

ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

CLASSIFICAÇÃO,
INSTALAÇÃO E
MANUTENÇÃO DE
EQUIPAMENTOS "EX"



UMARACI NASCIMENTO

ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

CLASSIFICAÇÃO,
INSTALAÇÃO E
MANUTENÇÃO DE
EQUIPAMENTOS "EX"

Produção e Direitos Autorais

Este e-book foi produzido em parceria entre **Trecon Treinamentos e Stella Digital Agência de Publicidade**. Todo o conteúdo aqui presente foi desenvolvido com o objetivo de fornecer informações detalhadas e práticas sobre segurança elétrica na indústria, seguindo as melhores práticas e regulamentações brasileiras.

Todos os direitos reservados © 2026. Este material não pode ser reproduzido, distribuído ou utilizado sem a devida autorização dos detentores dos direitos autorais.



UMARACI NASCIMENTO

Prof. Umaraci Nascimento é um renomado especialista na área de treinamentos industriais, atuando como coordenador e instrutor principal na Trecon Treinamentos. Com mais de 30 anos de experiência na formação e qualificação profissional, ele é reconhecido por sua expertise em elétrica industrial e por sua habilidade em transformar complexos conceitos técnicos em conhecimentos acessíveis e aplicáveis.

ÍNDICE

Introdução: O Que São Atmosferas Explosivas	05
Capítulo 1: Classificação de Áreas (Onde está o Risco?)	10
Capítulo 2: Tipos de Proteção "Ex" (Como Proteger?)	15
Capítulo 3: Identificação e Marcação (Como Ler a Etiqueta?)	20
Capítulo 4: Instalação Elétrica em Áreas Classificadas	24
Capítulo 5: Inspeção e Manutenção (Garantindo a Segurança)	28
Capítulo 6: O Sistema de Certificação IECEx	31



Introdução: O Que São Atmosferas Explosivas

Seja bem-vindo ao nosso ebook que tratará sobre os conceitos e requisitos técnicos em instalações com potencialidade de risco de explosão. Antes de falarmos sobre como instalar um equipamento ou como classificar uma área, precisamos entender a física e a química por trás do risco. O que torna um ambiente industrial comum em uma área de risco? As áreas classificadas não são “bomba-relógio”. Elas são áreas seguras porque são esperados que sejam atendidos os requisitos técnicos, normativos e legais “Ex” aplicáveis. A resposta está na compreensão das Atmosferas Explosivas.

1 - O Conceito Fundamental

De acordo com as Normas Técnicas Brasileiras das Séries ABNT NBR IEC NBR ISO e ABNT, uma atmosfera explosiva é definida como uma mistura de substâncias inflamáveis com o ar, sob condições atmosféricas, na qual, após a ignição, a combustão se propaga através de toda a mistura não consumida.

Em termos mais simples: é quando gases, vapores e névoas inflamáveis ou poeiras combustíveis são liberados e se misturam com o oxigênio do ar em uma proporção exata. Se houver uma fonte de ignição — como uma faísca elétrica ou uma superfície quente — essa mistura entra em combustão instantânea.

Áreas Classificadas são áreas nas quais uma atmosfera explosiva de gás inflamável ou de poeira combustível está presente ou na qual é provável sua ocorrência, a ponto de exigir requisitos específicos para as atividades de fabricação, instalação, utilização, inspeção, manutenção, reparo e auditorias de equipamentos elétricos, de instrumentação, de telecomunicações ou mecânicos “Ex”.

De uma forma simplificada, podemos definir as Áreas Classificadas como: Áreas com grande potencialidade de risco de explosão. Em áreas classificadas com a presença de atmosferas explosivas, a preocupação é a explosão.

Alguns exemplos de instalações que apresentam áreas classificadas devido à presença de atmosferas explosivas de gases inflamáveis ou de poeiras combustíveis:

- Indústrias químicas, petroquímicas e de Petróleo;
- Indústrias farmacêuticas e de cosméticos;
- Indústrias alcooleiras, alimentícias e de biocombustíveis;
- Postos de Combustíveis e Tanques de armazenamento de combustíveis;
- Terminais portuários para carregamento e descarregamento de gases e líquidos inflamáveis e poeiras combustíveis;
- Silos e armazéns para transporte e armazenamento de grãos, farelos, fibras combustíveis.

2 - Os modelos teóricos do triângulo e do pentágono da explosão

Para que uma explosão ocorra, certos elementos precisam estar presentes simultaneamente. A engenharia de segurança utiliza duas figuras geométricas para ilustrar isso:

O Triângulo do Fogo (Gases e Vapores Inflamáveis) Para gases e vapores, precisamos de três elementos:

1. Combustível: A substância inflamável (gás ou vapor).
2. Comburente: O oxigênio presente no ar (nossa atmosfera é composta por aproximadamente % de oxigênio e % de nitrogênio).
3. Fonte de Ignição: A energia necessária para iniciar a reação (calor, faísca, etc.).

O Pentágono da Explosão (Poeiras Combustíveis) Quando lidamos com poeiras combustíveis (como grãos, açúcar ou poeiras combustíveis metálicas), o risco é mais complexo. Além dos três elementos do triângulo, adicionamos dois fatores críticos que formam o Pentágono da Explosão:

1. Dispersão: A poeira precisa estar suspensa no ar, formando uma "nuvem".
2. Confinamento: Se a ignição ocorrer em um local fechado (como um silo ou filtro), a pressão aumenta drasticamente, resultando em explosão.

Atenção ao Risco das Poeiras Combustíveis: Uma explosão proveniente de poeira geralmente ocorre em duas etapas. A explosão primária acontece dentro de um equipamento ou local contido. A onda de choque dessa primeira explosão pode levantar a poeira depositada no chão e nas vigas (camadas), criando uma nuvem muito maior que gera uma explosão secundária, frequentemente mais devastadora e incontrolável.

3 - Características Críticas das Substâncias

Para avaliar o risco, você precisa conhecer as propriedades químicas do material com o qual está lidando:

- Ponto de Fulgor (Flash Point): É a menor temperatura na qual um líquido libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável com o ar. Se o ambiente estiver abaixo dessa temperatura, o líquido não gera risco de explosão.
- Temperatura de Autoignição: É a temperatura mínima que, se atingida, faz a mistura inflamar espontaneamente, sem precisar de uma chama ou faísca externa.

- Limites de Explosividade (LIE e LSE): Uma mistura só ignita dentro de uma faixa específica de concentração:
 - LIE (Limite Inferior de Explosividade): Abaixo desta concentração, a mistura é “pobre” demais para queimar (muito ar, pouco gás).
 - LSE (Limite Superior de Explosividade): Acima desta concentração, a mistura é “rica” demais (muito gás, pouco ar).
- Faixa de Risco: É o intervalo entre o LIE e o LSE. É aqui que há o risco de explosão.

4 - Fontes de Ignição: O Gatilho

Em áreas classificadas, nosso principal objetivo é eliminar ou controlar as fontes de ignição. As mais comuns incluem:

- Superfícies Quentes: Equipamentos elétricos e mecânicos superaquecidos ou reações químicas.
- Chamas e Gases Quentes: Trabalhos com chama aberta.
- Eletricidade: Arcos voltaicos em chaves, disjuntores ou devido a falhas de isolamento.
- Eletricidade Estática: Acúmulo de carga em materiais não condutivos.
- Descargas Atmosféricas: Raios que podem causar a ignição diretamente na atmosfera ou induzir tensões perigosas.



Conclusão

Compreender esses conceitos é o primeiro passo para a segurança. As normas da série ABNT NBR IEC 60079, ABNT NBR ISO/IEC 80079 e ABNT NBR ISO 80079 foram desenvolvidas justamente para padronizar como lidarmos com esses riscos, desde a classificação da área até a instalação, manutenção do equipamento e inspeção das instalações "Ex".

Destaca-se que as normas da série ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR IEC/ISO 80079 definem padrões para a certificação dos equipamentos elétricos, de instrumentação, de automação, de telecomunicações ou mecânicos que são aplicados nos ambientes "Ex", a certificação prioritária das empresas de serviços "Ex" e a certificação a que se refere as competências pessoais nos trabalhos em ambientes definidos como áreas classificadas dos profissionais envolvidos com a execução e supervisão de atividades "Ex".

É importante que os profissionais e empresas de serviços "Ex" conheçam, no mínimo, as Normas Técnicas ABNT NBR IEC 60079-10-1, ABNT NBR IEC 60079-10-2, ABNT NBR IEC 60079-14, ABNT NBR IEC 60079-17, ABNT NBR IEC 60079-19, ABNT NBR ISO/IEC 80079-34, ABNT NBR ISO 80079-36 e ABNT NBR ISO 80079-37.

No próximo capítulo, veremos como mapear a planta industrial e identificar onde exatamente esses riscos estão presentes, através da Classificação de Áreas.

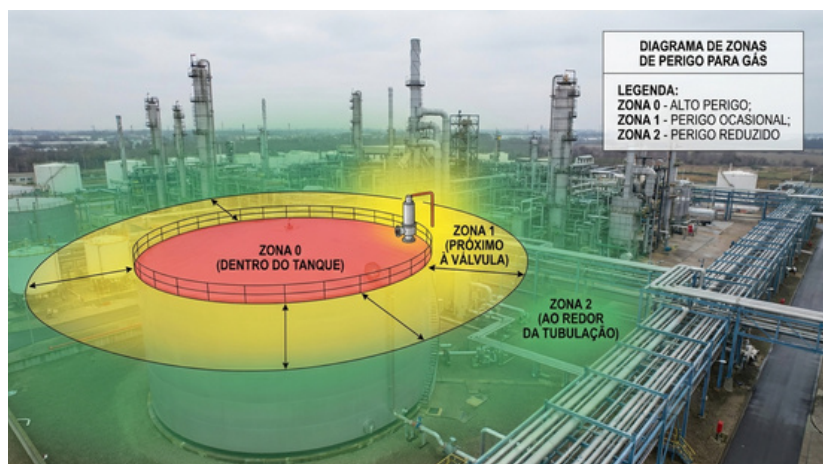
Capítulo I: Classificação de Áreas (Onde está o Risco?)

Agora que entendemos o que é uma atmosfera explosiva, o próximo passo lógico é identificar onde ela ocorre e com que frequência. Não podemos tratar uma área onde a mistura explosiva está frequentemente e considerando 100% do tempo da mesma forma que tratamos uma área onde a mistura explosiva só aparece em caso de um acidente ou por operação normal de um processo e por um curto período de tempo.

A Classificação de Áreas é o método que utilizamos para analisar e classificar o ambiente, permitindo a seleção correta dos equipamentos a serem aplicados. Conforme as Normas ABNT NBR IEC 60079-10-1 e ABNT NBR IEC 60079-10-2, no processo de classificação de uma área, deve-se levar em consideração três parâmetros críticos que você encontrará na etiqueta de todo equipamento "Ex": a Zona, o Grupo e a Classe de Temperatura.

1. O Conceito de Zonas: A Probabilidade do Perigo

As normas ABNT NBR IEC 60079-10-1 e ABNT NBR IEC 60079-10-2 dividem as áreas em "Zonas" baseando-se na frequência e duração da presença da atmosfera explosiva.



Para Gases e Vapores (Norma ABNT NBR IEC 60079-10-1)

- **Zona 0:** É a área mais crítica. A atmosfera explosiva está presente de modo contínuo, por longos períodos ou frequentemente. Exemplo: O interior de um tanque contendo produtos inflamáveis ou de um reator químico.
- **Zona 1:** A atmosfera explosiva pode ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação. Exemplo: As áreas próximas a bocais de enchimento, válvulas de alívio ou pontos de drenagem.
- **Zona 2:** A atmosfera explosiva não é esperada em operação normal e, se ocorrer, será por curto período (condição anormal, como um vazamento). Exemplo: Áreas ao redor de tubulações soldadas ou flanges bem vedados em áreas ventiladas.

Para Poeiras Combustíveis (Norma ABNT NBR IEC 60079-10-2). A lógica é a mesma, mas usamos a identificação Zonas 20, 21 e 22:

- **Zona 20:** Nuvem de poeira presente continuamente ou por longos períodos. Exemplo: O interior de silos, ciclones, filtros de manga e produtos contendo poeiras combustíveis.
- **Zona 21:** A nuvem de poeira pode ocorrer em operação normal. Exemplo: Locais próximos a pontos de enchimento ou descarga de sacos.
- **Zona 22:** A nuvem de poeira não é provável em operação normal, ocorrendo apenas em situações anormais e por curto tempo. Exemplo: Saídas de respiros de filtros (em caso de falha) ou áreas de estocagem de sacos fechados onde rasgos acidentais podem ocorrer.

2. Grupos de Gases, Líquidos Inflamáveis e Poeiras Combustíveis Materiais

Gases inflamáveis ou poeiras combustíveis fazem parte do processo, que são a razão de ser de muitas Empresas. Sem os gases inflamáveis e poeiras combustíveis presentes no processo como matéria prima ou produto, muitas indústrias não existiriam.

Os equipamentos elétricos e mecânicos são construídos e testados para resistir a tipos específicos de substâncias. Dividimos essas substâncias em Grupos:

- Grupo I (Mineração): Exclusivo para minas subterrâneas suscetíveis ao grisú (metano) e poeira de carvão.
- Grupo II (Gases e Vapores de Superfície): Subdivido pela periculosidade do gás (facilidade de ignição e propagação da chama).
 - IIA: Gases menos detonantes, como o Propano.
 - IIB: Gases de perigo intermediário, como o Etileno.
 - IIC: Os gases mais perigosos e críticos, como o Hidrogênio e o Acetileno. Equipamentos certificados para IIC são os mais seguros e servem também para IIA e IIB.
- Grupo III (Poeiras Combustíveis): Subdivido pelo tipo de partícula.
 - IIIA: Fibras combustíveis (ex: algodão).
 - IIIB: Poeiras combustíveis não condutivas (ex: farinha, açúcar).
 - IIIC: Poeiras combustíveis condutivas (ex: poeiras combustíveis metálicas). Este é o grupo mais perigoso para equipamentos elétricos e mecânicos "Ex" devido à maior energia de explosão desenvolvida.

3. Classe de Temperatura (T1 a T6) – ABNT NBR IEC 60079-10-1 e ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1

Não basta evitar faíscas; a própria superfície quente do equipamento (como o corpo de um motor ou uma luminária) pode causar a ignição se ultrapassar a temperatura de autoignição do gás inflamável ou poeira combustível presente no ambiente.

As classes de temperatura indicam a temperatura máxima de superfície que o equipamento elétrico ou mecânico "Ex" pode atingir:

- T1: 450°C
- T2: 300°C
- T3: 200°C
- T4: 135°C
- T5: 100°C
- T6: 85°C (A mais segura e restritiva)

Regra de Ouro: A classe de temperatura do equipamento elétrico ou mecânico "Ex" deve ser sempre menor que a temperatura de autoignição da substância que estiver presente no local da instalação.

Exemplo: Se você tem um gás que entra em ignição a uma temperatura de 150°C, você não pode usar um equipamento com a temperatura de superfície T3 (200°C). Você deve instalar um equipamento com a temperatura de superfície T4 (135°C), ou T5 ou T6.

Conclusão do Capítulo:

A classificação de áreas é o alicerce da segurança. Ela nos fornece um "mapa" com três informações vitais: a Zona (probabilidade), o Grupo (substância) e a Temperatura (limite térmico). Com esses dados em mãos, podemos avançar para o próximo passo: escolher o equipamento elétrico ou mecânico "Ex" correto e entender como ele nos protege.

No Capítulo 2, exploraremos os Tipos de Proteção "Ex", desvendando como a engenharia constrói equipamentos capazes de operar dentro dessas zonas de perigo sem causar explosões.



Capítulo 2: Tipos de Proteção "Ex" (Como Proteger?)

Se a classificação de áreas nos diz "onde" está o perigo, os tipos de proteção nos dizem "como" conviver com ele. A engenharia desenvolveu diferentes estratégias para assegurar que um equipamento elétrico ou mecânico "Ex" não se torne a fonte de ignição de uma atmosfera explosiva.

Não existe uma única solução. Dependendo da aplicação (potência, tensão, tipo de sinal) e da Zona, utilizamos técnicas diferentes: conter a explosão, evitar que ela comece ou limitar a energia disponível. Vamos explorar as principais técnicas normalizadas.

1. A Estratégia da Contenção: À Prova de Explosão (Ex "d")

Esta é uma das técnicas complexas e de difícil instalação, inspeção e manutenção "Ex". O conceito aqui não é impedir que o gás entre no equipamento, mas sim assegurar que, se ele entrar e houver uma explosão lá dentro, a explosão interna não seja propagada para o lado externo do invólucro.

- **Princípio de Funcionamento:** O invólucro é construído para suportar a pressão de uma explosão interna sem se romper. Além disso, ele deve impedir a propagação da chama para a atmosfera externa.
- **O Segredo das Juntas:** A limitação da propagação da chama acontece nas juntas (tampas, passagens de cabos, eixos). Elas não são vedadas hermeticamente contra o gás. Em vez disso, são projetadas com caminhos longos e estreitos (interstícios). Se houver uma explosão interna, os gases quentes são forçados a passar por esses caminhos, sendo resfriados pelas juntas até uma temperatura segura antes de atingir o ambiente externo.

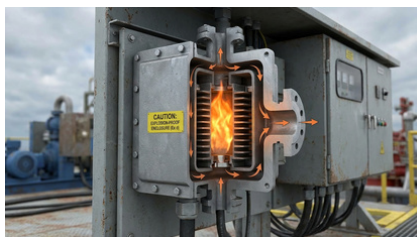
- Tipos de Juntas: As juntas podem ser flangeadas (planas), de encaixe ou roscadas.
- Aplicação: Requerida para equipamentos que produzem centelhas ou arcos elétricos naturalmente, como contadores e disjuntores, permitindo o uso de componentes elétricos comuns no interior. Tipo de proteção aplicável em Zonas 1 e 2.

Nota Importante: Equipamentos do tipo "à prova de explosão" não são adequados para instalação em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas de poeiras combustíveis.

2. A Estratégia da Prevenção: Segurança Aumentada (Ex "e")

Diferente do Ex "d", que assume que a explosão vai acontecer, o Ex "e" foca em garantir que ela nunca comece.

- Princípio de Funcionamento: Aplica-se a equipamentos que, em condições normais, não produzem arcos, centelhas ou temperaturas perigosas. A construção recebe medidas adicionais de segurança (daí o nome "Aumentada") para evitar falhas.
- Características:
 - Exige componentes adequados e terminais especiais que não afrouxam com vibração.
 - Não permite componentes que geram faísca (como chaves comuns).
 - O invólucro deve ter um grau de proteção mecânica elevado, no mínimo IP 65, para proteger contra o ingresso de poeira e água que poderiam causar curtos.
- Aplicação: Muito comum em caixas de junção, luminárias e motores de gaiola.
- É o Tipo de proteção aplicável em Zonas 1 e 2.



3. A Estratégia da Limitação: Segurança Intrínseca (Ex "i")

Esta é uma técnica técnica muito segura e a única (na categoria "ia") segura o suficiente para Zona 0.

- Princípio de Funcionamento: Baseia-se na limitação da energia. O circuito é projetado para que, mesmo em caso de falha (como um curto-circuito ou rompimento de cabo), a energia elétrica ou térmica liberada seja insuficiente para causar a ignição na atmosfera explosiva.
- Subdivisões:
 - Ex "ia": Seguro mesmo com duas falhas simultâneas. Permitido em Zona 0 (e Zona 20 para poeiras combustíveis).
 - Ex "ib": Seguro com uma falha. Permitido em Zona 1 (e Zona 21).
- Aplicação: Instrumentação, sensores, transmissores de sinal (4-20mA), celulares e rádios comunicadores. Não serve para equipamentos de potência (motores, iluminação forte) pois a energia é muito baixa.



4. A Estratégia Simplificada: Não Acendível (Ex "n" e Ex "ec")

O tipo de proteção Ex "n" é similar ao conceito de Segurança Aumentada, mas com requisitos um pouco menos rigorosos, pois é destinado exclusivamente para áreas de menor risco.

- **Princípio de Funcionamento:** Equipamentos que, em operação normal, não produzem arcos, centelhas ou aquecimento capaz de causar a ignição.
- **Aplicação:** Restrito à Zona 2, onde a atmosfera explosiva é um evento raro. É uma solução econômica para áreas onde o risco é baixo, mas existente.

Nota: O tipo de proteção Ex "nA" não está mais disponível no mercado, tendo sido substituído, em 2018, pelo tipo de proteção Ex "ec".

5. Proteção pelo invólucro contra a ignição de poeiras combustíveis (Ex "t")

Quando lidamos com poeira combustível, a estratégia muda. O foco principal é a vedação.

- **Princípio de Funcionamento:** Utiliza invólucros "Dust-Tight" (totalmente vedados contra pó) ou "Dust-Protected" para impedir que o ingresso de poeiras combustíveis entre em contato com partes elétricas energizadas ou quentes. Além disso, a temperatura da superfície externa do invólucro é controlada para não causar a ignição na camada de poeira depositada sobre ele.
- **Aplicação:** Silos, moinhos, áreas de manuseio de grãos ou poeiras combustíveis metálicas condutivas (Zonas 20, 21 e 22).

6. Encapsulamento (Ex "m")

A técnica de Encapsulamento envolve envolver os componentes elétricos em uma resina, de modo que a atmosfera explosiva não possa entrar em contato com possíveis fontes de ignição (centelhas ou aquecimento excessivo).

No próximo capítulo, vamos aprender a ler a "identidade" desses equipamentos. Você verá como todas essas siglas (Ex, d, IIB, T4, Gb) se juntam em uma única etiqueta de marcação que define onde o equipamento seguro pode ser instalado.



Capítulo 3: Identificação e Marcação (Como Ler a Etiqueta?)

Você já sabe classificar a área e entende os tipos de proteção. Agora, imagine que você está no chão de fábrica com um painel à sua frente. Como você sabe se aquele equipamento específico é seguro para ser instalado ali? A resposta está na etiqueta de marcação.

A marcação de um equipamento "Ex" é como o seu documento de identidade. Ela contém uma "string" (uma sequência de códigos) que resume todas as características de segurança daquele dispositivo. Saber ler essa codificação não é opcional; é uma competência de sobrevivência.

Vamos dissecar essa marcação usando um exemplo real.

1. Anatomia da Marcação

Vamos analisar uma marcação encontrada em um equipamento:

Ex d IIC T3 Gb IP65

Aqui está o que cada parte significa, na ordem em que aparece:



- Ex: Indica que o equipamento foi construído especificamente para atmosferas explosivas, seguindo as normas técnicas (neste caso, ABNT NBR IEC).
 - Nota: Você pode encontrar variações antigas ou de outras origens: EEx (normas CENELEC europeias antigas) ou AEx (normas IEC adaptadas para a América do Norte), as quais não são válidas ou aplicáveis no Brasil, onde os equipamentos devem possuir certificação no sistema Inmetro.
- d: Indica o Tipo de Proteção. Neste caso, é um invólucro "À Prova de Explosão". Se fosse segurança aumentada, estaria escrito e; se fosse segurança intrínseca, ia ou ib.
 - Dica: É comum ver combinações como Ex de, o que significa que o equipamento usa dois conceitos (ex: corpo à prova de explosão "d" e caixa de ligação com segurança aumentada "e").
- IIC: Indica o Grupo de Gases para o qual o equipamento foi aprovado. Lembre-se do Capítulo 1: IIC é o grupo mais severo (Hidrogênio). Se ele serve para IIC, serve automaticamente para IIA e IIB.
 - T3: Indica a Classe de Temperatura. A superfície externa deste equipamento nunca ultrapassará 200°C, mesmo em falha. Ele é seguro para gases com temperatura de autoignição superior a 200°C.
- Gb: Este é o EPL (Nível de Proteção do Equipamento). O "G" significa Gás e o "b" significa proteção "Elevado". Veremos isso em detalhes abaixo.
- IP65: Indica o Grau de Proteção de Ingresso contra sólidos e líquidos.

O EPL é uma adição mais recente às normas para simplificar a seleção. Ele conecta diretamente o equipamento à Zona onde ele pode ser instalado. O código é composto por duas letras: a primeira indica a substância (Gás, Dust/Poeira ou Minas) e a segunda o nível de proteção (a, b, c).

Para Gases (G)

- Ga (Nível Muito Alto): O equipamento é seguro mesmo com duas falhas (raríssimo). Onde usar: Zona 0 (e também Zonas 1 e 2).
- Gb (Nível Elevado): O equipamento é seguro em operação normal e com falhas previsíveis. Onde usar: Zona 1 (e também Zona 2).
- Gc (Nível Moderado): O equipamento é seguro em operação normal. Onde usar: Apenas Zona 2.

Para Poeiras (D)

- Da (Nível Muito Alto): Onde usar: Zona 20 (e também 21 e 22).
- Db (Nível Elevado): Onde usar: Zona 21 (e também 22).
- Dc (Nível Moderado): Onde usar: Apenas Zona 22.

3. Grau de Proteção (IP)

O código IP (Ingress Protection) não é exclusivo de áreas classificadas, mas aqui ele é vital. Ele garante que a poeira combustível não entre no equipamento e que a água não cause curtos-circuitos.



O código tem dois números (ex: IP 65):

- Primeiro Numeral (Sólidos/Poeira):
 - 5: Protegido contra poeira (entra um pouco, mas não prejudica).
 - 6: Totalmente protegido contra poeira (vedação completa "Dust-tight"). Essencial para equipamentos em áreas de poeira combustível (Zonas 20, 21, 22).
- Segundo Numeral (Líquidos/Água):
 - 5: Protegido contra jatos de água (lavagem com mangueira).
 - 6: Protegido contra jatos potentes (ondas do mar).
 - 7: Protegido contra imersão temporária.

No Capítulo 4, sairemos da teoria e vamos para a prática: como fazer a instalação elétrica desses equipamentos, focando nos acessórios críticos como prensa-cabos e unidades seladoras.



Capítulo 4: Instalação Elétrica em Áreas Classificadas

Agora que selecionamos o equipamento correto, chegamos a um momento crítico: a instalação. Não adianta comprar uma tomada "Ex d" de última geração e conectá-la usando um prensa-cabos comum de plástico comprado na loja de ferragens da esquina. A integridade da proteção "Ex" depende inteiramente da qualidade da instalação.

Existem basicamente duas filosofias de instalação em áreas classificadas: o sistema de eletrodutos rígidos e o sistema de distribuição de cabos por meio de bandejamento e entrada de cabos por meio de prensa-cabos "Ex". Vamos analisar cada um.

1. O Sistema de Eletrodutos e Unidades Seladoras

Este é o método tradicional, muito utilizado para equipamentos à prova de explosão (Ex "d"). A ideia é que a fiação corra dentro de tubos metálicos rígidos que também são capazes de suportar uma explosão.

O componente vital aqui é a Unidade Seladora.

O Papel da Unidade Seladora Imagine que um gás inflamável entre no invólucro do equipamento e ocorra uma explosão interna. Sem uma barreira, a chama e os gases quentes viajariam por dentro do eletroduto como um "canhão", levando a explosão para outros painéis ou áreas seguras.



- **Função:** A unidade seladora bloqueia essa passagem. Ela é preenchida com uma massa (compound) que endurece e veda o tubo.
- **Instalação:** Deve ser instalada o mais próximo possível do invólucro do equipamento, a uma distância máxima de 50 mm da parede do invólucro à prova de explosão.
- **Composição:** Utiliza-se uma fibra para reter a massa líquida até que ela seque e forme a barreira sólida.
- **Desvantagem:** Cria um "sistema engessado". Se você precisar trocar um cabo ou fazer manutenção, muitas vezes terá que cortar o tubo e refazer a selagem, o que dificulta a manutenção.

(Nota sobre montagem Ex "d": Em caixas Ex "d", a montagem estará incorreta se estiverem faltando as unidades seladoras de eletrodutos, de acordo com os requisitos da Norma ABNT NBR IEC 60079-14. Além disso, se o símbolo "Ex" estiver dentro de um hexágono, significa que o equipamento foi certificado na Comunidade Europeia, não atendendo os requisitos legais vigentes no Brasil.)

2. Sistema de distribuição de cabos por bandejamento e entrada de cabos por prensa-cabos "Ex"

Este método é utilizado desde meados do século passado pela flexibilidade e facilidade de manutenção. Aqui, o cabo entra diretamente no equipamento através de um acessório chamado Prensa-Cabos (Cable Gland).



****Prensa-Cabos Ex "d" (À Prova de Explosão)**** Para equipamentos Ex "d", o prensa-cabos deve ser robusto o suficiente para não permitir que a pressão de uma explosão interna escape.

- Tipos de Cabo: Pode ser usado com cabos multipolares ou unipolares.
- Modelos: Existem modelos simples (tipo A2F) e modelos mais complexos, como o tipo "União", que facilita ainda mais a desconexão para manutenção.
- Proteção Mecânica: Como o cabo fica exposto (não está dentro de um tubo de ferro), ele precisa de proteção contra impactos mecânicos ou deve ser um cabo armado, ou protegido mecanicamente pelas bandejas ou eletrocalhas.

****Prensa-Cabos Ex "e" (Segurança Aumentada)**** Para equipamentos que não explodem internamente (Ex "e"), o foco do prensa-cabos é garantir a vedação (IP) contra água e poeira e a fixação do cabo para que ele não seja arrancado.

- Armaduras: Em ambientes agressivos, utilizam-se prensa-cabos específicos para cabos com armadura de fios, fitas ou tranças metálicas, assegurando a continuidade do aterramento da armadura.

Comparativo: Eletroduto vs. Prensa-Cabos

Característica	Sistema com Eletroduto + Seladora	Sistema com Prensa-Cabos
Proteção Mecânica	Adequada (cabo protegido pelo tubo)	Adequada (cabo protegido pelo bandejamento ou eletrocalha)
Manutenção	Difícil (sistema engessado)	Fácil e rápida
Custo de Instalação	Geralmente maior (tempo e material)	Geralmente menor (baixo custo)
Aplicação Típica	Instalações antigas e pesadas	Motores, instrumentos, luminárias

3. Cuidados Críticos na Montagem

Independentemente do sistema escolhido, alguns erros comuns devem ser evitados:

- Juntas Ressecadas: Em equipamentos Ex "d", as juntas roscadas ou flangeadas devem ser protegidas contra corrosão com graxa adequada, mas nunca pintadas ou vedadas com silicone que impeça o alívio de pressão.
- Aperto de Terminais: A vibração de máquinas pode soltar conexões elétricas, gerando "pontos quentes" ou faíscas. O reaperto periódico é vital.
- Aterramento: A continuidade elétrica é essencial para evitar acúmulo de estática. Em prensa-cabos metálicos, a fixação deve garantir o contato terra perfeito.

No próximo capítulo, abordaremos como manter essa segurança ao longo do tempo. Afinal, a instalação se degrada, borrachas ressecam e parafusos afrouxam. Vamos falar sobre Inspeção e Manutenção.

Capítulo 5: Inspeção e Manutenção (Garantindo a Segurança)

A segurança de uma planta industrial não é estática. Um equipamento "Ex" que foi instalado perfeitamente hoje pode se tornar um risco daqui a seis meses se a manutenção for negligenciada. As áreas classificadas não são "bomba-relógio". Elas são áreas seguras porque são esperados que sejam atendidos os requisitos técnicos, normativos e legais "Ex" aplicáveis. Vibração, corrosão, calor e intervenções humanas podem degradar os níveis de proteção.

A referência absoluta para este capítulo é a norma ABNT NBR IEC 60079-17, que trata especificamente da inspeção e manutenção de instalações elétricas em áreas classificadas.

1. Os Três Graus de Inspeção

Nem toda inspeção requer desligar a planta e desmontar o equipamento. A norma define três graus de rigor para otimizar o processo de manutenção:

- **Inspeção Visual (V):** É aquela que identifica defeitos evidentes ao olho nu, sem o uso de equipamentos de acesso (como escadas) ou ferramentas. O que detecta: Parafusos faltando, vidros de luminárias quebrados, corrosão externa severa ou cabos rompidos.
- **Inspeção Apurada (A):** Engloba todos os aspectos da inspeção visual, mas permite o uso de equipamentos de acesso (como escadas) e ferramentas simples para verificar o aperto de parafusos externos, por exemplo. O invólucro não é aberto.
- **Inspeção Detalhada (D):** É o nível mais profundo. O equipamento é aberto (geralmente requer desenergização) para verificar componentes internos, terminais e vedações. O que detecta: Terminais frouxos dentro da caixa, oxidação nas juntas à prova de explosão, envelhecimento da isolamento interna.

2. Quando Inspeccionar?

Existem dois momentos cruciais definidos pela norma:

- **Inspeção Inicial:** Deve ser realizada logo após a instalação e antes de o equipamento entrar em operação. O objetivo é garantir que o equipamento escolhido é o correto e que não houve erros de montagem. Geralmente exige o grau Detalhado.
- **Inspeção Periódica:** Realizada em intervalos regulares (ex: a cada 3 anos, dependendo do plano de manutenção) para monitorar a degradação. Pode ser feita por amostragem ou em rotas de inspeção visuais.

3. O Checklist de Manutenção e Pontos Críticos

Durante a manutenção, o técnico não está apenas "limpando" o equipamento; ele está procurando evidências de falha na proteção "Ex". Aqui estão os principais vilões:

A. Integridade do Invólucro e EPLO primeiro passo é verificar se o equipamento instalado ainda atende aos requisitos da área (Zona e EPL).

- **Verificação:** O grupo de gases e a classe de temperatura na etiqueta ainda são compatíveis com os produtos químicos presentes na área?

B. Juntas e Vedações (Ex "d") Em equipamentos à prova de explosão, as juntas (o caminho por onde o gás escaparia resfriado) são vitais.

- **Juntas Oxidadas ou Danificadas:** Ferrugem ou riscos profundos nas superfícies planas (flanges) comprometem a capacidade de resfriar a chama.
- **Aplicação de Graxa:** Deve-se aplicar graxa específica (não endurecedora) nas juntas e roscas à prova de explosão para evitar corrosão e emperramento, mas cuidado para não usar silicone que cole a tampa.

C. Conexões Elétricas (Ex "e" / Ex "n" / Ex "ec") A vibração é inimiga da segurança aumentada.

- Reaperto: Verifique se há parafusos soltos ou conectores frouxos. Um terminal solto gera calor (ponto quente) ou faísca, o que é inadmissível em equipamentos Ex "e".
- Cabos: Verifique se os cabos estão firmemente presos pelo prensa-cabos. Se você puxar o cabo e ele se mover, a vedação IP e a proteção contra arrancamento falharam.

D. Vedações de Borracha

- Juntas Ressecadas: O anel de vedação (O-ring) dos invólucros e dos prensa-cabos resseca com o tempo. Se estiver rachado, a água entrará, e em equipamentos Ex "e"/Ex "t", isso é uma falha crítica.

4. A Importância da Mão de Obra Qualificada

A norma ABNT NBR IEC 60079-17 exige que as pessoas que realizam essas inspeções tenham competência técnica comprovada. Não basta ser um bom eletricista; é preciso ser um eletricista com formação em "Ex". Uma chave de fenda usada de forma errada pode riscar uma junta flangeada e inutilizar um motor de milhares de reais.

No próximo e último capítulo, falaremos sobre como garantir que os profissionais e as empresas envolvidas tenham essa competência técnica, através do Sistema de Certificação IECEX.



Capítulo 6: O Sistema de Certificação IECEx

Chegamos ao final da nossa jornada. Vimos a teoria do fogo, aprendemos a classificar o perigo, escolhemos o equipamento e discutimos como instalá-lo e mantê-lo. Mas resta uma pergunta fundamental: quem garante tudo isso?

Como você pode ter certeza de que o equipamento que comprou realmente foi testado? Como saber se a oficina que reparou seu equipamento não comprometeu a segurança? E como garantir que o técnico que está apertando os parafusos sabe o que está fazendo?

A resposta é o Sistema IECEx

1. O Que é o IECEx?

O IECEx é um sistema internacional de certificação criado pela International Electrotechnical Commission (IEC). O objetivo é facilitar o comércio internacional de equipamentos e serviços para atmosferas explosivas, mantendo o nível de segurança exigido.

Antigamente, cada país tinha suas próprias regras e testes. Hoje, o IECEx funciona como um "passaporte global". Ele é baseado em três pilares fundamentais de certificação:

- **Certificação de Produtos:** Garante que o equipamento (sensores, motores, luminárias) foi fabricado de acordo com as normas da série IEC 60079.
- **Certificação de Empresas de Serviços:** Garante que as oficinas de reparo, manutenção e recuperação possuem processos e equipamentos adequados para não comprometer a proteção "Ex" durante um conserto.
- **Certificação de Pessoas (CoPC):** Garante que os profissionais que trabalham na área têm a competência técnica necessária.

2. A Certificação de Competências Pessoais (CoPC)

Este é, talvez, o pilar mais crítico para a segurança diária da planta. Equipamentos excelentes instalados por pessoas sem treinamento tornam-se perigosos.

O sistema IECEx divide o conhecimento em Unidades de Competência. Um profissional pode ser certificado em uma ou várias unidades, dependendo da sua função:

As Unidades de Competência (Ex 000 a Ex 011)

- Ex 000: Conhecimentos e percepções básicas. É a "carteira de motorista" para simplesmente entrar em uma área classificada com segurança.
- Ex 001: Aplicação dos princípios básicos de segurança em atmosferas explosivas. Fundamentos teóricos.
- Ex 002: Execução de classificação de áreas. Para quem desenha o mapa de riscos.
- Ex 003: Instalação de equipamentos e sistemas de fiação. Para eletricitas e montadores.
- Ex 004: Manutenção de equipamentos. Para técnicos de manutenção.
- Ex 005: Reparo e revisão de equipamentos. Focado em oficinas de recuperação.
- Ex 006: Testes de equipamentos e instalações elétricas.
- Ex 007: Execução de inspeções visuais e apuradas.
- Ex 008: Execução de inspeções detalhadas.
- Ex 009: Projeto de instalações elétricas. Para engenheiros projetistas.
- Ex 010: Execução de inspeções de auditoria ou avaliação das instalações.
- Ex 011: Conhecimentos básicos para a segurança de sistemas com hidrogênio.

Conclusão

A segurança em atmosferas explosivas não é fruto do acaso; é o resultado da aplicação rigorosa de normas técnicas, do uso de equipamentos certificados e, acima de tudo, da atuação de profissionais competentes.

Esperamos que este ebook tenha servido como uma base sólida para o seu entendimento. Lembre-se: em áreas classificadas, o detalhe que você ignora hoje pode ser a fonte de ignição de amanhã.

Mantenha-se seguro e sempre consulte as normas atualizadas.

Referências Normativas

- ABNT NBR IEC 60079-10-1
- ABNT NBR IEC 60079-10-2
- ABNT NBR IEC 60079-14
- ABNT NBR IEC 60079-17
- ABNT NBR IEC 60079-19
- ABNT IEC TS 60079-44



UMARACI NASCIMENTO

8016

E-301A