devem ter as fornalhas instaladas a, no mínimo, 4 metros de distância do secador, ligando-se a esse por um túnel, convenientemente dimensionado, de forma a reduzir o risco da introdução de fagulhas no secador.

**5.9.4** Os transportadores verticais e horizontais devem ser dotados de sensores automáticos de movimento, que desligam automaticamente os motores ao ser detectado o escorregamento da correia ou corrente.

**5.9.5** A instalação deve contar com um constante programa de limpeza, para evitar a formação de acúmulos de pó sobre equipamentos, estruturas e demais locais sujeitos a tal fenômeno, para evitar explosões.

**5.9.6** Os grãos devem ser constantemente aerados para evitar sua decomposição que podem gerar vapores inflamáveis como metanol, propanol ou butano.

**5.9.7** Quando as concentrações de poeiras são desconhecidas, os locais de risco devem ser avaliados periodicamente com uso de bomba de amostragem. Estas concentrações de pó nunca podem estar entre 20 e 4.000 g/m<sup>3</sup>.

**5.9.8** Na vistoria deve ser exigido comprovante de responsabilidade técnica dos sistemas de controle de temperatura, despoejamento e explosão.

**5.9.9** A eletricidade estática deve ser removida dos silos, das máquinas e equipamentos que acumulam carga elétrica, por meio de aterramento instalado de acordo com as normas técnicas.