

Nº 179308

Identificar os perigos ocultos e prevenir explosões potencialmente devastadoras

José Ricardo Rezende Calça

*Palestra apresentado no
CONGRESSO IBERO-LATINO-
AMERICANO SOBRE SEGURANÇA
CONTRA INCÊNDIO, 7 CILASCI,
2024, São Paulo. 11 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**



CONGRESSO ÍBERO-LATINO-AMERICANO EM SEGURANÇA
CONTRA INCÊNDIOS

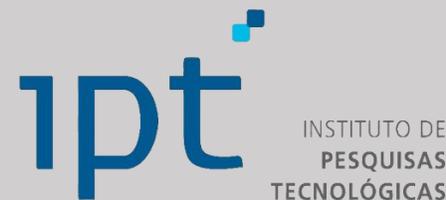
IBERO-LATIN AMERICAN CONGRESS ON FIRE SAFETY

CONGRESO IBERO LATINO AMERICANO EN SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

POEIRAS COMBUSTÍVEIS: ESTRATÉGIAS PARA
IDENTIFICAR OS PERIGOS OCULTOS E
PREVENIR EXPLOSÕES POTENCIALMENTE
DEVASTADORAS

Jose Ricardo Rezende Calça

IPT



INTRODUÇÃO

- Poeira combustível
- Definição: Uma **poeira** combustível é definida pela NFPA 652 como um sólido particulado combustível finamente dividido (partículas capazes de passar por uma peneira padrão dos EUA nº 40 [500 µm]) mas deve-se considerar que a relação entre área superficial e volume da partícula seja suficiente para representar um risco de incêndio repentino ou deflagração **quando suspenso no ar** ou no meio oxidante específico do processo em uma faixa de concentrações.
- Uma explosão de poeira pode ser repentina e catastrófica, causando mortes, ferimentos e destruição de edifícios inteiros.

INTRODUÇÃO

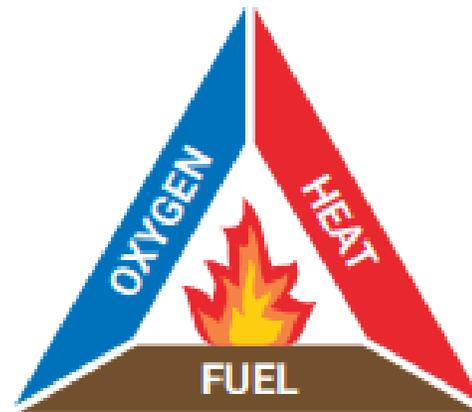
- Muitos processos industriais no mundo todo produzem poeiras combustíveis.
- Certos setores são particularmente suscetíveis a ocorrência de explosões de pós.

PRODUTOS AGRÍCOLAS	POEIRAS AGRÍCOLAS		POEIRAS CARBONÁCEAS	POEIRAS QUÍMICAS	POEIRAS METÁLICAS	POEIRAS PLÁSTICAS
Açúcar	Açúcar	Mistura de tabaco	Carvão ativado	Acetato de cálcio	Alumínio	(poli) Acrilonitrilo
Beterraba	Alfafa	Pellets de azeitona	Carvão betuminoso	Ácido adipico	Bronze	(poli) etileno
Leite	Algodão	Pêssego	Carvão, madeira	Ácido ascórbico	Carbono	(poli) propileno
Amido de milho	Amido de arroz	Pó cru de semente de mandioca	Celulose	Antraquinona	Magnésio	Acrilato de (poli) metilo
Amido, arroz	Amido de batata	Pó de alho	Coque, petróleo	Ascorbato de sódio	Zinco	Celulose moldada
Amido, trigo	Amido de milho	Pó de arroz	Cortiça	Carboxi-metilcelulose		Resina epóxi
Clara de ovo	Amido de trigo	Pó de cacau	Fuligem, pinho	Dextrina		Resina fenólica
Farinha de madeira	Batata	Pó de café	Fumos	Enxofre		Resina melamina
Farinha de soja	Beterraba	Pó de casca de coco	Lignite	Estearato de cálcio		Vinil acetileno
Leite desnatado, seco	Cacau em pó	Pó de cebola	Milho	Estearato de chumbo		
Leite em pó	Café verde	Pó de grama	Pasta de celulose	Estearato de sódio		
Soro de leite	Casca de limão em pó	Pó de grãos de aveia	Turfa	Lactose		
Tapioca	Cenoura	Pó de grãos de trigo		Metilcelulose		
	Chá	Pó de noz		Paraformaldeído		
	Especiaria em pó	Pó de sementes de girassol				
	Farinha de arroz	Pó de soja				
	Farinha de aveia	Poeira de especiarias				
	Farinha de batata	Polpa de limão				
	Farinha de centeio	Casca de amendoim				
	Farinha de trigo	Salsa (desidratada)				
	Fubá	Semente de algodão				
	Girassol	Semolina				
	Glúten	Tomate				
	Linhaça	Turfa				
	Lúpulo (maltado)					
	Malte					

Fonte: OSHA, Combustible Dust Poster
www.osha.gov/sites/default/files/publications/combustibledustposter.pdf

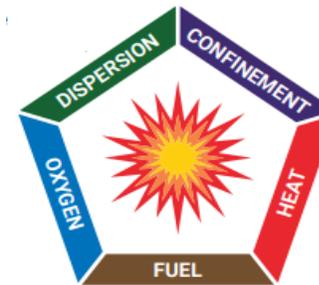
INTRODUÇÃO

- Cinco elementos são necessários para iniciar uma explosão de pó, que é frequentemente chamada de “Pentágono da Explosão de Pó”.
- Os três primeiros elementos são elementos do familiar “triângulo do fogo”:
 1. Pó combustível (combustível)
 2. Fonte de ignição (calor)
 3. Oxigênio no ar (oxidante)



INTRODUÇÃO

- Para que ocorra uma explosão de pó combustível, dois elementos adicionais devem estar presentes:
 - 4. Dispersão de partículas de pó em quantidade e concentração suficientes
 - 5. Confinamento da nuvem de pó
- Embora um *flash-fire* ainda possa ocorrer na ausência de confinamento, uma explosão não pode ocorrer se faltar um dos cinco elementos.
- Quando o combustível (poeira combustível) é disperso e confinado em um espaço ou edifício fechado, a ignição pode resultar em uma explosão.



ABORDAGEM

A chave de tudo: ANTECIPAÇÃO

- Parâmetros de explosividade do material processado;
- Distribuição granulométrica das partículas;
- Parâmetros de operação;
- Energias envolvidas;
- Ambiente onde o processo é realizado;
- Implantação do processo – localização;

Dados de explosividade do material processado.

Dados de explosividade do material processado.

Os parâmetros de explosividade da poeira são essenciais para avaliar os riscos da poeira e avaliação das consequências que podem ser provocadas pela explosão.

- Distribuição granulométrica e umidade: têm um efeito significativo sobre o quão perigosa é a poeira. As partículas mais finas(ou seja, poeiras com um diâmetro característico menor que 75 μm) geralmente contribuem mais fortemente para aumentar a severidade de uma explosão.
- Severidade da explosão da poeira (P_{max} & K_{st}): K_{st} está relacionado à taxa máxima de aumento de pressão em um recipiente fechado e P_{max} é a pressão máxima desenvolvida em um recipiente fechado. Os dados adquiridos neste protocolo de teste são usados principalmente no projeto de sistemas de proteção contra explosão (NFPA 68).

Dados de explosividade do material processado.

Exemplos de valores de K_{st} para diferentes tipos de poeira

Dust explosion class*	K_{st} (bar.m/s)*	Characteristic*	Typical material**
St 0	0	No explosion	Silica
St 1	>0 and \leq 200	Weak explosion	Powdered milk, charcoal, sulfur, sugar, and zinc
St 2	>200 and \leq 300	Strong explosion	Cellulose, wood flour, and poly methyl acrylate
St 3	>300	Very strong explosion	Anthraquinone, aluminum, and magnesium

The actual class is sample specific and will depend on materials characteristics (e.g., particle size and moisture).

*OSHA CPL 03-00-008 - Combustible Dust National Emphasis Program.

**NFPA 68, Standard on Explosion Prevention by Deflagration Venting.

Dados de explosividade do material processado.

- **Concentração Mínima de Explosividade (CME):** é a concentração mínima de poeira combustível suspensa no ar que suportará uma deflagração. As informações sobre o CME também podem identificar locais no processo que podem estar operando acima/abaixo das concentrações explosivas/combustíveis.
- **Temperatura Mínima de Ignição da Camada (TMIc):** determina a temperatura mais baixa na qual uma camada de poeira de espessura especificada, geralmente 5 mm, inflama em uma superfície aquecida. O material pode começar a arder devido à oxidação exotérmica se exposto a superfícies quentes, como motores, luminárias e tubulações de vapor. Isso também pode ocorrer em estocagem de sólidos a granel em temperaturas elevadas na ausência de superfícies quentes. Esses tipos de aquecimentos podem atuar como fontes de ignição para incêndios repentinos e explosões.

Dados de explosividade do material processado.

- Temperatura Mínima de Auto-Ignicão de pó (TMI): é a temperatura mínima na qual uma nuvem de poeira se auto-inflamará quando exposta ao ar aquecido em um forno à pressão atmosférica

Normas Internacionais.

- EN 13821: Determination of minimum ignition energy of dust/air mixtures
- EN 14034-1: Determination of max. explosion pressure P_{max} ...
- EN 14034-2: Determination of max. rate of explosion pressure rise $(dp/dt)_{max}$...
- EN 14034-3: Determination of the lower explosion limit LEL ...
- EN 14034-4: Determination of the limiting oxygen concentration LOC ...
- ASTM E2019: Test Method for Minimum Ignition Energy of Dust Clouds ...
- ASTM E1226: Standard Test Method for Explosibility of Dust Clouds
- EN ISO/IEC 80079-20-2: ... Material characteristics. Combustible dust methods
- VDI 2263:1992: Dust Fires and Dust Explosions – Hazards-Assessment-Protective Measures.

ESTRATÉGIA: ANTECIPAÇÃO AOS EVENTOS

- Antecipação: Avaliação da presença de poeira combustível nas instalações.
- Análise de Risco de Poeira Combustível - DHA – Dust Hazards Analysis - NFPA 652:2015 Standard on the Fundamentals of Combustible Dust.
- A NFPA 652 estabelece o relacionamento e a hierarquia entre ele e outros cinco padrões NFPA (484, 61, 654, 655 e 664), garantindo que os requisitos fundamentais sejam abordados consistentemente em todos os setores, processos e tipos de poeira.

CONCLUSÃO

- Entender poeiras combustíveis, avaliar o potencial de risco durante seu processamento e utilização, instalar sistemas de proteção contra explosão, sistemas de supressão de explosão, implementar medidas de prevenção e procedimentos de emergência, e prevenir explosões de poeira e incêndios repentinos é um esforço contínuo e crucial para indústrias em todo o mundo.