

EXPLOSÕES DE PÓ - PREVENÇÃO



EM 26 DE JULHO DE 2024 IRÁ FAZER UM ANO O EVENTO QUE CAUSOU A MORTE DE 10 PESSOAS EM PALOTINA-PR

- **Michelet Louis - 41 anos ;**
- **Jean Michee Joseph – 29 anos ;**
- **Jean Ronald Calix – 27 anos ;**
 - **Donald ST Cyr – 24 anos ;**
 - **Eugênio Metelus – 53 anos ;**
 - **Reginald Gefrard – 30 anos ;**
- **Saulo da Rocha batista – 53 anos;**
- **Francisca dos Santos - 33 anos;**
 - **Wicken Celestin-55 ANOS,**
- **Alfred Lesperance- 44 ANOS-**







Fábrica U.S.A

**AS EXPLOSÕES DE PÓS SÃO
MAIS COMUNS DO QUE SE
PENSA!**

**ALGUNS NÃO SABEM
QUE O PÓ EXPLODE
DETERMINADAS
CONDIÇÕES DE
CONCENTRAÇÃO NO AR
, TEOR DE UMIDADE E
FONTE DE IGNIÇÃO !**





Crédito: INERIS

Figura 2: Imagem após explosão nos silos, Blaye – França 1997
(RANGEL, 2007)

39 mortes,
também **23**
pessoas
sofreram
queimaduras
, sendo que
15 com
queimaduras
graves.



Figura 4: Explosão na Imperial Sugar nos Estados Unidos (Chemical Safety Board, 2006-2009)

2001 : 18
FERIDOS



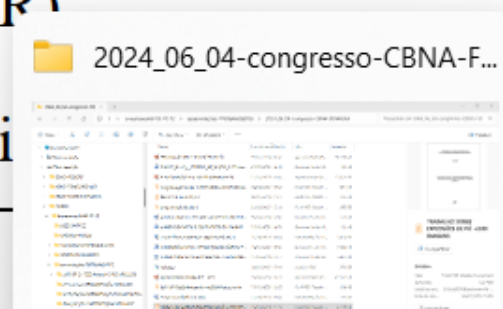
OBS
Em 1993 na
Cooperativa Agrícola
Vale do Piqueri
(Coopervale), em Assis
Chateaubriand (PR),
explosão causou 4
mortes e 6 feridos



Figura 1: Explosão em Paranaguá – Paraná (WEBER, 2005)

Tabela 1: algumas explosões ocorridas no Brasil

Local	Mês / Ano
Ceval (Pranchita – PR)	Janeiro - 1985
Cotrirosa (Santa Rosa – RS)	Agosto - 1985
Porto (Paranaguá – PR)	Julho - 1986
Canorpa (Apucarana – PR)	Agosto - 1988
Ceval (Xanxerê – SC)	Julho - 1991
Porto (Paranaguá – PR)	Novembro - 1991
Porto (Paranaguá – PR)	Janeiro - 1992
Cooperavale (Assis Chateaubriand – PR)	Junho - 1993



Simulação



Silos



Barracão



Túnel



- O PROCESSO DE DETONAÇÃO É RÁPIDO, MAS NÃO INSTANTÂNEO, SENDO QUE **AS SÉRIES DE DETONAÇÕES PODEM ATINGIR VELOCIDADES DE PROPAGAÇÃO DE ATÉ 7000 M/S, EXERCER PRESSÕES DE ATÉ 550 KPA E GERAR ONDAS DE CHOQUE COM VELOCIDADES DE 300 M/S (SILVA, 1999)**



A maior parte das temperaturas necessárias para ignição das nuvens de pó, situam-se entre 300 e 600 ° C. e a grande maioria das potências, estão entre 10 e 40 mJ.

Tamanho da partícula: < 0,1mm; Concentração da poeira: 4 a 4.000 g/m³; Índice de umidade: < 11%; Índice de oxigênio no ar: >= 12%;

Energia de ignição: > 10 a 100 mJ

UMIDADE DO AR <50% RISCO MUITO GRANDE

Temperatura de ignição: 410 a 600 °C. (FIREFLY, 2005).

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) concluiu que a EXPLOÇÃO(4★) que atingiu o silo de secagem de grãos da cooperativa agroindustrial C. Vale, em Palotina (PR), em 26 de julho de 2023, foi causada pelo excesso de poeira de grãos em suspensão e depositada em diversos pontos da unidade.

Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>

LAUDO DOS AUDITORES FISCAIS: - IRREGULARIDADES:

- **TRABALHADORES QUE NÃO POSSUÍAM CAPACITAÇÃO ADEQUADA PARA O TRABALHO EM ESPAÇOS CONFINADOS;**
- UMA [NORMA DO MINISTÉRIO](#) DEFINE COMO ESPAÇOS CONFINADOS AQUELES QUE NÃO SÃO PROJETADOS PARA OCUPAÇÃO HUMANA CONTÍNUA; QUE POSSUEM MEIOS LIMITADOS DE ENTRADA E SAÍDA; E ONDE EXISTE ATMOSFERA PERIGOSA, POR EXEMPLO, **COM A POSSIBILIDADE DE EXPLOÇÃO.**
- **FALTA DE SUPERVISÃO SUFICIENTE;**
- **GESTÃO INADEQUADA DOS SEUS ESPAÇOS CONFINADOS**

Laudo foi divulgado pelo Ministério do Trabalho e Emprego

Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>

LAUDO DOS AUDITORES FISCAIS: - IRREGULARIDADES:

- **EXCESSO DE JORNADA;**
- **FALTA DE DESCANSO SEMANAL;**
- **PRESSÃO POR PRAZOS (SAFRA COM ALTA DEMANDA);**
- **FALTA DE DESCANSO SEMANAL;**
- **VESTIMENTAS INADEQUADAS PARA A ÁREA DE TRABALHO;**

Laudo foi divulgado pelo Ministério do Trabalho e Emprego

Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>

LAUDO DOS AUDITORES FISCAIS: - IRREGULARIDADES:

- **SISTEMAS DE TRANSPORTE POR CORREIAS SEM MONITORAMENTO DE TEMPERATURA E DESALINHADOS;**
-
- **(FALTA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA) (★ Fábrica 4.0)**
- **INEFICÁCIA DOS SISTEMAS DE CONTROLE PARA RETIRADA DA POEIRA EM SUSPENSÃO,**
- **PROCEDIMENTO INSUFICIENTE DE LIMPEZA DA POEIRA DEPOSITADA NOS TÚNEIS (e equipamentos)**

Laudo foi divulgado pelo Ministério do Trabalho e Emprego

Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>

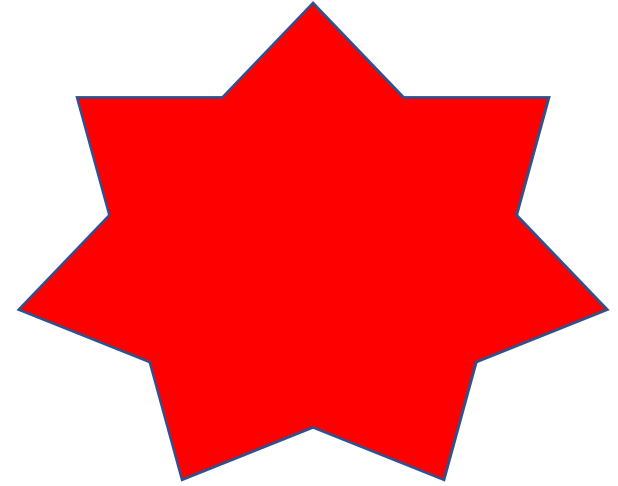
O pó de grãos e ração quando finamente pulverizado , no limite de concentração no ar , e em presença de uma fonte de ignição é extremamente perigoso.

67% DOS ACIDENTES TOTAIS OCORRIDOS EM EXPLOSÕES DE PÓ, OCORRERAM EM INSTALAÇÕES DE SECAGEM E SILOS ARMAZENADORES -

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

Segundo estatísticas, as principais fontes de ignição causadoras de acidentes com explosões de pó são:

- Faíscas mecânicas = 50%;
- Eletricidade estática, corte e solda, faíscas a arco = 35%;
- Sobreaquecimento = 15%;



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%;



Figura 6: Poeira depositada sob acionamento da correia transportadora no túnel subterrâneo de uma unidade armazenadora de grãos





Figura 32: Acúmulo de pó na fita transportadora localizada no túnel subterrâneo



SE.....

OU

QUANDO..

???????

Figura 24: Moega sem captore de pó no momento da descarga de soja com tombador

MONITORAMENTO / CONTROLE

MONITORAMENTO DE ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS – SISTEMA OFF LINE (PARA O ESTUDO INICIAL – MAPA DE RISCOS)



Figura 53: Bomba de amostragem de baixa vazão



Sistema de coleta-mangueira,
bomba e amostrador

MONITORAMENTO DE ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS – **ON LINE**

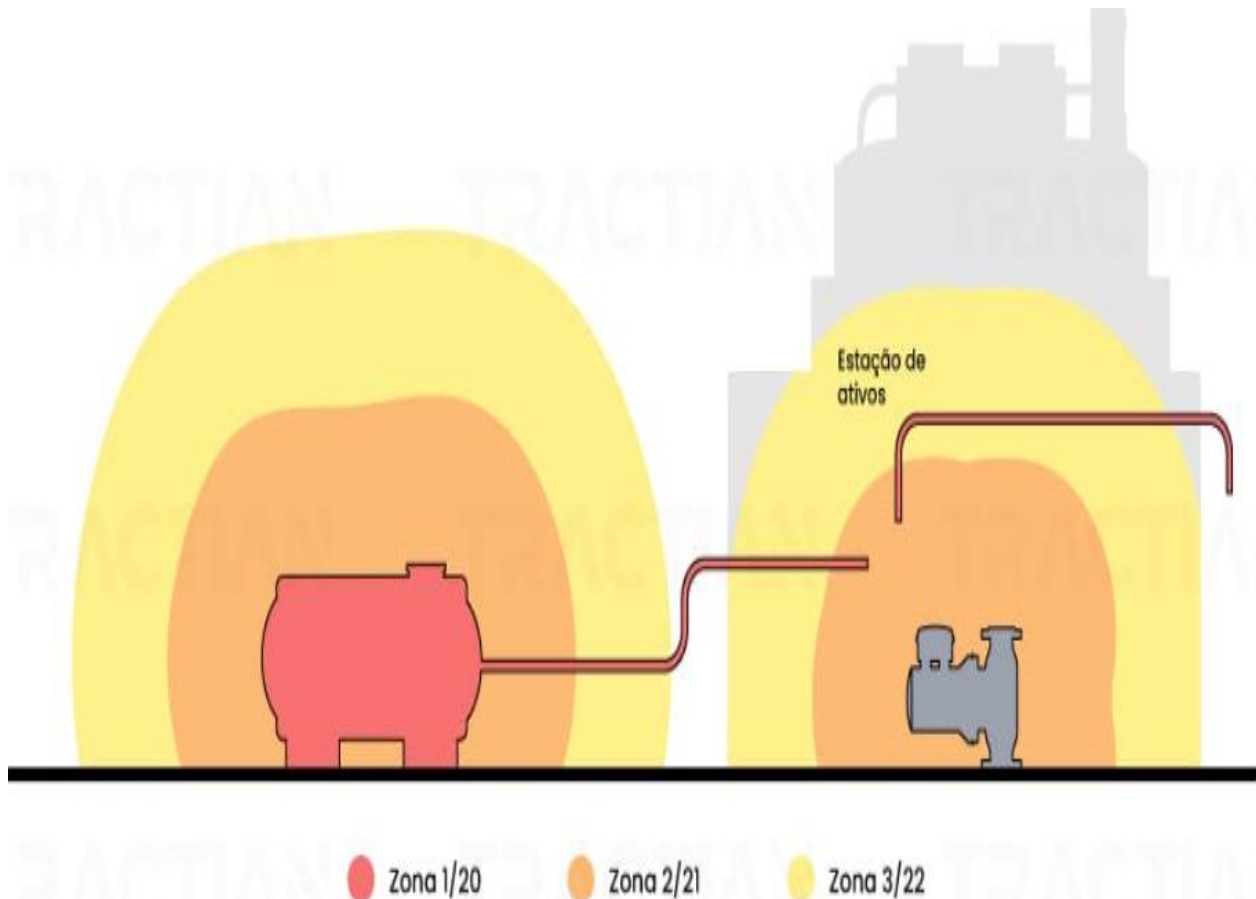




Figura 68: Local de realização da coleta de pó na máquina de limpeza

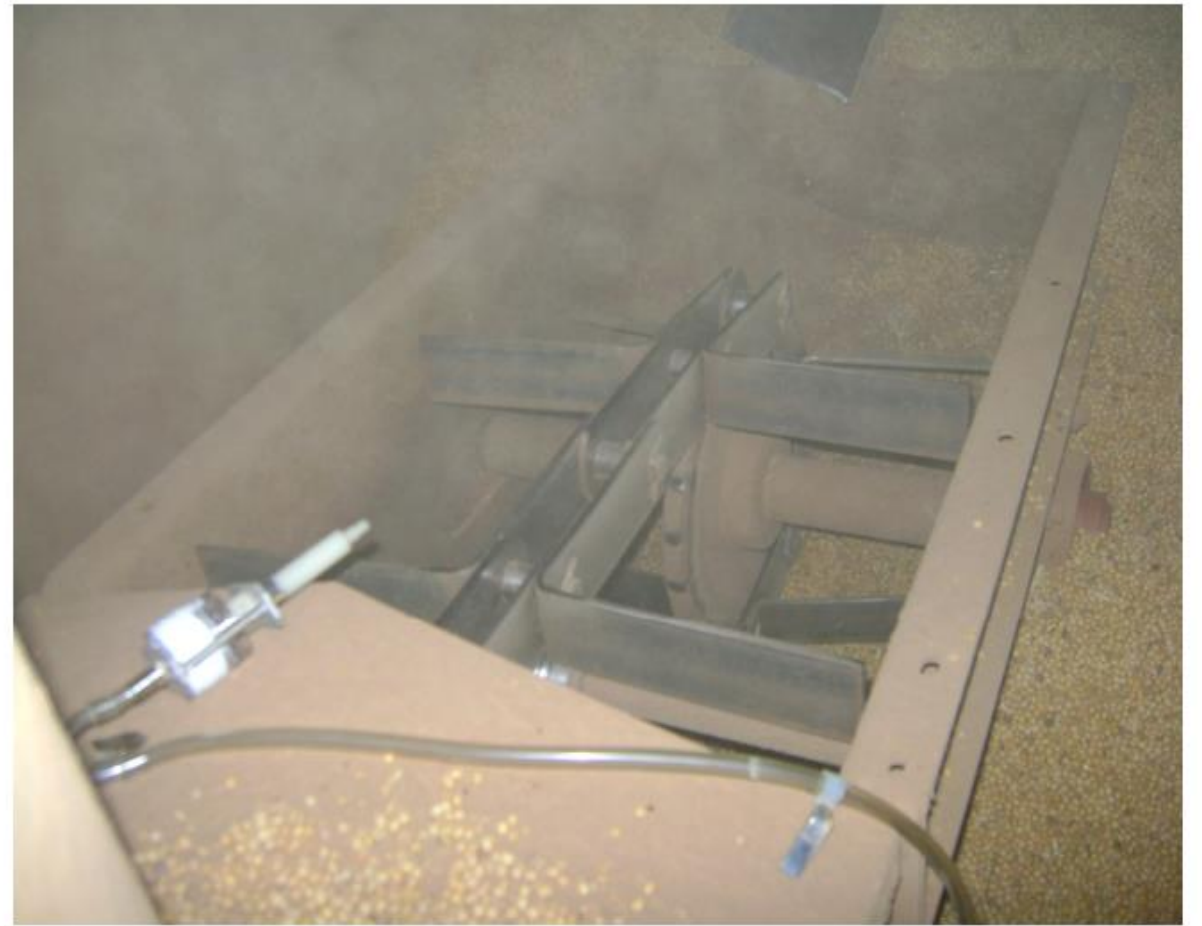


Figura 69: Local de realização da coleta de pó no redler de transporte



Figura 72: Local de instalação dos equipamentos de medição no elevador de transporte



Figura 73: Medição no início do acionamento do elevador

Tabela 2: resultado das concentrações totais encontradas nos locais de coleta

CONCENTRAÇÃO TOTAL DE POEIRA			
LOCAL	início da operação g / m ³	após 4 h de operação g / m ³	após 8 h de operação g / m ³
<i>Moega - Descarga manual</i>	0,331	2,622	4,449
<i>Moega - Descarga tombador</i>	0,802	16,168	31,182
<i>Secador</i>	0,839	10,871	17,313
<i>Túnel subterrâneo</i>	0,940	21,432	41,254
<i>Máquina de limpeza</i>	0,039	0,225	0,431
<i>Elevador de transporte</i>	7,985	99,653	122,650
<i>Redler de transporte</i>	7,620	98,755	113,386

Concentração total de poeira

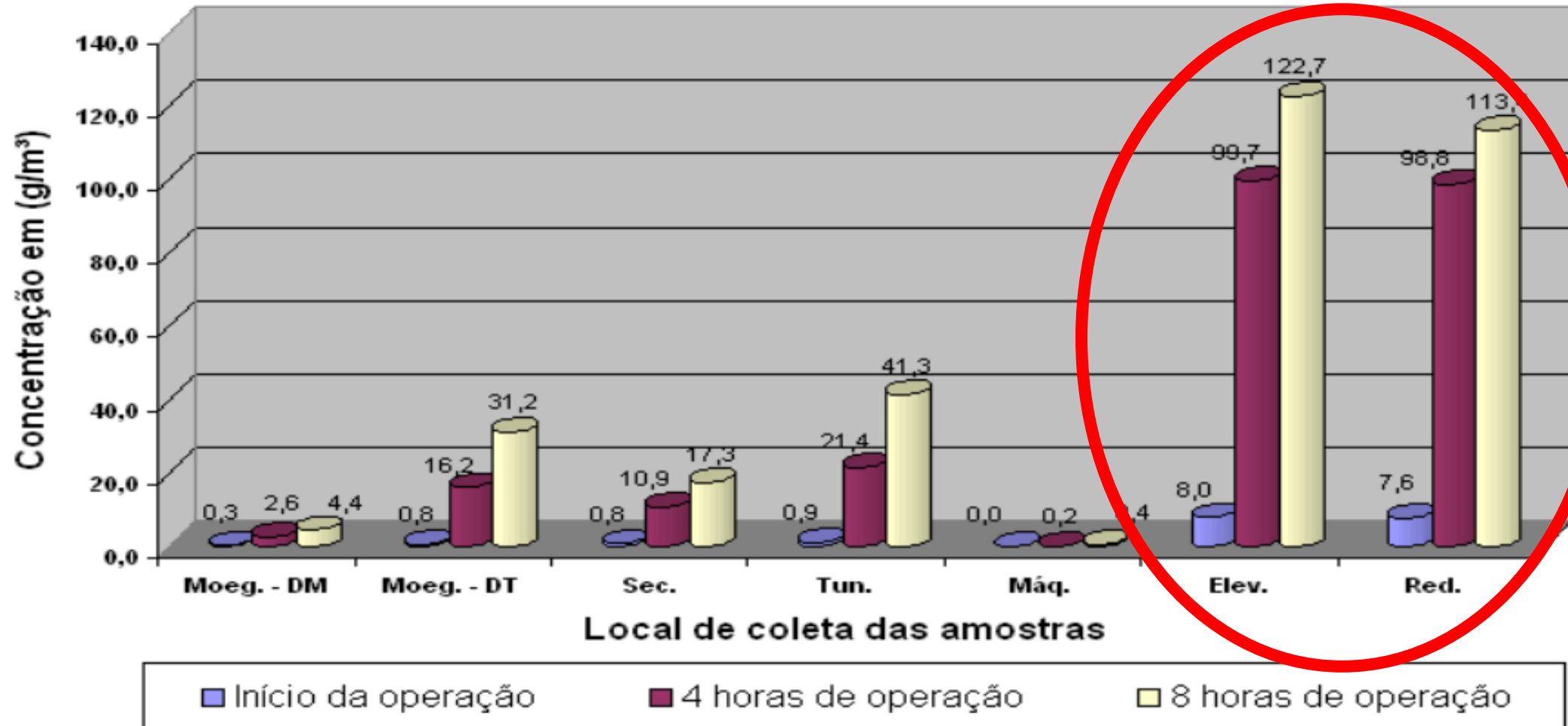


Figura 77: Resultado final das concentrações encontradas

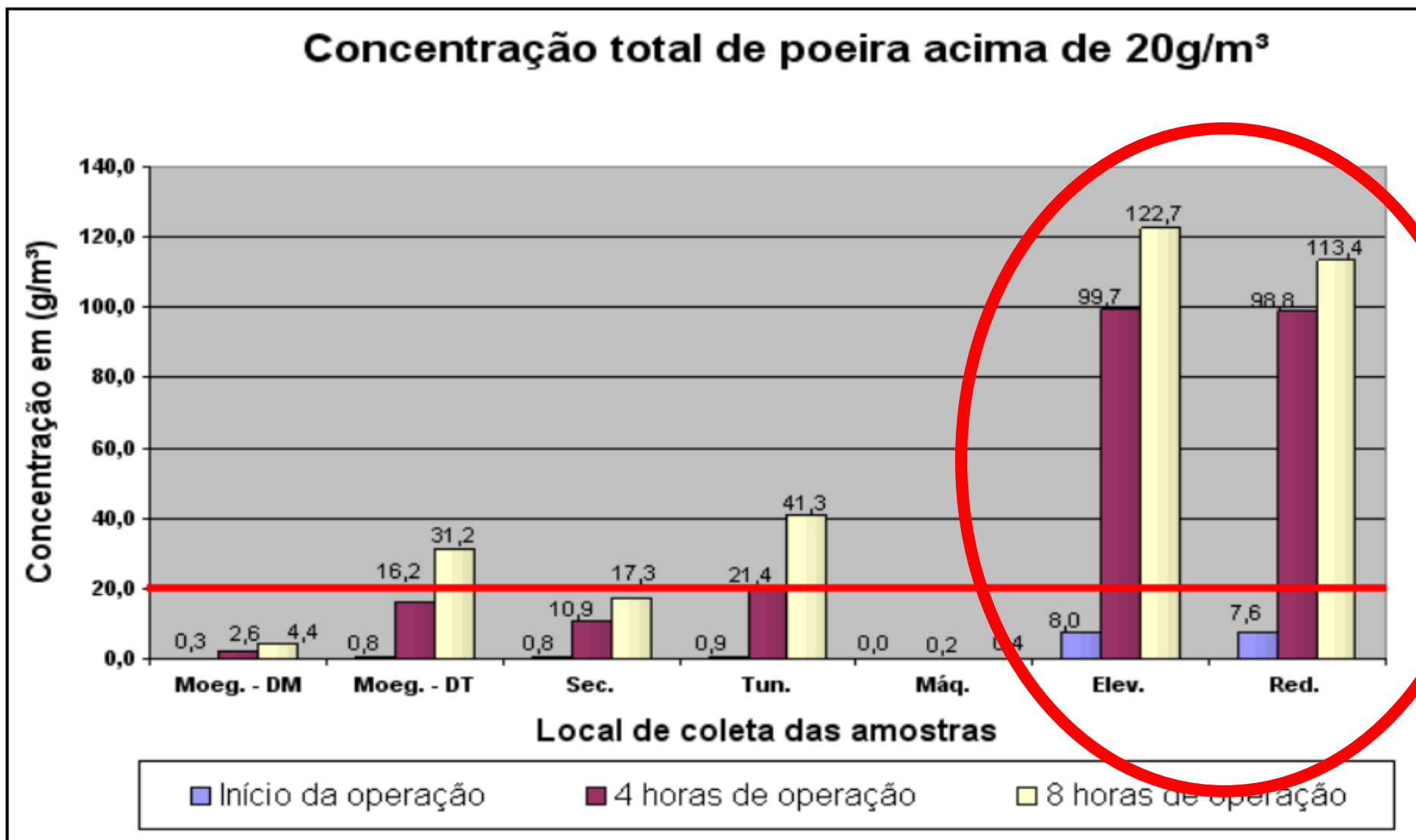


Figura 78: Concentração total de poeira acima do limite inferior de explosividade de 20g/m³

-DEPOIS DO LEVANTAMENTO DOS PONTOS CRÍTICOS >O que fazer para evitar as explosões??

- **A manutenção preventiva dos equipamentos mecânicos e elétricos ,**
- **programa efetivo de limpeza diária de estruturas e equipamentos ,**
- **avisos de proibição de fumar ,**
- **utilização de protetores para lampadas ,**
- **o uso de motores eletricos blindados e a conscientização constante do pessoal são os primeiros cuidados que se pode tomar.**



DEPOIS DO LEVANTAMENTO DOS PONTOS CRÍTICOS >O que fazer para evitar as explosões??

A umidade do ar abaixo de 50% é critica para a ocorrência de uma explosão de pó.

O aterramento de equipamentos é fundamental para se evitar faíscas produzidas por eletricidade estática. A instalação de para raios (SPDA) não é uma mera exigencia chata do Corpo de bombeiros !!

**DEPOIS DO LEVANTAMENTO DOS PONTOS
CRÍTICOS >O que fazer para evitar as explosões??**

**O CONTROLE DE OPERAÇÕES DE CORTE ,
SOLDA E ESMERILHAMENTO É
FUNDAMENTAL , E DEVE SER FEITO PELO
GERENTE DA OPERAÇÃO E O PESSOAL DE
SUPERVISÃO , COM AUTORIZAÇÃO FORMAL
DE CORTE SOLDA.**



**A instalação de
filtros de mangas
em lugares críticos
(e a sua limpeza
periódica)**

Figura 12: Instalação de um filtro de manga



Figura 16: Sistema de captação de pó para moegas de descarga de caminhões / vagões com aplicação de abafadores de pó sob a grade



Figura 17: Sistema de captação de pó para moegas de descarga de caminhões / vagões com aplicação de abafadores de pó sob a grade

Moegas de carga e descarga , tuneis e galerias devem ter sistemas de captação de pó.





Figura 34: Máquinas de limpeza providas de captore de pós (MARIN, 2005)



Figura 15: Filtro de manga aplicado a um redler (VECTRA



Figura 28: Moega com tombador enclausurado evitando a expansão do pó



MÓDULOS DE ELEVADORES COM PAINÉIS ANTI EXPLOSÃO

SENSOR DE DESALINHAMENTO BAP

- Sensor de alinhamento **sem contacto** e de montagem exterior com detecção através de um visor de policarbonato na estrutura do elevador;
- Exterior Resistente para utilização nos ambientes mais exigentes;
- Sensor magnético contra falhas, imune a acumulação de materiais;
- Poderoso alcance de 12-50mn, de ajuste fácil no sensor ou na unidade de controle independente;
- Tensão alimentação 12-24 VDC;
- Certificação EX / CE / CSA / IECEX / INMETRO.



MONITORAMENTO A400 ELITE TRACKSWITCH

- Monitorização remota para desalinhamento de correias que utiliza até 4 sensores modelo WADP ou BAP;
- **Monitora até 02 Elevadores de Canecas diferentes ou partes superior e inferior de uma mesmo Elevador de Canecas;**
- Possui dois alarmes independentes e dois sensores de parada;
- Simples, confiável e independente;
- Teste funcional completo através de um botão no painel de controle.
- Certificação EX / CE / CSA / IECEX.



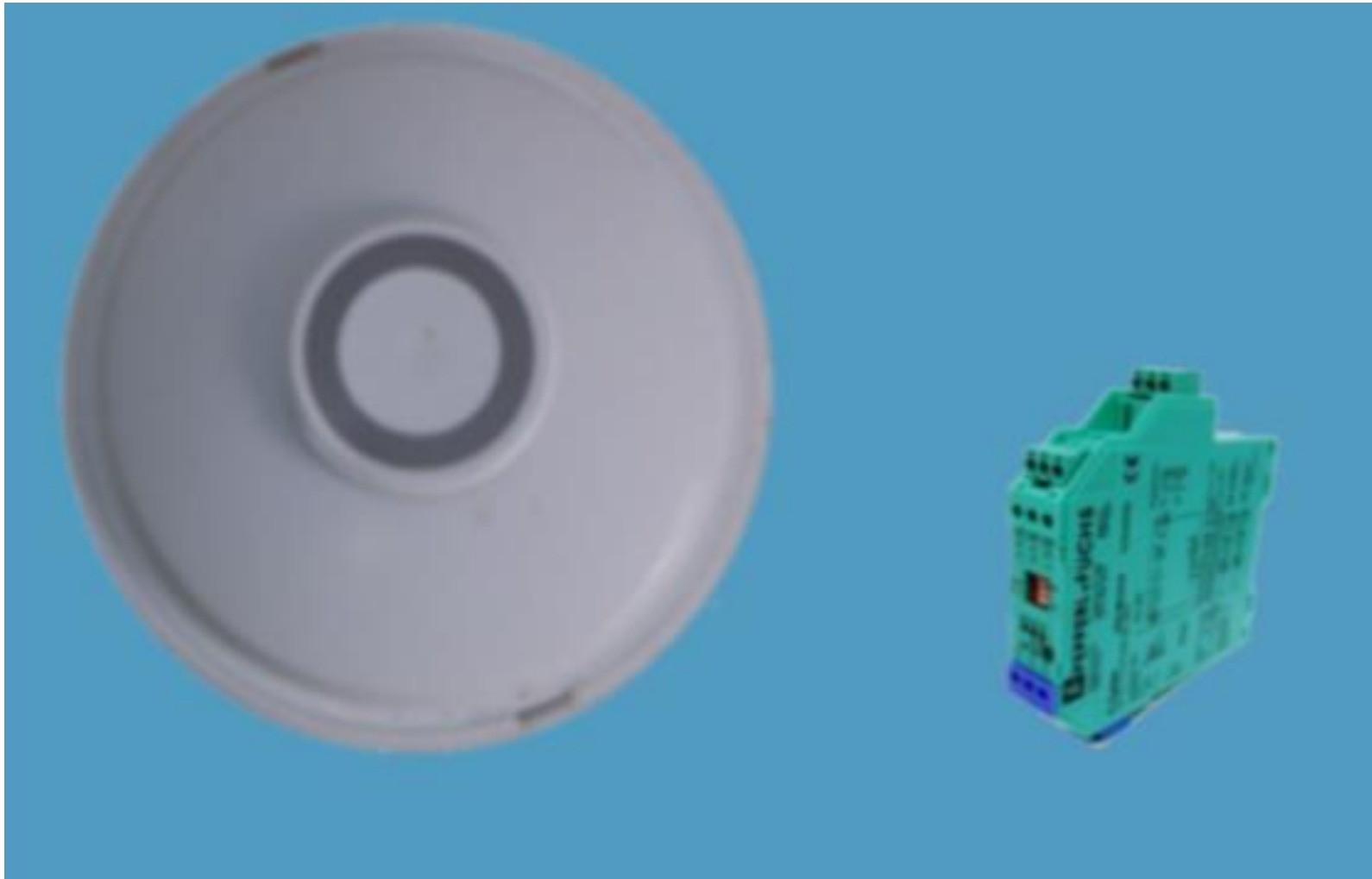
MONITORAMENTO WDC4

- Monitorização da velocidade da correia (velocidade única e diferencial);
- **Monitora o alinhamento da correia através de contatos, por impulsos e blocos de fricção;**
- **Monitora a temperatura dos rolamentos, alinhamento das roldanas;**
- **Monitora aceleração e estado de obstrução;**
- **Prevenção de saltos, limitando o número de arranques do elevador por minuto;**
- LCD de 3,5" com gráficos em cor integral;
- Cartão SD para salvaguarda, recuperação e transferência de definições, assim como registro de dados e atualização de firmware;
- Porta Ethernet RJ45 para Modbus TCP e conectividade Hazardmon.com;
- Suporte Hazardmon.com para monitorização remota em tempo real e análise do histórico de dados;
- IP66 / NEMA 4x;
- Certificação EX / CE / CSA / IECEx.



**Filtro de mangas compacto
aplicado a um elevador de
canecas (VECTRA
EQUIPAMENTOS)**





Detector Multi-Sensor de Fumaça ou Temperatura para Atmosfera Explosiva

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

Locais confinados

□ Todos os locais confinados deverão 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;

42

2.2.2.9 Alívio de explosão

□ Todas as edificações e estruturas onde exista o risco de explosão de pó devem contar com dispositivos de alívio de explosão, de acordo com as normas técnicas; (na figura 18 abaixo um elemento de alívio de pressão)

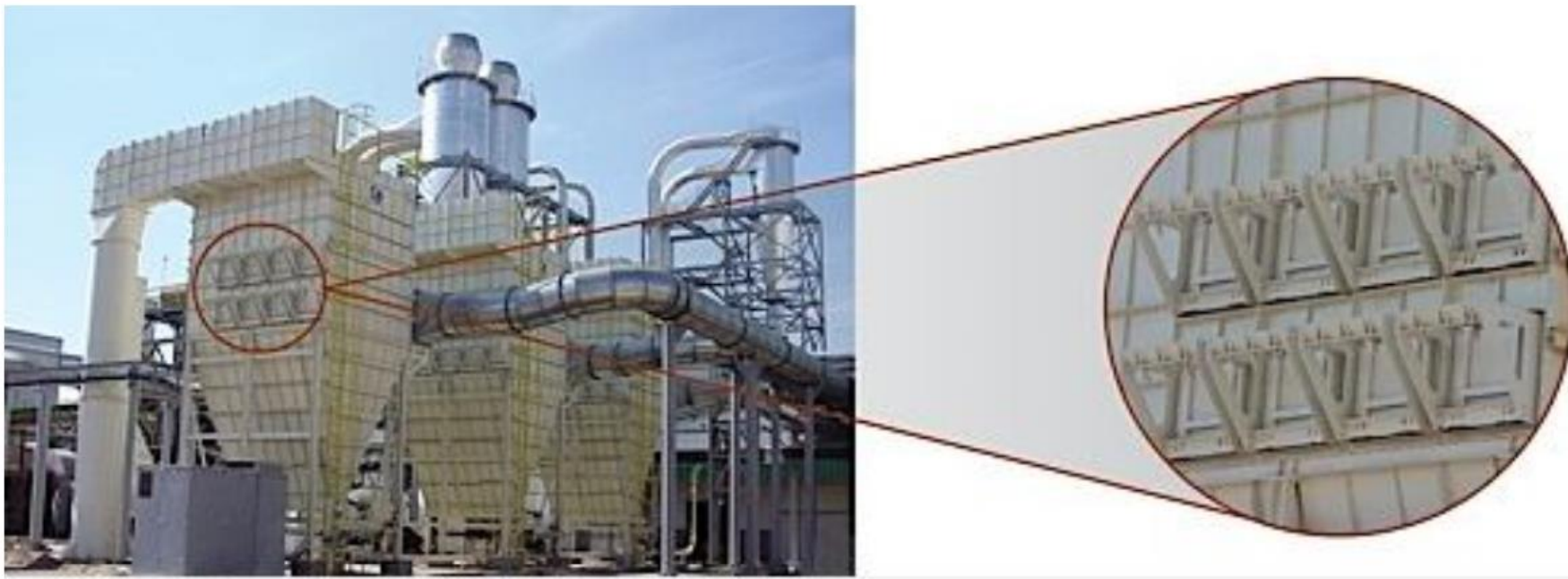


Figura 18: Elemento de alívio de pressão (BERNAUER, 2005)

VIGILEX VL®



VIGILEX VL-SANITARY®



Janela de Alívio

FOTO -Digisensor – Sistemas contra
incêndio e explosão



Acessórios

•Adequado apenas para serviço de gás



Discos de Ruptura



ABAFADORES

Alivia a pressão no momento da explosão sem permitir a presença de chama na parte exterior.



SEM CONTENTOR DE CHAMAS



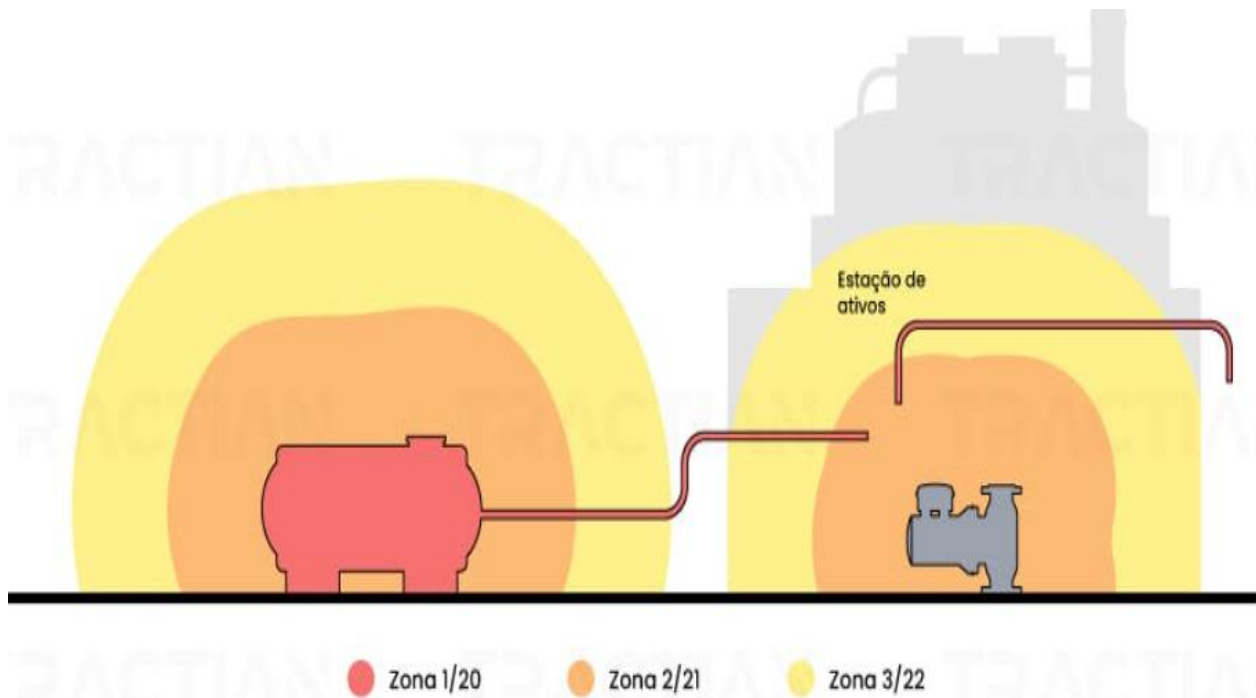
CONTENTOR DE CHAMAS



EXPLOSÃO- COM E SEM CONTENTOR DE CHAMAS



SENSOR DE ATMOSFERA EXPLOSIVA



Zona 20: área na qual uma atmosfera explosiva na forma de nuvem de poeira combustível no ar está presente frequentemente, continuamente ou por longos períodos.

Zona 21: área na qual uma atmosfera explosiva na forma de nuvem de poeira combustível no ar é provável de ocorrer.



VENTEX – ISOLAMENTO PASSIVO

A válvula de isolamento VENTEX é um dispositivo de proteção passiva que estabelece uma barreira física a partir da ação do deslocamento de ar da própria deflagração da explosão, e evita que uma explosão atinja outros equipamentos do processo de produção.

Podendo ser instalada em dutos e tubulações de diferentes diâmetros.,

Explosividade: K_{st} menor 300 bar.m/s P_{max} menor 10 bar

- Temperatura de operação menor 120 C
- Aprovação: ATEX



FOTO -Digisensor – Sistemas contra incêndio e explosão

PINCH VALVE – ISOLAMENTO ATIVO

A válvula de isolamento Pinch Valve estabelece uma barreira física por meio do fechamento de resistentes pinças elastômeras acionadas pneumáticamente, que impede a propagação da explosão.

A Pinch Valve evita que uma explosão atinja outros equipamentos do processo de produção. Podendo ser instalada em dutos e tubulações de diferentes diâmetros.



Valve Open



Valve Closed



Portas Corta Fogo

O cilindro de isolamento SRD é um dispositivo de proteção ativa que estabelece uma barreira física a partir da ação de detectores de pressão que sentem a deflagração da explosão, interligados ao painel de detecção e comando Epaco da Fike, que por sua vez comanda eletronicamente a abertura do SRD, que descarrega agente extintor químico e impede a propagação da explosão.



FOTO -Digisensor – Sistemas contra incêndio e explosão

E por último , mas não finalmente , a conscientização e o treinamento contínuo de toda a Equipe é fundamental para o trabalho de Prevenção.

Abraço a todos , e

SUCESSO!!!

Fernando Raizer

Raizer Consultoria , Projetos e Treinamentos

e-mail - jfraizer@gmail.com

REFERÊNCIAS

FEED MANUFACTURING TECHNOLOGY IV

BET, andrisio. **Explosões de Pós em Unidades de Recebimento e Armazenagem de Grãos de Cereais na Cidade de Chapecó**. 2010. Monografia (Engenharia de Segurança do Trabalho) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, UNOCHAPECO, Chapecó, 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5418 – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, mar. 1995.