

Unidade 8

Aspectos de Segurança em Automação e Classificação de Áreas Industriais

- **Deflagração**

“Propagação de uma zona de combustão a uma velocidade **menor** que a velocidade do som.” Geralmente de cm/s

- **Explosão**

“Propagação de uma zona de combustão a uma velocidade na ordem de m/s”. Com forte ruído proveniente do aumento de pressão 3 a 10bar.

- **Detonação**

“Propagação de uma zona de combustão a uma velocidade **maior** que a velocidade do som.” Geralmente Km/s

A explosão quando aplicada a ambientes industriais

3

“A combustão quase que instantânea de uma massa de gases/vapores ou poeiras, seguida de uma onda de pressão proveniente da deflagração e acompanhada de forte ruído.”



A velocidade de combustão para vapores de petróleo pode atingir 25m/s.

O Conceito da Explosão

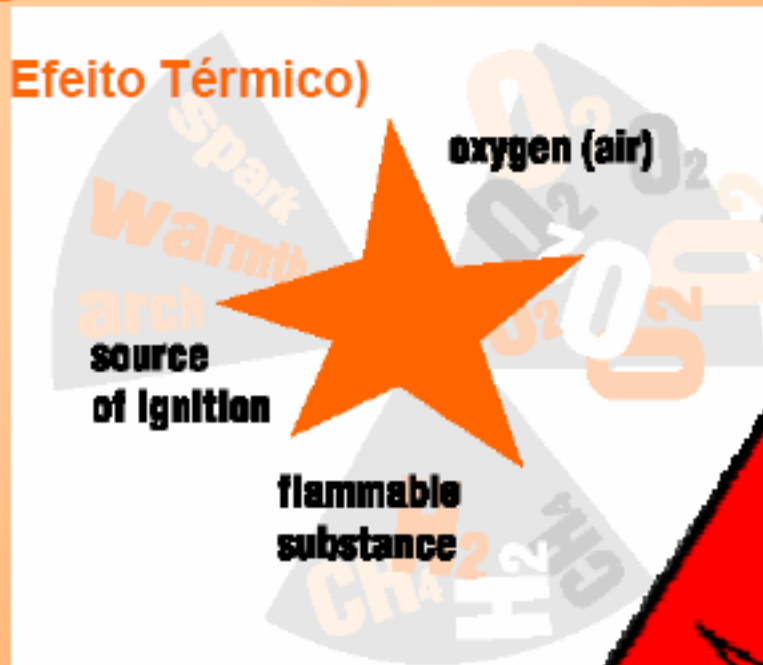
4

Fonte de ignição

(Faíscas Elétricas ou Efeito Térmico)

Comburente

(Ar ou Oxigênio)



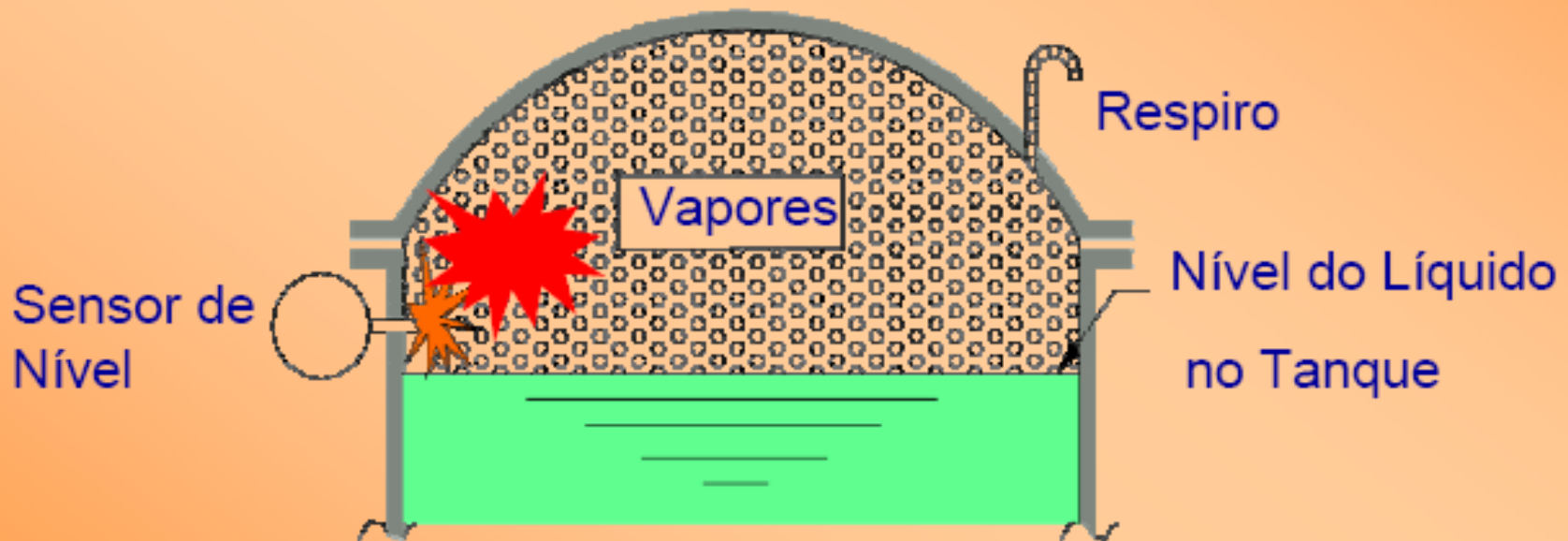
Substância Inflamável ou **combustível**



O Conceito da Explosão

5

Por gases, vapores, poeiras ou fibras



Demonstração de Explosões

6



Tanques



Reatores/Colunas



Vasos

Ontem

- As Normas eram de uso voluntário;
- As Normas eram de origem americana (NEC e API);
- A Classificação de Áreas era feita na base do “achismo”;
- O tratamento dos riscos de explosão era com instalações “a prova de explosão”;
- A Certificação de equipamentos Ex era feita conforme modelos particulares;
- O seguro desconhecia o gerenciamento dos riscos: aplicação da taxa máxima.

Hoje

- As Normas são de uso obrigatório (pela obrigatoriedade da certificação);
- As Normas são de origem internacional (IEC);
- A Classificação de Áreas é feita na base do conhecimento dos produtos processados;
- O tratamento dos riscos com instalações baseadas em diferentes “tipos de proteção”;
- O seguro reconhece o gerenciamento dos riscos: aplicação da taxa real;
- As entidades ambientais hoje exigem a posse dos desenhos de classificação de áreas.

Portaria 83 do INMETRO, de 3 de abril de 2006

- Compulsória a certificação de produtos para operarem em atmosferas potencialmente explosivas, nas condições de gases e vapores inflamáveis.

- Certificado emitido por OCP do INMETRO.

CEPEL-Cert

UCIEE

UL do Brasil

IEE-Certusp

- Requer Sistema de Gestão de Qualidade NBR ISO9001:2000.

Atualmente

Com a publicação da revisão da NR10 e findo o prazo de adaptação as novas exigências, agora:

- Obriga à execução de desenhos de classificação de áreas;
- Obriga à posse dos certificados de conformidade Ex;
- Obriga à regularização dos sistemas elétricos (laudo anual);
- Obriga ao treinamento (capacitação) dos profissionais Ex.

Fatores para geração de uma atmosfera explosiva ou área classificada

11

Conceitos quanto ao tipo de produto gerador de Ex

Para líquidos inflamáveis

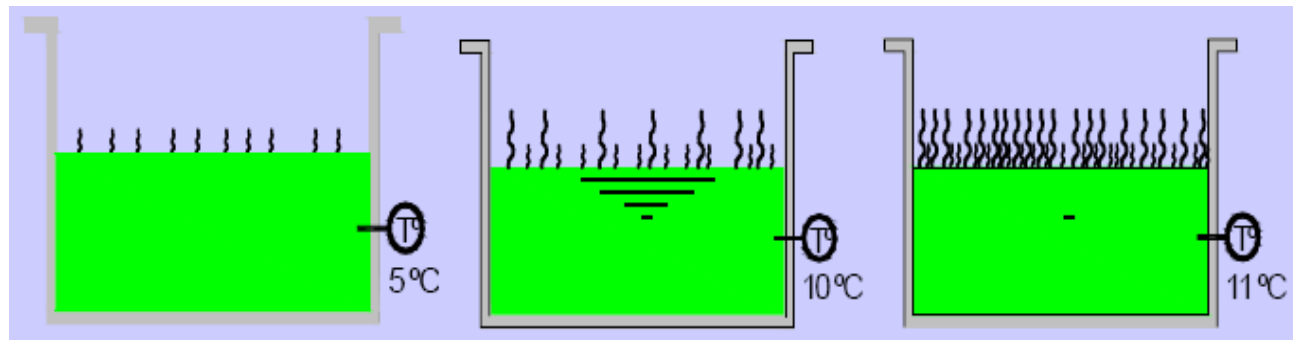
Ponto de Fulgor ou flashpoint

12

“Menor temperatura na qual um liquido libera vapores em quantidades suficientes para formar uma mistura inflamável”

Importante: Na presença de uma fonte de ignição os vapores não mantêm a chama.

Álcool isopropílico (ponto de fulgor 11°C)



“Líquidos inflamáveis são aqueles que tem ponto de fulgor abaixo de 37,8°C (100F)”

Exemplos Líquidos Inflamáveis

- Gasolina = -38°C
- Álcool anidro = 12°C
- Estireno = 30°C
- Querosene = 37°C

“Líquidos combustíveis são aqueles que tem ponto de fulgor acima de 37,8°C (100F)”

Exemplos de combustíveis

- Ácido acético = 40°C
- Amilmetilcetona = 49°C
- Óleo BPF = 90°C
- Óleo APF = 110°C

Temperatura de ignição

15

É a temperatura mínima em que ocorre uma combustão, sem que uma chama ou faísca esteja presente, também chamada de temperatura de auto-ignição

Substância	Temperatura de Ignição
Acetileno	305 °C
Hidrogênio	560 °C
Eteno	425 °C
Propano	470 °C
Trietilamina	190 °C

Conceitos quanto a concentração de produto gerador de Ex

16

Faixa de Inflamabilidade

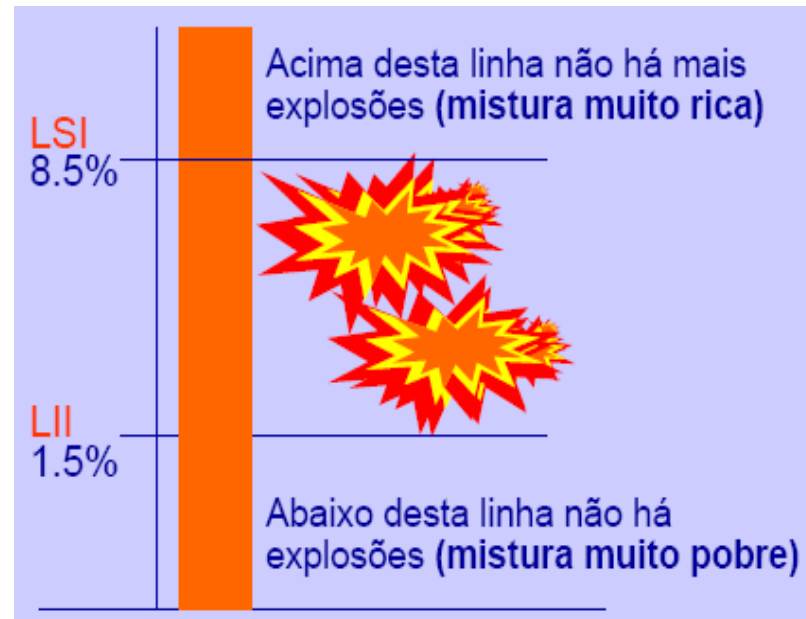
LSI - Limite Superior de Inflamabilidade

LII - Limite Inferior de Inflamabilidade

Ex. Butano

LSI - 8.5 %vol

LII - 1.5 %vol



Características de alguns inflamáveis

17

Substância	Limites de Inflamabilidade			
	Inferior (%vol.)	Superior (%vol.)	Inferior (g/m3)	Superior (g/m3)
Metano CH ₄	5	15	33	100
Benzeno C ₆ H ₆	1,2	8	39	270
Éter Etílico (C ₂ H ₅) ₂ O	1,7	36	50	1.100
Álcool Etílico C ₂ H ₅ OH	3,5	15	67	290
Dissulfeto de Carbono CS ₂	1	60	30	1900
Hidrogênio H ₂	4	75,6	3,3	64
Acetileno C ₂ H ₂	1,5	82	16	880

Impedir ou prevenir a formação de atmosferas explosivas.

- Não usar líquidos inflamáveis (substituindo, se possível)
- Elevar o ponto de fulgor dos inflamáveis
- Evitar as faixas de explosividade, ou então
- Inertizar ou,
- Monitorar a ausência de inflamáveis (ou de O_2)

Se nada disso for possível:

Proteger os equipamentos e o ambiente

Proteção de Equipamentos e dos Ambientes de Processo

19

- Projetar sistemas nos equipamentos de processo “para suprimir a explosão”

Ou, se não for possível:

- Projetar acessórios de proteção nos equipamentos de processo para “liberar as pressões da explosão”

Se este não for possível:

- Dimensionar os equipamentos de processo para “resistir às pressões da explosão”

Se tudo isso for inevitável ou inviável:

Utilizar equipamentos apropriados para Atmosferas Explosivas

Eliminar as fontes de ignição das áreas classificadas:

De origem elétrico

Fiações abertas, painéis (contatores, fusíveis), tomadas, botoeiras...

De origem eletrônico

Sensores, transmissores, controladores, atuadores...

De origem mecânico

Esteiras, elevadores, moinhos, separadores, uso de ferramentas...

De origem eletrostático

Por fricção, por rolamento, transferência de líquidos e sólidos...

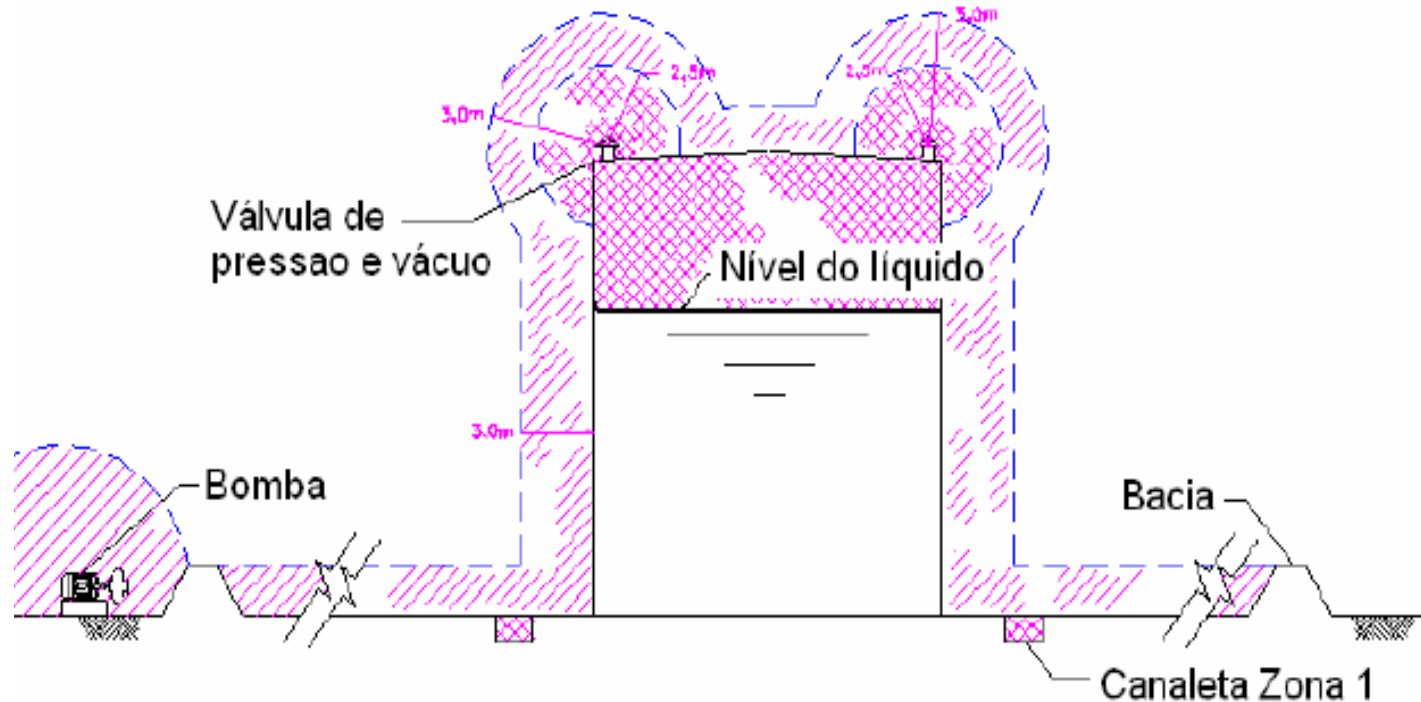
Ainda, equipamentos Geradores de Calor

Codificação para Classificação de Áreas

21

Exemplo de Tanque:

Tanque de Armazenamento



Conforme IEC/ CENELEC

Define a probabilidade da presença de mistura explosiva.

- Zona "0" - Local onde a formação de uma mistura explosiva é contínua ou existe por longos períodos.
- Zona "1" - Local onde a formação de uma mistura explosiva é provável de acontecer em condições normais de operação do equipamento de processo.
- Zona "2" - Local onde a formação de uma mistura explosiva é pouco provável de acontecer e se acontecer é por curtos períodos estando ainda associada à operação anormal do equipamento de processo.

Conforme IEC/ CENELEC

Determina o tipo de ambiente que o equipamento foi desenvolvido para trabalhar de acordo com os tipos dos produtos inflamáveis presentes:

- Grupo I: Minas
- Grupo II: Outros além de minas

Diferencia os diversos produtos inflamáveis presentes no ambiente, de acordo com o nível de energia necessária para causar ignição.

Conforme IEC/ CENELEC

- Grupo IIC: Hidrogênio e Acetileno
- Grupo IIB: Eteno
- Grupo IIA: Propano

Comparação de Classes de Temperatura

25

CHART 2
IEC vs NEC® TEMPERATURE
CLASSIFICATION COMPARISON

Temperatures in °C	Classification	
	IEC	North America
85	T6	T6
100	T5	T5
120	T4	T4A
135	T4	T4
160	T3	T3C
165	T3	T3B
180	T3	T3A
200	T3	T3
215	T2	T2D
230	T2	T2C
260	T2	T2B
280	T2	T2A
300	T2	T2
450	T1	T1

CHART 3
SAFE EQUIPMENT OPERATING
TEMPERATURE

Spontaneous ignition temperature of the gases (T°)	Temperature class of the equipment					
	T6 (85°)	T5 (100°)	T4 (135°)	T3 (200°)	T2 (300°)	T1 (450°)
$85^{\circ} \leq T^{\circ} \leq 100^{\circ}$	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
$100^{\circ} < T^{\circ} \leq 135^{\circ}$	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red
$135^{\circ} < T^{\circ} \leq 200^{\circ}$	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
$200^{\circ} < T^{\circ} \leq 300^{\circ}$	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
$300^{\circ} < T^{\circ} \leq 450^{\circ}$	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red
$450^{\circ} < T^{\circ}$	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Note: the temperatures given in °C.



Explosion Danger



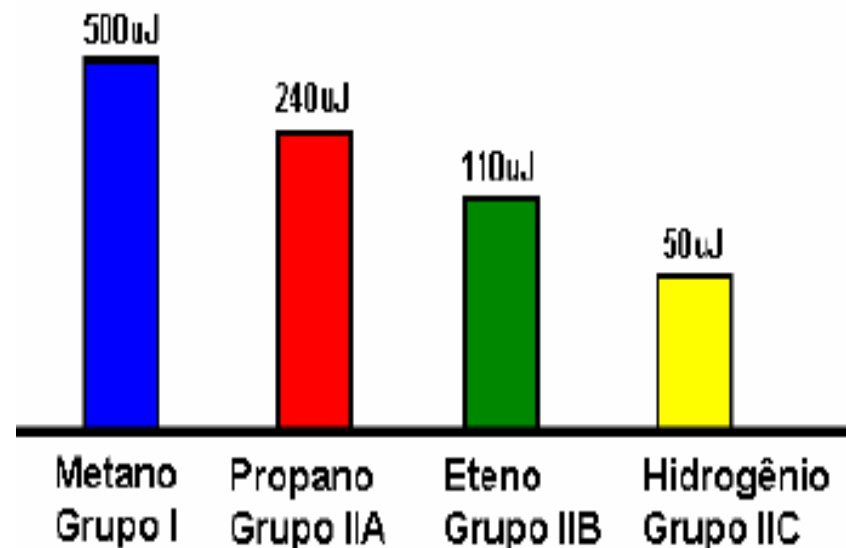
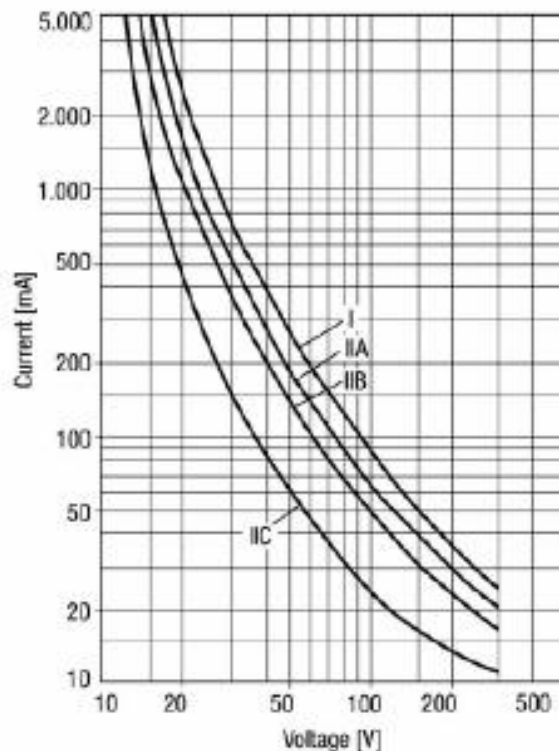
Equipment Safe to Use

MIC - Corrente mínima de ignição

26

Agrupamento para MIC

- **Grupo IIA: < que 240 μJ**
- **Grupo IIB: < que 110 μJ**
- **Grupo IIC: < que 50 μJ**



Classificação de Áreas

27

Análise prévia a uma classificação de áreas:

- 1- O comportamento dos gases/vapores (densidade relativa)
- 2 - Análise da ventilação (disponibilidade, condições, etc.)
- 3 - Avaliação das taxas máximas de liberação prováveis (DG/Dt)

Considerações quanto aos equipamentos de processo

Conclusões prévias...

Fontes geradoras de “grau contínuo” – Permanente: Zona 0

Fontes geradoras de “grau primário” – Normal: Zona 1

Fontes geradoras de “grau secundário” – Anormal: Zona 2

De grau contínuo: geram de forma permanente, como por exemplo no interior de tanques, vasos, etc. (atmosféricos)

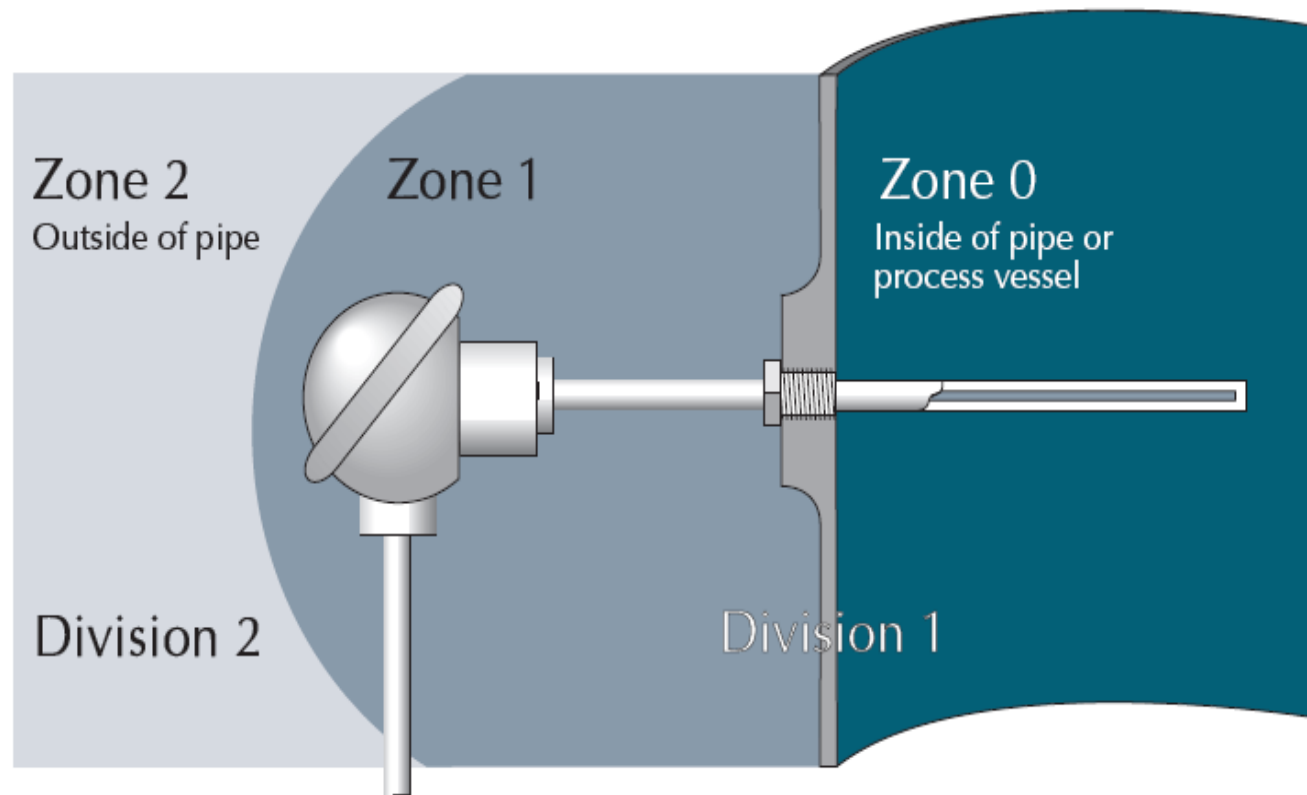
Geram Zona 0

De grau primário: geram “em condição normal”, como por exemplo tampas, drenos, respiros, tomadas de amostras, etc.

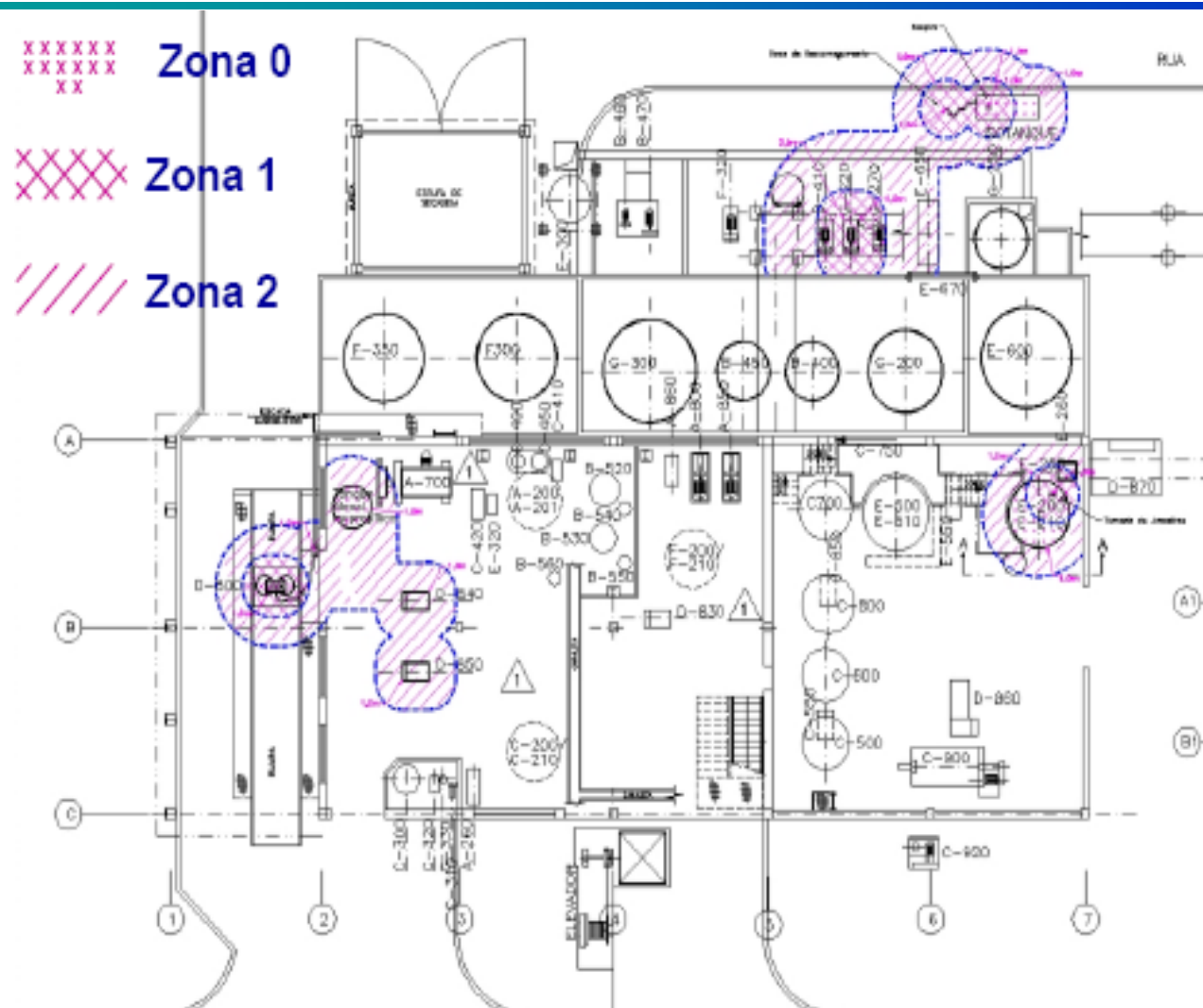
Geram Zona 1

De grau secundário: geram “em condição anormal”, como flanges, selos de bombas, juntas de compressores, etc.

Geram Zona 2



30



Como reduzir as áreas de riscos de explosões

31

Eliminar as áreas de risco, ou então:

- **Manipular as variáveis (para redução das áreas)**
- **Alterar quando possível as condições do processo**
Substituir produtos com P.F. maior ou diminuir a temperatura do processo
- **Evitar a evaporação nos equipamentos de processo**
Fechar quando possível por meio de tetos fixos ou tetos flutuantes, ou ainda selos flutuantes ou inertizar
- **Reduzir os vazamentos nos equipamentos e em linhas**
Otimizar as tomadas de amostras; respiros a liberar para a atmosfera em locais abertos/ventilados; evitar flanges em linha...
- **Aumentar a ventilação do local**

Os seguintes métodos podem ser aplicados para tornar o equipamento seguro para "Ex", equipamentos podem ser:

- Pressurizados
- Imersos em óleo
- Imersos em areia
- Encapsulados
- Segurança aumentada
- A prova de explosão
- Segurança intrínseca

Métodos de Proteção Aplicáveis

33

Para Zona 0: ia (segurança intrínseca)

Para Zona 1: ib (segurança intrínseca)
 o (imersos em óleo)
 p (pressurizados)
 q (imersos em areia)
 m (encapsulados)
 e (segurança aumentada)
 d (a prova de explosão)

Para Zona 2: n (não acendíveis) + todos

Métodos de Proteção Aplicáveis

Resumindo os métodos de proteção

				34	
Método de proteção	Código	Zonas	Princípios		
A prova de Explosão	Ex d	1 e 2	Confinamento		
Pressurizado	Ex p	1 e 2	Segregação		
Encapsulado	Ex m	1 e 2			
Imerso em Óleo	Ex o	1 e 2			
Imerso em Areia	Ex q	1 e 2			
Intrinsecamente Seguro	Ex ia	0, 1, 2	Supressão		
Segurança aumentada	Ex ib	1 e 2			
Não Acendível	Ex e	1 e 2			
Especial	Ex n	2	Especial		
	Ex s	1 e 2			

Area	Protection Techniques
Zone 0	• Intrinsically Safe (2 fault), 'ia' • Class I, Division 1 Intrinsically Safe (2 fault)
Zone 1	• Encapsulated, 'm' • Flameproof, 'd' • Increased Safety, 'e' • Intrinsically Safe (1 fault), 'ib' • Oil Immersed, 'o' • Powder Filled, 'q' • Purged/Pressurized, 'p' • Any Class I, Zone 0 technique • Any Class I, Division 1 technique
Area	Protection Techniques
Zone 2	•Energy Limited 'nC' ('nL' in EN50021) •Hermetically Sealed, 'nC' • Nonincendive,'nC' • Non-Sparking, 'nA' •Pressurization 'nZ' ('nP' in EN50021) • Restricted Breathing, 'nR' • Sealed Device, 'nC' • Any Class I, Zone 0 or 1 technique • Any Class I, Division 1 or 2 technique

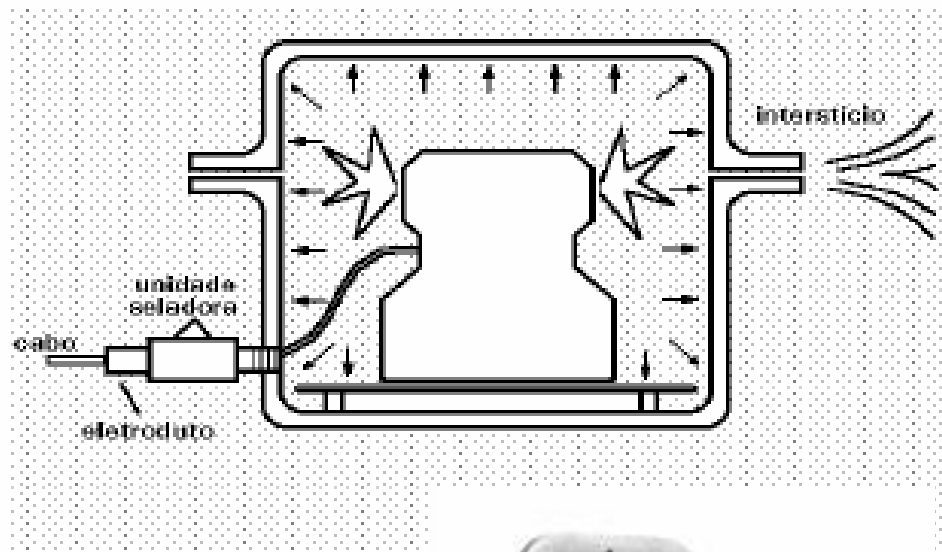
A prova de explosão Ex-d

35

Princípio: Confinamento

A prova de explosão Ex-d:

- Resistente
- Interstício
- Eletrodutos Metálicos
- Unidade Seladora



Inconvenientes

- Corrosão
- Junta e interstício
- Parafusos da tampa
- Não Permite Manutenção em Campo

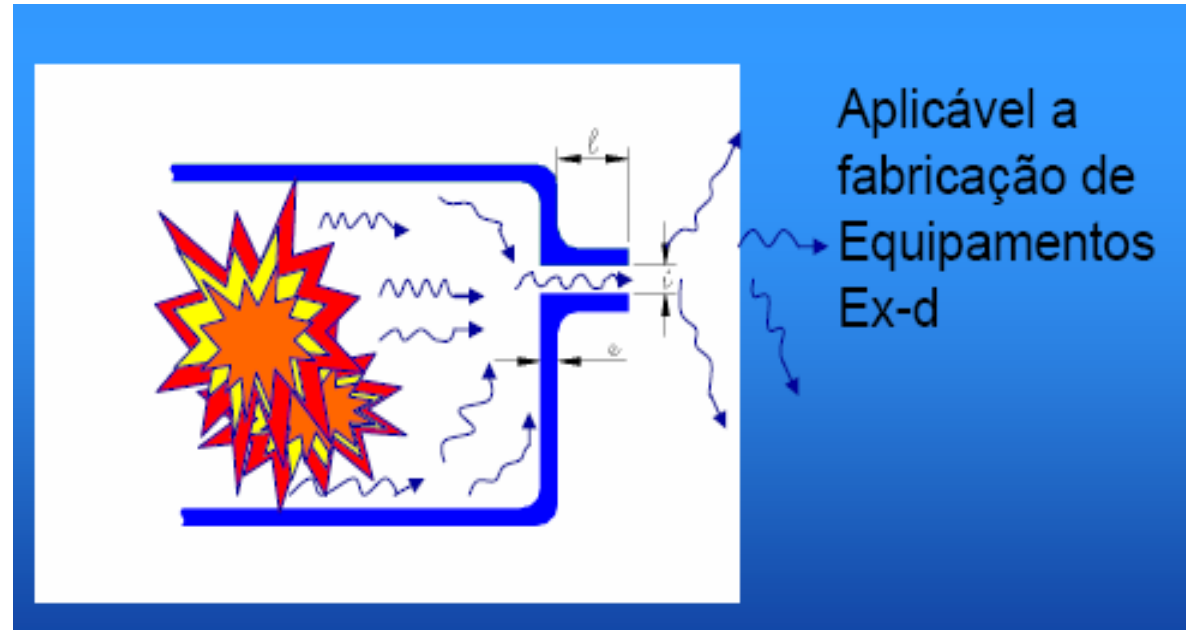
Inspeção



MESG - Interstício máximo experimental seguro

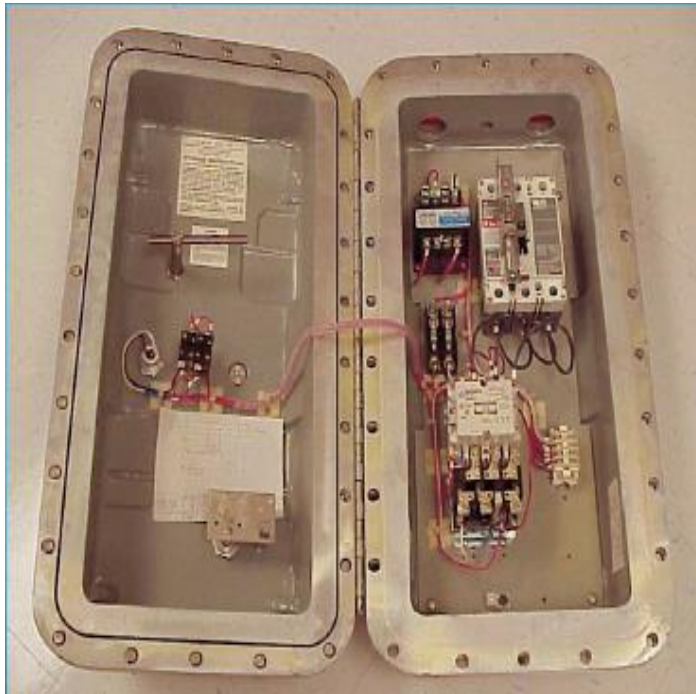
36

Importante: **o resfriamento dos gases da queima é feito através do interstício, sendo que a energia térmica na saída não deve exceder a energia mínima de ignição necessária para inflamar a mistura em volta do equipamento.**



Exemplos Ex-d

37



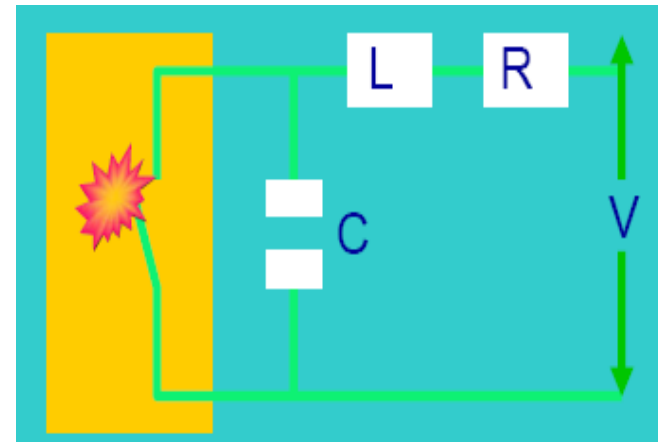
Qual caminho seguir?

38

- Excluir a atmosfera explosiva ? (Ex p: pressurizado)
- Confinar a fonte de ignição ? (Ex d: prova de explosão)
- Isolar a fonte de ignição da atmosfera explosiva ?
(Ex m, Ex o: encapsulado/imerso em óleo)

ou

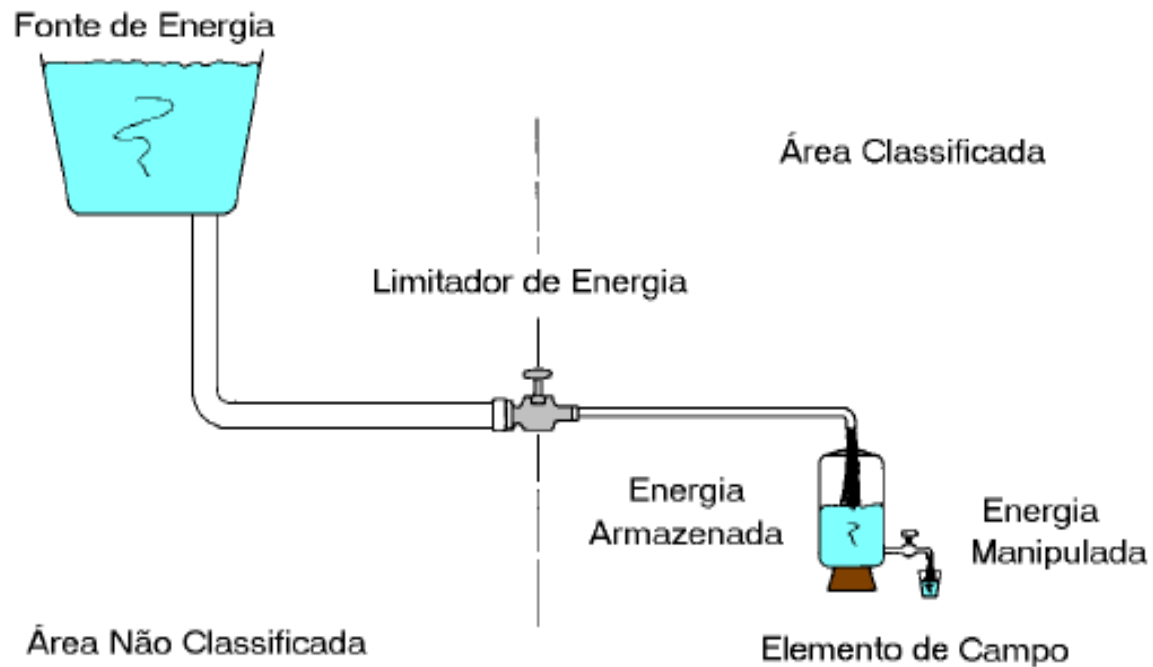
- Eliminar a fonte de ignição
(segurança intrínseca)



Segurança intrínseca

39

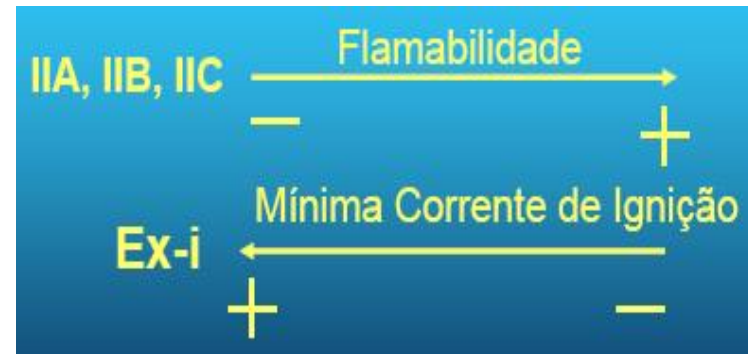
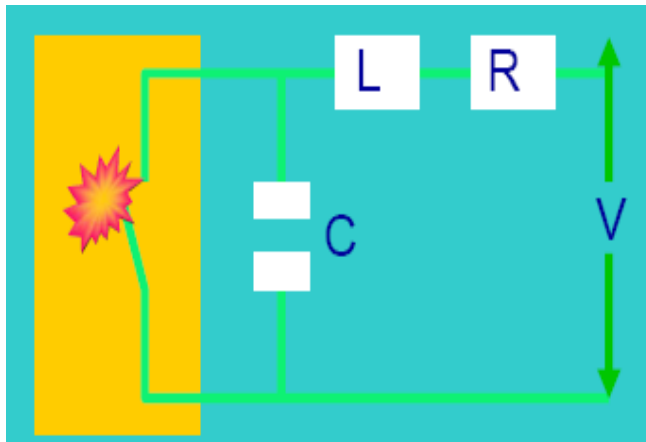
Princípio: Supressão



Energia no Campo < Energia de Ignição

Circuito Intrinsecamente Seguro:

- Circuito com energia limitada;
- Não resulta em centelhas com energia suficiente para causar uma explosão.



Categorias do equipamentos I.S. conforme a probabilidade de falha de seus componentes

“ia”

- ☐ 1 ou 2 falhas sem haver ignição
- ☐ Aplicável as Zonas 0, 1 e 2

“ib”

- ☐ 1 falha sem haver ignição
- ☐ Aplicável as Zonas 1 e 2

Circuito Intrinsecamente Seguro

42

Componentes de um circuito I.S. de automação em rede:

- ☐ **Cabo de Conexão:** Deverão ser conhecidos os valores de C, L e R;
- ☐ **Dispositivo Elétrico Associado:** Converte um sinal não intrinsecamente seguro para um sinal intrinsecamente seguro;
- ☐ **Dispositivo Intrinsecamente Seguro ou Dispositivo Simples:**
Possui circuito intrinsecamente seguro e pode operar em uma atmosfera explosiva:

Exemplo:

$U_o < 1,5V$

$I_o < 0.1 A$

$P_o < 25mW$

